

Uitwerking van een reactief afwegingskader voor prioritair watergebruik tijdens waterschaarste

Eindrapport

Documentreferentie:
VMM/S004X/201119/2.0

Datum rapport: april 2021

Inhoud

Inhoud	2
0. Samenvatting en conclusies	6
0.1. Droogte/waterschaarste-indicatoren	7
0.2. Waterbalans (wateraanbod en watervraag).....	11
0.3. Acties en maatregelen	12
0.4. Impactindicatoren.....	14
0.5. Principes.....	17
0.6. Beperkingen	18
0.7. Afweging	18
0.8. Eindbeschouwing	21
1. Inleiding	22
2. Procesplan belanghebbendenmanagement	27
3. Lessen uit Nederland en Frankrijk	30
4. Indicatoren voor droogte en waterschaarste	32
4.1. Overzicht van typen watergebruik en watertekorten	32
4.2. Long-list van indicatoren voor droogte/waterschaarste	39
4.2.1. Methode.....	39
4.2.2. Meteorologische droogte-indicatoren.....	42
4.2.3. Hydro(geo)logische waterschaarste-indicatoren.....	62
4.2.4. Waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren	142
4.2.5. Sectorspecifieke waterschaarste-indicatoren.....	163
4.3. Selectie van indicatoren voor droogte/waterschaarste	181
5. Bouwstenen voor afweging – Waterbalansen	184
5.1. Wateraanbod	188
Neerslag en verdamping	188
Oppervlaktewater - neerslagafstroming.....	191
Oppervlaktewater – waterlopen en kanalen	197

Oppervlaktewater – DWA en grijswater	203
Oppervlaktewater - RWA	207
Grondwater	209
Grondwater en oppervlaktewater – opgepompt water	212
Regenwater	213
Leidingwater	215
Toekomstevolities	215
5.2. Watervraag	215
Drinkwaterproductie	225
Huishoudens	243
Scheepvaart	248
Industrie	251
Energievoorziening	256
Land- en tuinbouw	257
Handel en diensten	278
Recreatie	280
Natuur/ecologie	280
5.3. Waterbalans	281
6. Bouwstenen voor afweging – Mogelijke maatregelen en acties	294
7. Bouwstenen voor afweging – Socio-economische impactindicatoren	297
7.1. Schade van droogte: schadefuncties en beperkingen	299
Bevaarbaar oppervlaktewater	300
Onbevaarbaar oppervlaktewater	303
Freatisch grondwater	307
Diep grondwater	309
Leidingwater	309
Hemelwater	313
7.2. Kost van maatregelen	313
Maatregelen drinkwatermaatschappijen	314
Maatregelen landbouw	318
Maatregelen industrie	327

Maatregelen energieproductie	335
Maatregelen scheepvaart	339
Maatregelen huishoudens	346
Maatregelen natuur	350
Maatregelen recreatie	350
Maatregelen waterbeheerder	352
8. Bouwstenen voor afweging – Principes voor afweging	355
Enquête principes	357
Resultaten enquête	359
Voorstel toepassing principes	367
9. Combineren van bouwstenen en eerste versie van afweging	370
9.1. Albertkanaal en Kempische kanalen	370
Situering gebied	370
Waterbalans	377
Impact mogelijke maatregelen	387
Resultaten afweging	421
9.2. IJzerbekken	434
Situering gebied	434
Waterbalans	436
Impact mogelijke maatregelen	445
Resultaten afweging	462
9.3. Demerbekken	466
Situering gebied	466
Waterbalans	467
Impact mogelijke maatregelen	476
Resultaten afweging	488
9.4. Andere bekkens	490
Waterbalans	490
Impact mogelijke maatregelen	506
10. Conclusies eerste versie van afweging	527
11. Aanbevelingen bij gebruik en voor vervolgtraject	530

12. Dashboard.....	534
13. Referenties.....	537
14. Bijlagen	547

0. Samenvatting en conclusies

Gedurende de periode januari 2020 – maart 2021 werd via nauwe consultatie met de betrokken belanghebbenden een eerste versie van het reactief afwegingskader voor prioritair watergebruik tijdens waterschaarste ontwikkeld. Het einddoel van dit afwegingskader is om tijdens periodes van extreme droogte en dreigende of effectieve waterschaarste in (delen van) Vlaanderen tot weloverwogen beslissingen te komen m.b.t. de maatregelen om de kans op waterschaarste en de socio-economische en ecologische gevolgen ervan te beperken. In tegenstelling tot wat soms verondersteld wordt, is dit afwegingskader geen “afschakelplan” naar analogie met elektriciteit. Het was ook niet de bedoeling om een “verdringingsreeks” op te maken, d.i. een vaste rangorde van de maatschappelijke behoeften aan watergebruik, zoals in Nederland bestaat. Wel werd er een beslissingsondersteunend systeem opgezet dat de beslissingsnemers (minister, gouverneurs) objectieve informatie aanreikt om hun beslissing op te baseren. Deze informatie bestaat uit volgende componenten (zie ook Figuur 1):

- ✓ **Droogte/waterschaarste-indicatoren:** Indicatoren die aangeven wanneer één of meerdere sectoren te kampen krijgen met dreigende of effectieve waterschaarste.
- ✓ **Waterbalans (wateraanbod en watervraag):** Indicatoren die op ieder ogenblik aangeven hoe groot voor verschillende Vlaamse deelgebieden het wateraanbod wordt ingeschat, bestaande uit oppervlaktewater, grondwater, regenwater en ander water (grijswater), alsook de watervraag vanuit de verschillende sectoren. Het verschil geeft een indicatie van de grootte van het watertekort.
- ✓ **Acties / maatregelen:** Een overzicht van de reactieve acties en maatregelen die genomen kunnen worden om bij dreigende waterschaarste de kans op effectieve waterschaarste te beperken, en bij effectieve waterschaarste de socio-economische en ecologische gevolgen te minimaliseren.
- ✓ **Impactindicatoren:** Indicatoren die in grootteorde en gebiedsspecifiek aangeven (i) hoe groot de kost is die gepaard gaat met de actie of maatregel, (ii) hoe sterk deze het watertekort en de bijhorende socio-economische en ecologische gevolgen vermindert, (iii) hoe deze kost en baat verdeeld is over de betrokken sectoren. Bepaalde indicatoren zijn hierbij kwantitatief, andere zijn eerder kwalitatief.
- ✓ **Principes:** Principes die voorgesteld worden om in rekening te brengen bij de afweging.
- ✓ **Beperkingen:** Beperkingen (in de studie ook “randvoorwaarden” genoemd) die voorgesteld worden als absolute prioriteit bij de afweging.
- ✓ **Afweging:** Voorstel van gebiedsspecifieke prioritering van de acties en maatregelen op basis van de real-time droogtetoestand en impactindicatoren en na toepassing van de principes en beperkingen.

De informatie werd voor al deze componenten gebiedsspecifiek aangeleverd. Het ruimtelijk schaalniveau verschilt hierbij van component tot component. De meeste componenten zoals de waterbalans (watervraag en wateraanbod) en de impact van de acties en maatregelen, werden ingeschat per deelstroomgebied (VHA-zone) en per kanaalpand. De resultaten van de afweging werden voorgesteld per

bekken, maar zijn gebaseerd op resultaten bij het kleinere schaalniveau van de deelstroomgebieden en kanaalpannen.

De verschillende componenten werden eerst ontwikkeld, getest, voorgelegd aan de belanghebbenden en verfijnd voor het Albertkanaal en Kempische kanalen, het IJzerbekken en het Demerbekken. Daarna werd de methodologie toegepast op de andere bekken in Vlaanderen: Liebekken, Bovenscheldebekken, Benedenscheldebekken, Dijle- en Zennebekken, Denderbekken, Bekken van de Gentse kanalen, Bekken van de Brugse Polders en de deelstroomgebieden van het Maasbekken.

Een 130tal belanghebbenden vanuit de volgende belanghebbendengroepen waren actief betrokken bij de totstandkoming van het kader: de bestuurlijke overheden (VMM, De Vlaamse Waterweg, Dep. MOW, Provincies, Polders en Wateringen, Steden en Gemeenten, Crisisdiensten, Dep. Omgeving, Dep. Landbouw en Visserij, Agentschap Natuur en Bos, Dep. EWI), de drinkwatermaatschappijen, de sector industrie incl. havens, de land- en tuinbouw, de natuursector, de scheepvaart, de water- en rioleringsbedrijven, adviesraden, zorg en gezondheid, experts, onderzoeks- en proefcentra. Deze actoren werden betrokken via individuele contacten met stakeholders, via 5 workshops en via bilateraal overleg per sector.



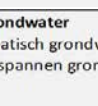






Figuur 1: Bouwstenen voor afweging van prioritaire watergebruiken tijdens periodes van waterschaarste

0.1. Droogte/waterschaarste-indicatoren

De droogte/waterschaarste-indicatoren werden afgeleid door voor elk van de betrokken waterbehoefte sectoren de typen waterbronnen en waterschaarsteproblematieken te identificeren; zie het samenvattend overzicht in Figuur 2. Voor elk van deze problematieken werd een indicator geselecteerd, die in real-time en gebiedsvariabel berekend kan worden, en waarvoor drempelwaarden gedefinieerd konden worden voor volgende twee droogteniveaus:

- **Droogteniveau 1:** Het watersysteem komt mogelijk onder druk met gevaar op waterschaarste voor één of meerdere sectoren en/of met gevaar aan het watersysteem indien geen voorzorgsmaatregelen worden genomen. Dit niveau komt overeen met de fase “alarm”.
- **Droogteniveau 2:** Het watersysteem bereikt een kritiek niveau, waarbij er zich effectief waterschaarste voordoet voor één of meerdere sectoren. Dit niveau komt overeen met de fase “crisis”.

		Sector/deelsector/doelgroep								
		Drinkwatermaatschappijen	Huishoudens, handelaars, o	Scheepvaart (beroepsvaart,	Industrie	Land- en tuinbouw - Akkerb	Landbouw - Veeteelt	Recreatie	Natuur/Ecologie	
Typen waterbronnen Typen problematieken/deelproblematieken										
Oppervlaktewater										
Waterlopen: Alle										
Waterlopen: Bevaarbare en kanalen										
Waterlopen: Onbevaarbare										
Waterlopen: Polders										
Stilstaande wateren: putten, vijvers, poelen, ...										
Zwenwaters, visvijvers, andere wateren voor recreatief gebruik										
Bufferbekkens										
	Laag debiet of waterstand	Onvoldoende waterinnamemogelijkheid	X	x		X	X	X	X	X
		Aangetaste aquatische ecologische toestand								X
	Slechte fysico-chemische waterkwaliteit	Uitgedroogde valleigronden door laag water								X
		Onvoldoende diepgang scheepvaart			X					
		Stabiliteit van dijken in gevaar bij lage waters			X	X	X	X	X	X
		Internationale verdragen (met NL)	X		X	X	X	X	X	X
	Slechte biologische waterkwaliteit	Hoog zoutgehalte	X			X	X	X	X	X
		Hoge watertemperatuur	x			X				x
		Aanwezigheid van blauwalgen	x			X	X	x	X	x
Grondwater										
Freatisch grondwater										
Gespannen grondwater										
	Lage grondwaterstand	Onvoldoende onttrekkingsmogelijkheid (ev.	X	X		X	X	X	X	X
		Verdroogde ondergrond in kwetsbare natuu								X
	Slechte fysico-chemische waterkwaliteit	Mineralisatie van veenbodems of andere ko								X
		Stabiliteit van gebouwen in gevaar bij uitged		X		X				
		Hoog zoutgehalte	X	X		X	X	X	(x)	
		Hoog zoutgehalte	X	X		x	X	X	x	
Leidingwater										
	Drinkwaterproductietekort	Leegstand spaarbekkens drinkwatermaatsch	X			X	X	X	X	
		Hoog drinkwatergebruik	X							
		Onvoldoende capaciteit voor aankoop	X							
		Lek in drinkwaterleidingnetwerk	X							
Bodemwater										
	Laag bodemvochtgehalte	Aantasting vegetatie								X
		Productieverlies gewassen					X	x		
		Dor gras (bv. gazons)		X				x	X	
Regenwater										
	Leegstand hemelwaterputten en -bekkens		x	X		X	X	X	X	
Grijswater - effluentwater										
	Onvoldoende beschikbaarheid aan kwaliteitsvol effluent		x			X	X		X	

Figuur 2: Overzicht van waterbronnen en waterschaarsteproblematieken voor elk van de hoofdsectoren.

Uit deze long-list van deze droogte/waterschaarste-indicatoren werd een short-list geselecteerd bestaande uit volgende indicatoren:

- Meteorologische droogte-indicatoren:
 - ✓ Standardised Precipitation Index & Standardised Precipitation Evapotranspiration Index
 - ✓ Doorlopend potentieel neerslagtekort
- Hydrologische waterschaarste-indicatoren:
 - ✓ Waterloopdebieten
 - ✓ Waterpeilen waterlopen en kanalen
 - ✓ Bodemvochtgehalten
 - ✓ Freatische grondwaterstanden
- Waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren:
 - ✓ (Waterkwaliteit waterlopen, ter hoogte van innamepunten)
 - ✓ Zoutgehalte waterlopen
 - ✓ Waterkwaliteit recreatiewateren
 - ✓ Proliferatie van blauwalgen
 - ✓ Watertemperatuur: ter hoogte van innamepunten koelwater elektriciteitscentrales
- Ruwwaterbeschikbaarheidsindicatoren drinkwatersector
- Vullingsgraad hemelwaterputten

Voor elk van deze indicatoren werd na literatuuronderzoek en op basis van de ervaringen van de belanghebbenden en het projectuitvoerend team een methode voorgesteld om de indicator ruimtelijk variabel voor Vlaanderen te bepalen, hetzij rechtstreeks op basis van in real-time beschikbare waarnemingen, hetzij via een berekening of modellering gebruik makend van zulke waarnemingen. Voor de meteorologische droogte-indicatoren, het bodemvochtgehalte en de vullingsgraad van de hemelwaterputten zijn deze waarnemingen de dagmetingen van neerslag en potentiële evapotranspiratie beschikbaar op waterinfo.be. Voor de waterloopdebieten en -waterpeilen zijn dat de dagmetingen ter hoogte van de hydrometrische stations langs de bevaarbare en onbevaarbare waterlopen. Voor de freatische grondwaterstanden zijn dat de grondwaterstandsmetingen, beschikbaar op Databank Ondergrond Vlaanderen. Voor de waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren zijn dat de waterkwaliteitsmetingen van de VMM en het HIC, de meldingen bij het centraal online meldpunt voor blauwalgenbloeien, en de meldingen en waarschuwingen via de geëigende procedure voor de erkende zwem- en recreatievijvers. De ruwwaterbeschikbaarheidsindicatoren voor de drinkwatersector worden bepaald o.b.v. een aantal onderliggende waarnemingen en dit per bevoorradingsgebied van drinkwater.

De verschillende droogte/waterschaarste-indicatoren zijn gebiedsdekkend voor Vlaanderen, maar provincies kunnen daar eventueel hun eigen lokale indicatoren, zoals de waarnemingen van een lokaal droogtemeetnet, aan toevoegen.

Voor elk van de droogte/waterschaarste-indicatoren werden drempelwaarden voorgesteld voor de twee droogteniveaus; zie een voorbeeld in Figuur 3. De meeste konden worden gevalideerd (en bijgestuurd) door toepassing op de beschikbare waarnemingen voor de periode 2005-2019. Deze validatie had zijn

bependingen, vermits de toestand van waterschaarste tijdens de historische droogteperiodes niet altijd goed gekend was. Voor de waterschaarste in de landbouw, voor landbouwgewassen, was bijvoorbeeld een objectieve validatie mogelijk door vergelijking met de periodes van erkende landbouwrampen (rampenfonds). Maar voor sommige indicatoren was deze validatie moeilijker omdat er niet voldoende directe informatie beschikbaar was over de historische waterschaarste. Een voorbeeld hiervan zijn de ecologische impacten. Daarom werden afzonderlijke werkgroepen in het leven geroepen om de drempelwaarden via expertinschatting te definiëren. Dit gebeurde voor de ecologisch minimale debieten langs de onbevaarbare waterlopen. Andere werkgroepen en studies zijn nog lopende om dit ook te doen voor de ecologisch minimale debieten langs de ecologisch kwetsbare bevaarbare waterlopen, de veengebieden, en de streefpeilen langs de polderwaterlopen. In de toekomst kunnen dus bijkomende drempelwaarden toegevoegd worden aan het reactief afwegingskader.



Figuur 3: Voorbeeld van de twee drempelwaarden voor het onverdeelde Maasdebit; deze zijn indicatief voor dreigende en effectieve waterschaarste langs het Albertkanaal en Kempische kanalen.

De droogte/waterschaarste-indicatoren en de bijhorende drempelwaarden laten toe om in real time en gebiedsvariabel voor gans Vlaanderen een objectief beeld te bekomen van de droogte- en waterschaarstetoestand, dus te beslissen vanaf wanneer en waar maatregelen overwogen kunnen worden om hetzij anticiperend op dreigende waterschaarste de kans op effectieve waterschaarste zo veel als mogelijk te beperken (d.i. bij bereiken van droogtetoestand 1), hetzij te prioriteren in het beschikbare water in geval van effectieve waterschaarste (d.i. bij droogtetoestand 2). Omdat het verband tussen over- of onderschrijding van de drempelwaarden en het effectief voorkomen van waterschaarste niet helemaal eenduidig is, blijft expertinterpretatie van de indicatorencijfers nodig, aangevuld met lokale terreinkennis, om te beslissen of, waar en wanneer eerste maatregelen best toegepast worden.

0.2. Waterbalans (wateraanbod en watervraag)

Per deelstroomgebied, riviersegment en kanaalpand werd op dagschaal voor de periode 2005-2019 zowel het wateraanbod als de watervraag of waterbehoefte in kaart gebracht op basis van de beschikbare informatie. Het wateraanbod bestaat hierbij uit oppervlaktewater, grondwater, regenwater, leidingwater en ander water (grijswater). De watervraag werd ingeschat voor de volgende hoofdsectoren: industrie, scheepvaart, landbouw, huishoudens, natuur.

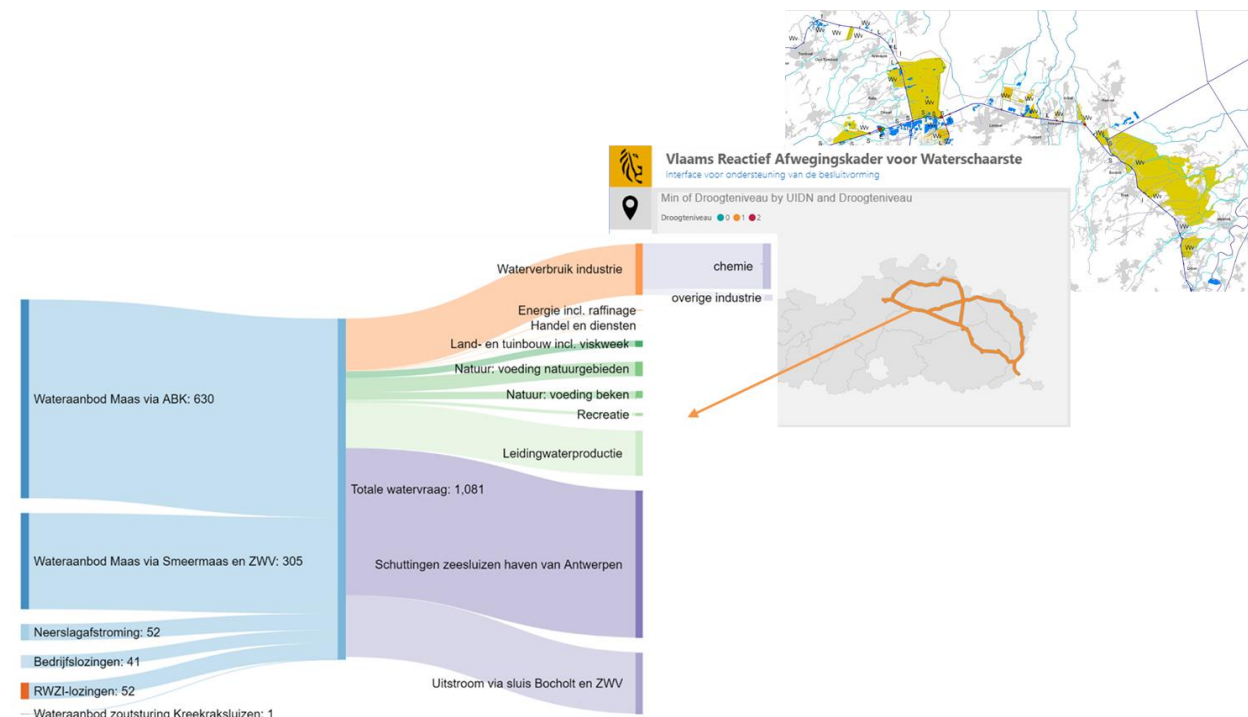
De watervraag werd gebaseerd op de cijfers van de heffingen, de vergunningen voor watercaptaties en lozing van afvalwater (beschikbaar voor bedrijven met een klasse 1 en 2 activiteit), de rapportering i.k.v. het integraal milieujaarverslag (IMJV) voor de Vlaamse bedrijven die conform VLAREM vergunningsplichtig zijn als klasse 1 of 2 én boven de drempelwaarde emitteren, en de rapportering van de bedrijfslozingen (emissie-rapportering) voor bedrijven met een continue debietsregistratie opgelegd via vergunning i.k.v. het zelfcontroleprogramma en de bedrijven opgenomen in het jaarprogramma van het meetnet afvalwater van de VMM. Voor de sector industrie zijn daarbij de grootste watergebruikers gekend. Er werd daarbij rekening gehouden met het verschil tussen het totaal watergebruik en het netto waterverbruik (d.i. het gebruik min de lozing). Enkel langs de onbevaarbare waterlopen zijn de niet-vergunde captaties niet gekend; deze zijn dus onderschat in de huidige waterbalans. Via een nieuw uitvoeringsbesluit zal dat in de toekomst anders zijn, wat een correctie toelaat van dit deel van de balans. Voor de industrie werd verder onderscheid gemaakt tussen de verschillende bedrijfssectoren via de NACE-codes, waardoor de totale watervraag vanuit die sector verder opgedeeld kon worden in de watervraag voor de verschillende deelsectoren. Voor de landbouwsector werd de waterbehoefte voor irrigatie, gezien het belang ervan tijdens droogteperiodes, afzonderlijk ingeschat. Een deel daarvan dekt de ongekende captaties uit de onbevaarbare waterlopen. Dit laatste gebeurde via een model dat rekening houdt met de ruimtelijke verschillen in bodemtype en teelttypen. Voor natuur werd de watervraag beperkt tot de inname van oppervlaktewater ter bevloeiing van natuurgebieden en de minimale ecologische debieten langs waterlopen; de opname van bodemwater door natuurlijke vegetatie werd niet afzonderlijk als watervraag gekwantificeerd maar als intrinsiek onderdeel beschouwd van de natuurlijke hydrologische processen in elk stroomgebied. Voor de scheepvaart werd de watervraag ingeschat via gegevens over de scheepvaarttrafiek en de schuttingsverliezen.

Het **aanbod** aan oppervlaktewater werd gebaseerd op debietmetingen gecombineerd met beschikbare hydrologische modellen. Het aanbod aan grondwater werd beperkt tot de huidig vergunde volumes, uitgaande van het principe dat de vergunningsverlener de toegelaten onttrekkingen beperkt tot deze die een evenwicht garanderen tussen grondwateronttrekking en -voeding. Het aanbod aan ander water is gebaseerd op de gegevens over de lozingen door bedrijven en de daggegevens van debieten geloosd door de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Het aanbod aan regenwater werd gebaseerd op een inschatting die een modelberekening op basis van gegevens over de rioleringsstelsels combineert met het deel regenweerdebieten dat toekomt aan de RWZI's.

Het **verschil tussen het wateraanbod en de watervraag** geeft een indicatie van de grootte van het watertekort. Ze werd in deze opdracht enerzijds jaargemiddeld berekend voor de periode 2005-2019 (als referentie) en anderzijds voor voorbeelddroogteperiodes, namelijk deze die de meest extreme

hydrologische droogtegevolgen gaven tijdens de afgelopen 4 droge zomers, d.i. 13-22 september 2019 langs het Albertkanaal en Kempische kanalen, juni 2017 voor het IJzerbekken, 4 juli – 9 augustus 2018 voor het Demerbekken en juli 2018 voor alle bekken van Vlaanderen.

Figuur 6 toont een voorbeeld van de totale waterbalans voor het Albertkanaal en Kempische kanalen voor de droge periode 13-22 september 2019.



Figuur 4: Totale waterbalans voor het wateraanbod en de netto watervraag langs het Albertkanaal en Kempische kanalen voor de droge periode 13-22 september 2019.

0.3. Acties en maatregelen

Samen met de betrokken belanghebbenden werd een overzicht gemaakt van de mogelijke reactieve maatregelen. Hierbij was het belangrijk om een goed onderscheid te maken tussen maatregelen die in een reactieve context toepasbaar zijn, en deze die horen bij een proactief waterbeheer. Reactieve maatregelen zijn deze die anticiperend of tijdens een droogtecrisis situatie uitzonderlijk genomen kunnen worden om de gevolgen van de droogtecrisis te beperken. Tabel 1 geeft een overzicht van de geselecteerde maatregelen, opgedeeld in wateraanbodverruimende of sturende maatregelen, watervraagbeperkende maatregelen of acties, en begeleidende maatregelen.

Wateraanbodverruimende of sturende maatregelen

Aanpassen hydraulische regeling (vooral bevaarbare / grote waterlopen)

- terugpompen van water bij bepaalde sluisen via mobiele noodpompen
- water anders verdelen ter hoogte van bepaalde verdelingspunten langs waterwegen
- *stopzetten omgekeerd spuibeheer bij bepaalde zeesluisen*

Omschakelen naar andere waterbronnen

- verbod op het gebruik (tijdelijk niet lozen in waterloop) van het effluent van een waterzuivering

Bijkomende waterbronnen creëren

- aankoop leidingwater buurregio's voor bepaalde bevoorradingsgebieden LW

Watervraagbeperkende maatregelen of acties

Scheepvaart

- verbod pleziervaart voor bepaalde gebieden
- opleggen van gegroepeerd schutten tot volle sluisen voor bepaalde gebieden, maar met maximale wachttijden van 1, 2, 3 of 4 uur
- diepgangbeperingen scheepvaart langs bepaalde waterwegen
- verbod beroepsvaart langs bepaalde waterwegen
- *stopzetten van baggeren bij te hoge turbiditeit*

Drinkwatermaatschappijen

- ruwwaterinname tijdelijk stopzetten en reserves aanspreken voor bepaalde drinkwatermaatschappijen

Leidingwaterverbruikers

- verbod op LW verbruik voor niet-essentiële toepassingen voor bepaalde gebieden of gans Vlaanderen:
 - verbod op afspritzen van voertuigen, aanhangwagens en opleggers
 - verbod op vullen of bijvullen van zwem- en plonsbaden (met meer dan 100 liter), van vijvers en het bevoorraden van fontein
 - verbod op reinigen van verhardingen zoals straten, straatgreppels, voetpaden, terrassen, opritten, parkings en pleinen
 - verbod op besproeien van terreinen (sportterrein en festivalweide), van velden, grasvelden, parken en tuinen
 - verbod op besproeien en reinigen van daken, gevels, tenten, luifels
- verbod op LW verbruik door bedrijven in bepaalde gebieden, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen

Recreatie

- innameverbod waterlopen voor recreatievijvers in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk: 50, 80% of 100%
- *recreatieverbod bepaalde recreatievijvers*
- *zwemverbod bepaalde zwemvijvers*

Natuur

- innameverbod waterlopen ter bevloeiing natuurgebieden in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk sluiten van watervangen: 50%, 80% of 100%

Landbouw

- innameverbod waterlopen voor irrigatie van vollegrondsteelten in bepaalde gebieden
- innameverbod freatisch GW voor irrigatie van vollegrondsteelten in bepaalde gebieden
- innameverbod waterlopen voor andere landbouwactiviteiten in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%, behalve voor drenken van vee
- innameverbod freatisch GW voor andere landbouwactiviteiten in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%, behalve voor drenken van vee

Industrie

- innameverbod waterlopen voor bedrijven in bepaalde gebieden, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%
- innameverbod freatisch GW voor bedrijven in bepaalde gebieden, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%
- *lozingsbeperkingen om minimale waterkwaliteit te vrijwaren*

Elektriciteitscentrales

- *afbouw / stilleggen bepaalde energiecentrales/waterkrachtcentrales en opschalen alternatieven of invoer energie uit buitenland*

Meerdere watergebruikers

- totaal innameverbod waterlopen voor alle watergebruikers in bepaalde gebieden
- totaal innameverbod freatisch GW voor alle watergebruikers in bepaalde gebieden

Begeleidende maatregelen : worden niet rechtstreeks als maatregel beschouwd, maar zijn begeleidend aan de vorige

- handhaving van maatregelen
- sterke sensibilisering via media
- tijdelijke vergunning geven voor gebruik van alternatieve waterbronnen
- systeem opzetten die beschikbaarheid van alternatieve waterbronnen in kaart brengt

Tabel 1: Overzicht van de geselecteerde reactieve maatregelen en acties. Voor de maatregelen in schuin lettertype werd geen impact op de waterbalans doorgerekend, maar werd de maatregel aanbevolen o.b.v. de overschrijding van de drempelniveaus van waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarsteindicatoren.

Naast deze geselecteerde maatregelen zijn er enkele reactieve maatregelen die nuttig zijn om in de toekomst bijkomend te beschouwen, maar die in deze studie niet weerhouden werden omdat de impact niet ingeschat kon worden met de huidige beschikbare kennis of modellen, of omdat ze momenteel nog niet toepasbaar zijn. Een voorbeeld hiervan zijn maatregelen aan de zeesluizen.

0.4. Impactindicatoren

Voor elk van de weerhouden maatregelen werd een raming gemaakt van de kost van de maatregel, wie deze kost draagt, hoe sterk deze het watertekort en de bijhorende socio-economische en ecologische gevolgen (d.i. schade) vermindert, en hoe deze baat verdeeld is over de betrokken sectoren.

Voor de raming van de kost en de schade werden enkel de directe, lokale kosten en gevolgen beschouwd, op korte termijn. Ze werden opgedeeld in de economische, sociale en ecologische gevolgen.

De economische gevolgen van waterschaarste of onttrekkingsverbod voor bedrijven werden bijvoorbeeld ingeschat op basis van het productieverlies en bijhorend verlies aan inkomsten voor aftrek van interest, belastingen, afschrijvingen en amortisatie (ingeschat via de jaarrekeningen van de ondernemingen) in geval van een sterke beperking in het waterverbruik en op basis van de bijkomende kost door over te schakelen op leidingwater bij een beperkte beperking in het waterverbruik vanuit oppervlaktewater of grondwater. Daarnaast werden ook de gevolgen door tijdelijke werkloosheid ingeschat via het aantal werknemers, zowel de kost ervan voor de onderneming, de werknemer en de overheid.

De economische gevolgen van maatregelen met impact op de scheepvaart werden begroot door de wachtkosten en gemiddelde waarde van het transport per tonkilometer te beschouwen.

De economische gevolgen van een irrigatieverbod voor de landbouw werden ingeschat door een berekening van het productieverlies per teeltgroep i.f.v. de bodemkarakteristieken en de gebiedsspecifieke grootte van het areaal voor elk van de teeltgroepen en het inkomstverlies via de eenheidsprijs per gewastype.

De gevolgen van leidingwaterbeperking voor huishoudens, als een ander voorbeeld, werd ingeschat via de waarde van leidingwaterverbruik op basis van een categorisatie van waterverbruiken gebaseerd op een willingness-to-pay analyse.

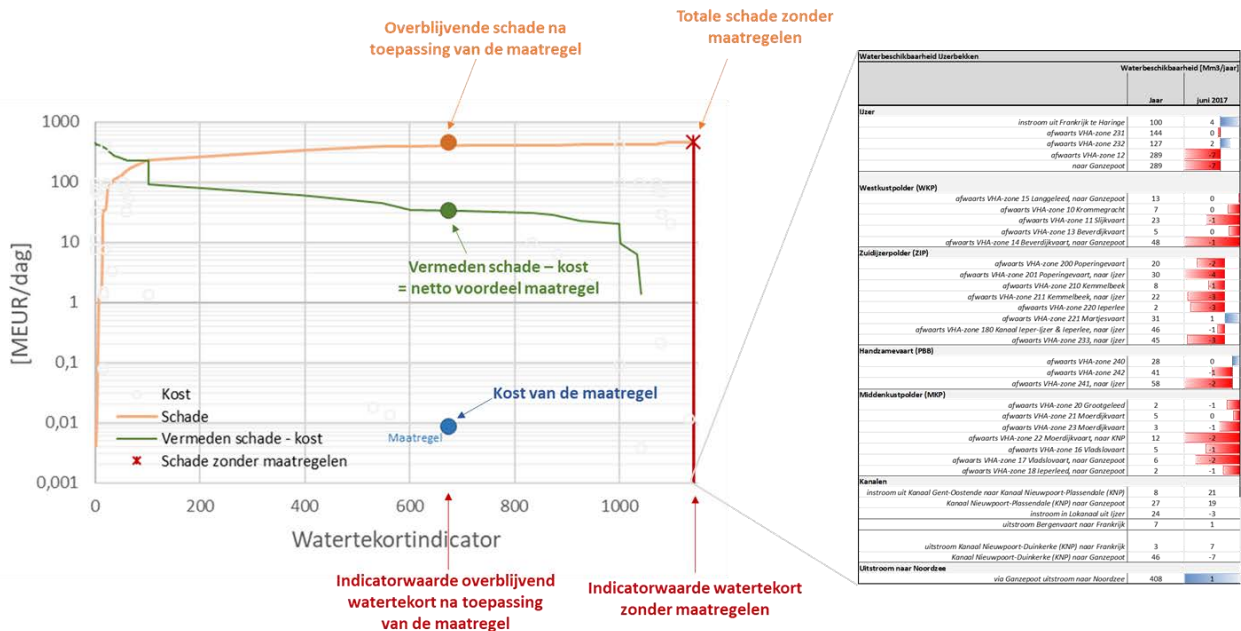
De ecologische gevolgen aan terrestrische natuurgebieden werden ingeschat als een percentage van de ecosysteemdiensten die deze gebieden leveren; deze aan het aquatisch leven in de waterloop via de kost voor het herintroduceren van de gestorven vissoorten.

Het is duidelijk dat de verschillende mogelijke maatregelen uiteenlopende gevolgen veroorzaken, en dat een specifieke methodiek vereist was om deze gevolgen geval per geval te kwantificeren. Bij elke kost-inschatting werd dezelfde 'scope' beschouwd, met name directe, lokale kosten en schade ten gevolge van de maatregel op korte termijn.

Belangrijke opmerking is dat de meeste van deze directe kost- en schaderamingen grootteorde-inschattingen zijn en een grootteorde minder nauwkeurig dan de impactinschatting op het watertekort via de waterbalans. Ook werden de keteneffecten (bv. doorwerking van opbrengstverlies van landbouwgewassen naar de agrovoedingsindustrie of de doorwerking van een verbruiksbeperking in de industrie naar andere bedrijven die afnemen van de door de verbruiksbeperking getroffen bedrijven) en secundaire effecten zoals het potentieel verlies aan klanten en marktaandeel of de kosten ten gevolge van een shift in transportmodus bij scheepvaartmaatregelen niet in rekening gebracht. Wanneer deze keten- en secundaire effecten later toegevoegd zouden worden, kan dit de afweging en geadviseerde prioritering van maatregelen wijzigen. Of dit laatste het geval is, zal afhangen van de relatieve verschillen in de grootteordes van de kost- en schadecijfers die de afweging bepalen. Zoals ook tijdens het overleg met de belanghebbenden toegelicht is elk model of benadering van de realiteit onderhevig aan onzekerheden. Verdere verfijningen zijn enkel zinvol indien ze de impact op het watertekort, de kosten en schade per maatregel en sector relatief t.o.v. elkaar sterk (in grootteorde) wijzigen.

De verschillende typen gevolgen werden zo veel als mogelijk uitgedrukt in euro's om de economische, sociale en ecologische gevolgen, ook al stellen ze andere typen gevolgen voor, toch enigszins een vergelijkingsbasis te geven. Ze worden wel afzonderlijk gerapporteerd aan de beslissingsnemer zodat die rekening kan houden met relatieve gewicht van deze drie typen gevolgen. Een aantal gevolgen kunnen niet in economische termen worden uitgedrukt maar zijn wel relevant voor de beslissingsnemers. Deze kwalitatieve informatie, zoals het aantal getroffen bedrijven, werknemers, schepen, personen, het aantal hectare aangetast natuurgebied, de potentiële impact op de waterkwaliteit, etc. kan/zal nog aan de impactindicatoren worden toegevoegd. Verder zijn er een aantal bedrijven die een veiligheidsrisico kennen in geval van waterschaarste. Een inventarisatie van deze bedrijven, samen met het type risico en het veiligheidsprotocol dat gevolgd moet worden, is voorzien op korte termijn.

Voor elk van de maatregelen werd de vermindering in het watertekort ingeschat via de waterbalans en dit ruimtelijk verdeeld per deelstroomgebied en kanaalpand. De watertekorten werden per bekken voor alle deelstroomgebieden in het bekken geaggregeerd tot een watertekortindicator, door optelling van de watertekorten over alle deelstroomgebieden en kanaalpanden. Figuur 5 illustreert de aanpak voor een voorbeeldgebied en voorbeelddroogteperiode. Wanneer voor dat voorbeeld de watertekorten langs de verschillende kanaalpanden en deelstroomgebieden worden opgeteld, wordt zonder maatregelen een watertekortindicatorwaarde van 1100 gevonden. Na toepassing van een maatregel daalt deze tot 670. De totale schade van het watertekort daalt erdoor van 380 MEUR/dag tot 350 MEUR/dag. De maatregel heeft een zeer lage kost van 0,01 MEUR/dag, waardoor het netto voordeel 30 MEUR/dag bedraagt.



	Totaal	Scheepvaart	Waterbeheer	Bedrijven	Handel	Huishoudens	DWM	Landbouw	Recreatie	Natuur
Kost van maatregel	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Schade zonder maatregel	456,8	1,3	0,0	436,6	3,0	0,9	14,9	0,1	0,0	0,0
Schade na maatregel	33,9	0,0	0,0	31,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Figuur 5: Voorbeeld van impactanalyse langs het Albertkanaal en Kempische kanalen voor een voorbeelddroogteperiode. Linkerbovenfiguur: watertekortindicator en overblijvende schade voor en na toepassing van een maatregel, kost en netto voordeel van de maatregel; rechterbovenfiguur: watertekort per kanaalpand; onderfiguur: verdeling van de kost en schade over de betrokken hoofdsectoren.

0.5. Principes

Na een bevraging bij de belanghebbenden en verdere besprekingen werd ervoor gekozen om bij de afweging van de maatregelen volgende principes toe te passen:

- Eerst een verbod op het niet-essentieel waterverbruik, en pas daarna op het essentieel waterverbruik. Volgende toepassingen werden als niet-essentieel waterverbruik beschouwd:
 - afspuiten van voertuigen, aanhangwagens en opleggers;
 - vullen of bijvullen van zwem- en plonsbaden (met meer dan 100 liter), van vijvers en het bevoorraden van fontein;en;
 - reinigen van verhardingen zoals straten, straatgreppels, voetpaden, terrassen, opritten, parkings en pleinen;
 - besproeien van terreinen (sportterrein en festivalweide), van velden, grasvelden, parken en tuinen;
 - besproeien en reinigen van daken, gevels, tenten, luifels.
- De eigen inspanningen worden beloond door geen verbod op te leggen aan het opvangen hemelwater in bedrijfseigen bekkens; dus enkel verbod op 'vreemd/publiek' water. Wanneer in de toekomst bijkomende gegevens beschikbaar komen betreffende inspanningen (bv. wateraudits, al dan niet toepassen van drainage, investeringen in hergebruik of waterbesparende maatregelen) kan hier rekening mee gehouden worden om te differentiëren in de toepassing van bepaalde maatregelen.
- Het niet in gevaar brengen van de gezondheid voor de mens. Er worden daardoor geen maatregelen voorgesteld die een negatieve impact hebben op de beschikbaarheid van essentieel leidingwater voor burgers.

Volgende principes werden ook besproken met de belanghebbenden maar werden niet weerhouden om redenen die hierna kort worden samengevat:

- Bestaande verzekeringen die de geleden schade geheel of gedeeltelijk terugbetalen werden niet in beschouwing genomen, omdat ze geen invloed hebben op de totale schade en de kost gedragen wordt door andere actoren. Indien consequent maatregelen zouden genomen worden die

aanleiding geven tot een bepaalde verzekerbare schade, wordt verwacht dat dit een invloed heeft op de grootte van de verzekeringspremies. De uitzonderlijke schade bij waterschaarste wordt op deze wijze collectief gedragen door de verzekerden.

- Er zijn geen “essentiële” sectoren beschouwd, vermits dit een politieke keuze inhoudt. Dit wil uiteraard niet zeggen dat de beslissingsnemer deze politieke keuze niet kan maken tijdens het beslissingsproces. Het huidig kader beoogt objectieve informatie aan te reiken aan de beslissingsnemer en daarbij politieke keuzes zoveel mogelijk buiten beschouwing te laten, tenzij het gaat om principes die breed gedragen worden.
- De draagkracht van de sectoren en de economische kwetsbaarheid en schokbestendigheid werden niet in rekening gebracht, wegens te weinig informatie hierover.

0.6. Beperkingen

De volgende beperkingen werden toegepast die gelden als absolute prioriteit bij de afweging:

- Het niet in gevaar brengen van de stabiliteit van dijken en kademuren en van de veiligheid van de scheepvaart langs de bevaarbare waterlopen en kanalen, door minimale peilen maximaal te blijven garanderen.
- Het voorkomen van irreversibele schade, door de instandhouding van kwetsbare natuur maximaal te blijven garanderen i.k.v. de wettelijke verplichtingen terzake. Het niet onderschrijven van de ecologisch minimale debieten en/of waterpeilen langs de ecologisch kwetsbare waterlopen en de ecologisch minimale freatische grondwaterstanden in buurt van de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen (GWATES-gebieden) krijgen dus absolute prioriteit.

0.7. Afweging

De toepassing van het reactief afwegingskader werd geïllustreerd voor elk van de Vlaamse deelgebieden voor een voorbeelddroogteperiode, d.i. 13-22 september 2019 voor het Albertkanaal en Kempische kanalen, juni 2017 voor het IJzerbekken, 4 juli – 9 augustus 2018 voor het Demerbekken, en juli 2018 voor alle Vlaamse bekkens. Voor deze voorbeeldperioden werd volgende prioritering bekomen (de actie of maatregel met de hoogste prioriteit wordt eerst vermeld):

Langs het Albertkanaal en Kempische kanalen en langs het Kanaal Brussel – Charleroi:

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen waterbeheerder – Water terugpompen aan sluizen i.f.v. verwachte tekort per pand
- Maatregelen scheepvaart – Geen pleziervaart
- Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, eerst voor maximale wachttijd van 1 uur, daarna 2, 3 en maximaal 4 uur

Bij effectieve waterschaarste (droogteniveau 2):

- Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod
- Maatregelen natuur, recreatie, landbouw incl. viskweek gecombineerd – Beperking of verbod waterinname aan watervangen: eerst 50%, daarna 80%, daarna (indien echt noodzakelijk) 100%
- Maatregelen industrie & handel en diensten – Beperking of verbod (indien echt noodzakelijk) waterinname door bedrijven, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen.
- Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Innamebeperking water-link (voor het Albertkanaal en Netekanaal), aanspreken reserves + aankoop ruw water of drinkwater van andere regio's (connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden moet hier uiteraard maximaal worden benut). Bij een beperking van de inname door water-link wordt steeds gegarandeerd dat de leveringszekerheid niet in het gedrang komt. Bij onderbreking van de levering van drinkwater treedt aanzienlijke schade op (o.m. gevolgen voor volksgezondheid en veestapel). Deze gevolgen wegen niet op tegen mogelijke voordelen. Het garanderen van de levering van drinkwater werd ook reeds via de beperkingen beschreven.

Voor de andere Vlaamse bekken:

Anticiperend bij dreigende waterschaarste (droogteniveau 1):

- Maatregelen Aquafin – Verbod op het gebruik (tijdelijk niet lozen in waterloop) van het effluent van de RWZI's langs waterlopen met dreigend watertekort

Bij effectieve waterschaarste (droogteniveau 2):

- Maatregelen landbouw – Innameverbod waterlopen en freatisch grondwater voor irrigatie van vollegrondsteelten, ev. stapsgewijs of via teeltgroepen. Hiervoor is nog een verdere verfijning nodig en op korte termijn ook voorzien.
- Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Beperking of verbod andere oppervlaktewateronttrekkingen, dus algemeen captatieverbod, behalve voor drenken van vee en wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen.
- Verminderde inname ruwwater drinkwatermaatschappijen.

Algemene maatregelen, van toepassing op alle Vlaamse deelgebieden:

Daarnaast wordt geadviseerd om volgende maatregelen van kracht te laten gaan (dus in te schuiven in de bekomen volgorde van maatregelen) zodra droogteniveau 1 of de volgende drempelwaarden voor droogteniveau 2 gebiedsspecifiek worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren (en uiteraard enkel indien de betrokken maatregel nog niet via de hogere prioritering van toepassing is) :

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen alle waterverbruikers – Verbod op niet-essentieel waterverbruik; zie lijst hiervoor

- Bij bereiken van droogteniveau 1 voor de ruwwaterbeschikbaarheidsindicatoren voor leidingwater in een bepaald gebied:
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Optimaal benutten van connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Aankoop ruwwater of drinkwater van andere regio's
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Uitzonderlijk en tijdelijk bijkomend oppompen van grondwater, bv. uit de Carboonkalkwaterlaag in ZW-Vlaanderen. Het gaat hier om het tijdelijk aanspreken van een strategische reserve in de waterlaag. Het spreekt voor zich dat deze strategische grondwatervoorraad zeer duurzaam beheerd moet worden (als onderdeel van proactief beheer) en dit in nauwe afstemming tussen de overheden in Vlaanderen, Wallonië en Frankrijk (cf. overleg i.k.v. Transhennuyère-overeenkomst en binnen de Internationale Scheldecommissie).

Bij effectieve waterschaarste, zodra de drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren:

- Streefpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Diepgangbeperkingen
- Minimumpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod
- Melding blauwalgenbloei – Geen captatie voor besproeiing van voedingsgewassen, voedergewassen en veedrenking; captatie afgeraden voor andere toepassingen
- Melding blauwalgenbloei – Geen waterrecreatie voor waterski, jetski, zwemmen, duiken, waterpolo, triatlon, windsurfen, waadpak- en bellyboatvissen; afgeraden voor kajakken, kanovaren, roeien, zeilen, hengelen, waterfietsen, ...
- Waterkwaliteit of melding botulisme voor recreatiewateren en zwemvijvers – Geen recreatie voor recreatiewateren en zwemvijvers
- Zoutconcentratie langs kanalen waar omgekeerd spuibeheer wordt toegepast aan zeesluizen – Stopzetten omgekeerd spuibeheer
- Minimale ecologische debieten ecologisch kwetsbare waterlopen: Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Totaal innameverbod langs het waterloopsegment met onderschrijding van het ecologisch minimaal debiet en/of waterpeil
- Minimaal ecologisch debiet Zeeschelde - Stopzetten van baggeren bij te hoge turbiditeit
- Minimale ecologische freatische grondwaterstanden in buurt van de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen (GWATES-gebieden) – Totaal innameverbod freatisch grondwater in de GWATES-gebieden

Bepaalde van deze algemene maatregelen zouden best meteen ook op Vlaams niveau bekeken worden om eventueel een algemeen Vlaams verbod uit te vaardigen, bijvoorbeeld voor niet-essentieel waterverbruik wanneer droogtetoestand 1 zich gelijktijdig zou voordoen in meerdere Vlaamse deelgebieden.

De hiervoor opgelijste gebiedsspecifieke voorbeeldresultaten gelden voor de beschouwde voorbeeldroogteperiode en kunnen dus wijzigen voor andere droogteperiodes. Daarom zullen in het korte-termijn vervolgtraject ook andere droogteperiodes doorgerekend worden, waaronder meer extreme droogteperiodes dan deze die zich de afgelopen jaren hebben voorgedaan. Dit moet ook meer zicht geven op het belang om op termijn naar een systeem te gaan dat zowel de waterbalans als de afweging in real time aanpast aan de actuele situatie. Dit laatste vraagt de nodige IT-ontwikkelingen.

Een belangrijke vaststelling die bij de toepassing voor de voorbeeldperiodes gedaan werd, is dat er tijdens extreme droogteperiodes langs heel wat ecologisch kwetsbare waterlopen in Vlaanderen onderschrijdingen van de ecologisch minimale debieten voorkomen, die niet volledig weggewerkt kunnen worden door reactieve maatregelen. Het is duidelijk dat een doortastend proactief waterbeheer, waarbij tijdens natte periodes opwaarts meer water wordt vastgehouden, geïnfiltreerd en vertraagd afgevoerd (zie maatregelen i.k.v. de Blue Deal) essentieel is om de kans op waterschaarste beperkt te houden.

0.8. Eindbeschouwing

De informatie die de verschillende bouwstenen van het reactief afwegingskader aanleveren, zoals hiervoor samengevat, vragen – door de betrokken onzekerheden en gemaakte veronderstellingen – voldoende expertinterpretatie en worden bovendien best aangevuld met lokale terreinkennis over de droogtetoestand, de watersysteemwerking en de effectiviteit en handhaafbaarheid van maatregelen. De informatie die het reactief afwegingskader aanlevert is bijgevolg enkel als beslissingsondersteunend te aanzien. Het komen tot een finale besluitvorming over de reactieve maatregelen is ook niet de scope van de voorliggende opdracht.

Bovendien zijn er politieke overwegingen te bedenken om bepaalde maatregelen wel of niet te nemen. Deze opdracht paste na consultatie van een ruime groep belanghebbenden enkele principes toe, hetzij omdat ze breed gedragen worden, hetzij omdat ze wettelijk vereist zijn, maar andere politieke keuzes werden buiten beschouwing gelaten.

Daarnaast zijn er enkele typen van impact, zoals de impact op waterkwaliteit en de socio-economische keteneffecten, die niet of eerder kwalitatief ingerekend werden door een gebrek aan voldoende kennis. Het reactief afwegingskader werd echter als een dynamisch instrument opgebouwd dat toelaat om toekomstige verfijningen door te voeren na validering door toepassing ervan tijdens toekomstige droogteperiodes en wanneer bijkomende kennis ter beschikbaar komt.

Tenslotte is het belangrijk dat er goede afstemming is tussen het reactief en het proactief beleid. Toepassing van het huidige afwegingskader op historische droogteperiodes brengt de risico's in beeld, wat toelaat om mede op basis van die kennis te identificeren waar proactief prioritair geïnvesteerd moet worden. Het opvolgen van het proactief beleid laat toe om na te gaan hoe die investeringen – bijvoorbeeld i.k.v. de Blue Deal – bijdragen aan de reductie van totale maatschappelijke impact bij een bepaalde droogte-crisis en dus op de toepassing van het reactief afwegingskader. Verder dient erover gewaakt te worden dat wettelijke en beleidsmatige regelingen vanuit het pro- en reactief beleid, maar evengoed vanuit andere beleidsdomeinen, elkaar niet tegenwerken of inconsistent zijn, en dat de rechtszekerheid gegarandeerd blijft.

1. Inleiding

Dit rapport beschrijft de resultaten bij de opdracht “**uitwerken van een reactief afwegingskader voor prioritair watergebruik bij waterschaarste**”. De opdracht werd uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Overheid voor de Vlaamse Milieumaatschappij, De Vlaamse Waterweg, het Departement Mobiliteit en Openbare Werken, het Departement Omgeving, het Departement Landbouw en Visserij, het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie, en het Agentschap Natuur & Bos. De opdracht werd uitgevoerd door een team experts van KU Leuven – Afdeling Hydraulica, Sumaqua, KPMG, Cycloop, Bodemkundige Dienst van België en U.Antwerpen - Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer (ECOBIE) en Departement Sociologie.

Het doel van de opdracht was om een afwegingskader op te maken dat toelaat om tijdens periodes van waterschaarste weloverwogen beslissingen te nemen en dit bij volgende twee droogteniveaus:

- **Droogteniveau 1:** Het watersysteem komt mogelijk onder druk met gevaar op waterschaarste voor één of meerdere sectoren en/of aan het watersysteem indien geen voorzorgsmaatregelen worden genomen. Dit niveau komt overeen met de fase “alarm”.
- **Droogteniveau 2:** Het watersysteem bereikt een kritiek niveau, waarbij er zich effectief waterschaarste voordoet voor één of meerdere sectoren. Dit niveau komt overeen met de fase “crisis”.

Waterschaarste wordt hierbij gedefinieerd als het probleem dat ontstaat wanneer de waterbeschikbaarheid te laag geworden is om aan de vraag naar water voor één of meer toepassingen te voldoen. Dat kan gebeuren omdat de vraag stijgt, of omdat het aanbod (tijdelijk) daalt, of door een combinatie van beide. Waterschaarste treedt dus op wanneer aan de vraag naar water met een bepaalde kwaliteit niet meer kan voldaan worden. Er kan dus ook een waterschaarste optreden op het vlak van water met een bepaalde kwaliteit, hoewel er nog genoeg water van mindere kwaliteit kan zijn. Dit kan een gevolg zijn van droogte (lange periode zonder neerslag), maar ook van calamiteiten of wat grondwater betreft, bijvoorbeeld ook als gevolg van overexploitatie van de grondwatervoorraad. Het afwegingskader dat in deze opdracht opgemaakt werd, is specifiek bedoeld voor gebruik tijdens droogte. Dit betekent dat het niet bedoeld is om ingezet te worden tijdens calamiteiten of bij het voorkomen van problematieken die los staan van droogte. Wel kunnen calamiteiten of problematieken beschouwd worden omdat ze aanvullend bij een droogteproblematiek de waterschaarstesituatie kunnen verergeren.

Om de uitwerking van het reactief afwegingskader bij waterschaarste te ondersteunen werden volgende **bouwstenen** ontwikkeld (Figuur 1):

- ✓ **Droogte/waterschaarste-indicatoren:** Voor de waterbehoefte sectoren werden indicatoren opgesteld die aangeven wanneer die sector te kampen krijgt met dreigende of effectieve waterschaarste en dit voor de twee droogteniveaus (zie hoger).
- ✓ **Aanbod en vraag:** Het wateraanbod (oppervlaktewater, grondwater, regenwater, grijswater) en de watervraag per sector werden voor de verschillende Vlaamse deelgebieden in kaart gebracht.

- ✓ **Acties / maatregelen:** Bij het bereiken van droogteniveau 1 dienen voorzorgsmaatregelen genomen te worden. De maatregelen die hiervoor in aanmerking komen werden geïdentificeerd.
- ✓ **Impactindicatoren:** Om de socio-economische en ecologische impact van droogte en waterschaarste te kunnen inschatten en van de baten bij het nemen van de voorzorgsmaatregelen, werden impact-indicatoren ontwikkeld.
- ✓ **Afwegingskader:** Er werden principes afgesproken op basis van dewelke het afwegingskader werd opgemaakt, gebruik makend van de impact-indicatoren.
- ✓ **Prioritair watergebruik:** Er werd een gebiedsspecifieke prioritering opgemaakt van de te nemen voorzorgsmaatregelen bij het bereiken van droogteniveau 1 en van het watergebruik bij het bereiken van droogteniveau 2.

Pilootgebieden: Oorspronkelijk werd vooropgesteld om de verschillende stappen eerst voor de provincie Limburg als pilootgebied te doorlopen, aangezien er voor deze provincie reeds een gedetailleerd waterbalansmodel werd ontwikkeld¹, gevolgd door de kustzone als tweede pilootgebied waarvoor ook reeds een waterbalansstudie werd uitgevoerd². Na opmaak van de waterbalans, bleek het logischer om hiervoor een volledig bekken of watersysteem te beschouwen. Daarom werd voorgesteld om de eerste toetsing van de methode voor afweging toe te passen op het gehele watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen (deels in Limburg, deels in provincie Antwerpen) en op het gehele IJzerbekken (wat grotendeels overeenkomt met het westelijk deel van de kustzone). Daarna volgde de toepassing op het Demerbekken en de andere Vlaamse gebieden.

Onderstaand schema beschrijft de taakverdeling van het projectteam dat de opdracht uitvoerde.

¹ Project "Opmaak van een dynamische waterbalans met afwegingskader en instrumenten voor een reactief en proactief beleid", Bodemkundige Dienst van België, KU Leuven & VUB voor Provincie Limburg

² Project "Waterbalans van de kust: Waterbehoefte, -gebruik en -aanbodanalyse van de kuststreek", Studie i.k.v. Interreg 2 zeeën project SCAPE (Shaping Climate Adaptive Places), Antea Group voor Provincie West-Vlaanderen

Projectcoördinatie

KU LEUVEN

Opmaak reactief afwegingskader

KU LEUVEN



Inhoudelijk – technisch uitvoerend werk:

- Lead opmaak van indicatoren droogte en waterschaarste
- Lead kwantificering watervraag en -aanbod
- Identificeren acties & maatregelen



Socio-economisch kwantificering en afweging:

- Lead opmaak socio-economische indicatoren en impactschattingen
- Lead opmaak afwegingskader
- Opmaak van interface

Belanghebbendenmanagement



Procesmanagement en communicatie:

- Organiseren en leiden van workshops
- Individuele en bilaterale gesprekken
- Informatie ontsluiting naar stakeholders

Expertengroep



Experteninput:

- Indicatoren en drempelwaarden
- Watergebruiken, conflicten en impacts
- Prioritering en afweging
- Toepassing op de 2 cases en aanzet prioritering Vlaanderen

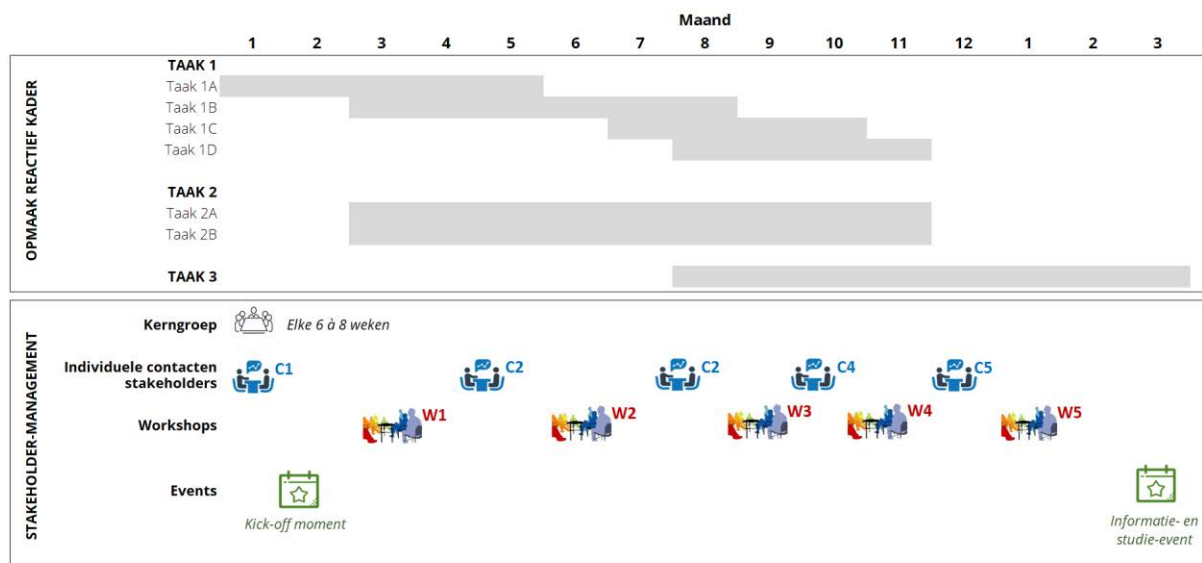
De contactpersonen voor verdere toelichting en contact m.b.t. deze studie zijn:

- ✓ contactpersoon opdrachtgevers: **Sofie Herman** (VMM), s.herman@vmm.be, Tel. 053 726 530, GSM 0477 16 17 47
- ✓ contactpersoon uitvoerend team (inhoudelijk): prof. **Patrick Willems** (KU Leuven), patrick.willems@kuleuven.be, Tel. 016 32 16 58

Tijdens de opdracht werden voor elk van de stappen in de opmaak van het afwegingskader de verschillende belanghebbenden en sectoren actief betrokken (zie procesplan verder). Deze belanghebbenden bestonden uit vertegenwoordigers van de bestuurlijke overheden, zoals de provincies, de bekkencoördinatoren, de polders en wateringen, de steden en gemeenten, en de crisisdiensten, de verschillende betrokken sectoren zoals de industrie, de land- en tuinbouw en de natuur, de adviesraden, de water- en rioleringsbedrijven, enz. Dit gebeurde via de volgende overlegmomenten:

- Kick-off moment op **do. 6 februari 2020**
- Workshops:
 - Workshop W1 op **di. 10 maart 2020** – rond indicatoren en drempelwaarden voor droogte
 - Workshop W2 op **di. 16 juni 2020** – interactief verkennen van de waterbalans en mogelijke maatregelen (de oorspronkelijke datum van 22 april kon niet doorgaan wegens de coronacrisis)
 - Workshop W3 op **di. 22 september 2020** – valideren van de bouwstenen voor de afweging
 - Workshop W4 op **ma. 9 november 2020** – informatieve en interactieve terugkoppelingssessie van de eerste ervaringen met het afwegingskader
 - Workshop W5 op **di. 19 januari 2021** – valideren van de prioritering, en gebruik van het afwegingskader
 - Workshop W6 op **di. 9 maart 2021** – terugkoppeling van resultaten bij eerste toepassing van het afwegingskader voor de overige gebieden en vooruitblik vervolgonderzoek
- Individuele (of bi-laterale) contacten:
 - Reeks C1 – Telefonische contacten om de opdracht toe te lichten en stakeholders uit te nodigen
 - Reeks C2 – Digitale en telefonische afstemming rond de watervraag vanuit verschillende sectoren en mogelijke maatregelen
 - Reeks C3 – Aftoetsen van principes en socio-economische impactkwantificering bij stakeholders ter voorbereiding van workshop W3
 - Reeks C4 – Digitale en telefonische afstemming m.b.t. de prioriteringsformules
- Overleg met de kerngroep:
 - Startoverleg: 18 november 2019
 - Kerngroep 1: 29 januari 2020
 - Kerngroep 2: 4 maart 2020
 - Kerngroep 3: 1 april 2020
 - Kerngroep 4: 9 juni 2020
 - Kerngroep 5: 14 september 2020
 - Kerngroep 6: 26 oktober 2020
 - Kerngroep 7: 7 januari 2021
 - Kerngroep 8: 22 februari 2021

De opdracht werd opgestart in januari 2020 en afgerond in maart 2021. Het volgde daarbij de volgende tijdsplanning:



Workshop W1: Interactief verkennen van de indicatoren en drempelwaarden voor droogte en waterschaarste
 Workshop W2: Interactief verkennen van de waterbalans en mogelijke maatregelen
 Workshop W3: Interactief verkennen van de socio-economische impactindicatoren en de principes voor afweging
 Workshop W4: Interactieve terugkoppelingssessie van de eerste ervaringen met het afwegingskader
 Workshop W5: Valideren van de prioritering en gebruik van het afwegingskader

Contact C1: Telefonische contacten om opdracht toe te lichten en stakeholders (nogmaals) uit te nodigen
 Contact C2: Digitale en telefonische afstemming rond de indicatoren en drempelwaarden voor droogte en waterschaarste
 Contact C3: Digitale en telefonische afstemming rond de waterbalans en mogelijke maatregelen
 Contact C4: Poll: akkoord met uiteenlopende principes aftoetsen bij stakeholders ter voorbereiding van W4
 Contact C5: Digitale en telefonische afstemming van de toepassing van de afweging op de pilotgebieden

De taaknummers zijn hierbij als volgt:

- **TAAK 1: ONTWIKKELING GENERIEK AFWEGINGSKADER**
 - Taak 1A: Evalueren, toetsen en ontwikkelen van indicatoren voor droogte en waterschaarste
 - Taak 1B: Ontwikkelen van bouwstenen voor afweging
 - Taak 1C: Generieke prioritering van de maatregelen en acties op Vlaams niveau
 - Taak 1D: Opmaken generiek afwegingskader voor prioritair watergebruik tijdens waterschaarste
- **TAAK 2: GEBIEDSSPECIEKE UITWERKING EN TOETSING VAN HET REACTIEVE AFWEGINGSKADER**
- **TAAK 3: AANZET VOOR EEN GEBIEDSDEKKENDE INVULLING VAN PRIORITERING**

In Taken 1 werden de concepten uitgewerkt, die meteen parallel toegepast en getest werden op pilotgebieden (Taak 2) en daarna voor de andere gebieden van Vlaanderen (Taak 3).

2. Procesplan belanghebbendenmanagement

Rol van het belanghebbendenmanagement

Vlaamse overheidsdiensten, provincies en gemeenten willen en moeten op een bewustere manier met verschillende belanghebbenden omgaan om een antwoord te bieden op taaie vraagstukken. Het beheer van watersystemen is een voorbeeld van een dergelijk taai vraagstuk. Water is van iedereen en van niemand. Het gedrag en gebruik van de mens stuurt (in het verleden en nog steeds) het huidige watersysteem. Bevolkingstoename, klimaatverandering en toenemende urbanisatie verhogen de druk op het watersysteem. Het Vlaamse waterbeleid staat in de toekomst dan ook voor verschillende grote uitdagingen waaronder het omgaan met droogte en waterschaarste. Bovenlokale en lokale waterbeheerders (De Vlaamse Waterweg, Vlaamse Milieumaatschappij, provincies, steden en gemeenten, polders en wateringen), gebiedsontwikkelaars (vb. ruimtelijke planners, VLM, natuurbeheerders, wegbeheerders, ...), maatschappelijke middenveldorganisaties, bedrijven, eigenaars en gebruikers moeten samen aan de slag en dragen samen verantwoordelijkheid. Elk van hen heeft er belang bij om het taaie vraagstuk van waterschaarste aan te pakken en heeft hefboomen in handen om de uitdagingen aan te pakken. Ze bezitten ook kennis en deskundigheid die bij het uitwerken van een werkbare en haalbare strategie nuttig is. Tegelijkertijd kunnen de specifieke belangen van de verschillende stakeholders onder druk komen te staan bij het implementeren van de strategie. Aan de andere kant zal bij de toepassing van de strategie de steun en betrokkenheid van verschillende actoren noodzakelijk zijn.

De doelstelling van het belanghebbendenmanagement binnen deze opdracht was om de verschillende belanghebbenden op een doordachte manier te betrekken zodat:

- de kennis en ervaring van de belanghebbenden kon worden gecapteerd en geïntegreerd met als doel het taaie vraagstuk beter te begrijpen;
- de maatschappelijke haalbaarheid van het ontwikkelde kader kon worden getoetst;
- de kennis en informatie bij de belanghebbenden over de waterschaarsteproblematiek werd verhoogd;
- het engagement voor de implementatie van het ontwikkelde kader werd opgebouwd.

Doorheen het project ontwikkelden we, met in het achterhoofd deze doelstellingen, stap per stap een zo maximaal mogelijk gedragen afwegingskader waarbij de verschillende stakeholders een engagement opnemen.

Organisatie belanghebbendenmanagement

De betrokkenheid en rol van de verschillende belanghebbenden met de voorliggende problematiek is zeer divers en vaak meerzijdig.

In deze multi-actor setting was het belangrijk om elke belanghebbende op een gerichte en correcte manier te betrekken zodat ze maximaal hun rol konden spelen. Het was ook belangrijk dat er ruimte was voor uitwisseling en kruisbestuiving tussen de 'verschillende werelden'.

In onze aanpak hebben we drie stakeholdergroepen onderscheiden. Elk van deze groepen benaderden we gericht doorheen het proces.

De **kerngroep** van het project bestond uit vertegenwoordigers van de initiatiefnemers van deze opdracht. Deze initiatiefnemers hebben een belangrijke beleidsmatige verantwoordelijkheid voor verschillende aspecten m.b.t. waterschaarste en waterbevoorrading. Het gaat om de volgende stakeholders:

- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)
- Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW)
- De Vlaamse Waterweg nv (DVW)
- Departement Landbouw en Visserij (Dept L&V)
- Departement Omgeving (Dept. OMG)
- Agentschap voor Natuur en Bos (ANB)
- Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (Dept EWI)

De rol van de kerngroep in het kader van de studie was om de studie operationeel, procesmatig en inhoudelijk op te volgen en aan te sturen. De verschillende ontwikkelde outputs werden ter goedkeuring aan de kerngroep voorgelegd.

De **denkgroep/werkbank 'waterschaarste'** bestond uit vertegenwoordigers van de verschillende stakeholders die een bepaalde maatschappelijke groep/organisatie vertegenwoordigen. De individuen/organisaties die zij vertegenwoordigen ondervinden de impact van de waterschaarste, hebben een verantwoordelijkheid om deze aan te pakken of/en zullen de effecten ervan ervaren eens de studie afgerond en geïmplementeerd is. Voor deze denkgroep/werkbank werden verschillende workshops georganiseerd voor de hoofdbouwstenen van het onderzoeksproces. Hierop werd een vertegenwoordiging van de belanghebbenden uitgenodigd. Aan de contactpersonen van elke organisatie werd gevraagd om een vertegenwoordiger af te vaardigen. Deze vertegenwoordiger was het centrale aanspreekpunt voor het projectteam en de kerngroep en werd dus uitgenodigd voor de verschillende co-creatieworkshops. Dit was bij voorkeur dezelfde persoon voor elk van de workshops, maar er werd wel de mogelijkheid voorzien om vervangers aan te duiden.

De **wetenschappelijke begeleidingsgroep** bestond uit vertegenwoordigers van verschillende stakeholders die betrokken waren bij onderzoek in relatie tot de problematiek van de waterschaarste. De rol van deze groep in het kader van de studie was om het gevoerde onderzoek wetenschappelijk te valideren. Daarnaast wilden we samen met hen de hiaten in de kennis detecteren en vertalen in een onderzoeksagenda. De leden van de wetenschappelijke begeleidingsgroep werden ad-hoc gecontacteerd met vragen tot wetenschappelijke inputs of nalezen van de tussentijdse rapporten. Dit gebeurde op vraag van leden van de kerngroep en het projectuitvoerend team.

Algemene principes en werkwijze belanghebbendenmanagement

Het opzet van de verschillende overlegmomenten in het belanghebbendenmanagement gebeurde in nauw overleg tussen de projectleider van de opdrachtgever, de kerngroep, en de projectleider en procesbegeleiding van de opdrachtnemer. Op de verschillende overlegmomenten was er steeds een procesbegeleider van Cycloop aanwezig en (minstens) een 'inhoudelijke verantwoordelijke' vanuit het

projectteam. Op die manier kon voldoende aandacht gegeven worden aan enerzijds een vlotte bespreking en de groepsdynamiek en anderzijds de inhoudelijke presentatie en verslaglegging.

In functie van de doelstelling van het project en de betrokkenheid van de belanghebbenden bij de verschillende stappen van het onderzoeksproces, werd een procesplan uitgewerkt. Per interactiemoment werden de doelstelling en randvoorwaarden bepaald. Ook de voorbereidende activiteiten (vb. communicatie actie, facilitaire aspecten, inhoudelijke onderzoeken, ...) werden opgelijst. Het procesplan vormde op die manier een document dat inhoud, proces, communicatie en praktische organisatie voor de interactiemomenten met de belanghebbenden verbindde. Gekoppeld aan de procesopzet werd een proceskalender opgesteld met een overzicht van alle interventies.

Voor het vormgeven van het proces en de verschillende interventies werd volgende aanpak gevolgd:

Voor elk van de hoofdbouwstenen in de opbouw van het onderzoek was er interactie voorzien met de belanghebbenden. Die bestond – voor elk van de hoofdbouwstenen (zie ook de planning) – uit volgende stappen:

- i. Het projectteam voerde (voor elk van de hoofdbouwstenen) een vooronderzoek en vatte de resultaten van dat onderzoek samen.
- ii. Via een bevraging (ofwel telefonisch, ofwel digitaal) werden de belanghebbenden bevraged als input voor de sessie. Dit gaf bijkomend input en een basis voor de co-creatieve sessies.
- iii. Elke co-creatieve sessie bestond grotendeels uit volgende elementen: presentatie onderzoek en bevraging, info-ronde voor verduidelijkende vragen, verkenning discussiepunten en consensuspunten en afrondende synthese.
- iv. Na de co-creatieworkshop ging het projectteam verder aan de slag met de resultaten van de workshop, voerde het eventuele bijkomende onderzoeks- en analysewerk uit, en maakte een aangepast voorstel op.
- v. Het aangepast voorstel werd besproken en gevalideerd tijdens de daaropvolgende kerngroepvergadering waar ook de valideringsvragen voor de stakeholders werden bepaald.
- vi. De finale versie werd toegestuurd aan alle belanghebbenden samen met een aantal gerichte vragen ter validering van de bereikte uitkomst.

3. Lessen uit Nederland en Frankrijk

Deze opdracht hield rekening met de ervaringen uit onze buurregio's die reeds een reactief droogtebeleid voeren: Nederland en Frankrijk. De bijlage "Analyse van het reactief droogtebeleid in Nederland en Frankrijk" beschrijft en analyseert dit droogtebeleid, mede op basis van de interviews die werden afgenomen.

In Nederland is het droogtebeleid gebaseerd op een verdringingsreeks die een vaste prioritering geeft van het watergebruik via 4 categorieën. Categorie 1, die het watergebruik met hoogste prioriteit omvat, garandeert de stabiliteit van waterkeringen, voorkomt klink en zettingen en voorkomt onomkeerbare schade aan natuur. Categorie 2 garandeert de veiligheid via de drinkwater- en energievoorziening, maar beperkt tot gevaar voor leveringszekerheid. Categorie 3 gaat over kleinschalig, maar hoogwaardig watergebruik, zoals kapitaalintensieve gewassen en industrieel proceswater. Categorie 4 zijn de andere toepassingen, zoals scheepvaart, landbouw, natuur (geen onomkeerbare schade), waterrecreatie, binnenvisserij, drinkwater- en energievoorziening zonder gevaar voor leveringszekerheid (dus andere dan categorie 2). Enkele lessen die werden getrokken uit de ervaringen met deze aanpak zijn de volgende:

- ✓ De prioritering is het gevolg van politieke voorkeuren, wat vragen doet rijzen bij de toepassing ervan. Een wetenschappelijk onderbouwde aanpak is daarom wenselijk.
- ✓ Het toepassen van eenzelfde prioritering voor gans Nederland gaf moeilijkheden en discussie tijdens de toepassing in de droge zomer van 2018. Het grote verschil in gebiedskarakteristieken tussen de lage poldergebieden met grote rivieren en de hoger gelegen natuurlijk afwaterende gebieden met weinig rivieren en ondiep grondwater vragen een andere prioritering. Een meer gebiedsgerichte aanpak is dus wenselijk.
- ✓ De verdringingsreeks beperkt zich tot het oppervlaktewatersysteem, terwijl in bepaalde gebieden ook het freatisch grondwater sterk droogtegevoelig is. Bepaalde waterschappen nemen daarom tijdens droogteperiodes ook maatregelen m.b.t. freatische grondwateronttrekkingen.
- ✓ Categorie 4 bevat een groot aantal types watergebruiken; verdere differentiatie is wenselijk.

In Frankrijk is het reactief beheer decentraal georganiseerd via autonome beslissing door de *préfets* van de Franse departementen. Deze maken gebruik van 4 droogte- of waterschaarsteniveaus. Niveau 1 dient om te waarschuwen en bewustwording te creëren zowel bij de bevolking als de privésector. Niveau 2 gaat in wanneer bepaalde drempelwaarden worden bereikt voor waterloopdebieten en freatische grondwaterstanden. Eerste maatregelen van verminderde wateronttrekking worden dan opgelegd. Wanneer de waterbeschikbaarheid verder vermindert treedt niveau 3 in werking met striktere beperkingen in wateronttrekking of volledig verbod op wateronttrekking, dit om een crisissituatie te vermijden. Niveau 4 is het crisisniveau en treedt in werking wanneer de drinkwatervoorziening, de volksgezondheid, de veiligheid, de voedselvoorziening of het ecologisch aquatisch leven in gevaar komt. In dit laatste geval wordt al het niet-essentieel watergebruik verboden.

Wat de maatregelen betreft gaat men in Frankrijk bij niveau 1 over tot:

- Oproep om spaarzaam om te springen met het gebruik van water.
- Voor huishoudens: Verbod op vullen van een zwembad en privévijvers, het wassen van privévoertuigen, het openen van openbare fontein, het schoonmaken van snelwegen, het schoonmaken van terrassen, hydrologische werken in waterlichamen.

Bij het bereiken van niveau 2 kunnen volgende maatregelen worden uitgevaardigd:

- Voor huishoudens: van 6u tot 20u, verbod op sproeien van water op gras, privégroen, sportvelden, tuinen, recente (minder dan 3 jaar) plantages.
- Voor landbouw: 2 dagen per week verbod op onttrekking, vermindering van het toegelaten onttrekkingsvolume per week met 15% tot 30% (tussen midden juni en midden september).

Bij niveau 3 gelden als maatregelen:

- Voor huishoudens: Water sproeien op moestuinen van 6u tot 20u, water onttrekken om privévijvers te vullen of te onderhouden.
- Voor landbouw: 3,5 dagen per week verbod op onttrekking, vermindering van het toegelaten onttrekkingsvolume per week met 50% (tussen midden juni en midden september).

Bij niveau 4:

- Voor landbouw: volledig onttrekkingsverbod.

Voor industrie, handel en diensten gelden dezelfde beperkingen als huishoudens, behalve voor proceswater dat onmisbaar is voor de industriële activiteit. Industrieel watergebruik wordt in Frankrijk trouwens gedefinieerd als water voor installaties of activiteiten die water, lucht en bodem vervuilen of een explosie- en brandgevaar voor het milieu kunnen vormen. Maatregelen die hier o.a. ook beschouwd worden zijn: hergebruik van een deel van het afvalwater, wijziging van de operationele modi, beperking van de lozingen, tijdelijk vasthouden van het afvalwater.

Wat ook specifiek is in Frankrijk is dat industriële actoren binnen de week na dreigende waterschaarste hun prioriteiten en noden inzake essentieel watergebruik moeten laten weten. Zij moeten ook hun watergebruik monitoren en wekelijks rapporteren. Voor de landbouwsector wordt er bij het begin van het jaar vastgelegd welke volumes landbouwers jaarlijks kunnen onttrekken.

Enkele lessen die werden getrokken uit de ervaringen met deze aanpak in Frankrijk:

- ✓ Het lijkt goed om met uniforme droogteniveaus te werken, maar drempelwaarden die gebiedsspecifiek zijn.
- ✓ Maatregelen kunnen gekoppeld worden aan die drempelniveaus en progressief ingevoerd i.f.v. de grootte van de over- of onderschrijding.

4. Indicatoren voor droogte en waterschaarste

Het doel van deze eerste taak was het opmaken van een lijst van indicatoren, criteria en drempelwaarden die toelaten om gebiedsspecifiek na te gaan of droogteniveau 1 of 2 zich voordoet. Omdat beide droogtetoestanden te maken hebben met ofwel dreigende waterschaarste (toestand 1) ofwel effectieve waterschaarste (toestand 2), werd vooreerst een inventaris opgemaakt van alle soorten waterschaarste. Deze bestaat uit een overzicht van alle betrokken waterbehoefte sectoren, deelsectoren, toepassingen waarvoor water gebruikt wordt en waarbij dus een tekort zou kunnen ontstaan. Daarna werden voor elk van deze (deel)sectoren en toepassingen één of meerdere indicatoren met bijhorende criteria en drempelwaarden bepaald die toelaten om op objectieve wijze na te gaan of het watertekort zich effectief voordoet of niet.

Het rapport hierna geeft een beschrijving van elk van de indicatoren met de criteria en (gebiedsgerichte) drempelwaarden, het selectieproces dat gevoerd werd en hoe men tot de finale short-list is gekomen, en de wijze van berekening o.b.v. beschikbare data (meetgegevens en modelresultaten).

4.1. Overzicht van typen watergebruik en watertekorten

Op basis van literatuuronderzoek en expertkennis van het uitvoerend projectteam en nagekeken door de kerngroep en de belanghebbenden tijdens workshop W1, werd een inventaris opgemaakt van de **waterbehoefte sectoren en toepassingen**. De inventaris bestaat uit een matrix met een oplijsting van de sectoren (=doelgroepen), per sector de deelsectoren en per deelsector de soorten toepassingen, en met aanduiding van het betrokken type waterlichaam of watergebruik.

De inventaris is bijgevoegd bij dit rapport via het Excel-bestand "VRAG-inventaris.xlsx" (zie blad "Inventaris watergebruik"). Voor de sectoren (=doelgroepen) werd de volgende hoofdingeling gebruikt: drinkwatermaatschappijen, huishoudens, scheepvaart, energievoorziening, industrie en handelaars, land- en tuinbouw (akkerbouw, veeteelt), recreatie, ecologie/natuur en waterbeheerders. Deze sectoren zijn inclusief de volgende deelsectoren:

- Drinkwatermaatschappijen
- Huishoudens, handelaars, openbare instellingen en besturen (incl. scholen, ziekenhuizen, zorginstellingen, brandweer)
- Scheepvaart: beroepsvaart (zeescheepvaart en binnenvaart) en pleziervaart
- Industrie (incl. energievoorziening, bouwsector)
- Land- en tuinbouw: akkerbouw incl. glastuinbouw en veeteelt
- Recreatie (incl. sportterreinen zoals voetbal, hockey, golf, recreatiedomeinen zoals zwembijvers en visvijvers, hengelsport, zwembaden, kano-kajak)
- Ecologie/natuur (incl. VEN, habitatdoelen, openbare parken)

Verder zijn er bepaalde deelsectoren die ook afzonderlijk als hoofdsector beschouwd kunnen worden, maar ze werden gegroepeerd met de sectoren die gelijksoortig zijn m.b.t. typen watergebruik en

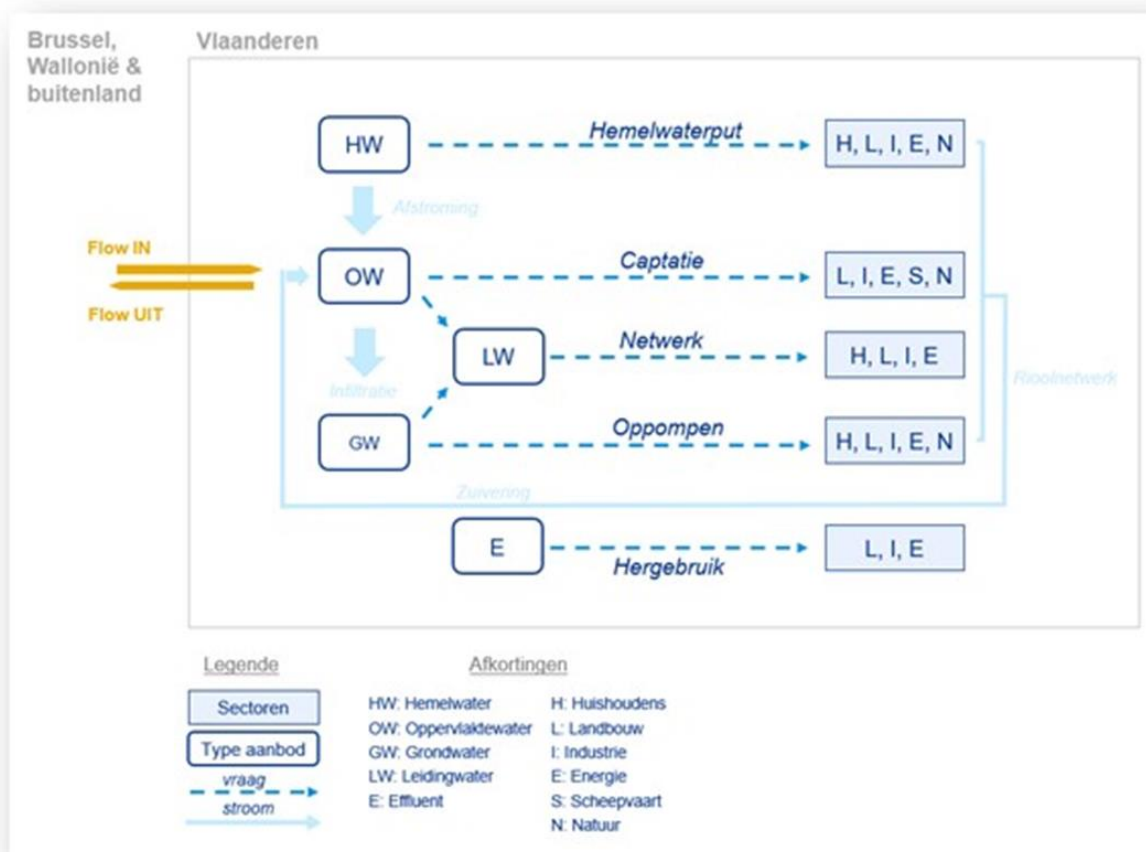
problematieken inzake waterschaarste. Dit is een keuze om het aantal hoofdsectoren te beperken. Verder zijn er een aantal deelsectoren die onder meerdere hoofdsectoren zouden kunnen vallen. Bijvoorbeeld, pleziervaart kan onder zowel scheepvaart als recreatie vallen; professionele sport zoals golf en voetbal kan zowel onder recreatie vallen als onder industrie of handelaars, enz. Opnieuw werden ze onder de hoofdsector gebracht die het meest gelijksoortig is wat betreft typen watergebruik en waterschaarsteproblematieken. Zo is pleziervaart ondergebracht onder scheepvaart eerder dan recreatie, omdat het watergebruik (kanaalwater) en de problematieken (bv. onvoldoende diepgang) gelijklopend zijn.

Door bepaalde belanghebbenden werd de vraag gesteld of de sector toerisme niet afzonderlijk beschouwd moet worden. Dit gebeurt als deelsector binnen de levering door de drinkwatermaatschappijen, en ook deels bij recreatie. Bosbouw is een andere sector die niet vermeld staat, maar die wordt mee beschouwd bij natuur (impact van droogte op bossen). Hetzelfde geldt voor viskweek (toestand vissen in vijvers en andere wateren).

Voor de betrokken typen **waterlichamen of waterbronnen** wordt de volgende indeling gebruikt:

- Oppervlaktewater: regenwater dat na afstroming in waterlopen stroomt, opgeslagen is in meren of andere waterplassen, bufferbekkens, wadi's, gecontroleerde overstromingsgebieden, etc., met onderscheid tussen verschillende typen waterlopen i.f.v. de waterloopbeheerder (bevaarbaar, onbevaarbaar 1^e, 2^e, 3^e cat., grachten). Ook drainagewater dat meestal in een waterloop terecht komt hoort bij dit type waterbron. In deze opdracht wordt onderscheid gemaakt tussen volgende typen van oppervlaktewatersystemen:
 - Waterlopen:
 - Bevaarbare waterlopen en kanalen
 - Onbevaarbare waterlopen
 - Polderwaterlopen
 - Stilstaande wateren: putten, vijvers, poelen, ... (behalve deze die door grondwater gevoed worden)
 - Zwemwaters, visvijvers, andere wateren voor recreatief gebruik
 - Bufferbekkens
 - Zeewater en brak water, na ontzilting
- Grondwater: regenwater dat na infiltratie opgeslagen is in grondwater, onderscheid tussen freatisch grondwater en grondwater in gespannen of afgesloten lagen. Ook putwater dat voornamelijk afkomstig is van grondwater (dus voor putten zonder grondfolie en daardoor ook juridisch als grondwater vergund) wordt hieronder gerekend.
- Leidingwater: drinkwater geproduceerd door de drinkwatermaatschappijen.
- Bodemwater: water opgeslagen in de bodem en opgenomen door vegetatie en gewassen.
- Regenwater: direct opgeslagen regenwater, bv. in hemelwaterputten.
- Grijs water – effluentwater: bv. afkomstig van RWZI's en bepaalde bedrijven, voor gebruik als alternatieve waterbronnen.

Omdat een aantal sectoren gebruik maken van leidingwater, wat zowel afkomstig kan zijn van grondwater als oppervlaktewater of van beide (afhankelijk van de drinkwatermaatschappij die levert) werd "leidingwater" als afzonderlijke waterbron toegevoegd. Verder kan een deel van het water ook afkomstig zijn van naburige regio's (bv. opwaartse instroom grensoverschrijdende waterlopen). Figuur 6 geeft een overzicht van de typen watergebruik samen met de hoofdstromen en sectoren. Het schema in deze figuur is niet bedoeld om helemaal volledig te zijn. Bijvoorbeeld, water dat hergebruikt wordt voor de productie van drinkwater vraagt nog een extra lijntje tussen blokje 'E' en blokje 'LW'.



Figuur 6: Schematisch overzicht van de typen watergebruik.

Voor elk van de (deel)sectoren en toepassingen werd tevens een overzicht opgemaakt van alle mogelijke (huidige en toekomstige) **oorzaken** van waterschaarste. Hierbij werd rekening gehouden met de **mogelijke problematieken** die waterschaarste kunnen veroorzaken, telkens als gevolg van een watervraag die hoger is dan het wateraanbod. De geïdentificeerde problematieken zijn:

- Voor oppervlaktewater:
 - Laag debiet of waterstand:
 - Onvoldoende waterinnamegemogenheid

- Onvoldoende diepgang waterloop of kanaal
 - Impact op ecologisch leven in waterloop, bv. vissterfte
 - Uitgedroogde valleigronden door laag waterpeil
 - Stabiliteit van dijken en kaaimuren in gevaar bij lage waterstanden (bv. uitdroging kleibodems)
 - Internationale verdragen (met NL)
 - Slechte fysische waterkwaliteit:
 - Hoog zoutgehalte
 - Hoge watertemperatuur
 - Slechte biologische waterkwaliteit
 - Proliferatie van blauwalgen
 - Slechte chemische waterkwaliteit
- Voor grondwater:
 - Lage grondwaterstand:
 - Onvoldoende onttrekkingsmogelijkheid (ev. boorput leeg)
 - Verdroogde ondergrond in kwetsbare natuurgebieden incl. verminderde kweldruk
 - Mineralisatie van veenbodems of andere koolstofrijke, natte bodems
 - Stabiliteit van gebouwen in gevaar bij uitgedroogde veen- en kleigronden
 - Slechte fysische waterkwaliteit:
 - Hoog zoutgehalte
 - Slechte chemische waterkwaliteit
- Voor leidingwater:
 - Drinkwaterproductietekort:
 - Leegstand spaarbekkens drinkwatermaatschappijen
 - Hoog drinkwatergebruik
- Voor bodemwater:
 - Laag bodemvochtgehalte
 - Aantasting vegetatie (ook indirect door plagen en parasieten en natuurbranden)
 - Productieverlies gewassen
 - Dor gras (bv. gazons)
- Voor regenwater:
 - Leegstand hemelwaterputten en -bekkens
- Voor grijswater – effluentwater:
 - Onvoldoende beschikbaarheid aan effluentwater/grijswater

Figuur 7 en Figuur 8 (zie ook Excel-bestand “VRAG-inventaris.xlsx” bladen “Inventaris watergebruik (0)” en “Inventaris watergebruik (1)”) geven aan welke van deze waterschaarsteproblematieken en bijhorende

waterbronnen van toepassing zijn voor elk van de hogervermelde hoofdsectoren. Figuur 7 geeft de inschatting weer van de belanghebbenden tijdens workshop W1; terwijl Figuur 8 de aangepaste versie weergeeft na verwerking van de resultaten van W1 en verdere analyse. De initiële analyse in Figuur 7 is gebaseerd op de inschattingen die door elk van de 11 discussietafels werden gemaakt. Hierbij werd uitgegaan van een initieel voorstel vanuit het projectuitvoerend team en werd gevraagd om die te bevestigen of aanpassingen voor te stellen. Uiteraard is deze inschatting sterk gebaseerd op de ervaringen van de aanwezige belanghebbenden; is de analyse mogelijk beïnvloed door het initiële voorstel; en zijn er wat verschillen tussen de tafels inzake interpretatie. Zo werd bijvoorbeeld door enkele tafels de vraag gesteld of een drinkwaterproductietekort naast invloed voor de drinkwatermaatschappijen ook geen impact heeft op andere sectoren zoals huishoudens, industrie, landbouw, leidingwatertekort en recreatie. Uiteraard is dat zo, maar die werden in de opdracht ingerekend via de gebruikers van het leidingwater. En zo zijn er nog een aantal andere secundaire impacten. Verminderde diepgang voor scheepvaart heeft bijvoorbeeld ook een impact op de toelevering van industriële en landbouwbedrijven. Het was niet de bedoeling om dergelijke secundaire impacten in de tabel aan te duiden; enkel de primaire of rechtstreekse problematieken. Verder zijn er problematieken die meer of minder essentieel zijn. De essentiële kunnen worden gezien als deze die een nefaste invloed kunnen hebben op de sector, terwijl de minder essentiële aangeven waar er wel gevolgen zullen zijn, maar minder nefast. Het aantal tafels dat een bepaalde problematiek aankruiste voor een sector geeft o.i. een beeld over de graad van belang van die problematiek voor die sector. Verder werden er door de belanghebbenden suggesties gemaakt m.b.t. de indeling in hoofdsectoren en de typen problematieken. Zo werd gesuggereerd om elektriciteitsvoorziening als onderdeel van industrie te beschouwen en niet afzonderlijk; handelaars samen met huishoudens te beschouwen i.p.v. met industrie. Verder werd door sommige tafels geadviseerd om de sector waterbeheerders weg te laten want geen echte sector van waterverbruikers. De problematiek rond het nakomen van de internationale verdragen, die oorspronkelijk aan de waterbeheerder gelinkt werd, diende na weglating van de waterbeheerders als sector gelinkt te worden aan de verschillende sectoren die geïmpacteerd worden door de internationale verdragen. Zo werd de aangepaste matrix van Figuur 8 en bijhorende aangepaste lijsten van hoofdsectoren en problematieken bekomen. De hoofdsectoren en problematieken die hiervoor in de tekst werden opgelijst komen overeen met deze aangepaste lijsten.

In Figuur 8 wordt via de grootte en dikte van de kruisjes aangegeven welke problematieken voor de verschillende sectoren – en als vertrekbasis voor deze opdracht – als essentieel en minder essentieel ingeschat worden.

		Sector/deelsector/doelgroep									
		Drinkwatermaatschappijen	Huishoudens	Scheepvaart (beroepsvaart)	Energievoorziening	Industrie, handelaars	Land- en tuinbouw - Akkerbouw	Landbouw - Veeteelt	Recreatie	Natuur/Ecologie	Waterbeheerders
Typen waterbronnen Typen problematieken/deelproblematieken											
Oppervlaktewater											
Waterlopen: Alle											
Waterlopen: Bevaarbare en kanalen											
Waterlopen: Onbevaarbare											
Waterlopen: Polders											
Stilstaande wateren: putten, vijvers, poelen, ...											
Zwemwaters, visvijvers, andere wateren voor recreatief gebruik											
Bufferbekkens											
	Laag debiet of waterstand										
	Onvoldoende waterinnamemogelijkheid	11	1		11	11	11	9	11	5	1
	Aangetaste aquatische ecologische toestand oppervlakt									11	3
	Uitgedroogde valleigronden door laag waterpeil					1		1		11	1,5
	Onvoldoende diepgang scheepvaart			11	1	2			1		1
	Stabiliteit van dijken in gevaar bij lage waterstanden (uit			1							11
	Internationale verdragen (met NL)	11		1						1	11
	Slechte waterkwaliteit										
	Slechte biologische waterkwaliteit	1					0,5	3	11	11	2
	Slechte chemische waterkwaliteit	10				11	10	2	11	11	3
	Hoog zoutgehalte	10			4	11	11	5	10,5	11	10
	Aanwezigheid van blauwalgen	1,5				11	11	2	11		3,5
	Hoge watertemperatuur				10	10	1				3,5
Grondwater											
Freatisch grondwater											
Gespannen grondwater											
	Lage grondwaterstand										
	Onvoldoende onttrekkingsmogelijkheid (ev. boorput lee	11	11		4	11	11	11	11	10	1
	Verdroogde ondergrond in kwetsbare natuurgebieden									11	1
	Mineralisatie van veenbodems of andere koolstofrijke, r									11	1
	Stabiliteit van gebouwen in gevaar bij uitgedroogde veen		6			11					9
	Slechte chemische waterkwaliteit	11	11			11	11	11	0,5		1
	Hoog zoutgehalte	11	11			2	11	11	1		1
Leidingwater											
	Drinkwaterproductietekort				X	X	X	X			
	Leegstand spaarbekkens drinkwatermaatschappijen	11	1								1
	Hoog drinkwatergebruik	11	1,5			1	1	1	1	1	1
	Lek in drinkwaterleidingnetwerk	11									1
Bodemwater											
	Laag bodemvochtgehalte										
	Aantasting vegetatie							0,5		11	1
	Productieverlies gewassen		0,5				11	4	0,5	1	1
	Dor gras (bv. gazons)		10				1	2	11	1	1
Regenwater											
	Leegstand hemelwaterputten	2	11			11	11	11	11		1
Grijswater - effluentwater											
	Onvoldoende beschikbaarheid aan effluentwater/grijswater als alter	2				11	11		11		4

Figuur 7: Overzicht van waterbronnen en waterschaarsteproblematieken voor elk van de hoofdsectoren: inschatting van de belanghebbenden tijdens workshop W1. Tijdens W1 waren er 11 discussietafels; de cijfers in de matrix geven het aantal tafels weer die de specifieke problematiek van toepassing vond voor elk van de sectoren.

		Sector/deelsector/doelgroep								
		Drinkwatermaatschappijen	Huishoudens, handelaars, O	Scheepvaart (beroepsvaart,	Industrie	Land- en tuinbouw - Akkerb	Landbouw - Veeteelt	Recreatie	Natuur/Ecologie	
Typen waterbronnen Typen problematieken/deelproblematieken										
Oppervlaktewater										
Waterlopen: Alle										
Waterlopen: Bevaarbare en kanalen										
Waterlopen: Onbevaarbare										
Waterlopen: Polders										
Stilstaande wateren: putten, vijvers, poelen, ...										
Zwemwaters, visvijvers, andere wateren voor recreatief gebruik										
Bufferbekkens										
	Laag debiet of waterstand									
	Onvoldoende waterinnamemogelijkheid	X	x			X	X	X	X	
	Aangetaste aquatische ecologische toestand								X	
	Uitgedroogde valleigronen door laag water								X	
	Onvoldoende diepgang scheepvaart			X						
	Stabiliteit van dijken in gevaar bij lage waters			X	X	X	X	X	X	
	Internationale verdragen (met NL)	X		X	X	X	X	X	X	
	Slechte fysico-chemische waterkwaliteit	X			X	X	x	X	X	
	Hoog zoutgehalte	X			X	X	X	X	X	
	Hoge watertemperatuur	x			X				x	
	Slechte biologische waterkwaliteit									
	Aanwezigheid van blauwalgen	x			X	X	x	X	x	
Grondwater										
Freatisch grondwater										
Gespannen grondwater										
	Lage grondwaterstand									
	Onvoldoende onttrekkingsmogelijkheid (ev.	X	X			X	X	X	X	
	Verdroogde ondergrond in kwetsbare natuu								X	
	Mineralisatie van veenbodems of andere ko								X	
	Stabiliteit van gebouwen in gevaar bij uitged		X		X					
	Slechte fysico-chemische waterkwaliteit	X	X		X	X	X	(x)		
	Hoog zoutgehalte	X	X		x	X	X	x		
Leidingwater										
	Drinkwaterproductietekort		X		X	X	X	X		
	Leegstand spaarbekkens drinkwatermaatsch	X								
	Hoog drinkwatergebruik	X								
	Onvoldoende capaciteit voor aankoop	X								
	Lek in drinkwaterleidingnetwerk	X								
Bodemwater										
	Laag bodemvochtgehalte									
	Aantasting vegetatie								X	
	Productieverlies gewassen					X	x			
	Dor gras (bv. gazons)		X				x	X		
Regenwater										
	Leegstand hemelwaterputten en -bekkens	x	X		X	X	X	X		
Grijswater - effluentwater										
	Onvoldoende beschikbaarheid aan kwaliteitsvol effluent	x			X	X		X		

Figuur 8: Overzicht van waterbronnen en waterschaarsteproblematieken voor elk van de hoofdsectoren: aangepast overzicht na workshop W1 met onderscheid tussen de essentiële (X) en minder essentiële (x) waterverbruiken.

Uiteraard bestaan er heel wat **interlinks** waarbij eenzelfde soort toepassing bij verschillende sectoren of deelsectoren voorkomt; eenzelfde type waterlichaam of waterbron door verschillende sectoren gebruikt wordt; eenzelfde problematiek bij meerdere watergebruiken voorkomt; etc. Daarom werd al deze

informatie gestructureerd, zodat allerlei soorten statistieken afgeleid kunnen worden. De inventaris opgemaakt in Excel (bestand "VRAG-inventaris.xlsx" in bijlage) laat enerzijds toe om afzonderlijke lijsten op te maken van alle mogelijke sectoren en deelsectoren, toepassingen + ev. wijze van toepassing, waterlichamen of waterbronnen, oorzaken van watertekorten en problematieken. Elk conflict is daarbij gelinkt aan een sector, ev. deelsector, ev. toepassing, waterlichaam en problematiek. Zo kunnen eenvoudig overzichten gegenereerd worden van alle soorten watertekorten per sector, of per waterlichaam, enz.

4.2. Long-list van indicatoren voor droogte/waterschaarste

4.2.1. Methode

Voor elk van de geïdentificeerde soorten watertekorten werden één of meerdere **gangbare of potentieel bruikbare indicatoren** geïdentificeerd. Deze indicatoren moeten toelaten om op ieder ogenblik de reële toestand van droogte en waterschaarste te bepalen en op basis van criteria (drempelwaarden voor de indicator) objectief te kunnen bepalen of er een watertekort dreigt (droogteniveau 1) of een watertekort zich effectief voordoet (droogteniveau 2) of niet. Dezelfde drempelwaarden moeten toelaten onderbouwing te bieden voor het al dan niet instellen van onttrekkingsbeperkingen, -verboden en/of het nemen van andere maatregelen.

De indicatoren bestaan uit meteorologische, hydrologische, ecologische en sectorspecifieke socio-economische indicatoren. Zowel bestaande als in ontwikkeling zijnde indicatoren werden beschouwd. Het projectteam maakte voor elk type watertekort een long-list van mogelijke indicatoren op. Uiteraard kan eenzelfde indicator soms bruikbaar zijn voor meerdere (deel)sectoren en watergebruiken. Het opmaken van de long-list gebeurde via:

- Internationaal literatuuronderzoek;
- Eigen expertise (cf. de verschillende partners van het projectteam, met complementaire expertise in hydrologie – oppervlaktewater – hydraulica waterlopen, ecologie - natuur, landbouw, industrie);
- Het bevragen van andere regionale en internationale experts die via de kennis en contacten van de teamleden geconsulteerd werden;
- De input en feedback vanuit de kerngroep en de workshops met de belanghebbenden.

Bij elke indicator en type watergebruik hoort een welbepaalde **temporele en ruimtelijke schaal en resolutie**. Om een voorbeeld te geven: het waterloopdebiet als indicator kan ogenblikkelijk beschouwd worden (op urschaal) of op dag- of week- of maantijdschaal, en kan ter hoogte van elke meetlocatie beschouwd worden of uitgemiddeld over een aantal meetlocaties of over een zeker waterloopsegment. De keuze van de temporele resolutie heeft bijvoorbeeld te maken met de representatieve tijdschaal waarbij een bepaald watergebruik en sector al dan niet in de problemen komt inzake waterschaarste (heeft te maken met de snelheid waarmee het fysisch systeem of de toepassing reageert op droogte). Voor effecten op ecosystemen, bijvoorbeeld, gaat het vooral om langetermijneffecten van droogte, dus of ecosystemen al voldoende hersteld zijn of grondwaterreserves opnieuw voldoende zijn aangevuld na een droogte; dit betekent dat de indicatoren hiervoor over de jaren heen zullen lopen, tenzij men bv. via

de grondwaterhoogte het accumulatief effect daarvan toch via een ogenblikkelijke indicator kan beoordelen. Voor de spatiale schaal en resolutie dient men uiteraard rekening te houden met de grootte van het waterlichaam en de ruimtelijke verschillen in waterhoogten, debieten, concentraties, ...

Voor elk van de geselecteerde indicatoren werd ook aangegeven hoe ze precies op basis van de momenteel in Vlaanderen beschikbare data en op een real-time operationele wijze bepaald kunnen worden. Dit kan **via real-time waarnemingen of via modelresultaten**.

Per geselecteerde indicator en type watertekort werden de **criteria** bepaald en de **drempelwaarden** die bepalen of er een waterschaarste dreigt (droogteniveau 1) of bestaat (droogteniveau 2) of niet. Het criterium neemt generalistisch de volgende vorm aan:

$$I > i^* \quad \text{of} \quad I < i^*$$

waarbij I de indicatorvariabele voorstelt, berekend bij een bepaalde tijdschaal en ruimteschaal en i^* de drempelwaarde boven of onder dewelke er een waterschaarste dreigt of ontstaat. Voor bepaalde typen watergebruik werd het criterium verder uitgebreid en ook rekening gehouden met de kans op over- of onderschrijding. Het criterium neemt dan de volgende vorm aan:

$$P(I > i^*) > p^* \quad \text{of} \quad P(I < i^*) > p^*$$

waarbij $P(\)$ de kans voorstelt dat de indicator wordt over- of onderschreden, en er een probleem van waterschaarste dreigt of optreedt wanneer die kans een bijkomende drempelwaarde p^* overschrijdt. $P(\)$ verwijst voor bepaalde indicatoren naar de frequentie dat een bepaalde drempelwaarde wordt onder- of overschreden, dus conform een percentielwaarde. Zo is de impact van droogte op grondwaterafhankelijke natuur sterk afhankelijk van de frequentie waarmee lage grondwaterpeilen voorkomen. De voorkomingsfrequentie kan ook worden uitgedrukt als een terugkeerperiode T (gedefinieerd als de gemiddelde tijd – o.b.v. lange-termijn statistieken – tussen twee opeenvolgende over- of onderschrijdingen). De drempelwaarden p^* voor de voorkomingsfrequentie in de tijd of percentielwaarde vertalen zich naar een overeenkomstige drempelwaarde T^* voor de terugkeerperiode. Alternatief kan ook voor bepaalde indicatoren de drempelwaarden i^* vertaald worden naar een overeenkomstige voorkomingskans p^* of terugkeerperiode T^* .

Voor elk van de indicatoren werden voor de drempelwaarden i^* (en/of p^* of T^*) twee waarden bepaald, gelinkt aan de twee fasen van waterschaarste: droogteniveau 1 (i^{*1}) en droogteniveau 2 (i^{*2}). Deze drempelwaardes zijn gebaseerd op een data-analyse van de historische tijdreeksen per indicator, aangevuld door inzichten uit het internationale literatuuronderzoek, de expertise van het projectteam en de input van de belanghebbenden. Via de data-analyse werd nagegaan hoe droogte of waterschaarste zich in het verleden manifesteerde nadat bepaalde waarden van de indicator werden bereikt of over/onderschreden. Vooral de droge perioden van 2017-2018-2019, maar ook van 2011 en 2004 zijn daarbij interessant. De statistische analyse laat vervolgens toe om de inzichten uit het verleden toe te passen op de actuele gemeten waarden en de droogtetoestand in real time in te schatten. Waar mogelijk kunnen ook voorspellingen van toekomstige data gebruikt worden om de indicator te verfijnen, denk aan het gebruik van real-time weersvoorspellingen.

Parallel met het opstellen van de droogte-indicatoren en drempelwaarden, werden de **randvoorwaarden van de watervraag** per (deel)sector en toepassing in kaart gebracht. De randvoorwaarden definiëren het punt waarop het systeem niet meer kan functioneren en/of onherroepelijke schade ontstaat. Op deze wijze wordt gegarandeerd dat de indicatoren bruikbaar zijn voor de afbakening van de randvoorwaarden van het aquatische systeem en het waarborgen van veiligheid en kwaliteit.

Bepaalde drempelwaarden werden **gebiedsgericht gedifferentieerd**, om ervoor te zorgen dat de indicatoren representatief zijn voor de verschillende typen van gebieden in Vlaanderen (bv. poldergebieden versus hellende gebieden) en voor alle typen waterlopen, elk met eigen doelstellingen (bv. ecologisch waardevolle waterlopen).

Hierna worden de indicatoren opgelijst en beschreven zoals geselecteerd door het projectteam. Deze werden eerst voorgelegd aan de kerngroep en daarna tijdens workshop W1 ook aan de **belanghebbenden**. Op basis van de opmerkingen en suggesties van de belanghebbenden werd een bijgestuurde versie opgemaakt.

Voor elk van de indicatoren in de short-list en de voorgestelde drempelwaarden werd verder een **toets aan de realiteit** uitgevoerd. Dit gebeurde door o.b.v. de beschikbare historische waarnemingen van de afgelopen jaren, inclusief de droge jaren 2017, 2018 en 2019, de indicatorwaarden te berekenen en na te gaan wanneer deze precies werden onder- of overschreden. Daarnaast werd er ook een overzicht gemaakt van de recente periodes waarbij zich effectieve (of dreigende) waterschaarste voordeed bij één of meerdere sectoren (zie blad “Recente waterschaarste-events” in het Excel-bestand “VRAG-inventaris.xlsx”). Door de tijdstipmomenten van onder- of overschrijding van de drempelwaarden van de indicatoren te vergelijken met deze waarbij zich waterschaarste voordeed, kunnen de drempelwaarden gevalideerd worden. Uiteraard heeft deze aanpak ook zijn beperkingen. Het is immers moeilijk om een volledige lijst te verkrijgen van de waterschaarsteperiodes; vele belanghebbenden hielpen daarbij. Bovendien is de periode kort en hebben zeer catastrofale waterschaarsteperiodes zich niet eerder voorgedaan. Ook zijn de metingen beïnvloed door bepaalde maatregelen, zoals het captatieverbod tijdens de voorbije zomers. De validatieoefening liet dus geen precieze validatie toe, maar liet wel toe om de drempelwaarden in grootteorde te evalueren, voor die locaties en indicatoren waar mogelijk.

De lijst van geïdentificeerde waterschaarste-events, zoals opgenomen in het blad “Recente waterschaarste-events” van het Excel-bestand “VRAG-inventaris.xlsx” is zeker nog niet volledig maar wij probeerden ze zo volledig mogelijk te krijgen vanaf 2005. Ook oudere waterschaarste-events werden mee opgenomen, maar hier werd er minder naar volledigheid gestreefd. De keuze van het jaar 2005 is arbitrair (15 jaar in het verleden) en is ingegeven door de wens om niet te lang in de tijd terug te gaan om nog enigszins representatief te zijn voor de huidige condities van waterbeheer en watergebruik, maar voldoende lang om voldoende variabiliteit in meteorologische condities te beschouwen bij de validatie. De geïdentificeerde waterschaarste-events werden in het Excel-bestand geklasseerd per sector en elk van de waterschaarste-events werd gelinkt aan één van de waterschaarste-problematieken en één of meerdere van de droogte/waterschaarste-indicatoren met bijhorende drempelwaarden. Er is ook voor elk waterschaarste-event aangegeven of droogteniveau 1 of 2 bereikt werd: droogteniveau 2 wanneer waterschaarste zich effectief voordeed voor de beschouwde sector, droogteniveau 1 wanneer er

waterschaarste dreigde voor de sector, en er bv. voorzorgsmaatregelen werden genomen of er voor waterschaarste werd gewaarschuwd, maar deze zich niet effectief voordeed. In bepaalde gevallen wordt droogteniveau 0 aangegeven (geen effectieve of dreigende waterschaarste), bv. wanneer een waterschaarste-event werd beëindigd. Elk van de waterschaarste-events is ook vergezeld van een beschrijving of korte toelichting.

Daarnaast werd op 4 mei 2020, naar aanleiding van de droogtetoestand op dat ogenblik, een geselecteerde set van de droogte/waterschaarste-indicatoren in real-time toegepast, bij wijze van bijkomende real-time validatie. De resultaten daarvan werden gerapporteerd in de nota “Evaluatie droogtetoestand 4 mei 2020”.

4.2.2. Meteorologische droogte-indicatoren

Er zijn meerdere meteorologische droogte-indicatoren in gebruik. De meeste zijn gebaseerd op observaties van neerslag, temperatuur, verdamping op dag of maandschaal: neerslagtotalen, SPI, doorlopend potentieel neerslagtekort, Ze hebben het voordeel dat ze relatief eenvoudig te berekenen zijn en zeer representatief zijn voor heel wat watergebonden toepassingen, vooral deze die het meest rechtstreeks beïnvloed worden door meteorologische condities zoals landbouw, natuurbeheer, drinkwatergebruik, ...

Neerslagtotalen

Neerslagtotalen worden in de context van droogte typisch geanalyseerd over tijdschalen van 1 tot enkele (meestal 3) maanden, en vergeleken met lange-termijn statistieken. Ze kunnen ook cumulatief uitgezet worden. Het KMI karakteriseerde vroeger deze totalen o.b.v. de voorkomingsfrequentie p of terugkeerperiode T (berekend op basis van lange-termijn statistieken, typisch voor een recente klimatologische periode van 30 jaar, bv. de periode 1981-2010) als “normaal”, “abnormaal weinig” ($T > 6$ jaar), “zeer abnormaal weinig” ($T > 10$ jaar), “uitzonderlijk weinig” ($T > 30$ jaar) en “zeer uitzonderlijk weinig” ($T > 100$ jaar). Momenteel rapporteren zij de X hoogste en laagste waarnemingen, en wordt er aangegeven of de recente waarneming daarbinnen valt of een nieuw extremum voorstelt.

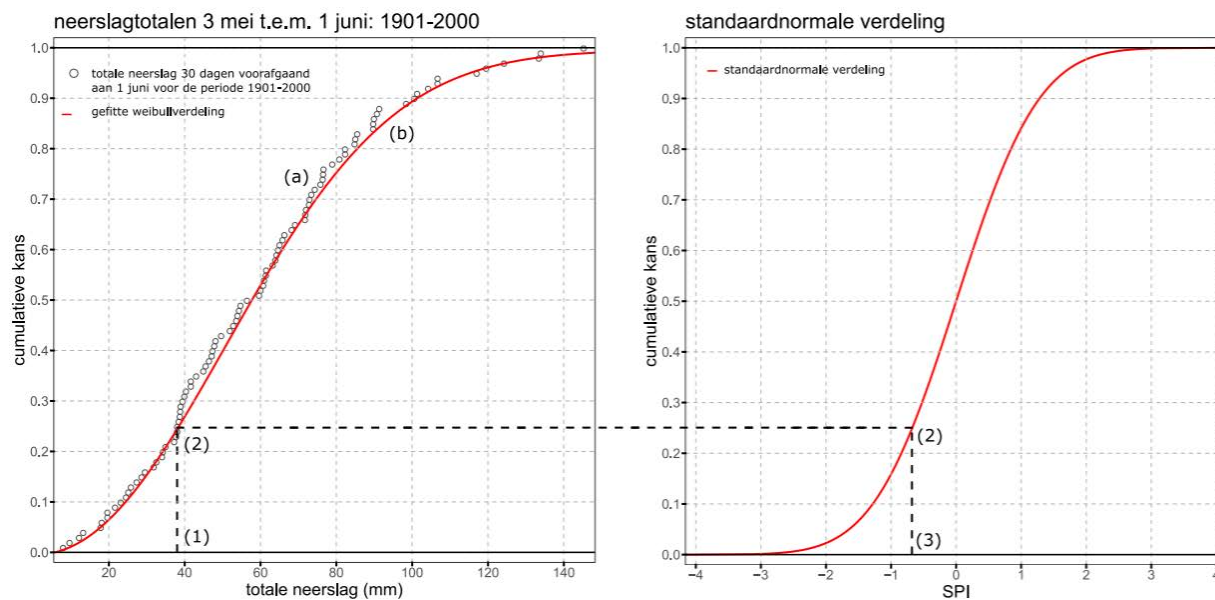
In 2018 viel er bijvoorbeeld in Ukkel uitzonderlijk weinig neerslag in mei en juni 2018, zeer abnormaal weinig in april 2018 en februari 2018. De ganse zomerperiode 2018 gaf abnormaal weinig neerslag. Ruimtelijk bleek de periode tussen 2 juni en 6 augustus 2018 voor alle 308 Vlaamse gemeentes uitzonderlijk. Deze laatste periode werd daarom erkend als landbouwramp. Voor 2017 was het neerslagtotaal in de periode 1 april - 30 mei 2017 uitzonderlijk voor 150 Vlaamse steden en gemeenten in het westen van Vlaanderen; deze periode werd voor deze gemeenten als landbouwramp erkend. De periode daarvoor in de winter 2016-2017 en het voorjaar 2017 was al zeer abnormaal. Voor 2019 waren de neerslagtotalen minder uitzonderlijk, maar hier speelde vooral dat de neerslaghoeveelheden niet voldoende waren om de historische achterstand van 2017 en 2018 weg te werken, samen met de uitzonderlijk hoge temperaturen in de zomer van 2019 en de drie hittegolven. Een andere recente periode met een extreem laag neerslagtotaal is de lente van 2011 met een record laag neerslagtotaal in de lente van 71 mm t.o.v. de normaalwaarde van 188 mm o.b.v. de periode 1981-2010.

Hoewel dergelijke analyse van de neerslagtotalen nuttig is, geeft ze slechts gedeeltelijke informatie (enkel neerslag wordt beschouwd, niet de verdamping) of geeft ze niet meer informatie dan de meer gestandaardiseerde SP(E)I-index en het doorlopend potentieel neerslagtekort (zie verder).

Er zijn ook een aantal andere indicatoren die enkel gebaseerd zijn op temperatuur, zoals de Heat Wave Index die de anomalie aangeeft in extreme minimum en maximum dagtemperaturen, of andere meteorologische variabelen zoals vochtdruk, zoals het vochtdrukdeficiet (Vapour-Pressure Deficit, VPD), maar ook deze geven onvolledige informatie. Voor impact op vegetatie of gewassen bijvoorbeeld dekken zij enkel de vochtvraag en niet het vocht aanbod. Daarom zijn ze hier niet verder weerhouden. Enkel indicatoren die neerslag beschouwen, of neerslag in combinatie met temperatuur of verdamping, zijn weerhouden.

SPI en SPEI - Standardized Precipitation (Evaporation) Index

De Standardized Precipitation Index (SPI: McKee et al., 1993) geeft genormaliseerd weer hoezeer de neerslag voor een bepaalde periode van het jaar afwijkt van de neerslag tijdens dezelfde periode van het jaar in een historische referentieperiode. Er zijn verschillende versies van de index, voor verschillende tijdsperiodes, door gebruik te maken van de meteorologische waterbalans i.p.v. de neerslag, enz. Door ze in real-time te berekenen voor een voorafgaandelijke periode van X weken of maanden, wordt een beeld bekomen van de neerslagtoestand voor verschillende accumulatieperiodes. Deze accumulatieperiodes kunnen gerelateerd worden aan de reactietijd van de verschillende componenten van het hydrologische systeem. De korte accumulatieperiodes zoals 1 maand zijn representatief voor snel reagerende delen van het watersysteem zoals oppervlakkig bodemvocht, terwijl de langere accumulatieperiodes representatief zijn voor de trager reagerende delen van het watersysteem zoals het basisdebiet en de grondwaterstanden. Typisch wordt ze berekend voor accumulatieperiodes van 1, 3, 6 of 12 maanden. De SPI-1 variant beschouwt de totale neerslag in de voorafgaandelijke maand (voorbeeld in Figuur 9), de SPI-3 in de voorafgaandelijke 3 maanden, enz.



Figuur 9: SPI-1 droogte-indicator op 1 juni 1976, berekend o.b.v. de langetermijnstatistieken te Ukkel (VMM & Sumaqua, 2018).

De SPEI-variant (Standardized Precipitation Evaporation Index; Vicente-Serrano et al., 2010) maakt gebruik van neerslag min referentiegewasverdamming. Ze is voor landbouwtoepassingen representatiever dan de SPI. Ze kan dus beschouwd worden als een landbouwkundige droogte-indicator.

Zowel de SPI als de SPEI droogte-indicatoren worden operationeel in Vlaanderen berekend door KMI, VMM en ILVO. De SPI-3 indicator berekend door VMM o.b.v. hun meteorologische meetstations wordt in real time en ruimtelijk verdeeld weergegeven op de Waterinfo-portaalsite van de Vlaamse Overheid. Het KMI levert operationeel waarden voor SPI, dit voor SPI-1, SPI-3, SPI-6 en SPI-12 berekend op basis van hun langjarige rasterdatabank met ruimtelijk verspreide dagneerslag en vergeleken t.o.v. dezelfde periode van het jaar in de voorbije 30 jaar en deze zijn beschikbaar op de website van het KMI. Het ILVO levert operationeel waarden voor SPEI-1 en SPEI-3. In een recente studie door VMM & Sumaqua (2018) rond de impact van de klimaatverandering op meteorologische droogte werd de impact van de Vlaamse klimaatscenario's op zowel de SPI- als de SPEI-indices geanalyseerd.

In Tabel 2 staan de drempelwaarden vermeld zoals internationaal standaard gebruikt. Dezelfde drempelwaarden worden ook gebruikt in het CIW Draiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) bij de gecombineerde droogte-indicator van VMM: een drempelwaarde -2 voor SPI-1 en -1,5 voor SPI-3 om de overgang tussen status "groen" en status "geel" te bepalen. Voor de SPI-waarden aangeleverd door het KMI wordt voor zowel SPI-1, SPI-3, SPI-6 als SPI-12 drempelwaarden -1 gebruikt bij de overgang tussen status "groen" en status "geel", -1,5 voor de overgang tussen status "geel" en status "oranje", -2 voor de overgang tussen status "oranje" en status "rood"; idem voor de SPEI-1 en SPEI-3 indicatorwaarden berekend door het ILVO.

droogteklaas	grenswaarden SP(E)I	theoretisch % tijd	
		minstens in klas	in klas
matig droog	$-1,50 < SP(E)I \leq -1,00$	15.87%	9,18%
zeer droog	$-2,00 < SP(E)I \leq -1,50$	6.68%	4,41%
extreem droog	$SP(E)I \leq -2,00$	2.28%	2.28%

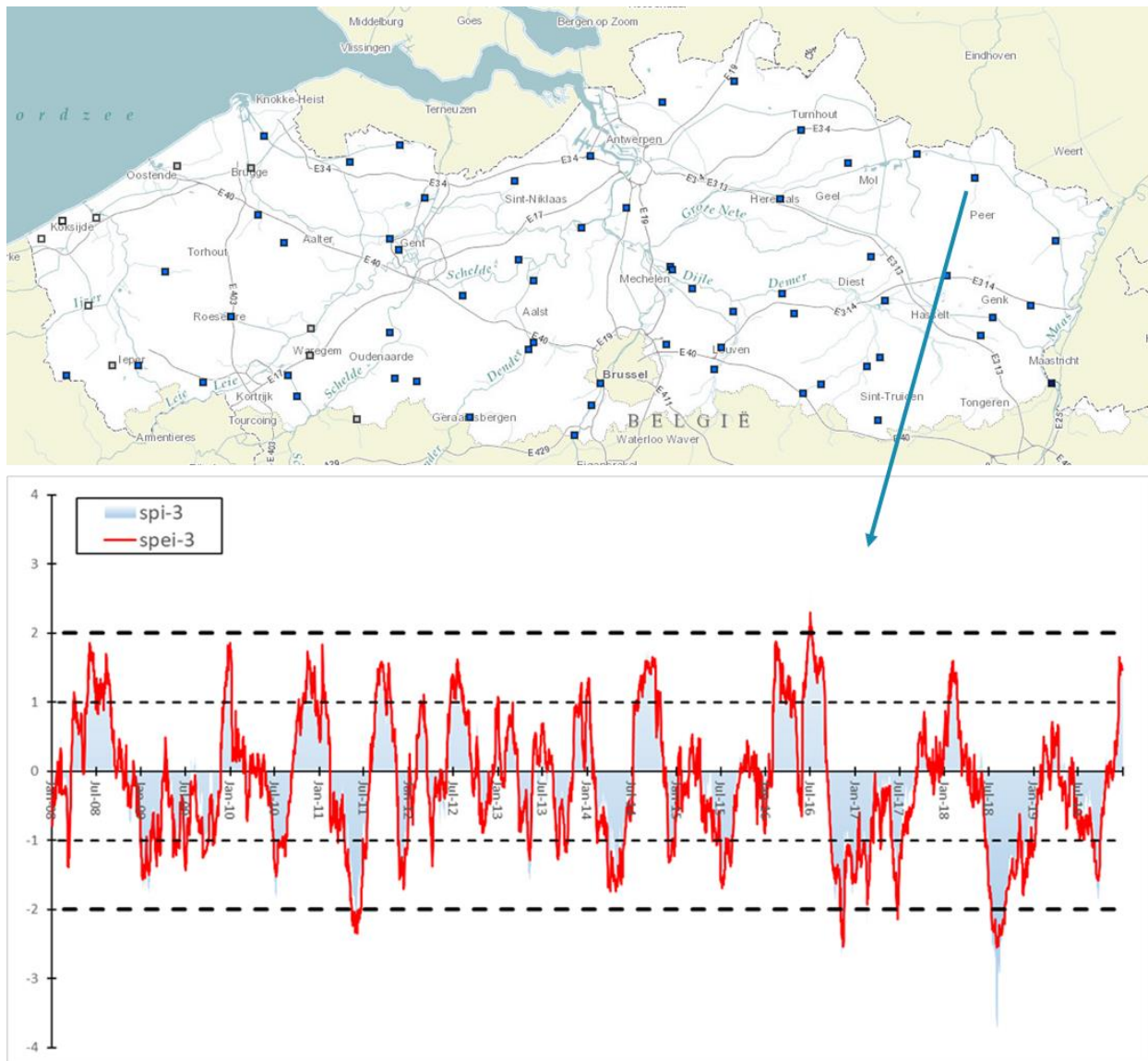
Tabel 2: Droogteklassen voor de SP(E)I-droogte-indicator zoals internationaal standaard gebruikt (McKee et al., 1993) en het theoretisch percentage van de tijd dat de indicator een bepaalde klas of minstens die klas aangeeft.

In de zomer van 2018 had de SPEI-1 index zeer uitzonderlijk lage waarden ($SPEI < -2$) in de bekkens van de Brugse Polders, Bovenschelde, Benedenschelde, Dender en Demer en uitzonderlijk lage waarden ($SPEI < -1,5$) in de bekkens van de IJzer, Gentse Kanalen, Leie, Dijle-Zenne, Nete, en Maas. Ook de periode van eind september tot eind oktober 2018 (periode 23-28 oktober voor SPEI-1) was uitzonderlijk droog en dit voor alle bekkens (CIW Evaluatierapport waterschaarste en droogte 2018). Voor 2017 waren de maanden april tot juni vooral in het westen van Vlaanderen uitzonderlijk droog. De neerslag van eind juni - begin juli 2017 zorgde voor een verbetering in het centrum en oosten, maar in het zuidwesten van West-Vlaanderen, waar nauwelijks neerslag viel, bleef de situatie zeer droog tot uitzonderlijk droog tot het einde van augustus ($SPI-3 < -2$) (CIW Evaluatierapport droogte 2017).

Vraag is welke tijdschaal meest relevant is voor het reactief afwegingskader. Dit hangt sterk af van de toepassing. Voor de freatische grondwaterbeschikbaarheid zijn het vooral de langere tijdschalen die van belang zijn. Bepaalde drinkwatermaatschappijen zoals De Watergroep volgen daarom naast de SPI-1, SPI-3 en SPI-6 ook de SPI-12 op. Voor andere toepassingen zoals landbouw is het eerder de SPI-3 die nuttig is. De SPI-1 is minder nuttig omdat het reactief afwegingskader op extreme droogte focust en die is nooit het gevolg van kortdurende droogte over een tijdschaal van slechts een maand. Daarom wordt voorgesteld om voor dit reactief afwegingskader **volgende drie tijdschalen te gebruiken: 3 maanden, 6 maanden en 12 maanden, met de volgende drempelwaarden, conform de internationale standaard: -1,5 voor droogteniveau 1 en -2 voor droogteniveau 2**. Zie in Figuur 10 de SPI-3 en SPEI-3 waarden berekend voor elke dag in de periode 2008-2019 voor het voorbeeld van de pluviograaf en dichtstbijzijnd meteostation te Overpelt. De SPEI-3 gaat tijdens droge zomer van 2018 gedurende langere tijd in juli en augustus onder de -2 drempelwaarde. Dit gebeurt ook in de zomers van 2011 en 2017. De drempelwaarde van -1,5 werd in de zomer van 2018 bereikt vanaf einde juni en in 2019 vanaf midden september. De SPI-3 en SPEI-3 waarden zijn niet zo verschillend, maar zoals hiervoor toegelicht wordt hier geopteerd voor de SPEI-3. Wat de invloed van de tijdschaal betreft, geven de kortere tijdschalen logischerwijs sterke schommelingen, terwijl de langere tijdschalen toelaten om de lange-termijn accumulatieve effecten van opeenvolgende droogteperiodes te beschrijven.

Deze **SPEI-berekening kan gebeuren voor elke dag en elke locatie in Vlaanderen met real-time pluviograafmetingen beschikbaar op waterinfo.be** (zie locaties in Figuur 10). De referentiegewasverdamping is ruimtelijk minder variabel en kan ruimtelijk geïnterpoleerd worden op basis van de locaties waar deze berekend kan worden op basis van real-time meteorologische waarnemingen (Figuur 11). De 30-jarige periode 1981-2010 kan hierbij gekozen worden als de historische

referentieperiode omdat deze de recente droge zomers van 2011, 2017-2019 niet omvat. Zowel de SPI als de SPEI werden i.k.v. deze opdracht voor alle pluviograaflocaties berekend en ter beschikking als input voor het reactief afwegingskader. Een alternatief is het gebruik van de SPEI-indicator die door het KMI in real-time en gebiedsdekkend op een raster wordt aangeleverd voor België.



Figuur 10: (Boven:) Locaties met real-time pluviograafmetingen beschikbaar via Waterinfo.be; (Onder:) SPI-3 en SPEI-3 berekend in deze opdracht, voor voorbeeldlocatie Overpelt, periode 2008-2019.



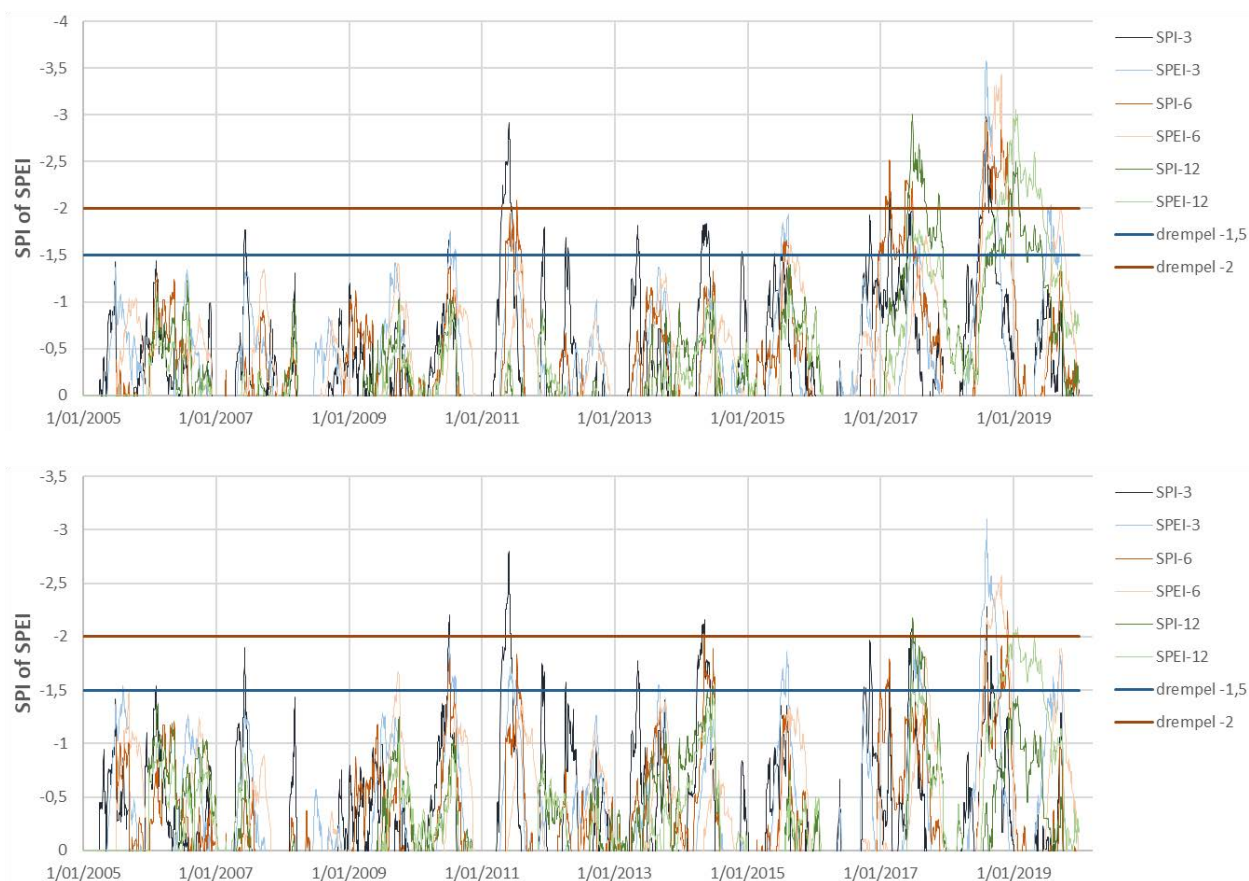
Figuur 11: Locaties van de meteorologische waarnemingen op basis van dewelke de referentiegwasverdamping ruimtelijk geïnterpoleerd kan worden.

Hierna is een validatie van deze indicator en voorstel van drempelwaarden uitgevoerd, voor zowel de SPI- als de SPEI-indicator en dit telkens voor de drie geselecteerde tijdschalen: 3, 6 en 12 maanden. Omdat deze indicator vooral gebruikt wordt als proxy-indicator voor waterschaarste in o.a. de landbouwsector (productieverlies door schade aan landbouwgewassen), werd een vergelijking gemaakt met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed. Omdat droogteperiodes maar erkend werden als landbouwramp wanneer de schade meer bedraagt dan 30% van het gemiddeld jaarproductieverlies, werden de erkende landbouwrampen als referentie-informatie gebruikt voor de validatie. Sinds 2005 zijn dat volgende vier landbouwrampen:

- Lente van 2011: voor vlas en spinazie (gans België) en lentegraangewassen enkel in de Oostkustpolder (Bredene, De Haan, Blankenberge, Knokke-Heist, Zuienkerke, Damme, Brugge, Jabbeke, Oudenburg, maar het landbouwgebied dat bekend staat als Vlaamse zandstreek werd uitgesloten).
- Periode 1 april - 30 mei 2017: voor 150 steden en gemeenten; 27,2 MEUR (miljoen EUR) aan schade in de landbouw uitbetaald voor de droogte van 2017; De geraamde schade door de droogte voor 2017 was 98 MEUR; vooral in Provincies West- en Oost-Vlaanderen.
- Periode 2 juni - 6 augustus 2018: voor alle Vlaamse steden en gemeenten; in vergelijking met 2017 was in 2018 de schade groter aan de teelt zelf en ook de geografische regio met veel schade was ruimer; Alle Vlaamse provincies waren zwaar getroffen; De totale geraamde schade bedroeg 457 MEUR.
- Periode 15 juni – 30 september 2019: voor 9 teelten: appels, peren, frambozen, rode bessen, kiwibes, wortelen, uien, bonen en knolselder, voor uitzonderlijke droogte en zonnebrand door hitte op 24 en 25 juli 2019; De totale geraamde schade bedroeg 20,7 MEUR; vooral in westelijk deel van Vlaanderen; droogteschade had in 2019 minder een uniform patroon in verschillende teelten en verschillende regio's (dan het geval was in 2018); vele teelten konden hernemen door

neerslag na warmste periode waardoor opbrengstverliezen beperkter bleven; hitte einde juli was zwaar en gecombineerd met de derde hittegolf eind augustus en de aanhoudende droogte in september zorgde dat bij een aantal gewassen (late aardappelen en industriegroenten (bonen, uien, wortelen, knolselder)) de schade groot is (min 30%), vooral in West-Vlaanderen; naast de droogte zorgde de hitte voor zonnebrandschade, vooral bij appels.

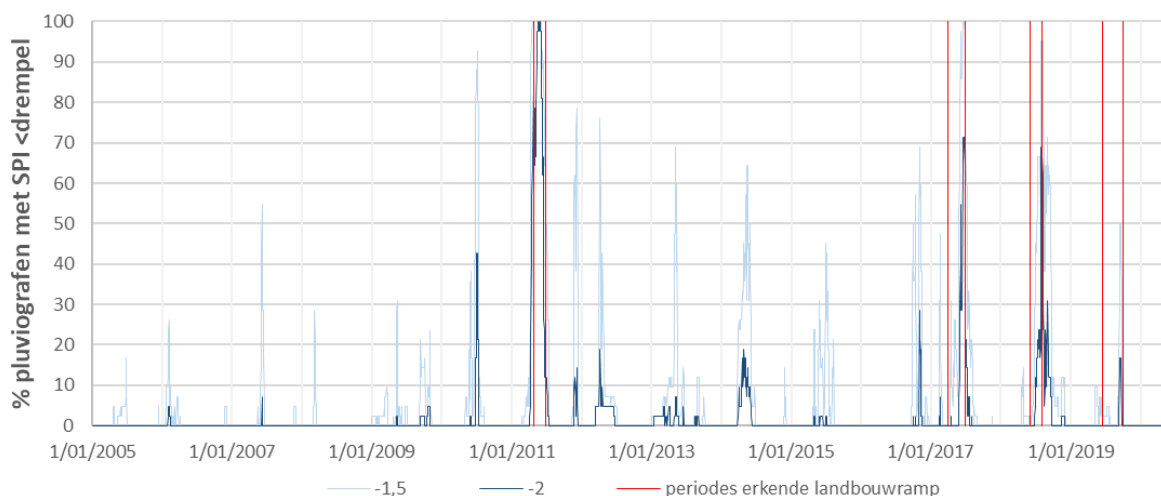
Figuur 12 toont voor twee voorbeeldlocaties de dagtjiddreeksen voor de SP(E)I-indicator. Hieruit blijkt dat de hiervoor voorgestelde drempelwaarde van -1,5 voor droogteniveau 1 erg vaak onderschreden worden. Voor de drempelwaarde -2 voor droogteniveau 2 is dat minder en enkel tijdens de periodes met erkende landbouwramp in 2011, 2017 en 2018.



Figuur 12: SPI- en SPEI-waarden voor pluviograaf te Houthalen (boven) en Ieper (onder), voor tijdschalen van 3, 6 en 12 maanden en vergelijking met de drempelwaarden -1,5 en -2.

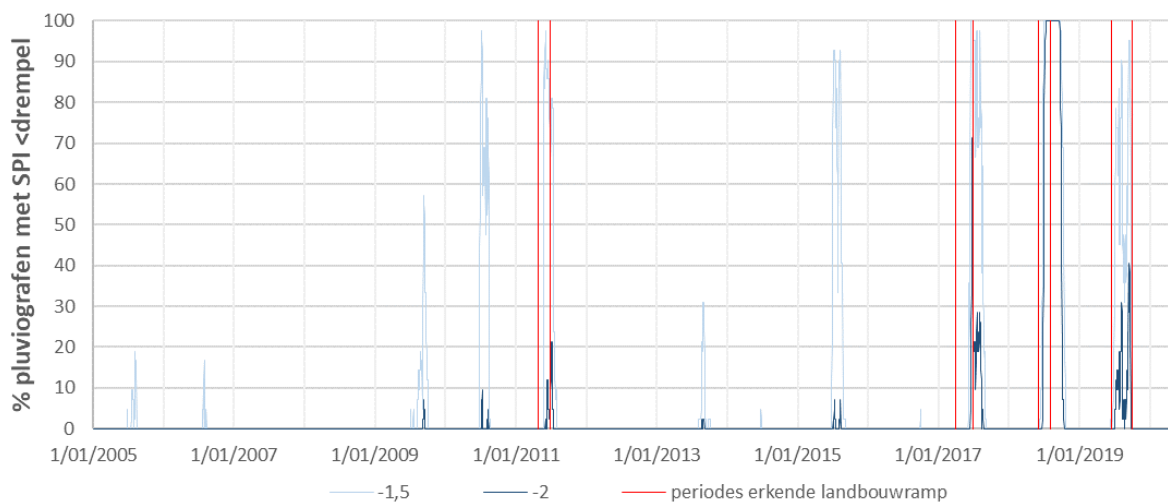
In Figuur 13 wordt het % waterinfo-pluviograaflocaties getoond waarvoor deze drempelwaarden onderschreden werden voor SPI-3. Dit % is voor de droogteperiode van 2011 100% voor beide drempelwaarden en de periode van overschrijding sluit voor dat jaar ook nauw aan bij de periode van de erkende landbouwramp. Voor 2017 en 2018 is het % overschrijding dicht bij de 100% voor droogteniveau 1 en afgerond 70% voor droogteniveau 2. Voor de andere jaren is dat % beduidend lager.

Voor 2017 en 2018 komt de periode van onderschrijding overeen met de periodes van erkende landbouwramp maar wel enkele weken vertraagd.

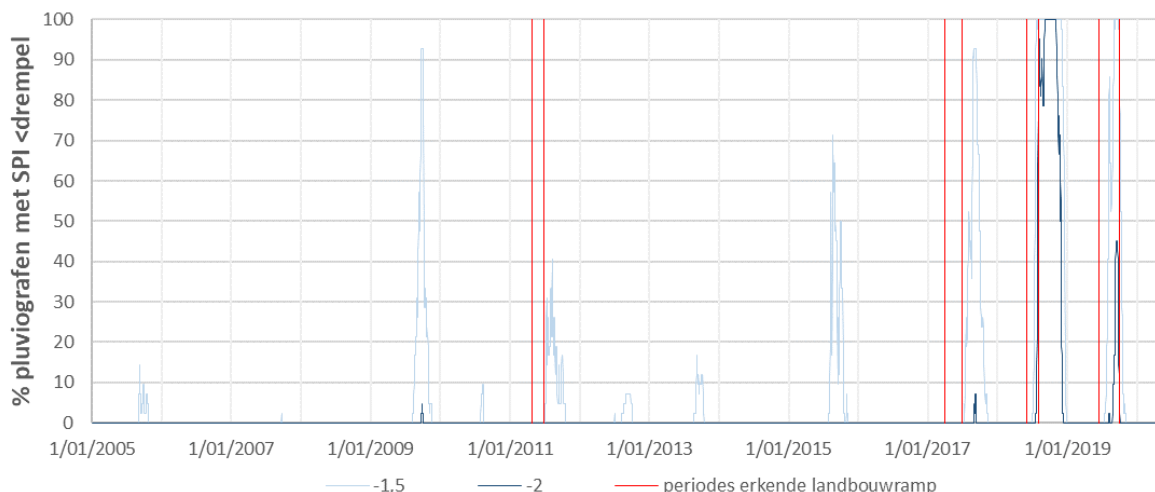


Figuur 13: Validatie van SPI-3 via vergelijking van % pluviografen met onderschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-pluviografen.

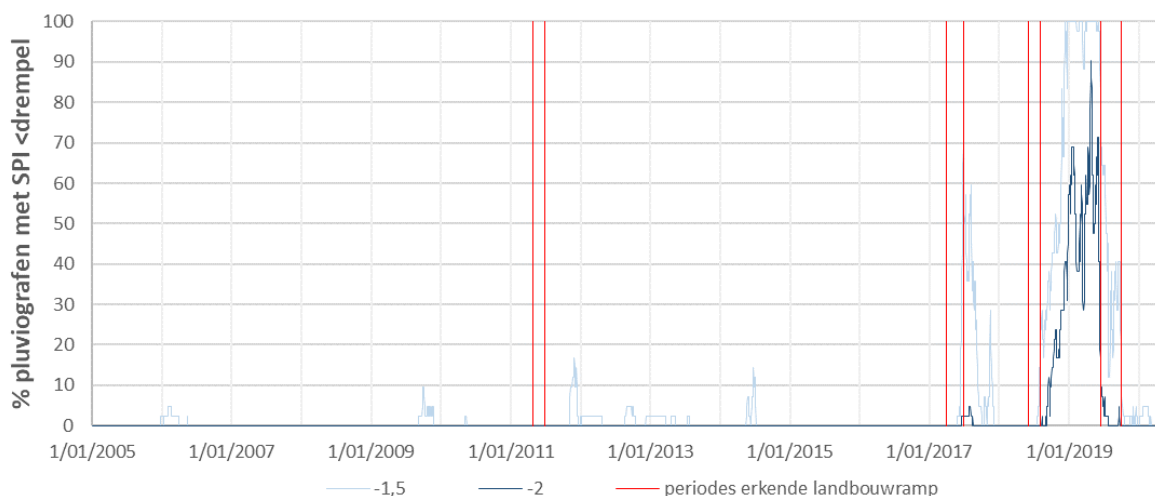
Wanneer dezelfde analyse wordt gedaan voor SPEI-3 toont Figuur 14 dat het effect van de verdamping op de droogte voor 2018 veel sterker is dan voor 2011 en 2017. Het % onderschrijding is voor 2018 nu 100% voor beide drempelwaarden. Ook 2019 geeft nu een groter % onderschrijding.



Figuur 14: Validatie van SPEI-3 via vergelijking van % pluviografen met onderschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-pluviografen.



Figuur 15: Validatie van SPEI-6 via vergelijking van % pluviografen met onderschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-pluviografen.



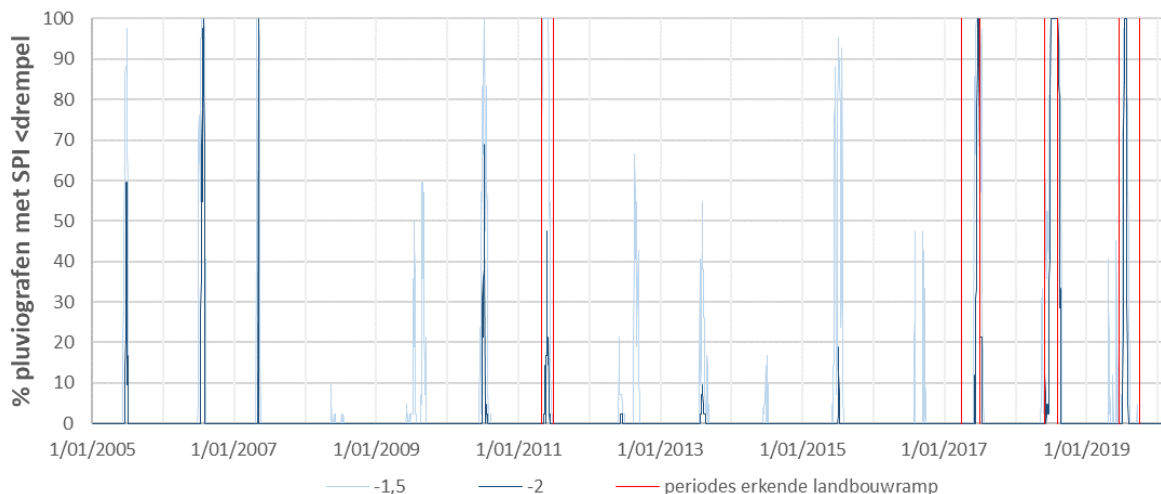
Figuur 16: Validatie van SPEI-12 via vergelijking van % pluviografen met onderschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-pluviografen.

Vergelijking tussen Figuur 14, Figuur 15 en Figuur 16 toont voor SPEI het verschil tussen het gebruik van tijdschalen van 3, 6 en 12 maanden; de langdurigere droogtes zoals die van 2018 geven logischerwijs een hoger % onderschrijdingen voor de langere tijdschalen. Ook 2009 geeft voor 12 maanden een hoger percentage onderschrijdingen, terwijl 2011 een veel lager aantal onderschrijdingen geeft. Vermits dat laatste niet strookt met de ervaringen inzake droogtegevolgen in de landbouw (zie de hoger beschreven periodes van de erkende landbouwrampen) wordt een tijdschaal van 12 maanden als te lang beschouwd

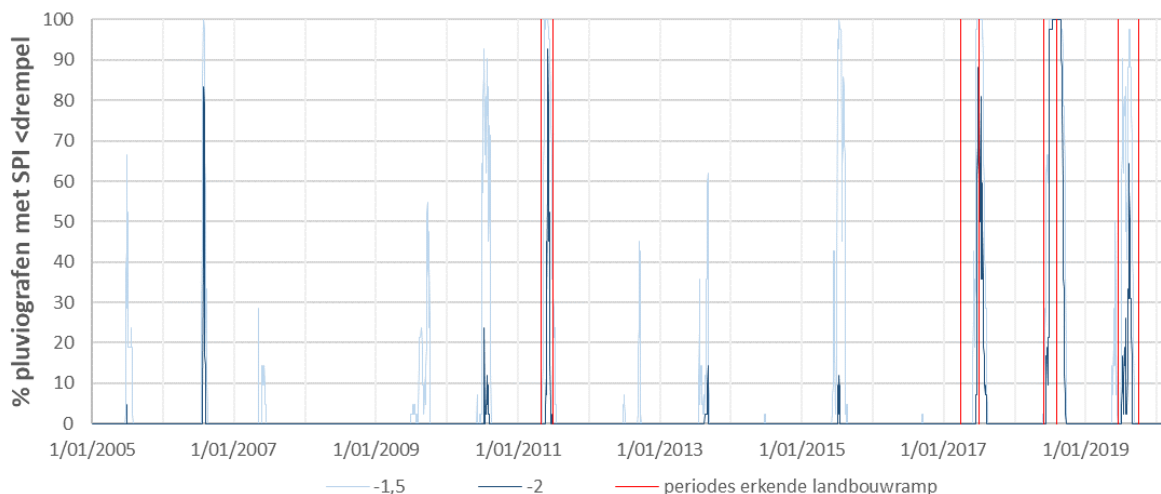
voor het reactief afwegingskader. Bovendien komt de droogte-indicatie duidelijk té laat in de tijd; de droogte-indicatie komt dan vaak pas enkele maanden later tot uiting, afhankelijk van de neerslag en verdamping in de voorafgaandelijke en navolgende maanden. Voor de tijdschaal van 6 maanden blijkt bovendien het aantal onderschrijdingen van de drempelwaarde -1,5 voor 2009 hoger dan voor 2011, wat opnieuw niet strookt met de ervaringen. Daarom wordt **na validatie voorgesteld om enkel met een tijdschaal van 3 maanden te werken. Verder blijkt het nuttig om zowel SPI-3 als SPEI-3 te beschouwen**, omdat op die manier het effect van verdamping afzonderlijk bekeken kan worden. Wat de timing van onderschrijding betreft, komt deze relatief goed overeen met de periodes van de erkende landbouwrampen (alhoewel hierbij dezelfde bedenking gemaakt moet worden als hierna bij de validatie van het doorlopend neerslagtekort):

- Voor droogte van 2019:
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -1,5: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 30/6/2019
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -2: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 10/7/2019
 - o Landbouwramp werd erkend voor 15 juni – 30 september 2019
- Voor droogte van 2018:
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -1,5: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 20/6/2018
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -2: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 27/6/2018
 - o Landbouwramp werd erkend voor 2 juni - 6 augustus 2018
- Voor droogte van 2017:
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -1,5: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 6/6/2017
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -2: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 18/6/2017
 - o Landbouwramp werd erkend voor de periode 1 april - 30 juni 2017
- Voor droogte van 2011:
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -1,5: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 25/5/2011
 - o Bij SPEI-3 drempelwaarde van -2: >10% van pluviograaflocaties onderschrijden de drempel op 14/6/2011
 - o Landbouwramp werd erkend voor de lente

Mogelijk komt het onderschrijden van de drempelwaarde voor droogteniveau 1 wat te laat, omwille van de relatief lange tijdschaal van 3 maanden die beschouwd wordt (blijkt vooral voor 2017 en 2018 het geval). Daarom werden bijkomend ook de tijdschalen van 1 en 2 maanden getest; zie Figuur 17 en Figuur 18. Nu komen er op vele andere, minder geïmpacteerde periodes grote % onderschrijdingen tevoorschijn, ook voor droogteniveau 2. De tijdschaal van 3 maanden blijkt dus effectief meest bruikbaar voor SPI en SPEI als droogte-indicator voor het reactief afwegingskader.



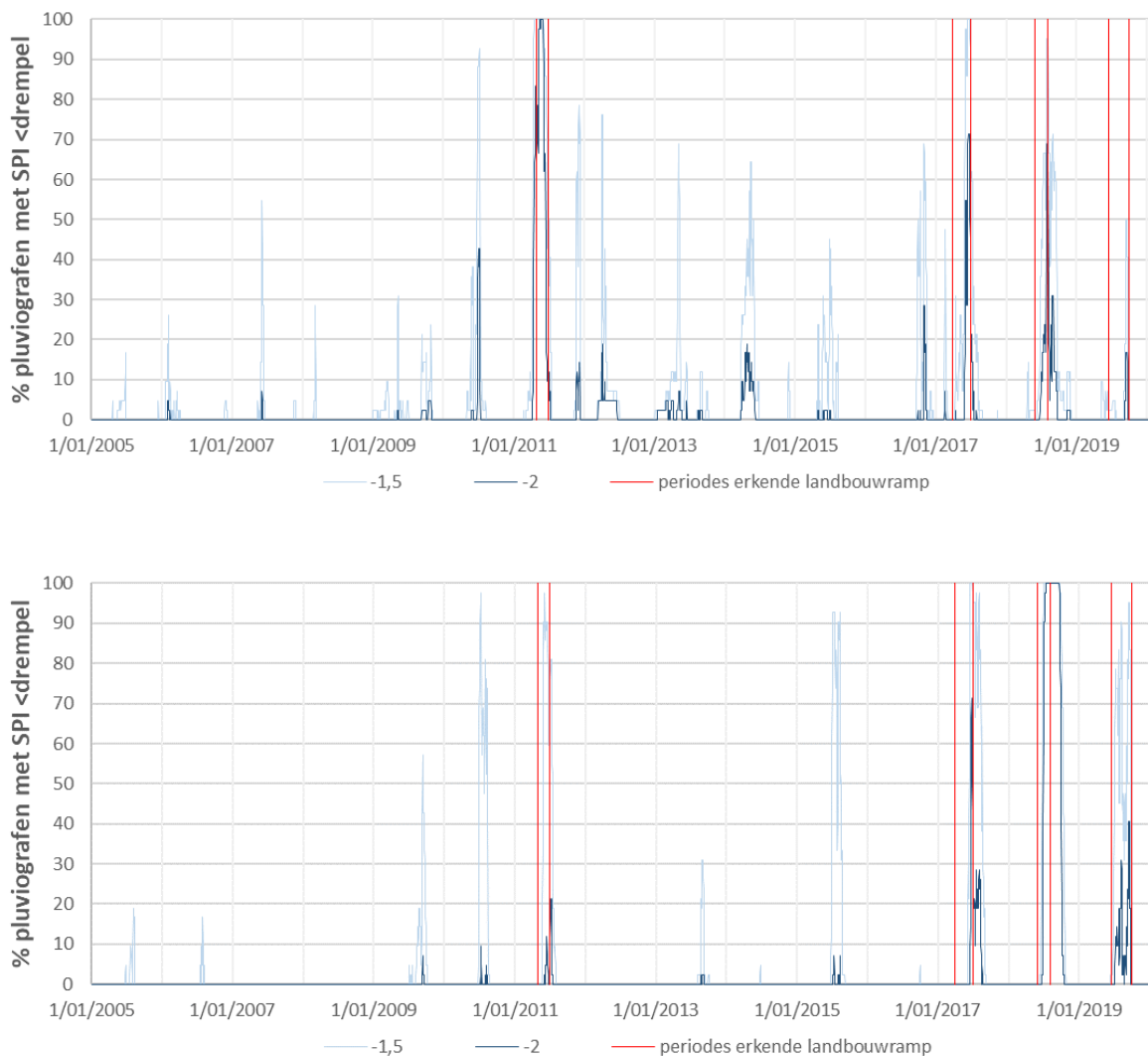
Figuur 17: Validatie van SPEI-1 via vergelijking van % pluviografen met onderschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-pluviografen.



Figuur 18: Validatie van SPEI-2 via vergelijking van % pluviografen met onderschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-pluviografen.

Mogelijk is voor de droogteimpact op terrestrische natuur de tijdschaal van 6 maanden wel nuttig, maar dan dient samen met de belanghebbenden van die sector nagegaan in hoeverre de droogtegevolgen in bijvoorbeeld een jaar als 2009 zich verhouden t.o.v. de droogteimpacten in andere jaren zoals 2011, 2018 en 2019.

Verder blijkt het % overschrijdingen sterk afhankelijk van de referentieperiode die genomen wordt om SPI of SPEI te berekenen. In de hogere grafieken werd de recente periode 2005-2019 als referentieperiode genomen. Ook werden er de metingen voor alle waterinfo-pluviografen beschouwd. Wanneer de referentieperiode wordt verlengd tot de veel langere periode vanaf 1901, maar beperkt tot de metingen in Ukkel, weliswaar na detrending, dan worden de resultaten in Figuur 19 bekomen voor SPI-3 en SPEI-3. Kwalitatief zijn de resultaten gelijkaardig in de zin dat de jaren met het hoogst of laagst aantal overschrijdingen min of meer dezelfde zijn; enkel het % overschrijdingen verhoogt. Dat laatste is logisch aangezien de periode 2005-2019 heel wat extreme droogteperiodes bevat (2011, 2017, 2018, 2019).



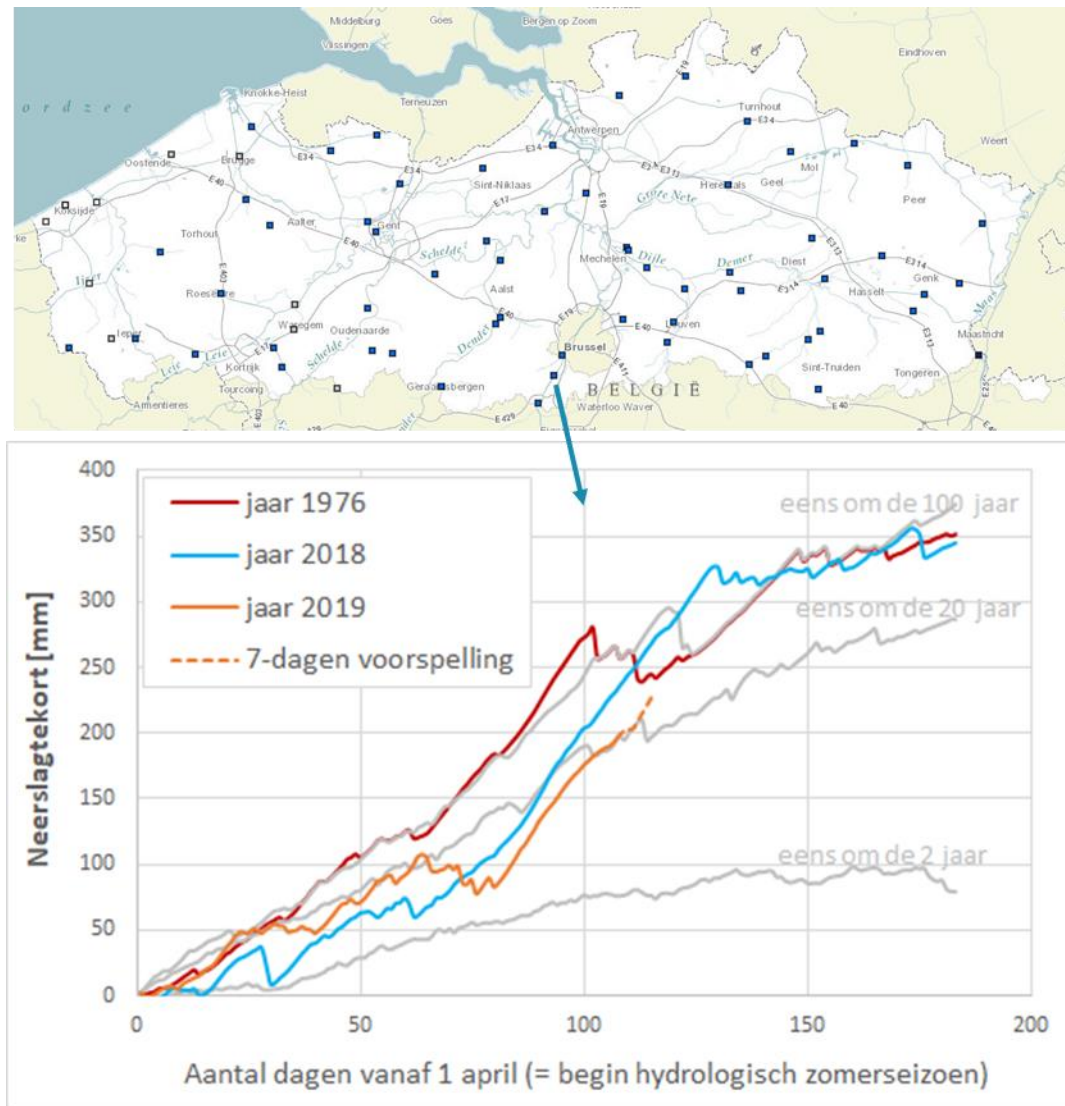
Figuur 19: Validatie van SPI-3 (boven) en SPEI-3 (onder) via vergelijking van % pluviografen met overschrijding van de drempelwaarden -1,5 en -2 met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen), voor alle 43 waterinfo-

pluviografen; referentieperiode nu gewijzigd naar 1901-2019 en SPI-berekening nu enkel gebaseerd op Ukkel.

Doorlopend potentieel neerslagtekort

Het doorlopend potentieel neerslagtekort is een meteorologische droogte-indicator die het gecombineerd effect beschrijft van droogte en hitte. Ze wordt vaak kortweg neerslagtekort of cumulatief neerslagtekort genoemd en werd in Vlaanderen eerder gebruikt in de droogtestudies van Ntegeka et al. (2017) en Willems & Wolfs (2019). Ze werd er berekend door het verschil tussen de gevallen neerslag en de referentiegewasverdamping (ETP) dagelijks te sommeren en dit gedurende het hydrologisch zomerseizoen of groeiseizoen van elk jaar, d.i. van 1 april t.e.m. 30 september. Door deze cumulatieve som dagelijks te plotten versus de tijd wordt voor elke dag in het hydrologische zomerseizoen het neerslagtekort bekomen. Ze is indicatief voor de hoeveelheid neerslag die gewassen tekortkomen om optimaal te groeien. Figuur 20 toont een voorbeeld van het alzo berekende neerslagtekort voor een voorbeeldlocatie in de regio Brussel.

Omdat de neerslag gevallen in de winterperiode en de maanden voorafgaandelijk aan het hydrologisch zomerseizoen een mogelijk belangrijke invloed hebben op de droogtesituatie in de zomermaanden werd de berekening van het neerslagtekort door Willems & Wolfs (2019) uitgebreid tot alle dagen van het jaar. Dit gebeurde via dezelfde werkwijze als hiervoor beschreven voor het hydrologisch zomerseizoen, maar de berekening wordt niet telkens afgebroken aan het eind van het hydrologisch zomerseizoen, maar loopt continu door over de jaren heen. Via de continue berekening ontstaat er wel het probleem dat het continu doorlopend neerslagtekort niet noodzakelijk aansluit bij het afzonderlijk per hydrologisch zomerseizoen berekende neerslagtekort; het continu doorlopend neerslagtekort kan cumuleren tot systematisch toenemende of systematisch afnemende hoeveelheden over de jaren heen. Om dit probleem te voorkomen werden door Willems & Wolfs (2019) correctiefactoren toegepast op de gesommeerde neerslag – ETP verschilwaarden; deze factoren werden zodanig gekalibreerd dat beste aansluiting werd bekomen van het continu doorlopend neerslagtekort met de afzonderlijk per hydrologisch zomerseizoen berekende neerslagtekorten, en dit over de verschillende jaren heen.



Figuur 20: (Boven): Locaties met real-time pluviograafmetingen beschikbaar via Waterinfo.be; (Onder:) Doorlopend potentieel neerslagtekort, berekend voor het hydrologisch zomerseizoen voor een voorbeeldlocatie in regio Brussel, met statistieken voor Ukkel o.b.v. waarnemingen van de laatste 120 jaar en de waarden voor 1976, 2018, 2019, en voorbeeld van hoe een 7-dagen voorspelling eruit kan zien (naar Willems & Wolfs, 2019).

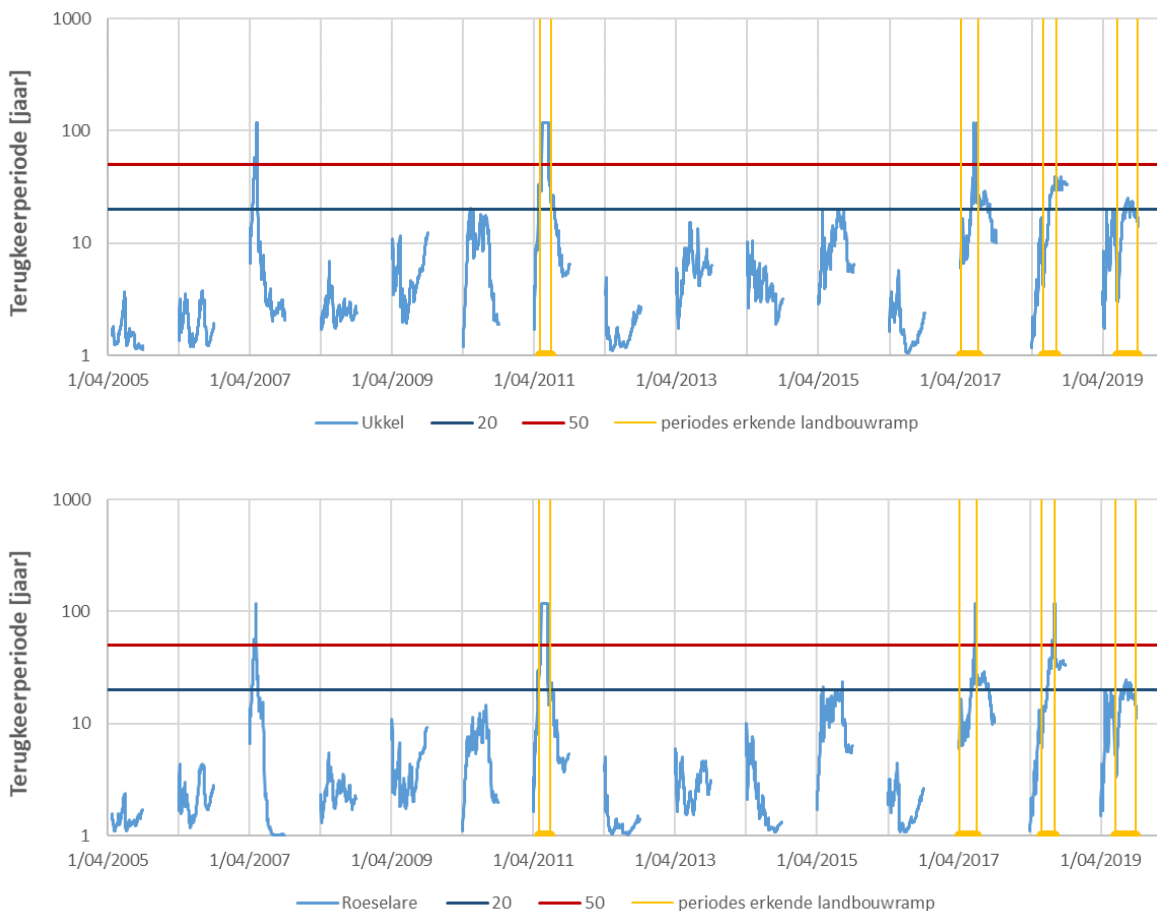
Door Willems & Wolfs (2019) werden lange-termijnstatistieken afgeleid voor het **neerslagtekort en dit voor alle dagen in het hydrologisch zomerseizoen**. De berekening werd in deze opdracht uitgebreid tot **alle pluviograaflocaties met neerslagwaarnemingen die in real-time worden weergegeven op waterinfo.be** (dus dezelfde locaties als voor de SP(E)-indicator; zie de locaties ook in Figuur 20). Op die manier kan voor elke dag in real time de terugkeerperiode van het neerslagtekort bepaald worden; zie voorbeeld in Figuur 20. Zo had in de zomer van 2018 het neerslagtekort in Vlaanderen bij benadering een terugkeerperiode van 40 jaar (ze deed zich de afgelopen 120 jaar driemaal voor: in 1921, 1976 en 2018),

in de zomer van 2019 was dat afgerond 20 jaar en in de lente en het begin van de zomer 2017 was dat ook afgerond 25 jaar.

In het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) wordt voor het neerslagtekort een drempelwaarde 10% gebruikt voor het overschrijdingspercentage om de overgang te bepalen tussen status “geel” en status “oranje” en 5% voor de overgang tussen status “oranje” en status “rood”. Ook het ILVO gebruikt deze drempelwaarden: 10% voor uitzonderlijke droogte en 5% voor zeer uitzonderlijke droogte. Er kan geen rechtstreekse link gelegd worden tussen deze percentages en de terugkeerperiode; die link hangt immers af van de persistentie in de tijd in het voorkomen van droge dagen. Indien het per zomer bekeken wordt, en de zomers onafhankelijk van elkaar beschouwd worden, zou 10% betekenen 1 keer op de 10 jaar, dus een terugkeerperiode van 10 jaar. 5% zou in dat geval overeenkomen met een terugkeerperiode van 20 jaar.

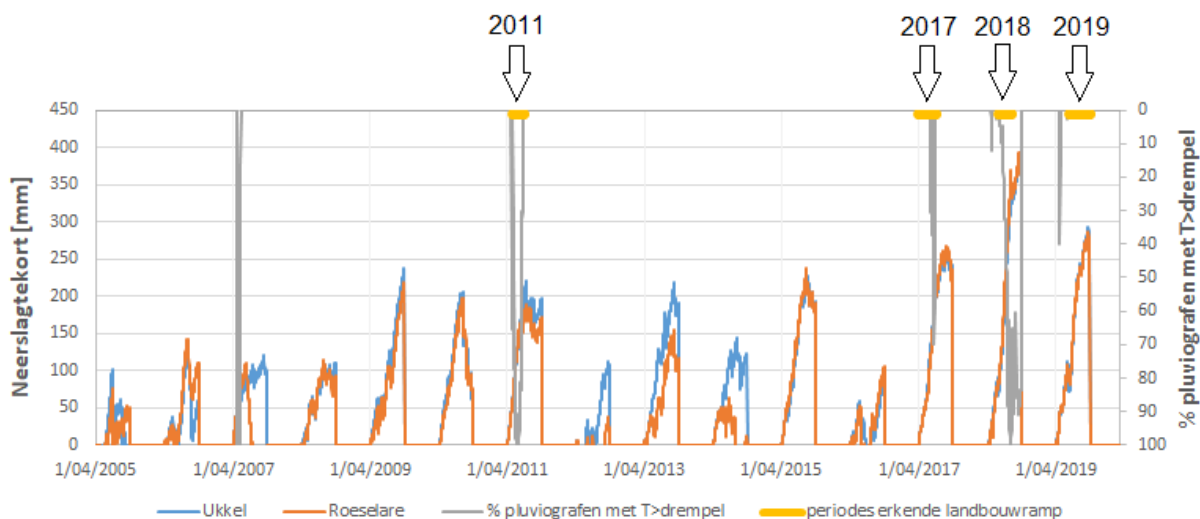
Op basis van deze ervaringen met de neerslagtekort-indicator tijdens de voorgaande droge zomers (zie hiervoor) wordt voorgesteld om als **drempelwaarden voor het neerslagtekort een terugkeerperiode van 20 jaar te gebruiken voor droogteniveau 1 en een terugkeerperiode van 50 jaar voor droogteniveau 2**. Deze zijn hierna verder gevalideerd via een gelijkaardige methode als voor SPI/SPEI. Om dezelfde reden als bij SPI/SPEI, werden ook hier de erkende landbouwrampen als referentie-informatie gebruikt.

In Figuur 21 wordt het tijdsverloop getoond van de terugkeerperiode van het doorlopend potentieel neerslagtekort berekend per hydrologisch zomerseizoen voor de voorbeeldlocaties Ukkel en Roeselare. In 2007, 2011, 2017, 2018 en 2019 werd de drempel terugkeerperiode van 20 jaar die hiervoor werd voorgesteld voor droogteniveau 1 overschreden. In 2007, 2011 en 2018 werd ook de drempel terugkeerperiode van 50 jaar die hiervoor werd voorgesteld voor droogteniveau 2 overschreden. De periode van overschrijding komt voor 2011 goed en voor 2018 relatief goed overeen met de periode waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen). Voor 2017 was de overschrijding pas tegen het einde van de periode erkend als landbouwramp. Voor 2019 werd de zomer ook erkend als landbouwramp maar werd droogteniveau 2 niet overschreden; de erkenning van deze ramp is echter niet volledig verklaard door de droogte maar ook door zonnebrand.



Figuur 21: Tijdsverloop van de terugkeerperiode van het doorlopend potentieel neerslagtekort per hydrologisch zomerseizoen voor Ukkel en Roeselare, en validatie van de overschrijdingen van de drempelwaarden van 20 en 50 jaar met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen).

Figuur 22 toont dat bij het gebruik van een drempelwaarde van 30 jaar voor de terugkeerperiode van het neerslagtekort, de periodes van de erkende landbouwrampen overeenkomen met de periodes waarbij het neerslagtekort voor een groot aantal van de Vlaamse pluviograaflocaties de drempel overschrijden. Voor de droogte van 2018, wanneer de schade het grootst was, is dat percentage effectief groot (tot 100%). Ook voor 2011 is dat percentage hoog (tot 100%) maar gedurende een kortere periode. Voor 2017 is dat percentage lager (tot 60%); vooral in West- en Oost-Vlaanderen. Ook voor 2019 is dat percentage tot 60% maar beperkt tot april. In 2019 is er effectief landbouwschade opgetreden, maar beduidend minder dan in 2018 en 2011. Naast 2011, 2017, 2018 en 2019 had ook 2007 overschrijdingen van de beschouwde drempel tijdens de extreem droge aprilmaand, maar die is gevolgd door regen daarna, waardoor de landbouwschade beperkt bleef.



Figuur 22: Validatie van het doorlopend potentieel neerslagtekort per hydrologisch zomerseizoen via vergelijking % waterinfo-pluviografen met terugkeerperiode neerslagtekort > 30 jaar met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen).

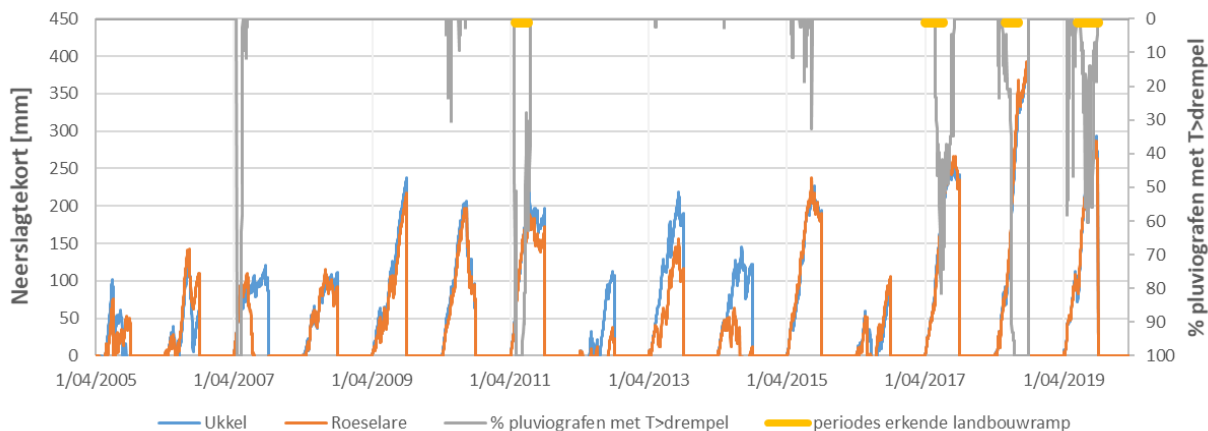
Wanneer de drempelwaarde voor de terugkeerperiode wordt verlaagd van 30 jaar naar 20 jaar, en verhoogd tot 50 jaar, worden de resultaten van Figuur 23 en Figuur 24 bekomen. Bij het verlagen van de drempelwaarde van 30 naar 20 jaar zijn er veel meer periodes waarvoor de terugkeerperiode van het neerslagtekort minstens tijdelijk en plaatselijk de drempelwaarde overschrijden. Naast 2011, 2017, 2018 en 2019 geven nu ook 2007, 2015 en in mindere mate 2010 overschrijdingen. De vraag stelt zich of de overschrijding van de drempel zich nu niet te vaak voordoet. De drempelwaarde van 20 jaar werd hiervoor voorgesteld als drempelwaarde voor droogteniveau 1, wat overeenkomt met dreigende waterschaarste, maar nog niet noodzakelijk tot effectieve waterschaarste. Wanneer de drempel-terugkeerperiode wordt verhoogd, verschuift de overschrijding van de drempel later in de tijd, mogelijk te laat om als indicator voor dreigende waterschaarste dienst te doen. Voor de vier erkende landbouwrampen komt de start van de periodes die erkend werden als ramp voor een drempel-terugkeerperiode van 20 jaar dicht bij het tijdstip waarbij de drempel wordt overschreden voor heel wat locaties. Voor 30 jaar komt die typisch wat later:

- Voor droogte van 2019:
 - o Bij drempel-terugkeerperiode van 20 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 20/4/2019 en opnieuw op 10/7/2019
 - o Bij drempel-terugkeerperiode van 30 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 21/4/2019
 - o Landbouwramp werd erkend voor 15 juni – 30 september 2019
- Voor droogte van 2018:
 - o Bij drempel-terugkeerperiode van 20 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 20/5/2018

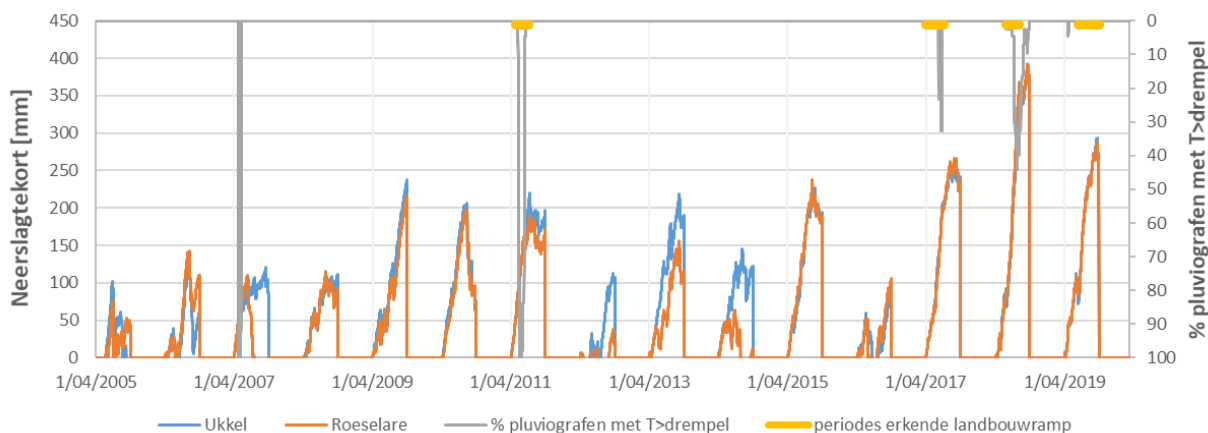
- Bij drempel-terugkeerperiode van 30 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 21/6/2018
- Landbouwramp werd erkend voor 2 juni - 6 augustus 2018
- Voor droogte van 2017:
 - Bij drempel-terugkeerperiode van 20 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 26/5/2017
 - Bij drempel-terugkeerperiode van 30 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 31/5/2017
 - Landbouwramp werd erkend voor de periode 1 april – 30 juni 2017
- Voor droogte van 2011:
 - Bij drempel-terugkeerperiode van 20 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 24/4/2011
 - Bij drempel-terugkeerperiode van 30 jaar: >10% van pluviograaflocaties overschrijden de drempel op 8/4/2011
 - Landbouwramp werd erkend voor de lente

Bij deze laatste beschouwing dienen wij er wel mee rekening te houden dat de periode van de erkende landbouwramp in 2018 preciezer afgebakend is; terwijl dat voor 2011 en 2017 ruwer is (op basis van het volledig seizoen of op maandbasis). Ook is het belangrijk om er mee rekening te houden dat de periodes van de landbouwrampen, erkend op basis van het advies van het KMI, gebaseerd zijn op een statistische analyse van de neerslaghoeveelheden die geen rekening houdt met verdamping. Dit maakt dat de periodes van werkelijke landbouwschade wat kunnen afwijken van die periodes. De ervaringen van de belanghebbenden van de sector landbouw zijn in deze dus belangrijk. Het CIW Evaluatierapport droogte 2017 maakt melding van sterk dalende bodemvochtgehalten vooral vanaf begin juni. Dit laatste komt beter overeen met de periode waarvoor de drempel wordt overschreden dan de periode vanaf april voor de erkende landbouwramp.

Voor een drempel-terugkeerperiode van 50 jaar is het % overschrijding voor 2017 en 2019 veel beperkter. Deze drempelwaarde werd hiervoor voorgesteld voor droogteniveau 2, wat overeenkomt met effectieve droogteschade. Voor de erkende landbouwrampen van 2011 en 2018 was er op meer dan 50% van de pluviograaflocaties overschrijding van die drempel. Voor die jaren was er effectief grote landbouwschade (zie hiervoor: meer dan 30% van het gemiddeld jaarproductieverlies). De drempelwaarden van 50 jaar voor droogteniveau 2 is dus OK.



Figuur 23: Validatie van het doorlopend potentieel neerslagtekort per hydrologisch zomerseizoen via vergelijking % waterinfo-pluviografen met terugkeerperiode neerslagtekort > 20 jaar, met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen).



Figuur 24: Validatie van het doorlopend potentieel neerslagtekort per hydrologisch zomerseizoen via % waterinfo-pluviografen met terugkeerperiode neerslagtekort > 50 jaar, met de periodes waarin belangrijke landbouwschade zich voordeed (erkende landbouwrampen).

Gecombineerde droogte-indicator

In het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) wordt voor het bepalen van status groen-geel-oranje-rood verschillende droogte-indicatoren gebruikt (zie Figuur 25), waaronder de gecombineerde droogte-indicator (GDI) van VMM. Deze laatste combineert SPI-1, SPI-3 en het neerslagtekort (zie ook Figuur 25) en wordt berekend o.b.v. de meteorologische metingen van VMM³.

³ zie https://www.waterinfo.be/default.aspx?path=NL/Algemene_Info/Help_droogte voor details

De status wordt ook berekend per bekken; een bepaalde status wordt toegekend wanneer minstens één derde van de puntlocaties in het bekken de drempelwaarden overschrijdt.

Verantwoordelijk:			WL	VMM	VMM	VMM	VMM	KM I	KM I	KM I	KM I	ILVO	ILVO	ILVO
Status	Beschrijving	Mogelijke maatregelen	Q (7dagen)	*Gecombineerde droogte-indicator	Relatieve grondwaterindicator voor impact van droogte op vegetatie	Gecombineerde grondwaterindicator voor impact van droogte op kleinschalige watervoorziening	Geleidbaarheid als indicator voor verzilting	SPI -1	SPI -3	SPI -6	SPI -12	SPEI 1	SPEI 3	Cumulatief neerslagtekort
groen	Normaal	geen	> Q90	SPI-1 > -2 EN SPI-3 > -1.5	Niet voldaan aan condities voor geel, oranje of rood.	Niet voldaan aan condities voor geel, oranje of rood.	<25% van de meetpunten > 2.000 µS/cm	> 1.0	> 1.0	> 1.0	> 1.0	> -1.0	> -1.0	< P75
geel	Droog	Waarschuwing, vrijwillige water beperkingen, preventieve maatregelen	P90>Q dag>P95	SPI-1 ≤ -2 OF SPI-3 ≤ -1.5	>50% peilputten minstens de voorbije 14 dagen onder "relatieve" P30	>50% peilputten onder "relatieve" én "absolute" P30	>25% van de meetpunten > 2.000 µS/cm	- 1.0 tot - 1.5	- 1.0 tot - 1.5	- 1.0 tot - 1.5	- 1.0 tot - 1.5	-1.0 tot - 1.5	-1.0 tot - 1.5	Overschrijding P75
oranje	Erg droog	Verplichte water beperkingen	P95>Q dag>P99	SPI-1 ≤ -2 OF SPI-3 ≤ -1.5 EN overschrijdingspercentiel neerslagtekort ≤ 10	>50% peilputten minstens de voorbije 14 dagen onder "relatieve" P20	>50% peilputten onder "relatieve" én "absolute" P20	>25% van de meetpunten > 4.000 µS/cm	- 1.5 tot - 2.0	- 1.5 tot - 2.0	- 1.5 tot - 2.0	- 1.5 tot - 2.0	-1.5 tot - 2.0	-1.5 tot - 2.0	Overschrijding P90
rood	Extreem droog	Uitzonderlijke beperkingen	Q dag<P99	SPI-1 ≤ -2 OF SPI-3 ≤ -1.5 EN overschrijdingspercentiel neerslagtekort ≤ 5	>50% peilputten minstens de voorbije 14 dagen onder "relatieve" P10	>50% peilputten onder "relatieve" én "absolute" P10	>25% van de meetpunten > 8.000 µS/cm	< - 2.0	< - 2.0	< - 2.0	< - 2.0	< - 2.0	< - 2.0	Overschrijding P95

Figuur 25: Droogte-indicatoren gebruikt in het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) voor het bepalen van status groen-geel-oranje-rood.

Deze gecombineerde droogte-indicator was bedoeld om in de geest van het EDO (zie later) een gecombineerde indicator te gebruiken, maar past niet echt in de indicatorset die hier voorligt. Het principe om op basis van verschillende indicatoren tot een algemene inschatting van de globale droogtestatus te komen blijft iets om over na te denken, maar de vorige jaren is gebleken dat zulke overkoepelende droogteklasse/toestandsniveau belangrijke tekortkomingen heeft. Deze indicator wordt daarom niet weerhouden.

Er zijn ook nog een aantal andere gecombineerde droogte-indicatoren gebaseerd op meteorologische gegevens zoals de multivariate standardized drought index (MSDI) (Hao & Aghakouchak, 2013), maar daar is in Vlaanderen nog weinig tot geen ervaring mee en werden daarom niet geselecteerd.

Real-time voorspellingen

Al de vorige weerhouden meteorologische droogte-indicatoren kunnen in real-time bepaald worden op basis van de meteorologische waarnemingen, maar kunnen ook in real time voorspeld worden voor de komende dagen op basis van weersvoorspellingen. VMM maakt bijvoorbeeld hiervoor gebruik van de

ensemble 10-dagen voorspellingen van het KMI⁴. Omdat 10-dagen relatief kort is in een reactieve droogtecontext en omdat het KMI ook voorspellingen tot 46 dagen vooruit kan aanleveren (gebaseerd op ECMWF-voorspellingen), wordt hier voorgesteld om de meteorologische droogte-indicatoren in **real-time 46-dagen vooruit te extrapoleren en daarbij ook een onzekerheidsinschatting te maken** via de ECMWF-ensemble voorspellingen. Voor de real-time voorspelling van de droogtetoestand voor de provincie Limburg levert het KMI 2 maal daags neerslagvoorspellingen 15 dagen vooruit (middenlange-termijn-voorspellingen) en 2 maal per week voorspellingen 46 dagen vooruit (lange-termijn-voorspellingen).

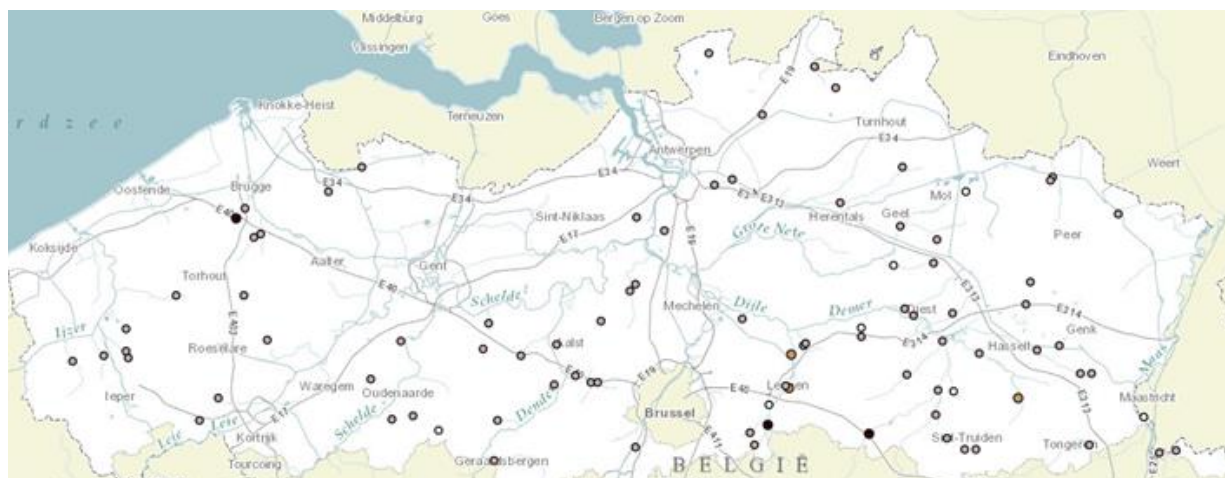
4.2.3. Hydro(geo)logische waterschaarste-indicatoren

Debiet waterlopen

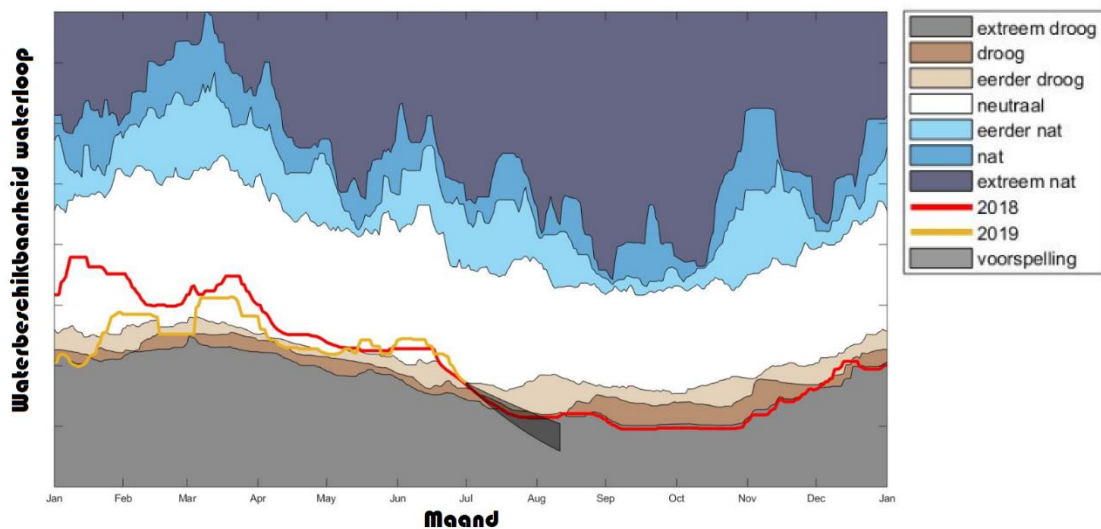
Het waterloopdebiet is een goede indicator voor toepassingen die afhankelijk zijn van waterloopponttrekkingen en voor het aquatisch ecologisch leven in de waterloop. Net zoals bij de meteorologische droogte-indicatoren kunnen o.b.v. lange-termijn tijdreeksen van het dagdebiet lange-termijn statistieken afgeleid worden, zoals percentielen of debieten bij bepaalde terugkeerperioden. Eén gestandaardiseerde indicator die gelijkaardig werkt als de SPI voor neerslag, maar dan voor waterloopdebieten en dit uitgemiddeld over verschillende tijdschalen is de Standardized Streamflow Index (SSI).

Een overzicht van de locaties waar waterloopdebieten worden gemeten door de Vlaamse Milieumaatschappij en het Hydrologisch Informatiecentrum (HIC) is te vinden op waterinfo.be (zie Figuur 26 voor de locaties). Voor de meeste van deze debietmeetstations zijn lange-termijn tijdreeksen van debietmeetwaarden beschikbaar. Ter hoogte van de andere locaties langs het waterloppennetwerk kunnen de waterloopdebieten afgeleid worden door interpolatie van de beschikbare debietmeetreeksen, bv. proportioneel met de toevoerende stroomgebiedsoppervlakte, of beter via hydrologische modelsimulaties. In Vlaanderen zijn voor de meeste deelstroomgebieden conceptuele neerslagafvoermodellen beschikbaar die daarvoor gebruikt kunnen worden. Deze zijn helaas niet altijd gekalibreerd en gevalideerd met het oog op gebruik voor laagwatertoepassingen. Bij het WL gebeurde dit wel al voor de modellen NAM, PDM en VHM; idem PDM i.o.v. VMM. In de droogtestudie voor provincie Limburg werden o.b.v. het model PDM specifiek voor laagwatertoepassingen conceptuele neerslagafvoermodellen gekalibreerd en gevalideerd voor elk van de deelstroomgebieden van de provincie. Door de gesimuleerde dagdebieten topografisch ruimtelijk te verdelen over het waterloppennetwerk werden voor elk punt van het waterloppennetwerk tijdreeksen van dagdebieten bekomen. Figuur 27 toont een voorbeeld van de statistische analyse op deze waterloopdebieten. Dergelijke resultaten kunnen per locatie getoond en geëvalueerd worden, of ruimtelijk variabel langs het waterloppennetwerk, of geaggregeerd bv. via % waterlooplocaties die zich in een bepaalde toestand bevinden (zie voorbeelden Figuur 28 en Figuur 29).

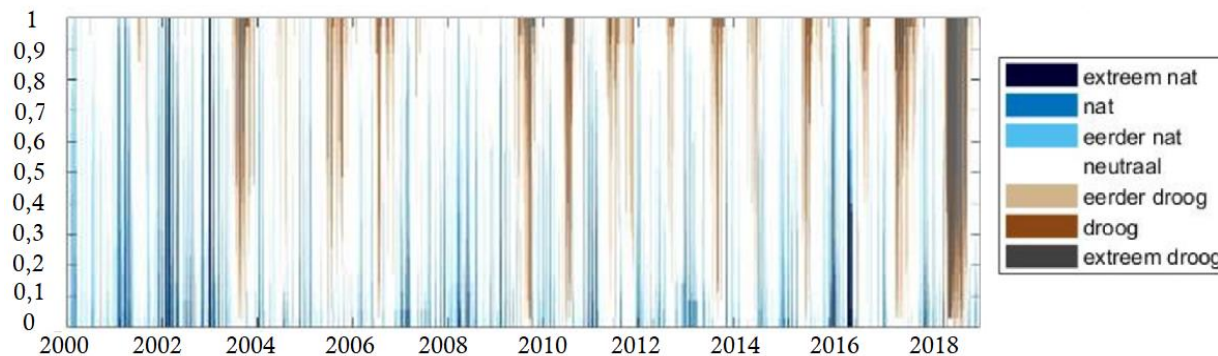
⁴ zie ook <https://www.meteo.be/nl/weer/verwachtingen/droogte>



Figuur 26: Debietmeetlocaties op waterinfo.be.



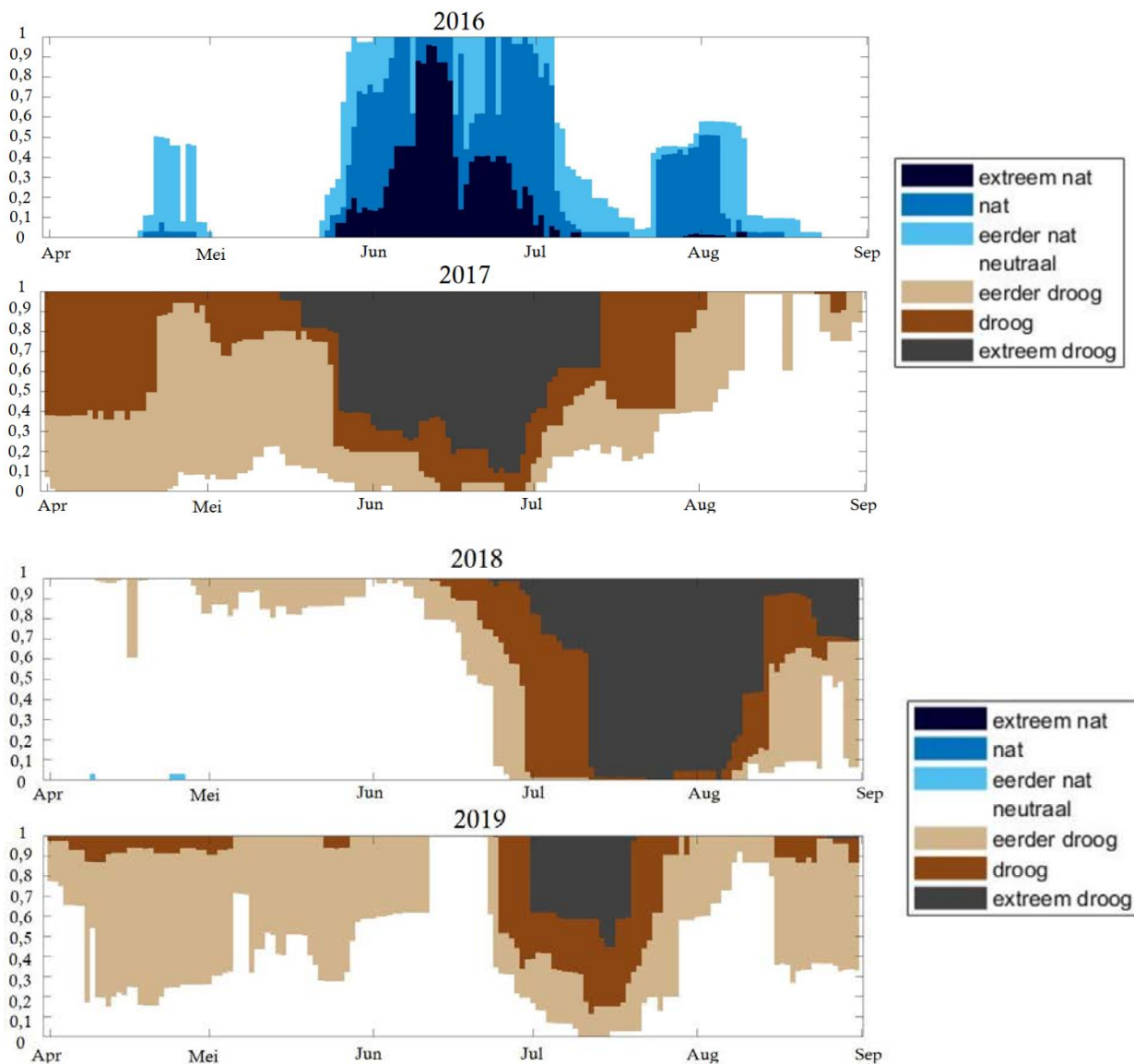
Figuur 27: Waterloopdebieten op een welbepaalde waterlooplocatie voor 2018 en 2019 o.b.v. een gecombineerde data- en modelgebaseerde methode en vergelijking met langetermijnstatistieken + voorbeeld van hoe de resultaten van een real-time 30-dagen voorspelling eruit kan zien.



Figuur 28: Fracties waterlooplocaties waar de waterloopdebeten zich bevinden in een toestand van extreem droog naar extreem nat, voor alle onbevaarbare waterlopen in de provincie Limburg, op dagbasis voor de periode januari 2000 t.e.m. maart 2019.

De neerslagafvoermodellen kunnen ook in real-time gebruikt worden om voorspellingen te maken van het waterloopdebiet voor de komende X dagen, samen met de onzekerheid, dit door het simuleren in de modellen van meteorologische voorspellingen, zie Figuur 27 voor een voorbeeld. De ensemble 10-dagen voorspellingen van het KMI (zie bij meteorologische droogte-indicatoren) kunnen hier opnieuw voor gebruikt worden.

Voor de provincie Limburg zijn deze neerslagafvoermodellen dus reeds beschikbaar. Voor de andere stroomgebieden kunnen ze ook afgeleid worden, of wij kunnen gebruik maken van de neerslagafvoermodellen zoals die momenteel zowel voor VMM als het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) worden gekalibreerd. Voor VMM gebeurt dat via de lopende opdracht van IMDC, KU Leuven & Sumaqua rond de ontwikkeling van een hydrologisch droogtemodel. Voor het WL gebeurt dat in de lopende opdracht van Sumaqua & IMDC rond de kalibratie en validatie van de modellen NAM, PDM, VHM & Wetspa voor toepassingen langs de bevaarbare waterlopen. Deze modellen kunnen ook gebruikt worden om het oppervlaktewateraanbod te begroten, na kalibratie en validatie, zoals hierna verder toegelicht in het deel [Bouwstenen voor afweging – Waterbalansen](#).



Figuur 29: % waterlooplocaties waar de waterloopgebieden zich bevinden in een toestand van extreem droog naar extreem nat, voor alle onbevaarbare waterlopen in de provincie Limburg, op dagbasis voor de hydrologische zomerperioden van 2016-2017-2018-2019.

Het laagwaterdebiet kan berekend worden bij verschillende tijdschalen: gemiddeld over de afgelopen dag, 7 dagen, 14 dagen, maand, ... Het WL/HIC berekent operationeel per bekken het 7-dagen debiet o.b.v. een debietmeetpost met een voldoende lange tijdreeks en min of meer natuurlijk bepaalde afvoer (behalve voor de bekkens Brugse Polders, Gentse Kanalen en Benedenschelde).

Tijdens laagwaterperioden verandert het waterloopdebiet niet sterk in de tijd; er zijn dan trage dalingen (met typisch exponentieel recessief gedrag). Het gebruik van het dagdebiet of debiet uitgemiddeld over enkele dagen maakt dus weinig verschil. Om de invloed van tijdelijke meetonauwkeurigheden tijdens

laagwater te beperken wordt hier voorgesteld om de aanpak van het WL/HIC te volgen: **gebruik van het 7-dagen debiet als waterloopdebiet-indicator en dit per waterloopsegment en alle segmenten waar dergelijke debieten op basis van de real-time debietmetingen ingeschat kunnen worden via interpolatie, tenzij hieronder bij de specifieke drempelwaarden anders vermeld wordt. Voor Limburg gebeurt de interpolatie (en ook de extrapolatie voor de waterloopsegmenten buiten de debietmeetlocaties) via het recent opgebouwde oppervlaktewatermodel. Voor de rest van Vlaanderen gebeurt de interpolatie voorlopig vereenvoudigd, proportioneel met de toevoerende neerslagafstromingsoppervlakte. Later kan dit verfijnd worden o.b.v. de hydrologische modellen zoals hiervoor vermeld.**

De drempelwaarden voor het waterloopdebiet hangen sterk af van de toepassing.

Het WL gebruikt voor het 7-dagen debiet de 90-, 95- en 99-percentielen. Deze waarden zijn ook opgenomen in het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019; zie Figuur 25): 90 voor de overgang tussen status “groen” en “geel”, 95 tussen “geel” en “oranje” en 99 tussen “oranje” en “rood”.

Het EDO (European Drought Observatory) maakt gebruik van een laagwaterindex, waarbij de 50- en 75-percentielwaarden het onderscheid maken tussen medium – high – very high hazard.

Langs de bevaarbare waterlopen werden in de loop van de zomer van 2018 (periode 1 juli – 30 november) op zo goed als alle waterwegen, behalve de Leie en Maas, nieuwe minimale dagafvoeren voor de tijd van het jaar gemeten. Voor de meetreeksen die teruggaan tot 1976, bleek enkel 1976 nog lagere afvoeren te hebben, al is voor de Demer, Zeeschelde en Zenne het verschil zeer klein. Voor de onverdeelde Maasafvoer is 1976 veel duidelijker het absolute recordjaar; vanaf einde juli tot november schommelde de Maasafvoer rond de 90-percentielwaarde. Ook langs de onbevaarbare waterlopen daalden de afvoeren vanaf begin april 2018 gestaag om begin juli op veel plaatsen de laagste debietwaarden te bereiken sinds de start van de metingen. Gedurende de hele maand juli bleven de debieten overal in Vlaanderen historisch laag.

In 2019 deden zich vanaf eind juni tot eind september weinig perioden voor met aanhoudende neerslag. In combinatie met de normale afname van de debieten in de zomer en de reeds lage basisdebieten leidde dat op veel locaties in Vlaanderen tot historisch lage waterstanden en debieten in de onbevaarbare waterlopen, of droogval van waterlopen die afhankelijk zijn van een brondebiet waar zich normaal geen droogval voordoet. Na regenbuien stegen de debieten slechts kortstondig en de regen had nauwelijks effect op het basisdebiet. Vanaf eind september begonnen de basisdebieten opnieuw te stijgen. Ook langs de bevaarbare waterlopen waren in het laagwaterseizoen van 2019 de afvoeren (heel) laag. In april 2019 lagen ze grosso modo tussen de 90- en 75-percentielwaarden. Tijdens de zomer kon het opgelopen afvoertekort niet worden opgehaald. Tegen het einde van het groeiseizoen (eind september) waren voor een heel aantal locaties de afvoeren dan ook lager dan ooit sinds het begin van de metingen, met de nodige effecten. Voor de onverdeelde Maasafvoer was de afvoer in 2019 in heel de maand september (tot aan de laatste week, wanneer er neerslag viel) lager dan 50 m³/s. Dat was niet voorgevallen in 2017 of 2018.

Hierna worden de analyse en het voorstel van drempelwaarden gegeven voor de verschillende toepassingen en problematieken waarvoor het waterloopdebiet hier als indicator voorgesteld wordt.

Drempelwaarden debiet – onvoldoende waterinnamemogelijkheid

In het deel [Bouwstenen voor afweging – Waterbalansen](#) (zie verder) werd voor elk waterloopsegment en voor alle waterinnames door landbouw, industrie, drinkwatermaatschappijen, natuurgebieden en recreatie de watervraag (innamedebiet) bepaald. **Optelling van alle innamedebieten per waterloopsegment geeft het drempeldebiet beneden dewelke de betrokken sectoren te kampen hebben met waterschaarste door onvoldoende waterinnamemogelijkheid.** Deze drempelwaarden zijn hierna bij de modellering van de waterbalansen voor elk van de Vlaamse waterloopsegmenten en deelstroomgebieden berekend. Voor waterverbruikers die naast waterinname water terug in de waterloop lozen wordt met het netto onttrokken debiet gerekend.

Voor de Haven van Antwerpen wordt het Antwerpse kanaal – de haven op rechteroever achter de sluizen – die tevens een netto verbruiker van water is (door de schuttingen aan de sluizen en de industriële waterinnames) hierbij ook beschouwd als een waterloopsegment met bijhorende drempelwaarde voor het debiet. Indien er gedurende meerdere dagen tijdens periodes van doortijd (lage waterstanden op de Schelde) geen debiet uit het Albertkanaal (de grootste “leverancier” van zoet water voor de haven) toekomt, dan kan dit immers de normale werking van de haven hypothekeren.

Voor de polderwaterlopen wordt een analoge aanpak gevolgd, maar wordt er niet met de debieten maar met de waterpeilen gewerkt (zie verder bij [Waterpeil waterlopen en kanalen](#)).

De voorgestelde aanpak o.b.v. de gemiddelde vergunde en gemelde volumes heeft het nadeel dat er geen rekening wordt gehouden met eventuele sterke tijdsvariaties zoals piekverbruiken tijdens droge zomerperiodes. Bij de inname voor spaarbekkens bijvoorbeeld kan het zijn dat er voldoende water beschikbaar is om een gemiddelde inname te doen, maar niet voldoende om – binnen het beschikbare vergunde volume – aan de piekverbruiken te voldoen. Voor de drinkwatermaatschappijen wordt er echter met bijkomende sectorspecifieke waterbeschikbaarheidsindicatoren gewerkt (zie verder bij [Drinkwatermaatschappijen](#)) die met dergelijke tijdsvariaties rekening houden. Ook bij bepaalde bedrijven zijn de piekverbruiken tijdens droogteperiodes soms groter dan het gemiddeld verbruik. Dat kan soms oplopen tot +50%, bv. wanneer de waterinname wordt gebruikt voor stofbeheersing wat een droogte-gerelateerde toepassing is. Wanneer zulke tijdsvariatie in waterverbruik of zulke piekverbruiken gekend zijn, wordt er rekening mee gehouden. Voor bedrijven met een continue debietsregistratie om de geloosde debieten afvalwater te rapporteren wordt er via die gegevens rekening gehouden met de tijdsvariatie in verbruiksdebieten. Het gaat om de bedrijven die bedrijfsafvalwater lozen met een debiet van 100 m³ per uur (voor bedrijfsafvalwater zonder gevaarlijke stoffen) of 50 m³ per uur (voor bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen); aan deze bedrijven wordt via de vergunning een continue debietmeting opgelegd in het zelfcontroleprogramma (Vlaem artikel 4.2.5.2 en 4.2.5.3; zie ook hierna bij [Industrie](#)). Voor bedrijven waarvoor zulke debietmeting of de tijdsvariatie in verbruiksdebieten niet bekend is, werd er voorlopig met de tijdsgemiddelde onttrekkingsdebieten gewerkt, maar met de mogelijkheid tot verdere verfijning later wanneer bijkomende gegevens ter beschikking komen. Verder hebben sommige bedrijven geen verbruikslimiet in hun vergunning staan, maar moeten dit toch melden.

Gelinkt aan de inname van oppervlaktewater door de drinkwatermaatschappijen De Watergroep en water-link worden ook enkele afzonderlijke drempelwaarden voor die maatschappijen meegenomen als indicator:

- De Watergroep – De Gavers: De oppervlaktewaterwinning gebeurt hier vanuit het kanaal Bossuit-Kortrijk, wat volledig gevoed wordt door de Schelde. Aangezien er geen buffercapaciteit is in De Gavers is het debiet van de Schelde hier indicatief voor de waterbeschikbaarheid. Tot voor kort gebruikte De Watergroep drempelwaarden van 15, 10 en 5 m³/s voor de Schelde te Helkijn om de waterbeschikbaarheidsklassen Normaal, Voldoende, Nipt voldoende en Onvoldoende in te delen (zie later bij [Sector specifieke waterschaarste-indicatoren - Drinkwatermaatschappijen](#)). Deze drempelwaarden waren destijds arbitrair gekozen en liggen veel hoger dan het debiet dat De Watergroep zelf inneemt (0,35 m³/s; toekomstig 0,58 m³/s), maar er werd rekening gehouden met de andere noden langs de Schelde. De Watergroep gebruikt nu het 95-percentieldebit op de Schelde te Helkijn als drempelwaarde om onderscheid te maken tussen de waterbeschikbaarheidsklassen Normaal en Voldoende. Om de klassen Nipt voldoende en Onvoldoende in te delen wordt nu het peil in het kanaal Bossuit-Kortrijk gebruikt (zie verder).
- Drinkwatermaatschappij water-link: De voeding van het Albertkanaal is voor water-link de enige ruwwaterbron en die wordt volledig bepaald door het Maasdebit (zie ook verderop bij Maasafvoeroverdrag). De maatschappij gebruikt de grenswaarden 40 en 30 m³/s voor het Maasdebit te Luik om de verschillende waterbeschikbaarheidsklassen Normaal, Voldoende, Nipt voldoende en Onvoldoende (zie later bij [Sector specifieke waterschaarste-indicatoren - Drinkwatermaatschappijen](#)) in te delen. Bij een normale toestand is hiervan 6 m³/s beschikbaar voor de drinkwaterproductie. Wanneer er gedurende vijf opeenvolgende dagen minder kanaalwater beschikbaar is dan nodig voor de dagelijkse aanvulling van de ruwwatervoorraad en het Maasdebit lager is dan 40 m³/s dan gaat water-link over naar de waterbeschikbaarheidstoestand Nipt voldoende. Merk op dat deze waarde na de droge periode van 2019 werd verhoogd van 30 naar 40 m³/s, wat meteen ook aangeeft dat de keuze van de drempelwaarden voor droogte/waterschaarste-indicatoren een voortschrijdend inzicht zijn. Op basis van de huidige inzichten worden de drempelwaarden van **40 en 30 m³/s voor het onverdeeld Maasdebit** hier weerhouden voor droogteniveau 1 en droogteniveau 2. Bij het Maasafvoeroverdrag worden de drempelwaarden 130, 60 en 30 m³/s gehanteerd voor dat Maasdebit, maar dat komt hierna verder aan bod.

Voor de andere oppervlaktewaterinnamepunten van De Watergroep aan De Blankaart, Zillebeke, Dikkebus en in Kluizen worden andere indicatoren gebruikt zoals het peil in het kanaal waaruit onttrokken wordt, het peil of vullingsgraad van de spaarbekkens en de productiecapaciteit. Deze worden verderop gedefinieerd bij [Waterpeil waterlopen en kanalen](#) en bij [Sector specifieke waterschaarste-indicatoren – Drinkwatermaatschappijen](#).

Drempelwaarden debiet – internationale verdragen: Maasafvoeroverdrag

Aan de opwaarts rand van het Albertkanaal en het netwerk van Kempische kanalen langs de Maas zijn de drempelwaarden bepaald door de waterbeschikbaarheid in de Maas en door het Maasafvoeroverdrag. Het Albertkanaal en de Zuid-Willemsvaart worden gevoed door de Maas. De Maas ontspringt in Frankrijk en stroomt België binnen in de provincie Namen. Belangrijke zijrivieren in Wallonië zijn de Samber en de Ourthe en het debiet wordt bepaald door een complexe interactie van verschillende stuwen, sluisen, waterkrachtcentrales en reservoirs (Pereira et al., 2016). Ter hoogte van Monsin (Luik) wordt er Maaswater afgeleid naar het Albertkanaal, onmiddellijk opwaarts van een waterkrachtcentrale en stuw met als functie het water op een streefpeil van 60 m TAW te houden. Hier vormt het eerste pand van het Albertkanaal dus een geheel met de Maas vanaf de stuw van Ivoz-Ramet in Wallonië. Water kan vanuit dit eerste pand terug de Maas bereiken langs de verschillende sluisen van Monsin, Haccourt-Visé en Lanaye (Ternaaien). Het Albertkanaal stroomt langs verschillende sluisen door naar Antwerpen. Verder afwaarts volgens de loop van de Maas kan er langs drie verschillende wegen water geleid worden naar de Zuid-Willemsvaart, alsook naar het Julianakanaal (Nederland), stroomt het water verder over de stuw van Borgharen en volgt het de natuurlijke loop van de Maas. De Zuid-Willemsvaart wordt onmiddellijk opwaarts van de sluis in Bocholt afgetakt door het kanaal Bocholt-Herentals. Afwaarts van sluis 3 in Mol staat dit kanaal in rechtstreekse verbinding met het pand Hasselt-Kwaadmechelen van het Albertkanaal.

De waterverdeling over de verschillende aftakkingen wordt bepaald door een samenspel van deze verschillende hydraulische structuren, waarvan de operatie en het beheer onder verschillende (grensgebonden) overheden, bedrijven en agentschappen valt. Een benadering zou kunnen zijn om het instromend debiet naar het Albertkanaal te bepalen in functie van het opwaartse Maasdebiet. Deze aanname is echter een te grove vereenvoudiging, zoals ook aangetoond in Pereira et al. (2016). In werkelijkheid wordt het debiet naar een pand bepaald door een peildaling in dit pand, als gevolg van onttrekkingen door watergebruikers en schuttingen aan de sluisen. Wanneer de daling te groot wordt, wordt er via de omloopriolen aan de sluisen water vanuit het opwaartse pand aangevoerd. De inname van water uit de Maas te Monsin wordt dus bepaald door de volledige afwaartse vraag.

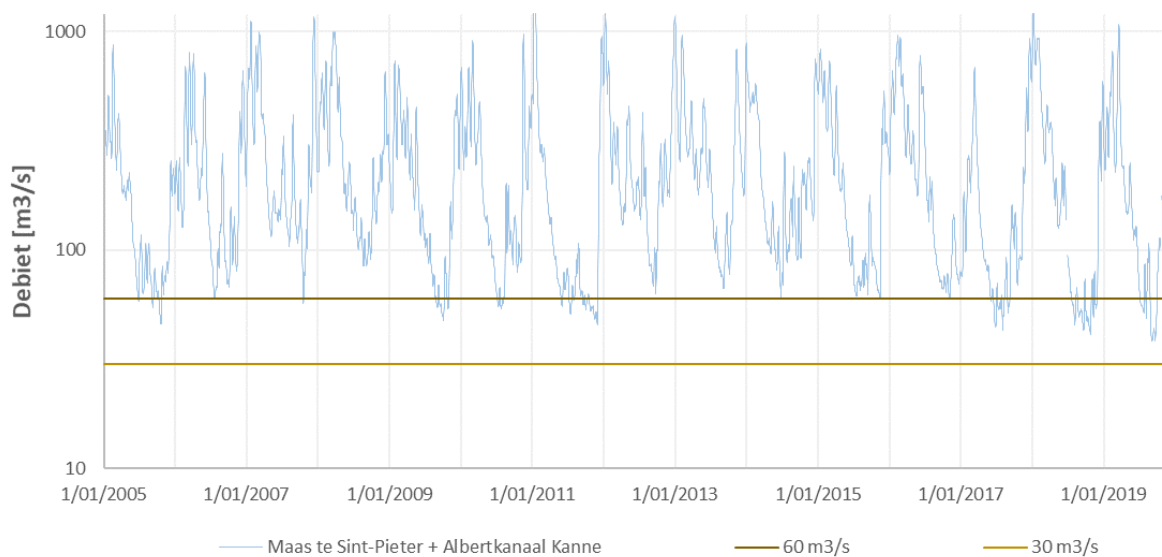
In periodes van onvoldoende aanvoer van water treedt het Maasafvoeroverdrag in werking. Dit verdrag van 17 januari 1995 tussen Vlaanderen en Nederland legt vast welke fracties van het beschikbare debiet te Monsin voor Vlaams (Albertkanaal en Kempische kanalen) en Nederlands (Zuid-Willemsvaart en Julianakanaal) gebruik aangewend mogen worden. Het uitgangspunt hierbij is een gelijke verdeling tussen het Nederlandse en het Vlaamse gebruik en een gemeenschappelijke verantwoordelijkheid voor het debiet van de Gemeenschappelijke Maas. Het verdrag beschouwt volgende fasen:

- Aanlooffase: Maasdebiet tussen 130 m³/s en 60 m³/s. Maximaal Vlaams en Nederlands gebruik beperkt tot 25 m³/s.
- Alarmfase: Maasdebiet tussen 60 m³/s en 30 m³/s. Minimaal debiet van 10 m³/s dient gewaarborgd te worden over de stuw van Borgharen.
- Crisisfase: Maasdebiet < 30 m³/s. Vlaams en Nederlands gebruik bedragen maximaal 1/3e van het beschikbare Maasdebiet.

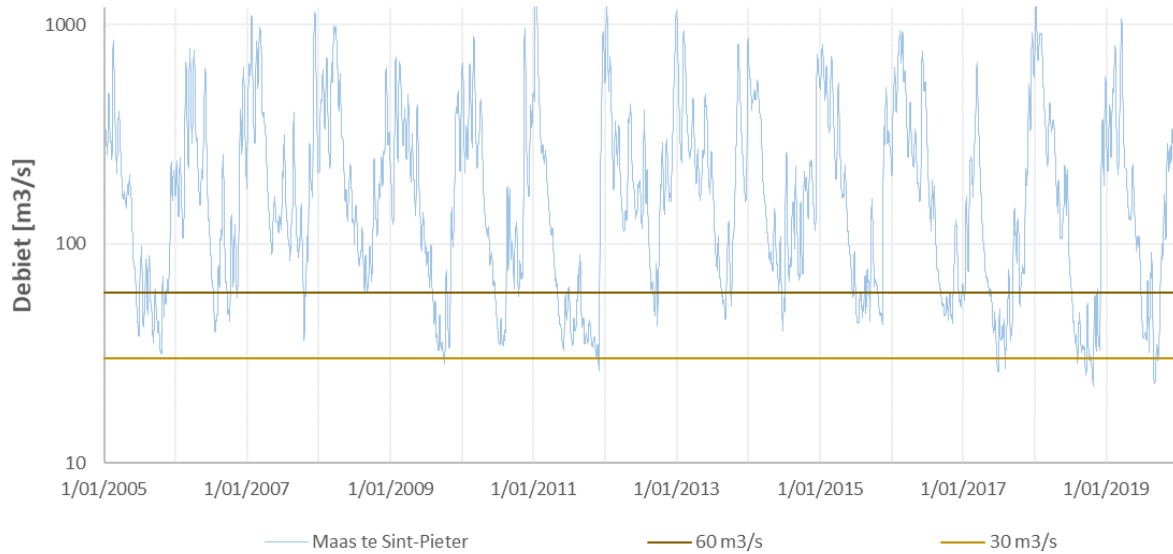
Het Maasdebiet stelt hierbij het beschikbare Maaswater voor, volgens de onverdeelde Maasafvoer in Luik.

De Vlaamse Waterweg gebruikt i.k.v. het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) drempelwaarden van 130, 60 en 30 m³/s voor de 7-dagen gemiddelde onverdeelde Maasafvoer te Luik om de overgang te bepalen tussen de status geel-oranje-rood. Conform daarmee wordt hier voorgesteld om een **drempelwaarde van 60 m³/s te gebruiken voor droogteniveau 1 en 30 m³/s voor droogteniveau 2**.

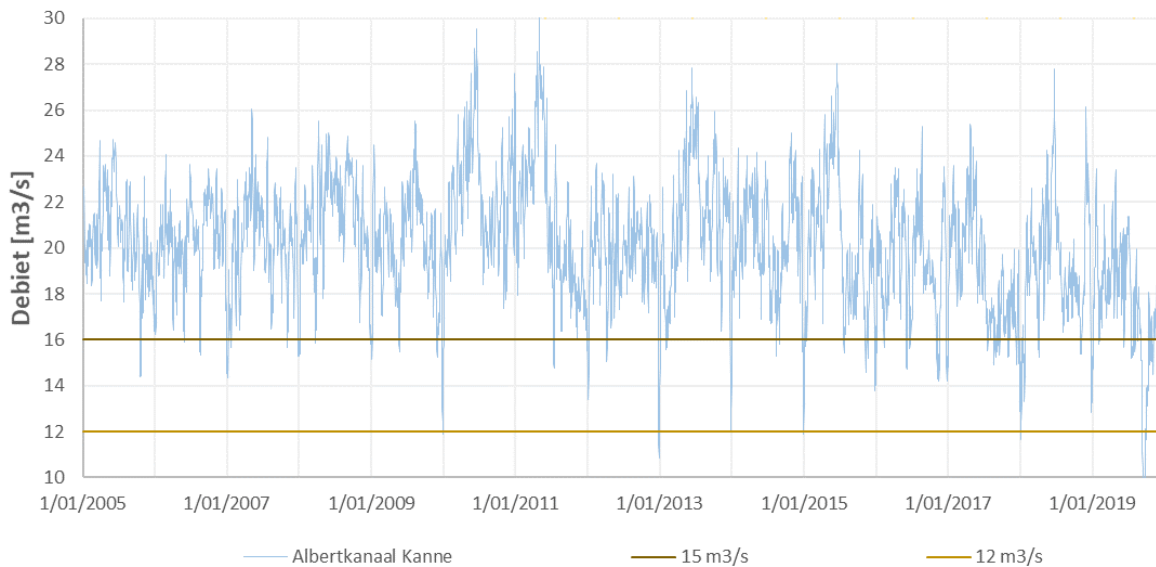
Hierna worden deze drempelwaarden gevalideerd voor de onverdeelde Maasafvoer afgeleid via de som van het debiet op de Maas te Sint-Pieter en het debiet op het Albertkanaal te Kanne. De drempeldebieten van 60 en 30 m³/s voor droogteniveaus 1 en 2 werden gedurende langere tijd onderschreden in 2011, 2017, 2018 en 2019 (Figuur 30). Voor september 2019 was de onderschrijding het sterkst. Hier hoeft natuurlijk geen validatie te gebeuren aangezien de drempelwaarden zijn vastgelegd in het verdrag. De periodes van waterbesparende maatregelen langs het Albertkanaal komen daardoor ook goed overeen met de periodes van onderschrijding van de drempelwaarden. De afzonderlijke debieten voor de Maas te Sint-Pieter en het Albertkanaal te Kanne zijn weergegeven in Figuur 31 en Figuur 32. In september 2019 was er een significante onderschrijding van de drempelwaarde voor droogteniveau 2 van 12 m³/s voor het Albertkanaal te Kanne, wat de nood tot innamebeperkingen in die periode langs het Albertkanaal veroorzaakte.



Figuur 30: Validatie van de drempeldebieten voor het 7-dagen debietsom van de Maas te Sint-Pieter en het Albertkanaal te Kanne.



Figuur 31: Validatie van de drempeldebieten voor het 7-dagen debiet voor de Maas te Sint-Pieter.



Figuur 32: Validatie van de drempeldebieten voor het 7-dagen debiet voor het Albertkanaal te Kanne.

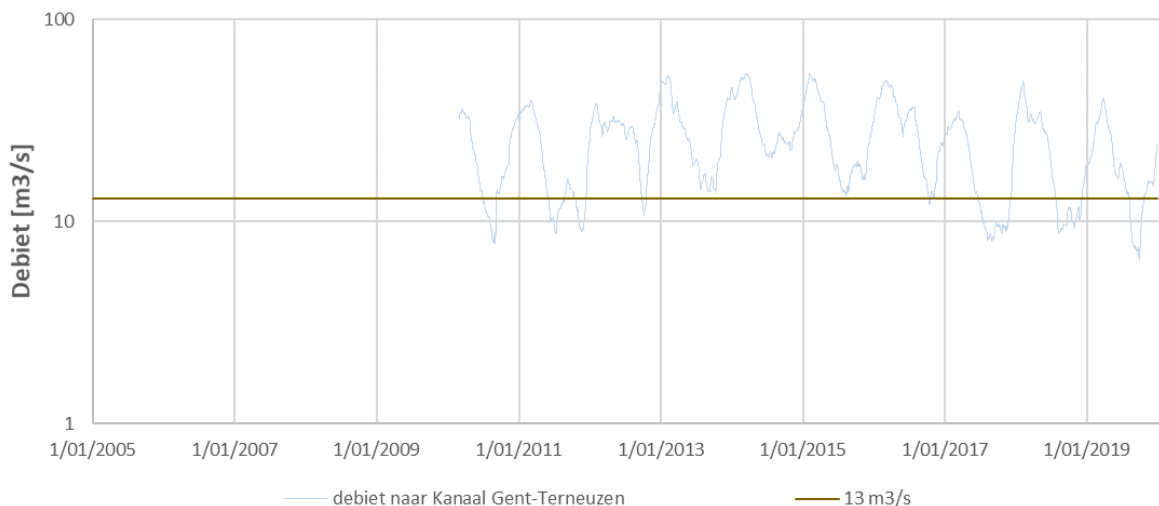
Drempelwaarden debiet – internationale verdragen: verdrag kanaal Gent-Terneuzen

Ook langs het kanaal Gent-Terneuzen bestaat er een internationaal verdrag met Nederland (dd. 20/06/1960, aangepast op 05/02/1985). Die bepaalt dat men gedurende 2 maanden (61 dagen) gemiddeld $13 \text{ m}^3/\text{s}$ moet leveren voor het kanaal. Dit is gebaseerd op een analyse van de schutverliezen

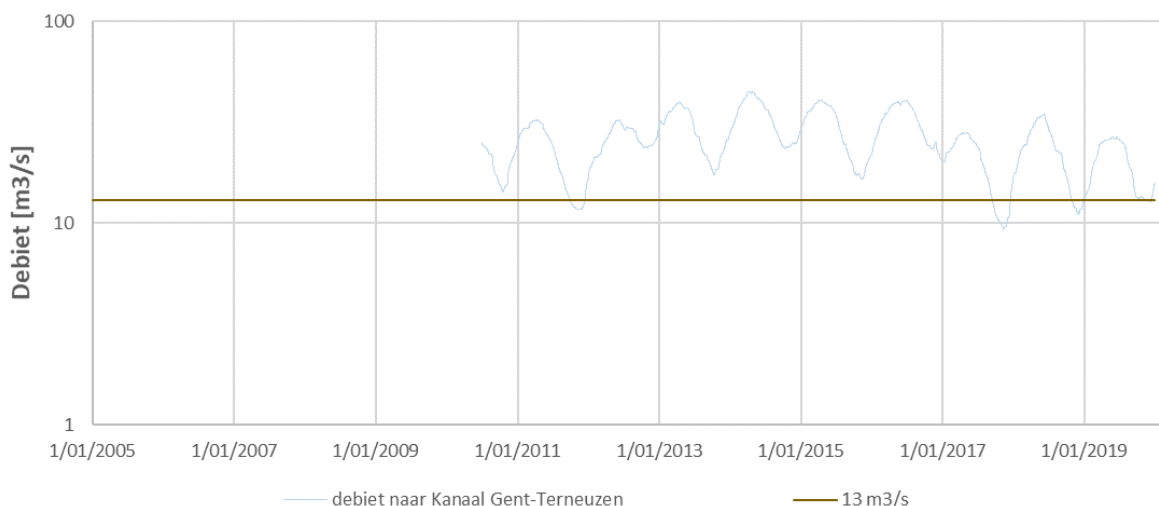
aan het sluizencomplex in Terneuzen. Met 9000 schuttingen per jaar komt men dan aan een debiet van $8 \text{ m}^3/\text{s}$, nodig om het schutverlies met zoet water te compenseren (MaIS-studie). Om verzilting als gevolg van de versassingen tegen te gaan moet er zoet water worden aangevoerd a rato van 1,4 à 1,8 keer het schutverlies. Zo bekam men het protocollair vastgelegde debiet van $13 \text{ m}^3/\text{s}$. Ook voor Vlaanderen is het onder controle houden van de verzilting langs het kanaal belangrijk. In 2011 slaagde men er zeven maanden lang niet in om dat debiet van $13 \text{ m}^3/\text{s}$ te halen: van 22 april 2011 t.e.m. 20 november 2011. Volgens de WL-studie “Modellering van waterbeschikbaarheid en allocatiestrategieën (724_04)” (WL, 2012) bleken voor een geanalyseerde periode van 43 jaar er 37 periodes te zijn met een debiet lager dan $13 \text{ m}^3/\text{s}$ gemiddeld over 2 maanden; meer bepaald gemiddeld $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (of 11,5 %) minder met een gemiddeld maximumtekort van $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$. De gemiddelde duur van deze perioden is 48 dagen, met een maximum van 212 dagen in 1976, wat overeenkomt met een terugkeerperiode van 86 jaar. Die studie werd wel uitgevoerd voorafgaandelijk aan de recente droge jaren en ook de invloed van de nieuwe zeesluis in Terneuzen werd niet beschouwd. Momenteel wordt er binnen de Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie een nieuw studietraject opgezet om deze verziltingsproblematiek terug in meer detail te onderzoeken en om tot oplossingen te komen.

Belangrijke opmerking bij voorgaande is wel dat debiet van $13 \text{ m}^3/\text{s}$ in het verdrag met Nederland geen absolute vereiste is, gelet op de volgende bepaling uit het verdrag “De Belgische regering zal ervoor zorg dragen dat de door het Belgische aan het Nederlandse gedeelte van het kanaal gebruikelijke minimaal toegevoegde hoeveelheid zoet water niet wordt onderschreden, tenzij een eventuele onderschrijding van deze voeding ondervangen wordt door andere maatregelen die een zelfde effect hebben op de beperking van het zoutbezwaar.” Een maatregel kan erin bestaan om tijdens de natte winterperiode die volgt op de droge zomerperiode het kanaal te spoelen en zo de zoutintrusie terug te dringen. Daarnaast dient men er rekenschap van te geven dat het verdrag voor het kanaal Gent-Terneuzen een verdrag is inzake aanleg van infrastructuur en kostenverdeling, waarbij da afspraken inzake chloridegehalte (oorspronkelijk) en/of gebruikelijk zoetwaterdebiet (na wijziging in 1985) slechts een materie in de rand betrof. Ondertussen is gebleken dat de drempelwaarde van $13 \text{ m}^3/\text{s}$ voor het gemiddeld debiet over 2 maanden geen rekening houdt met de seizoenschommelingen en – zoals hiervoor ook beschreven – in de zomer frequent wordt onderschreden. Uit de WL (2012) studie bleek dat bij het aanhouden van een jaargemiddeld debiet van $13 \text{ m}^3/\text{s}$ er zich geen noemenswaardige problemen voordoen met zoutbezwaar in het kanaal Gent-Terneuzen en er zich enkel een beperkte verhoging van de gemiddelde zoutconcentratie voordoet in vergelijking met de huidige situatie. De gemiddelde zoutconcentratie ligt in dat geval dus wat hoger, maar de extremen blijven ingeperkt. Realiteit is anderzijds wel dat de opeenvolging van droge jaren zorgde voor een toenemend zoutgehalte (momentane metingen, zie o.a. Figuur 100 bij [Zoutgehalte waterlopen](#), én KRW-normtoetsing van 3-jaren zomerhalfjaargemiddelde), en dit zelfs ondanks het winterspoelen van het kanaal. Daarom wordt hier voorgesteld om de ***drempelwaarde van $13 \text{ m}^3/\text{s}$ voor het voorafgaandelijk 2-maanden debiet te beschouwen voor droogteniveau 1, en dezelfde drempelwaarde voor het voorafgaandelijk 6-maanden debiet voor droogteniveau 2.*** Dit debiet wordt bepaald door de som van het debiet afwaarts van de stuw te Evergem, de Moervaart te Mendonk en $+2 \text{ m}^3/\text{s}$ (dit laatste is het gemiddeld debiet afkomstig van de Gentse binnenstad). Merk op dat er langs het kanaal Gent-Terneuzen naast deze drempelwaarde voor het debiet ook drempelwaarden voor het waterpeil zijn gedefinieerd (zie bij Streefpeilen bevaarbare waterlopen).

In Figuur 33 en Figuur 34 worden deze drempelwaarden gevalideerd: in Figuur 33 voor het 2-maanden debiet en in Figuur 34 voor het 6-maanden debiet. De drempelwaarde van 13 m³/s wordt voor het 2-maanden debiet frequent overschreden, maar dat werd hiervoor al aangegeven. Het 6-maanden debiet werd overschreden in 2011, 2017 en 2018, en bereikt in 2019.



Figuur 33: Validatie van het 2-maanden drempeldebiet voor het kanaal Gent-Terneuzen.



Figuur 34: Validatie van het 6-maanden drempeldebiet voor het kanaal Gent-Terneuzen.

Drempelwaarden debiet – Gentse kanalen

De aanvoer van water vanuit Frankrijk/Wallonië op de Boven-Schelde en Leie moeten vanuit het Groot Pand rond Gent verdeeld worden richting Oostende (Kanaal Gent-Oostende), Heist (Afleidingskanaal van de Leie), Terneuzen (Kanaal Gent-Terneuzen) en de Zeeschelde (Figuur 35).

De verdeling moet ervoor zorgen dat de verschillende noden zo goed als mogelijk gediend worden:

- De verschillende bevaarbare waterlopen en kanalen dienen elk een minimumdebiet te hebben, om scheepvaart mogelijk te houden, maar ook om aan de verschillende captaties te kunnen voldoen: drinkwaterproductie, landbouw, industrie en andere doeleinden.
- Verzilting in de polders in de kustregio dient tegengegaan te worden.
- De Zeeschelde heeft nood aan een minimumdebiet om geen ecologisch onomkeerbare schade te krijgen.
- Het internationaal verdrag voor het kanaal Gent-Terneuzen dient in de mate van het mogelijke gerespecteerd te worden.

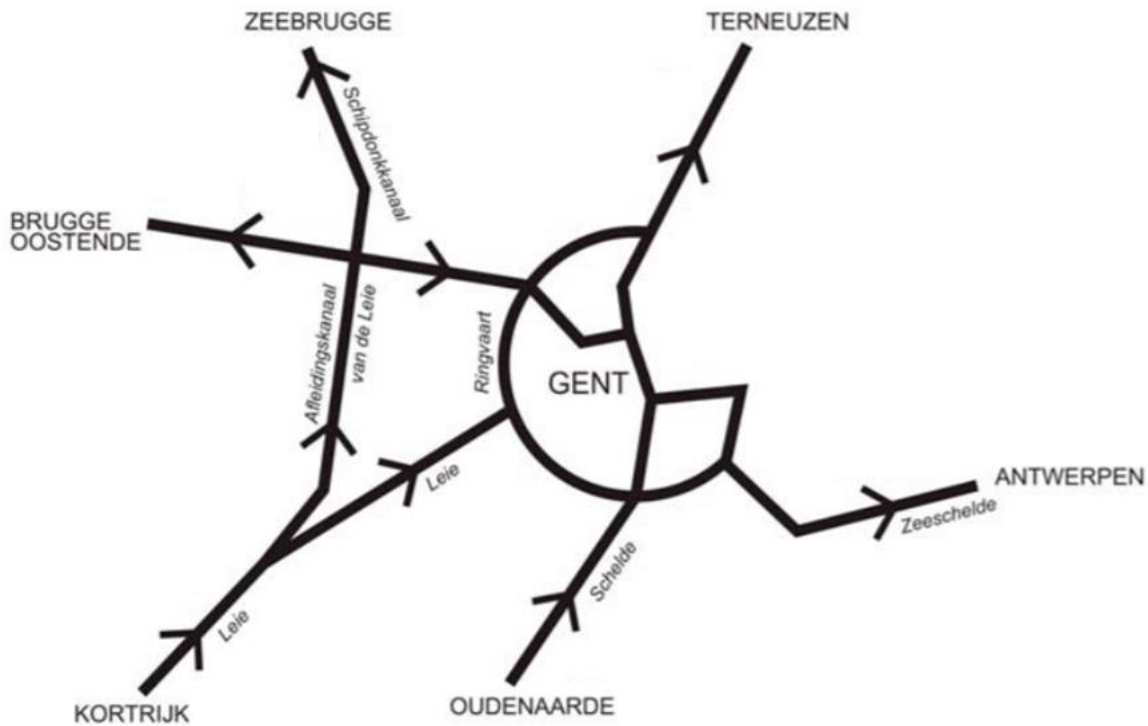
Voor het kanaal Gent-Oostende is de minimale waterbehoefte om verzilting in de noordelijke polders tegen te gaan geschat op 2,3 m³/s (RA, 2008). De bijkomende watervraag voor de andere toepassingen (versassingen, evaporatie, landbouw en industrie) bedraagt hier 1,7 m³/s, wat de totale watervraag voor het kanaal Gent-Oostende op 4 m³/s brengt. De debietmetingen in Moerbrugge of Varsenare (afwaarts Brugge) zijn hiervoor indicatief. Een deel van het debiet dat Moerbrugge passeert wordt afgetapt naar de Oostkustpolder ter hoogte van Brugge en wordt dus niet gemeten in Varsenare, afwaarts Brugge. Er gebeurt ook een debietmeting in Beernem maar die is minder betrouwbaar (o.b.v. debiet over stuw, via verband dat sinds lange tijd niet meer afgeijkt is, en dat slechts een deel van de waterdoorvoer over het hele kunstwerk weergeeft). Om dit op te vangen werd te Oostkamp een debietmeetstation geïnstalleerd door het HIC, maar die heeft niet zo'n lange meetreeks beschikbaar als te Varsenare.

Voor dit kanaal Gent-Oostende en andere kanalen in de streek is de debietverdeling rond Gent bepalend voor de drempelwaarden van de waterloopdebieten (Figuur 35): het toevoerdebiet in de Ringvaart dient zowel voor de debiettoevoer voor het kanaal Gent-Terneuzen, het kanaal Gent-Oostende en de Zeeschelde. Dit betekent dat aan de totale watervraag van 13 m³/s voor kanaal Gent-Terneuzen, 4 m³/s voor Gent-Oostende en 10 m³/s voor de Zeeschelde (zie verder) niet voldaan kan worden wanneer het toevoerdebiet kleiner is dan 27 m³/s (althoewel de toevoer naar het kanaal Gent-Terneuzen ook elders kan).

Tijdens droogteperiodes, omdat er vaak toch al een tekort is om de verzilting volledig te compenseren in het kanaal Gent-Terneuzen, wordt door een equivalent stuwbeheer in Evergem gepoogd om het peilverloop van het Groot Pand rond Gent gelijk te laten fluctueren met dat van het kanaal Gent-Terneuzen. Bij tijdelijk té weinig debiet zakken beide panden, en bij tijdelijke overschotten stijgen beide panden. Op die manier wordt getracht de functie scheepvaart nog te vrijwaren van beperkingen. Niettemin waren er recent in 2019 diepgangbeperkingen zowel op het kanaal Gent-Terneuzen als op het Groot Pand en sluisstremmingen in Merelbeke en Terneuzen.

De Vlaamse Waterweg gebruikt i.k.v. het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) drempelwaarden van 30, 20 en 15 m³/s voor de som van de 7-dagen gemiddelde debieten op de Leie te Machelen en de Bovenschelde te Gavere, om de overgang te bepalen tussen de status geel-oranje-rood. Hier wordt voorgesteld om voor deze **7-dagen gemiddelde debietsom voor de Leie te Machelen en de Bovenschelde te Gavere een drempelwaarde van 30 m³/s voor droogteniveau 1 en 15 m³/s voor droogteniveau 2 toe te passen**. Dit is een gecombineerde indicator voor de verschillende

noden zoals hoger aangehaald. Uiteraard is het best om die noden ook elk afzonderlijk in beeld te brengen en daar afzonderlijke indicatoren voor te beschouwen. Voor het kanaal Gent-Terneuzen werd hiervoor reeds de afzonderlijke indicator gedefinieerd. Voor de Zeeschelde komt dat hierna aan bod bij de ecologisch minimale debieten. Dan blijft er hier nog het **kanaal Gent-Oostende** over. **Voor dat kanaal wordt voorgesteld om o.b.v. de debietmeting te Varsenare een drempelwaarde van 4 m³/s toe te voegen voor droogteniveau 1 en 2,3 m³/s voor droogteniveau 2.** Deze waarden werden hiervoor toegelicht.

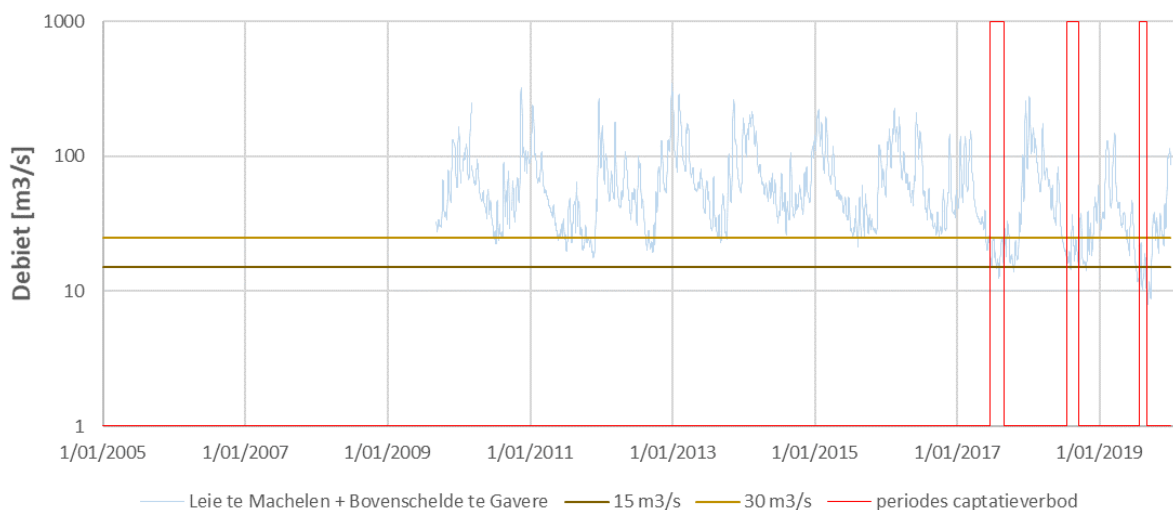


Figuur 35: Debietverdeling waterlopen en kanalen rond Gent.

Voor de validatie van deze en andere drempelwaarden van de debieten is een vergelijking gemaakt tussen de debietmetingen en de hiervoor voorgestelde drempelwaarden. Ook de periodes gedurende dewelke er in de regio langs de betrokken waterlo(o)p(en) captatieverboden werden uitgevaardigd zijn hiermee vergeleken. De meeste captatieverboden zijn hierbij van toepassing op de onbevaarbare waterlopen. Soms zijn de periodes van de captatieverboden voor de onbevaarbare waterlopen ook aangeduid voor de bevaarbare waterlopen in dezelfde regio; dit is dan enkel bedoeld als situering in geval er geen andere specifieke waterschaarste-informatie beschikbaar is langs die waterlopen en voor die periodes.

Figuur 36 toont de validatie voor deze 7-dagen debietsom van het debiet op de Leie te Machelen en het debiet op de Bovenschelde te Gavere. Het drempeldebiet van 30 m³/s voorgesteld voor droogteniveau 1 werd in bijna elke zomer sinds de beschikbare metingen in 2009 bereikt of onderschreden. Het drempeldebiet van 15 m³/s voorgesteld voor droogteniveau 2 werd beperkt onderschreden in 2011 en

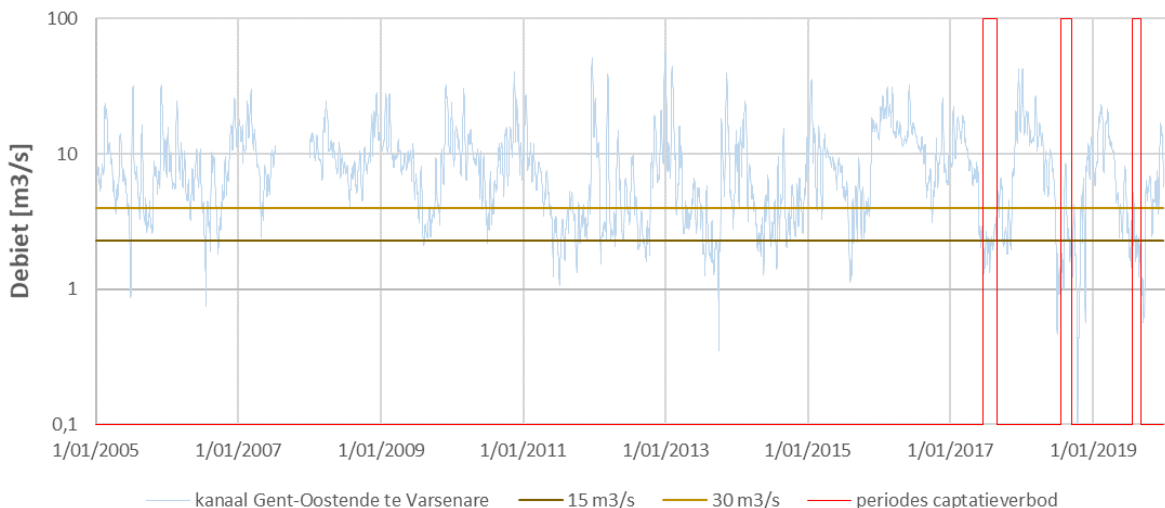
daarna langer in 2017, 2018 en 2019. De periodes van onderschrijding vallen nagenoeg samen met de periodes waarbij een captatieverbod werd uitgevaardigd. Voor de laatste periode in 2019 waren er ook diepgangbeperkingen opwaarts langs de Leie, voor de periode van 13 juli tot 26 september 2019, welke slechts beperkt afwijkt van de periode die in de figuur aangeduid staat (19 juli – 13 september 2019). Voor 2017 is er gegroepeerd schutten gerapporteerd opwaarts langs de Leie vanaf 2 juni 2017, wat zich ook situeert in de periode aangeduid in de figuur. Het drempeldebiet van 15 m³/s voor droogteniveau 2 is dus OK. Voor het drempeldebiet van droogteniveau 1 zou men kunnen twijfelen of 30 m³/s niet wat té hoog ligt; of een lager drempeldebiet van grootteorde 25 m³/s niet beter zou zijn. Men moet evenwel – zoals bij de SP(E)-indicator – ook rekening houdend met het tijdstip waarop de onderschrijding optreedt. De metingen in Figuur 36 tonen dat tijdens droge zomerperiodes het typisch “slechts” een tweetal weken duurt dat het debiet daalt van 30 naar 15 m³/s. Het lager nemen van die die drempel van 30 m³/s zou die tussenperiode (die geldt als “waarschuwingperiode”) te kort maken. De hoger voorgestelde drempelwaarden worden dus goed bevonden.



Figuur 36: Validatie van de drempeldebieten voor de 7-dagen debietsom van de Leie te Machelen en de Bovenschelde te Gavere en vergelijking met de periodes waarop een captatieverbod werd uitgevaardigd.

Voor het kanaal Gent-Oostende werden de drempeldebieten van 2,3 en 4 m³/s voor droogteniveaus 1 en 2 regelmatig onderschreden (Figuur 37). De vraag stelt zich hier dus of ze niet verhoogd moeten worden. Anderzijds dienen we er rekening mee te houden dat het hier gaat om de verziltingsproblematiek.

Vergelijking met de gemiddelde EC-waarden in de kustpolders (zie verder bij [Zoutgehalte waterlopen](#); Figuur 96) toont dat de EC-waarden typisch hoger liggen dan 2500 µS/cm wanneer het drempeldebiet voor droogteniveau 2 wordt onderschreden, met hoogste EC-waarden in juni 2011, juni 2017, juli-augustus 2018 en in de zomer van 2019. De EC-waarden verschillen wel sterk van locatie tot locatie in de kustpolders. Gegeven deze verziltingsproblematiek wordt voorgesteld om de drempeldebieten van 2,3 en 4 m³/s te behouden.



Figuur 37: Validatie van de drempeldebieten voor het 7-dagen debiet voor het kanaal Gent-Oostende te Varsenare en vergelijking met de periodes waarop een captatieverbod werd uitvaardigd.

Drempelwaarden waterloopdebiet – ecologisch minimale debieten

Voor de ecologische impact zijn de drempelwaarden sterk afhankelijk van de typologie van de waterloop en de ecologische kwetsbaarheid van stromend oppervlaktewater.

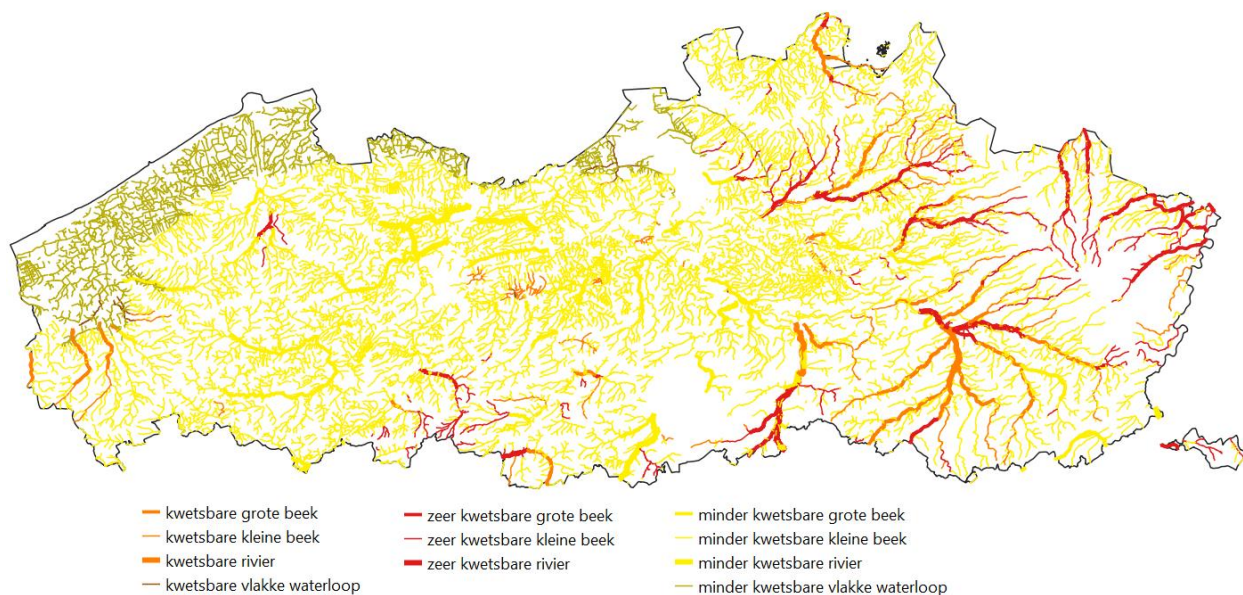
Wat de typologie betreft maakt men best onderscheid tussen hellende gebieden en poldergebieden. Bij de hellende gebieden wordt onderscheid gemaakt tussen kleine beken incl. bronbeken, grote beken, kleine rivieren, grote rivieren, zeer grote rivieren en estuaria.

Wat de ecologische kwetsbaarheid betreft, deze wordt enerzijds bepaald door de ecologie van de waterlopen, zoals de biotische kwaliteitselementen, en anderzijds door de ecologie van de vallei- en poldergebieden. Lage waterpeilen kunnen immers voor een verdroging van de vallei- en poldergebieden zorgen en langs die weg ecologische schade berokkenen.

Waterlopen die habitat zijn voor zeldzame en vaak kwetsbare soorten moeten ontzien worden van een mogelijk onomkeerbare impact. Hierbij zijn zowel de aanwezigheid als de zeldzaamheid en de kwetsbaarheid van soorten van belang. Ook dient rekening gehouden te worden met de Europees en Vlaams beschermde vissoorten, het Europees beschermde beekhabitat (HT 3260), slikoevers (HT 3270), andere vegetaties en soorten; cf. biotische kwaliteitselementen (doelstelling Europese Kaderrichtlijn Water, Vlaams Decreet Integraal Waterbeleid, Habitatrichtlijn, ...).

Alhoewel de hydromorfologische structuur belangrijk is, is het niet haalbaar om de drempelwaarden i.f.v. die structuur te gaan differentiëren. Bovendien zijn de waterlopen met de beste structuurkwaliteit veelal de meest ecologische waterlopen waar kritische soorten voorkomen. Een verbetering van de hydromorfologische structuur kan wel als een belangrijke aanbeveling gegeven worden om de impact van droogte te beperken.

Op basis van de specifieke natuurdoelen (specifieke instandhoudingsdoelstellingen = S-IHD's) voor beekprik, rivierdonderpad, grote modderkruiper), en habitattype 3260 (ondiepe beken en rivieren met goede structuur en watervegetaties) werden de ecologisch zeer kwetsbare waterlopen gekarteerd. En op basis van de vismigratiekaart, incl. de stroomminnende soorten (kopvoorn, serpeling, kwabaal), aangevuld met de kleine modderkruiper, werden de kwetsbare waterlopen aangeduid. Deze zouden nog verder aangevuld kunnen worden o.b.v. de aanwezigheid van macro-invertebraten en macrofyten, en met de speerpunt- en aandachtsgebieden (waar de realisatie van een goede ecologische toestand prioritair is). De belangrijke viswateren (bv. hengelkaart) werden oorspronkelijk ook beschouwd, maar werden finaal niet weerhouden. Overleg met VMM, ANB, INBO en de provincies gaf aan dat het niet haalbaar is om op basis van macro-invertebraten of macrofyten extra aanduidingen te doen of specifieke drempels in te stellen (bovendien zijn macrofyten zijn deels meegenomen via HT 3260). Zie Figuur 38 voor de ruimtelijke kartering van de ecologisch zeer kwetsbare, kwetsbare en andere onbevaarbare waterlopen.



Figuur 38: Typologieën van onbevaarbare waterlopen m.b.t. ecologische kwetsbaarheid in Vlaanderen.

Voor ecologisch kwetsbare waterlopen is bij een laag debiet of droogval de kans groot dat onherstelbare schade optreedt. Zeker in de kleine beken (incl. bronbeken) zijn de beschermde vissoorten weinig mobiel en vaak gaat het om relictpopulaties. Voor het bepalen van de ecologische minimumdebieten werd gebruik gemaakt van de INBO-studie rond “Ontwikkelen van potentiële maatlatten voor de beoordeling van ecologische afvoerregimes (eflows) in onbevaarbare oppervlaktewateren”⁵ aangevuld met kennis en literatuur i.v.m. de kwetsbaarheid van laaglandrivieren t.a.v. droogte en het opstellen van ecologische minimumdebieten door het projectteam. Zo is er het EU guidance rapport “Ecological Flows in the implementation of the WFD - compilation of case studies” (het rapport bevat 32 uitgewerkte casussen uit

⁵ Buyse et al. 2019. ‘Ontwikkelen van potentiële maatlatten voor de beoordeling van ecologische afvoerregimes (eflows) in onbevaarbare oppervlaktewateren’, INBO voor VMM

heel Europa) en is het VK een belangrijke voortrekker in het toepassen van “environmental flows” in hun waterbeleid⁶. Vooral die ervaring vanuit het VK is voor Vlaanderen zeer relevant; het dicht bevolkte Zuid-Engeland heeft immers een vergelijkbaar klimaat en een vergelijkbare “water exploitation index” als Vlaanderen. Het DEFRA-rapport van 2013 “Environmental flows and abstraction reform in the UK” bevat een mooie analyse van de wetenschappelijke bevindingen die van toepassing zijn op Zuid-Engeland. De “Ecological Flow Indicator” die ze daar gebruiken vergelijkt het actuele debiet met een gemiddeld historisch debiet voor een bepaalde periode. Er wordt onderscheid gemaakt op basis van de periode (maart-juni en juli-februari), het bodemtype (kleibodems, kalk, kalksteen/zandsteen en schalie) en de ecologische kwetsbaarheid (Tabel 3). Hierbij wordt meer afwijking toegelaten bij minder doorlatende ondergronden, omdat de debieten in deze gebieden van nature sterk fluctueren. De ecologische minimumdebieten uit deze INBO- en VK-studies zijn vooral van toepassing voor de grotere waterlopen (bv. onbevaarbare waterlopen 1^{ste} categorie) en niet voor de kleinere bovenlopen.

River type	Flow > Q95		Flow < Q95	
	Mar - Jun	Jul - Feb	Mar - Jun	Jul - Feb
<i>Predominantly clay. South East England, East Anglia and Cheshire plain</i>	25%	30%	15%	20%
<i>Chalk catchments; predominantly gravel beds; base-rich</i>	15%	20%	10%	15%
<i>Hard limestone and sandstone; low-medium altitude; some oligotrophic hard rock</i>	20%	25%	15%	20%
<i>Non-calcareous shales; pebble bedrock; Oligomeso-trophic; Stream order 1 and 2 bed rock and boulder; ultra-oligo trophic torrential</i>	15%	20%	10%	15%
Months	Oct - Apr	May - Sep	Oct - Apr	May - Sep
<i>Salmon spawning & nursery (not chalk rivers)</i>	15%	20%	10%	15%

Tabel 3: Ecologische debietindicatoren voor Britse riviertypen ter ondersteuning van een goede ecologische toestand; uitgedrukt als de procentuele toegestane afwijking ten opzichte van het gemiddeld debiet (UKTAG, 2008).

Een pragmatische methode die vaak gebruikt wordt om drempelwaarden vast te leggen voor het ecologisch minimaal debiet – ook langs de bovenlopen – is de Tennant-methode. Dit stelt als vuistregel dat bij 10% van het gemiddeld debiet het aquatisch leven ernstig verstoord is, bij 30% is het verstoord, bij 60% is de toestand uitstekend. In de droogtestudie voor de provincie Limburg werd het gemiddelde van de 95-percentielwaarde van ieder normaal (niet-droog) meteorologisch jaar als signaalwaarde (alarmpeil) gebruikt om tijdig een droogtetoestand vast te stellen.

Na overleg hierover met VMM, ANB, INBO en de provincies wordt voorgesteld om ***i.f.v. de typologie en de graad van ecologische kwetsbaarheid van de waterloop de percentielwaarden in Tabel 4 te***

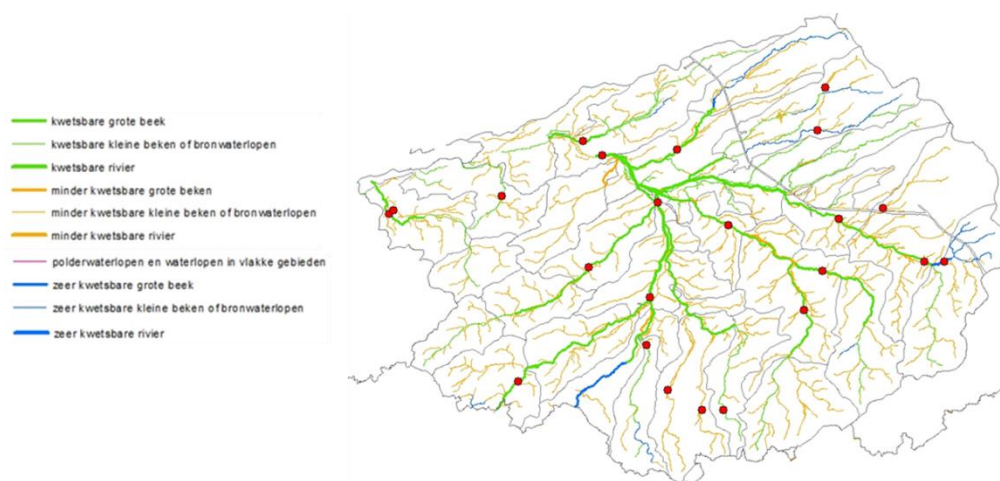
⁶ <https://www.gov.uk/government/publications/water-abstraction-plan-2017/water-abstraction-plan-environment>

gebruiken als drempelwaarden voor het 14-dagen debiet voor beide droogteniveaus. Uiteraard dienen deze percentielen berekend te worden op basis van een tijdreeks voor een voldoende lange periode, d.i. bij voorkeur minstens 30 jaar. Voor de ecologisch zeer kwetsbare kleine bekken incl. bronbekken, waarvoor geen percentielwaarde vermeld staat in Tabel 4, wordt voorgesteld om een permanent captatieverbod op te leggen.

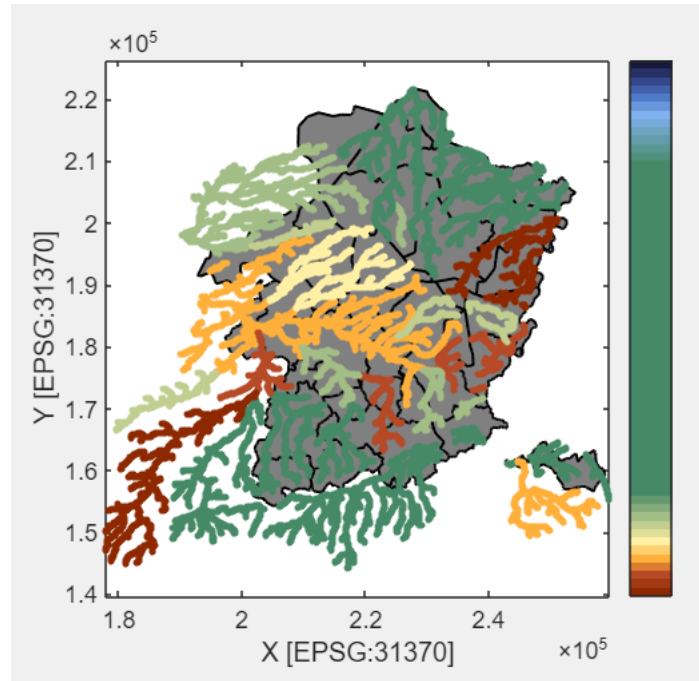
Typologie	Ecologisch zeer kwetsbaar	Ecologisch kwetsbaar	Overige
Kleine bekken, incl. bronbekken		90 percentiel	95 percentiel
Grote bekken	90 percentiel	95 percentiel	98 percentiel
Kleine, grote en zeer grote rivieren	95 percentiel	98 percentiel	Geen

Tabel 4. Voorstel van percentielwaarden voor het waterloopdebiet als drempelwaarden voor de ecologisch minimale debieten langs de onbevaarbare waterlopen en dit i.f.v. de typologie van de waterloop en de graad van ecologische kwetsbaarheid.

In Figuur 39 worden de ecologisch zeer kwetsbare en kwetsbare onbevaarbare waterlopen getoond voor het Demerbekken. De debietmeetlocaties zijn gelukkig goed over het bekken verspreid; via interpolatie kan de debietindicator dus voor de meeste waterloopsegmenten geëvalueerd worden (voorbeeld voor provincie Limburg in Figuur 40). Een andere optie is om hydrologische modelresultaten te gebruiken (voorbeeld voor provincie Limburg in Figuur 40). Voor de 'niet bevaarbare' bevaarbare waterlopen (dit zijn de waterlopen die officieel geklasseerd zijn als bevaarbaar, maar in werkelijkheid onbevaarbaar zijn, namelijk bepaalde afwaartse waterlopen in de stroomgebieden van Kleine Nete, Grote Nete, Beneden-Nete, Demer, Dijle, Dender, Ijzer, Maas) wordt voorgesteld om dezelfde drempelwaarden te nemen als voor de onbevaarbare waterlopen, maar de precieze afbakening van de kwetsbare waterloopsegmenten wordt momenteel nog verder bekeken door het INBO voor De Vlaamse Waterweg.



Figuur 39: Ruimtelijke kartering van de typen onbevaarbare waterlopen, typologie en kwetsbaarheid combinerend; bij elk type horen specifieke drempelwaarden (conform Tabel 4): ingezoomd voor het Demerbekken en met aanduiding van de beschikbare debietmeetlocaties.



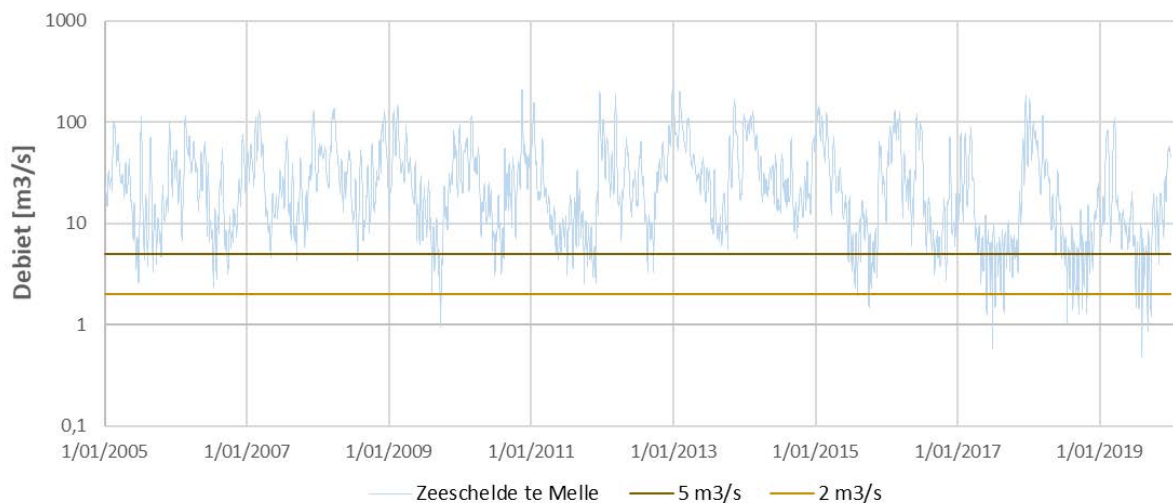
Figuur 40: Voorbeeld van ruimtelijke debietinterpolatie voor provincie Limburg (de kleuren geven de laagwaterdebiettoestand weer).

Voor de resterende bevaarbare waterlopen worden voorlopig enkel voor de Zeeschelde en bepaalde polderwaterlopen, waar specifieke studies of kennis beschikbaar zijn, drempelwaarden voor ecologisch minimale debieten toegepast, zoals hierna opgelijst.

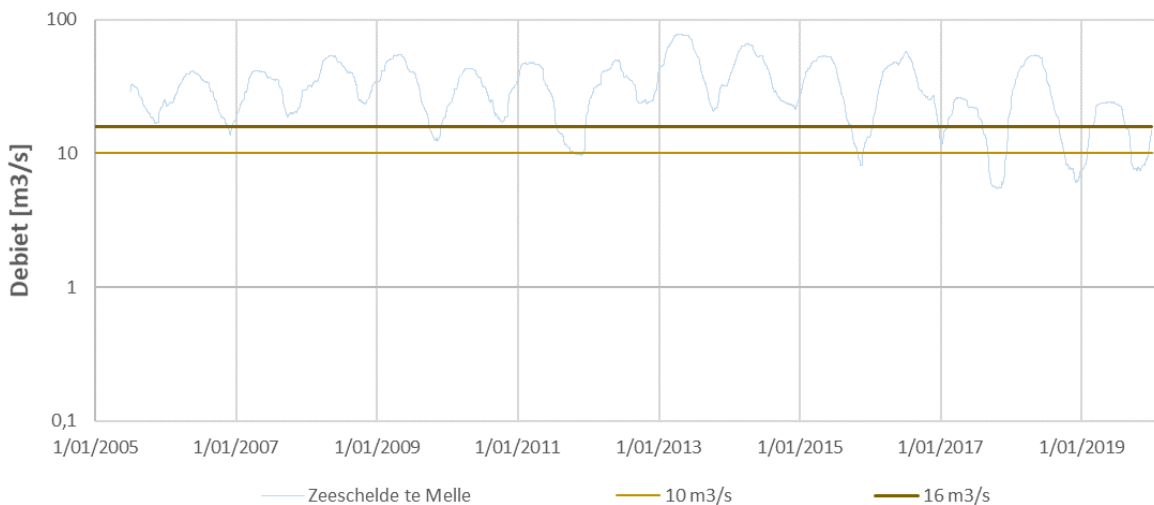
Langs de **Zeeschelde** ontstaat bij een debiet dat in het Gentse naar de Zeeschelde wordt doorgelaten onder een 6-maanden gemiddeld debiet van $10 \text{ m}^3/\text{s}$ de creatie van stagnerende ecologische omstandigheden en slibafzettingen in de Schelde en moeilijkheden met de trek van de vissen te voorkomen (Maris et al., 2018). Bij lage debieten ontstaat het probleem van hoge troebelheid (hoog gehalte van zwevend stofgehalte, dat problematisch wordt boven de 150 à 200 mg/l). Ook neemt bij lage debieten de verblijftijd toe en zorgt de beperkte aanvoer van nutriënten voor grote problemen (Maris en Meire, 2020). Vooral de uitputting van silicium is dan een probleem, vermits silicium een essentieel voedingselement is voor kiezelwieren. Als silicium op is, worden de kiezelwieren verdrongen door groenalgen die geen silicium nodig hebben. Deze groenalgen zijn niet geschikt als voedsel voor de meeste organismen, en kunnen zo tot massale bloei komen met als gevolg de typische verschijnselen van eutrofiering met nachtelijke zuurstoftekorten en vissterfte. Het minimum debiet door Maris et al. (2018) is zodanig afgeleid dat het in eerste instantie hoge troebelheid, en in tweede instantie uitputting van silicium bij te grote verblijftijd, moet vermijden. De Vlaamse Waterweg gebruikt i.k.v. het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) geen grenswaarden voor de debiettoevoer naar de Zeeschelde voor de status “geel” en “oranje”, maar voor status “rood” wordt een drempelwaarde gebruikt van $2 \text{ m}^3/\text{s}$ voor het 7-dagen debiet of $16 \text{ m}^3/\text{s}$ voor het 6-maanden gemiddeld debiet aan de stuw van Melle. Dit laatste is nodig om de 6-maanden gemiddelde zwevende stofgehalte

niet boven de 200 mg/l te laten komen. Boven dit stofgehalte blijkt de algenbloei immers te verdwijnen. Het vereiste drempeldebiet om deze hoge concentraties aan zwevend stofgehalte te beheersen blijkt sinds 2009 toegenomen te zijn van ca. 10 m³/s naar 16 m³/s, waarschijnlijk als gevolg van de bathymetrische aanpassing van het estuarium.

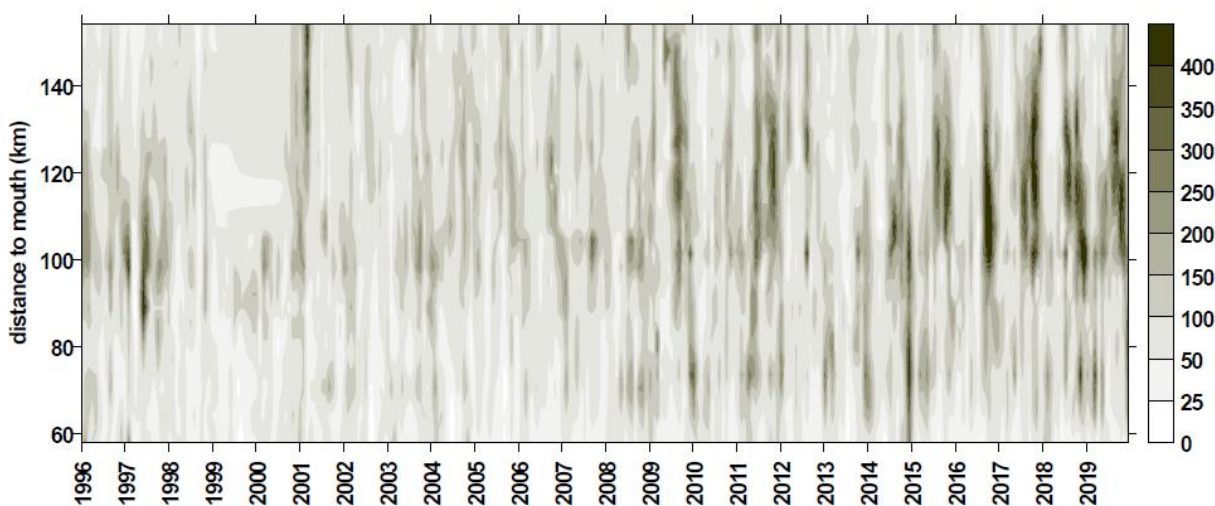
Validatie van deze drempelwaarden geeft aan dat voor het 7-dagen debiet op de Zeeschelde te Melle (Figuur 41) het drempeldebiet van 2 m³/s voor droogteniveau 2 zeer kort werd overschreden in 2011 en langer en sterker in 2017, 2018 en 2019. In deze drie zomers werden er ook alarmerende toenames van de troebelheid vastgesteld langs de Zeeschelde (zie Figuur 43). Voor het 6-maanden debiet zijn in Figuur 42 de twee drempelwaarden van 10 m³/s volgens Maris et al. (2018) en 16 m³/s volgens het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019). Het drempeldebiet van 16 m³/s wordt na 2009 regelmatig overschreden. Het drempeldebiet van 10 m³/s werd beduidend overschreden tijdens de droge zomers van 2017, 2018 en 2019. Een andere optie – om te voorkomen dat naast het 7-dagen debiet ook het 6-maanden debiet berekend moet worden – is om ook droogteniveau 1 te baseren op het 7-dagen debiet. Een drempelwaarde van 5 m³/s is voor dat laatste een goede kandidaat; dit debiet doet zich tijdens droge perioden typisch enkele weken voorafgaandelijk aan een debiet van 2 m³/s voor. Wanneer de overschrijdingen van 5 m³/s voor het 7-dagen debiet en van 16 m³/s voor het 6-maanden debiet worden vergeleken met periodes waarbij in Figuur 43 het zwevend stofgehalte op vele locaties langs de Zeeschelde de waarde van 200 mg/l overschrijdt, dan blijken de periodes van overschrijding van 5 m³/s voor het 7-dagen debiet daar beter mee overeen te komen (Figuur 44). Daarom wordt voorgesteld om **voor de Zeeschelde de drempelwaarde van 5 m³/s voor het 7-dagen debiet aan de stuw van Melle te gebruiken voor droogtetoestand 1 en 2 m³/s voor droogtetoestand 2.**



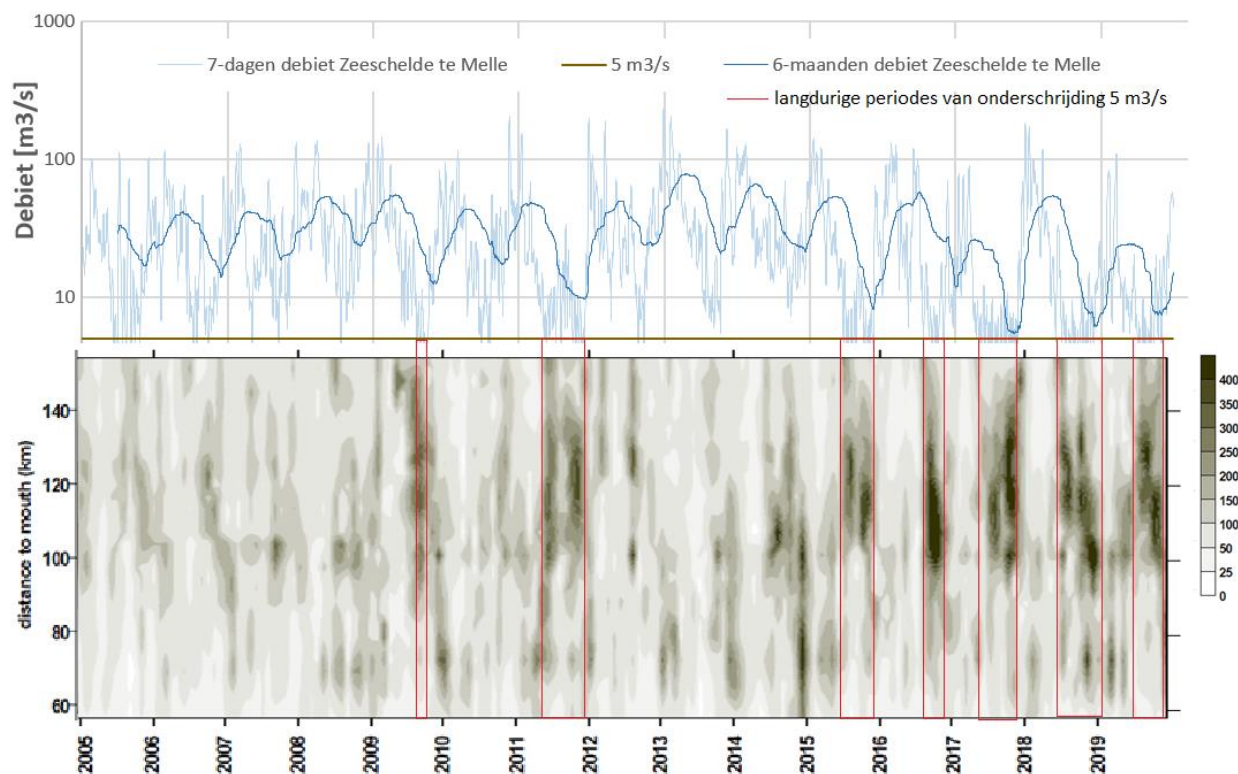
Figuur 41: Validatie van de drempeldebieten voor het 7-dagen debiet op de Zeeschelde te Melle.



Figuur 42: Validatie van de drempeldebieten voor het 6-maanden gemiddeld debiet op de Zeeschelde te Melle.



Figuur 43: Zwevend stofgehalte (in mg/l) gemeten langs de Zeeschelde in de periode 1996-2020 (bron: Maris & Meire, 2020).



Figuur 44: Vergelijking van het 7-dagen debiet en het 6-maanden debiet op de Zeeschelde te Melle, en met het zwevend stofgehalte (in mg/l) gemeten langs de Zeeschelde.

In de Gemeenschappelijke Maas komen habitattypes 3260 en 3270 voor, welke in Nederland opgenomen zijn i.k.v. de Natura 2000 doelen. Of het wenselijk is om dat ook voor Vlaanderen te doen wordt in de toekomst samen met De Vlaamse Waterweg verder bekeken.

Langs de **polderwaterlopen** is er bij droogte de bijkomende problematiek van verzilting (zie ook verder bij [Waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren](#)). Om te hoge zoutconcentraties in de polderwaterlopen en verzilting van de poldergronden te voorkomen, zijn minimale bovendebieten nodig. Voor een aantal RWZI's zoals die van Brugge en Heist kan het polderbestuur het effluent (gelet op verziltingsproblematiek) naar het poldersysteem afleiden in plaats van naar het kanaal, dit om het debiet in het poldersysteem te vergroten. Het nodige totale debiet is echter niet altijd voldoende beschikbaar. Ook langs het **Boudewijnkanaal** is er nauwelijks zoet bovendebiet (ca. $1\text{m}^3/\text{s}$ naar het Boudewijnkanaal). Dit zou deels verholpen kunnen worden door infrastructurele voorzieningen. Momenteel dient men daardoor voortdurend zout zeewater in te laten om het kanaal op peil te houden. Hierdoor is ook regelmatig een voldoende bovendebiet nodig om de zoute tong door te spoelen. Dus de meteorologische condities en het beheer in de maanden voorafgaandelijk aan de droogte zijn hierbij van groot belang. Via een historische analyse van de debieten en zoutconcentraties zou men deze debietdrempelwaarden om verzilting te vermijden kunnen bepalen; er zijn enkele initiële studies daarover beschikbaar. Voor de watertoevoer richting Brugse polders werd hiervoor reeds het debiet te Varsenare deels als indicator

gebruikt. En hierna wordt onder [Waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren](#) het zoutgehalte als een rechtstreekse indicator voor de problematiek van verzilting beschouwd. Daarom zijn hier voor de poldergebieden geen bijkomende drempelwaarden voor bovendebieten weerhouden.

Waterpeil waterlopen en kanalen

Voor bepaalde toepassingen is niet het debiet maar eerder (of ook) de waterhoogte of –diepte bepalend voor het optreden van waterschaarste.

Zo is voor het aquatisch leven in de waterloop de waterdiepte samen met de stroomsnelheid meest bepalend. De waterdiepte is hierbij belangrijk voor de foerageer- en schuilmogelijkheden die de overlevings- en voortplantingskansen van vissen bepalen. Een voldoende grote waterdiepte zorgt er ook voor dat opwarming van de waterkolom wordt tegengegaan waardoor nadelige fysicochemische reacties in het slib, die vissterfte kunnen veroorzaken, vermeden worden. Verder zijn minimale waterpeilen van belang voor de scheepvaart en de stabiliteit van dijken langs (vooral de bevaarbare) waterlopen.

Een overzicht van de locaties waar waterhoogten worden gemeten door de Vlaamse Milieumaatschappij en het Hydrologisch Informatiecentrum (HIC) is te vinden op waterinfo.be. Daarnaast zijn er ook enkele lokale meetnetten. In bepaalde provincies worden bijvoorbeeld op een groot aantal locaties langs het provinciale waterloppennetwerk waterhoogten gemeten tijdens droogteperioden.

Voor vele waterlooplocaties is er een rechtstreeks verband tussen het debiet en de waterdiepte (Q – H verband). Voor de gestuwde waterlopen is dat vaak niet het geval; soms wel benaderend voor de stuwregeling die geldt tijdens de droge zomerperioden. Voor waterlooplocaties waar dit wel het geval is, betekent dit dat het gebruik van het waterloopdebiet of de waterloopwaterhoogte equivalent zijn; drempelwaarden voor het debiet vertalen zich naar overeenkomstige drempelwaarden voor de waterdiepte. De Q – H verbanden zijn bekend ter hoogte van de debietmeetstations. Op de andere waterlooplocaties kunnen ze afgeleid worden uit hydraulische waterloopmodellen. Deze modellen zijn voor alle bevaarbare waterlopen beschikbaar bij het WL, voor alle onbevaarbare waterlopen 1^e categorie bij VMM, voor bepaalde onbevaarbare waterlopen 2^e categorie bij de provincies. Voor deze waterlopen is het afleiden van de ruimtelijk variabele Q – H verbanden dus technisch haalbaar, maar tijdrovend en dus niet haalbaar binnen het tijdsbestek van deze opdracht. Bovendien is de waterdiepte veel meer plaatsafhankelijk, want door veel meer factoren beïnvloed (sectie waterloop, stuwen, drempels, planten, ...) dan het debiet.

Daarom wordt hier voorgesteld om de waterdiepte niet als indicator te selecteren, maar **het debiet te gebruiken, behalve voor bepaalde gestuwde bevaarbare waterlopen, voor de polderwaterlopen en bepaalde andere specifieke waterlopen zoals de kleinere onbevaarbare waterlopen waar in afwachting van debietmetingen enkel waterpeilmetingen voorhanden zijn** of waar de debietmetingen bij laagwater onbetrouwbaar zijn (tenzij met hydrologische modelresultaten wordt gewerkt); zie verder. Onbetrouwbare debietmetingen bij laagwater kunnen voorkomen wanneer het Q-H verband niet goed geijkt werd voor laagwaterdebieten (bv. invloed van kruidgroei) of wanneer het debietmeetstation dicht bij andere belangrijke waterbronnen gelegen is (bv. lozing RWZI).

Drempelwaarden waterpeil – streefpeilen polderwaterlopen (waterinname, tegengaan verzilting)

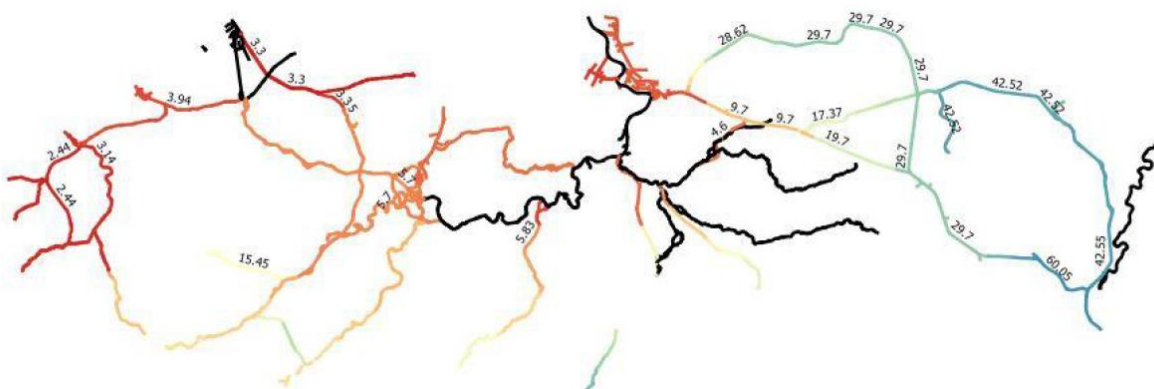
Langs de polderwaterlopen bestaan er – vooral langs de kustpolders – streefpeilen voor meerdere poldergebieden, die gecontroleerd worden via instelling van de stuwen, de aan- en afslagpeilen van de pompgemalen, de uitwateringsconstructies, enz. Voor een beperkt aantal gebieden zijn er zelfs geformaliseerde peilafspraken gemaakt tussen de waterbeheerders, landbouw, natuur, ... (bv. Blankaart, Zwin, ...). Die streefpeilen zijn afhankelijk van het seizoen en hebben voor de zomer als doel om een voldoende hoog waterpeil te bekomen zodat er voldoende zoet water beschikbaar is voor gewasproductie, als drinkwater voor het vee en om verdroging en verzilting tegen te gaan. Er ontstaat langs deze waterlopen dus waterschaarste wanneer deze streefpeilen tijdens droge periodes niet gehandhaafd kunnen worden. Ook kunnen door uitdroging de oevers van de waterlopen verzwakt worden met oeverafschuivingen tot gevolg. Het herstel van die oevers is duur en nefast voor de ecologie.

Langs de polderwaterlopen wordt er hier voorgesteld om voor de poldergebieden waarvoor er geformaliseerde peilafspraken gemaakt zijn of streefpeilen beschikbaar zijn deze als referentie te beschouwen, en 5 cm onder het streefpeil als drempelwaarde voor droogteniveau 1 te nemen, en 10 cm onder het streefpeil voor droogteniveau 2, tenzij er specifiekere grenswaarden gekend zijn. Voor de gebieden waarvoor nog geen streefpeilen beschikbaar zijn, worden er naast de hierna gedefinieerde drempelwaarden voor de ecologisch minimale peilen voorlopig geen bijkomende drempelwaarden beschouwd. Hier wordt wel aanbevolen om het overleg errond verder te zetten of op te starten zodat de drempelwaarden in de toekomst verder gebiedsspecifiek verfijnd kunnen worden.

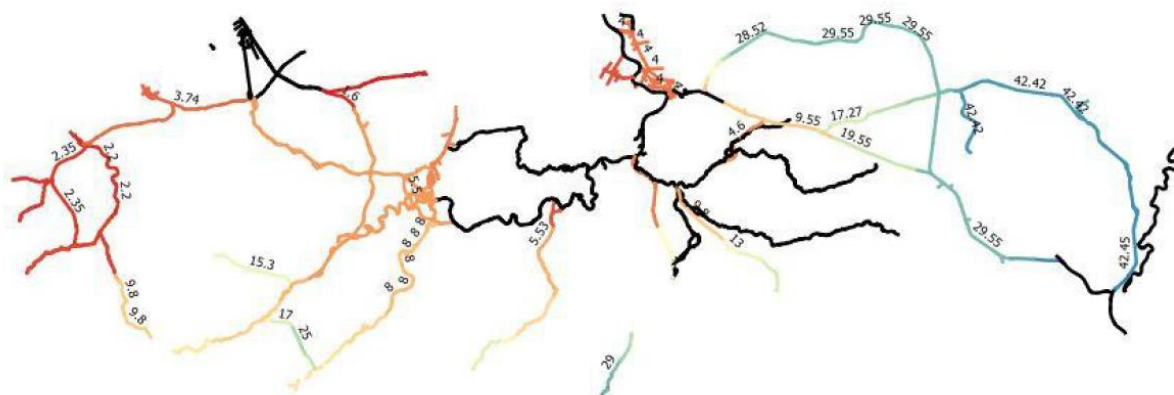
Drempelwaarden waterpeil – streefpeilen bevaarbare waterlopen (scheepvaart, stabiliteit)

Langs meerdere bevaarbare waterlopen bestaan er streefpeilen die scheepvaart moeten garanderen. Dit geldt ook voor de havendokken. De Vlaamse Waterweg gebruikt i.k.v. het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) voor bepaalde waterlopen drempelwaarden gebaseerd op het streefpeil: 10, 15 en 20 cm onder het streefpeil om de overgang te bepalen tussen de status geel-oranje-rood; dit om redenen van scheepvaart en stabiliteit. Dit gebeurt voor het Ijzerbekken o.b.v. het daggemiddeld peil in de Ijzer te Lo-Fintele, en voor het Denderbekken o.b.v. het daggemiddeld peil in de Dender opwaarts van de stuw van Geraardsbergen.

Figuur 45 geeft een overzicht van de locaties en panden waarvoor er streefpeilen bestaan langs de bevaarbare waterlopen en kanalen. Deze streefpeilen staan aangeduid in Figuur 45; de minimumpeilen in Figuur 46. Tabel 5 geeft een overzicht van deze streefpeilen en minimumpeilen. De minimumpeilen zijn deze beneden dewelke er momenteel stremmingen worden opgelegd om redenen van veiligheid en stabiliteit.



Figuur 45: Overzicht van de streefpeilen langs de bevaarbare waterlopen.



Figuur 46: Overzicht van de minimumpeilen langs de bevaarbare waterlopen.

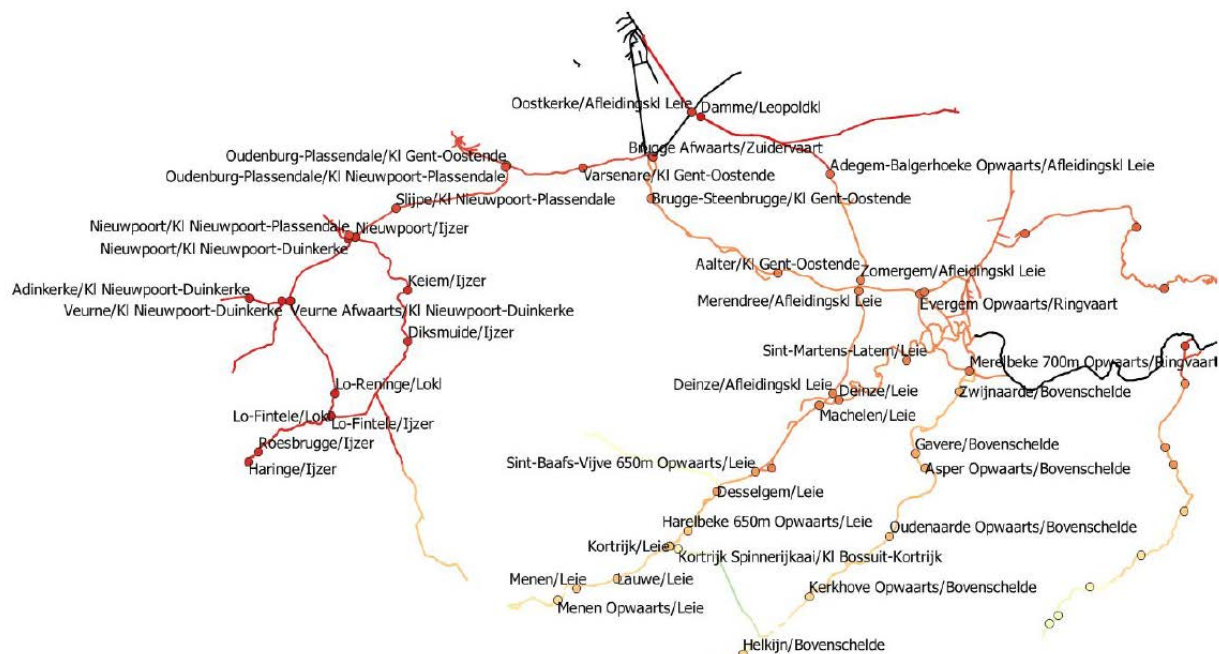
Waterweg	Locatie/Pand	Streefpeil (m TAW)	Minimumpeil ondergrens (m TAW)
Albertkanaal	Genk	60,05	
	Diepenbeek	49,85	49,7
	Hasselt	39,70	39,55
	Ham	29,70	29,55
	Olen	19,70	19,55
	Wijnegem opwaarts	9,70	9,55
	Wijnegem afwaarts	4,15	
Kanaal Briegden-Neerharen	Lanaken	60,05	
	Neerharen	51,65	51,55
Zuid-Willemsvaart	Bocholt	42,50	42,45
	Lozen opwaarts	40,85	40,75
	Lozen afwaarts	38,05	37,95
Kanaal naar Beverlo		42,52	42,42
Kanaal Bocholt-Herentals	sluis 1	42,52	42,42
	sluis 2	38,50	38,4
	sluis 3	34,25	34,15
	sluis 4	29,70	29,55
	sluis 5	27,80	27,7
	sluis 6	25,57	25,47
	sluis 7	23,70	23,6
	sluis 8	21,25	21,15
	sluis 9	19,20	19,1
	sluis 10	17,37	17,27
Kanaal Dessel-Kwaadmechelen		29,70	29,55
Dessel-Turnhout-Schoten	sluis1	29,70	29,55
	sluis2	28,62	28,52
	sluis3	26,15	26,05
	sluis4	23,65	23,55
	sluis5	20,85	20,75
	sluis6	18,45	18,35
	sluis7	16,05	15,95
	sluis8	13,41	13,31
	sluis9	11,10	11
	sluis10	8,85	8,75
Netekanaal	Viersel-Duffel	4,6	4,6
Moervaart en Durme		4,45 (winter) en 4,60 (zomer)	
Schelde-Rijnverbinding		4,15	
Zeekanaal Brussel-Schelde	Brussels Gewest -Zemst (bovenpand)	13,3	13,15
	Zemst-Wintam (benedenpand)	4,45	4,2
Dijledoortocht	opwaarts Benedensluis	4,3	4
Kanaal naar Charleroi	Ittre-Lembeek	40,4	39,97
	Lembeek-Halle	33,25	32,9
	Halle-Lot	29,5	29
	Lot-Ruisbroek	25,75	25,3
	Ruisbroek-Anderlecht	22	21,6
Kanaal Leuven-Dijle	Leuven-Tildonk	17,83	17,75
	Tildonk-Kampenhout	15,55	15,33
	Kampenhout-Boortmeerbeek	13,23	13
	Boortmeerbeek-Battel	10,05	9,8
	Battel-Zennegat	6,45	6,3

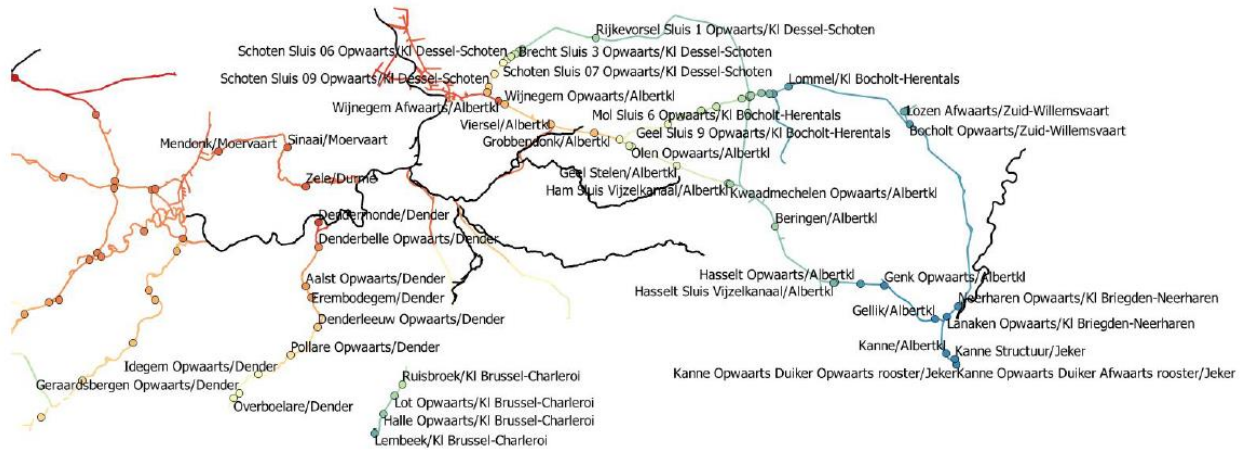
Waterweg	Locatie/Pand	Streefpeil (m TAW)	Minimump eelhoogte (m TAW)
Dender	Deux-Acren - Geraardsbergen	16,85 (16,65 voorafgaand hoge afvoeren)	16,61
	Geraardsbergen - Idegem	15,23 (15,03 voorafgaand hoge afvoeren)	14,98
	Idegem - Pollare	12,88 (12,68 voorafgaan hoge afvoeren)	12,62
	Pollare - Denderleeuw	10,37 (10,17 voorafgaand hoge afvoeren)	10,24
	Denderleeuw - Terafene	8,17 (7,97 voorafgaand hoge afvoeren)	8,04
	Terafene - Aalst	7,61 (7,41 voorafgaand hoge afvoeren)	7,48
	Aalst - Denderbelle	5,83 (5,63 voorafgaand hoge afvoeren)	5,53
	Denderbelle - Dendermonde	3,82 (3,62 voorafgaand hoge afvoeren)	3,62
Boven-Schelde	Hérinnes - Kerkhove	11,46	11,24
	Kerkhove - Oudenaarde	10,11	9,91
	Oudenaarde - Asper	8,25 (8,35 bij lage afvoeren)	8
Kanaal Roeselare-Leie	Roeselare	15,45	15,3
	Ooigem	15,45	15,15
Leie	Wervik tot Menen	11,83	11,68
	Menen tot Harelbeke	10,12	9,9
	Harelbeke tot Sint-Baafs-Vijve	8	7,75
	Sint-Baafs-Vijve tot Deinze (AKL)	5,61 (winter) en 5,70 (zomer)	5,5
Leie (Toeristische Leie)		5,61 (winter) en 5,70 (zomer)	5,5
Afleidingskanaal van de Leie	Deinze tot Schipdonk	5,61 (winter) en 5,70 (zomer)	5,5
	Schipdonk tot Balgerhoeke (Schipdonk)	5	4,7
	Schipdonk tot Balgerhoeke (Balgerhoeke)	5	4,7
	Balgerhoeke tot Heist (Balgerhoeke)	2,71	1,8
	Balgerhoeke tot Heist (Maldegem)	3,3	1,6
	Balgerhoeke tot Heist (Heist)	3,3	nvt (zee = getij)
Ringvaart om Gent		5,61	5,5
Doortocht Gent		5,61	5,5
Kanaal Gent-Terneuzen		4,45	4,3
Kanaal Gent-Oostende	Gent-Beernem	5,61 (winter) en 5,70 (zomer)	5,5
	Beernem-Brugge	5,61 (winter) en 5,70 (zomer)	5,5
	Brugge-Oostende (Dammepoortsluis)	3,94	3,64
	Brugge-Oostende (Oudenburg)	3,94	3,74
Leopoldkanaal	Maldegem	1,5	0,8
	Heist	1,5	nvt (zee = getij)
Ijzer	Roesbrugge tot Fintele	3,14	2,94
	Fintele tot Woumen	3,14	2,8
	Woumen tot Nieuwpoort	3,14	2,2
Kanaal Bossuit-Kortrijk	Bossuit - Moen	20,75	20,5
	Moen - Zwevegem	25,25	25
	Zwevegem - Sluis 9	17,2	17
	Sluis 9 - Sluis 10	14,9	14,7
	Sluis 10 - Sluis 11	12,85	12,65
Kanaal Ieper-Ijzer	Ieper tot Boezinge-Dorp	9,86	9,8
	Boezinge-Dorp tot Boezinge-Sas	6,57	6,37
	Boezinge-Sas tot Ijzer	3,14	2,8
Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke	Wulpen	2,44	2,35
Kanaal Plassendale-Nieuwpoort	Oudenburg	3,94	3,75
Lokanaal	Fintele tot Veurne (KND)	2,44	2,35

Waterweg	Locatie/Pand	Streefpeil (m TAW)	Minimumpeil ondergrens (m TAW)
Antwerpse Haven	RO	4,17	4
	LO	3,5	3,3

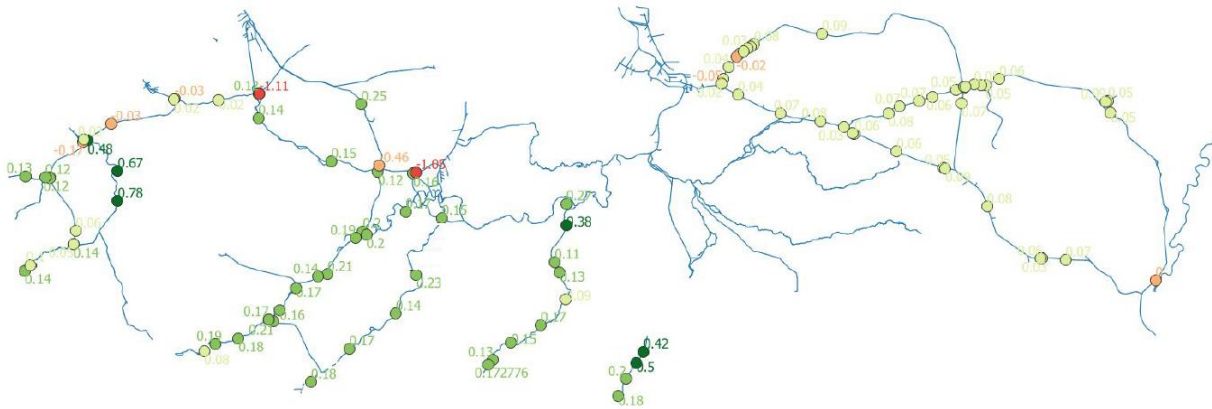
Tabel 5: Streefpeilen en minimumpeilen langs de bevaarbare waterlopen en kanalen.

De locaties waar de waterpeilen langs de bevaarbare waterlopen en kanalen in real-time opgevolgd kunnen worden zijn aangeduid in Figuur 47. Ter vergelijking worden in Figuur 48 en Figuur 49 voor elk van deze meetlocaties het absoluut verschil getoond tussen de 90- en 95-percentielwaarden van waterpeilen berekend op basis van de beschikbare meetgegevens in de periode 2005-2019, en de minimumpeilen van de streefpeilen.

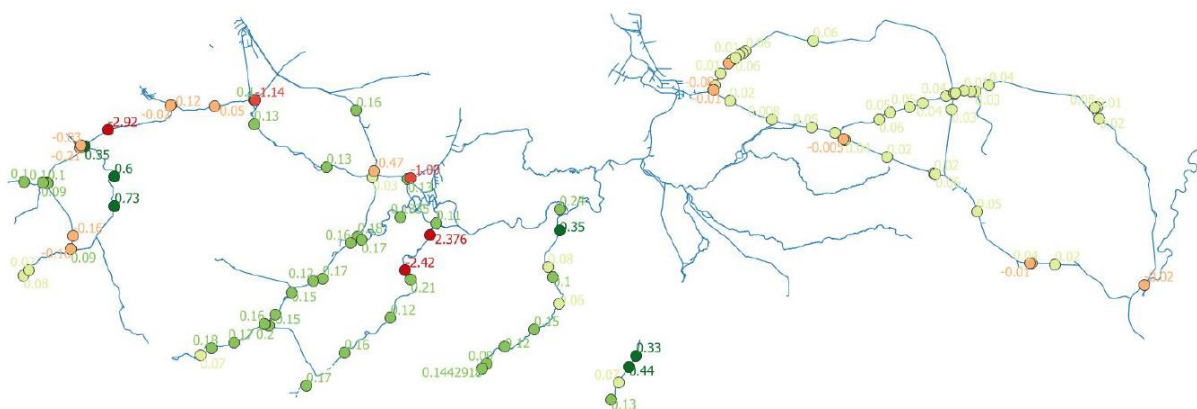




Figuur 47: Overzicht van de meetplaatsen waar de peilen in real-time opgevolgd kunnen worden langs de bevaarbare waterlopen (boven: westelijk deel van Vlaanderen; onder: oostelijk deel van Vlaanderen).

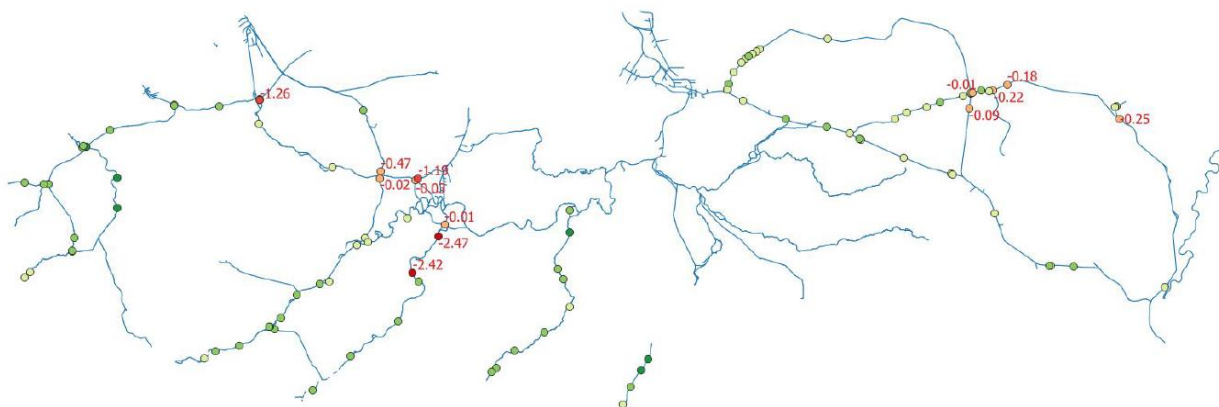


Figuur 48: Verschil (in m) tussen de 90-percentielwaarden afgeleid van de beschikbare meetreeksen en de minimumwaarden voor de streefpeilen.

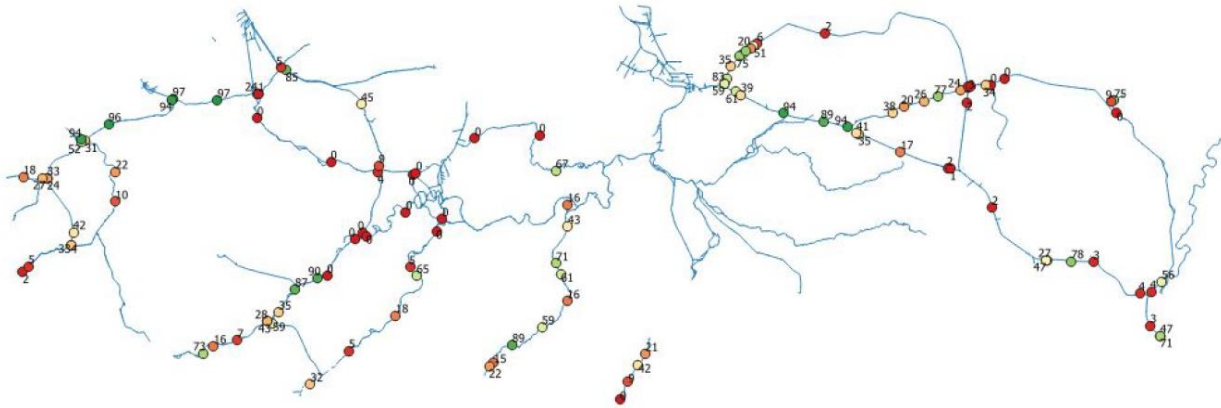


Figuur 49: Verschil (in m) tussen de 95-percentielwaarden afgeleid van de beschikbare meetreeksen en de minimumwaarden voor de streefpeilen.

In Figuur 50 en Figuur 51 worden voor een voorbeelddag getoond hoe de waterpeilmetingen in real-time geëvalueerd kunnen worden voor het reactief afwegingskader; in Figuur 50 door aan te geven waar de minimumwaarden voor de streefpeilen al dan niet onderschreden worden en met hoeveel; in Figuur 51 door de percentielen van de waterpeilen aan te geven. Beide methoden laten toe om de kritieke zones in beeld te brengen.



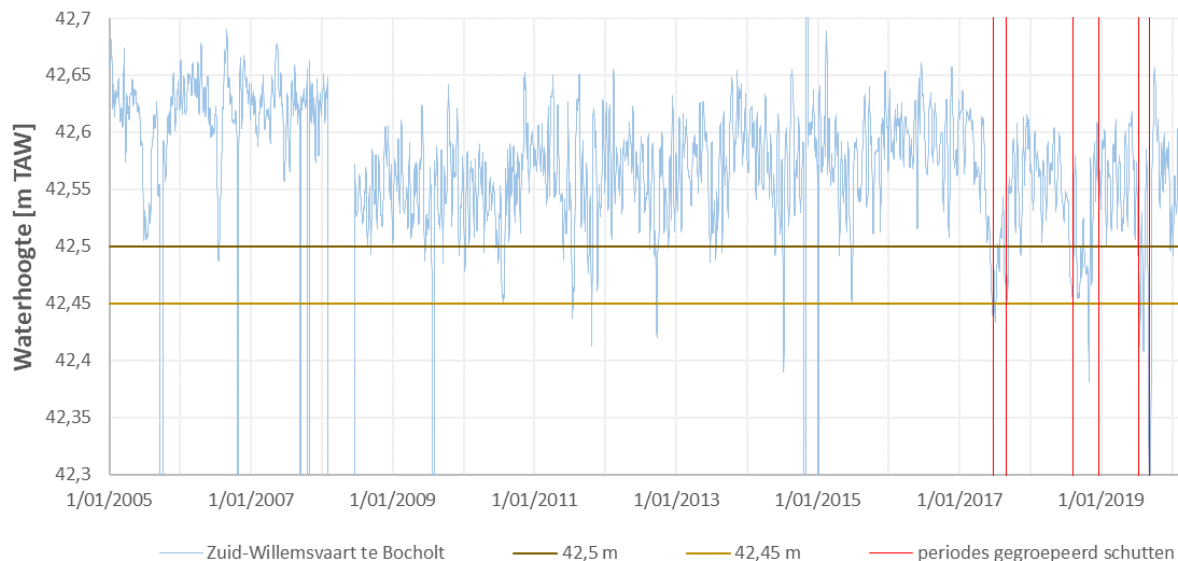
Figuur 50: Verschil (in m) tussen de waterpeilmetingen op 4 september 2019 en de minimumwaarden voor de streefpeilen.



Figuur 51: Percentielen berekend voor de waterpeilmetingen op 4 september 2019.

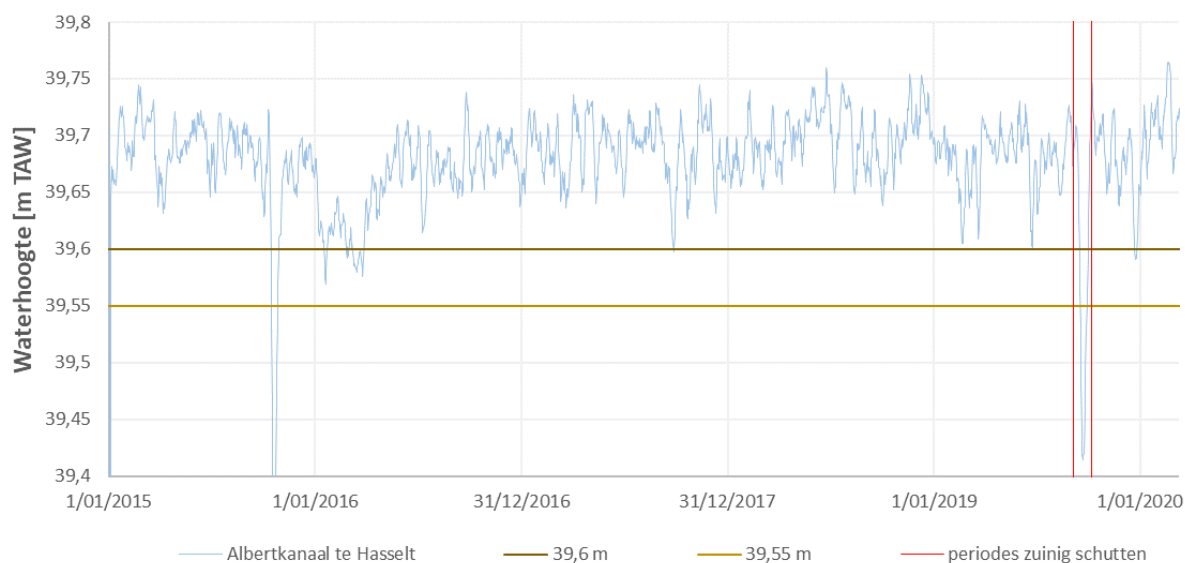
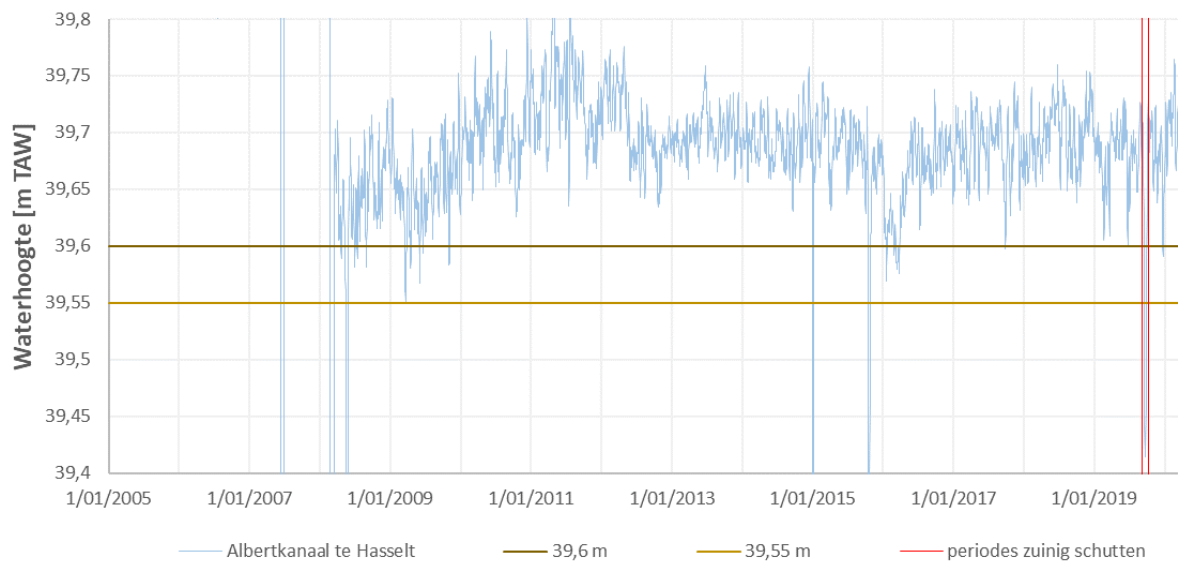
Langs de bevaarbare waterlopen wordt voorgesteld om het streefpeil als referentie te beschouwen, en de ondergrens van de marge op dit peil (vaak -10 cm, d.i. het peil beneden dewelke er momenteel diepgangbeperkingen opgelegd worden) als drempelwaarde voor droogteniveau 1 en het peil dat momenteel gebruikt wordt om stremmingen te bepalen (stilleleggen van de beroepsvaart, vaak -20 tot -30 cm; zie minimumpeil ondergrens in Figuur 46 en Tabel 5) voor droogteniveau 2.

Hieronder wordt de validatie van deze drempelwaarden voor de waterpeilen getoond voor enkele voorbeeldlocaties. Figuur 52 geeft het 7-dagen waterpeil weer voor de Zuid-Willemsvaart opwaarts van Bocholt (ook representatief voor het pand van het kanaal Bocholt-Herentals tussen Bocholt en Lommel – sluis 1). Omdat hiervoor zowel in 2017 als 2018 en 2019 gegroepeerd schutten werd ingevoerd werden deze periodes beschouwd voor de validatie. Let wel: voor 2018 was de einddatum van die periode met gegroepeerd schutten niet bekend en werd deze verondersteld. Voor 2017 en 2019 was de einddatum wel bekend. Volgens Tabel 5 is het streefpeil van dit kanaalpand 42,55 m TAW, wat volgens het voorstel een drempelwaarde geeft van 42,45 m TAW voor droogteniveau 1 en het minimumpeil van de ondergrens 42,45 m TAW voor droogteniveau 2. Beide niveaus zijn dus hier identiek, maar volgens Figuur 52 duidelijk te laag. Een drempelpeil van 42,5 m TAW lijkt een betere waarde. Deze komt trouwens voor zowel 2017 als 2018 en 2019 goed overeen met de begindatum van de periodes van gegroepeerd schutten.



Figuur 52: Validatie van de drempelwaarden voor het 7-dagen waterpeil voor de Zuid-Willemsvaart opwaarts van Bocholt (ook representatief voor het pand van het kanaal Bocholt-Herentals tussen Bocholt en Lommel – sluis 1) en vergelijking met de periodes waarop gegroepeerd schutten werd ingevoerd.

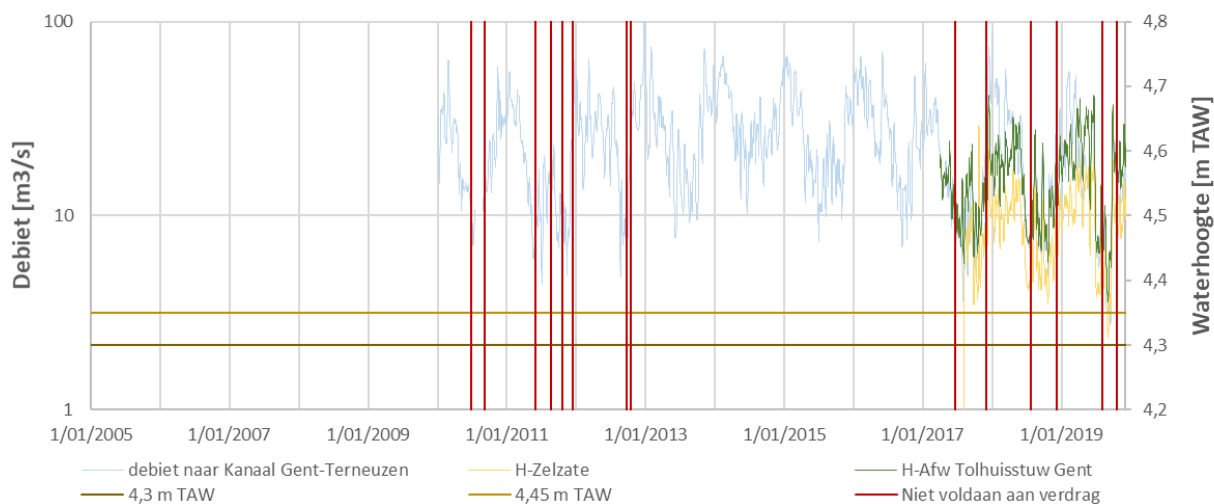
Voor het Albertkanaal is te Hasselt het streefpeil 39,7 m TAW, wat volgens het voorstel een drempelwaarde geeft van 39,6 m TAW voor droogteniveau 1 en het minimumpeil van de ondergrens 39,55 m TAW voor droogteniveau 2. Figuur 53 geeft aan dat de drempelwaarde bij droogteniveau 2 enkel in september 2019 voor meerdere weken (zelfs sterk) werd onderschreden. Op dat ogenblik werd er zuinig schutten opgelegd aan de sluisen van Wijnegem, Hasselt, Diepenbeek en Genk langs het Albertkanaal (van 5 september tot 7 oktober 2019); aan de sluis van Hasselt werd er ook kortstondig stremming opgelegd (van 21 september tot 1 oktober 2019). De drempelwaarden zijn dus OK.



Figuur 53: Validatie van de drempelwaarden voor het 7-dagen waterpeil voor het Albertkanaal te Hasselt en vergelijking met de periode waarop zuinig schutten werd ingevoerd en zelfs tijdelijk stremming.

Voor het kanaal Gent-Terneuzen is het streefpeil 4,45 m TAW en het minimumpeil 4,3 m TAW, wat volgens het voorstel een drempelwaarde geeft van 4,35 m TAW voor droogteniveau 1 en 4,3 m TAW voor droogteniveau 2. Op Vlaams grondgebied zijn er waterhoogtemetingen beschikbaar aan de Tolhuisstuw opwaarts en meer afwaarts te Zelzate. Tussen beide meetplaatsen is er een waterhoogteverschil van 5 tot 9 cm afhankelijk van het debiet. Omdat langs dit kanaal ook het debiet als waterschaarste-indicator gebruikt wordt, zijn in Figuur 54 naast de waterhoogtemetingen – die slechts beschikbaar zijn vanaf 2017

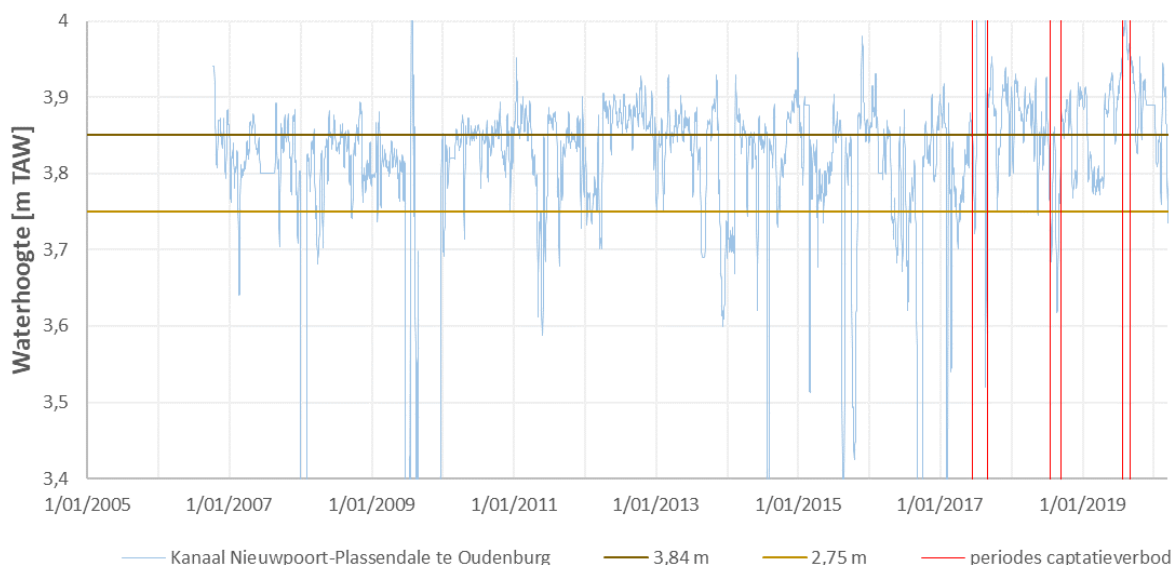
– ook de debieten getoond. De drempelwaarde van 4,35 m TAW voor droogteniveau 1 werd te Zelzate in augustus-september 2019 onderschreden, maar net niet in 2017 en 2018. De drempelwaarde van 4,3 m TAW voor droogteniveau 2 werd niet onderschreden. Vergelijking met de perioden waarbij niet aan het internationaal verdrag met Nederland voldaan kon worden (2-maanden debiet lager dan 13 m³/s), geeft aan dat het niet voldoen aan dit verdrag sneller optreedt dan het niet halen van de drempelwaarden voor het waterpeil. Vermits deze drempelwaarden voor het waterpeil langs het kanaal, zeker deze bij droogteniveau 1, aan de lage kant blijken te liggen, wordt voorgesteld om voor deze bij droogteniveau 1 geen 10 cm marge te nemen maar slechts 5 cm. Drempelwaarde voor droogteniveau 1 wordt daardoor 4,4 m TAW, wat in Zelzate ook onderschrijdingen geeft in 2017 en 2018. Op dit ogenblik worden er diepgangbeperkingen opgelegd vanaf 4,38 m TAW, wat vanaf dan dus ook een beperking in de operationaliteit van de Gentse haven geeft. Vanaf 4,28 m TAW wordt er momenteel gestremd om water te sparen, wat werd toegepast in september 2019. Deze peilen komen dus nagenoeg overeen met de aangepaste drempelwaarden voor droogteniveaus 1 en 2.



Figuur 54: Validatie van de drempelwaarden voor het 7-dagen waterpeil voor het kanaal Gent-Terneuzen te Zelzate en afwaarts van de Tolhuisstuw te Gent en vergelijking met het 7-dagen debiet naar het kanaal Gent-Terneuzen en de perioden waarbij niet aan het internationaal verdrag met Nederland (min. 13 m³/s over 2 maanden) kon voldaan worden.

In bepaalde kanalen, zoals het voorbeeld hieronder van het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort te Oudenburg, zijn de drempelwaarden veel minder eenduidig. Enerzijds is er in Figuur 55 een trend merkbaar met gemiddeld hogere waterpeilen na 2017. Anderzijds zijn er de grote peilschommelingen die de sterke invloed van het peilbeheer weergeven. De drempelwaarde voor droogteniveau 1, bepaald als het streefpeil van 3,94 m TAW min 10 cm, is duidelijk te hoog. 3,8 m TAW zou een betere waarde zijn voor die drempelwaarde. De drempelwaarde voor droogteniveau 2, bepaald als het minimumpeil voor de ondergrens in Tabel 5, is wel een goede drempelwaarde die in de zomer van 2018 langdurig werd onderschreden. In 2017 en 2019 gebeurde dat evenwel niet. In de jaren vóór 2017 waren er regelmatig

onderschrijdingen maar – zoals hiervoor aangegeven – is er ook een trend en gewijzigd peilbeheer die hier een rol speelt.



Figuur 55: Validatie van de drempelwaarden voor het 7-dagen waterpeil voor het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort te Oudenburg en vergelijking met de periodes waarop een captatieverbod werd uitgevaardigd.

Met betrekking tot de streefpeilen is er naast de bevaarbaarheid ook het aspect “veiligheid” voor de waterbeheerder. Zo bestaat er een gevaar op instabiliteit van dijken en kaaimuren op kleibodems en gebouwen op veenondergrond, indien deze bodems langdurig sterk uitdrogen. Om dit te vermijden dient een minimale waterhoogte en/of freatische grondwaterstand gegarandeerd te worden. De problematiek van stabiliteit van dijken speelt minder sterk in Vlaanderen in vergelijking met Nederland, vermits er minder/geen dijken met veen zijn aangelegd en er minder gebouwen staan op een veenondergrond. Dit betekent echter niet dat deze problematiek onbestaande is; ze is ook in Vlaanderen in beperkte mate aanwezig. Op dit ogenblik is er echter nog geen grondige kennis beschikbaar hierover langs de Vlaamse waterlopen; deze wordt de komende jaren nog verder opgebouwd door De Vlaamse Waterweg, waarna de drempelwaarden voor de waterpeilen bijgestuurd kunnen worden.

Drempelwaarden waterpeil – ecologisch minimale peilen

Volgens het INBO is voor zowel doelsoorten als andere vissen een minimale waterdiepte van 65 cm aangewezen in kleine beken. Kleine beken worden gedefinieerd a.d.h.v. de waterdiepte: <1m. Hier is dus maar weinig ‘speling’ over, bij een kleine daling van de waterstand wordt de kwaliteit van de habitat voor vissen al aangetast. Voor grote beken (<1.5m) wordt ervan uitgegaan dat er grotere vissen voorkomen die minstens 75 cm nodig hebben. Deze drempelwaarden zijn door het INBO vanuit eerder wetenschappelijk oogpunt uitgewerkt maar blijken in de praktijk niet haalbaar. Veel waterlopen hebben nooit (ook niet in nattere periodes) de voorgestelde waterdieptes. Vandaar dat in overleg met VMM, ANB, INBO en de

provincies meer haalbare drempelwaarden uitgewerkt werden. Deze worden weergegeven in Tabel 6 i.f.v. de typologie en de graad van ecologische kwetsbaarheid van de waterloop. De typen waterlopen zijn dezelfde als hiervoor bij waterloopgebieden gedefinieerd (Figuur 38).

Typologie	Ecologisch zeer kwetsbaar	Ecologisch kwetsbaar	Overige
Kleine beken, incl. bronbeken		25 cm	20 cm
Grote beken	50 cm	40 cm	25 cm
Kleine, grote en zeer grote rivieren	75 cm	50 cm	Geen

Tabel 6. Voorstel van grenswaarden voor de waterdiepte langs de onbevaarbare waterlopen en dit i.f.v. de typologie van de waterloop en de graad van ecologische kwetsbaarheid.

Voor de kleinere onbevaarbare waterlopen waarvoor geen debietmetingen (of hydrologische modelresultaten) beschikbaar zijn, maar wel waterpeilmetingen wordt hier voorgesteld om het waterpeil als indicator te gebruiken. Als drempelwaarden worden de grenswaarden voor de waterdiepte van Tabel 6 voorgesteld voor beide droogteniveaus. Voor de ecologisch zeer kwetsbare kleine bekken incl. bronbeken, waarvoor geen drempelwaarde vermeld staat in Tabel 6, wordt voorgesteld om een permanent captatieverbod op te leggen.

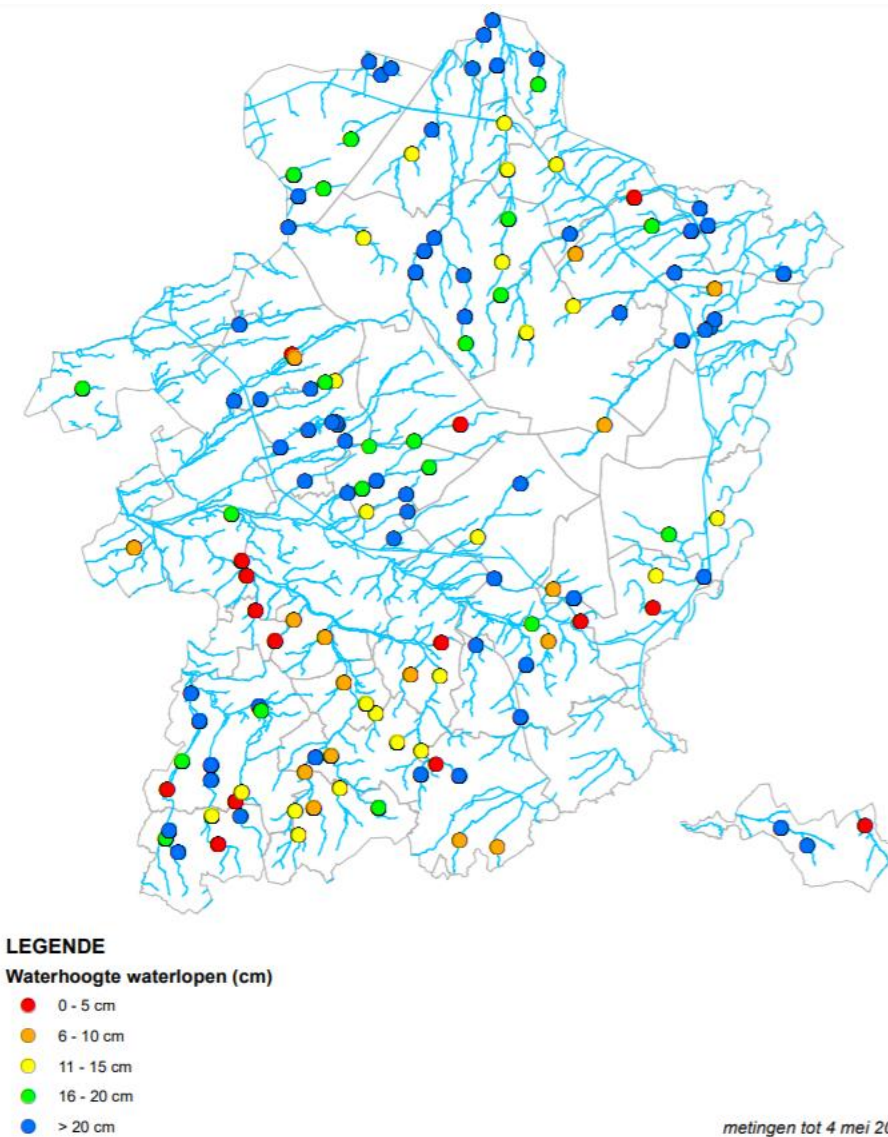
Op plaatsen waar geen opwaartse waterpeilmetingen beschikbaar zijn en om te voorkomen dat er langs de bovenlopen extra limnigrafen geplaatst moeten worden of een droogtemeetnet o.b.v. waterpeilmetingen opgezet, zou men via hydraulische waterloopmodellen voor die bovenlopen of vereenvoudigd via topografie verbanden kunnen afleiden tussen het waterpeil in de stroomopwaartse waterloopsegmenten en de meer afwaartse locaties waar wel debiet- of waterhoogtemetingen beschikbaar zijn. Om te bepalen of het drempelpeil ook stroomopwaarts nog relevant is, zou kunnen berekend worden hoe het peil bij de limnigraaf zich verhoudt tot de stroomopwaartse peilen in de beek. Ook uit de Watina-databank kunnen peilen in waterlopen afgeleid worden. Stel dat 25 cm als drempelpeil wordt gekozen voor een kleine beek en dit geëvalueerd wordt op basis van de limnigraaf, dan kan achterhaald worden wat dit stroomopwaarts betekent. Mogelijk zou dan de drempel van 25 cm ter toegepast hoogte van de limnigraaf verhoogd moeten worden om representatieve uitspraken te kunnen doen meer stroomopwaarts.

Ook in rivier valleien, waar de peilen in de waterloop en de freatische grondwaterstand in het omliggend valleigebied sterk afhankelijk zijn van elkaar, en wanneer er natuurdoelen zijn langs de vallei, zou men het waterpeil kunnen gebruiken als indicator. Indien de vallei bestaat uit afzettingen met een sterke hydraulische conductiviteit dan is de relatie oppervlaktewaterpeil – grondwaterpeil eenduidig. In valleien met afzettingen van een lage hydraulische conductiviteit is dat anders en kan bv. door opbolling van het grondwater het grondwaterpeil in de zomer hoger staan dan het rivierpeil (zoals bv. het geval is voor de Dijle). Een eenduidige relatie oppervlaktewaterpeil – grondwaterpeil komt vaak voor in venige valleien (valleigebieden met veenbodems, bv. Zwarte Beek), in zandige valleien (bv. veel Kempische beekdalen) tot grootteorde 60 m afstand van de waterloop, en in zandlemige valleien tot grootteorde 30 m afstand van de waterloop. In venige valleien fungeren de veenbodems als koolstofhotspots en mogen absoluut niet droogvallen (mineraliseren) (zie ook verder bij [Freatische grondwaterstand](#)).

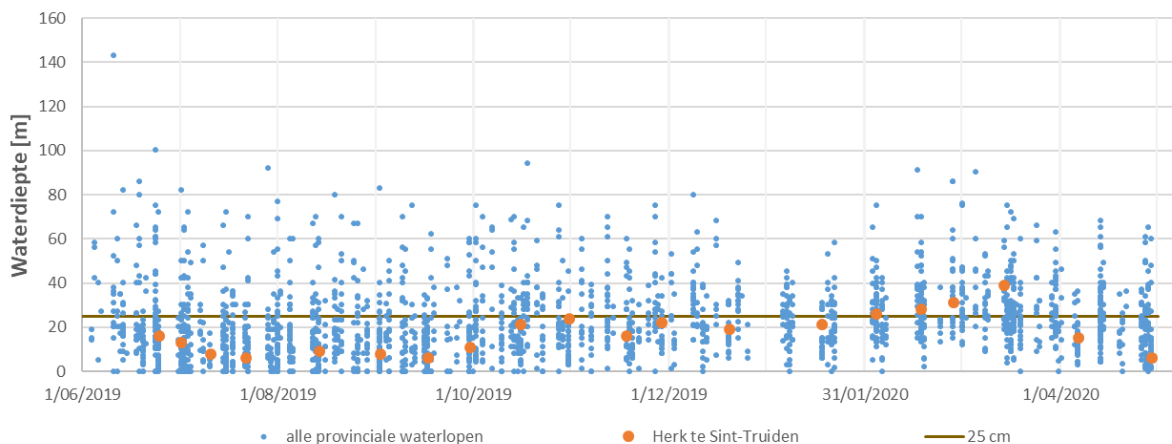
Verder kunnen lage waterpeilen ook een invloed hebben op de ecologie via een eventuele verminderde werking van visdoorgangen.

Voor de opwaartse provinciale waterlopen is sinds de zomer van 2019 voor de provincie Limburg het droogtemeetnet beschikbaar (Figuur 56). Figuur 57, Figuur 58 en Figuur 59 tonen alle beschikbare metingen en deze voor enkele voorbeeldlocaties. Hieruit blijkt dat de drempelwaarde van 25 cm die als minimale waterdiepte werd voorgesteld voor de opwaartse provinciale waterlopen heel vaak onderschreden wordt. Vermits de waterpeilhoogten sterk variëren van locatie tot locatie lijkt het logischer om hier – zoals voor de debieten – met percentielwaarden te werken. Er wordt voorgesteld om **dezelfde percentielwaarden te gebruiken als voor de ecologisch minimale debieten: 90- en 95-percentielwaarden als drempelwaarden voor droogteniveaus 1 en 2, behalve wanneer de streefpeilen van Tabel 6 gehaald worden.**

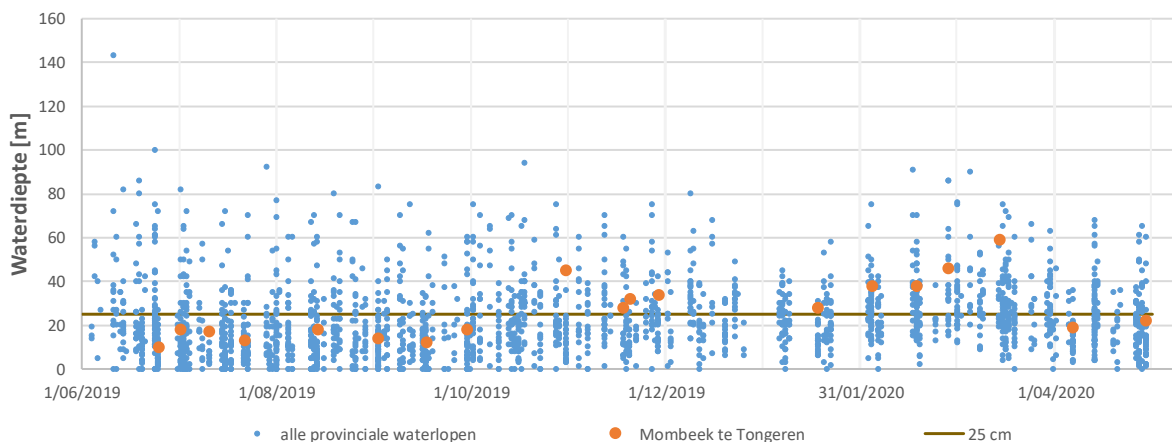
Voor Limburg is het echter niet mogelijk om op basis van de beschikbare metingen vanaf juni 2019 die percentielwaarden te bepalen. De periode vanaf juni 2019 bevat immers slechts metingen voor minder dan een jaar en bovendien bevat ze de droge zomer van 2019 en ook april 2020 was extreem droog. In afwachting van het ter beschikking komen van meer metingen wordt voorgesteld om de drempelwaarde te bepalen als deze die vanaf begin juli 2019 werd onderschreden. Voor de Herk te Sint-Truiden, Mombeek te Tongeren, Warmbeek te Bocholt, Kleine Hoofdgracht te Bocholt bijvoorbeeld komt dat bijvoorbeeld overeen met een waterdiepte van 10-13 cm.



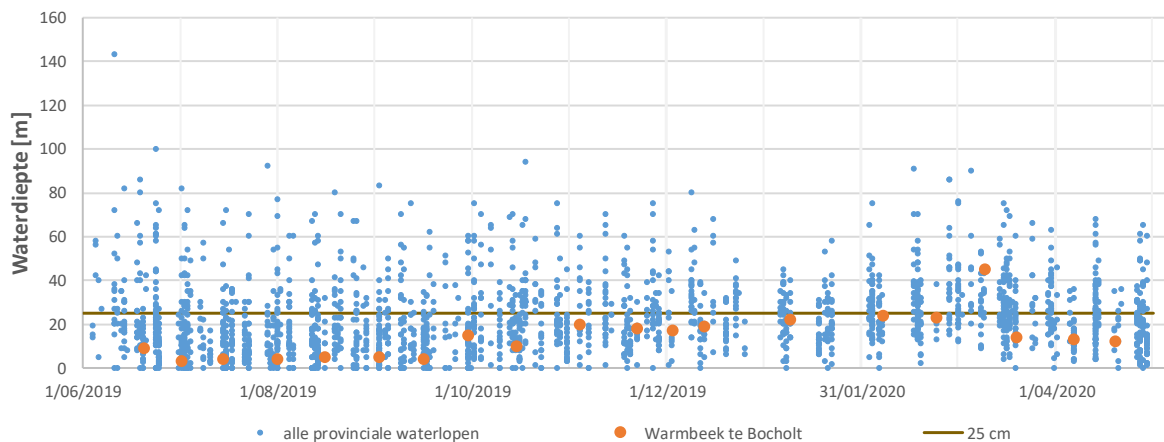
Figuur 56: Droogteteetnet provincie Limburg voor waterdiepten in de opwaartse provinciale waterlopen; met voorbeeld waterdiepten gemeten einde april – begin mei 2020.



Figuur 57: Waterdieptemetingen voor het droogtmeetnet provincie Limburg langs opwaartse provinciale waterlopen: vergelijking van alle metingen en metingen voor de Herk te Sint-Truiden als voorbeeldlocatie met de drempelwaarde van 25 cm.



Figuur 58: Waterdieptemetingen voor het droogtmeetnet provincie Limburg langs opwaartse provinciale waterlopen: vergelijking van alle metingen en metingen voor de Mombeek te Tongeren als voorbeeldlocatie met de drempelwaarde van 25 cm.



Figuur 59: Waterdieptemetingen voor het droogtmeetnet provincie Limburg langs opwaartse provinciale waterlopen: vergelijking van alle metingen en metingen voor de Warmbeek te Bocht als voorbeeldlocatie met de drempelwaarde van 25 cm.

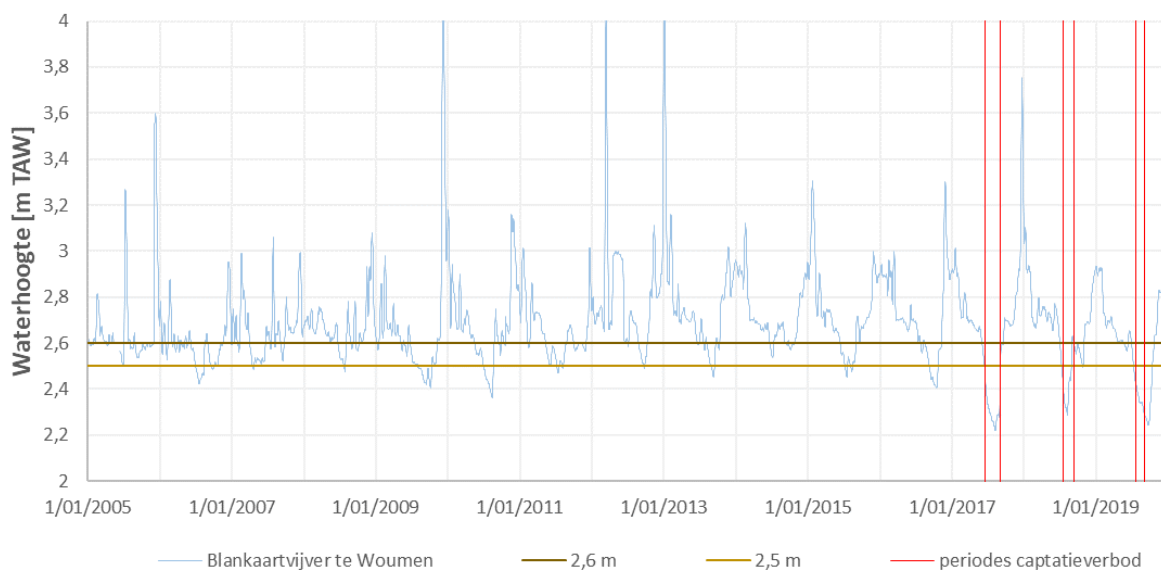
Waterpeil putten, vijvers, poelen, andere stilstaande wateren

Ook voor bepaalde stilstaande wateren zoals vijvers, putten, poelen, volledig afgesneden meanders, ... zijn waterpeilen een belangrijke waterschaarste-indicator; zowel naar ecosystemen als naar waterbeschikbaarheid voor bepaalde andere sectoren (o.a. viskweek, recreatie). Voorbeelden hiervan zijn de wateringen (Lommel), oppervlaktewatergevoede vijversystemen, zoals De Wijers, De Maten, Bokrijk Wik, enz. Het definiëren van die waterpeilen en bijhorende drempelwaarden vergt echter een specifieke uitwerking; bovendien is er hier een sterke link met het freatisch grondwater. Onttrekkingen uit open, niet afgesloten wateren, die niet in permanente verbinding staan met een waterloop of kanaal en grotendeels aangevuld worden via instromend grondwater, zoals putten zonder grondfolie (en daardoor ook juridisch als grondwater vergund) horen dus bij grondwateronttrekkingen. Om deze redenen worden voor deze stilstaande wateren voorlopig geen waterpeilen als indicator gedefinieerd, behalve voor deze waarvoor er peilafspraken werden gemaakt. Zo is er voor de Blankaartvijver het peilprotocol Natuurinrichtingsproject (NIP) De Blankaart: 2,90 m TAW voor 1 december - 31 januari, 2,70 m TAW 1 februari - 15 oktober, 2,80 m TAW 16 oktober - 30 november. Wanneer er later nog peilafspraken komen, kunnen die hier toegevoegd worden. Wanneer er voor bepaalde vijvers toch real-time waterhoogtewaarnemingen en onderbouwde drempelwaarden beschikbaar zijn, kunnen die nu al toegevoegd worden; voorlopig zijn er geen bekend bij het projectuitvoerend team.

Voor de vijvers waaruit er drinkwater wordt geproduceerd door de drinkwatermaatschappijen worden hierna bij [Sector specifieke waterschaarste-indicatoren - Drinkwatermaatschappijen](#) wel specifieke drempelwaarden beschouwd. Voor de Dikkebusvijver is het streefpeil 27 m TAW en het minimumpeil 25,5 m TAW, voor de Verdronken Weide is het minimumpeil 17,60 m TAW en voor de Zillebekevijver is het streefpeil $26,8 \pm 0,3$ m TAW en het minimumpeil 25,35 m TAW. Deze minimumpeilen zouden als drempelwaarden voor droogteniveau 2 beschouwd kunnen worden; deze werden finaal evenwel niet weerhouden vermits ze mee ingerekend worden in de ruwwaterbeschikbaarheidsindicator.

Voor De Gavers bedraagt het minimumpeil van het pand Zwevegem-Kortrijk van waaruit onttrokken wordt in het kanaal Bossuit-Kortrijk 17,0 m TAW wat 20 cm lager ligt dan het streefpeil van 17,20 m TAW voor dat pand, wat reeds opgenomen was bij de drempelwaarden voor de waterpeilen van de bevaarbare waterlopen en kanalen.

Hierna worden in Figuur 60 voor het voorbeeld van het waterpeil in de Blankaartvijver te Woumen de drempelwaarden gevalideerd. Het streefpeil bedraagt hier in de zomerperiode 2,7 m TAW. Hiervoor werd voorgesteld om -10 cm, dus 2,6 m TAW, te beschouwen voor droogteniveau 1 en -20 cm, dus 2,5 m TAW, voor droogteniveau 2. Ook is opnieuw de vergelijking gemaakt met de periodes van captatieverbod in 2017, 2018 en 2019. Deze captatieverboden waren niet noodzakelijk van toepassing op dit gebied, wel op de onbevaarbare waterlopen in het ruimere gebied; dus ze geven een referentie van de periodes met waterschaarste in de ruimere omgeving. Deze periodes komen goed overeen met de periodes waarbij het waterpeil relatief plots en sterk daalt onder de 2,5 m TAW. De drempelwaarden lijken dus goed gekozen. Eventueel zouden de drempelwaarden – vooral deze van droogteniveau 1 – een 10 cm lager gekozen kunnen worden. Anderzijds is het goed om – zoals ook aangegeven bij de drempelwaarden voor het debiet – de drempelwaarde voor droogteniveau 1 niet te laag te kiezen zodat de waarschuwing voldoende op tijd komt en er nog tijd is voor eventuele maatregelen.



Figuur 60: Validatie van de drempelwaarden voor het 7-dagen waterpeil voor de Blankaartvijver te Woumen en vergelijking met de periodes waarop een captatieverbod werd uitgevaardigd.

Stroomsnelheid waterloop

Voor het aquatisch leven in de waterloop is de stroomsnelheid samen met de waterdiepte meest bepalend. De stroomsnelheid is hierbij belangrijk voor een aantal andere parameters zoals watertemperatuur en zuurstofgehalte die de waterkwaliteit bepalen.

Enkele voorbeelden van drempelwaarden: De minimale stroomsnelheid die gemeten is in waterlopen met een duurzame populatie beekprik varieert van 2 tot 40 cm/s (Spikmans et al., 2013). Voor de rivierdonderpad varieert die van 20 tot 100 cm/s met maximaal 120 cm/s (Bless, 1983, 1990).

De stroomsnelheid is net als de waterdiepte niet zo eenvoudig in real time te bepalen. Zoals al aangegeven bij de waterdiepte is er een relatie tussen debiet, stroomsnelheid en verblijftijd. Die relatie zal voor heel wat waterlopen eenduidig zijn, maar vooral voor de gestuwde waterlopen kan die relatie heel erg verschillend zijn. Als die relatie gekend is voor een bepaald waterloopsegment kan voor dat segment het debiet gebruikt worden, maar dat is dan een aangepast debiet o.b.v. het watervolume in het waterloopsegment. Omwille van dit verband met het debiet en de waterdiepte, wordt in het kader van deze opdracht voorgesteld om de stroomsnelheid niet als indicator te selecteren, maar het debiet en de waterdiepte (afhankelijk van de locatie) te gebruiken.

Verblijftijd waterloop

Een bijkomende hydrologische indicator voor het aquatisch leven in de waterloop is de verblijftijd van het water in het betreffende segment van de waterloop. De verblijftijd is érg bepalend voor het biochemisch gedrag. Hoge verblijftijden kunnen specifieke problemen zoals proliferatie van blauwalgen en anoxie in de hand werken. Zo stelde water-link de afgelopen drie jaar tijdens de droogteperiodes een verhoogde aanwezigheid vast van blauwalgen op haar ruwwaterbron.

De studie van Cha et al. (2017) suggereert dat de temperatuur en de verblijftijd, en in mindere mate nutriënteniveaus (vnl. fosforgehalte), belangrijke voorspellers zijn voor proliferatie van cyanobacteriën in de zomer in de rivieren. Hoewel de factoren temperatuur én verblijftijd even significant waren over de plaatsen heen, was de verblijftijd marginaal beter in het verklaren van de variatie in cyanobacteriënabundantie. Dit is in lijn met eerdere studies (Romo et al., 2013) die verblijftijd als een kritische factor beschouwen.

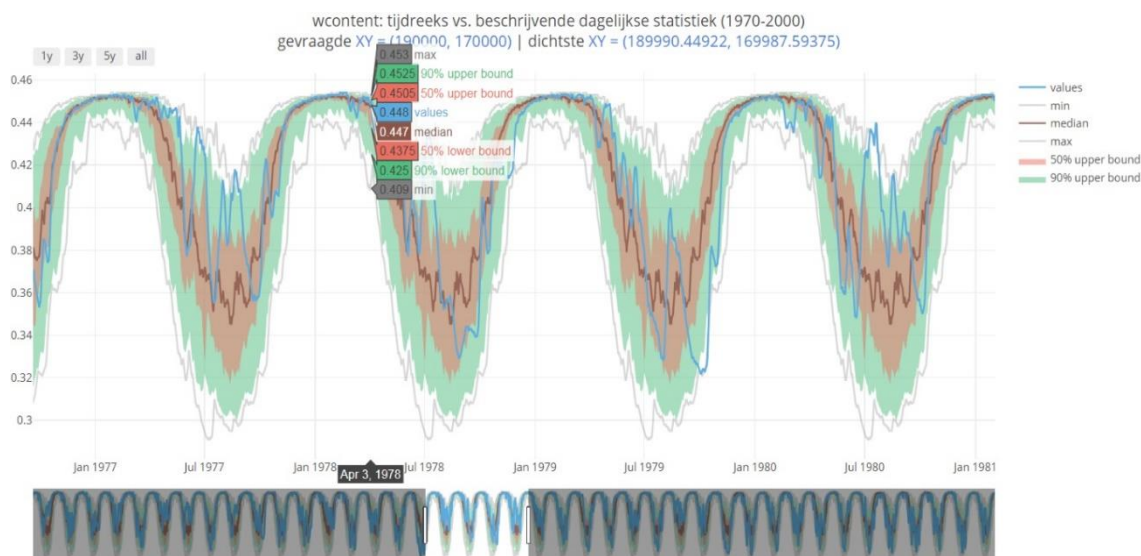
De verblijftijd is uiteraard sterk gerelateerd aan het debiet, de waterdiepte en de stroomsnelheid. Ook onttrekkingen en het terugpompen van schutverliezen beïnvloeden de verblijftijd. Ze kan bepaald worden per waterloopsegment op basis van real-time debietmetingen in combinatie met (conceptuele) waterloopmodellen. Om dezelfde redenen als hiervoor aangehaald bij de stroomsnelheid, wordt in het kader van deze opdracht voorgesteld om de verblijftijd niet als afzonderlijke indicator te selecteren, maar het debiet en de waterdiepte (afhankelijk van de locatie) te gebruiken.

Bodemvochtgehalte

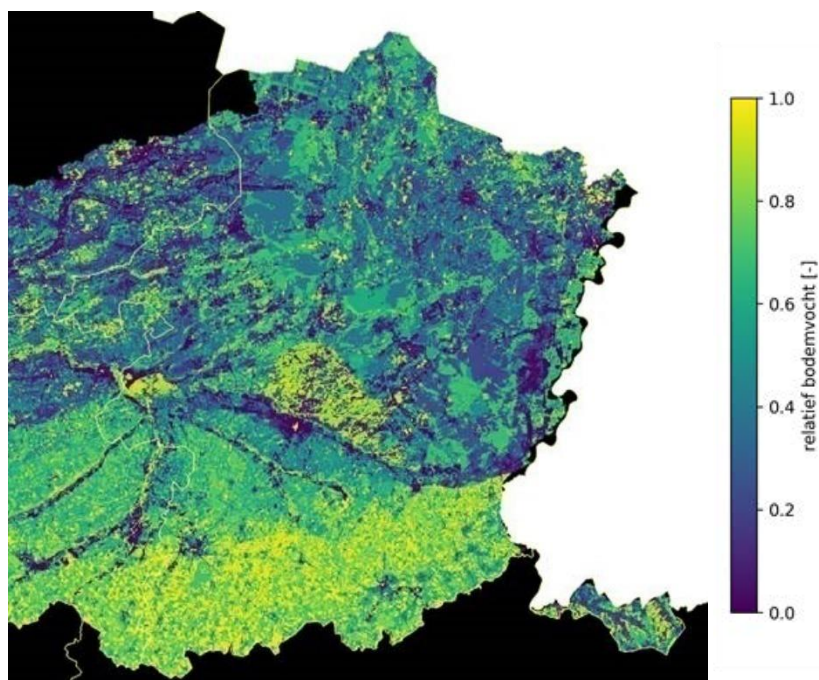
Het bodemvochtgehalte is de beste indicator voor vegetatie, inclusief landbouwgewassen en (vooral regenwaterafhankelijke) terrestrische ecosystemen zoals infiltratiegebieden en vennen. Ook woningen kunnen problemen ondervinden bij uitdroging van de ondergrond, vooral in de gebieden met plastische kleigronden.

Bodemvocht wordt slechts op enkele locaties in Vlaanderen gemeten. Ze is echter sterk ruimtelijk variabel omwille van de ruimtelijke verschillen in zowel het bodemtype en -associatie als de neerslag. Ze dienen

daarom bepaald te worden via hydrologische modelberekeningen. Figuur 61 toont een voorbeeld van het actuele volumetrisch bodemvochtgehalte verkregen via modelsimulaties, tezamen met de berekende langetermijnstatistieken. Figuur 62 geeft een ander voorbeeld voor het relatieve bodemvochtgehalte, ruimtelijk variabel berekend voor een bepaalde terugkeerperiode T. Dergelijke simulaties, uitgevoerd door het projectteam (KU Leuven en Sumaqua) en IMDC, komen binnenkort ruimtelijk verdeeld beschikbaar over Vlaanderen via de lopende opdracht voor VMM rond de ontwikkeling van een hydrologisch droogtemodel. In afwachting daarvan, maar ook om gelijktijdig de irrigatievraag voor landbouwgewassen en de impact van droogte op de landbouwsector te kunnen bepalen in het deel [Bouwstenen voor afweging – Waterbalansen](#), wordt in deze opdracht een rudimentair bodemwaterbalans gebruikt dat op basis van dagwaarden voor neerslag en ETP het bodemvochtgehalte in real-time berekent en dat voor verschillende teeltgroepen en bodemtypes. Dit model is ontwikkeld door het projectteam (BDB) en wordt hierna verder beschreven in het deel Watervraag - [Land- en tuinbouw](#).



Figuur 61: Volumetrisch bodemvochtgehalte bepaald o.b.v. modelsimulaties en vergelijking met langetermijnstatistieken.



Figuur 62: Ruimtelijke variatie in relatief bodemvochtgehalte voor de provincie Limburg, voor terugkeerperiode van 50 jaar.

Indicatoren gebaseerd op bodemvochtwaarnemingen zijn de Soil Moisture Index (SMI), de Soil Moisture Anomaly (SMA), de Drought Severity Index (DSI), de Terrestrial Water Storage (TWS), Soil Water Index (SWI), Plant Water stress index, ... Voor het bodemvochtgehalte wordt typisch een onderscheid gemaakt tussen de oppervlakkige (0-10cm) bodemverzadiging en de bodemverzadiging van het hele profiel (0-70cm).

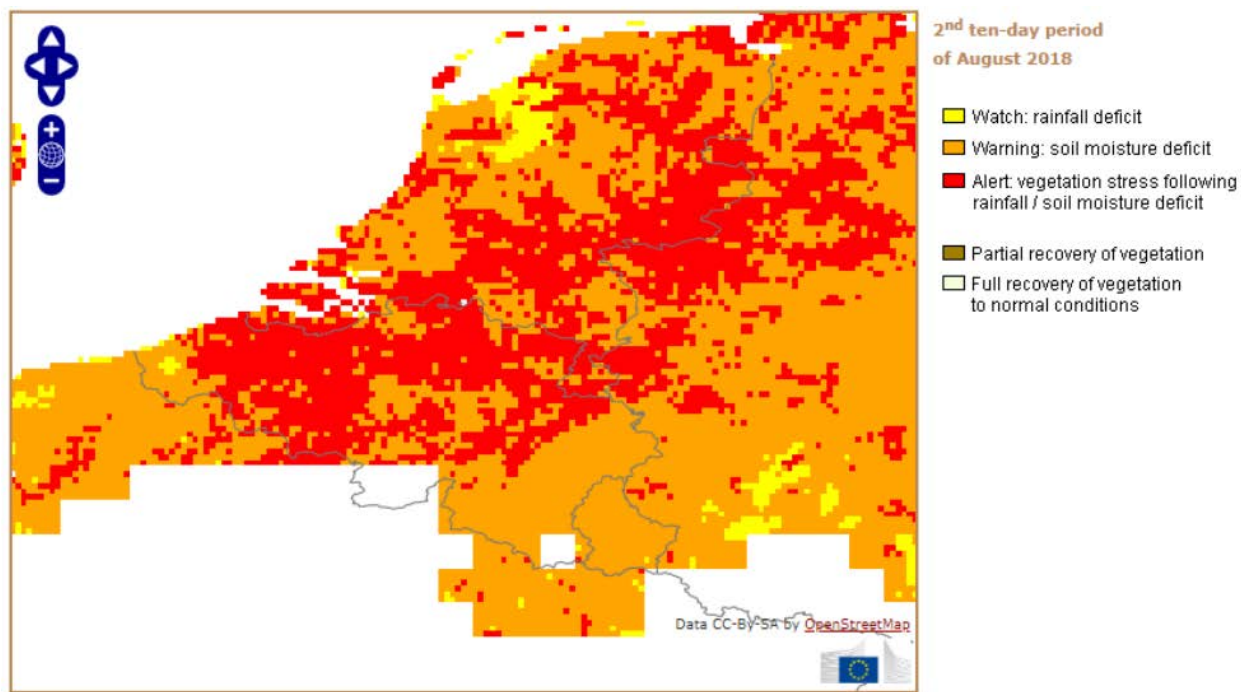
Verder zijn er indirecte bodemvochtindicatoren die bodemvocht niet rechtstreeks meten maar via modellering berekenen uitgaande van neerslag- en temperatuurmetingen en informatie over de bodemeigenschappen zoals de maximale bodemwateropslagcapaciteit. Het meest bekende voorbeeld in deze categorie is de Palmer Drought Severity Index (PDSI) (Alley, 1984).

Bodemvochtwaarden kunnen ook ingeschat worden via satellietbeeldwaarnemingen, bijvoorbeeld uit Sentinel-1 (S1-A & S1-B) (ESA), Radarsat-2, SMOS (ESA), ASCAT (EUMETSAT) op Metop-A, B en C, en AMSR2 (JAXA). Het EDO - European Drought Observatory⁷ geeft op basis van satellietwaarnemingen en modellering per decade en op een schaal van 1 km voor gans Europa informatie over de droogtetoestand in functie van de vegetatie. Ze doet dat voor SMI, SMA, TWS, en ook voor de meteorologische indicatoren maandneerslagtotaal, SPI, maximum dagtemperatuur, hittegolfduur, de hydrologische indicator LFI, en de vegetatie-indicator FAPAR (zie verder bij [Sector specifieke waterschaarste-indicatoren](#)), samen met een 7-dagen voorspelling voor SPI en SMI. Ze gebruikt ook een gecombineerde droogte-indicator (CDI: Combined Drought Indicator) die informatie van meteorologische, hydrologische en vegetatie-indicatoren

⁷ <http://edo.jrc.ec.europa.eu/>

combineert en gebaseerd is op anomalieën in neerslag, bodemvocht en vegetatietoestand. De TWS wordt op ruwere ruimtelijke resolutie aangeleverd door het Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE). Verder is er de NASA die wereldwijd het bodemvocht in kaart brengt m.b.v. satellietmetingen via hun "SMAP - Soil Moisture Active Passive". SMAP meet vocht in de toplaag van de bodem tot twee centimeter diep en dit elke 3 dagen. Daarnaast zijn er de bodemvochtproducten van de COPERNICUS Land Monitoring Service⁸. Die zijn echter minder kant-en-klaar en vragen wat verdere ontwikkeling. Wat wel kant-en-klaar beschikbaar is, is het bodemvochtproduct van Vandersat⁹, en dit dagelijks en bij een ruimtelijke resolutie van 100m na neerschaling (zie voorbeeld in Figuur 64). Dit product is representatief voor 5-cm toplaag.

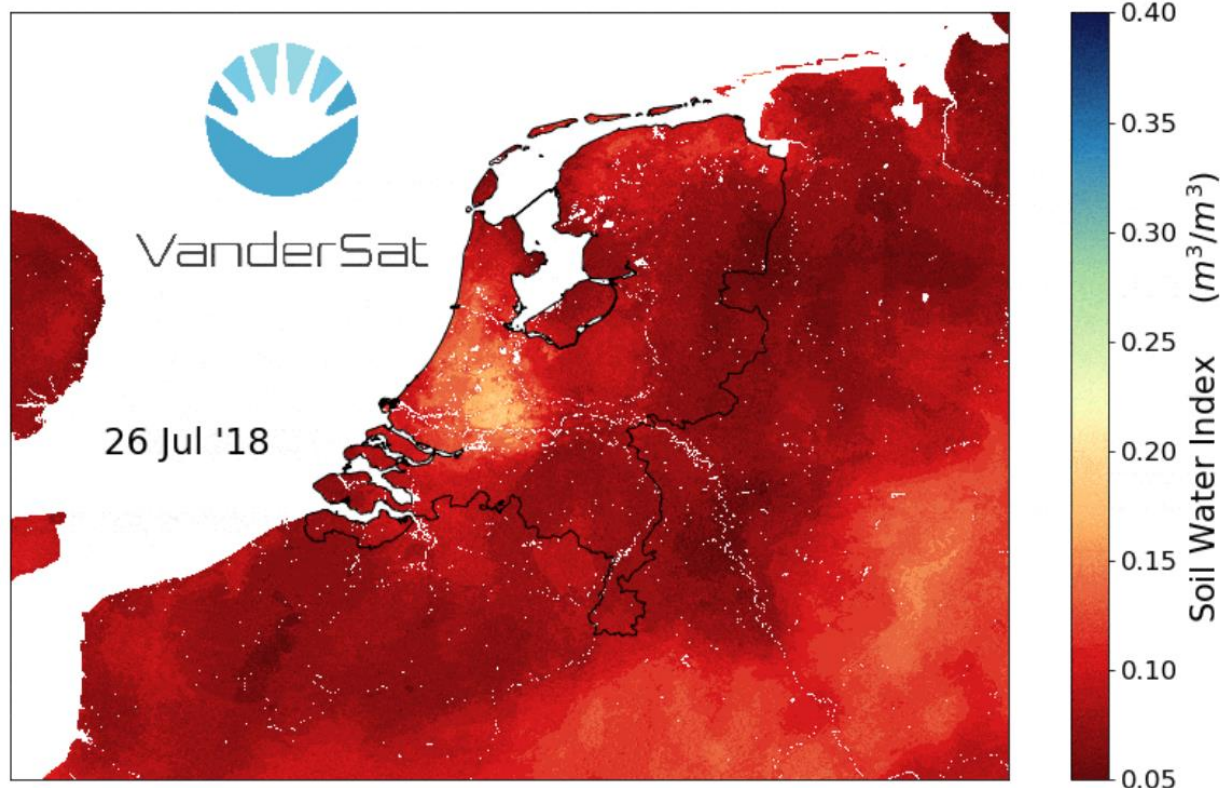
Het EDO maakt voor de CDI gebruik van de volgende klassen: "Watch: rainfall deficit", "Warning: soil moisture deficit", "Alert: vegetation stress following rainfall / soil moisture deficit", "Partial recovery of vegetation", "Full recovery of vegetation to normal conditions". In de tweede decade van augustus 2018 bevond gans Vlaanderen zich in een toestand van bodemvochttekort ("Warning: soil moisture deficit") en grote delen zelfs in een toestand van vegetatiestress ("Alert: vegetation stress following rainfall / soil moisture deficit") (zie Figuur 63). De laagwaterberichtgeving van het HIC in Vlaanderen neemt deze EDO voorspellingen mee op.



Figuur 63: Droogtekaart van het EDO voor de 2de decade van augustus 2018.

⁸ <https://land.copernicus.eu/global/products/swi>; <https://land.copernicus.eu/global/products/ssm>

⁹ <https://www.vandersat.com/soil-moisture-monitoring>



Figuur 64: Droogtekaart van het Vandesat-bodemvochtproduct voor 26 juli 2018.

Omdat de satellietgebaseerde bodemvochtproducten zich beperken tot waarneming van het vochtgehalte in de bovenste paar centimeter van de bodem en extrapolaties naar de diepere bodemlagen tot op heden niet betrouwbaar zijn, werden ze door vele belanghebbenden uit de landbouwsector als minder representatief beschouwd. Daarom wordt hier voorgesteld om gebruik te maken van de modelgebaseerde methode **op basis van de rudimentaire bodemwaterbalans die op basis van dagwaarden voor neerslag en ETP het bodemvochtgehalte in real-time berekent voor verschillende teeltgroepen en bodemtypes**. De drempelwaarden zijn daarbij afhankelijk van de toepassing. Hierna worden ze beschreven voor de sectoren landbouw en natuur.

Drempelwaarden bodemvochtgehalte – landbouwgewassen en vegetatie

Droogtestress bij gewassen vangt typisch aan wanneer het gemakkelijk plantopneembare water (Readily Available Water, RAW) opgebruikt is (Allen et al., 1998). RAW is een fractie p van het totaal plantbeschikbare water (Total Available Water, TAW), waarbij p gewasafhankelijk is. Op basis van de gegevens voor de meest relevante teelten in Vlaanderen (Tabel 7) kan voor p een waarde van 0.35 aangenomen worden als het aanvangspunt voor droogtestress. De nog lagere waarde van 0.20 voor aardbei werd hier niet in beschouwing genomen gezien deze teelt voor het overgrote deel onder irrigatie ligt. Wanneer de bodem verder uitdroogt wordt het permanent verwelkingspunt (Permanent Wilting Point, PWP) uiteindelijk bereikt. Dat is het punt waarop planten/gewassen niet meer in staat zijn om water

te onttrekken in de bodem, en dus afsterven. Bij het bereiken van het PWP is de schade voor veel gewassen dus onherstelbaar. Elke bodemtype heeft een eigen PWP. Zo ligt dat anders bij zandbodems dan bij kleibodems. Het PWP wordt uitgedrukt aan de hand van het volumetrisch bodemvochtgehalte, en is functie van het bodemtype. Met het bodemwaterbalansmodel en/of de metingen kan het volumetrisch gehalte bijna real-time worden bepaald, en afgetoetst worden aan de drempelwaarden. Dat geeft dan een indicatie van hoe het gewas verder zal evolueren.

De p-waarden vermeld in Tabel 7 zijn deze uit Allen et al. (1998) die het meest aansluiten bij de Vlaamse situatie. Let wel: voor aansturing van irrigatie op perceel zijn deze uiteraard niet geschikt. De resultaten die met deze p-waarden bekomen worden, zijn bij de waterbalansberekening (zie later in deel [Land- en tuinbouw](#)) gevalideerd aan het irrigatiesturingsmodel dat bij de BDB gebruikt wordt.

Teeltgroep	Teelt	Maximale worteldiepte [m]	Onttrekkingsfractie p
Groenten	Broccoli	0.4-0.6	0.45
	Spruitjes	0.4-0.6	0.45
	Kool	0.5-0.8	0.45
	Wortel	0.5-1.0	0.35
	Bloemkool	0.4-0.7	0.45
	Ajuin (droog, groen, zaad)	0.3-0.6	0.30-0.35
	Rode biet	0.6-1.0	0.50
	Asperge	1.2-1.8	0.45
Hackvruchten	Aardappel	0.4-0.6	0.35
	Suikerbiet	0.7-1.2	0.55
Peulvruchten	Boon (groen, droog, puls)	0.5-0.9	0.45
	Erwt (vers, droog/zaad)	0.6-1.0	0.35-0.40
Granen	Gerst	1.0-1.5	0.55
	Haver	1.0-1.5	0.55
	Zomertarwe	1.0-1.5	0.55
	Wintertarwe	1.5-1.8	0.55
	Maïs	1.0-1.7	0.55
Voedergewassen	Grasland	0.5-1.5	0.60
Fruit	Appel, kers, peer	1.0-2.0	0.50
	Aardbei	0.2-0.3	0.20

Tabel 7. Maximale worteldiepte en onttrekkingsfractie p voor de meest relevante teelten in Vlaanderen (Allen et al., 1998).

Als drempelwaarden voor de indicator bodemvocht werden oorspronkelijk volgende waarden voorgesteld:

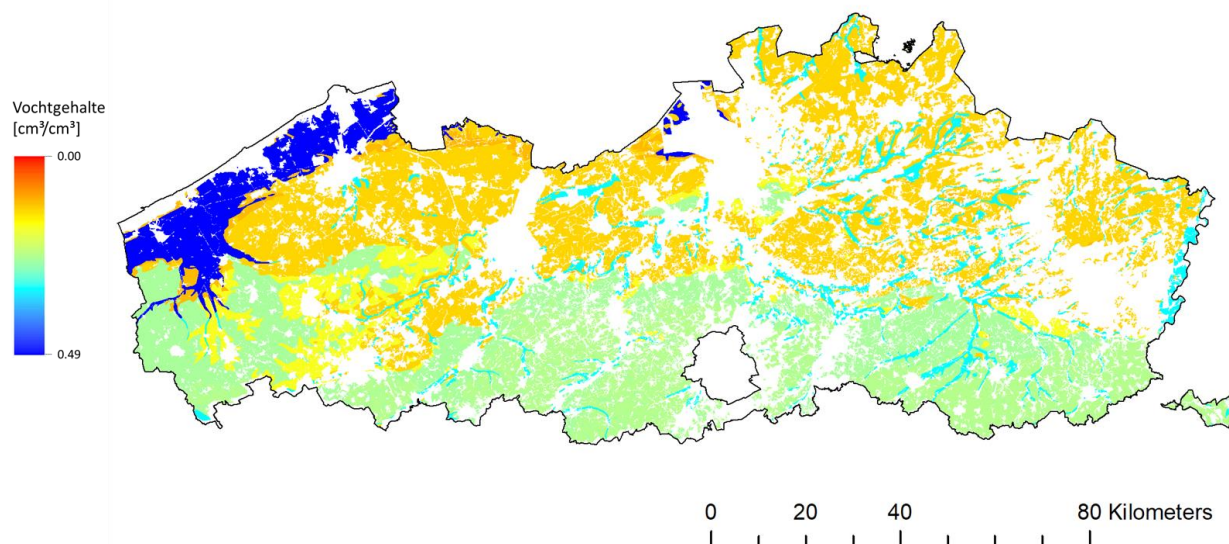
- Drempelwaarde droogteniveau 1: Aanvang van droogtestress: $(1 - p) * TAW + PWP$
- Drempelwaarde droogteniveau 2: Permanent verwelkingspunt: PWP

Gezien zowel TAW als PWP sterk afhankelijk zijn van de bodemtextuur, zijn deze drempelwaarden in deze opdracht berekend voor de verschillende textuurklassen in Vlaanderen (Tabel 8).

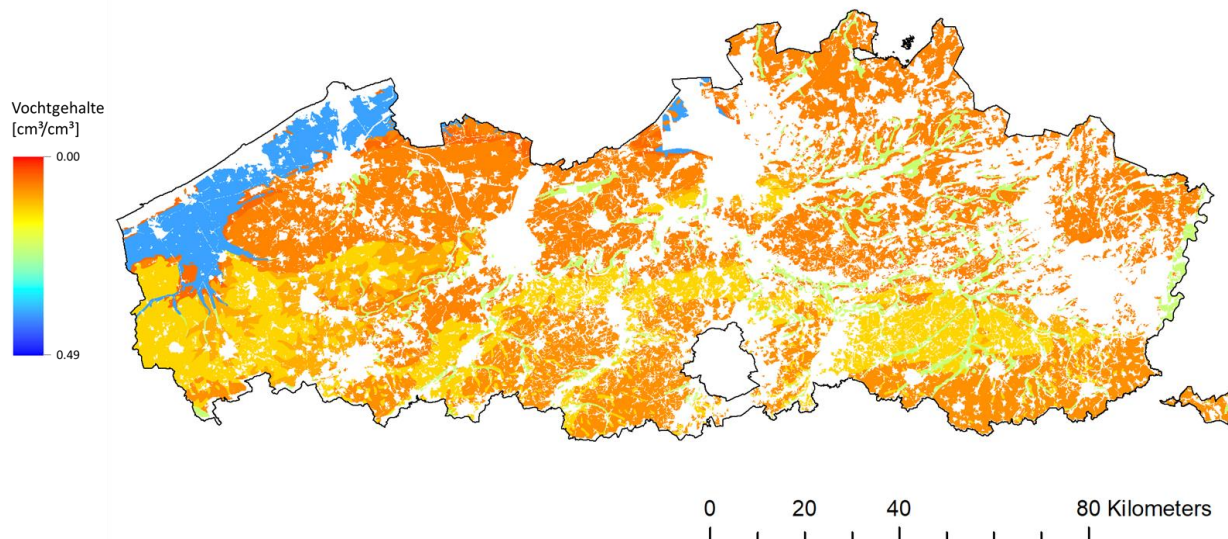
Textuur	SAT [cm ³ /cm ³]	FC [cm ³ /cm ³]	PWP [cm ³ /cm ³]	TAW [cm ³ /cm ³]	p [-]	Drempelwaarde droogteniveau 1 [cm ³ /cm ³]	Drempelwaarde droogteniveau 2 [cm ³ /cm ³]
Z Zand	36%	13%	6%	7%	0.35	11%	6%
S Lemig zand	38%	16%	8%	8%	0.35	13%	8%
P Licht zandleem	41%	22%	10%	12%	0.35	18%	10%
L Zandleem	46%	33%	13%	20%	0.35	26%	13%
A Leem	43%	33%	9%	24%	0.35	25%	9%
E Klei	50%	39%	23%	16%	0.35	33%	23%
U Zware klei	55%	54%	39%	15%	0.35	49%	39%

Tabel 8. Drempelwaarden voor de indicator bodemvocht, voor de verschillende textuurklassen in Vlaanderen; SAT stelt hierbij de verzadigingsconcentratie voor en FC de veldcapaciteit; de andere variabelen werden in de tekst toegelicht.

Figuur 65 en Figuur 66 tonen deze drempelwaarden gebiedsvariabel op basis van de bodemassociatiekaart en de dataset landbouwgebruikspcelen; voor de details zie later in deel [Land- en tuinbouw](#).



Figuur 65: Ruimtelijk variabele drempelwaarde van bodemvochtgehalte voor landbouwgewassen: voor droogteniveau 1.



Figuur 66: Ruimtelijk variabele drempelwaarde van bodemvochtgehalte voor landbouwgewassen: voor droogteniveau 2.

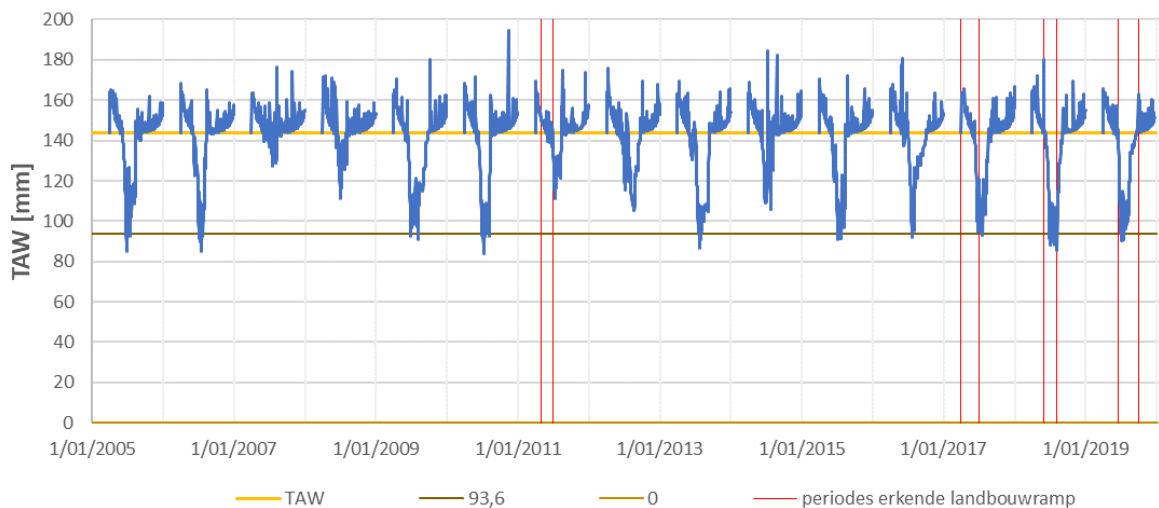
Wanneer de hoge ruimtelijke resolutie van die kaarten in een operationele context niet bruikbaar is, kunnen ze opgeschaald gebruikt worden, bv. per deelstroomgebied (Tabel 9 geeft een voorbeeld).

	Drempelwaarde 1	Drempelwaarde 2	Actueel bodemvochtgehalte	Aandeel binnen deelstroomgebied
Textuur	[vol%]	[vol%]	[vol%]	%
Z	11%	6%	12%	22%
S	13%	8%	8%	18%
P	18%	10%	5%	12%
L	26%	13%	12%	16%
A	25%	9%	26%	2%
E	33%	23%	34%	19%
U	49%	39%	38%	11%

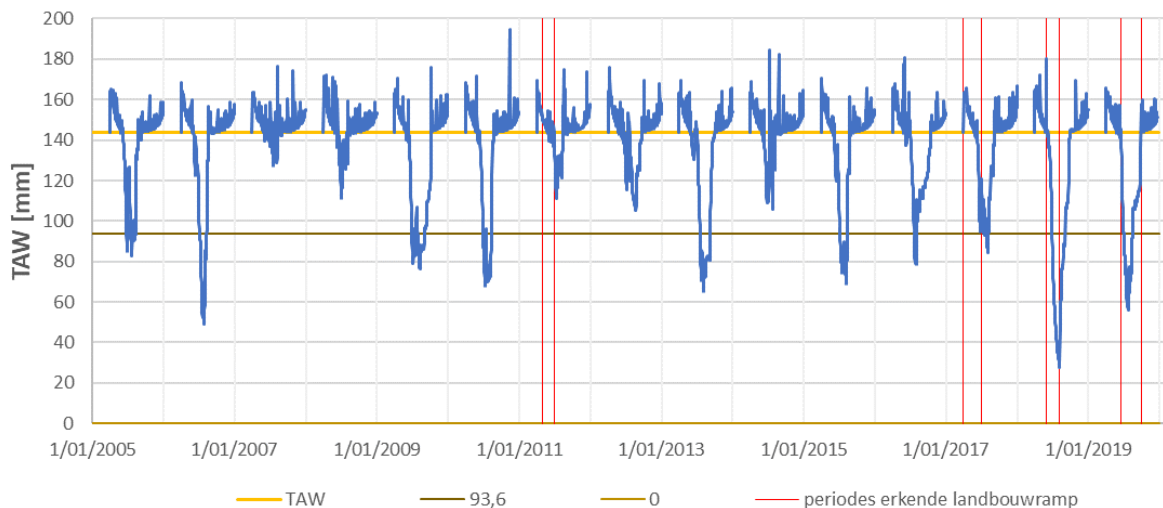
Tabel 9. Voorbeeld van opschaling van gemodelleerde bodemvochtwaarden per deelstroomgebied: actueel bodemvochtgehalte per textuurklasse en aanduiding van het % aandeel van elke textuurklasse binnen elk deelstroomgebied.

Het rudimentair bodemwaterbalansmodel van BDB werd doorgerekend voor de 8 verschillende teeltgroepen (wortel, aardappel, suikerbiet, mais, grasland, bloemkool, boon, erwt) en de 4

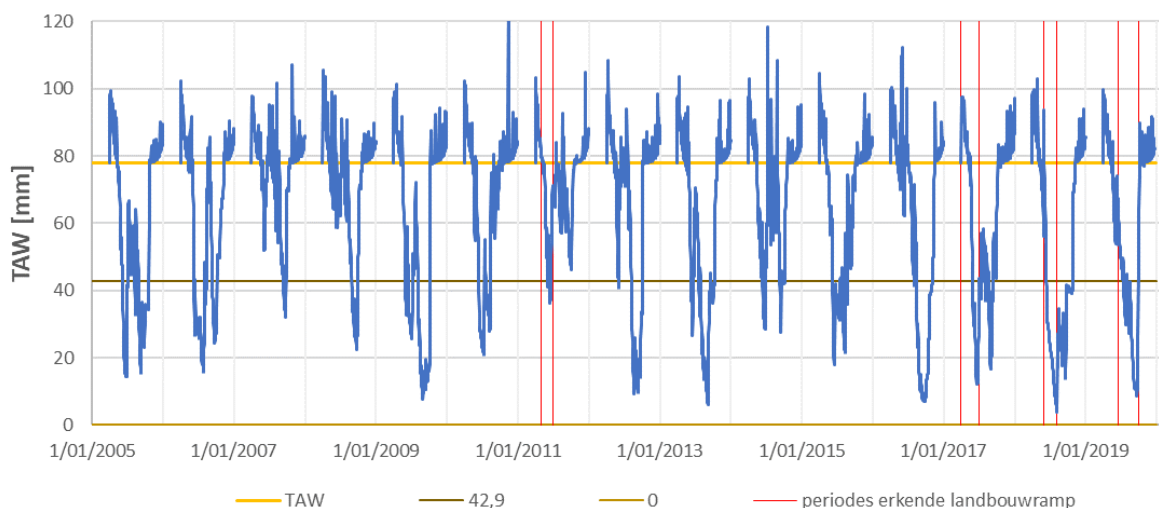
bodemtextuurklassen (ZS, PL, A en EU) en dit voor de verschillende waterinfo-pluviograaflocaties. Figuur 67 en Figuur 68 tonen bijvoorbeeld het resultaat voor aardappelen, bodemtextuur A, met gewasrotatie, met en zonder irrigatie en volgens de meteorologische gegevens van midden Limburg. De voorgestelde drempelwaarde voor het totaal plantbeschikbaar water (Total Available Water, TAW) is voor droogteniveau 1 gelijk aan 93,6 (d.i. de aanvang van droogtestress, ingeschat volgens $(1 - p) * TAW + PWP$) en voor droogteniveau 2 is dat 0 (het permanent verwelkingspunt: PWP). Het voorbeeldresultaat geeft aan dat met irrigatie de drempelwaarde voor droogteniveau 1 tijdens de zomer vaak kort bereikt wordt. Enkel in 2018 werd ze gedurende langere tijd significant onderschreden. De periode van onderschrijding is goed samenvallend met de periode van erkende landbouwcrisis voor dat jaar. Zonder irrigatie wordt de drempelwaarde vaker onderschreden, met sterkste onderschrijdingen in 2018, 2019 en 2006. In 2011 wordt deze drempelwaarde verrassend lang niet bereikt. Voor 2017 wordt de drempelwaarde wel net bereikt maar dit gebeurt voor vele andere zomers ook; vele andere zomers geven zelfs lagere waarden. De vraag wordt dus gesteld of deze methode voldoende indicatief is voor de toestand van de landbouwgewassen. Verder lijkt de drempelwaarde voor droogteniveau 2 te laag te liggen. Gelijkaardige conclusies worden getrokken voor de andere teelten; zie andere voorbeelden in Figuur 69 voor bloemkool zonder irrigatie en bodemtextuur ZS; Figuur 70 voor suikerbieten en bodemtextuur PL.



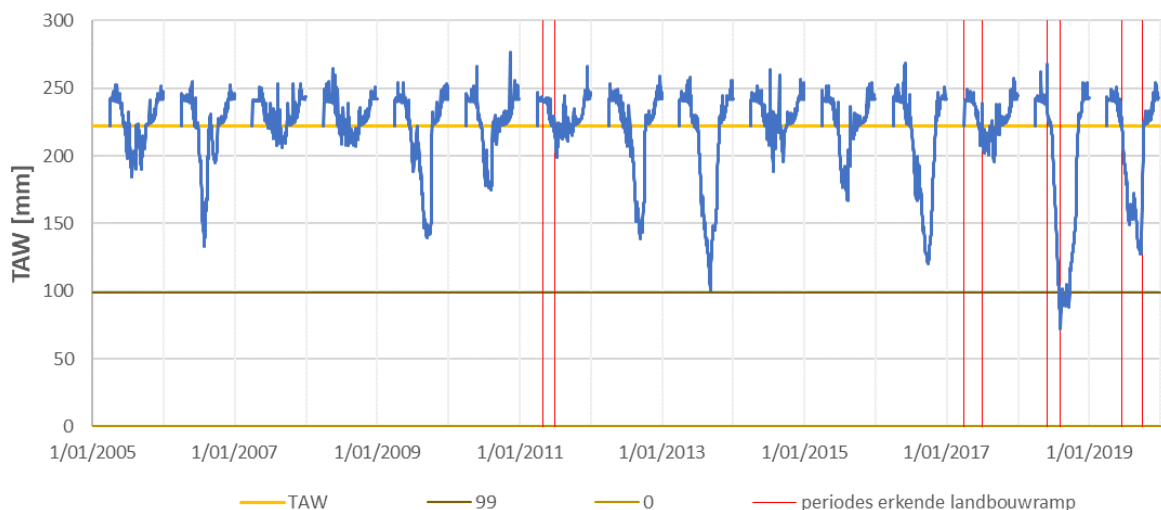
Figuur 67: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 93,6 en 0; voor aardappelen, bodemtextuur A, met gewasrotatie, met irrigatie en volgens de meteorologische gegevens van midden Limburg.



Figuur 68: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 93,6 en 0; voor aardappelen, bodemtextuur A, met gewasrotatie, zonder irrigatie en volgens de meteorologische gegevens van midden Limburg.



Figuur 69: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 42,9 en 0; voor bloemkool, bodemtextuur ZS, met gewasrotatie, zonder irrigatie en dezelfde meteorologische gegevens als vorige figuren voor aardappelen.



Figuur 70: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 99 en 0; voor suikerbieten, bodemtextuur PL, met gewasrotatie, zonder irrigatie en dezelfde meteorologische gegevens als vorige figuren voor aardappelen.

Omdat de oorspronkelijk voorgestelde drempelwaarden na validatie te laag werden bevonden voor droogteniveau 2, werden de **drempelwaarden aangepast; door gebruik te maken van volgende alternatieve aanpak (conform model Aquacrop):**

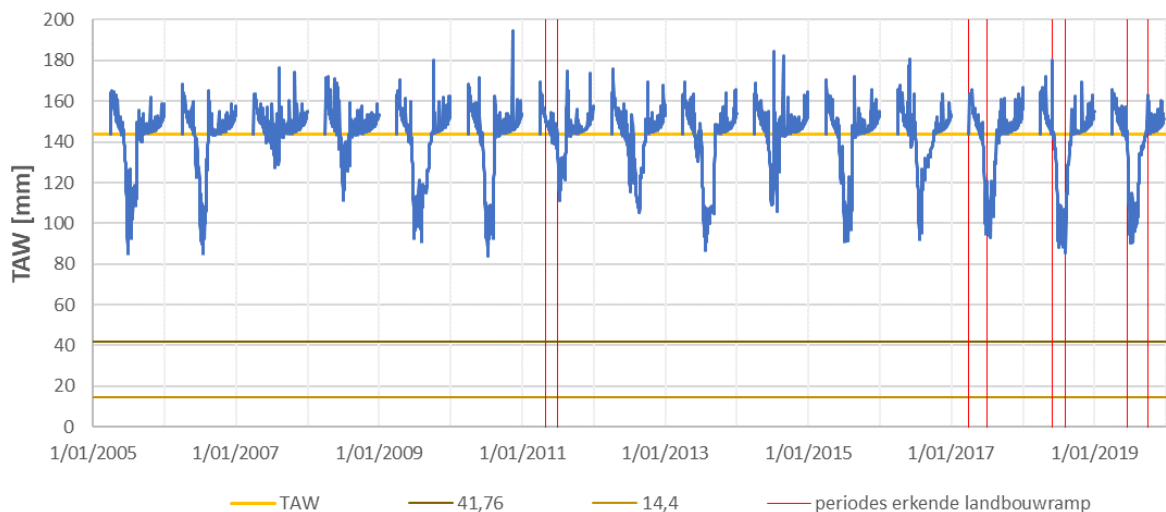
- **Drempelwaarde 1: als de gewasproductie onder druk begint te komen (stressfactor voor het sluiten van de huidmondjes staat op 0.9, waarbij 1 = geen stress & 0 = full stress)**
- **Drempelwaarde 2: als de gewasproductie zeer sterk geïmpacteerd wordt (stressfactor voor het sluiten van de huidmondjes staat op 0.2)**

Deze aanpak geeft volgende drempelwaarden voor p (drempelwaarde bodemvochtgehalte: $(1 - p) * TAW$) voor droogteniveaus 1 en 2:

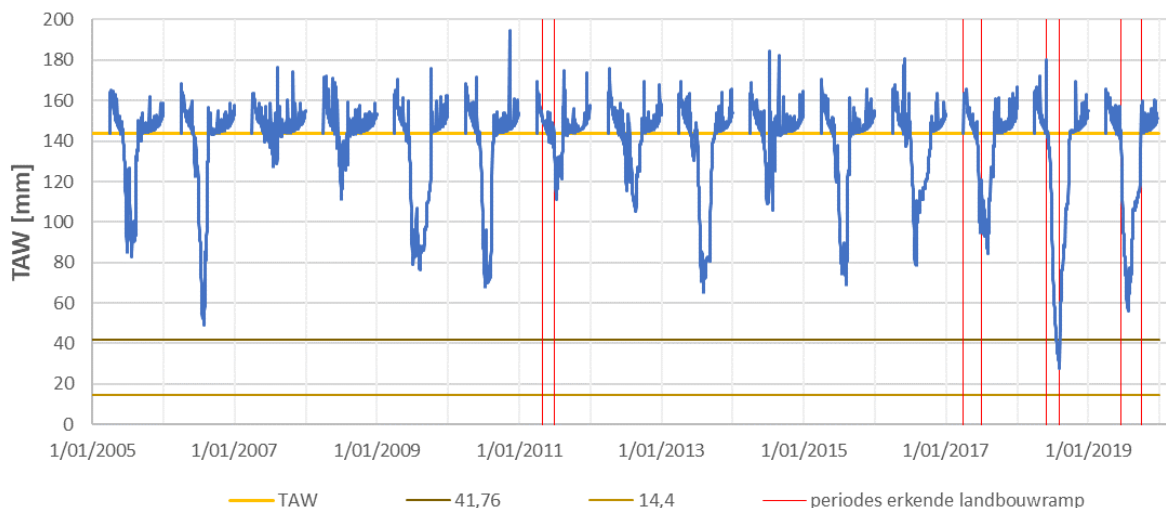
- 0,90 en 0,71 voor wortel, aardappelen, bloemkool, erwt, fruit en noten
- 0,92 en 0,74 voor boon
- 0,92 en 0,76 voor suikerbieten
- 0,97 en 0,88 voor maïs, grasland

Figuur 71 t.e.m. Figuur 74 geven voorbeelden van de validatie van deze aangepaste drempelwaarden. Figuur 75 toont voor deze aangepaste drempelwaarden het aantal dagen onder deze drempelwaarden voor de jaren 1986 t.e.m. 2018 volgens het potentieel geïrrigeerd areaal in Vlaanderen. Voor 2018 is het aantal dagen overschrijding van de drempelwaarde 31 dagen voor droogteniveau 2, terwijl dat voor de jaren daarvoor geen of maximaal enkele dagen is. Droogteniveau 1 werd in 2018 gedurende 16 dagen overschreden. De validatiefiguren geven aan dat de bodemvochtindicator nu effectief minder snel de drempelwaarden bereikt en dat ze tijdens periodes met erkende landbouwramp een hoger aantal overschrijdingen van drempelniveau 2 geeft. Anderzijds blijkt uit de validatiefiguren ook dat

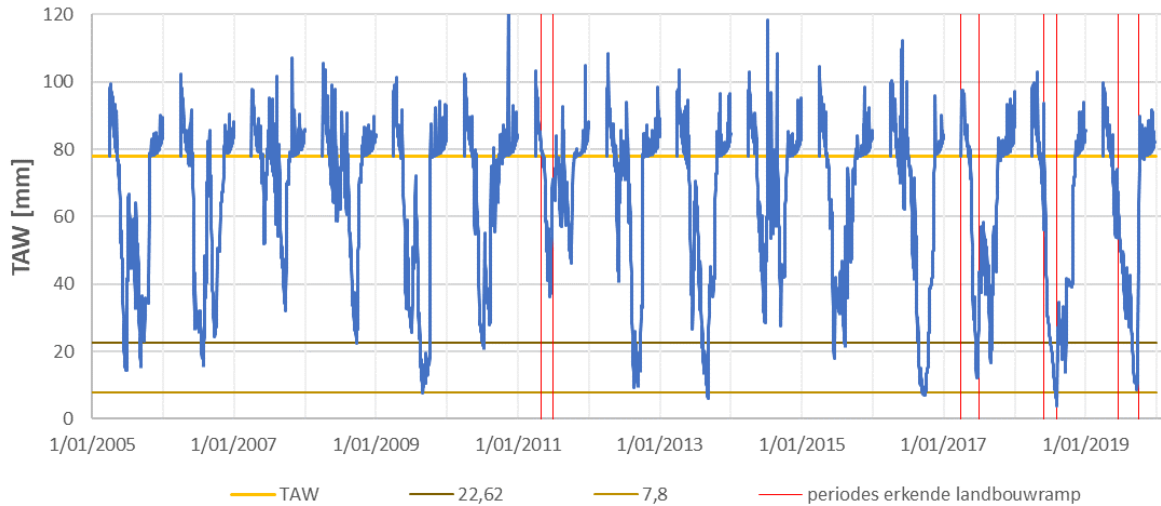
voorzichtigheid geboden blijft bij het gebruik van deze indicator. Er worden dus best geen maatregelen gebaseerd op deze indicator alleen, maar wel in combinatie met andere indicatoren.



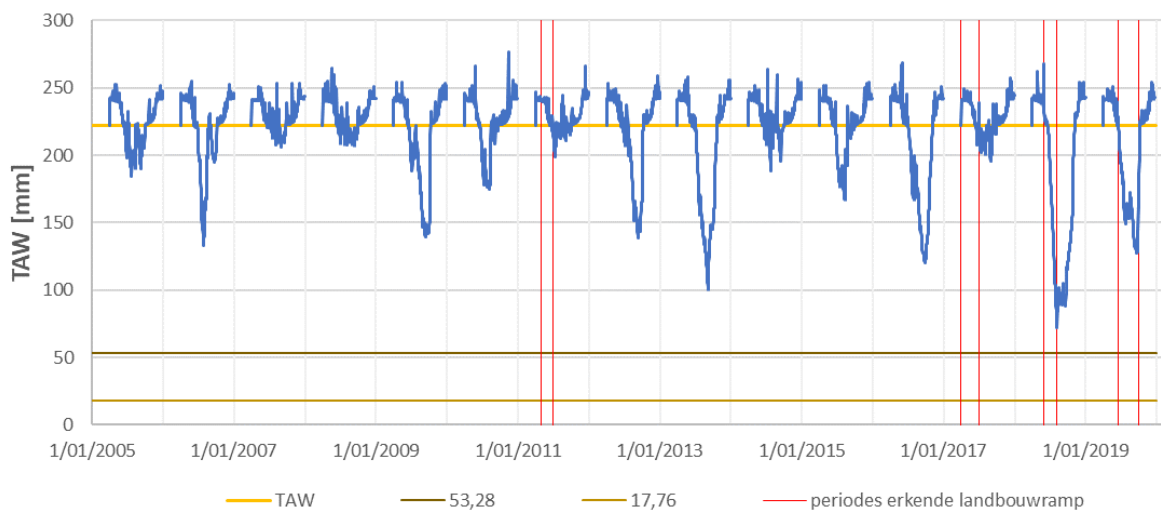
Figuur 71: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 41,76 en 14,4; voor aardappelen, bodemtextuur A, met gewasrotatie, met irrigatie en volgens de meteorologische gegevens van midden Limburg.



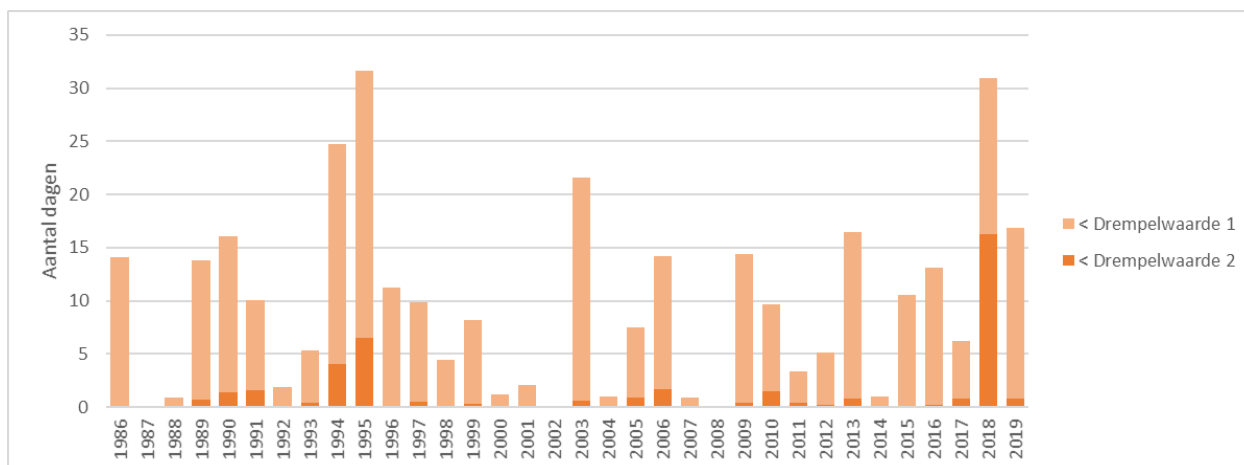
Figuur 72: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 93,6 en 0; voor aardappelen, bodemtextuur A, met gewasrotatie, zonder irrigatie en volgens de meteorologische gegevens van midden Limburg.



Figuur 73: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 22,6 en 7,8; voor bloemkool, bodemtextuur ZS, met gewasrotatie, zonder irrigatie en dezelfde meteorologische gegevens als vorige figuren voor aardappelen.



Figuur 74: De TAW berekend volgens het bodemwaterbalansmodel van BDB en vergelijking met de drempelwaarden 53,3 en 17,8; voor suikerbieten, bodemtextuur PL, met gewasrotatie, zonder irrigatie en dezelfde meteorologische gegevens als vorige figuren voor aardappelen.



Figuur 75: Aantal dagen onder de aangepaste drempelwaarden voor bodemvocht, volgens de resultaten van het bodemwaterbalansmodel van BDB en het potentieel geïrrigeerd areaal in Vlaanderen voor de periode 1986-2018.

Drempelwaarden bodemvochtgehalte – regenwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen

De regenwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen bestaan typisch uit infiltratiegebieden en vennen. Infiltratiegebieden zijn meestal hoger gelegen gebieden waar water makkelijk doordringt (zand, zandleem, leem) en die in contact staan met een watervoerende laag in de ondergrond. Welke vegetaties hier voorkomen hangt af van het vochthoudend vermogen van de bodem en niet zozeer van de grondwaterstand (zie ook verder). Ook vennen zijn hooggelegen gebieden die soms afgesloten worden door een niet-watervoerende laag en losgekoppeld zijn van diepere freatische lagen (hangwatervennen, bv. te Ruiterskuilen en Oudsbergen). Omdat het regenwater er niet verder kan doordringen of weglopen ontstaan er vennen. Er zijn ook een aantal infiltratiegebieden en vennen, waarbij het freatisch grondwaterpeil aan de oppervlakte komt, zoals bijvoorbeeld in Kalmthout, Groot Schietveld van Brasschaat, Tielenkamp, Kamp Beverlo, Teut Tenhaagdoornheide, en het schietveld van Houthalen-Helchteren, maar voor zulke freatische vennen is niet het bodemvochtgehalte indicatief maar de freatische grondwaterstand.

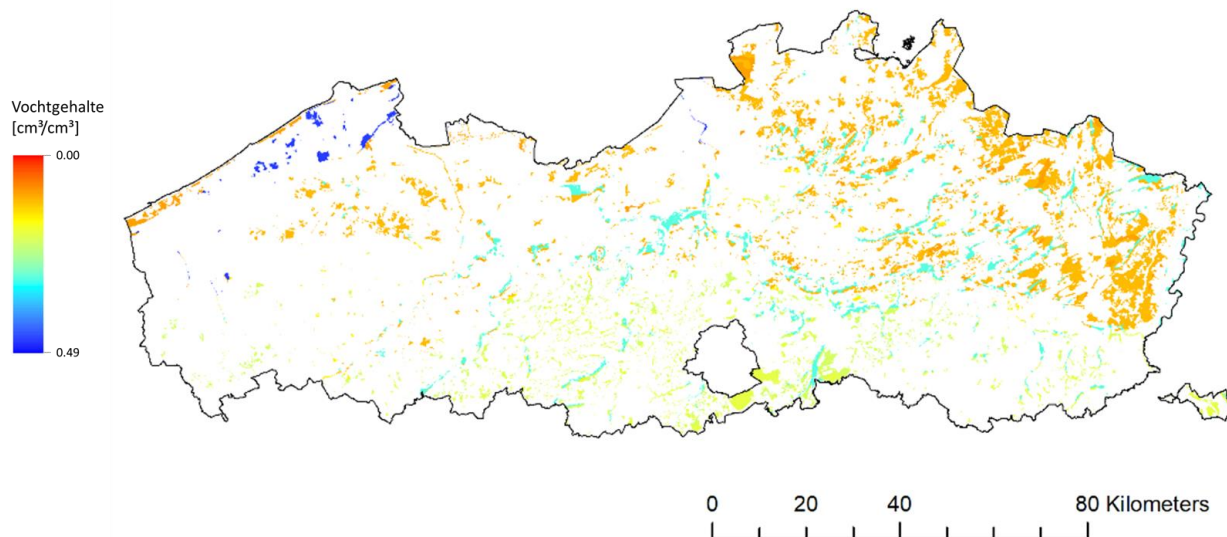
De ecologische impact van een laag bodemvochtgehalte is erg variabel. Een droogvallend ven is niet ongevoelbaar en kan net kansen bieden voor bepaalde soorten door het verdwijnen van bepaalde vispopulaties, maar wanneer ook de modder/sliblaag vervolgens volledig uitdroogt, zal het een overwegend negatief effect hebben. Op bomen kan een (extreem) laag bodemvochtgehalte een langdurige impact hebben en leiden tot verzwakking van het wortelstelsel. Omdat het bodemvochtgehalte tot diep in de bodem erg laag kan worden, duurt het ook erg lang voor het diep bodemvochtgehalte (100 cm onder het maaiveld) hersteld is. Een ondiepe bodemvochtindicator is in dat geval minder relevant. Er is een hogere kans op windschade, brandschade en de bomen zijn ook extra kwetsbaar voor parasieten door de verminderde sapdruk. Ook andere langlevende struikachtige vegetaties zoals heide (2310, 4030) en duinstruweel (2160, 2170) kunnen permanente schade ondervinden door een aanhoudend laag bodemvochtgehalte. Zelfs wanneer deze habitats voorkomen op

van nature droge bodems kan de impact groot zijn. Het bodemvocht zal op dergelijke locaties van nature sneller dalen en extremer zijn. Over het algemeen zijn droge heischrale graslanden (6210, 6230) beter aangepast aan droogte. Hoewel het grasland zelf weinig weerstand heeft tegen droogte, is er wel een hoge veerkracht en kan de soortendiversiteit zich tamelijk goed herstellen op basis van de aanwezige zaadbank. Dit geldt in zekere zin ook voor vochtige tot natte graslanden, alhoewel daar een veel groter risico is op het verdwijnen van soorten. Meer bepaald de obligate freatofyten zijn kwetsbaar wanneer het grondwater beneden een bepaalde drempel valt. Op dat moment wordt het bodemvochtgehalte tevens een bepalende factor voor hun overleving. De gevolgen van een extreem diepe grondwaterstand kunnen immers beperkt zijn wanneer er toch voldoende bodemvocht aanwezig blijft (door recente neerslag of bevoeiing).

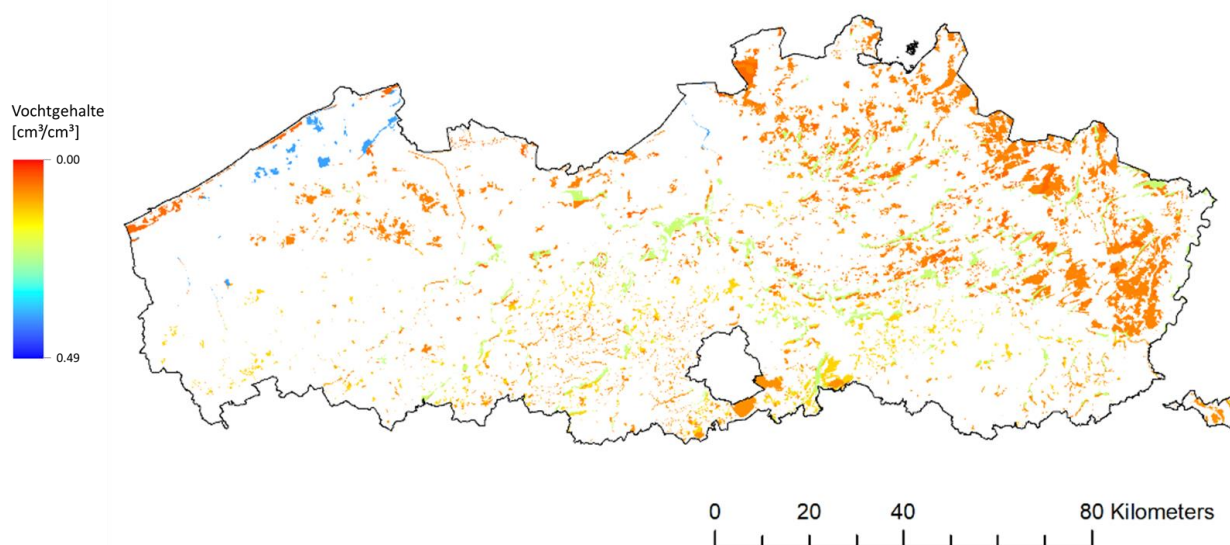
Literatuuronderzoek leert ons dat er vrijwel geen cijfers zijn inzake drempelwaarden voor de impact van bodemvochtgehalte op habitatniveau en zelfs voor individuele soorten. Droogte is een (bijkomende) stressfactor voor (vochtminnende) vegetatie en maakt ze kwetsbaar voor verdringing door andere (invasieve) soorten. Vaak zijn indirecte factoren zoals interne eutrofiëring door bodemmineralisatie nog belangrijker omdat de impact op de bodembiochemie veel langer blijft doorwerken dan de droogte op zich. Wetende dat veel habitats reeds onder druk staan door een hoge externe eutrofiëring, is het zeer moeilijk om te bepalen wat het aandeel is van droogte in hun achteruitgang. In een habitat zijn immers verschillende soorten aanwezig, met vaak specifieke aanpassingen en strategieën. Het bepalen van de impact van droogte op een habitat vereist een complexe modellering waarbij men zowel biotische factoren (zaadbanken, populaties) als abiotische factoren (grondwaterstanden, bodemvochtgehalte, bodembiochemie) in rekening brengt. Uit de studie van Forrester (2016) blijkt ook dat er weinig correlatie bestaat tussen de droogtetolerantie van individuele boomsoorten en hun relatief voorkomen binnen een bosverband. Informatie over slechts één soort binnen een associatie van soorten geeft zeer weinig informatie over het potentiële algemeen effect.

Een zeldzame studie geeft concrete cijfers voor drempelwaarden. Voor beukenbossen is geweten dat hun verspreidingsgebied door bodemvochtgehalte beperkt wordt. Alhoewel de studie meerdere factoren in rekening brengt, leggen ze de grenswaarde voor het voorkomen van beuk op een minimaal bodemwatergehalte van 73 l/m³ tijdens het groeiseizoen. Maar ook hier zal de duur en frequentie van het onderschrijden van die drempelwaarde bepalend zijn én zullen effecten zich op lange termijn manifesteren.

In het algemeen kunnen we stellen dat klimaatverandering en dus ook droogte een grote impact zal hebben op de biodiversiteit. Aangezien de literatuur geen drempelwaarden oplevert en het anderzijds ook niet wenselijk is om geen drempelwaarde op te geven voor impact op natuur, geven we dit een pragmatische invulling. De drempelwaarde voor impact op heide, duin en graslanden wordt gelijkgesteld met de respectievelijke drempelwaarde voor landbouwgraslanden op vergelijkbare bodemtypen. Voor bossen geldt vooral de drempelwaarde in de diepere bodemlaag, maar deze is niet voorhanden. Eventueel zou de drempelwaarde voor droogteresistente gewassen zoals graangewassen als een proxy gebruikt kunnen worden voor bossen. Conform met de methode voor het bepalen van de drempelwaarden van bodemvochtgehalte voor landbouwgewassen (zie hiervoor) worden dan voor de regenwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen ruimtelijk variabele drempelwaarden bekomen (Figuur 76 en Figuur 77).



Figuur 76: Ruimtelijk variabele drempelwaarde van bodemvochtgehalte voor regenwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen: voor droogteniveau 1.



Figuur 77: Ruimtelijk variabele drempelwaarde van bodemvochtgehalte voor regenwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen: voor droogteniveau 2.

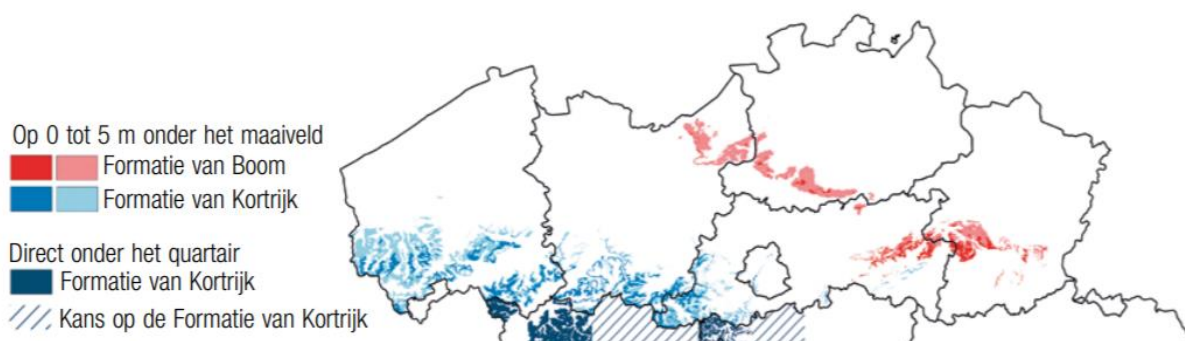
Drempelwaarden bodemvochtgehalte – zettingen van woningen

In gebieden met plastische gronden, vooral bij plastische kleigronden, kunnen zettingen aan woningen optreden bij langdurige droogte. Een sterk vermeld bodemvochtgehalte kan in die gebieden leiden tot differentiële krimpbewegingen van de grond. Deze bewegingen kunnen oplopen tot wel 10% van de dikte

van de grondlaag, wat scheurvorming in het gebouw kan veroorzaken wanneer de funderingen op minder dan 1,5 meter diepte aangebracht zijn. Uiteraard speelt ook het funderingstype hierbij een belangrijke rol: zo zijn klassieke strookfunderingen zettingsgevoeliger dan een algemene funderingsplaat (WTCB, 2018).

De krimp- of zwellingsgevoeligheid van kleigronden kan afgeleid worden uit de plasticiteitsindex: hoe hoger deze index, hoe gevoeliger de grondsoort. Zo zijn tertiaire kleien, zoals de Formaties van Boom en Kortrijk, zeer gevoelig voor volumeveranderingen. Figuur 78 toont de gebieden in Vlaanderen waar er op geringe diepte onder het maaiveld tertiaire kleien kunnen voorkomen. De kans dat deze volumeveranderingen zich voordoen in meer recent afgezette (quartaire) kleien of leemgronden is kleiner, maar niet uitgesloten.

De kennis over wanneer dergelijke scheurvorming precies ontstaat is nog beperkt, maar de afgelopen droge zomers werden op meerdere plaatsen ernstige scheuren aan woningen in de aangeduide gebieden gerapporteerd. Verder onderzoek hierover is nodig, waarna een bijkomende indicator voor de risicogebieden aanbevolen wordt. Op dit ogenblik is de kennis te beperkt om hiervoor weloverwogen drempelwaarden te definiëren.

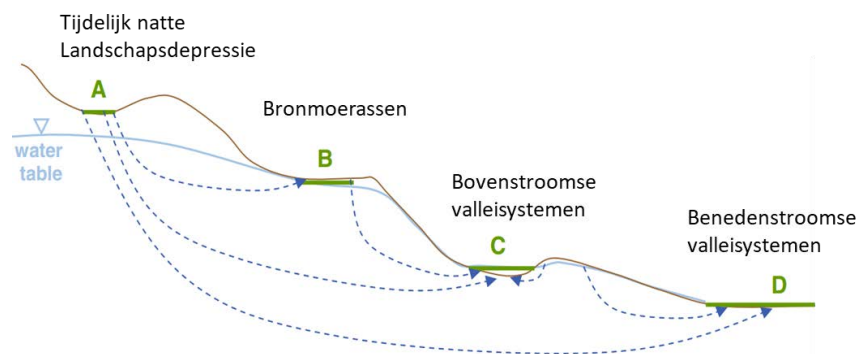


Figuur 78: Gebieden in Vlaanderen waar er op geringe diepte onder het maaiveld tertiaire kleien kunnen voorkomen (bronnen: (bronnen: WTCB, 2018, G3Dv2 DOV en SPW-DGARNE).

Freatische grondwaterstand

De freatische grondwaterstand is een goede indicator voor grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen en voor toepassingen die gebruik maken van freatische grondwateronttrekkingen zoals landbouw, bedrijven, particulieren en drinkwaterproductie. De grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen (GWATES) worden typisch teruggevonden aan de randen van en in bepaalde infiltratiegebieden (kwelgebieden), in beekvalleien, in vijvers en poelen die afhankelijk zijn van de grondwaterstand (Figuur 80). In hoger gelegen gebieden liggen vaak weinig-grondwatergevoelige vegetaties. Waar het grondwater dicht bij het maaiveld komt ontwikkelen zich vochtminnende vegetaties zoals broekbossen, vochtige graslanden zoals zilverschoongraslanden en ruigtevegetaties als moerasspirea. Onder in de vallei waar de constante aanvoer van kwel en beekwater zorgt voor een altijd hoge grondwatertafel ontwikkelen zich vegetaties zoals veen, zegge- en dotterbloemgraslanden die voorkomen bij een altijd hoge grondwatertafel. In laaggelegen gebieden zoals bijvoorbeeld riviervalleien,

maar ook bijvoorbeeld diepe putten die de grondwatertafel snijden, ontstaan poelen en vijvers. Die zijn vooral belangrijk voor stilstaande water-vegetaties, waterfauna en amfibieën. Wanneer de grondwatertafel sterk zakt kunnen deze poelen droog komen te staan, wat nefast is o.m. voor de voortplanting van verschillende insecten en amfibieën.



Figuur 79: Typen van grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen.

Voor landbouw kan de grondwaterstand naast het bodemvocht als een bijkomende geschikte indicator beschouwd worden in combinatie met het soort gewas, het moment in het groeiseizoen (dat de droogte zich voordoet), de duur van de droogte en de diepte onder het maaiveld.

Er is een relatief dicht Vlaams meetnet beschikbaar van grondwaterpeilbuizen; zie de DOV - Databank Ondergrond Vlaanderen. Niet al deze putten hebben frequente metingen; het zijn vooral de meetnetten 1 en 5 (en 8 halfjaarlijks) die metingen bevatten. De meeste putten zijn meetnet 7 - winningsputten, waar niet steeds data voorhanden zijn. Er liggen wel verschillende peilbuizen in natuurgebieden (meetnet 9) die tijdelijk of permanent opgevolgd worden. De locatie en de tijdreeksen van deze peilbuizen worden opgeslagen in de Watina-databank van het INBO. Het is vooral in dit laatste meetnet dat de ondiepe grondwaterpeilen in grondwaterafhankelijke vegetaties opgevolgd worden.

De stijghoogtemetingen per grondwatermeetput kunnen rechtstreeks gebruikt worden of na statistische verwerking. Ze kunnen ook berekend worden op basis van hydrologische modellen. Er zijn gebiedsdekkende Vlaamse grondwatermodellen beschikbaar bij VMM, o.b.v. het grondwatermodel MODFLOW, maar de ervaringen via de droogtestudie voor de provincie Limburg leren dat deze modellen nog niet bruikbaar zijn om twee redenen: de lange rekentijden en (daaraan gerelateerd) het niet-transiente karakter van de beschikbare modellen; dit laatste betekent dat enkel jaargemiddelde grondwaterstandsresultaten bekomen kunnen worden wat in een reactieve context niet zo nuttig is. Er zijn uitbreidingen van de MODFLOW-modellen in ontwikkeling die de grondwaterstanden tijdsvariabel op dagbasis kunnen simuleren, maar die zijn nog niet voor gans Vlaanderen beschikbaar of bruikbaar. Zelfs voor de provincie Limburg konden ze binnen het tijdsbestek van de droogtestudie niet tijdig ontwikkeld worden door onze projectpartner en Vlaamse kernexpert in grondwatermodellering. Er zijn wel goede, alternatieve oplossingen beschikbaar, via de conceptuele neerslagafvoermodellen die gebiedsdekkend voor bijna gans Vlaanderen beschikbaar zijn. Dergelijke aanpak werd door KU Leuven & Sumaqua succesvol toegepast in de droogtestudies voor de provincie Limburg en de stad Leuven. Ook wordt

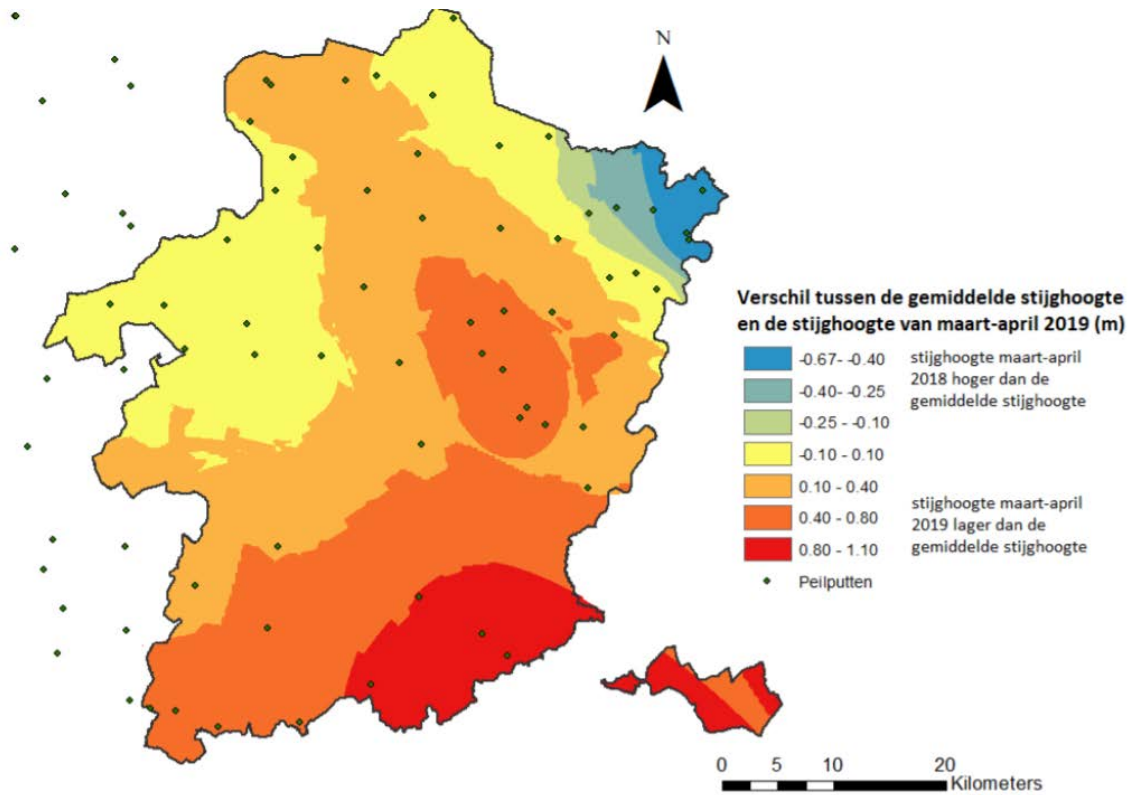
dergelijke aanpak toegepast en verder ontwikkeld voor het droogteinstrument^{10,11} dat KU Leuven, Sumaqua en IMDC momenteel opmaken voor VMM. Alles is voorhanden om dit voor gans Vlaanderen uit te rollen. Een alternatieve aanpak is om individuele GVIS modellen (= SWAP modellen die de grondwaterstandsindicator berekenen) te gebruiken. Deze zijn voor een 200tal meetpunten beschikbaar over Vlaanderen. KU Leuven, Sumaqua en IMDC kalibreren die momenteel opnieuw voor VMM. Bijkomend voordeel is dat die meetputten ook bemeten worden door VMM (en anderen).

Toepassing van vorige opties zal op relatief korte termijn mogelijk worden. In afwachting daarvan is hier geopteerd voor een aanpak waarbij de freatische grondwaterstandsmetingen worden gebruikt. Verder is het zo dat in vlakke gebieden met afzettingen met hoge conductiviteit de grondwaterstand sterk aan de waterstand van de aanpalende waterloop gecorreleerd is (behalve voor percelen met peilgestuurde drainage) zodat voor die gebieden het waterloopdebiet ook als secundaire indicator voor de freatische grondwaterstand gebruikt kan worden; alhoewel ook hier de neerslagaanvoer samen met de verdamping belangrijk is.

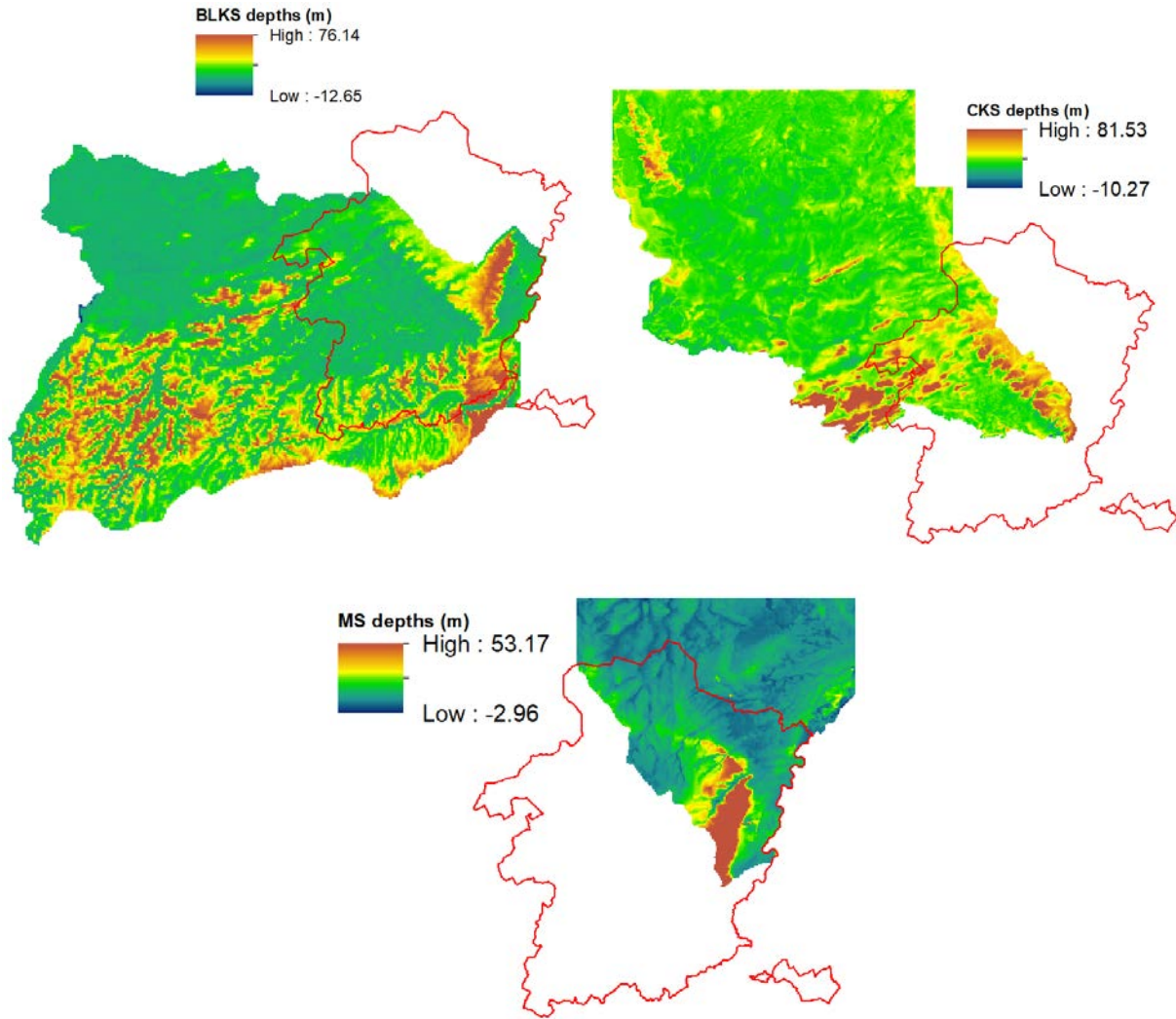
Figuur 80 toont een voorbeeld van een gecombineerde data- en modelgebaseerde freatische stijghoogtekaart als grondwaterindicator en dit ruimtelijk variabel bij een “ecologische” tijdschaal van 2 maanden, zoals afgeleid in het droogteproject voor de provincie Limburg. Dergelijke gebiedsvariabele analyse is mogelijk voor verschillende tijdschalen. De freatische grondwaterhoogten en -diepten zijn daarbij afzonderlijk gemodelleerd per grondwaterlichaam. Figuur 81 toont deze diepten voor de drie grondwaterlichamen in de provincie Limburg. In Figuur 82 wordt een overzicht gegeven van alle grondwaterlichamen in Vlaanderen.

¹⁰ Opdracht “Kwantificering en kartering van droogte in Vlaanderen met hydrologische modeltoepassingen”, voor VMM, bestek L 2017 S 0006 X, door IMDC, KU Leuven – Afdeling Hydraulica & Sumaqua, 2018-2019

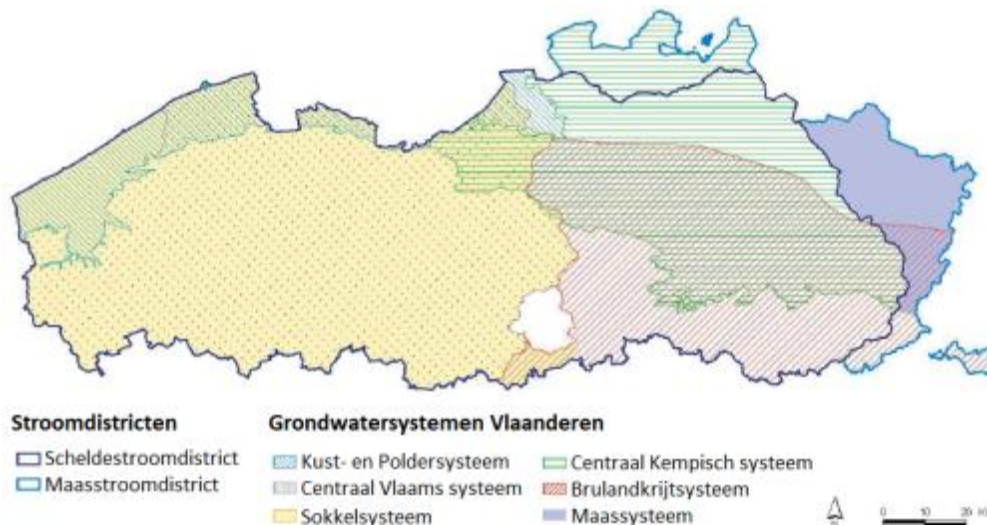
¹¹ Opdracht “Afstemming en integratie van het modelinstrumentarium voor droogtekartering met de grondwaterindicator”, voor VMM, door Sumaqua & IMDC, 2019



Figuur 80: Verschil tussen de stijghoogte van maart en april 2019 en de gemiddelde stijghoogte in aantal meter, voor de provincie Limburg (bron: VUB).



Figuur 81: Gemodelleerde gemiddelde freatische grondwaterdiepte in aantal meter, voor de drie grondwatersystemen in de provincie Limburg (bron: VUB).



Figuur 82: De zes grondwatersystemen in Vlaanderen (bron: VMM).

De absolute grondwaterstand- of stijghoogte is niet altijd een bruikbare indicator. Afhankelijk van de ligging van de peilbuis en de hydrologie van het omliggende gebied, gedraagt het grondwater zich immers verschillend. Om data afkomstig van verschillende peilbuizen te kunnen interpreteren in het kader van droogtebeleid, werd daarom een grondwater-index opgesteld op basis van de karakteristieke grondwaterstanden ‘gemiddeld hoogste grondwaterstand’ (GHG) en de ‘gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)’ (van der Veen & Garritsen, 1994). De GHG (GLG) wordt hierbij gedefinieerd als het gemiddelde van de drie hoogste (laagste) grondwaterstanden in de winter(zomer)periode over tenminste 5 jaar bij kleine variaties tussen deze hoogste en laagste grondwaterstanden en over 8 jaar bij grote variaties. Het is een maat voor het hoogste (laagste) grondwaterniveau in een normale winter (zomer). Klassiek wordt de berekening van GLG en GHG gebaseerd op tijdreeksen van 14-daagse grondwaterstandsmetingen. Die zijn voor de meetpunten van de DOV-meetnetten quasi nooit voorhanden (behalve eventueel meetnet 9 - Watina-data, maar ook daar vaak slechts tijdelijk). Via een combinatie van metingen en modelsimulaties werden in 2019 door het INBO voor enkele honderden Vlaamse locaties lange tijdreeksen samengesteld. Deze locaties geven een algemeen beeld voor Vlaanderen, maar zouden nog verder geëvalueerd moeten worden in welke mate ze toelaten gewenste gebiedsspecifieke uitspraken te doen. Een andere aanpak is om de klassieke definities van GLG en GHG te vertalen naar overeenkomstige percentielwaarden en dit voor de meetfrequentie van de tijdreeks. Er kan dan verder met die percentielwaarden gewerkt worden en dit rechtstreeks op alle beschikbare tijdreeksen.

In de droogtestudie voor de provincie Limburg werden de twee indicatoren GHG en GLG verder gecombineerd tot volgende grondwaterindex:

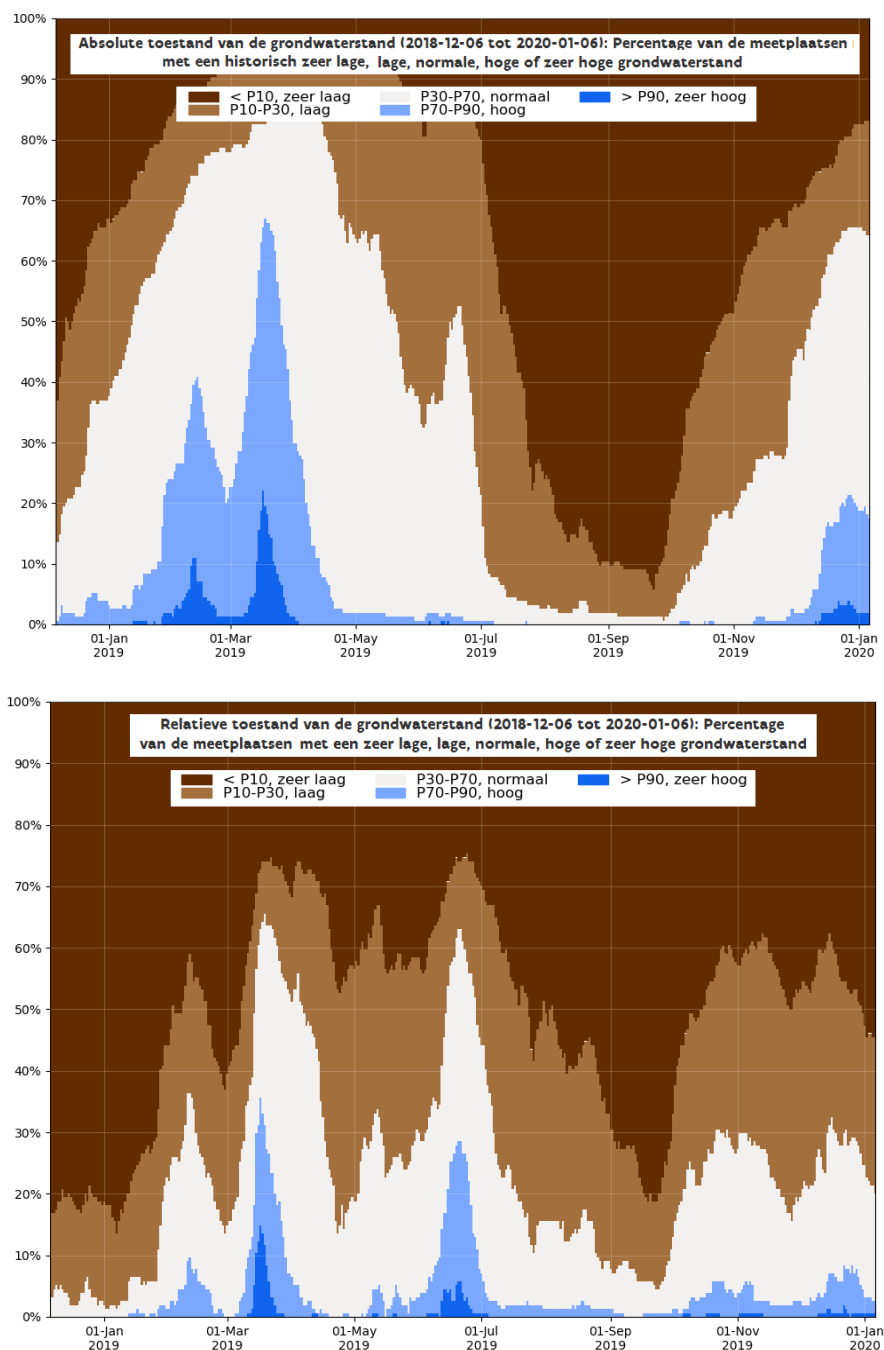
$$\text{grondwater-index} = \frac{G_{act} - GLG}{GHG - GLG}, \text{ met } G_{act} \text{ de actuele grondwaterstand.}$$

Wanneer *Gact* gelijk is aan de GHG is de grondwaterindex 1. Wanneer *Gact* gelijk is aan de GLG is de grondwaterindex 0. Tijdens normale jaren zullen de peilbuismetingen dus meestal tussen 1 en 0 liggen. In drogere jaren zakt de grondwaterstand onder de gemiddeld laagste grondwaterstand en is de grondwaterindex negatief.

Er kan met de grondwaterstanden ook een indicator berekend worden die equivalent is met de SPI of het (doorlopend) potentieel neerslagtekort. Zo vertaalt de Standardized Groundwater Indicator (SGI) de grondwaterstanden naar een indicatorwaarde gelijkaardig aan de SPI.

Op de DOV-website¹² worden maandelijks voor zowel de absolute als de relatieve grondwaterstanden statistieken gegeven o.b.v. percentielen; zie voorbeelden in Figuur 83. De meetplaatsen die hiervoor gebruikt worden zijn deze van VMM, SCK en De Watergroep en zijn zo geselecteerd dat de grondwaterstand er niet beïnvloed wordt door waterwinning, drainage of andere menselijke ingrepen. De percentielen geven dus een beeld van de klimatologische variatie van de grondwaterstand. Maandelijks worden op de meetplaatsen peilmetingen uitgevoerd. Voor elke meetplaats is bovendien een SWAP model (Soil, Water, Atmosphere and Plant model) opgesteld dat de grondwaterstand modelleert op basis van onder meer bodemeigenschappen en de waargenomen dagelijkse neerslag en verdamping. De dagelijkse modellering wordt dan samengevoegd met de maandelijkse peilmetingen. De zo verkregen tijdreeks van dagelijkse gesimuleerde grondwaterstanden wordt weergegeven. De grondwaterstand wordt op twee manieren historisch gesitueerd: een relatieve situering waarbij de grondwaterstand vergeleken wordt met de grondwaterstanden op diezelfde dag in de afgelopen 30 jaar (wat is de toestand voor de tijd van het jaar?) en een absolute situering waarbij de grondwaterstand vergeleken wordt met alle grondwaterstanden van de afgelopen 30 jaar (staat het grondwater historisch laag of hoog?). Tegelijkertijd wordt er bepaald of de grondwaterstand gestegen of gedaald is ten opzichte van vorige maand. Tot slot wordt er vooruitgeblikt naar volgende maand: zijn er zeer hoge of zeer lage grondwaterstanden te verwachten? De relatieve grondwaterstanden worden hierbij via eenzelfde aanpak bepaald als hiervoor voor waterloopgebieden toegepast, bv. Figuur 27, Figuur 28 en Figuur 29; en voor de bodemvochtgehalten, Figuur 61. Op de DOV-website bepalen de 90- en 70-percentielwaarden de zeer lage en lage grondwaterstanden.

¹² <https://www.dov.vlaanderen.be/page/actuele-grondwaterstandindicator>



Figuur 83: Percentages grondwaterputten opgenomen in het meetnet van de grondwaterstandsindicator waar de freatische maandgemiddelde grondwaterstanden zich bevinden in een toestand van zeer laag, laag, normaal, hoog en zeer hoog, op dagbasis voor 2019, voor de absolute (boven) en relatieve (onder) grondwaterstanden.

De drempelwaarden voor de freatische grondwaterstandsgerelateerde indicatoren hangen sterk af van de toepassing. VMM gebruikt voor het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) drempelwaarden gelijk aan 90-, 80 en 70-percentielwaarden: per bekken wordt de status groen-geel-oranje-rood gebaseerd op de waarde van de absolute grondwaterstand en/of de relatieve grondwaterstand (zie Figuur 25). De relatieve grondwaterindicator (impact op vegetatie) wordt geel, oranje of rood wanneer meer dan 50% van de locaties zich gedurende meer dan 14 dagen onder resp. de 70-, 80- en 90-percentielwaarde bevinden. De gecombineerde grondwaterindicator (impact op kleinschalige grondwaterwinning) wordt geel, oranje of rood als meer dan 50% van de locaties zich op een bepaalde dag onder resp. de 70-, 80- en 90-percentielwaarde bevinden voor de relatieve én de absolute grondwaterstand bevinden.

Voor de gebieden met kwetsbare vegetatietypes zou men meer specifieke drempelwaarden kunnen definiëren i.f.v. het vegetatietype. Het meest kwetsbare vegetatietype is dan bepalend voor een bepaald gebied. Hierna worden voor de voornaamste typen toepassingen, namelijk de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen en freatische grondwateronttrekkingen via boorputten door bedrijven, landbouw en particulieren, voorstellen van drempelwaarden geformuleerd.

Freatische grondwaterstand – ecologische minimale grondwaterstanden

Voor natuur is vooral het ondiepe freatische (quartaire) grondwatersysteem van belang en dan meer bepaald de diepte onder het maaiveld. Het bepalen van ecologische minimum grondwaterstanden (peil onder maaiveld) is erg complex. Er is namelijk een complexe relatie tussen de soortensamenstelling en de abiotiek, waarbij droogte ook indirecte effecten heeft op langere termijn via mechanismen zoals (interne) eutrofiëring en verdringing door (invasieve) soorten. De impact wordt dus bepaald door meerdere factoren.

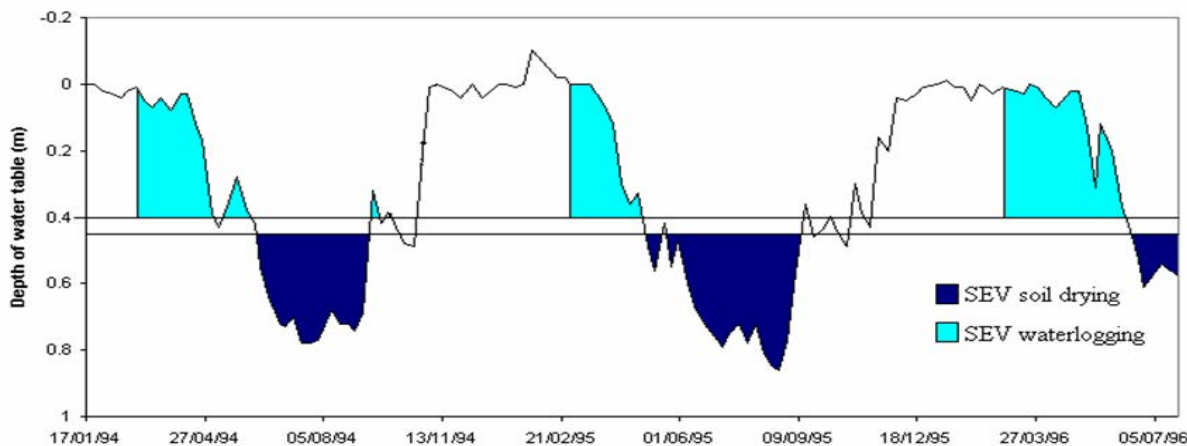
De impact hangt eveneens af van de voorgaande voorjaarsgrondwaterstand en de cumulatieve effecten van droogte-episodes tijdens voorgaande jaren. Het effect van een occasioneel, extreem laag grondwaterpeil tijdens de zomer kan trouwens sterk gemilderd worden wanneer er voldoende neerslag valt en het bodemvochtgehalte voldoende hoog blijft.

Net zoals het debiet in waterlopen, fluctueert het grondwaterpeil doorheen het jaar. Het grondwaterpeil reageert op neerslagoverschotten en neerslagtekorten. De reactiesnelheid van grondwaterpeilen op neerslagtekort is ruimtelijk heterogeen en afhankelijk van de landschapspositie, de vegetatie, drainage/stuwen en onttrekkingen. De impact van neerslagtekort kan, afhankelijk van het schaalniveau van de infiltratie-kwelpatronen, sterk na-ijlen en het kan dus lang duren vooraleer grondwaterpeilen terug een normale toestand bereiken. Zo kan er na opeenvolgende jaren met een neerslagtekort (of te beperkt neerslagoverschot) een te lage voorjaarsgrondwaterstand zijn, waardoor kwel-minnende soorten verdwijnen. In theorie kunnen we voor de verschillende vegetatietypen een bandbreedte van natuurlijke/gewenste grondwaterstanden bepalen. Dit reflecteert echter vooral de relatie tussen de vegetatie en de langjarig gemiddelde peilfluctuaties. Zo zijn er de NICHE-tabellen voor Vlaanderen die informatie geven over de geprefereerde grondwaterstanden voor 28 vegetatietypes (habitats) rekening houdend met bodemtype. Ze zijn gebaseerd op effectief gemeten grondwaterstanden in meer dan 500 referentiesites verspreid over Vlaanderen. Daarnaast bestaan er LSVI-tabellen voor Vlaanderen: deze zijn

gelijkaardig aan NICHE, maar deze grondwaterstanden zijn niet op basis van gemeten waarden, maar afkomstig van literatuur, databanken, enz. Maar zelfs in natuurlijke omstandigheden kunnen grondwaterpeilen occasioneel beneden dat gemiddeld laagste grondwaterpeil zakken. Het kunnen doorstaan van extreem lage grondwaterpeilen is afhankelijk van de duur, het tijdstip (seizoen) en de effecten van voorgaande droogte-episodes. Een dergelijk conceptueel kader dat ook rekening houdt met droogte tijdens voorgaande jaren bestaat momenteel nog niet. Het projectteam (ECOBE) heeft in 2006 een methodologie opgesteld voor de wetenschappelijke bepaling van de impact van waterberging op natuur, bos en landbouw. Een vergelijkbare methodologie zou men kunnen toepassen op de grondwaterafhankelijke natuurtypen, maar vraagt verder onderzoek. Belangrijk daarbij is dat het best is om grondwaterstanden niet te toetsen aan algemene grenswaarden, maar met locatiespecifieke grenzen te werken (dus het gemeten bereik op elke locatie te gebruiken als referentie).

Wat er momenteel wél beschikbaar is, zijn de volgende gegevens en analyses:

- Ecotoopkwetsbaarheidskaarten (2018): De impact van lage freatische grondwaterstanden op grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen is afhankelijk van de combinatie van kwetsbaarheid en zeldzaamheid. Deze factoren zijn vervat in de ecotoopkwetsbaarheidskaart voor verdroging die in 2018 werd vernieuwd. Dit betreft echter een vrij algemene beoordeling in vijf klassen en zonder referentiewaarden voor de grondwaterstanden zelf.
- GWATES-beoordeling: Een meer uitgebreide en geavanceerde monitoring en beoordeling is geïmplementeerd in de stroomgebiedsbeheerplannen, maar omvat enkel de 'grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen' of GWATES die gelegen zijn in de SBZ-gebieden (660 SBZ deelgebieden afgebakend in versie 2019). De GWATES-beoordeling is erop gericht om grondwaterlichamen en eventueel te vergunnen grondwaterwinningen te evalueren. De focus ligt op lange-termijn trends én op de antropogene veranderingen ten gevolge van winningen. Het voorkomen van extreme droogte en waterschaarste wordt hierbij niet ten volle meegenomen. Indien grondwaterafhankelijke ecosystemen gelegen zijn nabij (drainerende) waterlopen en/of ondiepe winningen kunnen deze directe en bijkomende hydrologische impact ondervinden op een moment dat er al een meteorologische droogte plaatsvindt.
- Droogtestudie Limburg: In de droogtestudie voor de provincie Limburg werd voor de hiervoor gedefinieerde grondwater-index de drempelwaarde -0.15 gebruikt voor een toestand van 'ernstig verdroogd' en tussen -0.15 en 0.15 als 'droog'. Ze werden ook verder gedetailleerd door per vegetatie- en bodemtype (o.b.v. de BWK-habitatkaart en NICHE-vegetatiecodes) te bepalen binnen welke range van hoogste en laagste grondwaterstanden deze vegetaties kunnen voorkomen. De laagste grondwaterstand van deze range (= GLGmin) kan beschouwd worden als de drempelwaarde waaronder de vegetatie (blijvende) schade van de droogte ondervindt. Bij een korte meetreeks kan deze drempelwaarde evenwel nog lager zijn. Vraag is verder of ook de onderschrijdingsduur en de voorkomingsfrequentie niet extra ingerekend moeten worden. Dit laatste doet men in de zogenaamde SEV (Sum Exceedance Value) methode die internationaal soms toegepast wordt. Hierbij wordt de cumulatieve onderschrijding van een bepaalde drempelwaarde, bv. de GLG, als maatgevend beschouwd voor de droogtetoestand (Figuur 84).



Figuur 84: Illustratie van de SEV (Sum Exceedance Value) methode waarbij de cumulatieve overschrijding van een bepaalde drempelwaarde voor de grondwaterstand als maatgevend beschouwd voor de droogtetoestand (of overschrijding voor hoge bodemverzadiging).

Een mogelijke optie is om de GLG_{min}-waarde (is functie van vegetatie- en bodemtype) als de drempelwaarde te beschouwen voor droogteniveau 2 en een grondwater-index van -0,15 voor droogteniveau 1. Omwille van de onduidelijkheid rond de bruikbaarheid van de GLG_{min}-indicator is een andere optie om de drempelwaarden voor beide droogtetoestanden te baseren op de grondwater-index zoals toegepast voor de provincie Limburg: 0,15 voor droogteniveau 1 en -0,15 voor droogteniveau 2. Nadeel blijft wel dat de GLG-waarden sterk beïnvloed worden door de meetfrequentie.

- Ontwerp (early-warning) meetnet droogte: In een kortlopende studieopdracht heeft het INBO, op vraag van ANB, een honderdtal grondwaterpeilmeetpunten geselecteerd, die als (early-warning) meetnet voor verdroging van natuur ten gevolge van neerslagtekort kunnen gebruikt worden. De punten werden ruimtelijk gebalanceerd over Vlaanderen in grondwaterafhankelijke vegetaties gekozen, rekening houdende (stratificatie) met hun grondwaterregime en de hierdoor te verwachten verschillende respons op droogte. Deze selectie bestaat grotendeels uit bestaande meetpunten (een 80-tal), omdat voor de berekening van droogte-indicatoren grondwaterpeilmetingen (tijdreeksen) beschikbaar moeten zijn.

Probleem is evenwel dat het onmogelijk is om voor elke locatie (dus niet enkel de locaties met meetputten) te weten wat de actuele freatische grondwaterdiepte onder het maaiveld is en het is zelfs nog moeilijker om de grenswaarden zoals de GLG te bepalen voor elke locatie. Voor de provincie Limburg werden deze waarden bepaald op basis van het grondwatermodel, maar ook hier zijn er beperkingen door de grove ruimtelijke resolutie van het grondwatermodel, namelijk 250 m (zie Figuur 80 en Figuur 81). Vaak zijn het zeer specifieke laag gelegen locaties (binnen die 250 m modelgridgebieden) die van belang zijn. Anderzijds moet de opmerking gemaakt worden

dat louter op basis van modelgegevens een GLG bepalen ook gepaard gaat met onnauwkeurigheden.

Samengevat kan gesteld worden dat het voorkomen van extreem lage grondwaterpeilen een grote impact kan hebben, zeker wanneer dit gepaard gaat met een laag bodemvochtgehalte. Uiteraard speelt ook de duur van deze omstandigheden een rol. Bovendien is soms de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand vanuit ecologisch standpunt belangrijker dan de zomergrondwaterstand. Het bepalen van een kritische ondergrens voor het grondwaterpeil per vegetatietype is dan ook erg moeilijk en vereist bijkomend onderzoek. Niettemin zijn we zeker van dat er impact op fauna en flora is bij extreme droogte en dat deze wellicht reeds optreedt bij het onderschrijden van de GLG of een percentielwaarde van grootteorde 90%, vooral als deze onderschrijding gedurende een zekere tijd aanhoudt. In plaats van naar een ogenblikkelijke onderschrijding te kijken zou men met een glijdend venster moeten werken, bv. van 15 of 30 dagen, en bepalen hoe afwijkend de grondwaterstand is ten opzichte van het verleden voor het gekozen tijdsvenster.

Vanuit pragmatisch oogpunt stellen wij voor om **met een combinatie van percentielwaarden en onderschrijdingsduur te werken voor de relatieve grondwaterstand: onderschrijding van de 90-percentielwaarde voor droogteniveau 1 en 95-percentielwaarde voor droogteniveau 2 en dit telkens min. 15 dagen**. Indien er een meetreeks voorhanden is, kunnen deze percentielwaarden bepaald worden. Zulke methode o.b.v. percentielwaarden werd reeds toegepast in enkele studies (Aggenbach et al., 2000, 2001; Wamelink et al., 2014; zie Tabel 10).

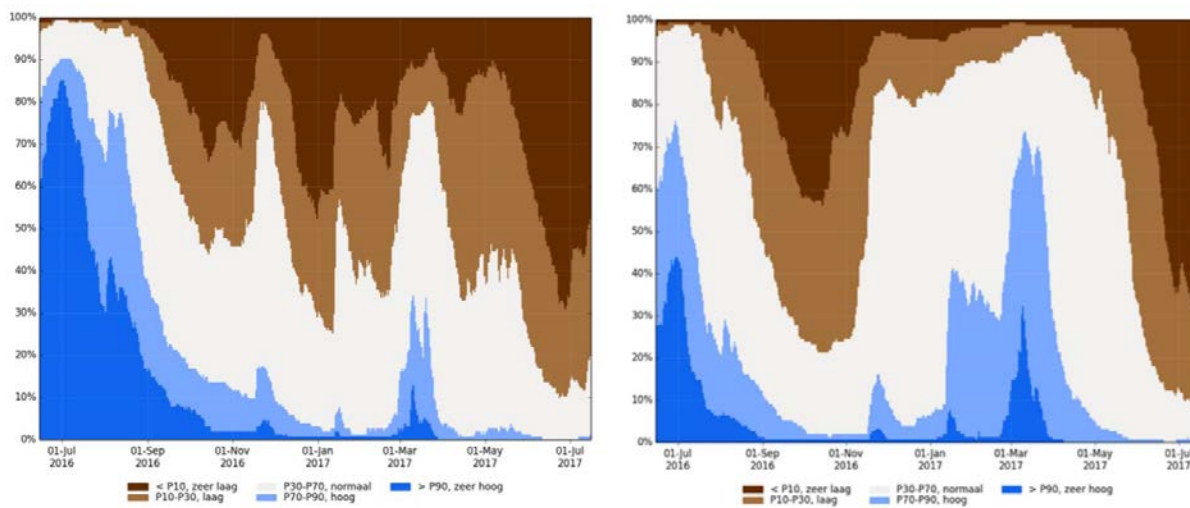
Nr Effectsubgroep	Variabele	Teken	Toetswijze	Abiotisch bereik n	Status	Referentie
5.1	GG	>		0,60	Ls	Aggenbach <i>et al.</i> 2000, 2001
5.1-5.2	GHG		10-90 percentiel	-0,25 – 0,25	Lr	Wamelink <i>et al.</i> 2014
5.1	GLG	<	90-percentiel	0,85	Lr	Wamelink <i>et al.</i> 2014
5.1-5.2	GVG		10-90-percentiel	-0,20 – 0,40	Lr	Wamelink <i>et al.</i> 2014

Tabel 10. Abiotische bereiken voor grondwaterstanden in habitatsubtype 2190 (uitgedrukt in m onder het maaiveld). Status: Ls: afgeleid uit literatuur, standplaatskarakteristieken; Lr: afgeleid uit literatuur d.m.v. kwantielregressie.

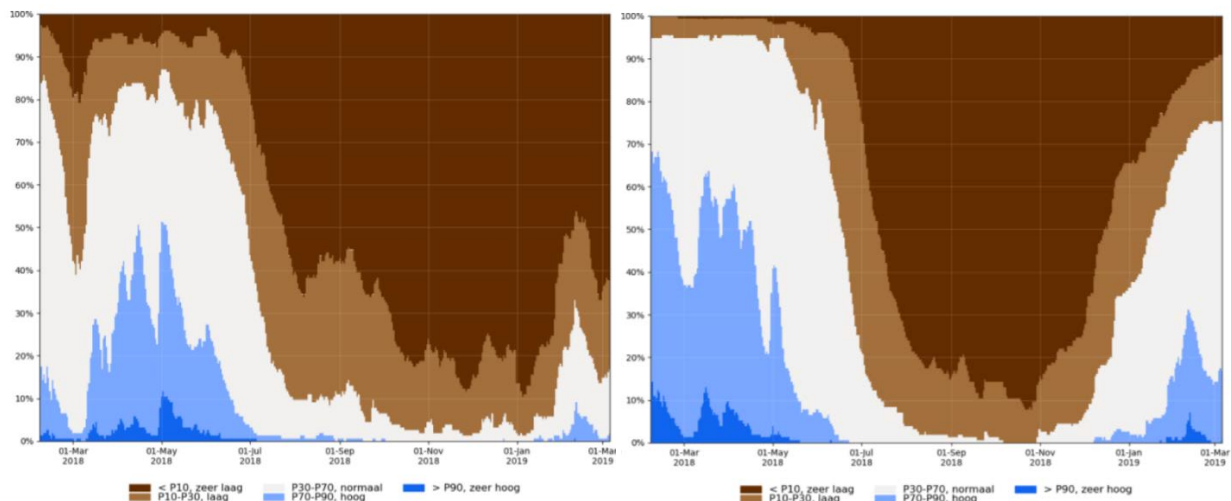
Helaas zijn er slechts een beperkt aantal locaties waar er een voldoende lange meetreeks van grondwaterstanden (minstens een 20tal jaar, bij voorkeur een 30tal jaar) beschikbaar is. Het (early-warning) droogteteetnet waar het INBO aan werkt bestaat uit een 80tal bestaande en een 20tal nieuwe meetpunten. Maar zelfs zulk groot aantal meetplaatsen is relatief beperkt, gegeven de sterke ruimtelijke verschillen in grondwaterpeil. Lokale grondwaterpeilen ter hoogte van natuurgebieden worden ook beïnvloed door lokale condities zoals de aanwezigheid van (buis)drainage, grondwaterwinningen en al dan niet opgestuwde waterlopen en grachten. De regionale grondwatermodellen zijn te grofschalig om zulke verschillen te beschrijven; ze houden bv. geen rekening met drainage en/of opgestuwde waterlopen. Om de lokale impact te weten van een extreem laag grondwaterpeil op niveau van een natuurgebied kan men gebruik maken van een ecohydrologisch model (bv. NICHE) en dat vereist de input van een lokaal grondwatermodel. Dit laatste is nog niet gebiedsdekkend voor Vlaanderen beschikbaar. Op termijn kan men natuurlijk investeren in een goed uitgebouwd real-time grondwatermeetnet voor de SBZ-

gebieden. Ondertussen zouden de 80tal bestaande meetpunten gebruikt worden die deel uitmaken van het INBO (early-warning) meetnet (Wouters et al., 2018; Wouters & Vanderhaeghe, 2019). Deze laatste werden geselecteerd uit de Watina-databank i.f.v. hun ligging t.o.v. de grondwaterafhankelijke habitats (Figuur 90) en waarvoor volgende lange meetreeksen beschikbaar zijn (min. 20 jaar). Probleem is wel dat het grondwatermeetnet momenteel slechts enkele keren per jaar wordt uitgelezen; GPRS-metingen zullen op korte termijn niet operationeel komen. In afwachting daarvan worden **de DOV relatieve freatische grondwaterstandsindicator gebruikt**.

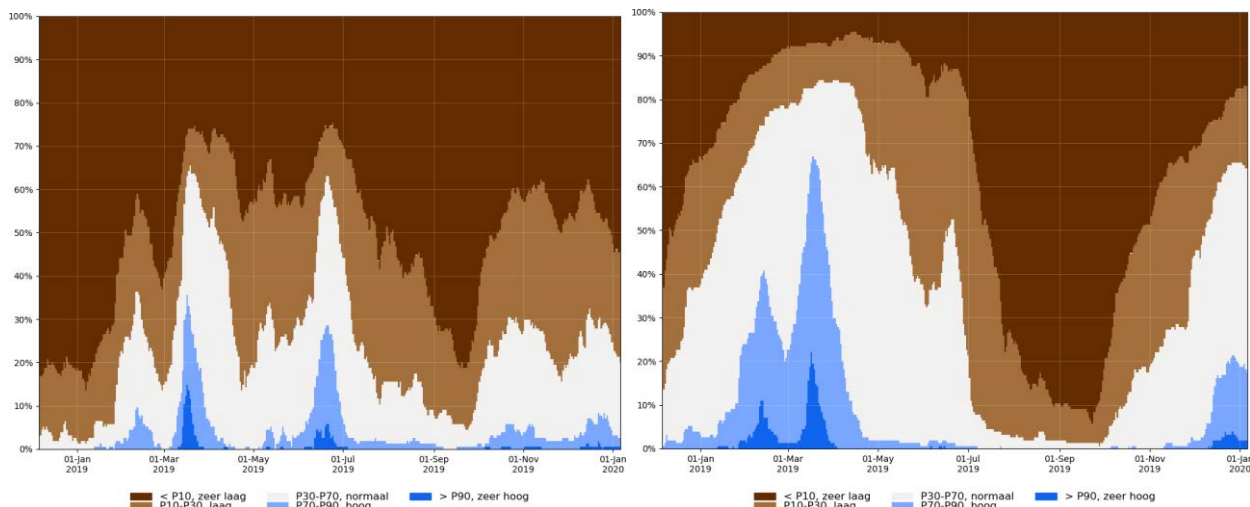
De relatieve en absolute grondwaterstanden volgens de DOV freatische grondwaterstandsindicator worden in Figuur 85, Figuur 86 en Figuur 87 getoond voor 2017, 2018 en 2019. Hier blijkt dat er 50% of meer van de meetlocaties in het meetnet een zeer lage toestand hebben in de periodes vanaf tweede helft juni tot begin juli 2017, vanaf tweede helft juli 2018 tot in december 2018 (voor de absolute grondwaterstanden) en zelfs tot het voorjaar van 2019 (voor de relatieve grondwaterstanden) en vanaf midden juli tot midden oktober 2019. Deze periodes zijn opnieuw vergelijkbaar met deze die hiervoor ook als periodes met dreigende of effectieve waterschaarste staan aangeduid o.b.v. SPI-SPEI, het doorlopend neerslagtekort en het debiet in de waterlopen. De freatische grondwaterstand houdt logischerwijs wel duidelijk meer rekening met de langere-termijn accumulatieve gevolgen van neerslagtekorten: zo houdt de periode met zeer lage grondwaterstanden zeer lang aan na de zomer van 2018, waardoor ook 2019 en zelfs 2020 tot nu deels de gevolgen daarvan blijven dragen. Dit laatste is consistent met de ervaringen uit de sector natuur, waarbij de droogteimpacten op vegetatie en andere terrestrische ecosystemen zich vooral lieten gevoelen vanaf 2018 (zie hoger). Dit laatste vraagt nog verder toekomstig onderzoek; voorlopig werden de hiervoor voorgestelde percentielwaarden als drempelwaarden gebruikt, waarbij een “zeer lage” grondwaterstand in de DOV-grondwaterstandsindicator overeenkomt met de voorgestelde 90-percentieldrempelwaarde voor droogteniveau 1.



Figuur 85: Percentages grondwaterputten opgenomen in het meetnet van de grondwaterstandsindicator waar de freatische maandgemiddelde grondwaterstanden zich bevinden in een toestand van zeer laag, laag, normaal, hoog en zeer hoog, op dagbasis voor 2017, voor de relatieve (links) en absolute (rechts) grondwaterstanden.



Figuur 86: Percentages grondwaterputten opgenomen in het meetnet van de grondwaterstandsindicator waar de freatische maandgemiddelde grondwaterstanden zich bevinden in een toestand van zeer laag, laag, normaal, hoog en zeer hoog, op dagbasis voor 2018, voor de relatieve (links) en absolute (rechts) grondwaterstanden.



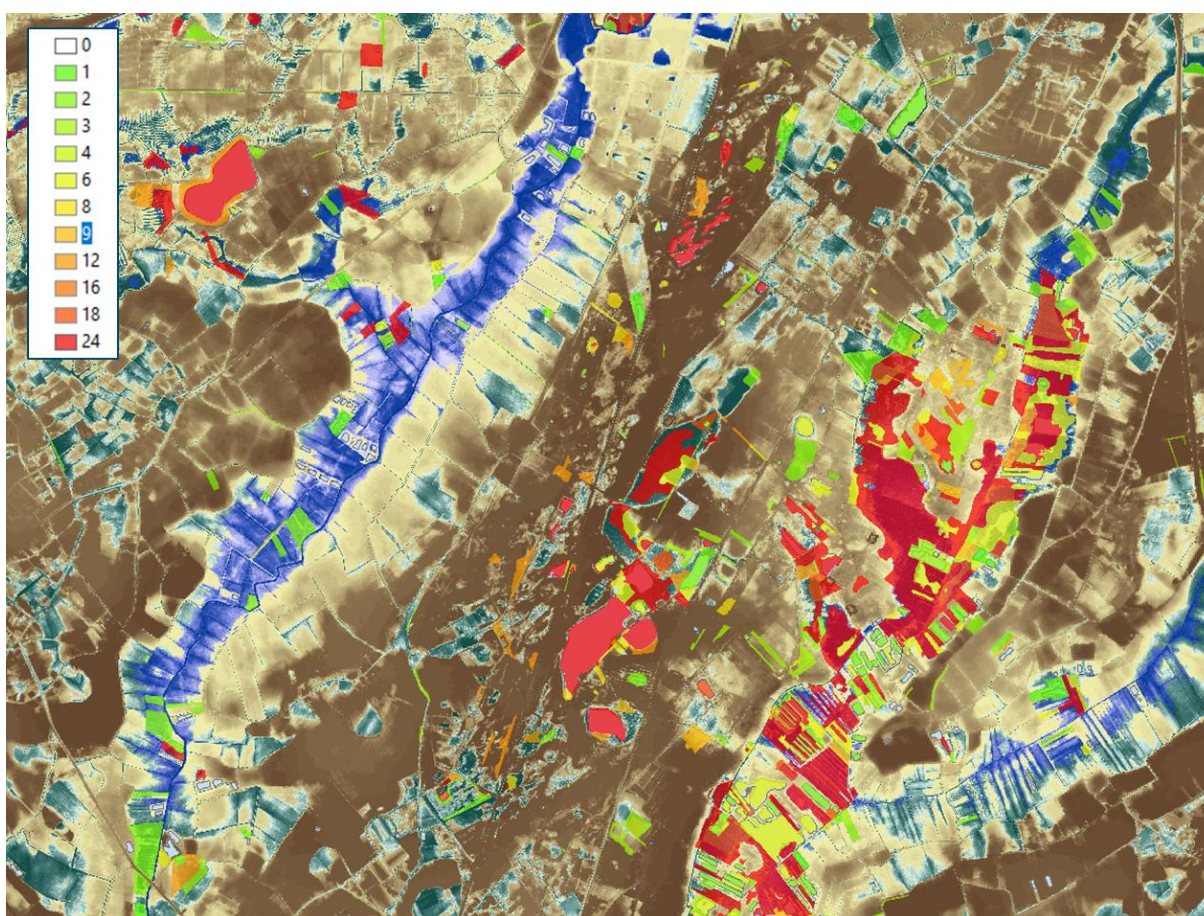
Figuur 87: Percentages grondwaterputten opgenomen in het meetnet van de grondwaterstandsindicator waar de freatische maandgemiddelde grondwaterstanden zich bevinden in een toestand van zeer laag, laag, normaal, hoog en zeer hoog, op dagbasis voor 2019, voor de relatieve (links) en absolute (rechts) grondwaterstanden.

Voor beschermde soorten en habitats kunnen we ons beroepen op het voorzorgsbeginsel en aannemen dat wanneer er een 90- of 95-percentielgrondwaterpeil bemeaten wordt in het beschikbare meetnet, de grondwaterpeilen in de reservaten vergelijkbaar laag staan (door de ruimtelijke correlatie). Uiteraard is het best om het meetnet op termijn uit te breiden tot in de natuurgebieden.

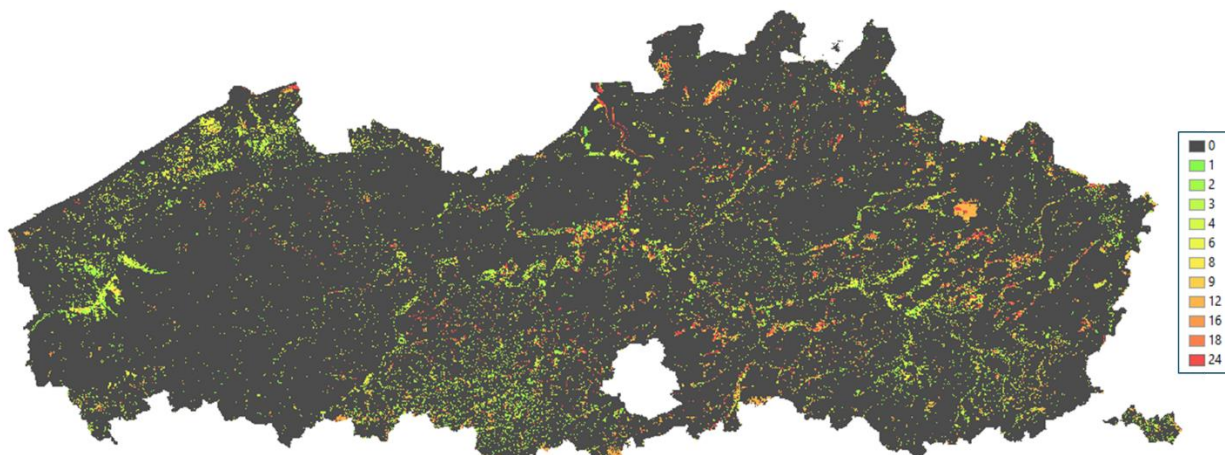
Wat de **ruimtelijke afbakening** van de zones betreft waar deze drempelwaarden voor freatisch grondwaterstand vooral van toepassing zijn (en later ook voor de impactbepaling) werd binnen deze opdracht door de UA een ruimtelijk gedetailleerde aanpak uitgewerkt die gebaseerd is op volgende gebiedsscores:

- Watersysteemkaart: blauw/groen = 1, bruin = 0
- Ecotoopkwetsbaarheid: score 1 = 0, score 2 = 0, score 3 = 1, score 4 = 2
- BWK: minder waardevol = 0, complexen = 1, waardevol = 2, zeer waardevol = 3
- Habitatkaart: Geen habitat = 1, Onzeker = 2, Deels = 3, Habitat = 4

Deze scores zijn voor elke gridcel te vermenigvuldigen met elkaar. Zie Figuur 88 voor een voorbeeld van toepassing van deze aanpak; en Figuur 89 voor de gebiedsdekkende Vlaamse kaart voor de vermenigvuldigde scores.



Figuur 88: Voorbeeld van de gebiedsscores toegepast voor het ruimtelijk afbakenen van de zones waar de drempelwaarden voor freatisch grondwaterstand vooral van toepassing zijn.

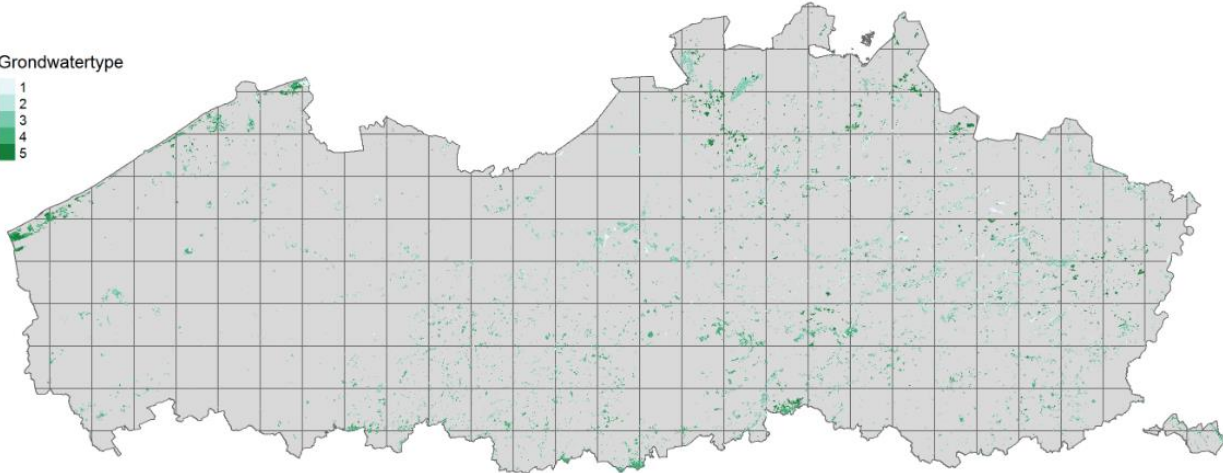


Figuur 89: Gebiedsdekkende Vlaamse kaart met de gebiedsscores toegepast voor het ruimtelijk afbakenen van de zones waar de drempelwaarden voor fretisch grondwaterstand vooral van toepassing zijn.

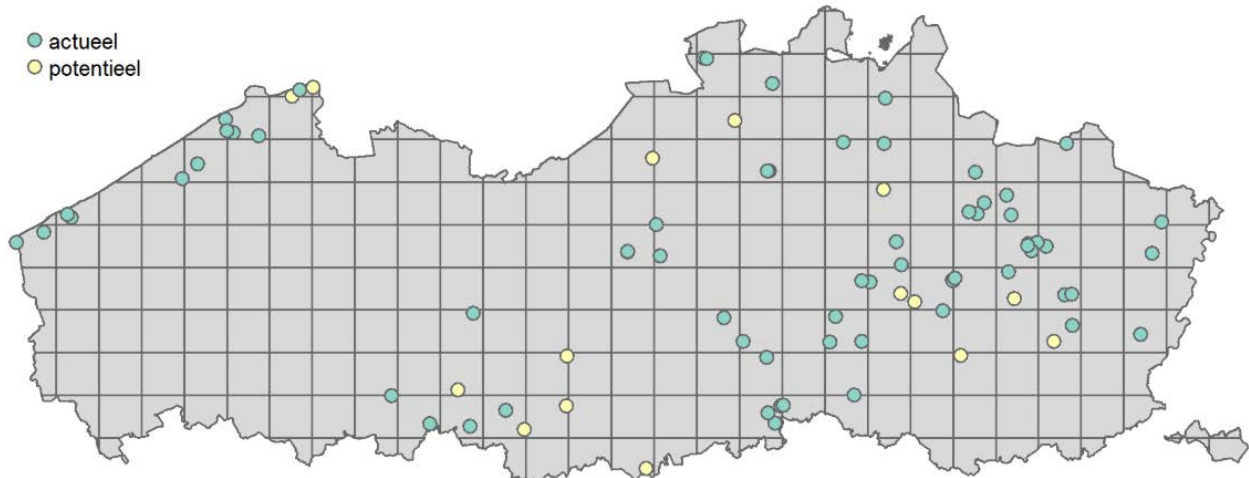
Een andere **ruimtelijke afbakening van de zones voor toepassing van de drempelwaarden voor fretisch grondwaterstand** zijn de **deelgebieden van Grondwaterafhankelijke Terrestrische Ecosystemen (GWATES) die het INBO gebruikt met 5 klassen van grondwaterafhankelijke habitats** (Figuur 90 and Figuur 91). Ze zijn vooral gebaseerd op de landschapsecologische gradiënt van typen die relatief hoger of aan de valleirand gelegen zijn naar meer op meer centraal gelegen typen. Elke klasse vertoont een specifiek gedrag (bijv. responstijd) t.a.v. droogte. Om niet te gedetailleerd te gaan en omdat deze klassen voldoende ruimtelijke diversificatie geven, worden deze hier weerhouden. Er wordt wel voorgesteld om deze afbakening breder te doen i.k.v. het reactief afwegingskader door niet enkel de SBZ-gebieden te beschouwen maar ook het Vlaams Ecologisch Netwerk en de Erkende Reservaten.

Wij stellen voor om **per 10-km zone grondwaterafhankelijke natuur de meest nabije DOV-grondwatermeetlocatie te nemen** (zie DOV-meetlocaties in Figuur 91), maar enkel deze die bovenstrooms gelegen zijn (hoger gelegen dan deelgebied) en binnen hetzelfde deelstroomgebied (VHA-zone). Indien geen enkel DOV-meetpunt voldoet aan deze criteria, dan wordt de pragmatische keuze gemaakt om eerst de laatst vermelde randvoorwaarde (binnen hetzelfde deelstroomgebied gelegen) te laten vallen en daarna ook de vorige (bovenstrooms gelegen).

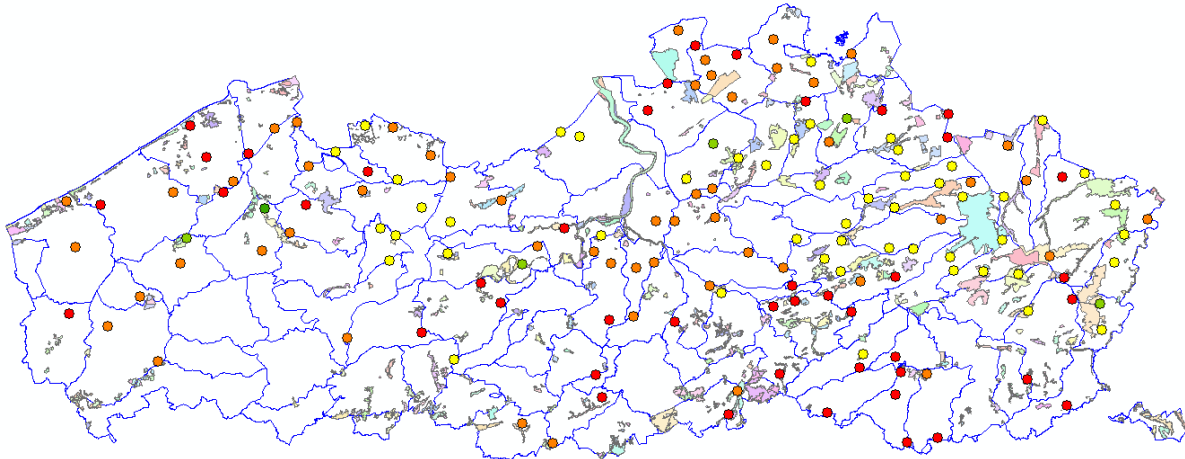
Grondwatertype



● actueel
● potentieel



Figuur 90: Locaties van de 5 typen van grondwaterafhankelijke habitats (boven); Geselecteerde peilbuizen voor het early-warning droogtmeetnet van het INBO (onder).

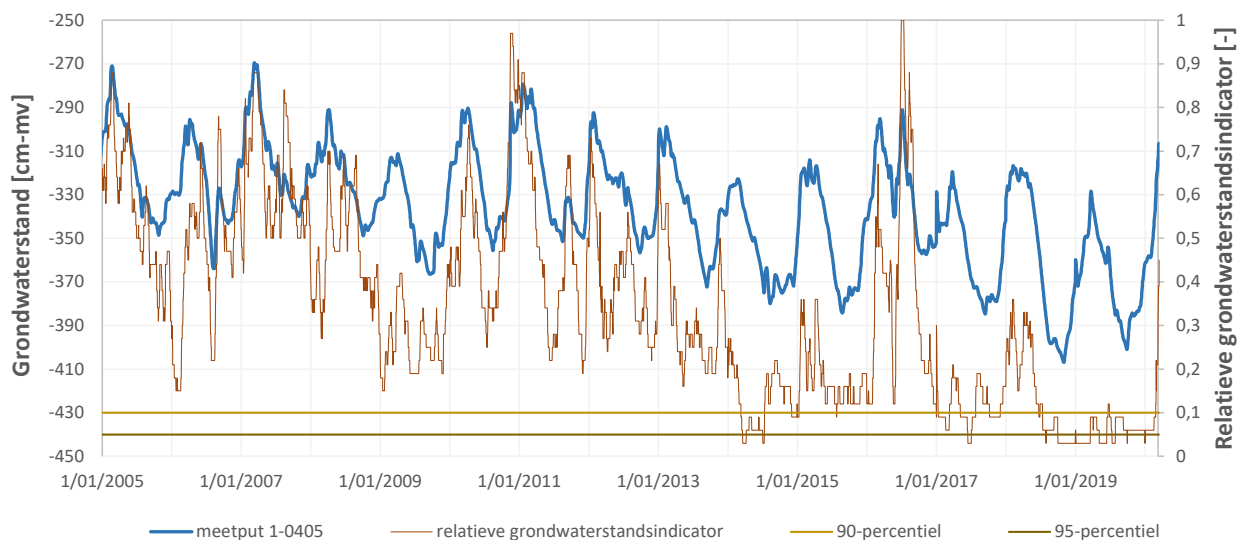


Figuur 91: GWATES-deelgebieden en DOV meetpunten voor de toestand op 5 mei 2020.

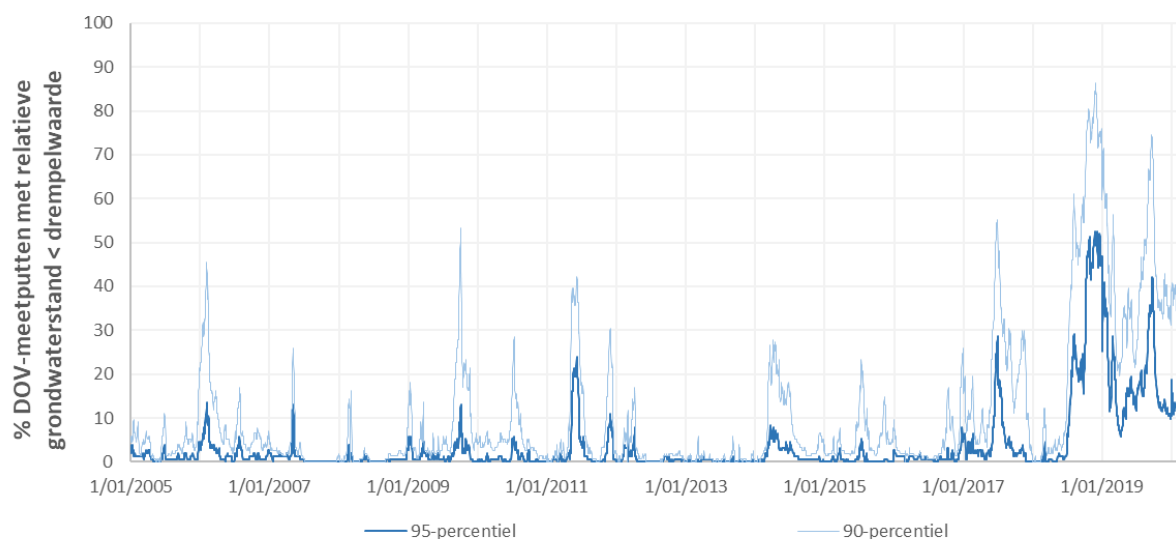
In Figuur 92 wordt een voorbeeld van validatie getoond voor DOV-grondwatermeetput 1-0405. Dit meetpunt is representatief voor een GWATE in het Netebekken. Op deze locatie worden lage en dalende grondwaterstanden waargenomen, met haast continue onderschrijding van drempelniveau 1 vanaf de droge zomer van 2018 tot februari 2020 en ook frequente onderschrijdingen van drempelniveau 2 in deze periode. Eerdere onderschrijdingen waren er in 2014 en 2017. Na herhaling van deze analyse van alle DOV-meetputten, zijn in Figuur 93 de resultaten samengevat via weergave van het percentage DOV-meetputten die de drempelwaarden onderschrijden. In de droge zomers van 2018 en 2019 is dit percentage beduidend hoger dan in de vorige jaren: tot 86% van de meetplaatsen die tegen eind november 2018 en drempelniveau 1 onderschrijden en tot 74% van de meetplaatsen die tegen eind september 2019 drempelniveau 1 onderschrijden. Eerder in de zomer is dat percentage wat lager, maar ook al hoog: ongeveer 50% van de meetplaatsen die drempelniveau 1 onderschrijden eind juli 2018. Voor drempelniveau 2 is dat tot 52% tegen eind november 2018 en 42% tegen eind september 2019. Voor de andere jaren stijgt het % meetputten met onderschrijding van drempelniveau 2 nooit boven de 15%, behalve in 2011 (toen kenden 28% van de meetputten een onderschrijding van drempelniveau 2 omstreeks midden juli). De systematisch hogere fractie aan onderschrijdingen vanaf de zomer van 2018 blijkt consistent met de ervaring aangegeven door de belanghebbenden van de sector natuur dat de vegetatie negatieve gevolgen ondervindt van de accumulatieve droogteperiodes sinds 2017. Dat laatste werd ook bevestigd door een bevraging in 2019 van het Agentschap Natuur en Bos (ANB) bij de conservators van de natuurreservaten in Vlaanderen. De resultaten van die bevraging zijn beschikbaar bij ANB.

De resultaten in Figuur 93 bevestigen de vertraagde respons van droogteperiodes op grondwaterstanden; het hoogste percentage onderschrijding van de drempelwaarden treedt typisch op enkele maanden na de droogteperiode. De resultaten geven ook aan dat het zinvol is om – gegeven de relatief beperkte ruimtelijke dichtheid aan meetputten – en de frequente onderschrijding ter hoogte van één of enkele meetputten, ook in minder droge jaren, de grondwaterstandsindicator niet per meetlocatie afzonderlijk te gebruiken maar ook naar het % meetputten met onderschrijding per gebied te kijken. Pas wanneer het

% meetputten met onderschrijding van de drempelwaarde in een gebied boven de 10% uitstijgt zou de onderschrijding beschouwd worden. Uiteraard gebeurt dat best zo lokaal mogelijk, maar met de huidige ruimtelijke dichtheid van het meetnet kan dan slechts per bekken (bv. Netebekken, Demerbekken, ...).



Figuur 92: Grondwaterstand afgeleid voor DOV meetput 1-0405, de overeenkomstige relatieve grondwaterstandsindicator en vergelijking met de 90- en 95-percentiel drempelwaarden voor de relatieve grondwaterstandsindicator.



Figuur 93: % DOV-meetputten waarvoor de relatieve grondwaterstandsindicator de 90- en 95-percentiel drempelwaarden onderschrijden.

Freatische grondwaterstand – veenbodems

Bijzondere aandacht moet gaan naar de veenbodems. Die fungeren als natuurlijke spons en zijn koolstofhotspots en mogen daardoor absoluut niet droogvallen (mineraliseren). Ook bestaat er dan gevaar op instabiliteit van gebouwen. Momenteel is er echter nog geen accurate afbakening van de veengebieden in Vlaanderen. Via een ad-hoc werkgroep o.l.v. ANB wordt er nog aan zulke afbakening gewerkt. De werkgroep zal na deze afbakening ook specifieke drempelwaarden afleiden voor de freatische grondwaterstand m.b.t. de droogval van de veenbodems. Wanneer deze kaarten en drempelwaarden later beschikbaar komen, kunnen deze worden toegevoegd aan het reactief afwegingskader.

Freatische grondwaterstand – drempelwaarden voor onttrekkingen door landbouw, bedrijven en particulieren

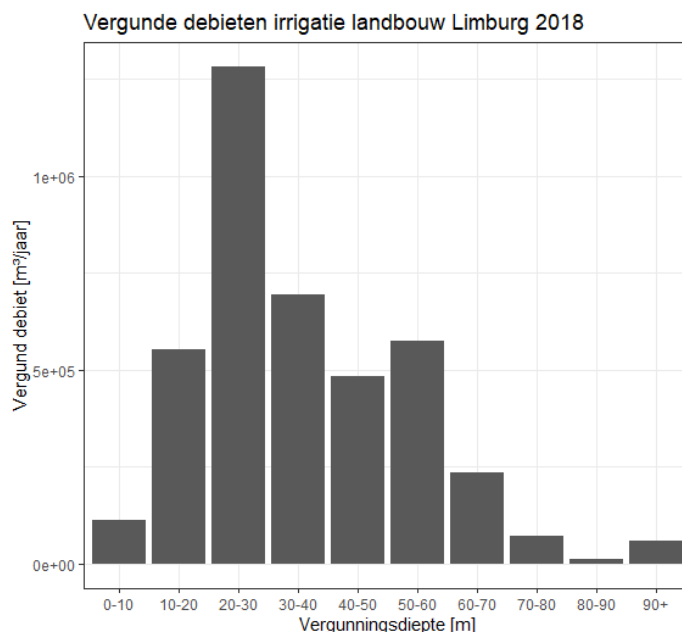
Heel wat (landbouw)bedrijven maar ook particulieren onttrekken freatisch grondwater via pompputten of open putten (dit laatste vooral in West-Vlaanderen). Los van de impact van deze onttrekkingen en andere droogte/waterschaarste-problematieken, ontstaat er hier directe waterschaarste wanneer de grondwaterstand zakt tot het niveau van de filter van de pompput. Grondwaterstanden mogen immers niet zakken tot in de filter omdat er dan negatieve kwaliteitseffecten kunnen optreden alsook versnelde putverstopping. De grondwaterstand uitgedrukt in aantal meter boven de filter van de put is dus indicatief in dit geval.

Voor batterijwinningen met een vacuümpomp kan er niet dieper dan ongeveer 8 m onder het maaiveld afgepompt worden en is het eerder de grondwaterdiepte in aantal meter onder het maaiveld dat indicatief is. Bij productieputten (die een aparte onderwaterpomp hebben) is de diepte van de pomp bepalend. Er mag bovendien niet meer water onttrokken worden dan vergund. In de vergunning is meestal een maximaal debiet opgenomen in m³/dag en in m³/jaar. De vergunningen zijn (via een hydrogeologische studie) afgestemd op de draagkracht van de watervoerende laag. Elke productieput heeft een kritiek debiet waarboven de put wordt leeg getrokken. Dit debiet is afhankelijk van de kenmerken van de watervoerende laag en van de grootte van de putweerstand.

Bij de drinkwatermaatschappijen wordt dit nauwgezet opgevolgd. Bij De Watergroep wordt zowel het ogenblikkelijk pompvolume in batterijwinningen (vacuümpompen) als in de productieputten (onderwaterpompen) opgevolgd. Vermindering van het oppompvolume kan optreden ten gevolge van putverstopping of waterpeilverlagingen en geeft zo een indicatie van mogelijke opkomende productieproblemen. Bij drinkwatermaatschappij Pidpa wordt opgevolgd hoever de gemiddelde grondwaterstand onder het langjarig gemiddelde (analyse met data vanaf 2000) gesitueerd is. Dalen de peilen lokaal scherp, dan tracht men preventief wincapaciteit naar elders te verschuiven. Tegen die achtergrond en gelet op de goed gevoede toestand stelt Pidpa dat een zomer zoals die van 2018 gemiddeld een extra, tijdelijke grondwatertafeldaling van enkele 10tallen cm veroorzaakt en dit op een watervoerend pakket van 60 tot 200 meter. Louter kwantitatief bekeken, zonder met risico op omgevingsimpact rekening te houden, is dat effect langjarig dus marginaal en het gebruik van de freatische grondwaterstand als indicator minder nuttig. Ook tijdens de droge zomers van 2018 en 2019 toen de grondwaterpeilen lager stonden dan normaal, hebben zelfs de zeer lage en uiterst lage grondwaterpeilen door de tragere reactie van het grondwatersysteem op deze verminderde voeding, in

geen enkele drinkwaterwinning geleid tot een vermindering van het productiedebiet. Ook AGSO Knokke-Heist volgt de grondwaterstand in de peilbuizen op, waarbij drempelwaardes werden gedefinieerd voor één van de peilbuizen en van nabij opgevolgd.

Voor de andere freatische grondwateronttrekkers kan via de vergunningen een beeld verkregen worden van (statistieken over) de diepte van de boorputten; zie voorbeeld in Figuur 94 voor alle voor landbouw vergunde freatische grondwaterwinningen in Limburg. In functie van deze statistieken kunnen dan drempelwaarden bepaald worden en toegepast ter hoogte van de grootste onttrekkingen (geëvalueerd op basis van de vergunde debieten).



Figuur 94: Histogram van de diepte van de voor landbouw vergunde grondwaterwinningen in de provincie Limburg.

Grondwaterstand diepe (afgesloten, gespannen) watervoerende lagen

Voor de grondwaterwinningen in de diepe gespannen/afgesloten watervoerende lagen, door de drinkwatermaatschappijen, (landbouw)bedrijven en huishoudens, is in de reactieve context de real-time beschikbaarheid van voldoende diep grondwater minder problematisch dan voor het freatische grondwater. De freatische lagen worden rechtstreeks gevoed door neerslag, terwijl de gespannen/afgesloten lagen als gevolg van de bedekking door een dik kleipakket, niet of slechts in beperkte mate rechtstreeks door regenwater gevoed worden. Daardoor reageren de diepe watervoerende lagen veel minder snel op veranderende meteorologische condities dan de freatische lagen. Anderzijds dient men er wel rekening mee te houden dat overschakelen naar dieper grondwater één van de alternatieven is tijdens een periode van droogte en dient men zich rekenschap te geven van de mogelijke gevolgen ervan op het diepere systeem. Alhoewel het beschermen van het diep grondwater eerder via proactief beleid georganiseerd moet worden, kan er eventueel ook nagegaan worden of er

geen reactieve beperkingen opgelegd moeten worden gezien de trage aanvulling deze voorraad o.w.v. de ligging. Daarnaast zal o.w.v. het feit dat er freatisch een probleem is, de langdurige aanvulling ook beperkt zijn. De invloed van verschillende opeenvolgende droge jaren op het freatische niveau (die bovendien niet noodzakelijk allemaal binnen Vlaanderen liggen) kan zo ook impact hebben op het diepere niveau. Eventueel zou men wel reactieve voorwaarden kunnen voorzien om een specifiek gebruik – dat normaal niet aan de orde is – voor een strikt beperkte periode en onder strikte voorwaarden toe te staan.

Verder is het zo dat bepaalde gespannen watervoerende lagen kwantitatief (nog) in een ongunstige toestand verkeren. Hierbij speelt o.a. het gebrek aan infiltratie (in binnen- en buitenland) in de intrekgebieden van die watervoerende lagen een rol. Bijkomend zou door een verhoogde vraag en beperkte voeding als gevolg van de droogte de druk op deze diepe watervoerende lagen nog kunnen toenemen. In deze context is het dus nuttig om later in de studie, tijdens het evalueren van mogelijke maatregelen, rekening te houden met de toestand van het diepe grondwater. Voor het bepalen van de droogtetoestand, waar het hier over gaat, lijkt de diepe grondwaterstand minder indicatief, tenzij het overschakelen van de lokaal ondiepe winningen naar diepere bronnen (in de verschillende sectoren van particulier tot industrie) gepaard gaat met een potentiële detecteerbare versnelde daling van het peil in de afgesloten watervoerende lagen. In dat geval zou de diepe grondwaterstand toch een nuttige droogte-indicator zijn omdat de invloed van het overschakelen van freatisch naar diep grondwater daarmee regionaal beter vast te stellen is. Een drukafbouw in de gespannen watervoerende lagen is immers sneller en over een grotere afstand meetbaar dan de daling in de freatische laag (die ruimtelijk nog sterk kan verschillen). De diepe grondwaterstand zou dan via de juiste monitoring/interpretatie sneller kunnen aangeven dat er ondiep een probleem is m.b.t. het freatisch grondwater en in welke ruime regio. Anderzijds moet ook opgemerkt worden dat er geen 1 op 1 relatie is tussen beide, wat het bepalen van het oorzakelijk verband moeilijk maakt.

Praktisch kan de toestand van het diepere grondwater beschouwd worden op een gelijkaardige manier als de freatische grondwaterstand. Er is immers ook een Vlaams gebiedsdekkend meetnet van diepe grondwaterstandsmetingen; zie ook de DOV - Databank Ondergrond Vlaanderen.

Wat de drempelwaarden betreft gelden volgende principes:

- Er mag volgens de wetgeving en omwille van kwaliteitsveranderingen (beluchting van de laag) niet onder het dak van de watervoerende laag afgepompt worden.
- Er kan niet dieper dan de diepte van de pomp of de diepte van de bovenkant van de filter onttrokken worden in een productieput.
- Er mag niet meer water onttrokken worden dan vergund. In de vergunning is meestal een maximaal debiet opgenomen in m³/dag en in m³/jaar. De vergunningen zijn (via een hydrogeologische studie) afgestemd op de draagkracht van de watervoerende laag.
- Elke productieput heeft een kritiek debiet waarboven de put wordt leeg getrokken. Dit debiet is afhankelijk van de kenmerken van de watervoerende laag en van de grootte van de putweerstand.

Zoals bij het freatisch grondwater kan ook bij het diepe grondwater slechte chemische waterkwaliteit een probleem zijn. Indien daar door het overmatige of piekverbruik gespannen watervoerende lagen worden belucht kan dit tot kwaliteitsdegradatie leiden (neerslagvorming en hoger zoutgehalte door oxidatie).

Verder is er de geothermie die meer en meer zijn ingang vindt voor verwarmings- en koel doelstellingen. De open geothermische systemen (waar actief grondwater wordt rondgepompt) kunnen net als standaard grondwaterwinningen worden geïmpacteerd bij mindere beschikbaarheid van diep/ondiep grondwater. Dus voor de sector energie is er daar ook een mogelijke impact. Uiteraard speelt ook de temperatuur van het grondwater daar een rol, maar daarop is het effect van een droogte eerder beperkt tenzij stromingspatronen volledig verstoord zouden geraken.

4.2.4. Waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren

Waterkwaliteit waterlopen

Voor meerdere toepassingen is niet enkel de kwantitatieve oppervlaktewaterbeschikbaarheid van belang, maar ook de waterkwaliteit. Door o.a. het verdunningseffect zijn waterkwaliteit en waterkwantiteit uiteraard wel sterk gerelateerd. Naast dit effect van verdunning verslechtert de waterkwaliteit tijdens droogteperiodes door de hogere temperatuur, de lagere stroomsnelheden, de lagere natuurlijke herbeluchting, enz. Ook kan droogte impact hebben op de bodemkwaliteit; bij verzuring kunnen zware metalen in sedimenten gemobiliseerd worden.

De relevante waterkwaliteitsparameters worden typisch ingedeeld in verschillende parametergroepen:

- Watertemperatuur
- Zuurstofhuishouding (opgeloste zuurstof, organische stof bv. door erosie van sedimenten, lozing huishoudelijk afvalwater)
- Zoutgehalte / chloriden / geleidbaarheid
- Zuurtegraad
- Nutriënten (ammonium, fosfaten, nitraten)
- Turbiditeit / troebelheid / zwevende stoffen
- Gevaarlijke stoffen of micropolluenten zoals o.a. zware metalen, gewasbeschermingsmiddelen / pesticiden, medicijnresten / farmaceutische stoffen, industriële reststoffen zoals PAKS
- Microbiologische parameters zoals algen(eutrofiëring) en andere microbiële kwaliteitsproblematieken zoals botulisme en en proliferatie van blauwalgen

Zoutgehalte, schadelijke blauwalgenbloei en watertemperatuur worden hierna als afzonderlijke indicatoren besproken omwille van hun specifieke eigenheid en belang.

Volgende waterkwaliteitsparameters zijn van belang voor volgende sectoren:

- Drinkwaterproductie uit oppervlaktewater en bedrijven: fosfaten (zorgen voor algenbloei), nitraten, pesticiden, organische stof, farmaceutische stoffen, zoutgehalte, ...
- Ecologie – fauna en flora: zuurstofgehalte (bij een lagere zuurstofconcentratie kunnen gevoeligere soorten niet meer overleven), algen, zuurtegraad (een te hoge of te lage zuurtegraad is schadelijk voor levende organismen), turbiditeit (verstoring van fauna en flora, als gevolg van de verminderde lichtdoordringing en bedekking van organismen), temperatuur (te hoge temperaturen zorgen voor een lagere oplosbaarheid van zuurstof en zijn schadelijk voor levende

wezens), zoutgehalte (hogere zoutgehalten zijn schadelijk voor zoetwaterorganismen), proliferatie van blauwalgen ...

- Land- en tuinbouw incl. glastuinbouw en veeteelt: zuurstofgehalte, turbiditeit, pesticiden, micropolluenten, microbiologische parameters, proliferatie van blauwalgen, zoutgehalte, temperatuur, aanwezigheid van plantenpathogenen (in oppervlaktewater, effluentwater; die potentieel gevaar opleveren voor bv. aardappelen- of tomatenteelt), ...
- Industrie: turbiditeit, zoutgehalte, hardheid, CZV, pesticiden, radioactiviteit, ...

De turbiditeit of aanwezigheid van zwevende stof kan belang zijn voor de waterinname door bedrijven. Bij lagere debieten is er door de verminderde verdunning een hogere concentratie aan onzuiverheden, terwijl de filterinstallatie slechts een maximale hoeveelheid zwevende stoffen kan verwerken. Ook de aanwezigheid van pesticiden kan ervoor zorgen dat de waterbehandelingsinstallatie minder optimaal werkt, waardoor er meer water nodig, wat dan weer niet ten goede komt van de waterkwaliteit. Verhoogde troebelheid kan zich trouwens ook voordoen tijdens periodes met hevige regenval, bijvoorbeeld zomeronweersbuien.

De waterkwaliteit wordt door VMM langs de onbevaarbare waterlopen gemeten op een groot aantal locaties, maar met een beperkte temporele frequentie (voor de meeste locaties grootteorde eenmaal per maand). Langs de bevaarbare waterlopen is er het real-time meetnet met YSI-toestellen van het HIC. Via waterkwaliteitsmodellen kunnen al deze metingen ruimtelijk geïnterpoleerd worden, maar dergelijke modellen zijn een grootteorde minder nauwkeurig dan de hydrologische neerslagafvoermodellen en zijn voor real-time tijdreeksimulaties slechts voor een beperkt aantal stroomgebieden beschikbaar. Dergelijke modellen inzetten voor het doel van deze opdracht is daardoor niet haalbaar. Dit betekent dat de waterkwaliteitsindicatoren volledig gebaseerd moeten worden op waterkwaliteitsmetingen, die slechts op een beperkt aantal locaties beschikbaar zijn en meestal met een beperkte temporele frequentie. Sommige bedrijven doen zelf periodieke metingen, vb. meting van hardheid, chloriden, COD en eventuele andere parameters. In de toekomst zullen wel bijkomende waterkwaliteitsmetingen beschikbaar komen, zowel op meer locaties als met verhoogde meetfrequentie, zelfs continu via sensoren. Het Internet of Water Flanders project zal zulke metingen leveren, voorlopig wel beperkt tot geleidbaarheid en pH.

Naast de slechte waterkwaliteit als gevolg van droogte en hoge temperaturen, kunnen ook problemen van slechte waterkwaliteit ontstaan door calamiteiten. Een voorbeeld is de schipbreuk op 13 november 2018 langs het Albertkanaal die hoge ammoniumconcentraties veroorzaakte doordat het schip geladen was met meststof. Op 18 november 2018 waren de ammoniumconcentraties zo hoog dat water-link de waterinname stillegde.

De meer specifieke waterkwaliteitsaspecten rond hoog zoutgehalte, proliferatie van blauwalgen, botulisme en hoge watertemperatuur worden hierna verder besproken.

Voor de drinkwatermaatschappijen is naast de waterkwantitatieve indicatoren die elders gedefinieerd zijn ook de waterkwaliteit belangrijk. De Watergroep hanteert ter hoogte van de oppervlakteinnamepunten drempelwaarden voor de waterkwaliteit. Daarbij wordt zowel een ondergrens als een bovengrens

gebruikt. Indien de concentratie voor een bepaalde waterkwaliteitsparameter onder de ondergrens ligt is inname sowieso mogelijk op basis van deze parameter. Indien deze boven de ondergrens ligt maar onder de maximumgrens zal er een afweging gebeuren op basis van het waterpeil in het spaarbekken, de watervraag, de weersvoorspelling, en de concentratie van de desbetreffende parameter in het spaarbekken om te beslissen of het water wordt ingenomen of niet. Bij concentraties boven de maximumgrens kan het water sowieso niet ingenomen worden en dient deze afweging niet te gebeuren.

Zo waren er recent in het najaar 2019 problemen met hoge concentraties van micropolluenten (gewasbeschermingsmiddelen en medicatie) en nitraten, met normoverschrijdingen in de waterloop ter hoogte van alle waterproductiecentra in het IJzerbekken (Blankaart, Dikkebus en Zillebeke). De inname naar het spaarbekken van De Blankaart werd stopgezet in december 2019 vanwege het te hoge nitraatgehalte. De waterbeschikbaarheid komt hier dan ook in de winterperiode onder druk te staan ondanks het debiet dat momenteel beschikbaar is op de waterloop door dit vertraagde effect van de droogte op de waterkwaliteit.

Drinkwatermaatschappij water-link heeft geen vaste lijst van drempelwaarden ter hoogte van de innamepunten. Wanneer uit de monitoring afwijkende waarden van het oppervlaktewater bekomen worden, zullen zij die verder opvolgen. Afhankelijk van de concentraties, te verwachten concentraties op middellange termijn en de verwijderbaarheid wordt telkens geval per geval beslist of de inname gesloten moet worden of niet.

Ook heel wat bedrijven hebben grenswaarden voor de waterkwaliteit van het ingenomen water, maar het is moeilijk om daar specifieke waarden op te kleven omdat het sterk afhangt van de rivier, de installatie, de daaropvolgende waterbehandeling en de frequentie waarmee de slechte waterkwaliteit of onttrekkingsbeperkingen zich voordoen in de tijd.

Voor de glastuinbouw, vollegrondse groententeelt, fruitteelt en voor drinkwater in de veeteelt zijn voor de belangrijkste waterkwaliteitsparameters grenswaarden bekend (zie o.a. Praktijkgids Water in de land- en tuinbouw¹³). Omwille van diergezondheidsaspecten legt Diergezondheidszorg Vlaanderen (DGZ - <http://www.dgz.be/>) kwaliteitseisen op voor drinkwater voor vee. In de melkveesector is er de Integrale Kwaliteitszorg Melk (IKM) die kwaliteitseisen oplegt voor het drinkwater voor melkkoeien. Ook dient spoel- en reinigingswater van de melkinstallatie te voldoen aan de normen van drinkwater. Voor irrigatiewater bij teelten kan bijvoorbeeld de aanwezigheid van het element Boor nefast zijn voor veel teelten. De mogelijke aanwezigheid van plantenpathogenen (in oppervlaktewater, effluentwater) kan een potentieel gevaar betekenen voor aardappelen- of tomatenteelt, enz.

Verder is er de ecologische impact langs waterlopen. Vermits die reeds uitgebreid via de hydrologische indicatoren (waterloopdebiet, waterpeil) in rekening wordt gebracht, wordt voorgesteld om voor de ecologische impact geen bijkomende waterkwaliteitsgerelateerde indicatoren te beschouwen. Het zuurstofgehalte zou hierbij één van de ecologisch belangrijkste parameters zijn bij droogte, maar in een reactief kader is deze niet goed inzetbaar omdat heel wat variabelen de concentratie aan opgeloste

¹³ Praktijkgids Water in de land- en tuinbouw, Dep. Landbouw en Visserij: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/praktijkgids-water-de-land-en-tuinbouw>

zuurstof kunnen beïnvloeden (debiet, watertemperatuur, structuur van de waterloop, aanwezigheid van waterplanten en fytoplankton, nutriëntconcentraties, andere verontreinigingen/lozingen, first flush-effect, ...). Dit maakt dat – in tegenstelling tot indicator geleidbaarheid – er moeilijk een éénduidige correlatie kan gelegd worden tussen opgeloste zuurstof en de droogtetoestand. Daarom wordt het gebruik van een zuurstofindicator bij de beoordeling van droogte in een operationele context niet weerhouden. Eventueel kan deze indicator op de langere termijn wel meegenomen worden. Om de representatieve meetpunten hiervoor te bepalen is het een optie om een bepaalde procentuele afwijking ten opzichte van het 3-jaarlijkse voortschrijdend jaargemiddelde te gebruiken. Verder zijn er nog andere waterkwaliteitsgerelateerde impacten van de droogte, zoals de verminderde opname van nutriënten door teelten tijdens droogte, die uiteindelijk in de waterloop komen en een negatieve impact geven.

Zoutgehalte waterlopen

In de polders, het kanaal Gent-Terneuzen en afwaarts langs het Albertkanaal is door de invloed van de Noordzee en de Zeeschelde (via de haven) het voorkomen van hoge zoutconcentraties een belangrijke problematiek. Sterk stijgende zoutgehalten in het oppervlaktewater en freatisch grondwater via zoute kwel (opstijgend brak grondwater) kan een negatieve impact hebben op o.a. landbouw, drinkwaterwinning en (zoetwater afhankelijke) natuur. Ook kan het een impact hebben op bedrijfsprocessen zoals koelwatergebruik: bij een hoger zoutgehalte in het ingenomen water heeft men immers meer water nodig om te zuiveren, heeft men een groter spuidebiet nodig, waardoor het waterverbruik toeneemt. Bij sommige bedrijven gebeurt net het omgekeerde: daling van het intern waterverbruik bij een te hoog zoutgehalte; de osmose-installatie moet dan bv. intenser gebruikt worden en er wordt meer overgeschakeld op verbruik van leidingwater.

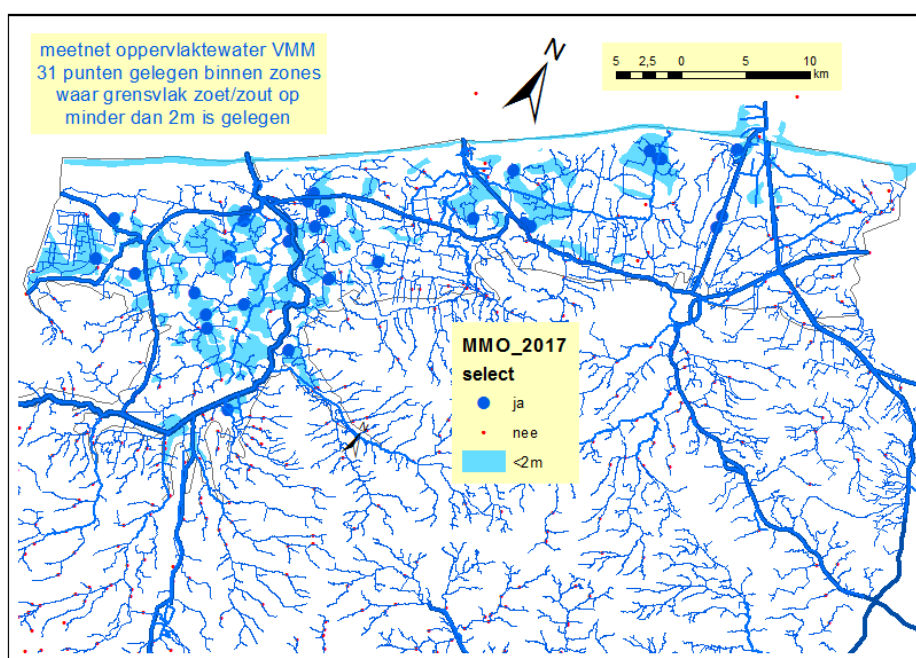
In de veeteelt kunnen dieren slechts voor een beperkte periode (enkele dagen) water met een hoog zoutgehalte consumeren. Een te hoog zoutgehalte kan leiden tot groeivermindering, productiedaling en zelfs tot ziekte of sterfte bij het vee. Bij toename van het zoutgehalte, stijgt ook de waterinname, uitgezonderd bij een zeer hoog zoutgehalte waarbij de dieren weigeren te drinken. Een daling van de waterinname leidt eveneens tot een verminderde voederopname.

In de akker- en tuinbouw heeft een te hoog zoutgehalte een negatieve invloed op het gewas en het land. Algemeen hebben gewassen een bepaalde tolerantie voor zoutconcentraties zonder dat er opbrengstverlies optreedt. Die zouttolerantie varieert wel sterk van gewas tot gewas en van cultivar tot cultivar. Wanneer het zoutgehalte in irrigatiewater de zoutdrempel overschrijdt, vermindert de opbrengst met de toename van het zoutgehalte.

Het zoutgehalte wordt waargenomen via de waterkwaliteitsparameters chloride (uitgedrukt in mg/l) en de elektrische geleidbaarheid (EC, uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$). De geleidbaarheid is immers een goede indicator voor de hoeveelheid opgeloste zouten in water. Ze wordt gemeten via het oppervlaktewatermeetnet van de VMM (maandelijkse metingen) en het YSI-meetnet van het HIC. Het gaat in de kustzone om een 100tal meetpunten. In de zomerperiode worden in een aantal meetpunten langs de kustpolders om de veertien dagen bemonsterd. Het gaat om meetpunten geselecteerd uit het VMM-meetnet waar het grensvlak zoet/zout op minder dan 2 meter onder het maaiveld ligt (Figuur 95). Bijkomend werden vanaf mei twee

multiparametersondes ingezet voor een meer permanente opvolging: één in de IJzer in Lo-Reninge (ter hoogte van Fintele) en één in het Lokanaal in Veurne. Naast de metingen van VMM en het HIC worden ook veldmetingen uitgevoerd door de polderbesturen, die ook frequenter (kunnen) meten en de situatie van nabij opvolgen. Volgende polderbesturen beschikken over een handmeter: Zuidijzerpolder, Westkustpolder, Middenkustpolder, Nieuwe Polder van Blankenberge, Oostkustpolder. Verder hebben de havens eigen metingen beschikbaar.

Daarnaast voert de De Watergroep specifieke metingen uit in functie van captaties voor de drinkwaterproductie o.a. op de IJzer, het Ieperkanaal, de Grote Beverdijk, de Aardevaart, de Ieperlee en ter hoogte van De Blankaartvijver. Die metingen worden momenteel doorgegeven aan het bekkensecretariaat die detailanalyses uitvoert en de gegevens, samen met de VMM-metingen, geografisch uitzet en toelicht tijdens de crisisvergaderingen in het kader van de droogte. De metingen van de Zuidijzerpolder en de Westkustpolder kunnen ook online op hun website geconsulteerd worden.



Figuur 95: Oppervlaktewatermeetnet VMM en geselecteerde meetpunten binnen de zones waar grensvlak zoet:zout op minder dan 2 meter gelegen is (CIW - Monitoring geleidbaarheid in kustpolders, 2018).

Ook aan de innamepunten van de drinkwatermaatschappijen, zoals deze van water-link langs het Albertkanaal te Wijnegem, de waterinname van het spaarbekken Broechem (productiecentrum Oelegem) en de waterinname op het Netekanaal te Lier, en bij De Watergroep, wordt het zoutgehalte gemeten. Dit gebeurt ook langs de Zeeschelde.

In het algemeen wordt een EC-drempelwaarde van grootteorde 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ beschouwd als een grenswaarde boven dewelke er een risico ontstaat voor de volksgezondheid en 8000 - 10000 mg/l als

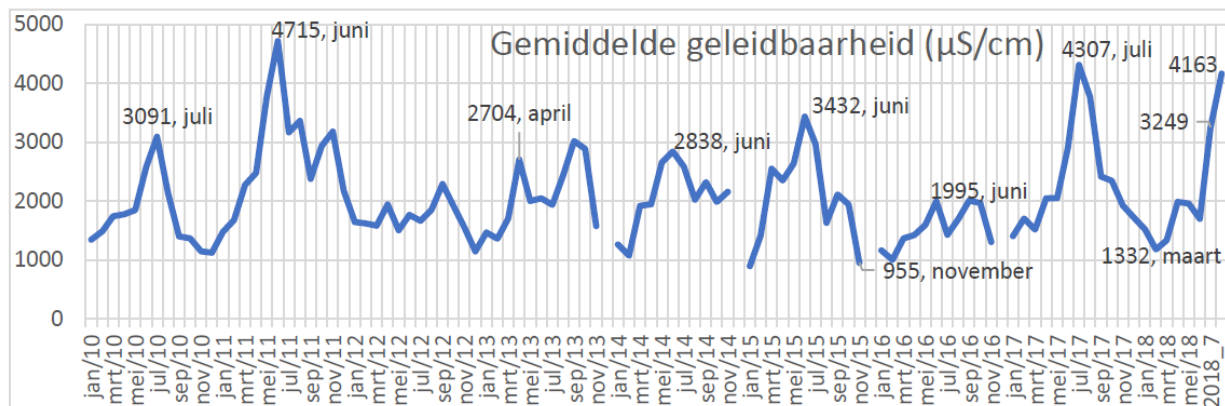
levensbedreigend indien het water rechtstreeks gebruikt wordt als drinkwater (de drinkwaternorm voor runderen is 500 – 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

VMM gebruikt voor het CIW Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte (versie 5.0, dd 24/06/2019) drempelwaarden van 2000, 4000 en 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor de geleidbaarheid. Wanneer per bekken de mediaan van de meetresultaten hoger is dan 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gaat men naar status “geel”, 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ naar status “oranje” en 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ naar status “rood”. Voorlopig wordt ze enkel opgevolgd in de kustpolders (delen van de bekkens van de IJzer, de Brugse Polders, de Gentse Kanalen en de Benedenschelde).

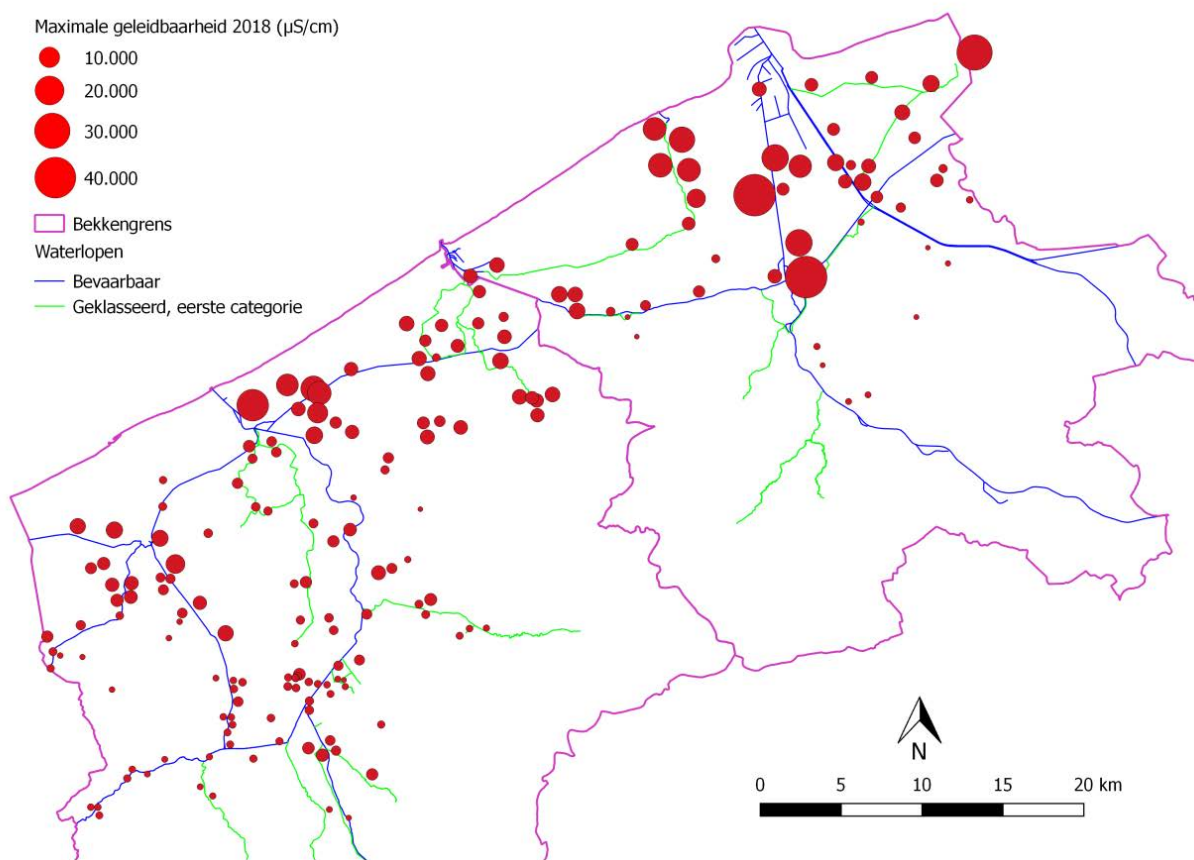
De drempelwaarde van 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ werd in 2018 in het bekken van de Brugse Polders in juli 2018 in 33% van de meetpunten overschreden; op 16 aug. 2018 in 66%; op 31 aug. 2018 in 61%; voor 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ waren die percentages voor dezelfde tijdstippen 11%, 28% en 27%. Voor het IJzerbekken waren die percentages voor dezelfde tijdstippen voor 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 12%, 27% en 24%; voor 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 3%, 1% en 5% (CIW - Monitoring geleidbaarheid in kustpolders, 2018). De bekkensecretariaten van Brugse Polders en IJzer geven codes groen (≤ 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), geel (> 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), oranje (> 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en rood (> 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) voor een bekken als minstens 25% van de meetpunten in dat bekken de kleurcode rood, oranje of geel heeft. Figuur 96 toont dat de EC-waarden wel sterk fluctueren in de tijd; de stijging is vooral sterk wanneer op tijdstippen dat het meer mogelijk was om kanaalwater in te laten in de polders en er geen/onvoldoende doorstroming was. Ruimtelijk lopen de EC-waarden vooral hoog op in de Brugse Polders (vooral Boudewijnkanaal, Blankenbergse Vaart en Zijdellingse Vaart) en rond Nieuwpoort (vooral Ieperleed en Graningate) (Figuur 97).

In 2019 werden begin mei zeer hoge EC-waarden gemeten: 9000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in de IJzer aan de Uniebrug en 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aan de Tervatebrug. In juni daalden ze even om dan eind juli opnieuw hoge waarden > 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ op te tekenen (vooral Reygaertsvliet, Blankenbergse Vaart, Noordede, Lokanaal, Vladslovaart, Kanaal Gent-Oostende, Kanaal Plassendale-Nieuwpoort, IJzer). In de eerste helft van september werden opnieuw langs de IJzer zeer hoge waarden opgetekend: rond de 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aan de Uniebrug en 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ter hoogte van Fintele, de hoogste waarden sinds mei 2019.

Ook in 2017 werden er EC-waarden gemeten boven de 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, vooral in de kustpolders van de Westhoek.



Figuur 96: Gemiddelde EC-waarde voor alle meetpunten langs de kustpolders voor jan. 2010 – aug. 2018 (CIW - Monitoring geleidbaarheid in kustpolders, 2018).



Figuur 97: Maximale EC-waarde voor elk van de meetpunten langs de kustpolders in de periode jan. – aug. 2018 (CIW - Monitoring geleidbaarheid in kustpolders, 2018).

Voor de land- en tuinbouw specificeert Inagro¹⁴ de drempelwaarden in Tabel 11 voor de veeteelt en i.f.v. de gevolgen bij gebruik als irrigatiewater in Tabel 12. Wat drinkwater voor vee (runderen, varkens, pluimvee) betreft, stelt het DGZ - Diergezondheidszorg Vlaanderen 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (of ongeveer 3000 mg/l zout) als grenswaarde voor de geleidbaarheid naar voor, en dat voor alle diercategorieën. Bij gebruik als irrigatiewater wordt aangenomen dat de bruikbaarheid sterk verminderd vanaf een geleidbaarheid van 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Maar niet alle gewassen zijn even gevoelig. Tabel 12 toont per teelt dat de opbrengst daalt naarmate de EC van het irrigatiewater hoger wordt. Let wel: dit zijn de opbrengstresultaten wanneer het gewas uitsluitend met zoutig water beregend wordt en er geen zoet (regen)water op het gewas komt (dus worstcase-scenario).

Zoutwaarde (mg/l)	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)*	Varkens	Melkvee
< 1.000	< 700	ok	ok
1.000 – 2.999	700 – 2.099	Voorbijgaande diarree na plotse overschakeling	Kan tijdelijk aanleiding geven tot diarree; heeft wellicht geen effect of gezondheid en prestaties
3.000 – 4.999	2.100 – 3.499	Initiële weigering water – soms hogere wateropname	Algemeen aanvaardbaar maar zal zeker bij eerste consumptie aanleiding geven tot diarree
5.000 – 6.999	3.500 – 4.899	Oppassen bij gebruik voor zeugen	Kan met relatieve zekerheid gebruikt worden als drinkwater bij volwassen dieren. Te vermijden bij drachtige dieren en kalveren.
7.000 – 10.000	4.900 – 7.000	Ongeschikt. Risico bij zeugen, zieke varkens en dieren onder hittestress	Te vermijden als mogelijk.
> 10.000	> 7.000		Niet bruikbaar

Bron : "The most essential nutrient : water; David K. Beede" en "Interpretatie parameters drinkwaterkwaliteit, Dr. Frédéric Vangroenweghe – DGZ - presentatie"

*omgerekend volgens verhouding 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~ 3000 mg/l zoutgehalte

Tabel 11. Drempelwaarden van de geleidbaarheid van drinkwater voor de veeteelt.

¹⁴ <https://www.watertool.be>; zie ook: <https://www.inagro.be/Artikel/guid/3231/type/1>

Gewas	Grenswaarde EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	100 % opbrengst	90 % opbrengst	75 % opbrengst	50 % opbrengst
Aardappel	1.100	1.700	2.500	3.900
Bonen	700	1000	1500	2400
Broccoli	1900	2600	3700	5500
Kolen	1200	1900	2900	4600
Wortelen	700	1100	1900	3100
Ui	800	1200	1800	2900
Spinazie	1300	2200	3500	5700

Bron: "Irrigation water quality standards and salinity management strategies, Guy Fipps, Texas A&M Agrilife extensions".

Tabel 12. Gevolgen van de geleidbaarheid van water bij gebruik als irrigatiewater.

Voor bedrijven variëren de drempelwaarden naargelang de toepassing en de locatie/het bedrijf. Voorbeelden van enkele geciteerde getallen zijn: 1500 tot 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor koeltorens; 1000 tot 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor de aanmaak van proceswater of ontharder (drinkwaterkwaliteit in de voedingsindustrie). Er zijn ook veel bedrijven die (nog) geen drempelwaarden hanteren.

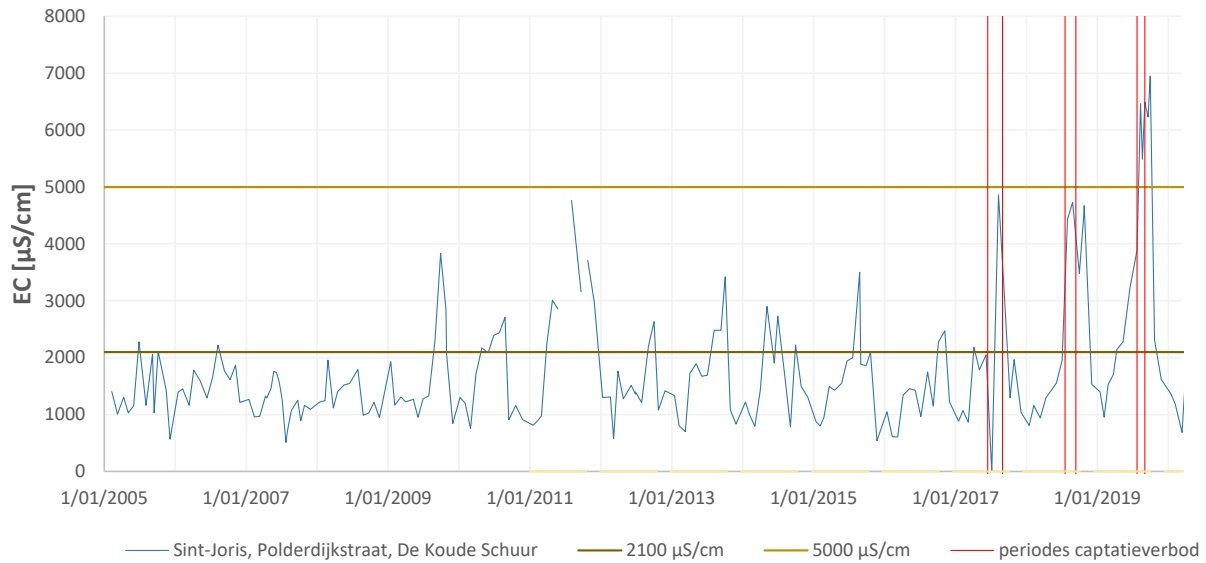
Omdat het water onttrokken uit de waterloop voor verschillende bedrijven, soorten gewassen en soorten vee gebruikt kunnen worden, is het niet haalbaar om de drempelwaarden zinvol gebiedsvariabel te maken. Daarom wordt hier voorgesteld om de **drempelwaarden uniform te gebruiken voor alle waterlopen (deelstroomgebieden, poldergebieden) waar er gevaar bestaat op zoutintrusie. Voor droogteniveau 1 wordt de drinkwaternorm van 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voorgesteld en 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor droogteniveau 2. Deze kan geëvalueerd worden o.b.v. de meest recente en dichtstbijzijnde EC-metingen.**

Hieronder toont Figuur 98 en Figuur 99 voor voorbeeldlocaties langs de kustpolders de validatie van de EC-waarden. In Figuur 98 werden de drempelwaarde van 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ die hiervoor werd voorgesteld voor droogteniveau 1 regelmatig overschreden, terwijl de drempelwaarde van 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ die werd voorgesteld voor droogteniveau 2 enkel in 2019 werd overschreden. Voor deze specifieke locatie lijkt de drempelwaarde voor droogteniveau 1 dus aan de lage kant, terwijl deze voor droogteniveau 2 goed is. In Figuur 99 werd de drempelwaarde van 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ overschreden in 2017, 2018 en 2019 (en ook eerder in 2013, maar er ontbreken voor heel wat jaren meetgegevens); de drempelwaarde van 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ werd er nooit overschreden.

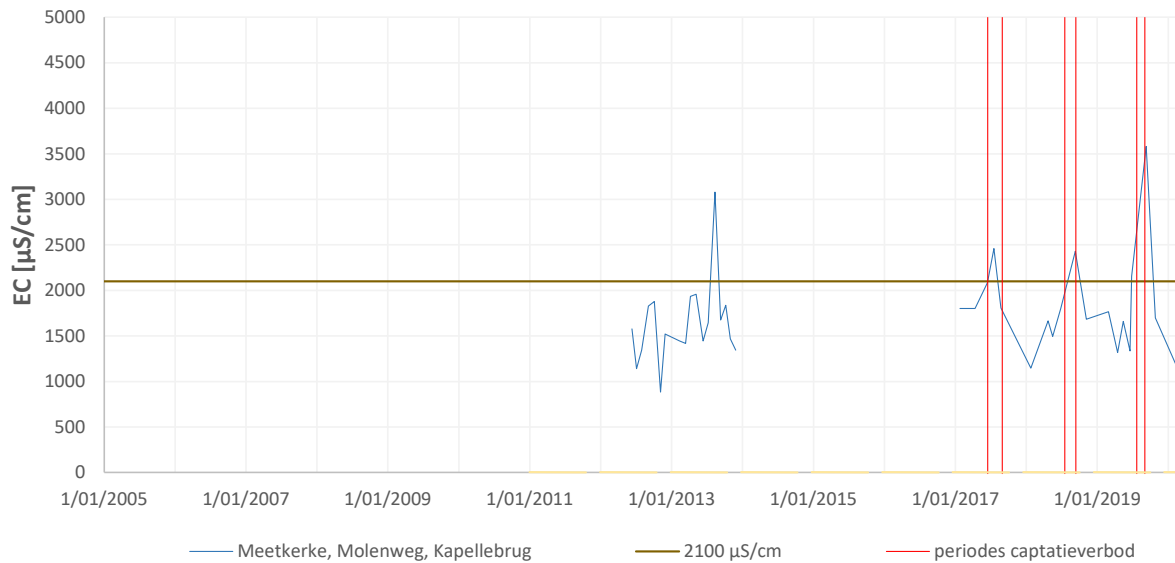
Figuur 100 toont voor een locatie opwaarts van het kanaal Gent-Terneuzen, langs de Ringvaart rond Gent, dat de drempelwaarde van 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ werd overschreden in 2011, 2017, 2018 en 2019, en de drempelwaarde van 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in 2017, 2018 en 2019. Deze perioden komen goed overeen met de perioden waarbij het debiet in het kanaal Gent-Terneuzen het 2-maanden drempeldebiet van 13 m^3/s onderschrijft. Tijdens zulke periodes gaat de zoutintrusie zelfs tot in Wondelgem.

Dezelfde validatie uitgevoerd op andere locaties toont dat de EC-waarden zeer sterk plaatsafhankelijk zijn en dus beïnvloed door een groot aantal factoren. Het is echter moeilijk om voor elke locatie specifieke

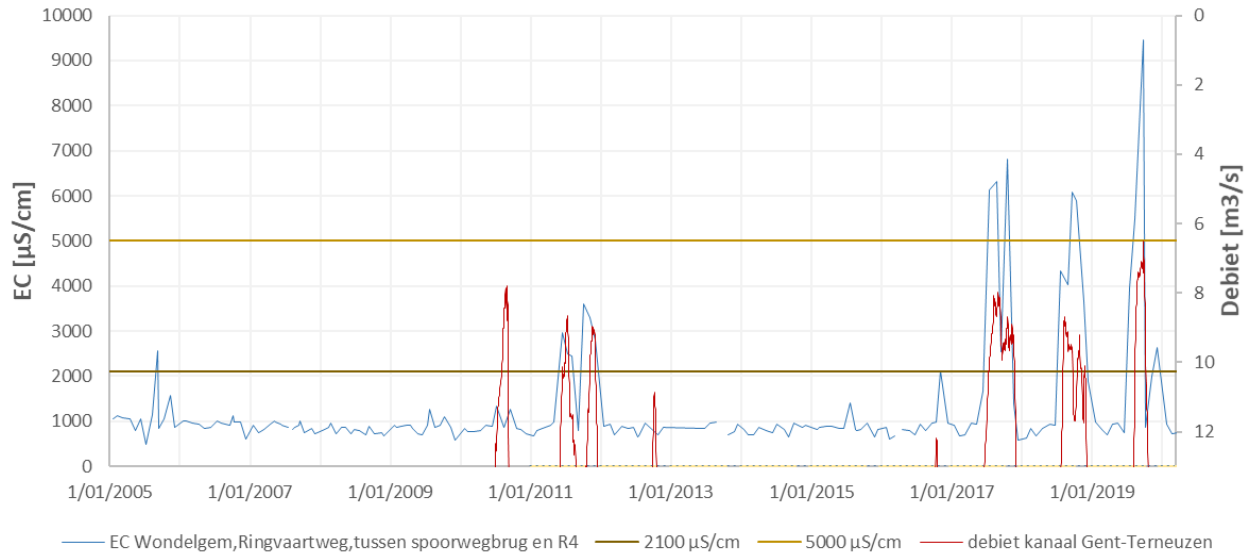
drempelwaarden af te leiden. Bovendien zijn de drempelwaarden gerelateerd aan gezondheidsrisico's, wat de validatie ervan minder nodig maakt.



Figuur 98: EC-waarden gemeten in westelijke kustpolders, ter hoogte van Sint-Joris, Polderdijkstraat, De Koude Schuur en vergelijking met de periodes waarop een captatieverbod werd uitgevaardigd.



Figuur 99: EC-waarden gemeten in oostelijke kustpolders, ter hoogte van Meetkerke, Molenweg, Kapellebrug en vergelijking met de periodes waarop een captatieverbod werd uitgevaardigd.



Figuur 100: EC-waarden gemeten in de Ringvaart rond Gent aan de Ringvaartweg, tussen spoorwegbrug en R4, en vergelijking met het 2-maanden debiet naar het kanaal Gent-Terneuzen wanneer onder $13 \text{ m}^3/\text{s}$.

Voor de Haven van Antwerpen ligt deze drempelwaarde wel veel hoger. De jaargemiddelde waarde situeert zich daar rond de norm van $18\,000 \mu\text{S}/\text{cm}$. De tijdsvariabiliteit hangt af van de uitwisseling van meer of minder zoutrijk water met omliggende wateroppervlakken: de Zeeschelde, voornamelijk door schuttingen, aanvoer vanuit het Albertkanaal en spuidebieten vanuit het Zoommeer.

Voor de innamelocaties van de drinkwatermaatschappijen gebruikt De Watergroep een drempelwaarde van $1000 - 1500 \mu\text{S}/\text{cm}$. Farys gebruikt voor het waterproductiecentrum te Oostende langs het Kanaal Brugge – Oostende veel hogere drempelwaarden van $8000 - 10\,000 \mu\text{S}/\text{cm}$. Drinkwatermaatschappij water-link gebruikt langs het Albertkanaal geen specifieke drempelwaarde. Wel wordt een maximale richtwaarde van $800 \mu\text{S}/\text{cm}$ gehanteerd, omdat de verhoogde EC een belangrijke negatieve impact heeft op de bedrijfsvoering van proceswaterinstallaties bij industriële klanten in de haven. Hogere zoutconcentraties zijn niet alleen enkel een direct gevolg van langdurige droogte. Ook operationele maatregelen zoals terugpompingen uit brakke waterlichamen kan de geleidbaarheid van zoete waterlopen lokaal en kortstondig sterk verhogen. Er wordt daarom voorgesteld om **ter hoogte van de innamelocaties voor drinkwaterproductie de specifieke drempelwaarden per drinkwatermaatschappij en innamelocatie te gebruiken**. Indien later specifieke drempelwaarden ter beschikking komen voor bepaalde waterintensieve bedrijven, kunnen die toegevoegd worden aan deze locaties.

Langs het Albertkanaal en voor de Haven van Antwerpen zijn er studies van KU Leuven voor water-link en Port of Antwerp lopend om het verziltingseffect langs het kanaal en de dokken, mede door het terugpompen van water aan de sluizen, in combinatie met het getij langs de Schelde te bestuderen.

Naast de korte-duur problematiek kan ook het frequent voorkomen van opeenvolgende droogteperiodes voor langdurige schade voor verzilting zorgen, zowel voor landbouwgronden als natuur. Verzouting van bodems kan op een bepaald moment onomkeerbare schade aanrichten, zeker bij kleibodems. De precieze impacten zijn nog onvoldoende gekend om deze nu via indicatoren in te rekenen, maar dit dient later eventueel verder verfijnd te worden nadat bijkomende inzichten hierover beschikbaar komen.

Waterkwaliteit recreatiewateren

Voor de wateren die gebruikt worden voor recreatie, zoals de openbare zwembadcomplexen, recreatievijvers, wateren gebruikt voor watersporten, geeft kwaliteitzwembadwater.be een overzicht van de locaties. De locaties waar aan waterski en jetski gedaan kan worden staan aangeduid in Figuur 101. Het gaat om de door De Vlaamse Waterweg afgebakende snelvaartzones langs kanalen en grote rivieren. Wat zwemmen, duiken, waterpolo, triatlon, windsurfen, waadpak- en bellyboatvissen betreft, deze zijn in principe verboden, behalve in de erkende zwem- en recreatievijvers en afgebakende zones waar permanent kan gezwommen en gedoken worden. De Vlaamse Waterweg of de betrokken gemeente dient daarvoor een vergunning of toestemming te geven.

SNELVAARTZONES



De pleziervaartuigen mogen enkel op de daartoe aangewezen vakken met een grotere snelheid varen dan de vastgestelde maximum. Het varen met grote snelheid is enkel toegelaten overdag en verboden wanneer het zicht minder dan 500 meter bedraagt. Snel varende pleziervaartuigen moeten hun snelheid zodanig regelen dat zij geen schadelijke golfslag veroorzaken. In de vakken waar je met grote snelheid mag varen, is, behoudens andere bepalingen, de pleziervaart met zeil- en roeiboten verboden. Snelheids- en behendigheidswedstrijden van pleziervaartuigen zijn verboden, tenzij met schriftelijke toestemming van de waterwegbeheerder, die in dat geval nadere regels daarvoor vastlegt.

Figuur 101: Afgebakende snelvaartzones langs de kanalen en grote rivieren (bron: De Vlaamse Waterweg).

De waterkwaliteit in de recreatiewateren is gebonden aan de Zwemwaterriichtlijn 2006/7/EG. Deze heeft een dubbele bedoeling: enerzijds streeft zij ernaar de kwaliteit van het milieu te behouden, te beschermen en te verbeteren, anderzijds wil zij de gezondheid van de baders beschermen. Of de waterkwaliteit voldoende hoog is wordt opgevolgd door De Vlaamse Milieumaatschappij en het Agentschap Zorg en Gezondheid. De normwaarden die daarvoor gelden zijn weergegeven in Tabel 13 voor zwemvijvers en in Tabel 14 voor andere recreatievijvers (duiken, waterskiën en surfen). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen milieugrenswaarden en gezondheidskundige advieswaarden.

KVE/100ml	Zeer goed	Aanvaardbaar	Slecht	Zwemverbod
Intestinale enterokokken / 100ml	≤ 400	≤ 700 (controlestaal nodig)	> 700 (controlestaal nodig)	> 700 (na controlestaal)
E coli / 100ml	≤ 1000	≤ 2000 (controlestaal nodig)	> 2000 (controlestaal nodig)	> 2000 (na controlestaal)
Zwemadvies	Geen problemen	Zwemmen wordt ontraden voor jonge kinderen, ouderen en personen met een lage weerstand.	Zwemmen wordt ontraden voor jonge kinderen, ouderen en personen met lage weerstand.	Zwemverbod

Tabel 13. Normen voor zwemvijvers met bijhorend zwemadvies.

KVE/100ml	Zeer goed	Aanvaardbaar	Slecht	Recreatieverbod
Intestinale enterokokken / 100ml	≤ 400	≤ 700 (controlestaal nodig)	> 700 (controlestaal nodig)	> 700 (na controlestaal)
E coli / 100ml	≤ 1000	≤ 2000 (controlestaal nodig)	> 2000 (controlestaal nodig)	> 2000 (na controlestaal)
Recreatieadvies	Geen problemen	Recreatie wordt ontraden voor jonge kinderen, ouderen en personen met een lage weerstand.	Recreatie wordt ontraden voor jonge kinderen, ouderen en personen met lage weerstand.	Recreatieverbod

Tabel 14. Normen voor recreatievijvers (duiken, waterskiën en surfen) met bijhorend recreatieadvies.

De normwaarden zijn gebaseerd op de monitoring van intestinale enterokokken en van E coli. Dit wordt bij de zwemvijvers wekelijks gedaan en bij de recreatievijvers tweewekelijks. Resultaten van de bacteriologische resultaten zijn beschikbaar na 48h en komen de volgende morgen automatisch op de website kwaliteitzwemwater.be terecht. **De drempelwaarden die in Tabel 13 en Tabel 14 vermeld staan onder de klasse "slecht" worden hier voorgesteld als drempelwaarde voor droogteniveau 1 en deze onder de klasse "recreatieverbod" voor droogteniveau 2.** Ook wanneer botulisme wordt gemeld (zie verder) komt er een zwem/recreatieverbod. De **melding van botulisme bij recreatiewateren leidt dus meteen tot droogteniveau 2.**

Proliferatie van blauwalgen (schadelijke algenbloei)

Als er weinig of geen stroming op een waterloop of vijver zit in combinatie met een hoge watertemperatuur en een hoog gehalte aan nutriënten, kunnen er cyanobacteriën of blauwalgen beginnen te bloeien (CIW - Afsprakenkader gecoördineerde aanpak blauwalgen, laatste versie juni 2020).

Ze worden vastgesteld via de blauwgroene, soms roodbruine, olieachtige laag drijvend op het water. Als die laag op het water dikker wordt en het wier dichter op elkaar drijft, sterven de blauwwieren af en kunnen er giftige stoffen vrijkomen die schadelijk kunnen zijn voor mens en dier¹⁵:

- Via de mond, via de huid en bij inademing kunnen er bijhorende gezondheidsklachten ontstaan zoals diarree en braken, irritatie van de ogen, oren en huid en hoofdpijn, luchtwegklachten, allergische reacties en astma.
- Toxines die aanwezig zijn in kleine waterdruppeltjes, kunnen ook via de luchtwegen opgenomen worden. Hierdoor lopen niet alleen zwemmers maar ook hengelaars en beoefenaars van sporten op of aan het water een potentieel risico, alhoewel dat laatste beperkt is. Ook honden lopen risico omdat zij met open muil zwemmen.

Ook voor inname door bepaalde bedrijven kunnen de blauwalgenbloeien voor problemen zorgen, bv. voedselveiligheidsproblemen.

Tijdens de warme en droge zomers van 2018 en 2019 waren er op heel wat plaatsen problemen met blauwalgenbloeien. Niet alleen in erkende zwem- en recreatievijvers, maar ook in kanalen, openbare vijvers en zelfs enkele waterlopen. Dat leidde vaak tot drastische maatregelen, zoals een volledig recreatie- en/of captatieverbod in bepaalde kanalen of delen ervan. De laatste jaren wordt een graduele toename van ernstige blauwalgenbloei vastgesteld op een aantal kanalen en waterlopen; bij de regulier vergunde zwem- en recreatievijvers blijft het stabiel.

Voor de erkende zwem- en recreatievijvers bestaat er reeds langer een afzonderlijke meldings- en waarschuwingsprocedure. Voor kanalen, openbare waterlopen en openbare vijvers (dus niet voor privé-vijvers) bestaat er sinds juni 2019 een centraal online meldpunt voor blauwalgenbloeien. Meldingen worden zeven dagen op zeven tweemaal per dag behandeld. Om overbelasting van het meldpunt en foutieve meldingen te vermijden, werd geopteerd voor een getrapte procedure naar analogie met de door de CIW uitgewerkte gecoördineerde aanpak van vissterfte:

- ✓ Burgers die een blauwalgenbloei (drijfslag) opmerken, dienen dit te melden aan de milieudienst van hun gemeente of stad.
- ✓ De milieudienst dient de melding te verifiëren en - bij bevestiging van de blauwalgenbloei - de VMM te verwittigen via het invullen van het meldingsformulier op de website <https://www.vmm.be/contact/blauwalgen-melden>.
- ✓ Terreinmedewerkers van andere overheden (waterbeheerders, ANB, VLM, enz.) kunnen rechtstreeks het online meldingsformulier invullen wanneer ze een drijfslag opmerken.
- ✓ Meldingen worden zeven dagen op zeven tweemaal per dag behandeld. De VMM verwittigt en adviseert de betrokken waterbeheerder. Ook het Agentschap Zorg en Gezondheid en de betrokken visserijbioloog van het ANB worden op de hoogte gebracht.

M.b.t. de risico's voor watercaptatie neemt de waterbeheerder bij vaststelling van blauwalgenbloei de volgende acties:

¹⁵ <https://www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/blauwalgen>

- ✓ Wanneer op een bepaalde locatie op een kanaal, een bevaarbare waterloop of een onbevaarbare waterloop voor de eerste keer van het jaar een drijfslag wordt vastgesteld, zal de waterbeheerder een staal laten nemen en laten overmaken aan de correcte vestiging van de VMM. Aan de hand van microscopie bepaalt de VMM of het om potentieel toxische blauwalgen gaat. Wanneer dit het geval is, verwittigt de waterbeheerder de betrokken burgemeester of gouverneur en wordt captatie voor besproeiing van voedings- en voedergewassen en veedrenking bij politiebepaling verboden. Voor alle andere toepassingen wordt captatie niet verboden, maar wel afgeraden. Niet-landbouwbedrijven worden geacht om zelf een risicoanalyse te maken en eventueel passende maatregelen te nemen. De Vlaamse Waterweg (DVW) stuurt een e-mail naar alle watergebruikers (bedrijven en aangelanden) om hen te informeren over de aanwezigheid van een potentieel toxische blauwalgenbloei en over het verbod op of de ontrading van captatie. De andere waterbeheerders of de gemeente zullen op relevante plaatsen een infobord plaatsen om watergebruikers te informeren. Het verbod of de ontrading van captatie geldt tot de drijfslag verdwenen is én het microcystinegehalte onder de drempelwaarde voor captatie (1 µg microcystine-LR/l) is gedaald.
- ✓ Na het verschijnen van een drijfslag zal de waterbeheerder tweemaal per week een visuele controle uitvoeren. Wanneer na twee opeenvolgende controles geen drijfslag meer wordt vastgesteld, laat de waterbeheerder een staal nemen voor de bepaling van het microcystinegehalte. Er bestaat een lijst van de laboratoria in Vlaanderen die microcystines kunnen analyseren.
- ✓ Vaak verdwijnen drijfslagen na verloop van tijd om later op dezelfde locatie opnieuw op te duiken. In dit geval hoeft er niet telkens opnieuw een staal voor microscopische analyse genomen te worden en volstaat de eerste analyse van het jaar voor het opnieuw instellen van een verbod op of ontrading van captatie.
- ✓ Omdat de toegepaste zuiveringstechnieken voor drinkwaterproductie (actief kool, UV, restchlor) afdoende zijn om microcystines uit het drinkwater te halen, wordt in geval van een blauwalgenbloei de inname van ruwwater t.b.v. drinkwaterproductie niet verboden noch afgeraden.

M.b.t. de risico's voor waterrecreatie worden de maatregelen afgestemd met het risico op blootstelling aan toxines van de recreatievorm in kwestie. Het Agentschap Zorg en Gezondheid heeft de verschillende vormen van waterrecreatie ingedeeld in drie risicocategorieën (Tabel 15) neemt de waterbeheerder bij vaststelling van blauwalgenbloei de volgende acties:

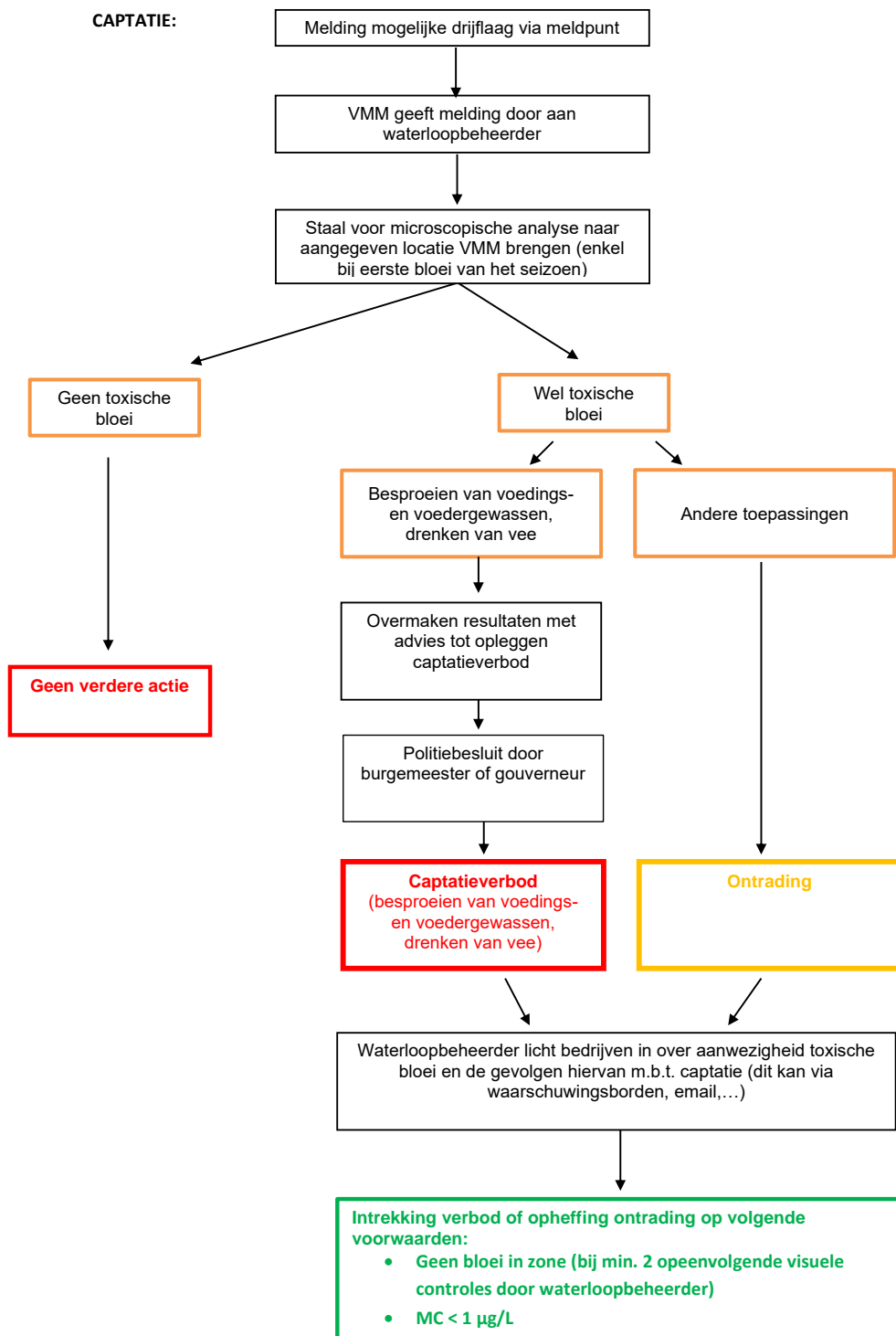
- ✓ Bij waterrecreatie voor waterski en jetski: Deze recreatievormen kunnen op kanalen en grote rivieren enkel beoefend worden binnen door DVW afgebakende snelvaartzones (zie Figuur 101). Wanneer binnen een snelvaartzone een drijfslag wordt vastgesteld, zal DVW deze zone geheel of gedeeltelijk sluiten totdat de drijfslag verdwenen is én het microcystinegehalte onder de drempelwaarde voor waterrecreatie (20 µg microcystine-LR/l) is gedaald. De aanwezige club(s) dien(en) hun leden op de hoogte te brengen van het verbod, bv. door ter hoogte van de steiger en/of het clubhuis een infobord te plaatsen.

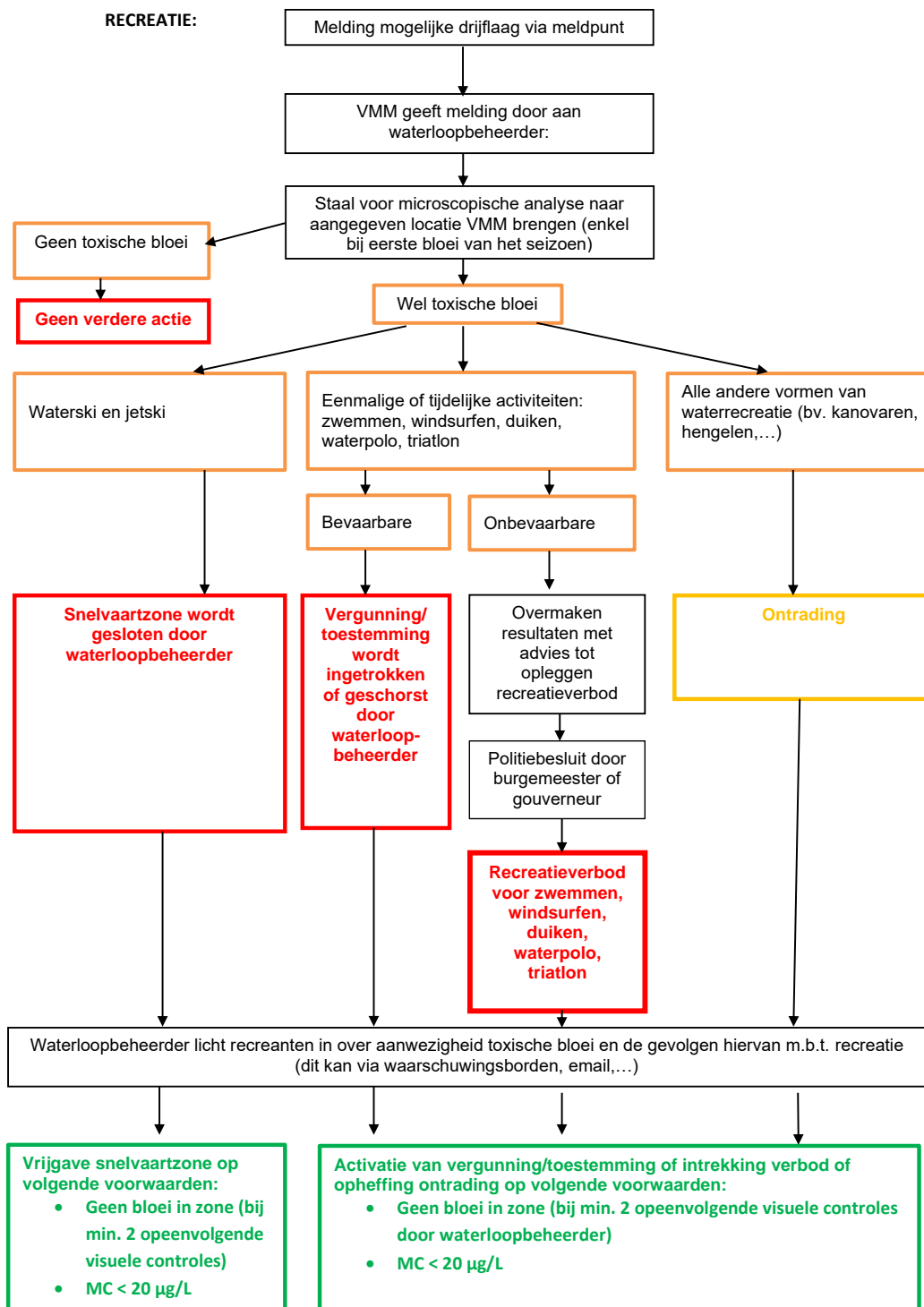
- ✓ Bij waterrecreatie voor zwemmen, duiken, waterpolo, triatlon, windsurfen, waadpak- en bellyboatvissen: Deze éénmalige of tijdelijke vormen van waterrecreatie zijn in principe verboden, tenzij DVW of de betrokken gemeente hiervoor een vergunning of toestemming heeft gegeven. Wanneer een drijfslag wordt vastgesteld, zal DVW of de betrokken gemeente deze vergunning/toestemming intrekken of schorsen. Voor de onbevaarbare waterlopen kan de waterbeheerder momenteel nog geen verbod instellen voor deze activiteiten. Deze mogelijkheid is wel voorzien in het ontwerp van uitvoeringsbesluit bij de aangepaste wet op de onbevaarbare waterlopen. In afwachting van de goedkeuring van dit uitvoeringsbesluit zal de waterbeheerder bij vaststelling van een drijfslag op een onbevaarbare waterloop aan de burgemeester (of gouverneur wanneer de problematiek gemeentegrensoverschrijdend is) voorstellen om bij politiebepaling een recreatieverbod in te stellen. In geval van langdurige evenementen zal de activiteit terug kunnen aangevat worden vanaf het moment dat de drijfslag verdwenen is én het microcystinegehalte onder de drempelwaarde voor waterrecreatie (20 µg microcystine-LR/l) is gedaald.
- ✓ Bij waterrecreatie voor andere vormen van waterrecreatie: Voor de andere vormen van waterrecreatie is het risico op blootstelling beperkt tot zeer laag. Wanneer een drijfslag wordt vastgesteld, worden activiteiten met een beperkt risico (hengelwedstrijden, ...) niet verboden, maar wel afgeraden. Activiteiten met een laag risico (vissen vanop de oever, wandelen, joggen, ...) kunnen doorgaan, eventueel met inachtneming van bepaalde richtlijnen. De recreanten worden steeds geïnformeerd.

Recreatieve activiteit	Risico	Maatregel
Wandelen	laag	geen
Joggen	laag	geen
Fietsen	laag	geen
Picknick	laag	geen
Spelen op de oever	laag	geen
Vissen vanop de oever of een steiger	laag	geen
Pleziervaart	laag	geen
Kajakken, kanovaren, suppen	beperkt	ontrading
Roeien	beperkt	ontrading
Zeilen	beperkt	ontrading
Bootvissen	beperkt	ontrading
Hengelwedstrijden	beperkt	ontrading
Waterfietsen	beperkt	ontrading
Zwemmen, waterpolo, triatlon	hoog	verbod
Duiken	hoog	verbod
Waterskiën, tubing, wakeboarden	hoog	verbod
Jetskiën	hoog	verbod
Windsurfen	hoog	verbod
Waadpak- en/of bellyboat-vissen	hoog	verbod
Drijvend springkasteel, hindernissenparcours	hoog	verbod
Speel- en beluchtingsfontein	hoog	verbod

Tabel 15. Indeling van de verschillende vormen van waterrecreatie in risicocategorieën (bron: Agentschap Zorg en Gezondheid).

CAPTATIE:





Figuur 102: Beslissingsboom voor de gecoördineerde aanpak van blauwalgenbloeien op kanalen, openbare waterlopen en openbare vijvers (bron: CIW - Afsprakenkader gecoördineerde aanpak blauwalgen).

De CIW-projectgroep Blauwalgen beschouwd dus de volgende normen voor het opheffen van verboden: 1 µg microcystine-LR/l voor watercaptatie voor beregening en drenken van vee; 20 µg microcystine-LR/l voor zwem- en waterrecreatie. Voor beregening van voedings- en voedergewassen (voor sierteelt, energieteelt, enz) geldt evenwel geen captatieverbod. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft een voorlopige limiet vastgesteld voor het microcystinegehalte in drinkwater: 1 µg/l. Voor de erkende zwem- en recreatiewaters wordt een veiligheidsnorm van 20 µg/l gehanteerd.

Conform deze bestaande procedure, wordt **de melding van blauwalgenbloei (zonder verdere drempelwaarden) als een indicator meegenomen**. De real-time waarneming gebeurt via het hiervoor vermelde meldpunt; zolang er geen meldingen zijn, wordt er verondersteld dat er geen proliferatie van blauwalgen voorkomt. Op termijn wordt het eventueel mogelijk om via satellietbeelden dergelijke proliferatie te detecteren. Eventueel wordt er later een “algae bloom app” ontwikkeld om de meldingsprocedure te faciliteren. Ook moet het op termijn mogelijk worden om met modellen de kans op een blauwalgenbloei te voorspellen. Indien een dataset voorhanden is, kan het risico op proliferatie van blauwalgen via machine learning bepaald worden (kans op uitbraak i.f.v. parameters zoals verblijftijd, temperatuur, nutriënten, gebruik, ...).

Botulisme

Botulisme komt in Vlaanderen niet veel voor. Het wordt veroorzaakt door een bacterie aanwezig in kadavers van dode vissen en eenden in het water. In de meeste gevallen zijn de giftige stoffen die worden vrijgegeven door de bacterie niet schadelijk voor mensen, wel voor vissen en vogels. Omwille van de aanwezigheid van andere micro-organismen in kadavers, is het aangewezen om niet te zwemmen of surfen in water waarin dode dieren drijven. In geval er voor recreatiewateren verdachte verschijnselen zoals dode eenden worden gemeld komt er voor die wateren een negatief zwemadvies of zwemverbod. Botulisme werd daarom meegenomen in de indicator [Waterkwaliteit recreatiewateren](#) en wordt hier niet verder afzonderlijk beschouwd.

Watertemperatuur

Voor koelwater, zoals gebruikt in energiecentrales en door bepaalde bedrijven, bepaalt de temperatuur of het koelwater geloosd kan worden. Het geloosde water in oppervlaktewater mag niet te warm zijn; anderzijds zal er meer water nodig zijn voor de koeling wanneer de watertemperatuur hoger is. De algemene voorwaarden voor het lozen van koelwater in de gewone oppervlaktewateren (vergunde voorwaarden voor koelwaters in het VMM AVOS - AdviesOpvolgingsSysteem) stellen dat de temperatuur van het geloosde koelwater 30°C niet mag overschrijden. Mits uitdrukkelijk in de vergunning opgenomen, is bij een buitentemperatuur van 25°C of meer of bij een koelwaterinname met een temperatuur van 20°C of meer, evenwel een overschrijding tot 35°C toegestaan, in zoverre hierdoor de temperatuur, vermeld in de milieukwaliteitsnormen voor het ontvangende oppervlaktewater niet wordt overschreden. Die milieukwaliteitsnormen leggen voor het ontvangende oppervlaktewater een maximumtemperatuur vast van 25°C in het oppervlaktewater met een maximale impact van de thermische lozing van maximaal 3°C. Boven die temperatuur krijgen allerlei planten en dieren last van de warmte. Als het rivierwater van zichzelf al warm is, kunnen de energiecentrales er niet veel afvalwarmte in kwijt. De stroomreserves in

het energienet raken dan in de knel. Dit gebeurde eerder bijvoorbeeld al in 2004¹⁶. In uiterste noodgeval zou men in een reactieve context tijdelijk een versoepeling van de lozingsnormen kunnen overwegen.

Voor andere bedrijven die koelwater innemen kunnen de hogere temperaturen van het ingenomen water problemen geven voor zowel de installatie (minder efficiënte werking, geurproblemen) als voor de lozingsnormen. Hiervoor gelden dezelfde lozingsnormwaarden als hiervoor gegeven.

Ook voor de drinkwatermaatschappijen is de watertemperatuur een belangrijke parameter. Het geleverde drinkwater moet immers altijd onder de 25°C blijven.

Voor de bepaling van de watertemperatuur gelden dezelfde principes als voor de waterkwaliteit. Naast de meting van de watertemperatuur (mogen andere locaties zijn dan waterinnamepunten, want ruimtelijk niet zo variabel) kan men de watertemperatuur ook benaderend inschatten op basis van de luchttemperatuurmeting en een verband dat gekalibreerd kan worden tussen de luchttemperatuur en de watertemperatuur. Als ***drempelwaarde voor de innamepunten van de drinkwatermaatschappijen wordt 25°C genomen en voor de koelwaterinnamepunten 28°C voor droogteniveau 1 en 30°C voor droogteniveau 2.***

Waterkwaliteit freatisch grondwater

Bij lagere grondwaterstanden kan er een kwaliteitsdegradatie zijn van het grondwater zonder dat de putten droogvallen (vb. neerslag d.m.v. oxidatie in de watervoerende lagen). Dit kan zowel voorkomen in de freatische als de niet-freatische watervoerende lagen.

Waterkwaliteitsmetingen zijn voor bepaalde pompputten beschikbaar, maar de real-time opvolging ervan in een reactieve context is voorlopig niet haalbaar.

Zoutgehalte freatisch grondwater

Zoute kwel (opstijgend brak grondwater) kan in de polderstreek voor een verzilting zorgen van het grondwater (door het opschuiven van het zoet-zout grensvlak), wat een negatieve impact heeft op o.a. landbouw, drinkwaterwinning en (zoetwater afhankelijke) natuur. Via het TOPSOIL-project werd deze verzilting recent in kaart gebracht. Zoals bij [Waterkwaliteit freatisch grondwater](#) is de real-time opvolging ervan in een reactieve context voorlopig niet mogelijk.

Waterkwaliteit effluentwater

Zeer recent (mei 2020) kwam er een nieuwe Europese verordening over het hergebruik van afvalwater in de landbouw. Deze omvat minimum vereisten voor de kwaliteit van het effluentwater, welke dus de drempelwaarden zijn voor het hergebruik van effluentwater.

¹⁶ <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/koelwaterprobleem-stapje-erger/>

Zoals bij **Waterkwaliteit freatisch grondwater** is de real-time opvolging ervan in een reactieve context voorlopig niet mogelijk.

4.2.5. Sectorspecifieke waterschaarste-indicatoren

Voor een aantal sectoren worden hierna, naast de vorige meteorologische en hydrologische indicatoren, een aantal bijkomende sectorspecifieke indicatoren opgesteld. Indicatoren die hiervoor dus al voorkwamen en bruikbaar zijn voor bepaalde sectoren, zoals waterloopdebieten, grondwaterstanden, waterkwaliteit, enz., worden hierna dus niet herhaald.

Drinkwatermaatschappijen

Voor de drinkwatermaatschappijen zijn meerdere van de hydrologische en waterkwaliteitsindicatoren, zoals het waterloopdebiet, de freatische en diepe grondwaterstand, de waterkwaliteit, het zoutgehalte, ... essentiële indicatoren. De drinkwatermaatschappijen hanteren momenteel reeds eigen indicatoren, die ze ook rapporteren aan VMM en CIW. Voor grondwater is die gebaseerd op de afwijking van de gemiddelde grondwaterstanden in de desbetreffende maand. Voor oppervlaktewater is het peil in de spaarbekkens en/of de debieten bij de innamepunten bepalend. Verder is er de grootte van de drinkwateraanvraag per dag en de beschikbare capaciteit voor aankoop. De grondwaterstanden en het debiet aan de innamepunten werd bij de hogere hydro(geo)logische indicatoren al meegenomen. Het peil of de vullingsgraad van de spaarbekkens wordt hierna als een bijkomende sectorspecifieke indicator beschouwd. Daarnaast zijn volgende sectorspecifieke indicatoren beschreven: het drinkwaterverbruik, de drinkwaterproductiecapaciteit, beschikbare capaciteit voor aankoop, het aantal dagen drinkwaterproductie of leveringszekerheid en de ruwwaterbeschikbaarheidsindicator.

Drinkwatersector – vullingsgraad spaarbekkens

Voor de real time oppervlaktewaterbeschikbaarheid inzake drinkwaterproductie is voor sommige productielocaties de vullingsgraad van de spaarbekkens directer gerelateerd aan de waterbeschikbaarheid dan het debiet in de waterloop ter hoogte van het innamepunt. Uiteraard is dit debiet bepalend voor de vulling, maar de vulling wordt ook nog door andere factoren bepaald. Bijvoorbeeld voor de spaarbekkens van Kluizen gebeurt de vulling vooral tijdens de natte winterperiodes, wanneer ook de kwaliteit van het oppervlaktewater beter is. Ook dienen wij voor de drinkwatersector de belangrijke beschouwing te maken dat er diverse schakelmogelijkheden zijn¹⁷. Dit maakt dan ook de vullingsgraad niet 1 op 1 gerelateerd is met het al dan niet optreden van waterschaarste.

Verder is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen de verschillende spaarbekkens; ze hebben immers niet allemaal dezelfde functie. Het kan gaan over een traag opgebouwde reserve om lange periodes te overbruggen, over een korte termijn buffer om de inname van water met slechte kwaliteit te kunnen voorkomen, of een tussenin liggende optie. De spaarbekkens van de Blankaart (De Watergroep West) en van Kluizen (De Watergroep Mid-West) hebben vooral de eerste functie: het sparen van water

¹⁷ https://www.vmm.be/water/drinkwater/drinkwatervoorziening_in_vlaanderen_organisatie_en_eeen_blik_vooruit_tw.pdf

om een lange periode te overbruggen. Tijdens de zomermaanden is de waterbeschikbaarheid zo laag en/of de kwaliteit te slecht dat er meestal geen water wordt ingenomen. Het bekken wordt tijdens de wintermaanden steeds zoveel mogelijk gevuld en vervolgens strategisch aangewend in de zomermaanden. De spaarbekkens van Broechem en Eekhoven (water-link) vervullen vooral de tweede functie. De waterkwaliteit wordt (stroomopwaarts) gemeten. Als de kwaliteit van het oppervlaktewater slecht is, kan beslist worden om tijdelijk geen water in te nemen. Het water van het bufferbekken kan dan gebruikt worden om een relatief korte periode van enkele dagen te overbruggen. Eens de waterkwaliteit terug beter is, kunnen de bekkens weer (volledig) (bij)gevuuld worden. Als de buffer opgebruikt is, dan zal – ook al is de waterkwaliteit niet optimaal – water ingenomen worden. De kosten voor de zuivering zijn dan hoger. Bij de waterproductiecentra van De Gavers, Zillebeke en Dikkebus zijn er geen echte spaarbekkens. Het ingenomen water wordt daar voorbehandeld en in naburige vijvers ondergebracht, maar het waterniveau daarin kan maar beperkt variëren. De verblijftijd van het water in de vijvers draagt wel bij aan het zuiveringsproces.

Voor de spaarbekkens van De Blankaart en Kluizen van De Watergroep is het dus nuttig om de vullingsgraad als bijkomende indicator mee te nemen. Voor het spaarbekken De Blankaart is de buffercapaciteit op dit ogenblik al regelmatig onvoldoende.

Zo steeg van midden april tot midden juni 2019 in de IJzer de EC-waarde boven 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, waardoor er geen inname mogelijk was vanuit de IJzer naar het spaarbekken van De Blankaart. Ook vanuit de Blankaartvijver was inname onmogelijk door het lage waterpeil daar. Hierdoor daalde het waterpeil in het spaarbekken tot 3,5 m op 11 juni 2019 ondanks de halvering van de productie in WPC De Blankaart gedurende deze periode zonder inname. Dit had als gevolg dat er nog redelijk laat op het seizoen een grote hoeveelheid water uit de IJzer gepompt werd om het spaarbekken terug op peil te kunnen krijgen. Dit werd gestopt op 5 juli 2019 op vraag van de gouverneur omdat het waterpeil in de IJzer te ver gezakt was. Pas begin november kon het spaarbekken terug gevuld worden met als gevolg dat bijna de helft van het jaar WPC De Blankaart aan verminderde productiecapaciteit heeft gedraaid net zoals in 2018.

Ook water-link kwam in 2019 in de problemen. Door de lage aanvoer van de Maas werd het innamedebiet door water-Link verminderd van 5 m^3/s naar 4 m^3/s , in de periode van 23 september t.e.m. 2 oktober 2019. De impact hiervan werd deels opgevangen door het aanspreken van de ruwwaterbuffers en deels door verschuiving van productie naar andere WPC's.

De grenswaarden die de drinkwatermaatschappijen momenteel gebruiken voor de ruwwaterbeschikbaarheid vanuit oppervlaktewater staan hieronder aangeduid voor elk van die waterproductiecentra (WPC's).

Voor De Blankaart:

1	Normaal	WPC De Blankaart produceert aan normale capaciteit
2	Voldoende	WPC De Blankaart produceert aan verminderde capaciteit (< 32000 m^3/dag)

3	Nipt voldoende	WPC De Blankaart produceert aan sterk verminderde capaciteit (< 17000m ³ /dag)
4	Onvoldoende	WPC De Blankaart produceert onvoldoende (< 10000m ³ /dag)

Voor Dikkebus:

1	Normaal	Dikkebusvijver kan op streefpeil gehouden worden (=27mTAW)
2	Voldoende	Dikkebusvijver kan niet langer op streefpeil gehouden worden
3	Nipt voldoende	WPC Dikkebus produceert aan verminderde capaciteit
4	Onvoldoende	WPC Dikkebus produceert niet meer

Voor Zillebeke:

1	Normaal	Zillebekevijver kan op streefpeil gehouden worden (=26,8mTAW ± 30cm)
2	Voldoende	Zillebekevijver kan niet langer op streefpeil gehouden worden ¹⁸
3	Nipt voldoende	WPC Zillebeke produceert aan verminderde capaciteit
4	Onvoldoende	WPC Zillebeke produceert niet meer

Voor De Gavers:

1	Normaal	Debiet op de Schelde te Helkijn > P95 voor de tijd van het jaar
2	Voldoende	Debiet op Schelde te Helkijn < P95 voor de tijd van het jaar
3	Nipt voldoende	Het streefpeil van 17,20 m TAW in het kanaal KBK kan niet meer aangehouden worden
4	Onvoldoende	Er wordt gevraagd aan De Watergroep om de inname uit het kanaal KBK te verminderen

 Voor Kluisen¹⁹:

1	Normaal	WPC Kluisen produceert aan normale capaciteit
2	Voldoende	WPC Kluisen produceert aan verminderde capaciteit (< 27000m ³ /dag) maar er is nog meer dan 2Mm ³ nuttig volume in de spaarbekken

¹⁸ Indien te wijten aan onbeschikbaarheid van volume in verdrongen weide (en niet aan technische mankementen aan de pomp tussen verdrongen weide en Zillebekevijver)

¹⁹ Onder normale omstandigheden, dus niet bij renovatiewerkzaamheden

3	Nipt voldoende	WPC Kluizen produceert aan verminderde capaciteit (< 27000m ³ /dag) en er is minder dan 2Mm ³ nuttig volume in de beide spaarbekkens samen
4	Onvoldoende	WPC Kluizen produceert onvoldoende (<20000m ³ /dag)

In deze lijst van grenswaarden wordt enkel voor de spaarbekkens van Kluizen de vullingsgraad beschouwd, met overgang naar status Nipt voldoende wanneer het nuttig volume kleiner wordt dan 2 Mm³ in de beide spaarbekkens samen. De andere grenswaarden hebben te maken met andere indicatoren, zoals waterpeilen en debieten in waterlopen en kanalen en productiecapaciteit, die elders aan bod kwamen. **Voor Kluizen wordt de drempelwaarde voor het nuttig volume van beide spaarbekkens samen van 2 Mm³ voorgesteld voor droogteniveau 2.**

De vullingsgraad is bij de drinkwatermaatschappijen in real time bekend, maar wordt nog niet in real-time doorgegeven aan VMM; dit gebeurt om de twee weken of in cruciale periodes frequenter onder de vorm van een bespreking. De Watergroep kijkt naast de vullingsgraad van de spaarbekkens ook naar de reinwaterreservoirs, of deze 's ochtends nog voldoende gevuld geraken. Deze reinwaterreservoirs zijn opslagreservoirs waarin het drinkwater verblijft tussen de productie en distributie; ze dienen om tijdens piekbelasting de toevoer van drinkwater te garanderen.

Drinkwatersector – drinkwaterverbruik

Naast de oppervlaktewater- en grondwaterbeschikbaarheid zijn ook de dagregistraties van het drinkwaterverbruik in real time nuttig als indicator, eventueel aangevuld met de voorspelde waarden, om het aantal dagen te kunnen inschatten tot uitputting van de watervoorraden. Dit dagverbruik kan per drinkwatermaatschappij en bevoorradingsgebied vergeleken worden met de drinkwaterproductiecapaciteit per dag en met de maximale transportcapaciteit. De maximale transportcapaciteit is hierbij de capaciteit van het leidingennetwerk incl. pompen om het drinkwater tot bij de eindgebruikers te brengen. Tijdens warme en droge periodes met piekverbruiken kan deze transportcapaciteit bereikt worden of kan de druk op het einde van het drinkwaterleidingnetwerk laag zijn.

Bepaalde drinkwatermaatschappijen zoals IWVA, Farys, De Watergroep, ... gebruiken het drinkwaterverbruik daarom ook als een indicator om de algemene toestand in het escalatieschema te bepalen. IWVA laat code geel ingaan wanneer **het dagverbruik 85% van de drinkwaterproductiecapaciteit overschrijdt**, code oranje vanaf 90% en code rood vanaf 95%. Farys laat code geel ingaan wanneer het dagverbruik 90% van de maximale transportcapaciteit overschrijdt, code oranje vanaf 95% en code rood vanaf 100%. Conform daarmee worden hier **85% voorgesteld als drempelwaarde voor droogteniveau 1 en 95% voor droogteniveau 2.**

In het deel Waterbalansen later is aangegeven dat de drinkwaterproductiehoeveelheden sinds juni 2018 bij alle drinkwatermaatschappijen dagelijks geregistreerd worden, en bij de meeste drinkwatermaatschappijen al eerder sinds 2013. Uit deze dagelijkse drinkwaterproductiehoeveelheden wordt per bevoorradingsgebied het dagverbruik berekend als: Productie + Aankoop – Verkoop. De

frequentie waarmee de dagverbruiksgegevens aangeleverd worden, is afhankelijk van het seizoen en het escalatieniveau (VMM, 2019). Tijdens de wintermaanden is dat momenteel om de twee weken; tussen 1 mei en 31 oktober wordt dit opgedreven tot wekelijks; tijdens escalatieniveaus oranje en rood bij minstens 1 bevoorradingsgebied wordt de situatie op de voet gevolgd en worden de cijfers dagelijks (inclusief weekends) aangeleverd. Ook in fase geel worden dagelijks de verbruiksdata aangeleverd, al of niet weekend inclusief voor het betreffende bevoorradingsgebied.

In 2018 werd bovendien voor VMM een model ontwikkeld dat in real-time het dagelijks drinkwatergebruik in grootteorde kan voorspellen (Willems & Wolfs, 2019). De drinkwaterproductiehoeveelheden blijken vooral tijdens de eerste hittedagen hoger te liggen. In 2017 leidde dat tot zeer hoge piekverbruiken van 40% meer op 21 juni 2017 dan het gemiddelde verbruik in 2016, de dag van aankondiging van het verbod op verspilling van drinkwater. In 2018 bleek het hoogste dagverbruik 13% hoger te liggen dan het gemiddelde. Op 21 mei 2020 bleek dat plaatselijk en kortstondig zelfs op te lopen tot 40% hoger. Verder zijn er regionale verschillen tussen de kust en het binnenland: tijdens verlofdagen neemt het waterverbruik af in het binnenland terwijl het aan de kust net toeneemt, zeker tijdens de warmere maanden van het jaar. Dit model wordt door VMM in real-time gesimuleerd en kan uitgebreid worden met voorspellingen voor de komende 10 dagen.

Drinkwatersector – drinkwaterproductiecapaciteit

De nieuwe grenswaarden voor de ruwwaterbeschikbaarheid vanuit oppervlaktewater voor De Watergroep maken voor enkele WPC's gebruik van de drinkwaterproductiecapaciteit. Voor WPC De Blankaart gaat men over naar status Voldoende wanneer de productiecapaciteit vermindert tot 32 000 m³/dag, naar Nipt voldoende bij sterk verminderde capaciteit onder 17 000 m³/dag en Onvoldoende onder 10 000 m³/dag. Voor WPC Kluizen gaat men over naar status Nipt voldoende bij verminderde capaciteit onder 27 000 m³/dag en Onvoldoende onder 20 000 m³/dag. Deze grenswaarden voor de **productiecapaciteit van 32 000 en 10 000 m³/dag voor De Blankaart en van 27 000 en 20 000 m³/dag voor Kluizen worden hier voorgesteld als drempelwaarden voor droogteniveaus 1 en 2.**

Drinkwatersector – beschikbare capaciteit voor aankoop

De drinkwaterbeschikbaarheid per bevoorradingsgebied wordt niet alleen bepaald door de eigen productie van de betrokken drinkwatermaatschappij, maar ook door de beschikbare capaciteit voor aankoop. Zoals hiervoor aangegeven beschikt de drinkwatersector over diverse schakelmogelijkheden (tussen drinkwatermaatschappijen onderling), maar ook aankoop vanuit de buurregio's is een mogelijkheid. O.a. De Watergroep neemt deze capaciteit mee op als indicator om de algemene toestand in het escalatieschema te bepalen.

Mogelijkheden zijn de inkoop in Noord-Frankrijk en bij de drinkwatermaatschappijen Evides in Nederland (water-link kan zo tot 24.000 m³/dag noodleveringen vragen aan Evides ter hoogte van Rilland), Vivaqua en Transhennuyère in Wallonië. Natuurlijk moeten wij er wel rekening mee houden dat het hier gaat om aangrenzende gebieden die vaak met dezelfde droogteproblematiek geconfronteerd worden. Daarom wordt deze indicator niet meegenomen.

Drinkwatersector – aantal dagen drinkwaterproductie of leveringszekerheid

De vorige indicatoren kunnen ook gecombineerd worden om het aantal dagen leveringszekerheid te berekenen. Dit kan per spaarbekken, zoals hiervoor gedaan voor Kluizen: het beschikbaar volume in de twee spaarbekken samen vertaald naar het aantal dagen productiedebiet. Maar het aantal dagen productiedebiet zou ook per drinkwatermaatschappij of regionaal (gebieden waarbinnen transport/schakelmogelijkheden bestaan) berekend kunnen worden. Een mogelijke drempelwaarde hiervoor is **2 maanden voor droogteniveau 1 en 0 dagen voor droogteniveau 2**. De real-time berekening van zulke indicator gebeurt nog niet, en is ook niet evident. Het vraagt de ontwikkeling van een model dat gebruikt maakt van de real-time beschikbaarheid van de verschillende ruwwaterbronnen en deze combineert met het voorspellingsmodel voor het drinkwaterverbruik. Bovendien is voor grondwater de bepaling van de ruwwaterbeschikbaarheid niet zo rechtlijnig. Een mogelijke aanpak is om het grondwaterpeil uit te zetten t.o.v. de bovenkant van de filter (voor freatische winningen) en het dak van de waterlaag (voor de gespannen winningen).

Drinkwatersector – ruwwaterbeschikbaarheidsindicator

De hoger gedefinieerde indicatoren (oppervlaktewaterbeschikbaarheid o.b.v. het peil of volume in de spaarbekken en vijvers, en de debieten bij de innamepunten; grondwaterbeschikbaarheid via de grondwaterpeilen; het huidige en voorspelde dagverbruik; de beschikbare capaciteit voor aankoop) worden sinds 2018 door de verschillende drinkwatermaatschappijen i.k.v. het afsprakenkader bevoorrading leidingwater in real-time opgevolgd en gecombineerd om per bevoorradingsgebied de status van de ruwwaterbeschikbaarheid te bepalen. Deze status is ingedeeld in vier klassen:

- Oppervlaktewater: Normaal, Voldoende, Nipt voldoende, Onvoldoende;
- Grondwater: Normaal, Laag, Zeer laag, Extreem laag.

Klasse	1	2	3	4
Oppervlaktewater	Normaal	Voldoende	Nipt voldoende	Onvoldoende
Grondwater	Normaal	Laag	Zeer laag	Extreem laag

In de recent aangepaste ruwwaterbeschikbaarheidsindicatoren van De Watergroep wordt deze status voor het oppervlaktewater niet langer bepaald voor het gehele bevoorradingsgebied maar per oppervlaktewaterwinning. Dat betekent dus dat voor De Watergroep de ruwwaterbeschikbaarheidsstatus voor oppervlaktewater wordt weergegeven door 5 verschillende indicatoren, 1 per oppervlaktewaterwinning, in plaats van 2 (1 voor zone Mid-West namelijk Kluizen en 1 voor zone West namelijk Gavers, Dikkebus, Zillebeke en Blankaart samen). Op die manier kan beter nagegaan worden of een eventueel tekort aan oppervlaktewater in 1 bepaalde bron ook effectief een probleem is. Zo kan voor WPC Dikkebus de klasse Onvoldoende gerapporteerd worden, zonder dat er ook effectief onvoldoende ruwwaterbeschikbaarheid is in de regio omdat dit door andere WPC's en/of aankopen kan opgevangen worden. Een aggregatie voor zone West was bovendien niet mogelijk op basis van objectieve criteria en er ging zeer veel informatie verloren die dan achteraf weer moet toegevoegd worden in de vorm van een tekstbespreking. De aanpassing zorgt voor een meer consistente bepaling van de kleurcode die objectief is en ook onafhankelijk van verlofperiodes afgeleid kan worden.

De status wordt in real-time bepaald zowel voor de huidige toestand, als voor de volgende 2 weken voor de bevoorradingsgebieden of gebruiksklusters met een status hoger dan 1 (dus niet normaal). Dit gebeurt tijdens de wintermaanden momenteel om de twee weken; tussen 1 mei en 31 oktober wordt dit opgedreven tot wekelijks; tijdens status 3 (oranje) en 4 (rood) bij minstens 1 bevoorradingsgebied wordt de situatie op de voet gevolgd en wordt de status dagelijks bepaald (inclusief weekends). Ook bij status 2 (geel) wordt de status dagelijks bepaald, al of niet weekend inclusief voor het betreffende bevoorradingsgebied.

Wat de onderliggende indicatoren zelf betreft, zijn voor bepaalde indicatoren en bepaalde drinkwatermaatschappijen duidelijke grenswaarden gedefinieerd. Deze zijn hiervoor reeds opgenomen bij de indicatoren voor debiet waterlopen, waterpeil waterlopen en kanalen, waterpeil vijvers, enz. Voor andere indicatoren worden ze eerder kwalitatief, al dan niet samen voor een set van indicatoren en via expertinschatting, beoordeeld. De drinkwatermaatschappijen twifelen aan het belang om de verschillende indicatoren elk afzonderlijk en automatisch te beoordelen. Daarom werd voor het afsprakenkader bevoorrading leidingwater samen met de toezichthouder drinkwater afgesproken om één klasse door te geven per bevoorradingsgebied. Voor bijvoorbeeld het bevoorradingsgebied De Watergroep - West gebeurt dit voor oppervlaktewater op basis van de automatische evaluatie van de waterbeschikbaarheid in de spaarbekkens en vijvers van De Blankaart, Dikkebus, Zillebeke en Gavers, aangevuld met de verwachtingen m.b.t. de dagwatervraag en de neerslag, de mogelijkheden tot omschakelingen in de productie naar andere installaties en expertinschatting. Er wordt momenteel geëvalueerd of dit geautomatiseerd kan worden zodat dit objectiever verloopt. Een aanlevering van de real-time waarden voor elke indicator afzonderlijk zou de mogelijkheden tot omschakelingen in de productie, dewelke nu sterke expertinschatting vereist, kunnen uitschakelen. Dit zou evenwel ook betekenen dat de interpretatie van de betekenis van de automatisch berekende waterbeschikbaarheidsindicatoren achteraf dient te gebeuren. Zo zullen de waterproductiecentra en vijvers te Dikkebus, Zillebeke en ook De Blankaart regelmatig code rood, dus onvoldoende oppervlaktewater beschikbaar, krijgen bij een automatische berekening. Dit is ook de realiteit, maar wil niet zeggen dat de drinkwatervoorziening in het gedrang komt aangezien er andere leveringsmogelijkheden voorzien zijn in deze gevallen. Hetzelfde geldt ook voor bepaalde andere indicatoren die hiervoor en hierna voor de andere sectoren gedefinieerd werden. Ze dienen dus met die beschouwing in het achterhoofd geïnterpreteerd te worden. De afzonderlijke indicatoren laten wel toe om de afzonderlijke probleempunten en gerelateerde sectoren, ev. deelsectoren en toepassingen gedetailleerd in beeld te krijgen. Interpretatie en gebruik is nog een andere zaak, maar dat komt later in het rapport verder aan bod.

Omdat voor de drinkwatermaatschappijen het afzonderlijk in real time aanleveren van de indicatoren nog niet aan de orde is, maar de toestand beoordeeld wordt per drinkwatermaatschappij en bevoorradingsgebied afzonderlijk, wordt in afwachting van het ter beschikking komen van de afzonderlijke indicatoren en/of de berekening van de leveringszekerheid voorgesteld om voor deze opdracht **de status (1/2/3/4) van de ruwwaterbeschikbaarheidsindicator per bevoorradingsgebied (per oppervlaktewaterwinningslocatie voor De Watergroep) te gebruiken als sectorspecifieke indicator voor de drinkwatersector. Het overgaan naar status 4 komt daarbij overeen met de drempelwaarde voor**

droogteniveau 2. Voor droogteniveau 1 was er oorspronkelijk twijfel of daarvoor best status 2 of status 3 genomen wordt. Verder overleg met de drinkwatersector hierover geeft volgend voorstel.

De Watergroep – WPC Dikkebus:

Droogtetoestand 1	Dikkebusvijver kan niet langer op streefpeil gehouden worden (< 27 m TAW)
Droogtetoestand 2	WPC Dikkebus produceert niet meer ²⁰

De Watergroep – WPC Zillebeke:

Droogtetoestand 1	Zillebekevijver kan niet langer op streefpeil gehouden worden (= 26,8 m TAW ± 30 cm)
Droogtetoestand 2	WPC Dikkebus produceert niet meer ²⁰

De Watergroep – WPC Blankaart:

Droogtetoestand 1	WPC De Blankaart produceert aan verminderde capaciteit (< 32000 m ³ /dag)
Droogtetoestand 2	WPC De Blankaart produceert onvoldoende om aan de vraag te voldoen (< 10000 m ³ /dag)

De Watergroep – WPC Gavers:

Droogtetoestand 1	Debiet op Schelde te Helkijn < P95 voor de tijd van het jaar
Droogtetoestand 2	Het normaalpeil van 17,20 m TAW in het kanaal Bossuit-Kortrijk kan niet meer aangehouden worden

De Watergroep – WPC Kluizen:

Droogtetoestand 1	WPC Kluizen produceert aan verminderde capaciteit (< 27000 m ³ /dag)
Droogtetoestand 2	WPC Kluizen produceert onvoldoende om aan de vraag te voldoen (<20000 m ³ /dag)

²⁰ Dit geeft weer dat de ruwwaterbeschikbaarheid ter hoogte van deze winning totaal ontoereikend is. Dit wil dus niet zeggen dat er een probleem is met de drinkwatervoorziening aangezien dit onder normale omstandigheden kan opgevangen worden door het inzetten van andere bronnen. In droge jaren wordt het WPC regelmatig stilgelegd, maar we zien de periode waarvoor dit nodig is steeds langer worden.

De Watergroep – Grondwaterwinningen:

Droogtetoestand 1	De meeste peilen in de productiezone zijn laag tot zeer laag voor de tijd van het jaar
Droogtetoestand 2	Er zijn winningen in de productiezone waarvan het opgepompte volume wordt teruggeschroefd omwille van te lage grondwaterstanden

Pidpa:

Droogtetoestand 1	Herverdeling van de winningsdebieten over één of meerdere winningen ten gevolge van lage grondwaterstanden in één of meerdere (gevoelige) winningen
Droogtetoestand 2	Ondanks de herverdeling van de winningsdebieten over andere winningen wordt er een blijvend effect ter hoogte van de meerderheid van de winningen verwacht

water-link:

Droogtetoestand 1	< 40 m ³ /s Maasdebiet te Luik, 5 opeenvolgende dagen onvoldoende waterinname mogelijk
Droogtetoestand 2	< 30 m ³ /s Maasdebiet te Luik, langdurig onvoldoende waterinname mogelijk waardoor tekort dreigt

Farys - WPC Oostende langs Kanaal Brugge – Oostende: o.b.v. zoutgehalte innamepunt:

Droogtetoestand 1	> 8 000 µS/cm
Droogtetoestand 2	> 10 000 µS/cm

IWVA: o.b.v. afname t.o.v. de dagcapaciteit, niveau van de grondwaterpeilen en de mogelijkheid tot infiltratie:

Droogtetoestand 1	> 85% van de dagcapaciteit, dalende tot lage grondwaterpeilen, minder tot weinig infiltratie
Droogtetoestand 2	> 95% van de dagcapaciteit, grondwaterpeilen kritisch laag en infiltratie heel beperkt of geen

AGSO Knokke-Heist: o.b.v. grondwaterhoogte peilbuis:

Droogtetoestand 1	peilbuis 3 < 2.5 m TAW
Droogtetoestand 2	peilbuis 3 < 2 m TAW

Land- en tuinbouw

Landbouwsector – gewasproductieverlies o.b.v. neerslagtekort

Het gewasproductieverlies kan ook modelgebaseerd ingeschat worden op basis van het neerslagtekort door gebruik te maken van een bodemwaterbalansmodel. Zulk model wordt in deze opdracht ook gebruikt om de irrigatievraag voor landbouwgewassen in te schatten bij de waterbalansberekening en om de impact van droogte op gewasproductie in te schatten bij de impactindicatoren. Het model wordt hierna beschreven in het deel Waterbalansen bij Watervraag Land- en tuinbouw. **Het modelresultaat van de TAW wordt hier voorgesteld als indicator met de drempelwaarden zoals hiervoor bij Bodemvochtgehalte gedefinieerd.**

Landbouwsector – toestand landbouwgewassen

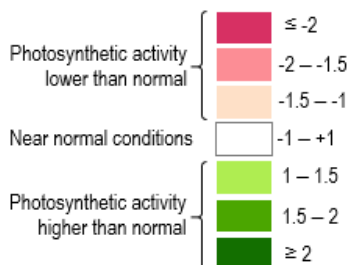
De belangrijkste indicatoren die de impact van droogte op gewasproductie in de landbouw beschrijven zijn neerslagtekort, bodemvochtgehalte en gewasgroei (Sepulcre-Canto et al., 2012). Neerslagtekort en bodemvochtgehalte zijn, zoals hoger besproken, indirecte indicatoren, maar wel relatief eenvoudig te monitoren en te evalueren. Bodemvocht is verder niet in alle omstandigheden een bruikbare indicator voor droogte bij de landbouw: een droge bodem in de zomer kan problematisch zijn in sommige gevallen (teelten die dan nog volop aan gewasverdamping doen) en niet-problematisch in andere gevallen (tarwestoppels). Daarnaast is gewasgroei een meer directe indicator maar complexer om te bepalen.

De groei van de landbouwgewassen, maar ook van tuinen, sportvelden en andere typen vegetatie, kan worden opgevolgd aan de hand van satellietbeelden zoals bijvoorbeeld de NDVI vegetatie-index. De EDO (European Drought Observatory) levert per decade op basis van satellietbeelddata voor gans Europa op een schaal van 1 km waarden voor de FAPAR (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation) anomalie. FAPAR is een biofysische indicator die de fotosynthese-activiteit en dus de groei van de vegetatie (productiviteit voor landbouwgewassen) aangeeft; zie Tabel 16 voor de gebruikte drempelwaarden (zelfde klassen als de SPI).

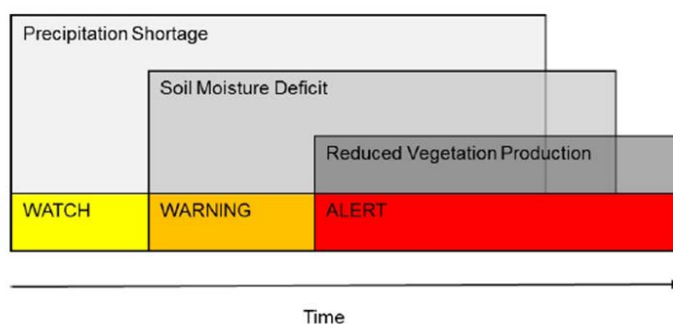
Een andere mogelijkheid is om de toestand van de landbouwgewassen via expertinschatting te bevragen. In het kader van de opvolging van de droogte/waterschaarste binnen de CIW PG WDRB Reactief schatten sectoradviseurs binnen het Departement Landbouw en Visserij de stand van landbouwgewassen wekelijks in vanaf code geel tijdens het groeiseizoen en bezorgen dit aan de PG Reactief. Deze inschatting heeft het nadeel subjectief te zijn. Ze wordt bovendien door slechts enkele mensen uitgevoerd. Dit zou kunnen verbeterd worden, bv. door afstemming met andere experts van landbouworganisaties, provinciediensten, onderzoeksinstellingen, praktijkcentra, enz. Daarnaast bevatten de agrometeorologische berichten ook informatie over de toestand van de landbouwgewassen tijdens het groeiseizoen.

In afwachting van de verbeterde inschatting van de toestand van de landbouwgewassen (en ook andere vegetatie; zie verder ook bij [Sector specifieke waterschaarste-indicatoren - Natuur](#)) wordt hier voorgesteld om de SPEI-indicator en het doorlopend neerslagtekort als een proxy te gebruiken. Later kan het eventueel uitgebreid worden met de toestand van de landbouwgewassen als indicator. De SPEI-indicator

en het doorlopend neerslagtekort zouden daarbij gebruikt kunnen worden in (voor)waarschuwing, bijvoorbeeld om droogteniveau 1 te bepalen, en de toestand van de landbouwgewassen of het gemodelleerd gewasproductieverlies als een proxy om droogteniveau 2 te bepalen (zie ook Figuur 103, Sepulcre-Canto et al., 2012).



Tabel 16. Drempelwaarden van de FAPAR-anomalie.



Figuur 103: Mogelijk gebruik van droogte/waterschaarste-indicatoren voor landbouw volgens Sepulcre-Canto et al. (2012).

Naast gewasgroei kan er uiteraard ook gekeken worden naar de toestand van bomen bij bomenkweek en in de fruitteelt. In de fruitteelt kan na een droge periode bijvoorbeeld uitval van jonge aanplant waargenomen worden en een kleinere uitgroei van de vruchten.

Landbouwsector – vullingsgraad of waterpeil bufferbekkens, captatiebekkens of andere kunstmatige putten

Omdat een aantal oppervlaktewateronttrekkingen in de landbouw gebeuren vanuit bufferbekkens, captatiebekkens en andere kunstmatige putten zijn de waterhoogten of de vullingsgraden van deze buffervoorzieningen directe indicatoren. Dit is echter moeilijk op te volgen in real-time. Het gaat om een groot aantal van dergelijke voorzieningen en real-time waterpeilmetingen zijn er meestal niet voorhanden. Bovendien is er een grote diversiteit in stockagecapaciteit, dus moeilijker dan bij hemelwaterputten bij huishoudens om dat met een gemiddelde indicator weer te geven. Wel kan overwogen worden om op termijn bij een representatieve selectie van publieke spaarbekkens en/of privé spaarbekkens druksensoren te plaatsen en op deze manier over real-time gegevens te beschikken. Dit

moet haalbaar zijn in bepaalde deelsectoren van de landbouw zoals openluchtgroenten. In de glastuinbouw ligt dit mogelijk moeilijker omwille van de grote diversiteit in teelten en watervragen. Het project “Internet of Water” biedt hier ook mogelijkheden.

Natuur

Natuur – toestand (kwetsbare) vegetatie

Zoals hiervoor bij [Landbouwsector – toestand landbouwgewassen](#) kan de toestand van de vegetatie ingeschat worden via de NDVI vegetatie-index. Omdat de automatische real-time bepaling ervan in een reactieve context niet evident is, is het beter om de toestand van de natuur via expertinschatting te bevragen. Op termijn wordt het mogelijk haalbaar om zulke real-time waarnemingen in een operationele context ter beschikking te stellen. Uiteraard is het ook belangrijk dat zulke expertinschattingen geobjectiveerd gebeuren. Dezelfde opmerkingen als hiervoor geformuleerd bij [Landbouwsector – toestand landbouwgewassen](#) gelden hier dus ook.

Zo was er in 2019 de vaststelling dat naast het wegwijnen van jonge bosaanplanten er een grote sterfte bij volwassen naaldbomen (fijnspar, lork, ...) was, vaak ten gevolge van een combinatie van droogte in meerdere opeenvolgende jaren en aantasting door de letterzetter (een schorskever). Op zandgronden waren oude zomereiken en beuken met dode toppen te zien en begon hier en daar ook natuurlijke verjonging van tamme kastanje, gewone esdoorn en ruwe berk af te sterven. Vele bomen kenden vroegtijdige bladverkleuring en bladval. In graslanden en heidevelden nam de verruiging (met braam, brandnetel, distels, ...) toe met als gevolg minder habitattypische soorten. In Nederland werd na de droge zomer van 2018 op basis van metingen langs laaglandbeken bevestigd dat er belangrijke impacten waren op macrofauna (Verdonschot et al., 2020). De droogvalduur blijkt daarin een belangrijke rol te spelen.

Ook vroeger na de extreme droge periode in 1976 en voorafgaande jaren werd in Nederland vastgesteld dat een aantal kwetsbare en daardoor ook zeldzame organismen en levensgemeenschappen uit weinig dynamisch milieu in het verleden voorgoed zijn verdwenen (Van Dam & Van Apeldoorn, 1978). Dat bleek veel minder het geval in gebieden waar de waterhuishouding sinds ongeveer de laatste halve eeuw niet of nauwelijks door de mens beïnvloed is. Maar dergelijke gebieden zijn uiterst schaars; de waterhuishouding van de meeste (natuur)gebieden is in meerdere of mindere mate gestoord, vaak als onbedoeld neveneffect van hydrologische veranderingen in de naaste omgeving; het is vooral hier dat de onomkeerbare effecten werden waargenomen. Triviale soorten uit de al algemene dynamische milieus kwamen in de plaats.

Verder blijkt de aantasting van de vegetatie door droogte ook een indirecte impact te kennen. Zo maakt vegetatiestress de vegetatie meer vatbaar voor plaagsoorten en parasieten (zoals recent/momenteel het geval is met de letterzetter op dennenbomen). Ook kunnen er natuurbranden ontstaan tijdens droogteperiodes, zeker indien gecombineerd met hitte (die trouwens niet enkel een impact geven op de sector natuur, maar ook op de recreatie in bv. natuurgebieden en op de bosbouw). Dit is vooral het geval in de heidegebieden in de provincies Antwerpen en Limburg. Het ANB evalueerde dagelijks het brandrisico in haar natuurgebieden. Daaraan worden vier opeenvolgende alarmeringsfases (groen – geel – oranje –

rood) gekoppeld in verband met toezicht en paraatheid van brandweerdiensten, beheerders en andere hulpdiensten.

Natuur – toestand fauna

Net zoals de toestand van de vegetatie (flora) zou ook de toestand van de fauna bevroegd kunnen worden.

Zo werden in 2017-2019 vastgesteld dat het droogvallen van vijvers en poelen een negatieve invloed had op het voortplantingssucces van amfibieën en libellen. Zo leggen bijvoorbeeld amfibieën in het voorjaar hun eitjes in sloten en poelen die later droogvielen. Ook kwamen moerasplanten onder druk (bepaalde soorten kwamen bijvoorbeeld minder in bloei in vergelijking met vorige jaren). Weidevogels vonden door de droogte op bepaalde plaatsen moeilijk voedsel door de te harde bodem. Ook de aantallen dagvlinders gingen er op achteruit. Langs de waterlopen trad door de lage peilen en afvoeren in combinatie met de hogere watertemperaturen, lagere zuurstofconcentraties, hogere concentraties pollutanten, verzilting (zoutstress), verminderde werking van visdoorgangen, droogval, een verslechtering op van de ecologische toestand. Die verslechtering uitte zich onder meer in (blauw)algenbloei, botulisme en vissterftes die op meerdere plaatsen de kop opstaken.

Huishoudens en recreatie

Huishoudens en recreatie – toestand gras en moestuin

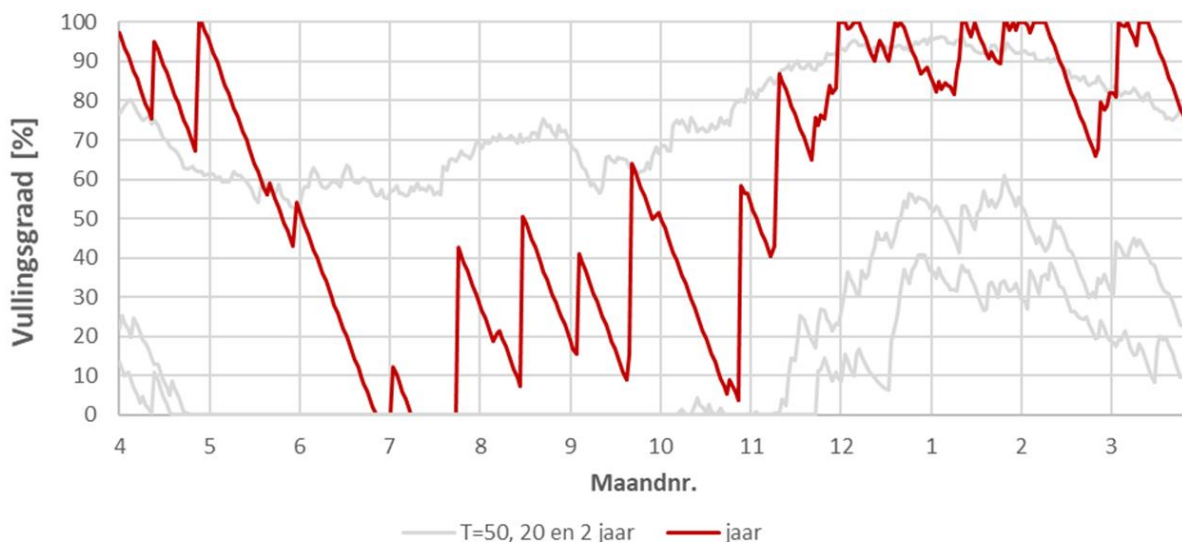
De toestand van het gras in de tuinen van particulieren kan via dezelfde methode ingeschat worden als hiervoor toegelicht bij [Landbouwsector – toestand landbouwgewassen](#); het gaat hier immers om een specifiek type lage vegetatie. Voor de toestand van de moestuin bij particulieren, deze kan via dezelfde methode ingeschat worden als hiervoor toegelicht bij [Landbouwsector – gewasproductieverlies o.b.v. neerslagtekort](#); moestuingewassen zijn immers ook teelten.

Huishoudens en recreatie – vullingsgraad hemelwaterputten

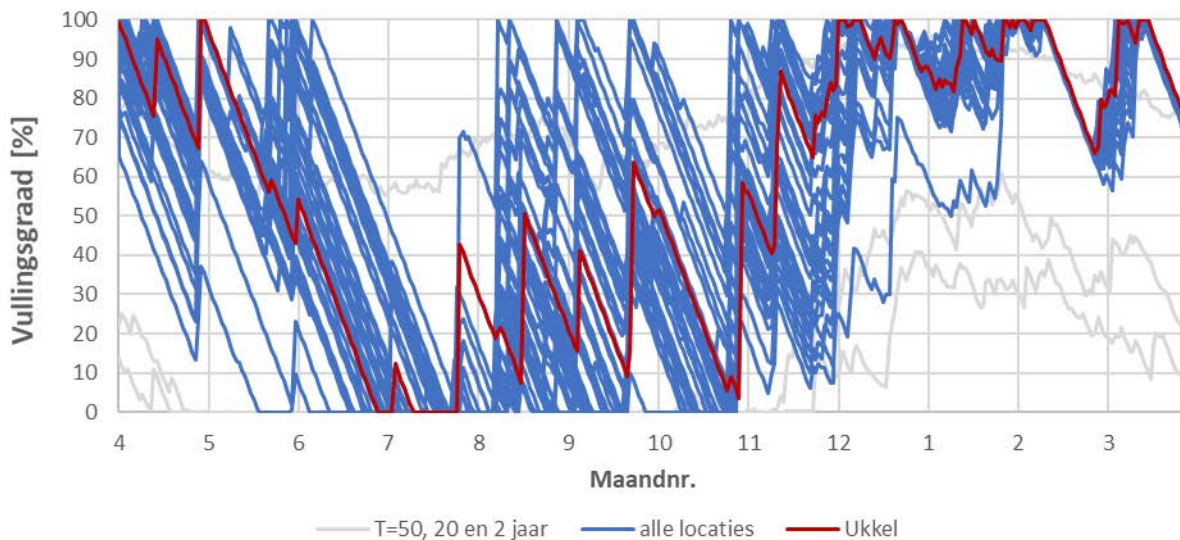
Zoals later bij [Regenwater](#) kan de vullingsgraad van een gemiddelde hemelwaterput of een bufferbekken ingeschat worden o.b.v. een conceptueel model voor zulke hemelwater en de (ruimtelijk variabele) neerslaggegevens. Uiteraard is het niet haalbaar om dit voor elke individuele regenwaterput of bufferbekken te doen. Wel kan de **vullingsgraad voor een gemiddelde hemelwaterput (volgens de GSV) per eenheid van aangesloten dakoppervlakte en voor een gemiddeld gebruiksprofiel berekend worden. Dit zal voor deze opdracht operationeel gemaakt worden op basis van real-time neerslag en verdampingsmetingen. 20% en 0% vullingsgraad kunnen als drempelwaarden genomen worden voor droogteniveau 1 en droogteniveau 2.** Die vullingsgraad zou ook vertaald kunnen worden naar een leveringszekerheidsduur (aantal dagen te gaan bij normaal regenwatergebruik).

Om deze indicator en het voorstel van drempelwaarden voor de vullingsgraad van hemelwaterputten te evalueren, werden twee types hemelwaterputten beschouwd en de vullingsgraad berekend met simulatiemodel Sirio: voor een hemelwaterput met een capaciteit van 5000 liter en van 10 000 liter, in beide gevallen voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag. Er werd een oppervlakteberging van 2 mm beschouwd. Figuur 104 toont het % vullingsgraad

voor een hemelwaterput met een capaciteit van 5000 liter voor het jaar 2018 en voor de meteorologische gegevens te Ukkel. De vullingsgraden die overeenkomen met terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar staan ook aangeduid. Figuur 105 toont dezelfde resultaten maar de variaties binnen Vlaanderen als gevolg van de ruimtelijke verschillen in neerslag. De resultaten tonen dat – volgens het model – vele hemelwaterputten leeg kwamen te staan in juli 2018 tot begin augustus 2018, sommige al vanaf twee helft juni, en sommige zelfs tot eind oktober 2018.

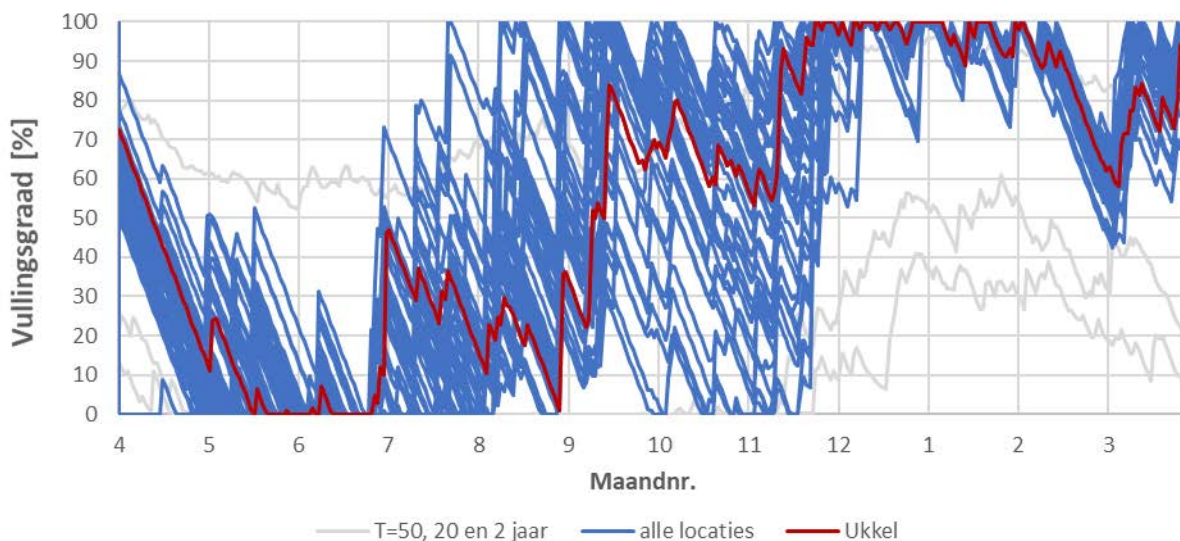


Figuur 104: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 5000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag: resultaten voor Ukkel en het jaar 2018 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.



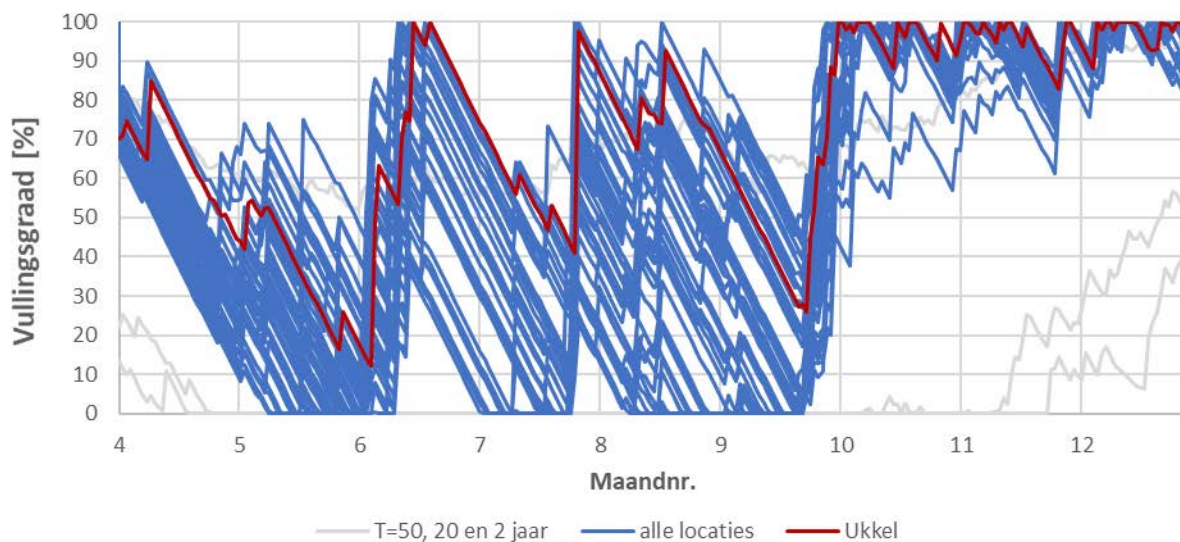
Figuur 105: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 5000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag: resultaten voor alle waterinfo-pluviograaflocaties en het jaar 2018 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.

In 2017 kwamen vele hemelwaterputten leeg te staan in mei en vooral juni, sommige ook in juli (Figuur 106). In 2019 is de leegstand veel minder, enkel lokaal einde mei – begin juni (Figuur 107).



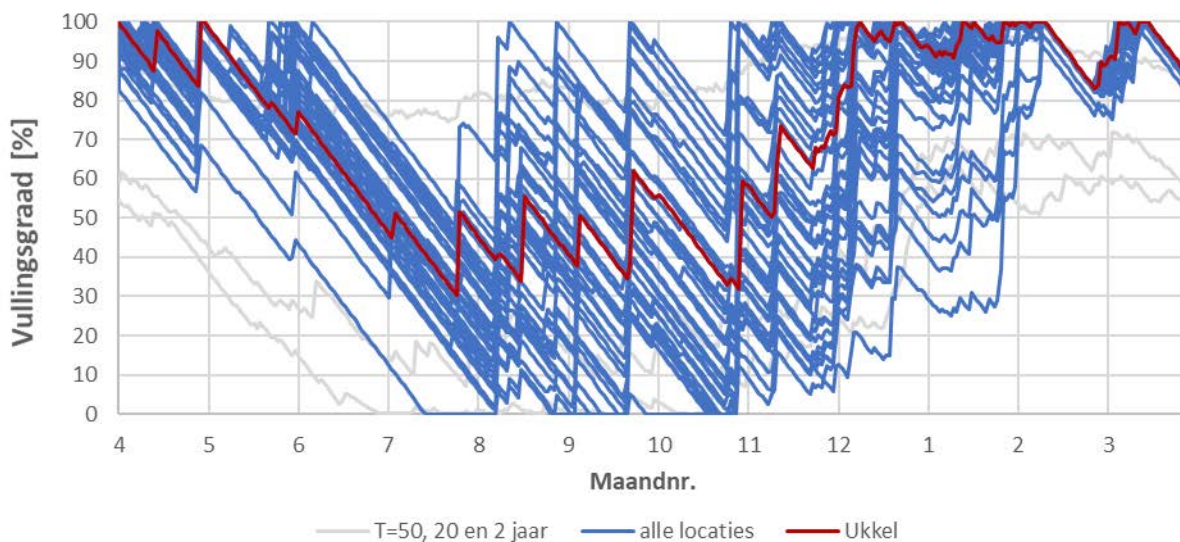
Figuur 106: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 5000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag:

resultaten voor alle waterinfo-pluviograaflocaties en het jaar 2017 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.

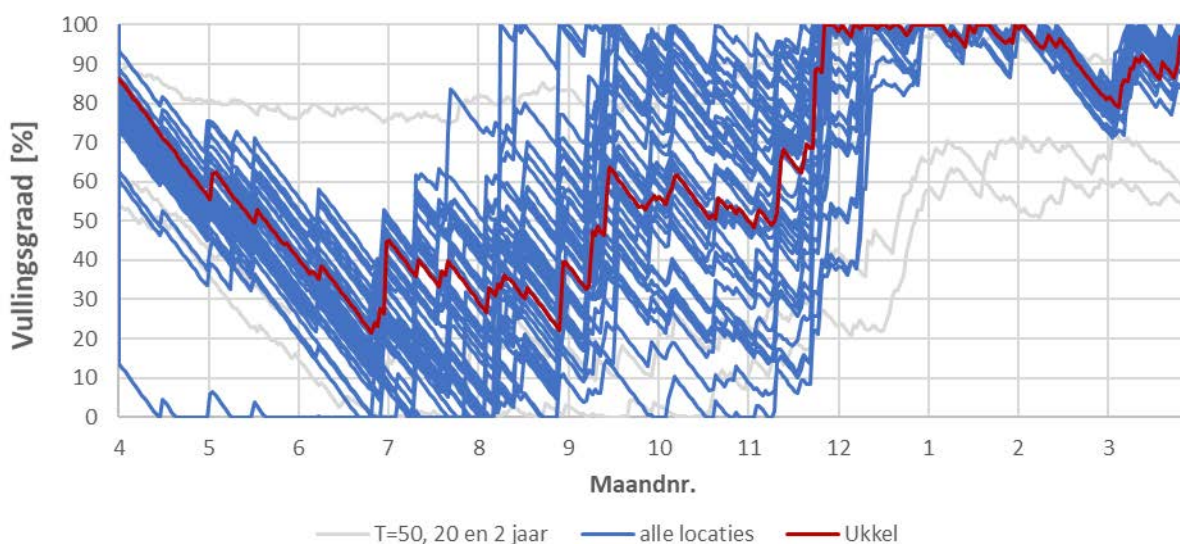


Figuur 107: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 5000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag: resultaten voor alle waterinfo-pluviograaflocaties en het jaar 2019 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.

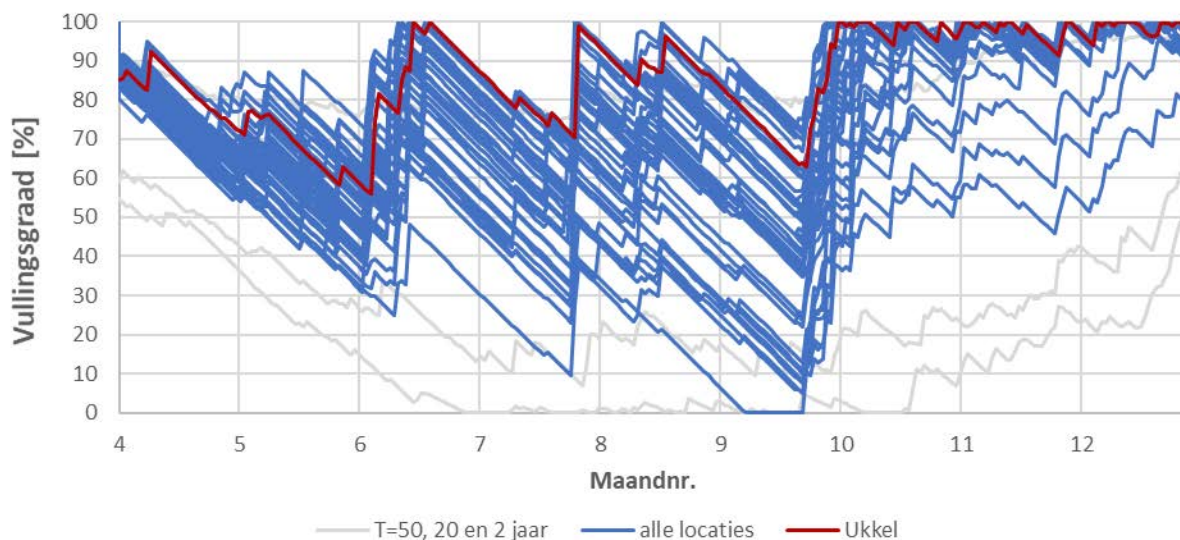
Voor de grotere hemelwaterput van 10 000 liter worden de resultaten van Figuur 108, Figuur 109 en Figuur 110 bekomen. De leegstand is nu veel minder.



Figuur 108: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 10 000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag: resultaten voor alle waterinfo-pluviograaflocaties en het jaar 2018 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.



Figuur 109: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 10 000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag: resultaten voor alle waterinfo-pluviograaflocaties en het jaar 2017 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.



Figuur 110: % vullingsgraad voor een hemelwaterput met een capaciteit van 10 000 liter, voor een woning met een dakoppervlakte van 100 m² en een regenwaterverbruik van 100 liter/dag: resultaten voor alle waterinfo-pluviograaflocaties en het jaar 2019 en voor terugkeerperioden van 2, 20 en 50 jaar.

De CIW Evaluatierapporten droogte geven aan dat de hemelwaterputten voor 2017 vanaf midden juni op vele plaatsen leeg stonden en voor 2018 vanaf einde juni. Dit is consistent met hogere resultaten. Volgens een poll op sociale media (twitter.com/krisbachus/status/1018092019040866306) gaf half juli 2018 84% van de respondenten aan dat hun regenwaterput leeg stond.

Gegeven dat volgens de hogere resultaten het tijdens droogteperiodes zoals die van 2018 typisch twee weken duurt om van 20% vulling naar volledige leegstand te gaan, lijkt de drempelwaarde van 20% voor droogteniveau 1 goed gekozen. Een drempelwaarde van 10% zou te laag zijn; het zou dan slechts een week duren om van 10% vulling naar volledige leegstand te gaan en dat is erg kort.

Huishoudens en recreatie – vissterfte visvijvers

Tijdens periodes van droogte kan de lage waterinnamemogelijkheid en/of de slechte waterkwaliteit en hoge watertemperaturen voor vissterfte zorgen in de visvijvers. Vermits dit moeilijk is om in real-time op te volgen wordt deze indicator hier niet weerhouden.

Industrie

Industrie – vullingsgraad of waterpeil bufferbekkens

Voor de grootschalige bekkens voor hemelwateropvang bij bedrijven gelden dezelfde beschouwingen als bij hemelwaterputten van huishoudens en bufferbekkens in de landbouw.

Industrie – energiesector: beschikbare regel- en reservevermogen

Wanneer voor een elektriciteitscentrale onvoldoende koelwater beschikbaar is, of het koelwater niet geloosd kan worden omwille van de hoge watertemperatuur, is het belangrijk om voor het reactief afwegingskader real time kennis te hebben van het nog beschikbare regel- en reservevermogen. In Nederland past men een stappenplan toe, bv. voor netbeheerder TenneT in 2004²¹:

- Fase 0: het stappenplan is weliswaar operationeel, maar het totaal aan regel- en reservevermogen (afroeptijd =< 8 uren) ter beschikking van TenneT bedraagt steeds meer dan 1400 MW;
- Fase 1: het beschikbare regel- en reservevermogen is op enig moment minder dan 1400 MW (afroeptijd =< 8 uren) maar steeds meer dan 700 MW (afroeptijd =< 30 minuten);
- Fase 2: het beschikbare regel- en reservevermogen (afroeptijd =< 30 minuten) is op enig moment minder dan 700 MW.

Of in Vlaanderen het beschikbare regel- en reservevermogen in real-time bepaald en gerapporteerd kan worden dient in de toekomst nog verder bekeken te worden met de energiesector.

Sectoroverschrijdend

Sectoroverschrijdend – hoeveelheid beschikbaar grijswater-effluentwater

Er zijn meerdere sectoren (landbouw, drinkwatermaatschappijen, industrie, recreatie) die gebruik maken van grijswater of effluentwater. Zo gebruikt drinkwatermaatschappij IWVA gezuiverd effluent dat in het winningsgebied infiltreert. Bij onvoldoende beschikbaar effluentwater kan de winning hier in het gedrang komen. Vermits het hier om RWZI-effluentwater gaat, dat niet sterk door droogte beïnvloed wordt, speelt de problematiek niet sterk. Wel is de hoeveelheid RWZI-effluentwater afhankelijk van hoeveel er toekomt op de RWZI. Er is bovendien rekening te houden met de discontinue aanvoer en dat een deel nodig is als proceswater op de RWZI zelf. Het netto saldo gaat prioritair naar IWVA, daarna naar de polder en daarna naar het kanaal. Ook bij andere typen hergebruik kan de beschikbaarheid van effluentwater spelen: bij verminderde inname door bedrijven, energiesector, ... zal er ook minder productie van grijswater zijn. Wat ook problematisch kan zijn is de infiltratie door Pidpa in Grobbendonk, omdat het hier gaat om oppervlaktewater uit het Albertkanaal. Dit laatste hoort bij de hydrologische indicator die eerder reeds besproken werd.

4.3. Selectie van indicatoren voor droogte/waterschaarste

Voor elk van de indicatoren in de long-list en voor elk type watergebruik werd door het projectteam een tentatief voorstel geformuleerd voor de “meest aangewezen” indicator; zie in het Excel-bestand “VRAG-inventaris.xlsx” (blad “Droogteindicatoren”). Dit gebeurde door voor elke indicator een score toe te kennen en dit voor elk van de volgende elementen:

²¹ <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/koelwaterprobleem-stapje-erger/>

- ✓ Mate waarin ze een directe (en bij voorkeur sterke) connectie hebben met het werkelijk voorkomen van een watertekort voor bepaalde of meerdere sectoren.
- ✓ Mate waarin de indicator toelaat om de noodzaak en de effecten van bepaalde maatregelen voor verschillende gebruiken, doelgroepen of sectoren te beoordelen.
- ✓ Mate waarin ze kunnen bepaald worden gebruik makend van waarnemingen/metingen en (bestaande) modellen.
- ✓ Mate van eenvoud in het gebruik, of ze snel inzetbaar zijn, dus in een operationele context gebruikt kunnen worden.
- ✓ Via een interface voor iedereen eenvoudig en verstaanbaar gecommuniceerd kunnen worden (zie onder Dashboard).
- ✓ Mate waarin ze gebiedsgericht toegepast kunnen worden.

Voor het toekennen van de **scores** werden de volgende scoreklassen gebruikt: +++, ++, +, 0 (in het Excel-bestand de scores 3, 2, 1, 0). Daarna werd via de scores op de verschillende criteria een rangschikking opgemaakt en op basis van die rangschikking de meest aangewezen indicator bepaald. De set van geselecteerde indicatoren wordt hierna de short-list genoemd. In bepaalde gevallen werd in het licht van deze short-list de selectie van de meest aangewezen indicatoren herzien om ervoor te zorgen dat elk waterlichaam of waterbron dat gelinkt is aan één of meerdere types watergebruiken minstens één indicator krijgt en dat ook elk type in de lijst van significante watergebruiken, doelgroepen en sectoren minstens één indicator krijgt. Ook werd ervoor gezorgd dat alle mogelijke problematieken die het watersysteem in gevaar brengen via minstens één indicator geëvalueerd worden. Voor de nog in ontwikkeling zijnde indicatoren werd er rekening gehouden met de haalbaarheid om die indicator op korte termijn effectief te implementeren.

De volgende indicatoren zijn daarbij weerhouden voor de short-list (hieronder kort samengevat, zie de hogere beschrijvingen voor de details):

- * **SPEI**: ruimtelijk variabel op basis van Waterinfo-pluviograaflocaties, voor 3 maanden;
- * **Doorlopend potentieel neerslagtekort**: ruimtelijk variabel op basis van Waterinfo-pluviograaflocaties;
- * **Waterloopdebieten**: per waterloopsegment met beschikbare debietmetingen of waar ruimtelijke interpolatie van debietmetingen mogelijk en zinvol is;
- * **Waterpeilen** bepaalde waterlopen en kanalen: gestuwde bevaarbare waterlopen en kanalen, polderwaterlopen, kleine onbevaarbare waterlopen waar geen debietmetingen beschikbaar zijn, per pand, poldergebied of waterloopsegment;
- * **Bodemvochtgehaltenes**: gewasproductieverlies ingeschat op basis van een rudimentair bodemwaterbalans (zie beschrijving hierna in deel Waterbalansen) o.b.v. het neerslagtekort voor de 7 textuurklassen en beschouwde teeltgroepen; later bodemvochtgehalteberekening via hydrologische modelresultaten; ruimtelijk variabel per deelstroomgebied;
- * **Freatische grondwaterstanden**: ruimtelijk variabel via DOV-meetputten, later verder uit te breiden met deze van het INBO (early-warning) droogtemeetnet; in de buurt van de GWATES;

* *eventueel: **Waterkwaliteit waterlopen**: ter hoogte van innamepunten bedrijven. Hierrond dient in de toekomst samen met de sector industrie nog verder bekeken te worden of bijkomende indicatoren en specifieke drempelwaarden voor waterkwaliteit of waterpeil toegevoegd moeten worden, ev. beperkt tot de grootverbruikers. Voorlopig werden deze niet weerhouden.*

* **Zoutgehalte waterlopen**: voor alle waterlopen/deelstroomgebieden/poldergebieden waar er gevaar bestaat op zoutintrusie;

* **Waterkwaliteit recreatiewateren**: per recreatiewater;

* **Proliferatie van blauwalgen**: per waterlichaam;

* **Watertemperatuur**: ter hoogte van innamepunten koelwater elektriciteitscentrales;

* **Ruwwaterbeschikbaarheidsindicator drinkwatersector**: per drinkwatermaatschappij en bevoorradingsgebied (per oppervlaktewaterwinningslocatie voor De Watergroep); later eventueel aantal dagen drinkwaterproductie of leveringszekerheid;

* **Vullingsgraad gemiddelde hemelwaterput**.

Het bijhorend voorstel van drempelwaarden werd hiervoor bij de beschrijving en analyse van de verschillende indicatoren besproken (en samengevat in **vet en schuin lettertype**).

De finaal geselecteerde indicatoren en bijhorende gebiedsvariabele drempelwaarden zullen op een bevattelijke manier gecommuniceerd worden via het Dashboard. Dit kan gelaagd gebeuren. In de bovenste laag kunnen de indicatoren regionaal samengevat worden: bv. % indicatoren en locaties per regio waar toestand 1 of 2 bereikt wordt. En er kan de mogelijkheid voorzien worden om door te klikken naar diepere lagen, waar de details bekeken kunnen worden: welke sectoren / indicatoren precies, op welke locaties, enz. Hoe die informatie precies gebruikt wordt voor de verdere afweging komt later bij de volgende stappen van de opmaak van het afwegingskader aan bod.

5. Bouwstenen voor afweging – Waterbalansen

Hierna wordt voor de bouwsteen “waterbalansen”, dus het in kaart brengen van de vraag of de behoefte aan water en van het aanbod aan water, een overzicht gegeven van de kennis die daar al over beschikbaar is voor Vlaanderen. Er wordt ook aangegeven hoe die kennis recent in de waterbalansmodelleringstudies voor de provincie Limburg en de kust gedetailleerd werd en hoe op een gelijkaardige manier, maar minder gedetailleerd, deze kennis binnen deze opdracht werd uitgebreid voor de andere streken van Vlaanderen. Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt tussen het in kaart brengen van het wateraanbod, via de verschillende typen waterbronnen, en de watervraag, voor de verschillende sectoren en hoofdtoepassingen. Door de watervraag en het wateraanbod in voldoende detail op te splitsen kunnen ze gebruikt worden om acties te differentiëren en af te wegen (onderscheid sector, deelsector, toepassing, waterbron, ...).

Al de informatie werd samengebracht in een waterbalansmodel o.b.v. volumes per dag voor de periode van 1/1/2005 t.e.m. 31/12/2019 en dit per (deel)stroomgebied en type waterlichaam of waterbron: oppervlaktewater, grondwater, hemelwater en ander water. Er werd ook aangegeven waar de totale hoeveelheid water per beschouwd gebied van afkomstig is: van de neerslag en van de waterloopdebieten die opwaarts het gebied instromen; en welke hoeveelheid water het gebied uitstroomt (naar afwaarts). De waterbalans dient daarbij te sluiten: een deel van de totale hoeveelheid water dat via neerslag en opwaartse en zijwaartse instroom het gebied instroomt verdwijnt via ofwel verdamping, ofwel uitstromende debieten, ofwel verbruik van water door de verschillende sectoren. Een deel van het gebruikte water wordt effectief ‘verbruikt’. Een ander deel komt terug beschikbaar, eventueel in aangepaste vorm, zoals bijvoorbeeld het geval is voor koelwatergebruik en water dat omgezet wordt in afvalwater. Als deze deelcomponenten werden zo gedetailleerd als mogelijk in kaart gebracht, en dit per deelstroomgebied. Verdere aggregatie naar ruimere gebieden zoals stroomgebieden, bekkens, provincies en andere zones zoals de kustzone is ook mogelijk.

De waterbalans dient om in deze opdracht een grootteorde beeld te krijgen van de ruimtelijk en temporeel variabele waterbeschikbaarheid en eventuele tekorten. Hetzelfde model zal ook gebruikt worden voor bepaalde scenario-analyses. Binnen deze opdracht wordt het gebruikt om de waterkwantitatieve effecten (invloed op waterbalansen) in te schatten van de acties en maatregelen die in een reactieve context nuttig zijn. Het model is deels ook bruikbaar voor langetermijnplanning (proactief droogtebeheer) maar zulk gebruik is niet het doel van deze opdracht.

De waterbalans bestaat uit verschillende componenten:

- Neerslag
- Evapotranspiratie
- Neerslagafstroming naar waterlopen en waterbeschikbaarheid in waterlopen, opgedeeld in:
 - Snelle afstroming (oppervlakteafstroming, drainage, hypodermische afstroming)
 - Trage ondiepe grondwaterafstroming

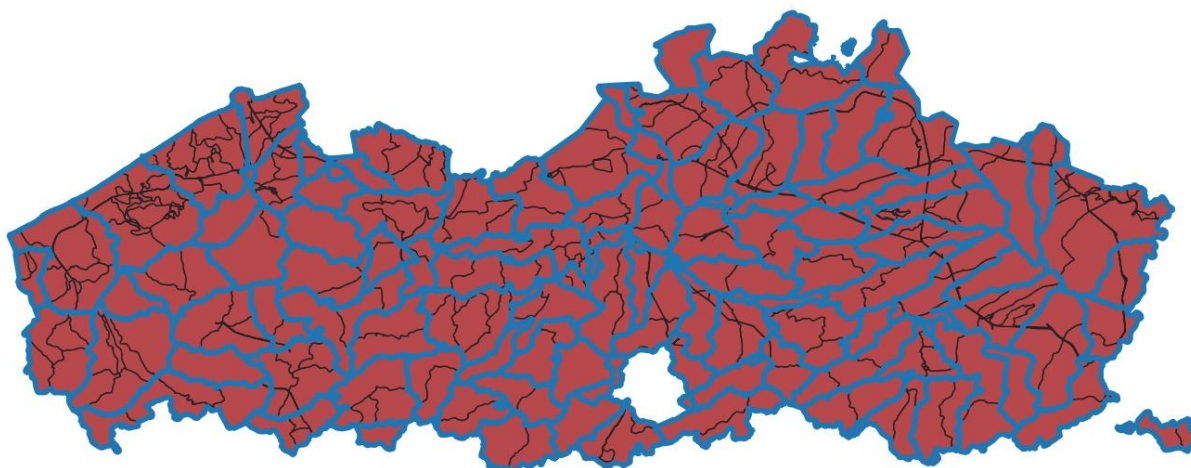
- Infiltratie en grondwaterbeschikbaarheid
- Regenwaterafstroming van verharde zones
- Waterverbruik voor verschillende sectoren, deelsectoren en toepassingen (in zoverre dit zinvol opgedeeld kan worden o.b.v. de huidige kennis) en opgedeeld per type waterbron:
 - Oppervlaktewater (OW) in waterlopen
 - Freatisch en gespannen grondwater (GW)
 - Hemelwater in hemelwaterputten (HW)
 - Ander water (AW), d.i. vooral hergebruikt effluentwater
- Effluentlozingen RWZI's en bedrijven
- Instroom van opwaarts (dat opwaarts Vlaanderen of het deelstroomgebied via waterlopen instroomt)
- Uitstroom naar afwaarts (dat afwaarts Vlaanderen of het deelstroomgebied via waterlopen uitstroomt)

Binnen deze opdracht werd er een stapsgewijze aanpak gevolgd, waarbij eerst op een tijdsefficiënte manier een eerste inschatting werd gemaakt; daarna werd er – mede op basis van alle inputs die wij van de verschillende belanghebbenden ontvangen hebben – verder verfijnd. Bedoeling was om de verschillende stappen bij de opmaak van het afwegingskader al zo snel mogelijk te kunnen doorlopen o.b.v. deze eerste inschattingen, om daarna verder te verfijnen. Uiteraard was het niet haalbaar om binnen deze opdracht voor gans Vlaanderen alle lokale details te beschouwen. In de toekomst kunnen deze details nog verder toegevoegd worden, naarmate ze – o.a. via specifieke studies – beschikbaar komen. Ook waren niet voor alle waterbalanscomponenten meetdata beschikbaar zijn voor de ganse geselecteerde tijdsperiode vanaf 2005. De hydrologische deelmodellen werden voor de ganse tijdsperiode (zelfs voor een langere periode: 1985-2019) gesimuleerd, maar de data zoals deze van de lozingen en de onttrekkingen waren soms enkel voor de recente jaren beschikbaar. Dit laatste is echter geen probleem aangezien het de bedoeling was om een beeld te krijgen van de waterbalansen voor de huidige situatie. De debietdata van de recente jaren voor lozingen en watergebruiken werden dus toegepast over de ganse beschouwde tijdsperiode. De hydrologische modelsimulaties hadden immers vooral als doel om d.m.v. een voldoende lange historische periode de lange-termijn natuurlijke variabiliteit en de invloed ervan op de lange-termijn statistieken in te kunnen rekenen. Om correcte lange-termijn statistieken te kunnen bekomen voor het huidig klimaat, kunnen later (buiten deze opdracht) voor de langere historische periode 1900-2019, op de historische tijdreeksen van neerslag en potentiële evapotranspiratie voorafgaand aan de hydrologische modelsimulaties trendcorrecties worden toegepast. Deze trendcorrecties werden recent door Sumaqua voor VMM doorgevoerd (Ntegeka et al., 2017), waarbij niet enkel de gemiddelde tijdreekswaarden werden aangepast maar ook de voorkomingsfrequenties van natte en droge perioden (per maand van het jaar) en de neerslagintensiteiten i.f.v. de voorkomingsfrequentie of terugkeerperiode. Binnen deze opdracht werden de statistieken gebaseerd op de historische periode 2005-2019; op deze recente periode hoeven uiteraard geen trendcorrecties worden toegepast. Voor de pilootgebieden Limburg en kust werden in de eerdere waterbalansstudies de perioden (1985-)1990-2018(-2019) (Limburg) en 2003-2007 (Kust) beschouwd. De resultaten voor de kust werden in deze opdracht uitgebreid t.e.m. 2019. Voor alle gebieden konden er daardoor resultaten gerapporteerd worden voor de langere historische periode 2005-2019.

Uiteraard kan via maatregelen of evolutie zowel het wateraanbod als de watervraag wijzigen in de tijd, maar hier werden ze eerst bepaald voor de huidige situatie.

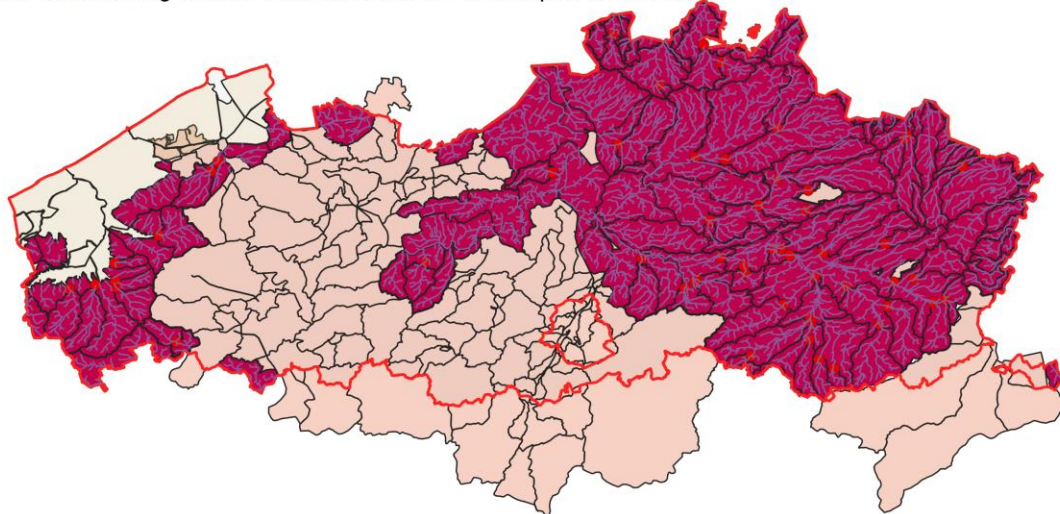
Wat de tijdstap betreft, werd het waterbalansmodel opgemaakt met een tijdstap van een dag, maar niet alle waterbalanscomponenten zijn met die hoge tijdsresolutie gekend. De meeste wateraanbodcomponenten zoals neerslagafstromings- en waterloopdebieten konden wel worden ingeschat met een dagelijkse tijdstap, maar vele watervraagcomponenten zijn niet gekend met een dagresolutie. Voor vele captaties en lozingen zijn enkel jaargemiddelde gegevens beschikbaar. Soms zijn er zelfs geen gegevens beschikbaar. In deze gevallen worden er veronderstellingen gemaakt, bijvoorbeeld gelijke verdeling van de jaarhoeveelheid over de maanden van het jaar. De tijdsvariabiliteit van de wateraanbodcomponenten is typisch wel veel groter en veel meer bepalend voor het al dan niet optreden van waterschaarste dan de tijdsvariabiliteit van de watervraagcomponenten.

Figuur 111, Figuur 112 en Figuur 113 geven het ruimtelijk detailniveau waarop de waterbalanscomponenten ingeschat werden: voor de deelstroomgebieden en verder geaggregeerd naar de deelbekkens van Figuur 111 voor neerslag, neerslagafstroming en grondwater; voor de waterloopsegmenten van de onbevaarbare waterlopen zoals aangeduid in Figuur 112; voor de panden van de bevaarbare waterlopen en kanalen zoals aangeduid in Figuur 113.

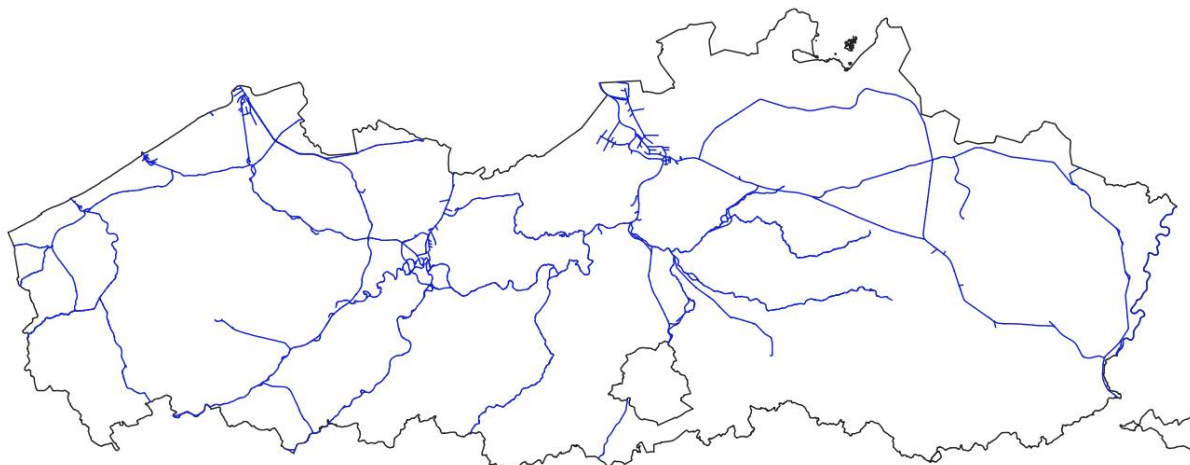


Figuur 111. Deelstroomgebieden (VHA-zones) en deelbekkens beschouwd voor deze opdracht.

- Beschouwde debietmeetstations onbevaarbare waterloopmodellen
- Beschouwde onbevaarbare waterloopsegmenten
- Beschouwde deelstroomgebieden onbevaarbare waterloopmodellen
- Beschouwde poldergebieden
- Beschouwde deelstroomgebieden model bevaarbare waterlopen en kanalen



Figuur 112. Deelstroomgebieden en waterloopsegmenten beschouwd voor deze opdracht voor de onbevaarbare waterlopen; kustpoldergebieden en deelstroomgebieden via model van bevaarbare waterlopen en kanalen staan afzonderlijk aangeduid.



Figuur 113. Netwerk van bevaarbare waterlopen en kanalen beschouwd voor deze opdracht.

De inschatting van zowel het wateraanbod als de watervraag gebeurde voor de huidige klimatologische condities in Vlaanderen o.b.v. recente historische tijdreeksen.

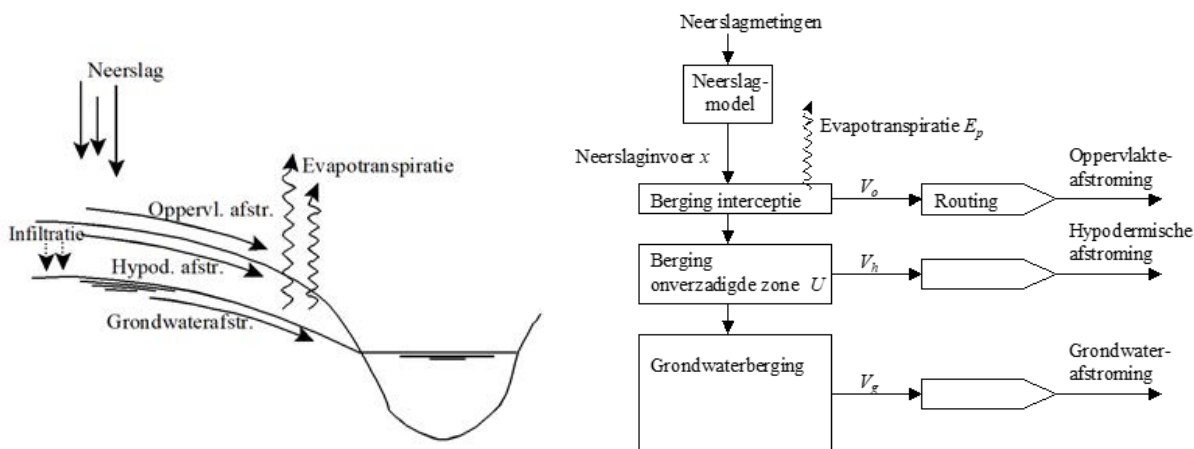
5.1. Wateraanbod

Neerslag en verdamping

Het beschikbare zoetwater is voor een groot deel afkomstig van de neerslag (het ander deel is de opwaartse instroom). Op basis van de metingen van het KMI te Ukkel was de gemiddelde totale jaarneerslag o.b.v. de periode 1981-2010 gelijk aan 852 mm. In 2017-2018-2019 waren deze jaartotalen lager: 749 mm in 2017, 650 mm in 2018, 799 mm in 2019. In 2016 was dit jaartotaal dan weer veel hoger door de zeer natte zomer (vooral einde mei – begin juni): 942 mm. Die jaartotale neerslag is gemiddeld redelijk gelijkmatig verdeeld over de seizoenen: 220 mm in de winter, 188 mm in de lente, 225 mm in de zomer, 209 mm in de herfst, uiteraard opnieuw met sterke tijdsvariaties. Zo bedroeg in 2018 de totale neerslag in de zomermaanden 135 mm. De junimaand, die normaal 72 mm ontvangt, had in 2018 slechts een neerslagtotaal van 16 mm.

Op basis van het gemiddelde van alle Vlaamse waterinfo-pluviografen voor de periode 2005-2019 en beperkt tot de pluviografen met minstens 10 jaar beschikbare meetgegevens bedraagt de gemiddeld jaartotale neerslag 714 mm. Gegeven dat de totale oppervlakte van Vlaanderen 13625 km² bedraagt, komt dit overeen met een jaartotaal van 9726 Mm³ (met een marge van afgerond 7000 tot 12000 Mm³ door de natuurlijke variabiliteit en de ruimtelijke variaties binnen Vlaanderen).

Conform de hydrologie verdampt een groot deel van deze neerslag, stroomt een deel af langs de oppervlakte naar waterlopen – voor een deel via de tussenkomst van rioleringsstelsels – en ander oppervlaktewater, of infiltreert het in de bodem, draagt het daar bij tot het bodemvochtgehalte, of stroomt het via ondergrondse drainage of de onverzadigde zone van de ondergrond naar de waterlopen (de zogenaamde hypodermische neerslagafstroming, ook wel een “interflow” genoemd), of percoleert het naar het grondwater, draagt het dus bij tot de grondwatervoeding, waarvan een deel ook afstroomt naar de waterlopen via grondwaterafstroming (de zogenaamde “baseflow” of basisafvoer in de waterlopen) (Figuur 114).

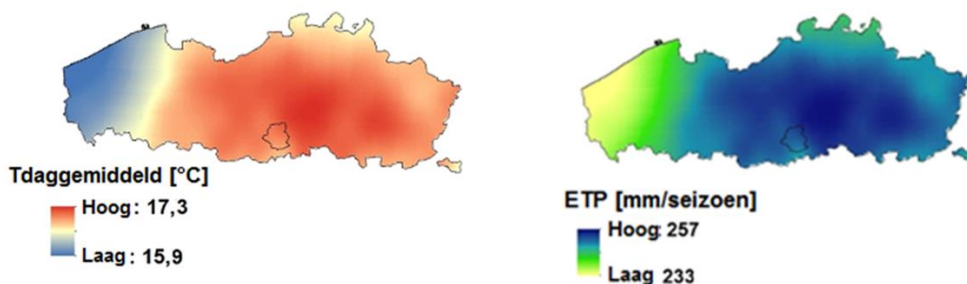


Figuur 114. Hoofdcomponenten van neerslagafstroming (links) en de schematisatie ervan in conceptuele hydrologische modellen en in de waterbalansberekening in deze opdracht (rechts) (naar Willems, 2013).

De precieze verdeling van de neerslag over deze hydrologische deelcomponenten varieert sterk in de tijd en is ook sterk plaatsafhankelijk. De gebiedsverschillen worden daarbij vooral bepaald door de verschillen in bodemtype en landgebruik. Ook topografie en geologie spelen een rol en zijn er beperkte ruimtelijke verschillen in klimaat. De tijdsvariaties worden dan weer vooral bepaald door de seizoenen en de bijhorende tijdsvariaties in vooral temperatuur en verdamping.

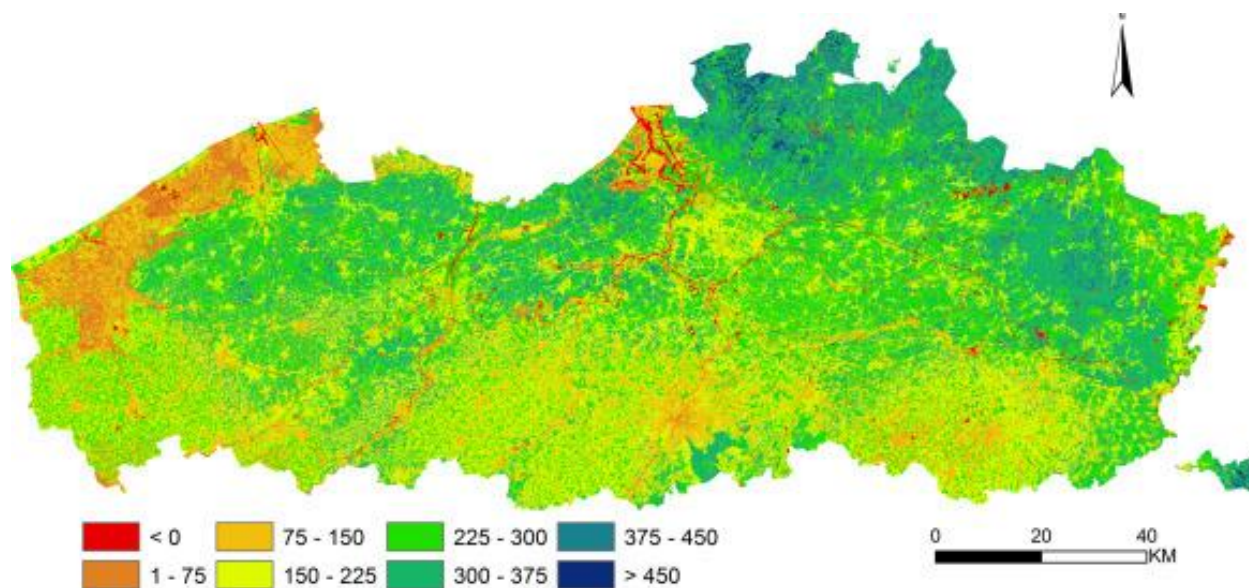
Gemiddeld voor Vlaanderen verdampt ongeveer 63% van de totale hoeveelheid neerslag (= werkelijke evapotranspiratie), d.i. 6127 Mm³/jaar (marge voor ruimtelijke en temporele variabiliteit van afgerond 5000 tot 7000 Mm³). Deze inschatting van de werkelijke evapotranspiratie is gebaseerd op de hydrologische modellen zoals hiervoor bij Hydrologische waterschaarste-indicatoren besproken. Uiteraard is dat percentage sterk afhankelijk van het seizoen. In de zomer is het typisch hoger, gemiddeld 93%, en is er gemiddeld 9% neerslagafstroming langs de oppervlakte. Dit betekent dat er in dat seizoen een netto negatieve gemiddelde grondwatervoeding is, wat aangeeft dat het grondwaterreservoir dan bijdraagt tot de evapotranspiratie. In de winter blijft de oppervlakkige neerslagafstroming nagenoeg dezelfde (7%) maar daalt de evapotranspiratie tot 31% vanwege de lagere temperaturen. Hierdoor is er meer water beschikbaar voor de grondwatervoeding (61%). De grondwatervoeding gebeurt dus vooral tijdens de wintermaanden.

Zowel de neerslag als de temperatuur en verdamping zijn ruimtelijk variabel over Vlaanderen (zie Figuur 115 voor de gemiddelde dagtemperatuur en de potentiële evapotranspiratie).

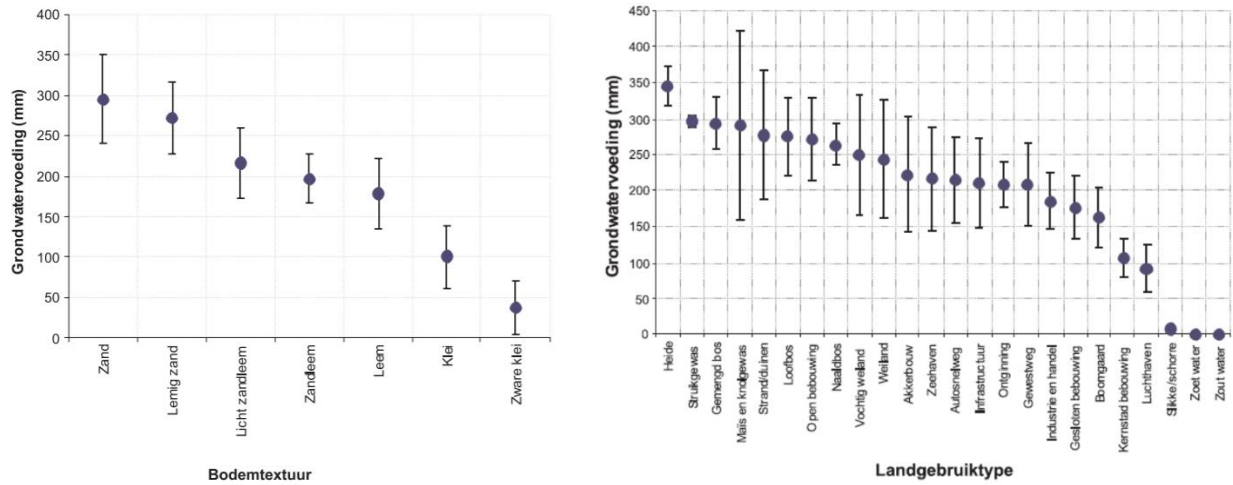


Figuur 115. Ruimtelijke variatie van de daggemiddelde temperatuur en de seizoensgemiddelde verdamping voor het zomerseizoen over Vlaanderen (bron: KU Leuven voor VMM Klimaatportaal Vlaanderen).

De ruimtelijke variaties in jaargemiddelde grondwatervoeding, volgens de studie van Zomlot et al. (2015), staan weergegeven in Figuur 116. Volgens Batelaan et al. (2007) bedraagt ze gemiddeld 222 mm/jaar met een standaarddeviatie van 83 mm/jaar, waarvan gemiddeld 227 mm in de winter en -5 mm in de zomer. Ruimtelijk varieert de jaarlijkse grondwatervoeding tussen -126 mm en 501 mm. Dit wordt in hoofdzaak verklaard door de ruimtelijke verschillen in bodemtextuur (Figuur 117), vooral in het geval van zand- en kleigronden. Voor de lichte bodemsoorten (zand en lemig zand) is de grondwatervoeding vergelijkbaar. Ook voor de iets zwaardere bodems (licht zandleem, zandleem en leem) is de grondwatervoeding vergelijkbaar, met waarden die zich tussen die van de zandige en de kleiige gronden bevinden. Voor klei daalt de grondwatervoeding zeer sterk, naar ongeveer de helft van de waarde van de intermediaire bodemtexturen, en voor zware klei wordt de grondwatervoeding kleiner dan 50 mm/jaar. Ook het landgebruik speelt een rol, vooral via de graad van ondoorlatendheid.



Figuur 116. Ruimtelijke verschillen in jaargemiddelde grondwatervoeding in mm/jaar (Zomlot et al., 2015).



Figuur 117. Verschillen in jaargemiddelde grondwatervoeding voor Vlaanderen i.f.v. bodemtextuur en landgebruikstype (Batelaan et al., 2007).

De bodemtexturen die het meest voorkomen in Vlaanderen zijn leem en zand, respectievelijk 28% en 22%, gevolgd door lemig zand (15%), zandleem (15%), licht zandleem (9%), klei (7,5%) en zware klei (2%). Zoet water en zout water nemen samen 2% van de oppervlakte in beslag. In het noorden van Vlaanderen komt voornamelijk zand en lemig zand voor, in het zuiden vooral leem, het kustgebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van klei, terwijl in de polders (Zee- en Scheldepolders) voornamelijk zware klei voorkomt. Wat landgebruik betreft domineert het agrarisch landgebruik. Iets meer dan de helft van het Vlaamse oppervlak is in gebruik als akkerland of grasland. Hierin is ook het ‘natuurlijk grasland’ inbegrepen dat niet door de landbouw wordt gebruikt, al vormt dit slechts een klein aandeel van de volledige oppervlakte grasland. Iets meer dan 10% van Vlaanderen is bebost. 13% wordt ingenomen door woningen en tuinen. 15% tot 16% van het Vlaamse oppervlak is verhard.

Volgens de hydrologische modellen (zie hiervoor bij de [Hydro\(geo\)logische waterschaarste-indicatoren](#)) loopt van de totale neerslaghoeveelheid boven Vlaanderen van 9726 Mm³/jaar gemiddeld 3599 Mm³/jaar af via neerslagafstroming naar de waterlopen. Een grote fractie ervan (2339 Mm³/jaar) is freatische grondwaterafstroming; dus grondwatervoeding (2626 Mm³/jaar) die via het grondwater traag afloopt naar de waterlopen. Een kleinere fractie (360 Mm³/jaar) loopt snel af naar de waterloop, via de oppervlakte. Via de zogenaamde “interflow”, die voor een groot deel bestaat uit drainage, loopt er gemiddeld 899 Mm³/jaar af. De totale Vlaamse neerslagafstroming die via de verharding aangesloten op de riolering snel afloopt naar rioleringsstelsels en finaal ook in de waterlopen terecht komt, wordt geraamd op gemiddeld 344 Mm³/jaar.

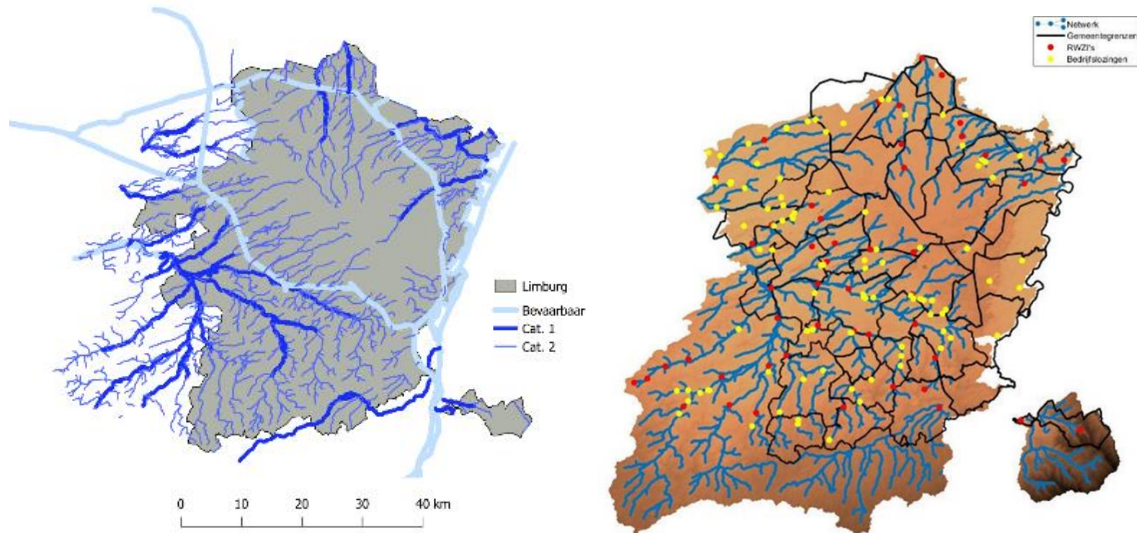
Oppervlaktewater - neerslagafstroming

Het wateraanbod aan neerslagafstroming naar oppervlaktewater wordt gedefinieerd als het regenwater dat na afstroming in waterlopen stroomt en/of opgeslagen wordt in meren of andere waterplassen. Er

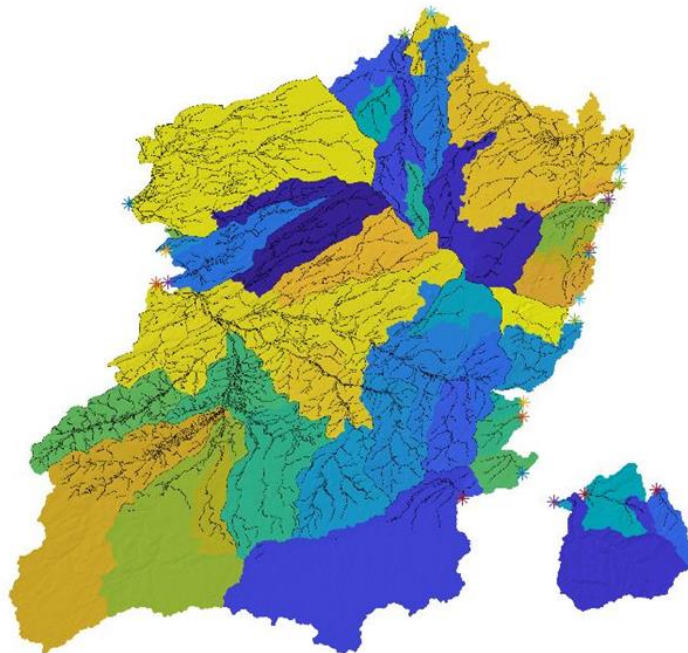
wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende typen waterlopen i.f.v. de waterloopbeheerder (bevaarbaar, onbevaarbaar 1^e, 2^e, 3^e cat.).

In deze opdracht werd dit aanbod per deelstroomgebied op maandbasis ingeschat door de beschikbare debietmetingen aan de debietmeetstations te combineren met beschikbare neerslagafvoer- of hydrologische modellen. Voor de pilootgebieden (provincie Limburg en kustzone) werd de neerslagafstroming voor de snelle en trage deelstromen, de infiltratie en de werkelijke evapotranspiratie voor elk deelstroomgebied en waterloopsegment doorgerekend via hydrologische modellen en dit op dagbasis voor de periode 1985-2019. Voor de andere Vlaamse deelstroomgebieden en waterloopsegmenten gebeurde dat voorlopig via ruimtelijke interpolatie van de beschikbare debietmeetgegevens. Later moet het mogelijk zijn om dat met de bestaande hydrologische modellen uit te breiden. Die modellen hebben het voordeel dat langere tijdreeksen van meteo-gegevens doorgerekend kunnen worden (bv. voor de periode 1967-2019, of zelfs 1900-2019 o.b.v. de meteo-gegevens van Ukkel) en daaruit statistieken afgeleid kunnen worden. Deze statistische informatie laat ook toe om voor de drempelwaarden voorgesteld voor droogte- en waterschaarste-indicatoren na te gaan met welke terugkeerperiode deze over/onderschreden worden. De modellen laten ook toe om scenario's door te rekenen zoals het effect van bepaalde maatregelen, maar ook klimaatscenario's.

Voor de provincie Limburg gebeurde de hydrologische modellering op basis van PDM-modellen die KU Leuven op dagbasis, per deelstroomgebied en specifiek voor de laagwatertoepassing kalibreerden en valideerden (zie ook bij Hydrologische waterschaarste-indicatoren). Voor de bevaarbare waterlopen werd gebruik gemaakt van het MIKE HYDRO Basin model van het WL, dat werd uitgebreid t.e.m. 2019. Figuur 118 en Figuur 119 tonen de deelstroomgebieden en het netwerk van waterlopen waarvoor op dagtijdschaal waterbalansen werden opgemaakt, samen met de locaties van de effluentlozingen (van RWZI's en bedrijven) in Figuur 118 en van de afwaartse uitstroompunten voor het netwerk van onbevaarbare waterlopen in Figuur 119.

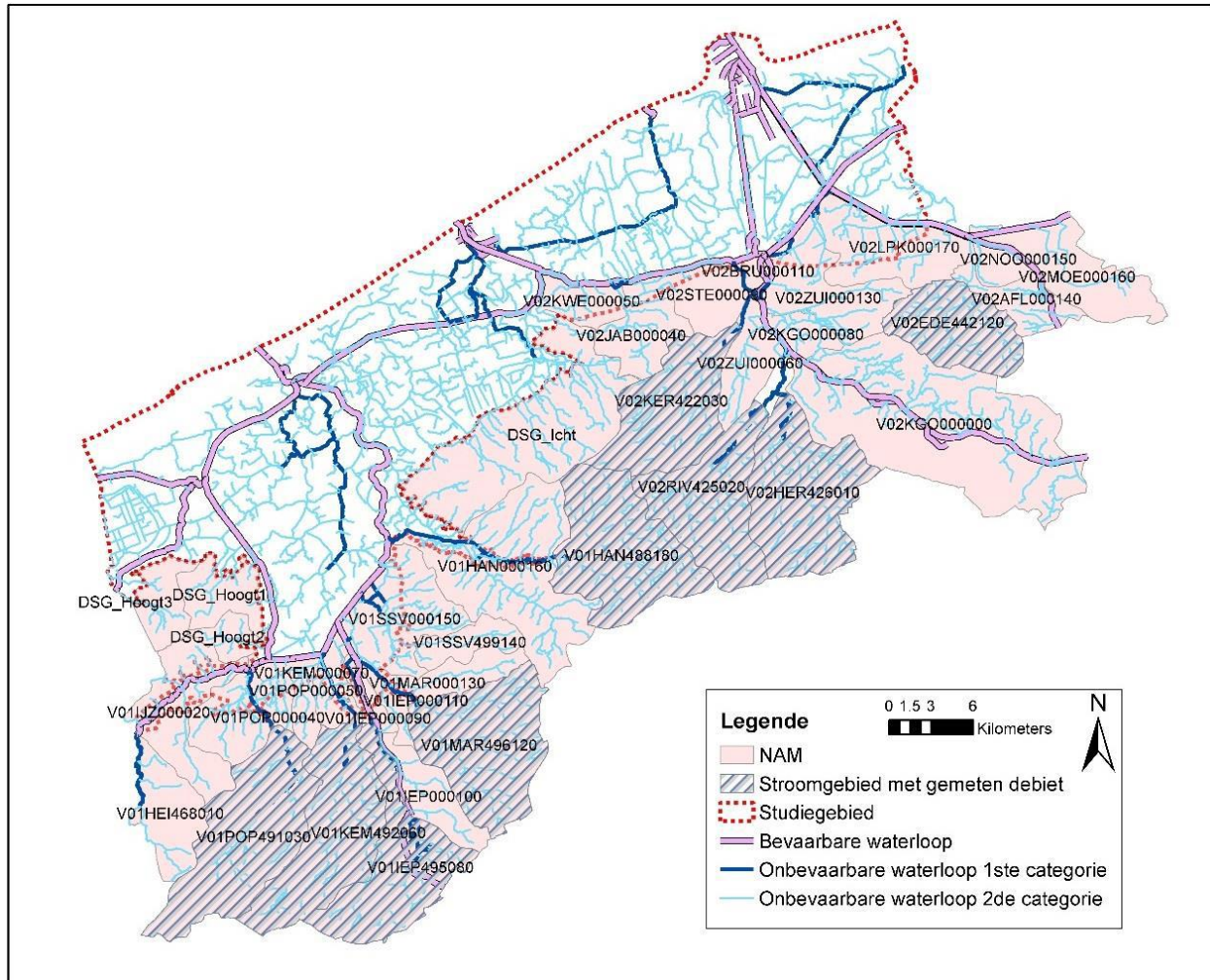


Figuur 118. Waterlopen in het oppervlaktewaterbalansmodel van de provincie Limburg, met aanduiding van de bevaarbare waterlopen, onbevaarbare waterlopen cat.1 en cat.2 (links); en de deelstroomgebieden, netwerk van conceptueel gemodelleerde onbevaarbare waterlopen en locaties van belangrijke lozingen langs deze waterlopen (rechts).



Figuur 119. De beschouwde deelstroomgebieden (bemeten en onbemeten) voor de provincie Limburg, met aanduiding van de locaties van uitstroompunten.

Voor de kustzone werd de opwaartse instroom (vooral van bevaarbare waterlopen en kanalen) ingeschat via het neerslagafvoermodel NAM dat eerder werd gekalibreerd binnen de WL-opdracht “Waterbeschikbaarheidsmodellering en -allocatiestrategieën in het stroomgebied van de Schelde” (Crespo del Granado et al., 2017) (Figuur 120). Voor de bemeten deelstroomgebieden (gearceerde gebieden in Figuur 120) werd de debietmeting gebruikt en voor de andere onbemeten deelstroomgebieden werd het NAM-modelresultaat gebruikt.



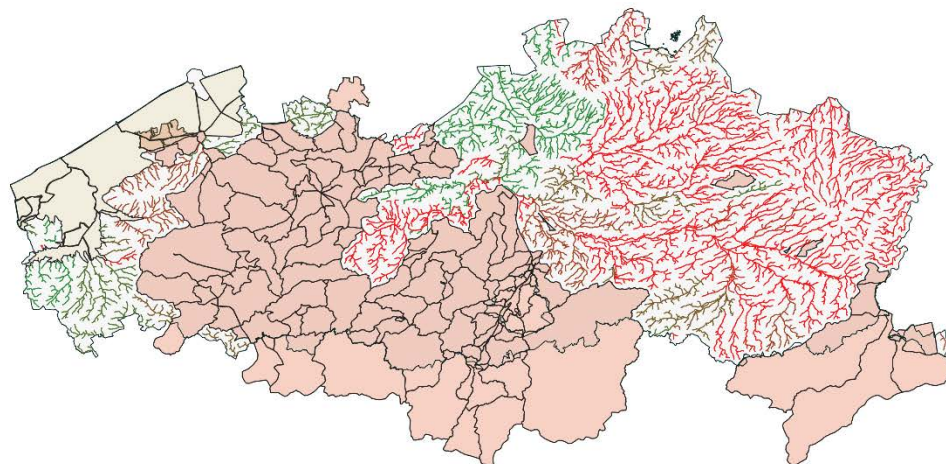
Figuur 120. Kustzone, met aanduiding van de opwaartse stroomgebieden van waaruit de instroom kon afgeleid worden via NAM-modellen beschikbaar bij het WL (waterbalansstudie kust).

Voor de rest van Vlaanderen, toont Figuur 121 een voorbeeldresultaat van het maandvolume in juli 2018, op basis van een ruimtelijke interpolatie van de beschikbare debietmeetgegevens, proportioneel met de toevoerende neerslagafstromingsoppervlakte per locatie langs het beschouwde netwerk van onbevaarbare waterlopen. De beschouwde debietmeetstations staan aangeduid in Figuur 112. In Figuur

122 zijn de 90-percentielwaarden weergegeven o.b.v. de periode 2005-2019; deze (en voor andere percentielwaarden) werden gebruikt om met de ecologisch minimale debieten te vergelijken.

Percentiel maandvolume

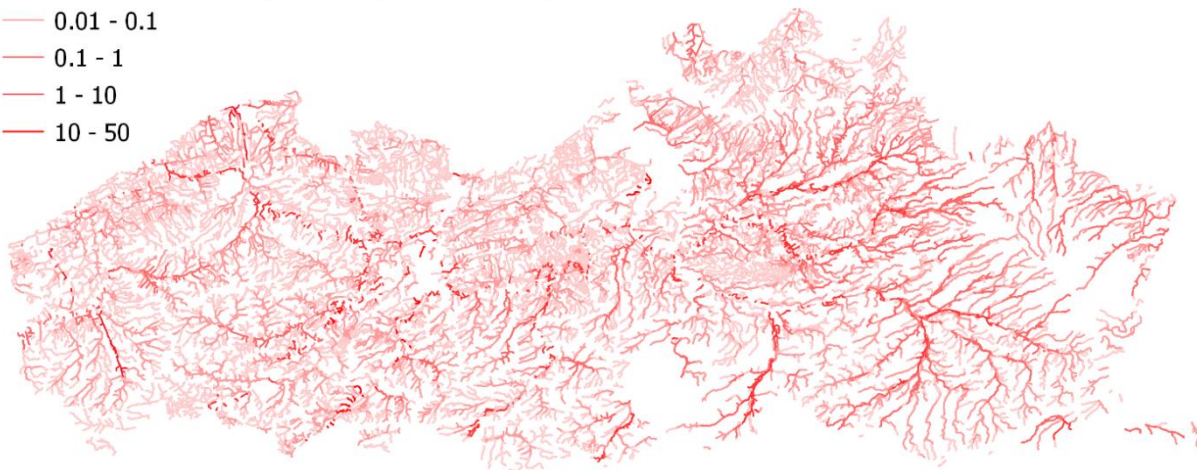
- < 1%
- 1-5 %
- 5-10 %
- 10-20%
- 20-30%
- >= 30%
- Polders
- Bevaarbare waterlopen



Figuur 121. Percentielwaarden voor het maandvolume in juli 2018, voor het beschouwde netwerk van onbevaarbare waterlopen.

0.0 - 0.01 90th percentile (2005-2019) m³/s

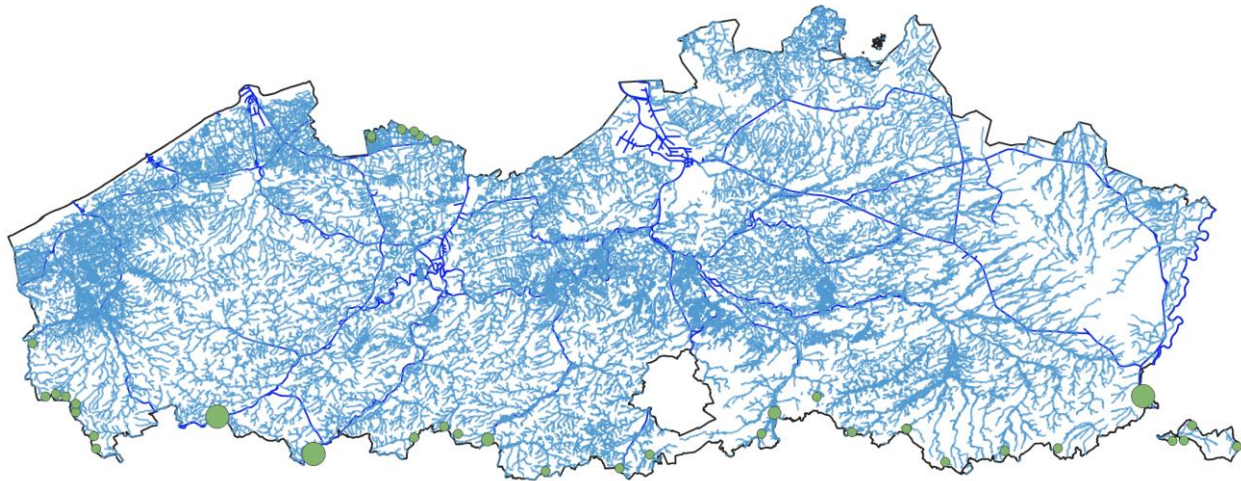
- 0.01 - 0.1
- 0.1 - 1
- 1 - 10
- 10 - 50



Figuur 122. 90-percentielwaarden van de waterloopdebieten o.b.v. de periode 2005-2019.

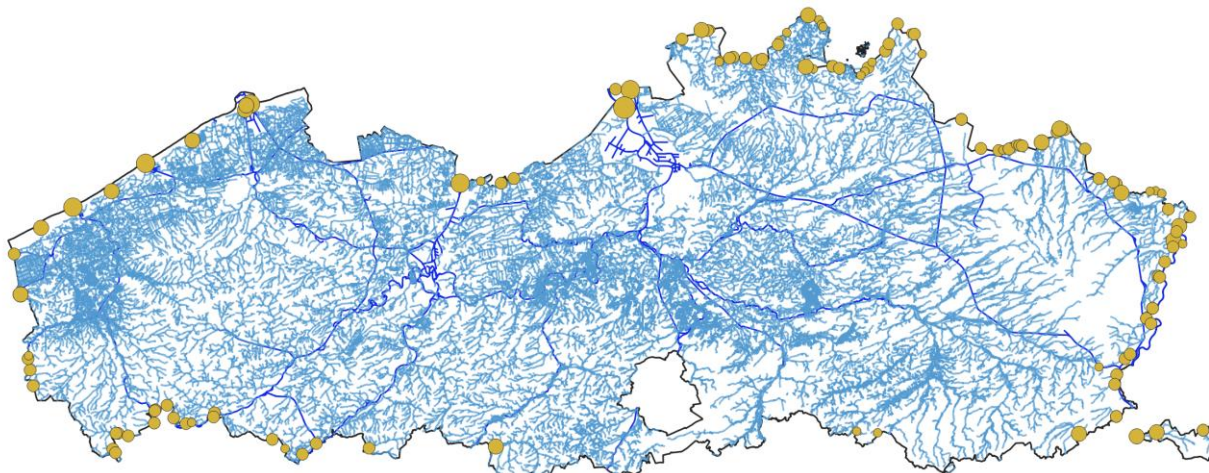
In deze kwantificering van het oppervlakteaanbod werd rekening gehouden met de instroomdebieten via waterlopen aan de grens met Wallonië en Frankrijk; zie de voornaamste locaties in Figuur 123. Uiteraard is deze instroom sterk afhankelijk van het watergebruik in de zomer in deze naburige regio's. In een correcte systeemanalyse zou men dus het Vlaamse waterbeheer geïntegreerd met het waterbeheer in deze naburige regio's moeten analyseren. Dit werd in de huidige opdracht niet gedaan; aan de grenzen werd rekening gehouden met de recente historische waarnemingen en voor de scenario-berekeningen werden de debieten aan de grenzen proportioneel met de debietsimulatie resultaten van de

aangrenzende Vlaamse deelstroomgebieden verondersteld. De totale instroom in Vlaanderen wordt geraamd om een gemiddelde van 2602 Mm³/jaar (marge van 2200 tot 3700 Mm³/jaar) indien de instroom van de Grensmaas niet wordt meegeteld. De Grensmaas heeft een gemiddeld doordebiet op de grens met Vlaanderen van 6740 Mm³/jaar. Wanneer dit laatste debiet meegeteld wordt, komt het totaal gemiddeld instroomdebiet op 9342 Mm³/jaar. Hiervan stroomt gemiddeld 916 Mm³/jaar Vlaanderen binnen via de Bovenschelde, 795 Mm³/jaar via de Leie en 630 Mm³/jaar via het Albertkanaal vanuit de Maas. De instroomdebieten langs de andere waterlopen zijn een grootteorde kleiner.



Figuur 123. Voornaamste locaties van debietinstroom in Vlaanderen (en locaties debietmeetstations gebruikt voor de inschatting van de instroom).

Verder is er de debietuitstroom uit Vlaanderen; zie de voornaamste uitstroompunten in Figuur 124. Deze is vooral groot naar de Noordzee langs de Zeeschelde, inclusief de uitstroom langs de sluisen in de Haven van Antwerpen, naar de Noordzee langs de kust, en langs het kanaal Gent-Terneuzen (en de sluisen van Terneuzen) naar Nederland. Ook is er beperktere uitstroom naar Nederland in het noorden van het Meetjesland, in de Vlaamse deelstroomgebieden in het Maasbekken (uitstroom ten noorden van de Provincie Antwerpen en ten noordoosten en oosten van de provincie Limburg) en enkele eerder kleine deelstroomgebieden ten zuiden van het IJzerbekken. De totale debietuitstroom uit Vlaanderen wordt geraamd op een gemiddeld jaarvolume van 11 965 Mm³/jaar, waarvan 6740 Mm³/jaar langs de Grensmaas, 3137 Mm³/jaar langs de Zeeschelde (inclusief 450 tot 500 Mm³/jaar langs de sluisen en afvoerkanalen vanuit de dokken van de Haven van Antwerpen), 1200 Mm³/jaar naar de Noordzee langs de kust, 819 Mm³/jaar via het kanaal Gent-Terneuzen en de sluisen van Terneuzen. De uitstroom langs de kust gebeurt vooral via de Ganzepoot te Nieuwpoort (gemiddeld 352 Mm³/jaar), in Oostende vanuit het kanaal Gent-Oostende (gemiddeld 200 - 250 Mm³/jaar) en in Zeebrugge vanuit het Boudewijnkanaal en het Leopoldkanaal (gemiddeld 150 - 200 Mm³/jaar).



Figuur 124. Voornaamste locaties van debietuitstroom uit Vlaanderen.

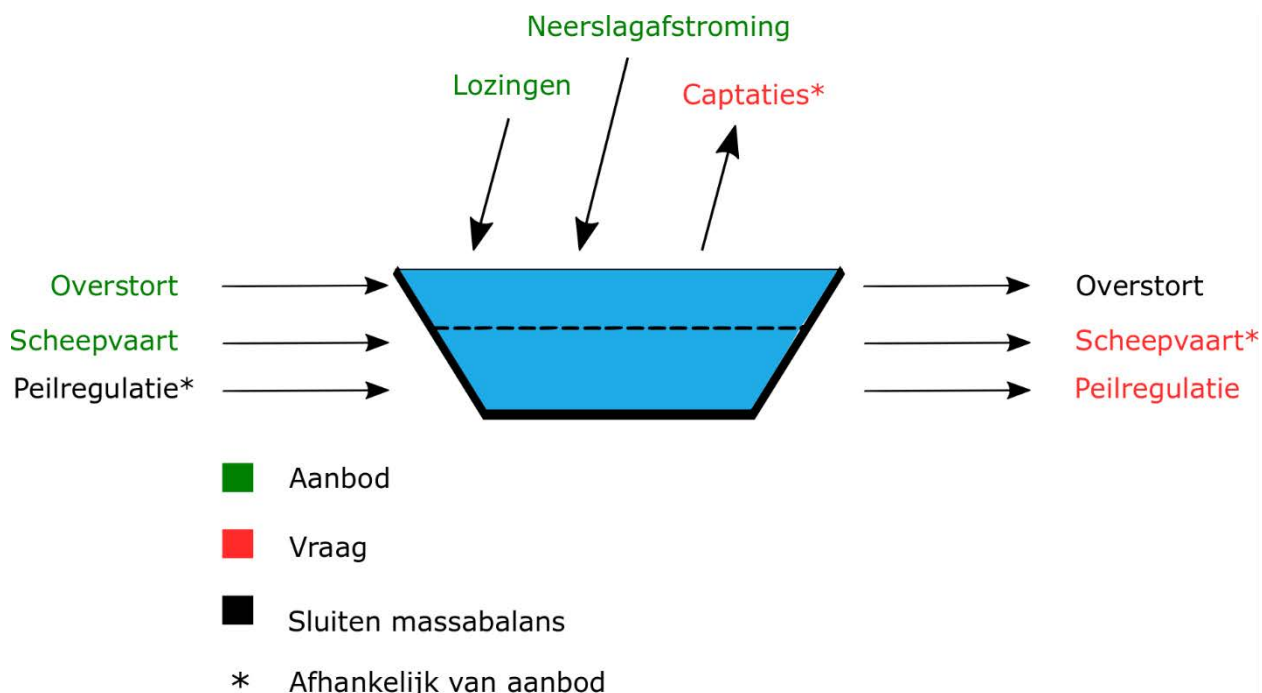
Verder kunnen waterlopen water verliezen door infiltratie via de kanaal- of waterloopbedding, alhoewel dit geen echt verlies betreft vermits het bijdraagt tot de grondwatervoeding. Tijdens warme, droge periodes kunnen ook evaporatieverliezen belangrijk worden. Deze effecten zijn niet afzonderlijk gekwantificeerd maar intrinsiek ingerekend in de kwantificering van de waterloopdebieten, aangezien zij gebaseerd zijn op de debietmetingen aan de debietmeetstations; het effect van de verliezen langs de waterloop is mee vervat in de debietmeting. Berekeningen van het WL (Boeckx et al., 2019) gaven aan dat er tussen juli en november 2018 in de bevaarbare waterlopen en kanalen in het westen van Vlaanderen gemiddeld 4.4% van het beschikbare volume in de waterloop verdampte, 6.7% in het centrum en 1.8% in het oosten. Tijdens de hittegolfperiode van eind juli - begin augustus 2018 liep dat op tot meer dan 20% voor het centrum en 5% in het oosten. Effecten van lozingen en onttrekkingen langs de waterloop en verdampingsverliezen in het hydrologisch stroomgebied worden wel ingeschat (zie verder).

Oppervlaktewater – waterlopen en kanalen

De debieten in waterlopen en kanalen worden naast de neerslagafstroming ook sterk bepaald door de hydraulische regelingen langs de waterlopen en kanalen. Voor de bevaarbare waterlopen werd dit ingerekend in het MIKE HYDRO Basin model. Voor zowel de onbevaarbare als bevaarbare waterlopen zijn er gedetailleerde volledig hydrodynamische modellen beschikbaar waar die hydraulische regelingen ook gedetailleerd in gemodelleerd worden, maar het gebruik van die modellen is niet haalbaar in de context van deze opdracht. Voor de onbevaarbare waterlopen kan het effect van de hydraulische regelingen op de debieten meestal verwaarloosd worden of anders wordt het intrinsiek ingerekend in de bepaling van de debieten op basis van de debietmetingen. Voor de bevaarbare waterlopen is het effect van de sluisen en stuwen naast de sluisen wel ingerekend.

In deze opdracht werden voor alle waterlooptakken of kanaalpanen de waterbalans samengevat via een conceptuele beschrijving. Dit is voor alle waterlooptakken en kanaalpanen zoals aangeduid in Figuur 112 en Figuur 113. Deze conceptuele beschrijving houdt rekening met de uitwisseling van water tussen de verschillende panden van bevaarbare rivieren en kanalen in Vlaanderen, maar ook met Wallonië en

Noord-Frankrijk. Het aanbod van water is afkomstig van neerslag, welke na afstroming de waterlooptakken of panden voedt en dit zowel voor de onbevaarbare waterlopen als de bevaarbare waterlopen. Het debiet van de onbevaarbare waterlopen mondt afwaarts vaak uit in de bevaarbare waterlopen. Naast de neerslagafstroming is een kleiner deel van het wateraanbod afkomstig van lozingen op het oppervlaktewater. Water kan het systeem verlaten via verschillende oppervlaktewatercaptaties van bijvoorbeeld industrie en landbouw die water nodig hebben voor hun operationele werking of ter bevloeiing van natuurgebieden. Een tweede manier waarop water uit het netwerk verdwijnt, is het uitmonden in de zee, of lozen van gebruikers buiten het studiegebied (bv. buiten Vlaanderen of het beschouwde deelstroomgebied) of in een ander watersysteem (bv. onttrekking uit een waterloop, maar lozing van het geproduceerd afvalwater in de riolering). Ter hoogte van de sluizen zijn telkens nieuwe panden gedefinieerd. Ter hoogte van die locaties gebeurt de uitwisseling van watervolumes op basis van schuttingsdebieten ten behoeve van de scheepvaart, en het gebruiken van omloopriolen en pompstations voor het handhaven van de streefpeilen op de verschillende panden. Figuur 125 toont het schema van de waterbalans dat per waterlooptak of kanaalpand beschouwd werd.



Figuur 125: Schematische voorstelling van de waterbalans beschouwd per waterlooptak of kanaalpand.

Water kan dus een waterlooptak of kanaalpand binnenstromen wanneer:

- Het geloosd wordt door bijvoorbeeld industrie, RWZI's of andere.
- Een andere waterloop uitmondt in het pand of het pand via neerslagafstroming van een deelstroomgebied gevoed wordt.
- Scheepvaartbewegingen van opwaartse panden naar het betreffende pand schuttingsdebieten veroorzaken.

- Water doorstroomt van opwaartse waterlooptak(ken) of geloosd wordt van opwaartse pand(en) (staat in de figuur aangeduid als “overstort”).

Water kan uit een waterlooptak of kanaalpand verdwijnen of onttrokken worden door:

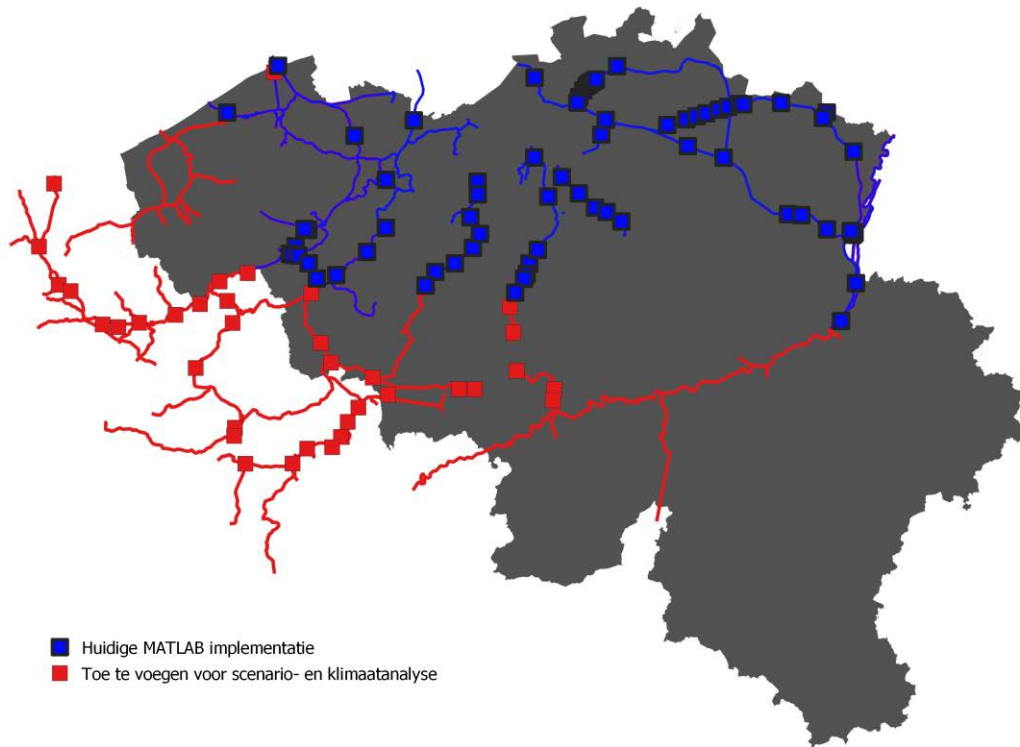
- Eventuele captaties van voornamelijk industrie en landbouw, soms ook voor inname in natuurgebieden.
- Schuttingsdebieten van scheepvaart naar het afwaartse pand.
- Doorstroomdebiet naar de afwaartse waterlooptak(ken) en/of de watervraag voor het handhaven van de streefpeilen in de afwaartse panden.

Deze waterbewegingen veroorzaken een variatie van het waterpeil. Voor de niet gestuwde waterlopen is deze rechtstreeks afhankelijk van het waterloopdebiet en dus van de opwaartse neerslagafstroming. Voor de gestuwde waterlopen en kanaalpanden kan het streefpeil enkel gehandhaafd worden mits volgende bijkomende volume-uitwisselingen:

- Aanvoer van water naar het pand vanuit opwaartse panden bij een daling onder het streefpeil.
- Overstorten van overtollig water naar afwaartse panden bij een stijging boven het streefpeil.

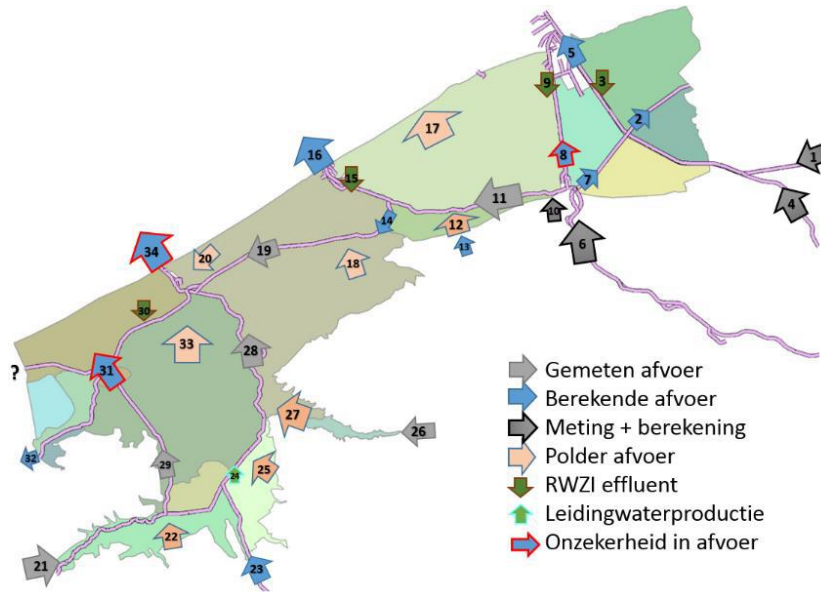
De debieten die in het model worden gesimuleerd, zijn gebaseerd op een rondvraag bij de verschillende waterloopbeheerders en andere inputs ontvangen van de belanghebbenden bij deze opdracht. Ze zijn beschikbaar voor verschillende periodes en met verschillende graad van detail en resolutie (tijds- en ruimtelijke resolutie). Neerslagafstroming wordt op dagbasis gemodelleerd en ook lozingen van RWZI's, drinkwaterproductie en de schuttingsdebieten ten gevolge van de scheepvaart zijn vaak op dagbasis beschikbaar. De schuttingsdebieten werden hierbij bepaald op basis van datalogs van de scheepvaarbewegingen aan de verschillende sluizen. Overige captaties werden meestal aangeleverd per jaar.

Figuur 126 geeft de locaties weer van de waterloop- en kanaalpanden beschouwd in het conceptueel model van het bevaarbare waterlopen- en kanalennetwerk dat KU Leuven momenteel opbouwt voor De Vlaamse Waterweg i.s.m. het Waterbouwkundig Laboratorium, en dat als basis voor deze opdracht gebruikt werd.

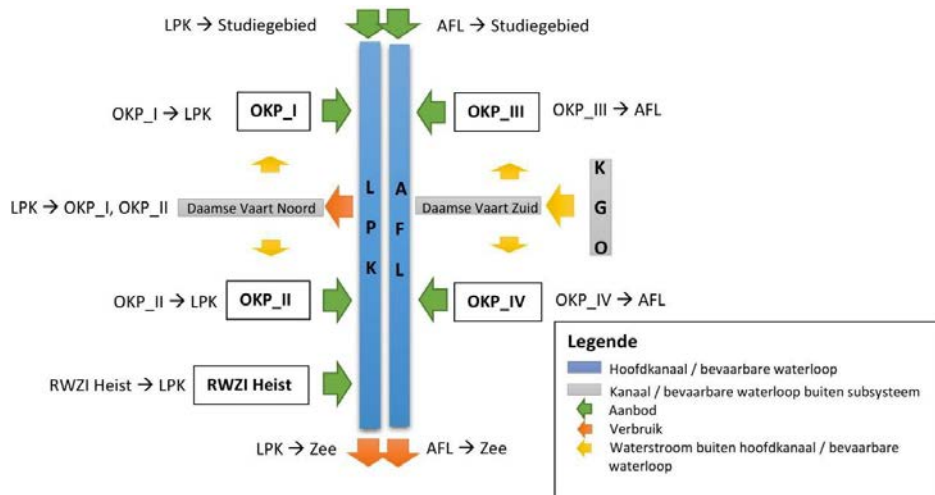


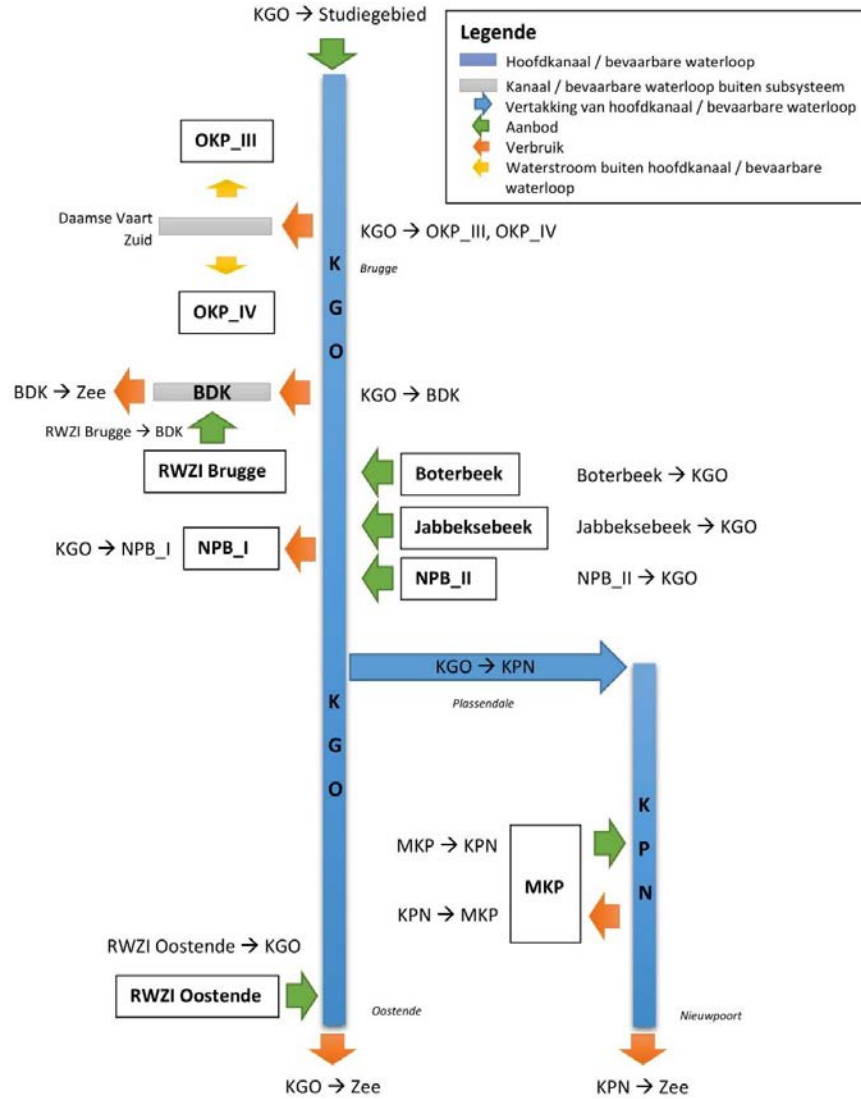
Figuur 126: De kanaalpanden beschouwd in het conceptueel model van de bevaarbare waterlopen- en kanalen, voor de huidig gemodelleerde kanaalpanden en de toekomstig geplande uitbreidingen.

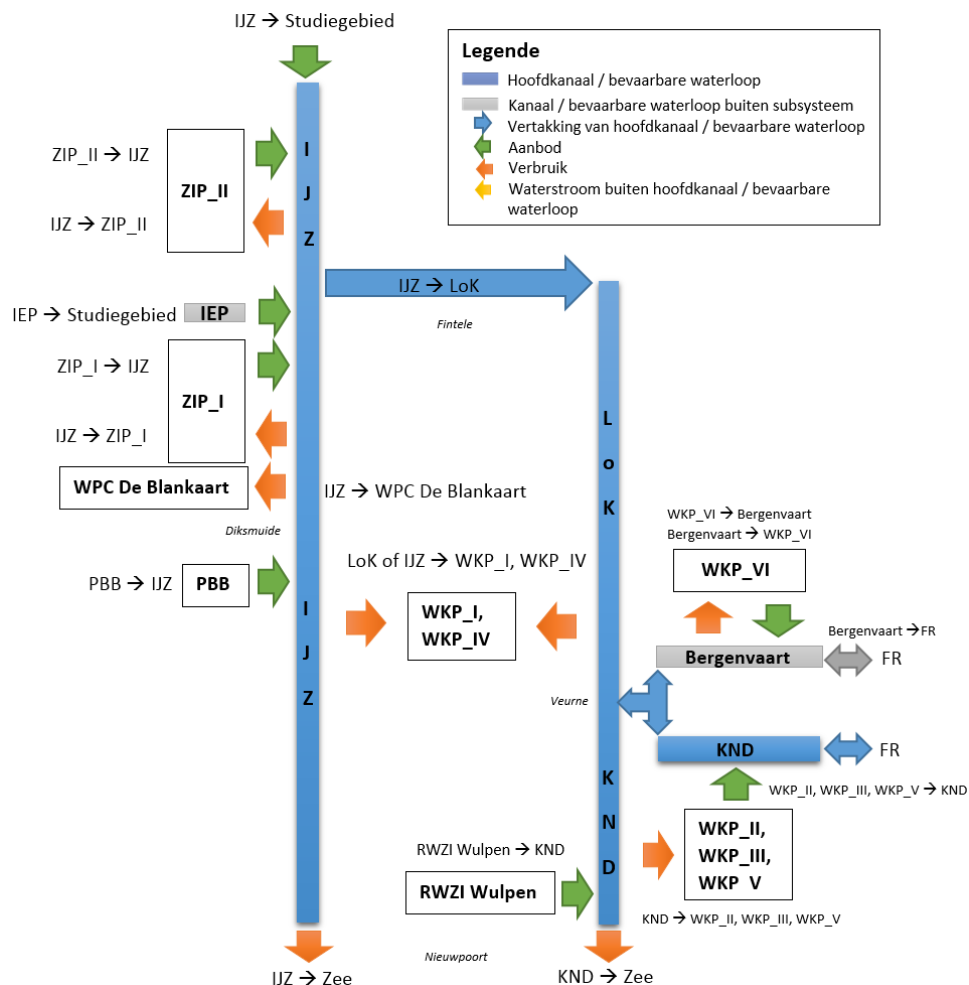
Voor de kustzone werd ook het netwerk van bevaarbare waterlopen in rekening gebracht, maar de werking van de hydraulische structuren werd niet expliciet gemodelleerd. Het netwerk werd beschouwd om de waterbalansen te bepalen voor elk van de waterlooptakken (Figuur 127). Figuur 128 schematiseert de deelsystemen in het oosten, midden en westen van de kustzone.



Figuur 127. Bevaarbare waterlopenstelsel beschouwd voor de kustzone (waterbalansstudie kust).







Figuur 128. Schema's van de drie deelsystemen van bevaarbare waterlopenstelsel beschouwd voor de kustzone: oostelijk deel, centraal deel, westelijk deel (waterbalansstudie kust).

Oppervlaktewater – DWA en grijswater

De RWZI- en bedrijfslozingen dragen bij tot de oppervlaktewaterbeschikbaarheid in de waterlopen, maar kunnen ook gebruikt worden voor andere toepassingen. Het grootste deel van het geproduceerde effluentwater door bedrijven en RWZI's wordt effectief geloosd. Een beperkt deel ervan wordt als "ander water" verbruikt (ook grijswater of effluentwater genoemd; en is dus een waterbron naast leidingwater, oppervlaktewater, grondwater en hemelwater). Dit water komt dan niet langer in de waterloop terecht.

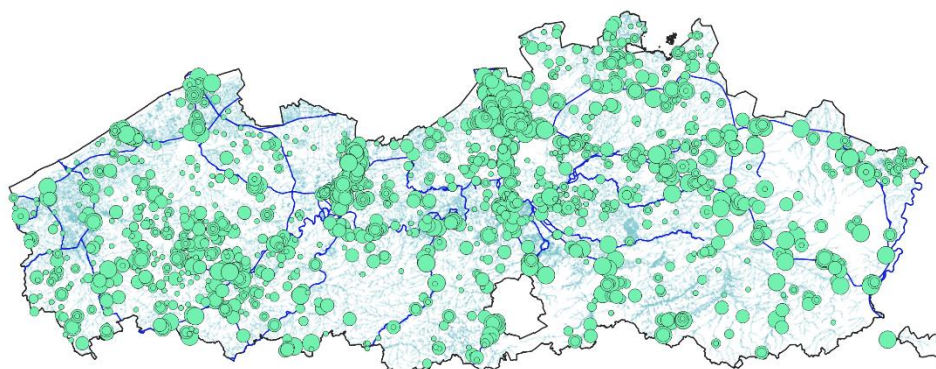
Eén van de mogelijkheden is gebruik van effluentwater van bedrijven en RWZI's in de land- en tuinbouw. Momenteel kan dit water enkel voor irrigatiedoeleinden beschikbaar gesteld worden wanneer hiervoor een grondstofverklaring van OVAM werd verkregen. Deze verklaring verschaft informatie over de kwaliteit van het effluent. Vaak kan er geen garantie gegeven worden m.b.t. de kwaliteit van dit effluent (vaak een hoog zoutgehalte en/of een hoge bacteriologische druk). Zeer recent (mei 2020) kwam er wel een nieuwe Europese verordening over het hergebruik van gezuiverd afvalwater in de landbouw. Om de gewassen te

vrijwaren, zullen de nieuwe richtlijnen minimum vereisten inhouden voor de kwaliteit van het water, zal er veelvuldig toezicht nodig zijn en zal de bevoegde autoriteit van het hergebruikproject verplicht zijn om een risicobeheerplan op te vragen en te evalueren. De bevoegde instanties in de lidstaten zouden vergunningen verstrekken aan de waterterugwinningsinstallaties (reclamation plants) en het naleven van de richtlijnen opvolgen.

Bij hergebruik in de industrie is er verder de problematiek van op-concentraties. In de te lozen reststroom kunnen bepaalde stoffen immers een te hoge concentratie kennen om het wettelijk gezien nog te kunnen lozen. Dus de beschikbaarheid ervan dient dus met de nodige voorzichtigheid bekeken te worden.

Voor het inschatten van de geloosde hoeveelheden werd in deze opdracht gebruik gemaakt van de emissiegegevens bij VMM voor bedrijven en RWZI's. Deze data geven informatie over het totaalvolume op jaarbasis. Sommige bedrijven leveren jaarlijks hun dagdebieten van een bepaald emissiejaar aan de Dienst Meetnet Afvalwater (DMA). Van andere bedrijven zijn er slechts enkele debieten aanwezig, voornamelijk op de dagen van een heffingscampagne. Verder is er het Integraal Milieujaarverslag (IMJV) dat jaarlijks de gegevens verzamelt over de productie van bedrijfsafvalstoffen in Vlaanderen. Dit gebeurt via een jaarlijkse online aangifte van bedrijven. Deze IMJV-rapporteringen werden gebruikt om in grootteorde de consistentie met de emissiecijfers na te gaan. Figuur 129 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van alle lozingen naar waterlopen. In Figuur 130 zijn de RWZI-lozingen afzonderlijk weergegeven; in Figuur 131 de koelwaterlozingen versus de andere lozingen; in Figuur 132 voor de sectoren recreatie, handel en landbouw.

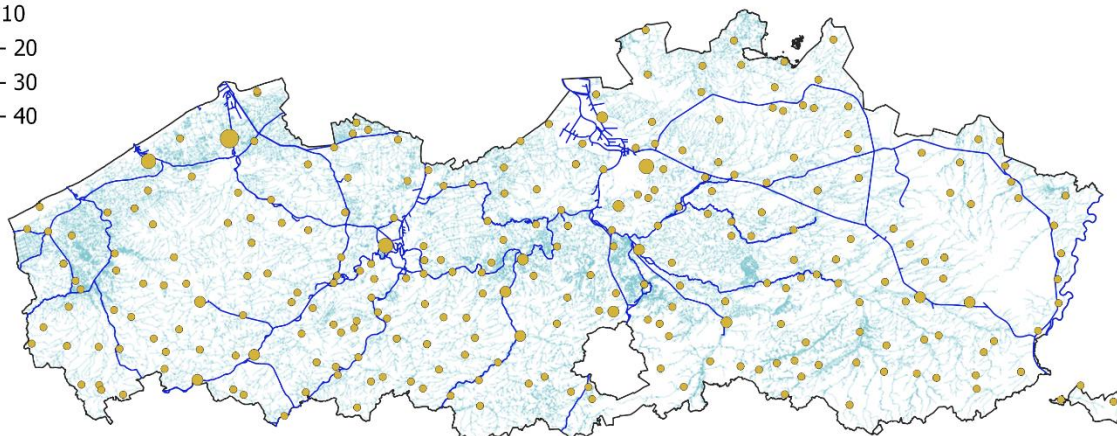
lozingen m³/jr
 0 - 5000
 5000 - 50000
 50000 - 500000
 500000 - 5000000000



Figuur 129. Locaties van alle lozingen naar waterlopen.

jaardebiet Mm^3/jr

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40



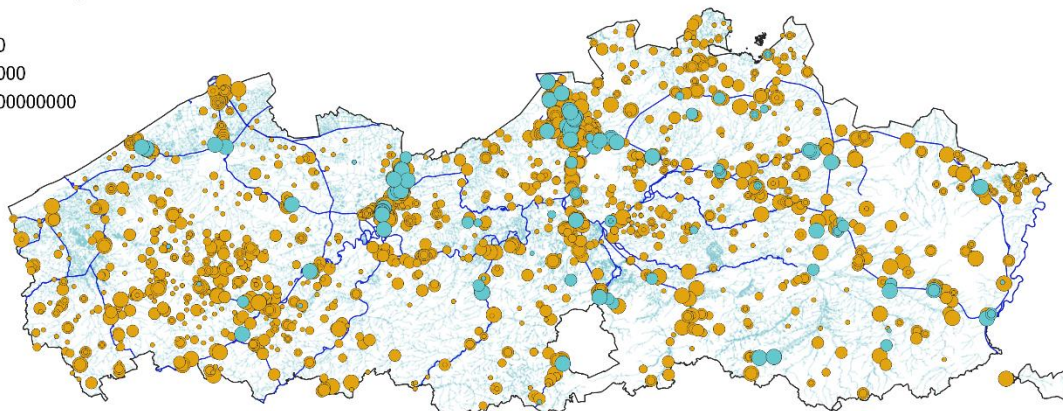
Figuur 130. Locaties van de RWZI-lozingen naar waterlopen.

lozingen-ander water m^3/jr

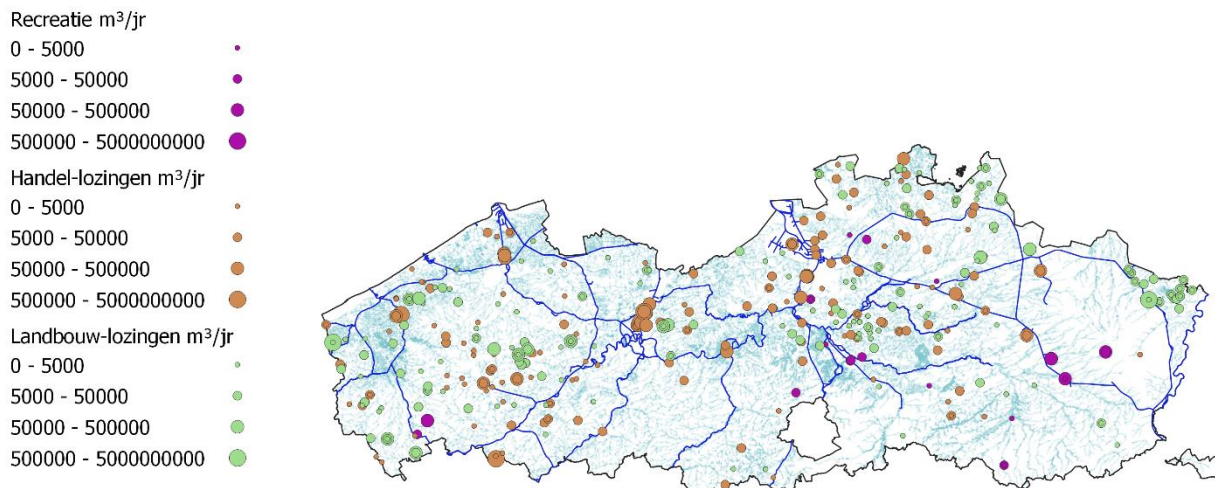
- 0 - 5000
- 5000 - 50000
- 50000 - 500000
- 500000 - 5000000000

lozingen-koelwater m^3/jr

- 0 - 5000
- 5000 - 50000
- 50000 - 500000
- 500000 - 5000000000



Figuur 131. Locaties van de koelwaterlozingen en andere lozingen naar waterlopen.



Figuur 132. Locaties van de lozingen naar waterlopen voor de sectoren recreatie, handel en landbouw.

Volgens inschattingen van Aquafin bedraagt het totaal jaarvolume aan influent voor alle Vlaamse RWZI's samen ca. 845 Mm³/jaar, waarvan ca. 825 Mm³/jaar als gezuiverd afvalwater geloosd wordt en ca. 20 Mm³/jaar overstort. Dit laatste cijfer is gebaseerd op theoretische berekeningen bij de dimensionering. Er zijn metingen van het overstortenmeetnet, maar die metingen zijn niet voor alle overstorten beschikbaar. Ze kunnen wel gebruikt worden om de theoretische schattingen te valideren voor de overstorten waar dergelijke metingen beschikbaar zijn.

In het totaal jaarvolume aan RWZI-influentdebiet (845 Mm³/jaar) wordt geraamd dat 260 Mm³/jaar afkomstig is van afvalwater dat geloosd wordt op rioleringen, 310 Mm³/jaar afkomstig van hemelwater dat afstroomt naar rioleringen en 275 Mm³/jaar van ander water dat in de rioleringen terecht komt. Dat ander water bestaat vooral uit grondwater dat via slecht aansluitende rioolbuizen (verouderde rioleringen of na verzakkingen) instroomt in de rioleringen. Naast dit parasitair water zijn er ook lekverliezen (op plaatsen waar en wanneer het grondwater lager staat dan de rioleringsleidingen) maar die kunnen niet ingeschat worden.

Van het totaal RWZI-debiet wordt momenteel ca. 5 Mm³ structureel hergebruikt als effluentwater: 3 Mm³ door IWVA voor drinkwaterproductie in de Westhoek via infiltratie in de duinen en 2 tot 2,5 Mm³ door bedrijven. Tijdens droogteperiodes wordt er bijkomende effluentwater afgenomen (ca. 0,06 Mm³/jaar). Wat dit laatste betreft stelde Aquafin in 2017 enkele RWZI's open voor ophaling van effluentwater. In de zomer van 2018 was dat het geval voor een 50-tal RWZI's, waar in totaal 117 900 m³ effluentwater werd opgehaald (31 861 m³ in juli 2018 aan 28 RWZI's, via 54 afnemers die gemiddeld 560 m³/maand afhaalden, min. 5 m³/maand en max. 2 600 m³/maand) en 63 000 m³ in 2019. Sinds 2019 werkt Aquafin voor irrigatietoepassingen binnen het instrument van de grondstoffenverklaring die verleend is voor 2 jaar en voor in theorie ca. 200 zuiveringsinstallaties. In 2019 werden er hiervan een 40tal RWZI opengesteld voor afname (de installaties moeten nl. ook technisch uitgerust zijn om dit op een veilige manier te laten

gebeuren). De transporten die gepaard gaan met de ophaling zorgen er wel voor dat ze niet altijd efficiënt zijn.

Bedrijven lozen jaarlijks in Vlaanderen ca. 720 Mm³ afvalwater op oppervlaktewater. Ook een deel van dit water kan gebruikt worden, bv. deze afkomstig van bepaalde productieprocessen, ijs, afvalwater (bv. voedingsindustrie)²². Zo hebben heel wat industrieën grote hoeveelheden kuis-, spoel- en koelwater ter beschikking. Voorbeeldprojecten hier zijn de diepvriesgroentenproducent Ardo die via een waterbufferbekken van 150 000 m³ gezuiverd afvalwater ter beschikking stelt van een coöperatie van lokale landbouwers; tapijtproducent Balta die de in onbruik geraakte waterzuiveringsinstallatie omvormde tot een waterbekken van 12 000 m³ voor gebruik door omliggende landbouwers, de brandweer en binnen het bedrijf; of AB Inbev die zijn gezuiverd afvalwater ter beschikking stelt van de stad Leuven om te stadsplantsoenen van water te voorzien (in 2019 ging het om ongeveer 300 m³/week; in 2020 om 45 m³/dag) en in 2020 ook aan de Provincie Vlaams Brabant voor de plantsoenen in het recreatiedomein van Kessel-Lo (in de plaats van het water van de vijvers) en aan landbouwers (20 000 m³ beschikbaar voor hen); idem voor zuivelbedrijf Olympia aan de gemeente Herne; ook andere bedrijven zoals de Tiense Suikerraffinaderij stellen sinds 2018 hun gezuiverd waswater en proceswater ter beschikking als irrigatiewater voor de landbouw. Ook drinkwatermaatschappij Pidpa stelde in 2019 tijdens droogteperiodes voor het eerst spoelwater – dat gebruikt wordt om haar waterzuiveringsinstallaties te spoelen – ter beschikking als irrigatiewater voor land- en tuinbouw.

Verder zijn er innovatieve technieken die opgang vinden om grijswater te produceren. Een voorbeeld is de techniek van mestverwerking waarbij zowel mestoverschotten worden weggewerkt als fosfaten en andere voedingsstoffen gerecupereerd en laagkwalitatief water als bijproduct wordt bekomen. In Kortemark heeft de familie Verhelst dergelijke waterrecuperatie met buffertanks van 30 000 m³; va een nog aan te leggen irrigatienetwerk van 5 kilometer lang naar bufferbekkens - vijvers of putten - van landbouwers zal het verhoogd worden tot 30 000 m³. Nadeel is wel dat ook het zout uit het water getrokken moet worden.

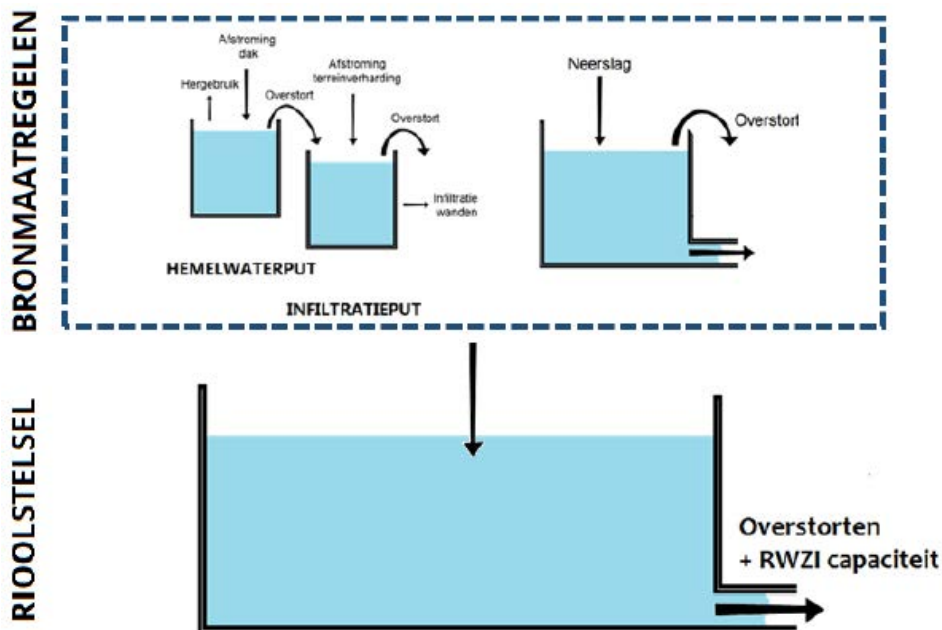
Oppervlaktewater - RWA

Een deel van het oppervlaktewater afkomstig van de afstroming van verharde oppervlakken komt via de RWA-rioleringsleidingen in de waterloop terecht. Dit debiet geeft informatie over het potentieel aan bijkomende regenwateropslag of infiltratie, maar zorgt dan anderzijds voor verminderde voeding van de waterloop.

Voor het kwantificeren van de bijdrage van de neerslagafstroming langs verharde oppervlakken en de RWA-rioleringsdebieten werd gebruik gemaakt van de ingeschatte verharde oppervlakten. De verharde oppervlakten aangesloten aan de riolering zijn per zuiveringsgebied ingeschat via het GRB en dit afzonderlijk voor de gemengde en de gescheiden rioleringsstelsels. Verder is er de bodemafdeckingskaart Vlaanderen die met hoge resolutie gebiedsdekkende Vlaamse informatie geeft over zowel de bebouwde als de verharde zones. Sumaqua heeft i.k.v. eerdere studies conceptuele modellen opgebouwd die

²² <https://www.milieuraapport.be/sectoren/industrie/brongebruik/waterverbruik>

toelaten om een vereenvoudigde simulatie te maken van rioleringsstelsels en van de rioleringsemissies naar de waterloop (Wolfs et al., 2018, 2019; Meert et al., 2018, 2019) (Figuur 133). Deze aanpak werd ook in deze opdracht toegepast.



Figuur 133. Schematische voorstelling van de conceptuele hydraulische modellering van de regenwaterafstroming, berging en infiltratie in de stedelijke omgeving en van de bronmaatregelen (hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffers met vertraagde doorvoer) (Wolfs et al., 2018).

Zowel de gemodelleerde DWA- als de RWA-debieten werden dan toegekend aan de deelstroomgebieden via de locaties van de lozingen in de waterloop, maar tegelijkertijd werd ook bijgehouden waar dit water precies vandaan komt (de zuiveringsgebieden; Figuur 135). Deze laatste gebieden kunnen immers sterk afwijken van de deelstroomgebieden, dit in tegenstelling met de natuurlijke neerslagafstromingsdebieten zoals gemodelleerd in de hydrologische modellen van de deelstroomgebieden.

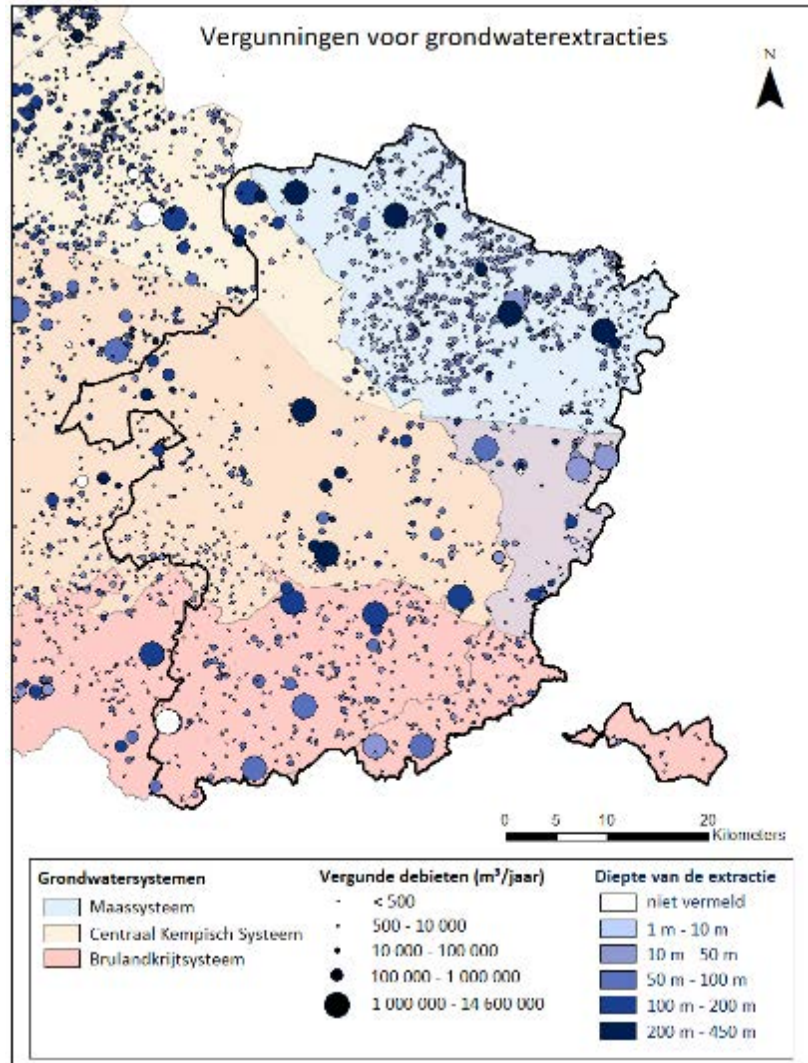
Voor gans Vlaanderen bedraagt de totale verhardingsgraad in Vlaanderen ca. 15%. Na inrekenen van 2 mm oppervlakteberging en verlies via verdamping werd via de conceptuele modellen ingeschat dat ca. 1134 Mm³/jaar van de totale neerslag in Vlaanderen afloopt via de verhardingen. Een deel daarvan loopt in de rioleringen. Hiervoor werd bij [Oppervlaktewater – DWA en grijswater](#) berekend dat 310 Mm³/jaar afloopt via de gemengde rioleringsstelsels. Op basis van de AWIS-databank en gegevens van Aquafin werd ingeschat dat op dit ogenblik 90% van de rioleringsstelsels in Vlaanderen gemengd zijn en 10% gescheiden. Toepassing van deze percentages geeft als schatting dat 34 Mm³/jaar afloopt via de gescheiden rioleringsstelsels. Analyse via het GRB geeft aan dat 33% afkomstig is van het openbaar domein en de rest van het privaat domein. Dat betekent dat in de totale regenwaterafstroming via de gemengde rioleringsstelsels (310 Mm³/jaar) 33% of 102 Mm³/jaar afkomstig is van de verharding op openbare

terreinen en 208 Mm³/jaar van de private verhardingen. Voor de gescheiden rioleringsstelsels is 11 Mm³/jaar afkomstig van het openbaar domein en 23 Mm³/jaar van het privaat domein.

Grondwater

Grondwater is hier beschouwd als regenwater dat na infiltratie opgeslagen wordt in de grondwaterlichamen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen freatisch grondwater en grondwater in de verschillende diepere gespannen of afgesloten grondwaterlichamen.

Zoals bij de [Hydro\(geo\)logische waterschaarste-indicatoren](#) aangegeven, werd in deze opdracht de grondwaterbeschikbaarheid gekwantificeerd via de piëzometrische grondwaterhoogtemetingen, voor het freatisch grondwater gecombineerd met de simulatieresultaten van het conceptueel neerslagafvoermodel per deelstroomgebied. Ook werd rekening gehouden met de grondwateronttrekkingen; zie Figuur 134 voor de vergunde grondwaterextracties in de provincie Limburg.

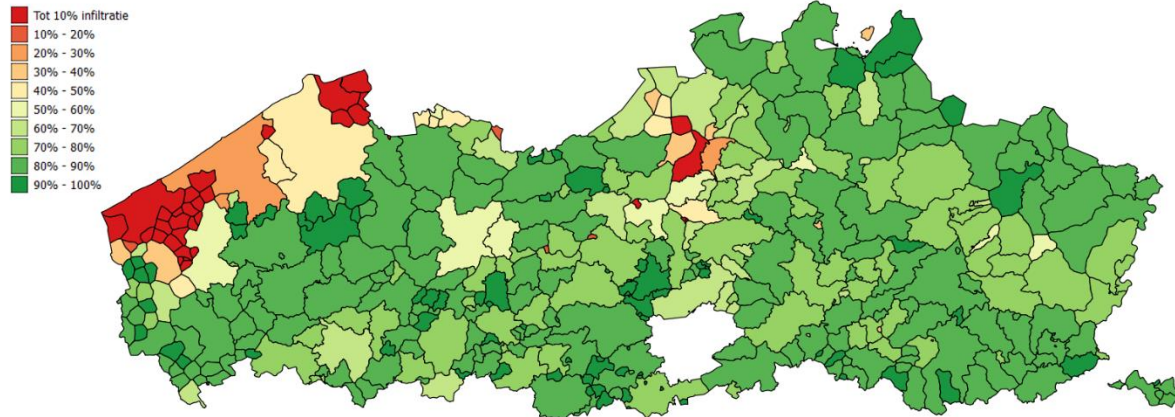


Figuur 134. Locaties van de vergunningen voor grondwaterextracties. De grootte van het symbool stelt het volume van de vergunning voor en de kleur stelt de diepte van de vergunning voor.

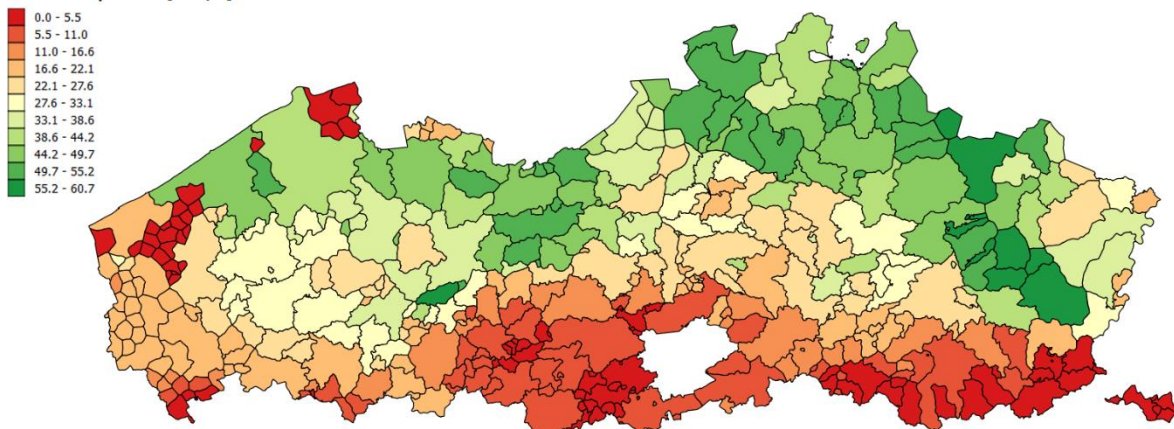
Bij het freatisch grondwater werd ook aangegeven welke fractie het gevolg is van infiltratie in de stedelijke omgeving (zie inschatting bij [Oppervlaktewater - RWA](#)), via infiltratie op privaat of publiek domein. Hierbij werd rekening gehouden met de infiltratievoorzieningen of buffering met vertraagde doorvoer (daar waar infiltratie niet of onvoldoende mogelijk is) zoals die verplicht zijn bij nieuwbouw en renovatie volgens de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening. Uiteraard kon dat laatste enkel in grootteorde gebeuren. Figuur 135 geeft hierbij per zuiveringsgebied de gemiddelde infiltratiecapaciteit weer en de verhouding tussen het aantal infiltratievoorzieningen t.o.v. buffervoorzieningen met vertraagde doorvoer. De gemiddelde infiltratiecapaciteit werd hierbij ingeschat op basis van de bodemtextuurkaart. Deze is gebaseerd op de studie voor VMM (VMM - Richtlijnen infiltratiecapaciteit, 2016). In lijn met die studie werd verondersteld dat gans Vlaanderen infiltratiegevoelig is, behalve op locaties waar kleitexturen zijn

of de bodem beschouwd wordt als “zeer nat” (drainageklassen “f” en hoger) (Tabel 17). Uiteraard is dit slechts een vereenvoudiging, maar dit geeft alleszins een eerste realistische inschatting op niveau Vlaanderen. In de groene zones van Figuur 135 kan sterker ingezet worden op infiltratie, in de rode meer op buffering.

Verhouding infiltratievoorzieningen versus
buffers met vertraagde doorvoer



Infiltratiecapaciteit [mm/u]



Figuur 135. Vlaamse zuiveringsgebieden en gebiedsvariabele infiltratiecapaciteit van de bodem en bijhorende gebiedsvariabele verhouding van het aantal infiltratievoorzieningen t.o.v. buffervoorzieningen met vertraagde doorvoer conform de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening.

Praktijkonderzoek		Ovam (2002)		Vlario (2005)		Staringreeks (Wösten et al., 2002)	
Indeling	K (m/s)	Indeling	K (m/s)	Indeling	K (m/s)	Indeling	K (m/s)
Zanderige texturen							
						O1	1,76x10 ⁻⁶
Zg	2,05x10 ⁻⁵	Grof zand	2,3x10 ⁻⁴ tot 5,8x10 ⁻⁴	Fijn zand	5,6x10 ⁻⁶	O2	1,47x10 ⁻⁶
Z	1,70x10 ⁻⁵	Middel grof zand	1,2x10 ⁻⁴ tot 2,3x10 ⁻⁴	Leemachtig fijn zand	3,1x10 ⁻⁶	O3	1,26x10 ⁻⁶
S	5,44x10 ⁻⁶	Lemig zand, fijn zand	1,2x10 ⁻⁶ tot 1,2x10 ⁻⁴	Lichte zavel	2,8x10 ⁻⁶	O5	2,89x10 ⁻⁶
Leemachtige texturen							
P	3,79x10 ⁻⁶	Leem, zandige leem, kleig zand	1,2x10 ⁻⁷ tot 1,2x10 ⁻⁶	Löss	1,7x10 ⁻⁶	O7	4,53x10 ⁻⁶
L	2,07x10 ⁻⁶			Leem	5,8x10 ⁻⁷	O8	1,05x10 ⁻⁶
A	1,58x10 ⁻⁶					O9	2,58x10 ⁻⁷
						O14	1,75x10 ⁻⁷
						O15	4,28x10 ⁻⁷
Kleiachtige texturen							
				Lichte klei	4,2x10 ⁻⁷	O10	2,45x10 ⁻⁷
E	4,85x10 ⁻⁶	Klei	< 1,2x10 ⁻⁷	Matig zware klei	1,4x10 ⁻⁷	O11	1,60x10 ⁻⁶
				Kleiige leem	1,1x10 ⁻⁷	O12	1,18x10 ⁻⁷
						O13	5,06x10 ⁻⁷

Tabel 17: Infiltratiecapaciteiten per textuurklasse uit verschillende studies (VMM – Richtlijnen infiltratiecapaciteit, 2016). De kolom "Praktijkonderzoek" wordt gebruikt.

Door in de debietmeetreeksen beschikbaar langs de waterlopen en via de conceptuele hydrologische modellen de deelcomponent van de basisafvoer af te leiden, werd bovendien een inschatting bekomen van het grondwater dat afstroomt naar de waterlopen. Zo werd rekening gehouden met de sterke interactie tussen het oppervlaktewatersysteem en het freatisch grondwatersysteem.

Verder zijn er putten die gevoed worden met grondwater (bv. De Kluiten te Roksem, Oudenburg). Hiervoor is een vergunning nodig om tijdelijk water uit te kunnen capteren. Dat gebeurde de voorbije droge periodes voor bv. De Kluiten tot een maximum van 32 000 m³.

Grondwater en oppervlaktewater – opgepompt water

In bepaalde gebieden in Vlaanderen wordt afstromend regen- of oppervlaktewater of grondwater opgepompt om overlast te vermijden. Een voorbeeld hiervan is het water dat in Limburg weggepompt wordt in de mijnverzakkingsgebieden. Een ander voorbeeld is het opgepompt grondwater door bemalingen bij bouwwerven. Automatische sturing van de pompen wordt nog niet frequent toegepast, maar kan resulteren in een reductie van de oppompvolumes met 10-25%. Het grondwater dient men zo veel als mogelijk via retourbemalingen terug in de grondwaterlaag te brengen van waaruit gepompt werd of terug te laten infiltreren. Vaak wordt dergelijk opgepompt water echter nog in de riolering of een

waterloop geloosd (grootteorde 90% van de lozingen gebeuren momenteel nog in de riolering volgens schattingen van de sector). Voor de lange-termijn permanente lozingen wordt dit ingerekend via de waterloopdebieten zoals gemeten ter hoogte van de debietmeetstations. Om te kunnen bekijken of dit geloosde water alternatief gebruikt kan worden, is een afzonderlijke inschatting van de grote lozingen nuttig. Uiteraard dienen daarbij ook de wetgevende beperkingen beschouwd te worden.

In de studie voor de provincie Limburg werd het weggepompt water in de mijnverzakkingsgebieden onder de loep genomen. De afpompings is het gevolg van de historische steenkoolmijnbouw waardoor plaatselijk de bodem tot 7 m verzakte. Zo wordt o.a. water weggepompt naar de Zuid-Willemsvaart (pompinstallatie Greven aan de Vrietselbeek) en naar de Maas. Per jaar worden zo aanzienlijke hoeveelheden weggepompt, maar dit water hoeft niet noodzakelijk gezien te worden als een verlies. Het kan immers elders langs het kanaal terug worden opgepompt voor irrigatie. Ook infiltreert het deels waar de wanden van het kanaal doorlaatbaarder zijn en voedt het zo het grondwater en ook beken via overlopen langs het kanaal. Daarnaast heeft De Watergroep ondiepe putten in de alluviale aquifer in Eisden en Meeswijk voor drinkwaterproductie. Maar het water dat overblijft en wegloopt naar de zee gaat wel verloren.

De mogelijkheden om dit gepompt water te gebruiken voor andere toepassingen hangt nauw samen met de kwaliteit van het water. Door drainage van de mijnterrils komt er sulfaat in het grondwater terecht en ook in de mijngangen zelf is er water met sulfaat (Peeters et al., 2004). Daardoor is niet al dat water geschikt voor drinkwaterproductie (en andere toepassingen die een hoge waterkwaliteit vereisen), hoewel er opportuniteiten zijn, bv. voor gebruik in sanitair en bij bedrijven.

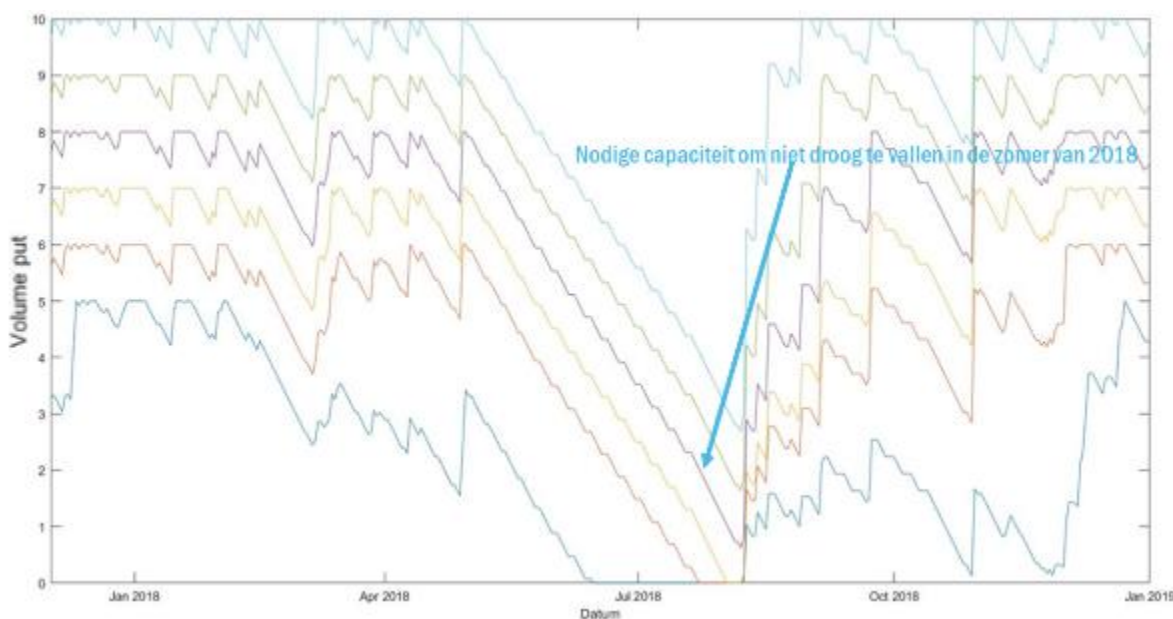
Regenwater

Naast het wateraanbod inzake oppervlaktewater en grondwater, is er ook nog het direct opgeslagen regenwater, o.a. in hemelwaterputten. Het precieze aantal Vlaamse huishoudens die momenteel een regenwaterput heeft is niet gekend. VMM (2018, Watergebruik door huishoudens) vermeldt dat het aandeel huishoudens dat een regenwaterput heeft in de provincies Oost-Vlaanderen, West-Vlaanderen en Antwerpen resp. 61%, 66% en 39% bedraagt. Een inventarisatie van VLARIO in 2017 in het kader van afkoppelingsprojecten gaf aan dat er bij 57,5% van de woningen een hemelwaterput aanwezig was (13 291 woningen) (Minaraad, 2018). VITO (2017) concludeerde in een andere studie over het watergebruik in 2016 door huishoudens dat hemelwater bij 42% van de Vlaamse huishoudens aanwezig is. Bij 71% van deze huishoudens was dit via een regenwaterput met pompinstallatie. Bij de resterende huishoudens ging het over een regenwaterton buiten. Aquafin deed recent een eigen inschatting via een enquête bij zijn werknemers. Op basis van de antwoorden van 428 collega's en onder de veronderstelling dat elke werknemer een huishouden vertegenwoordigt, werd geconcludeerd dat er bij 59% van de huishoudens een regenwaterput aanwezig is. Ook het volume van de regenwaterput werd bevraagd: 19% had een regenwaterput met een volume van <5000 liter, 27% van 5000 liter, 40% van 10 000 liter, 11% van 15 000 liter en 3% van >15 000 liter. Dit gaf een schatting van het beschikbare volume van regenwaterputten in Vlaanderen van ca. 13 Mm³.

Samengevat heeft dus ongeveer de helft van de Vlaamse huishoudens een regenwaterput. De andere helft (ca. 1,4 miljoen huishoudens) heeft dat niet en gebruikt dus nog geen hemelwater. In Vlaanderen is de aanleg van een hemelwaterput bij nieuwbouw en herbouw verplicht (nieuwe Gewestelijke

Stedenbouwkundige Verordening (GSV) Hemelwater sinds 1 januari 2014; de hemelwaterput was ook al voor deze datum verplicht). Hierbij is er een verplichting om één aftappunt te voorzien, maar er is geen zicht of dit structureel hergebruik is (sanitair, wasmachine, ...) of eerder occasioneel (buitenkraantje). Het is daardoor lastig om een precieze inschatting te maken van het regenwateraanbod en -verbruik. Enkel ruwe inschattingen zijn mogelijk. Naast de particulieren hebben ook heel wat bedrijven hemelwateropslag; ook dit kan slechts in ruwe mate ingeschat worden; zie verder.

De regenwaterberging in de hemelwaterputten en in andere bufferbekkens in de stedelijke omgeving werd gekwantificeerd via conceptuele modellen (zoals hiervoor bij [Oppervlaktewater - RWA](#) al beschreven; Figuur 133). Figuur 136 toont een voorbeeld van resultaat van een conceptueel hemelwaterputmodel. Uiteraard was het in deze opdracht niet haalbaar om elke individuele regenwaterput of bufferbekken te beschouwen. Wel werd de totale buffercapaciteit in dergelijke buffervoorzieningen opgeschaald ingeschat. Zo gebeurde dat ook in de studie voor de provincie Limburg. Via de keuringsverslagen van Vlaro & Aquaflanders zijn statistieken beschikbaar over de capaciteit van de hemelwaterputten. Op ieder tijdsogenblik werd via de conceptuele modellen de vulling van bepaalde hemelwaterputten ingeschat rekening houdend met de meteorologische gegevens en data over: (1) het aantal putten, (2) de aangesloten oppervlaktes, (3) de putgroottes en (4) verschillende gebruiksprofielen. Via de conceptuele modellen werden o.b.v. die gegevens de vullingsgraad van die systemen berekend en samengevat voorgesteld. Op termijn moet het ook mogelijk worden om via het project Aqtiput van Aquafin (slimme regenwaterput) via een gecentraliseerde data-hub in real-time een beeld te krijgen van de vulling van de hemelwaterputten.



Figuur 136. Vulling van verschillende hemelwaterputten met capaciteiten tussen 5 000 en 10 000 liter voor elke dag in 2018, volgens een gemiddeld GSV-dag en een gemiddeld regenwatergebruik.

Gerekend aan 1,5 miljoen huishoudens met een hemelwaterput, gemiddeld 2,3 inwoners per huishouden en 50 liter maximaal hemelwatergebruik per persoon, wordt het totale hemelwateraanbod voor huishoudens geraamd op 63 Mm³/jaar. De conceptuele hemelwaterputmodellering geeft aan dat dit met de Vlaamse neerslagvariaties en de geraamde totale hemelwaterputcapaciteit van 13 Mm³ ook gehaald kan worden. Het werkelijk hemelwaterverbruik wordt geraamd op 28 Mm³/jaar (zie hierna bij Watervraag).

Leidingwater

Het aanbod aan leidingwater is vervat in het oppervlakte- en grondwateraanbod zoals hiervoor beschreven. Omdat de hoeveelheid leidingwater die geproduceerd wordt rechtstreeks bepaald wordt door de leidingwatervraag, zijn de leidingwaterproductiehoeveelheden min of meer identiek aan de drinkwatervraag aan leidingwater (op buffering in reinwaterkelders, watertorens, ... na). De watervraag voor de drinkwatermaatschappijen wordt hierna bij Watervraag - [Drinkwaterproductie](#) verder besproken.

Toekomstevolaties

Verder zijn er enkele evoluties en geplande werken die de situatie in de toekomst zullen veranderen. Enkele voorbeelden:

- Bouw van de tweede zeesluis in Terneuzen (het schutten van het eerste zeeschip is gepland voor 2021). Hierdoor zal het sluisvolume nagenoeg verdubbelen. Schattingen geven aan dat hierdoor minstens gedurende 2 maanden 20 m³/s i.p.v. 13 m³/s nodig is om het zoutbezwaar tegen te gaan.
- Het project Seine-Schelde impliceert de aanleg van een nieuw kanaal tussen Cambrai en Compiègne. Een pomp zal het water oppompen in de richting van het kruinpad, waardoor de Bovenschelde minder water ontvangt. Anderzijds vloeit een deel wel terug naar de Leie- en Scheldebekken en zullen aan de sluizen waterbesparende maatregelen inzake schutverliezen getroffen worden.

Verder is er de zeer zorgwekkende problematiek van de klimaatverandering, die zal zorgen voor verminderde waterbeschikbaarheid in de zomermaanden. Prognoses wijzen op een daling van de laagste laagwaterdebieten langs waterlopen in de zomer (d.i. debieten met een welbepaalde hoge terugkeerperiode) mogelijk tot -50% tegen 2100 of zelfs (pessimistisch scenario) -70% (Vansteenkiste et al., 2014; Brouwers et al., 2015) op het einde van een lange droge periode.

5.2. Watervraag

De watervraag werd voor de verschillende sectoren ingeschat o.b.v. het huidige gebruik. Voor bepaalde watergebruikers is er mogelijk wel een verschil tussen de watervraag en het werkelijk gebruik. Ook kan er een verschil zijn tussen het watergebruik en het waterverbruik. Bijvoorbeeld, voor de energiesector wordt koelwater uit de waterloop onttrokken en grotendeels terug geloosd, waardoor het netto waterverbruik klein is, terwijl deze sector een zeer groot watergebruik heeft. Dit verschil werd beschouwd.

Voor de bedrijven, de industriële bedrijven, de energiesector, de land- en tuinbouw, de handel en diensten, werd de watervraag gekwantificeerd door volgende bronnen van kwantitatieve gegevens over waterverbruik en onttrekkingen te combineren:

- Heffingen: voor grootverbruikers (>500 m³/jaar) met een eigen waterwinning
- Vergunningen voor watercaptaties en lozing van afvalwater (beschikbaar voor bedrijven met een klasse 1 en 2 activiteit)
- Rapportering i.k.v. integraal milieujaarverslag (IMJV): voor Vlaamse bedrijven die conform VLAREM vergunningsplichtig zijn als klasse 1 of 2 én boven de drempelwaarde emitteren; naast de verontreinigende stoffen wordt ook het debiet gerapporteerd
- Rapportering bedrijfslozingen (emissie-rapportering): voor bedrijven met een continue debietsregistratie opgelegd via vergunning i.k.v. zelfcontroleprogramma (d.i. lozingen bedrijfsafvalwater met een debiet van 100 m³/uur bij bedrijfsafvalwater zonder gevaarlijke stoffen of 50 m³/uur bij bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen) en bedrijven opgenomen in het jaarprogramma van het meetnet afvalwater van de VMM.

De heffingsgegevens zijn de beste bron van informatie om het waterverbruik door bedrijven in te schatten. Ze zijn meest volledig want elke grootverbruiker met een eigen waterwinning moet een aangifte doen en een bijdrage voor de zuivering van het afvalwater betalen. Bovendien gaat het om de werkelijk verbruikte cijfers, dit in tegenstelling met de vergunningen die de maximaal toegelaten onttrekkingshoeveelheden geven. Voor elk van de bedrijven werden de meest recent beschikbare gegevens gebruikt, d.i. van 2019 indien beschikbaar voor dat jaar, van 2018 indien niet beschikbaar voor 2019 maar wel voor 2018, enz.

De gegevens over de bedrijfslozingen (IMJV en emissie-rapportering) werden eerder reeds besproken en gebruikt voor het inschatten van het aanbod van “grijswater” (zie bij [Oppervlaktewater – DWA en grijswater](#)). Omdat dit geloosd water meestal afkomstig is van verbruikt water, kan gesteld worden dat per bedrijf de totale hoeveelheid waterverbruik meestal groter is dan de lozingshoeveelheid. Voor bepaalde sectoren (vb. brouwerijen, frisdranken, bakkerijen, detergents...) die veel water in hun product gebruiken kan dat verschil tussen opgenomen en geloosd water heel groot zijn. Er zijn wel enkele bedrijven waarbij water vrijkomt uit de ingenomen grondstoffen; deze lozen dus meer dan ze innemen. Maar voor vele bedrijven is het verschil tussen de hoeveelheid waterverbruik en de lozingshoeveelheid beperkt, zodat de lozingsgegevens nuttig zijn om de inschattingen van het waterverbruik qua grootteorde te valideren. De heffingsgegevens zijn wel vollediger dan de emissiegegevens.

De verbruiken werden opgedeeld in oppervlaktewaterverbruik, grondwaterverbruik, drinkwaterverbruik, hemelwaterverbruik en verbruik van ander water. Ook de totale hoeveelheid geloosd koelwater werden bepaald. Elke verbruiker werd gesitueerd in een deelstroomgebied, en elke verbruiker met een oppervlaktewaterverbruik werd gelinkt aan een waterloop- of kanaalsegment (of ander oppervlaktewaterelement). Ze werden bovendien gegroepeerd per bedrijfssector via de NACE-codes. Zo werd voor elk deelstroomgebied en elk waterloop- en kanaalsegment informatie bekomen over het totale waterverbruik en dit per bedrijfssector. Tabel 18 geeft een overzicht van de sectoren die hiervoor beschouwd werden. De tabel geeft ook aan hoe deze deelsectoren bij de Milieurapportering van VMM (MIRA) worden beschouwd of gegroepeerd. Welke NACE-codes per sector beschouwd werden staat

opgelijst in Tabel 19. Wanneer meerdere NACE-codes vermeld staan voor een bepaalde sector, werd dit specifiek per bedrijf bekeken.

Nummer sector IMJV	Sectoren beschouwd in deze opdracht	Sector zoals gebruikt bij MIRA-rapportering
24	chemie	chemie
21	voeding	voeding
25	metaal	metaal
23	papier	papier
22	textiel	textiel
26	afval(water)	overige industrie
27	overige industrie	
31	elektriciteit-gas	elektriciteit-gas
31-raffinage	raffinage	raffinage
40, 41, 42	land- en tuinbouw	landbouw
43	jacht/bosbouw/visserij	
61	handel	handel en diensten
62	hotels/horeca	
63	kantoren en administratie	
64	onderwijs	
65	gezondheidszorg	
66	overige diensten	
DWM	winning drinkwater uit grondwater	

Tabel 18: Sectoren beschouwd om het waterverbruik per sector te berekenen.

Nummer sector IMJV	NACEBEL code level 1	NACEBEL code level 2	Beschrijving Sectie	Beschrijving Afdeling
40, 41, 42	A	1	Landbouw, bosbouw en visserij	Teelt van gewassen, veeteelt, jacht en diensten in verband met deze activiteiten
43	A	2	Landbouw, bosbouw en visserij	Bosbouw en de exploitatie van bossen
43	A	3	Landbouw, bosbouw en visserij	Visserij en aquacultuur
27	B	5	Winning van delfstoffen	Winning van steenkool en bruinkool
27	B	6	Winning van delfstoffen	Winning van aardolie en aardgas
27	B	7	Winning van delfstoffen	Winning van metaalertsen
27	B	8	Winning van delfstoffen	Overige winning van delfstoffen
27	B	9	Winning van delfstoffen	Ondersteunende activiteiten in verband met de mijnbouw
21	C	10	Industrie	Vervaardiging van voedingsmiddelen
21	C	11	Industrie	Vervaardiging van dranken
21	C	12	Industrie	Vervaardiging van tabaksproducten
22	C	13	Industrie	Vervaardiging van textiel
22	C	14	Industrie	Vervaardiging van kleding
22	C	15	Industrie	Vervaardiging van leer en van producten van leer
27	C	16	Industrie	Houtindustrie en vervaardiging van artikelen van hout en van kurk, exclusief meubelen; vervaardiging van artikelen van riet en van vlechtwerk
23	C	17	Industrie	Vervaardiging van papier en papierwaren
23	C	18	Industrie	Drukkerijen, reproductie van opgenomen media
31-raffinage	C	19	Industrie	Vervaardiging van cokes en van geraffineerde aardolieproducten
24	C	20	Industrie	Vervaardiging van chemische producten
24, 66	C	21	Industrie	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten
27	C	22	Industrie	Vervaardiging van producten van rubber of kunststof
27	C	23	Industrie	Vervaardiging van andere niet-metaalhoudende minerale producten
25	C	24	Industrie	Vervaardiging van metalen in primaire vorm
25	C	25	Industrie	Vervaardiging van producten van metaal, exclusief machines en apparaten
25	C	26	Industrie	Vervaardiging van informaticaproducten en van elektronische en optische producten
25	C	27	Industrie	Vervaardiging van elektrische apparatuur
25	C	28	Industrie	Vervaardiging van machines, apparaten en werktuigen, n.e.g.
25	C	29	Industrie	Vervaardiging en assemblage van motorvoertuigen, aanhangwagens en
25	C	30	Industrie	Vervaardiging van andere transportmiddelen
27	C	31	Industrie	Vervaardiging van meubelen
27	C	32	Industrie	Overige industrie
25	C	33	Industrie	Reparatie en installatie van machines en apparaten
31	D	35	Productie en distributie van elektriciteit, gas, stoom en gekoelde lucht	Productie en distributie van elektriciteit, gas, stoom en gekoelde lucht
DWM	E	36	Distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering	Winning, behandeling en distributie van water
26	E	37	Distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering	Afvalwaterafvoer
26	E	38	Distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering	Inzameling, verwerking en verwijdering van afval; terugwinning
26	E	39	Distributie van water; afval- en afvalwaterbeheer en sanering	Sanering en ander afvalbeheer
27	F	41	Bouwnijverheid	Bouw van gebouwen; ontwikkeling van bouwprojecten
27	F	42	Bouwnijverheid	Weg- en waterbouw
27	F	43	Bouwnijverheid	Gespecialiseerde bouwwerkzaamheden
61	G	45	Groot- en detailhandel; reparatie van auto's en motorfietsen	Groot- en detailhandel in en onderhoud en reparatie van motorvoertuigen en motorfietsen
61	G	46	Groot- en detailhandel; reparatie van auto's en motorfietsen	Groothandel en handelsbemiddeling, met uitzondering van de handel in motorvoertuigen en motorfietsen
61	G	47	Groot- en detailhandel; reparatie van auto's en motorfietsen	Detailhandel, met uitzondering van de handel in auto's en motorfietsen
61	H	49	Vervoer en opslag	Vervoer te land en vervoer via pijpleidingen
61	H	50	Vervoer en opslag	Vervoer over water
61	H	51	Vervoer en opslag	Luchtvaart
61	H	52	Vervoer en opslag	Opslag en vervoerondersteunende activiteiten
63	H	53	Vervoer en opslag	Posterijen en koeriers
62	I	55	Verschaffen van accommodatie en maaltijden	Verschaffen van accommodatie
62	I	56	Verschaffen van accommodatie en maaltijden	Eet- en drinkgelegenheden

Nummer sector IMJV	NACEBEL code level 1	NACEBEL code level 2	Beschrijving Sectie	Beschrijving Afdeling
61	J	58	Informatie en communicatie	Uitgeverijen
66	J	59	Informatie en communicatie	Productie van films en video- en televisieprogramma's, maken van geluidsopnamen en uitgeverijen van muziekopnamen
66	J	60	Informatie en communicatie	Programmeren en uitzenden van radio- en televisieprogramma's
66	J	61	Informatie en communicatie	Telecommunicatie
66	J	62	Informatie en communicatie	Ontwerpen en programmeren van computerprogramma's, computerconsultancy-activiteiten en aanverwante activiteiten
66	J	63	Informatie en communicatie	Dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatie
63	K	64	Financiële activiteiten en verzekeringen	Financiële dienstverlening, exclusief verzekeringen en pensioenfondsen
63	K	65	Financiële activiteiten en verzekeringen	Verzekeringen, herverzekeringen en pensioenfondsen, exclusief verplichte sociale verzekeringen
63	K	66	Financiële activiteiten en verzekeringen	Ondersteunende activiteiten voor verzekeringen en pensioenfondsen
63	L	68	Exploitatie van en handel in onroerend goed	Exploitatie van en handel in onroerend goed
63	M	69	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Rechtskundige en boekhoudkundige dienstverlening
63	M	70	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Activiteiten van hoofdkantoren; adviesbureaus op het gebied van bedrijfsbeheer
63	M	71	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Architecten en ingenieurs; technische testen en toetsen
66	M	72	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Speur- en ontwikkelingswerk op wetenschappelijk gebied
63	M	73	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Reclamewezen en marktonderzoek
63	M	74	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Overige gespecialiseerde wetenschappelijke en technische activiteiten
40	M	75	Vrije beroepen en wetenschappelijke en technische activiteiten	Veterinaire diensten
63	N	77	Administratieve en ondersteunende diensten	Verhuur en lease
63	N	78	Administratieve en ondersteunende diensten	Terbeschikkingstelling van personeel
63	N	79	Administratieve en ondersteunende diensten	Reisbureaus, reisorganisatoren, reserveringsbureaus en aanverwante activiteiten
63	N	80	Administratieve en ondersteunende diensten	Beveiligings- en opsporingsdiensten
66, 40	N	81	Administratieve en ondersteunende diensten	Diensten in verband met gebouwen; landschapsverzorging
63	N	82	Administratieve en ondersteunende diensten	Administratieve en ondersteunende activiteiten ten behoeve van kantoren en overige zakelijke activiteiten
63	O	84	Openbaar bestuur en defensie; verplichte sociale verzekeringen	Openbaar bestuur en defensie; verplichte sociale verzekeringen
64	P	85	Onderwijs	Onderwijs
65	Q	86	Menselijke gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	Menselijke gezondheidszorg
65	Q	87	Menselijke gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	Maatschappelijke dienstverlening met huisvesting
65	Q	88	Menselijke gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	Maatschappelijke dienstverlening zonder huisvesting
62, 66	R	90	Kunst, amusement en recreatie	Creative activiteiten, kunst en amusement
62, 66	R	91	Kunst, amusement en recreatie	Bibliotheken, archieven, musea en overige culturele activiteiten
62, 66	R	92	Kunst, amusement en recreatie	Loterijen en kansspelen
62, 66	R	93	Kunst, amusement en recreatie	Sport, ontspanning en recreatie
62, 63	S	94	Overige diensten	Verenigingen
61, 25	S	95	Overige diensten	Reparatie van computers en consumentenartikelen
66	S	96	Overige diensten	Overige persoonlijke diensten

Tabel 19: NACE-codes beschouwd voor de indeling in sectoren.

In deze opdracht werden op basis van de verschillende gegevensbronnen beste inschattingen gemaakt, maar de werkelijke cijfers kunnen hier natuurlijk wel van afwijken. Voor de meeste sectoren en deelsectoren werd daarom naast de beste schatting ook een onzekerheidsrange ingeschat. Deze range werd bepaald door de informatie van verschillende onzekerheidsbronnen te vergelijken en ook te kijken naar de verschillen van jaar tot jaar en dit gedurende de recente jaren.

Van een aantal gegevensbronnen wordt verwacht dat de inschatting van het totale waterverbruik onvolledig is. Wanneer voor grondwater het totale watergebruik ingeschat wordt via de vergunningen voor watercaptaties (107,8 Mm³/jaar drinkwater niet inbegrepen, en 272 Mm³/jaar drinkwater wel inbegrepen), dan moet er mee rekening gehouden worden dat enkel de grote onttrekkers (> 500 m³/jaar) een vergunning moeten hebben, kleine gebruikers niet. Deze laatste laten de jongste jaren steeds vaker een put boren. Vraag is ook of de onttrekkers zich aan de vergunde volumes houden. De Vlaamse overheid stelde in de periode 2005-2016 bij gemiddeld één op de vijf gecontroleerde bedrijven gebreken vast.

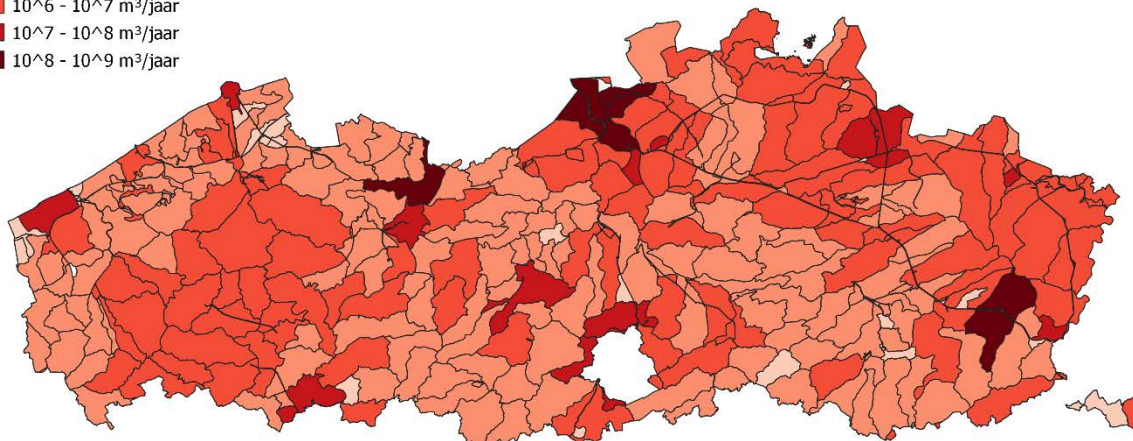
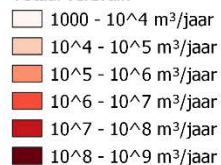
Verder zijn er voor de onttrekkingen uit de onbevaarbare waterlopen momenteel helaas geen directe captatiegegevens beschikbaar. Volgens de huidige wetgeving is er voor dergelijke onttrekkingen geen vergunning nodig of moet er geen melding gedaan worden. Er is wel een uitvoeringsbesluit in voorbereiding waarbij zulke captaties gemeld moeten worden. In de toekomst zullen dergelijke gegevens dus wel verzameld en toegepast kunnen worden. De onttrekkingshoeveelheden en –locaties uit deze waterlopen werden in deze opdracht ingeschat door voor elke bedrijfslocatie bij de heffingen het naburige waterloopsegment te identificeren.

De Milieurapportering van VMM (MIRA 2018)²³ geeft een totaal watergebruik voor alle sectoren samen, inclusief koelwater, van 2470 Mm³/jaar, en een totaal waterverbruik, dus exclusief koelwater, van 749 Mm³/jaar. In 2017 was dat totale waterverbruikscijfer vergelijkbaar: 745 Mm³/jaar. Deze MIRA-cijfers houden evenwel geen rekening met het waterverbruik door de scheepvaart. In deze opdracht komen wij aan een totaal waterverbruik van 1698 Mm³/jaar inclusief scheepvaart en 782 Mm³/jaar exclusief scheepvaart. Wanneer ook het watergebruik voor koelwater en door de scheepvaart ingerekend wordt, dan ligt dat cijfer 5792 Mm³/jaar hoger (3300 Mm³/jaar voor de scheepvaart, 2028 Mm³/jaar voor koelwater) maar dit gebruikt water wordt bijna geheel terug ter beschikking gesteld; het zou dus incorrect zijn om dat in te rekenen in het waterverbruik.

Figuur 140 geeft een beeld van de ruimtelijke spreiding van het totale waterverbruik inclusief het terug geloosde koelwater; Figuur 138 voor het totale netto waterverbruik (exclusief het terug geloosde waterverbruik).

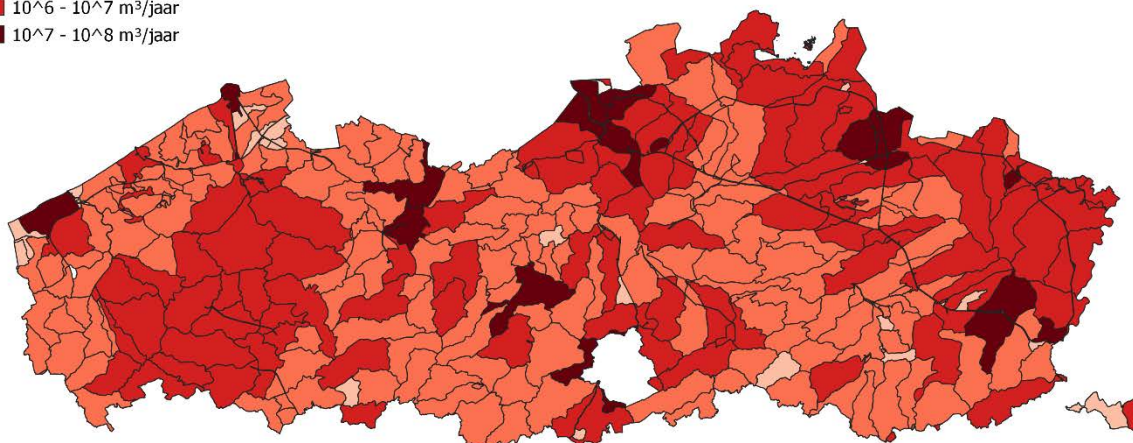
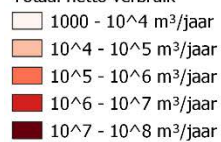
²³ <https://www.milieurapport.be/milieuthemas/waterkwantiteit/waterverbruik-beschikbaarheid/waterverbruik>

Totaal verbruik



Figuur 137: Totale waterverbruik inclusief koelwater per deelstroomgebied in Vlaanderen.

Totaal netto verbruik



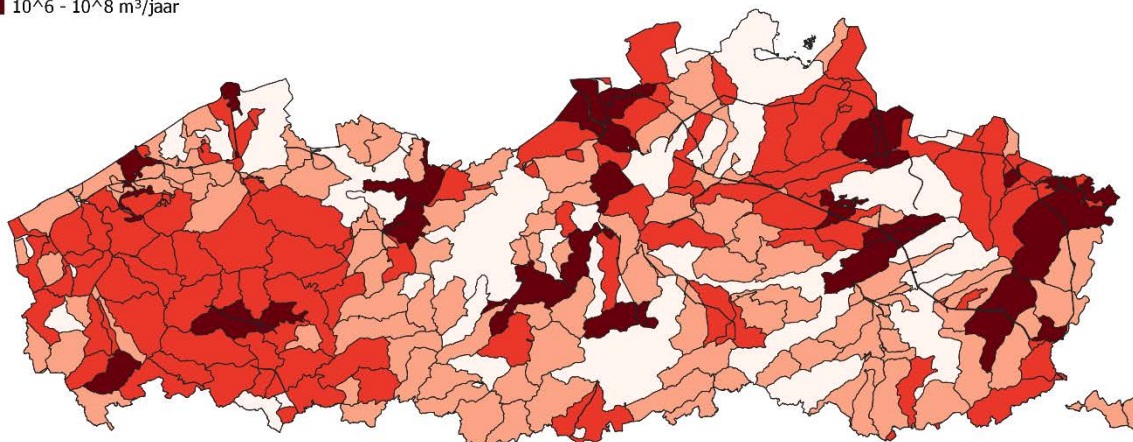
Figuur 138: Totale waterverbruik exclusief koelwater per deelstroomgebied in Vlaanderen.

In Figuur 139 wordt het deel oppervlaktewaterverbruik getoond, d.i. het totaal van de netto oppervlaktewatercaptaties, dus na aftrek van de koelwaterlozingen. Figuur 140 toont de totale oppervlaktewatercaptaties maar nu per waterloopsegment of ander oppervlaktewaterlichaam; elke oppervlaktewateronttrekking gebeurt immers uit een waterloop of kanaal of vijver of ander oppervlaktewaterlichaam. In de havengebieden is de concentratie aan grote waterverbruikers duidelijk zichtbaar. De zeer waterintensieve of -behoevende bedrijven zijn vooral gesitueerd langs de grote

bevaarbare waterlopen en kanalen. Een beperkt aantal bedrijven zorgen voor een groot deel van het totale waterverbruik. Figuur 141 toont de bijdrage van de koelwaterlozingen daarin.

Netto verbruik oppervlaktewater

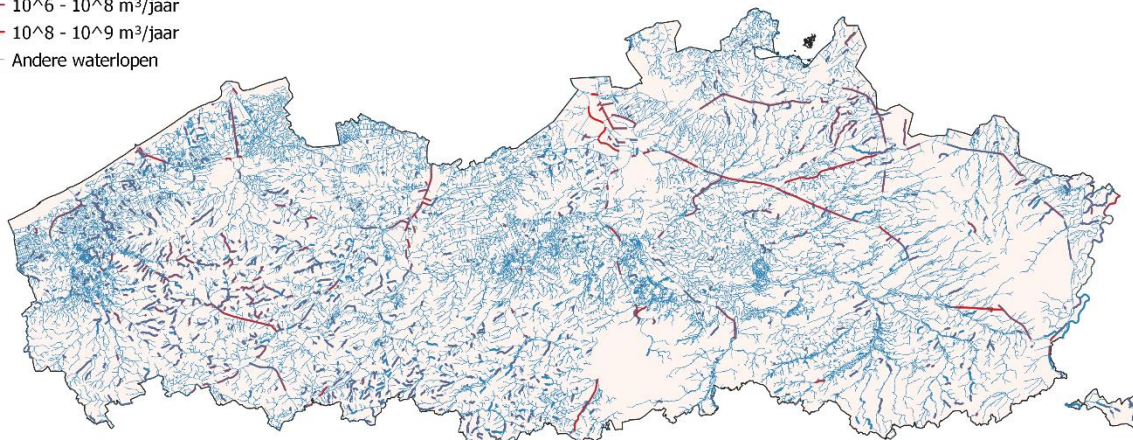
- 1 - 10^2 m³/jaar
- 10^2 - 10^4 m³/jaar
- 10^4 - 10^6 m³/jaar
- 10^6 - 10^8 m³/jaar



Figuur 139: Totale oppervlaktewatercaptatie exclusief koelwater per deelstroomgebied in Vlaanderen.

Totaal verbruik oppervlaktewater

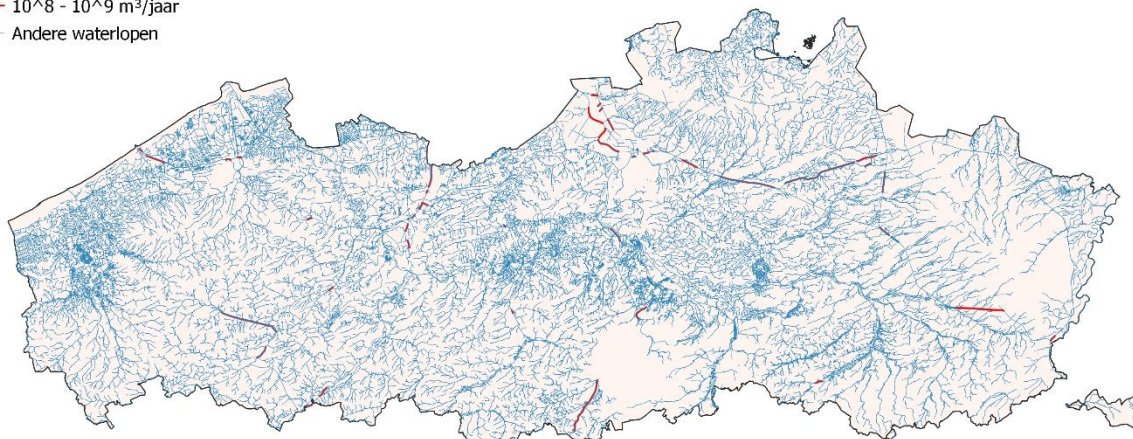
- 1 - 10^2 m³/jaar
- 10^2 - 10^4 m³/jaar
- 10^4 - 10^6 m³/jaar
- 10^6 - 10^8 m³/jaar
- 10^8 - 10^9 m³/jaar
- Andere waterlopen



Figuur 140: Totale oppervlaktewatercaptatie inclusief koelwater per waterloopsegment in Vlaanderen.

Totaal koelwater geloosd

- 100 - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁸ m³/jaar
- 10⁸ - 10⁹ m³/jaar
- Andere waterlopen

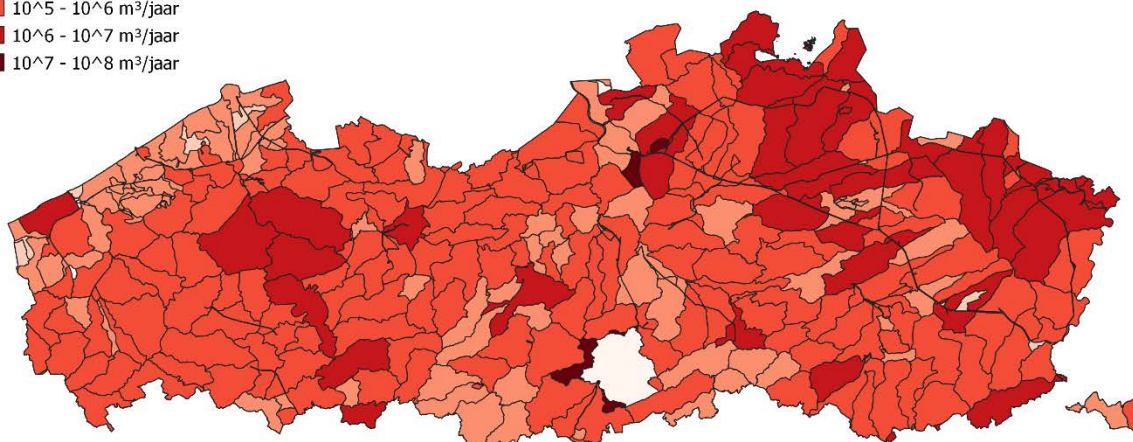


Figuur 141: Totale koelwaterlozing per waterloopsegment in Vlaanderen.

In Figuur 142 t.e.m. Figuur 145 worden de totale waterverbruikshoeveelheden getoond per deelstroomgebied voor het verbruik van grondwater, leidingwater, hemelwater en ander water.

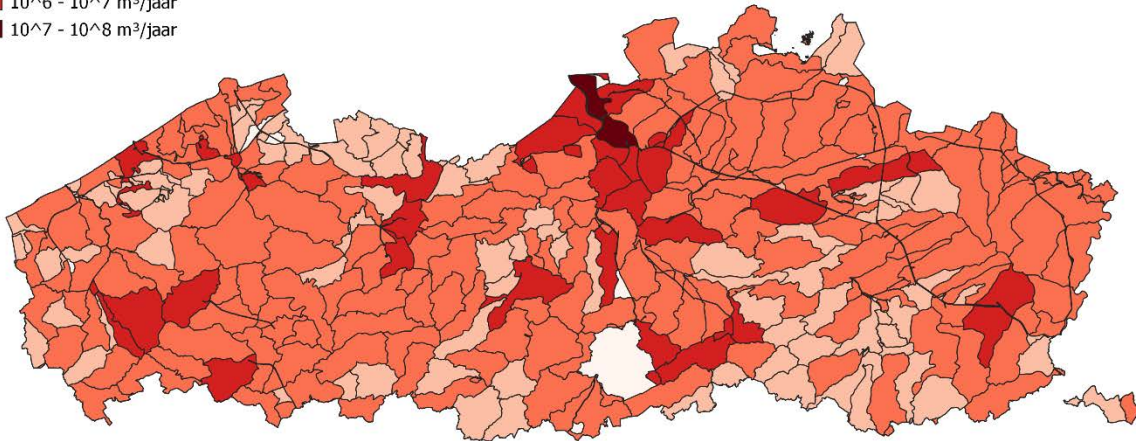
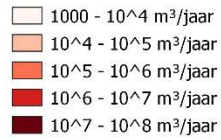
Verbruik grondwater

- 100 - 10³ m³/jaar
- 10³ - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁵ m³/jaar
- 10⁵ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁷ m³/jaar
- 10⁷ - 10⁸ m³/jaar



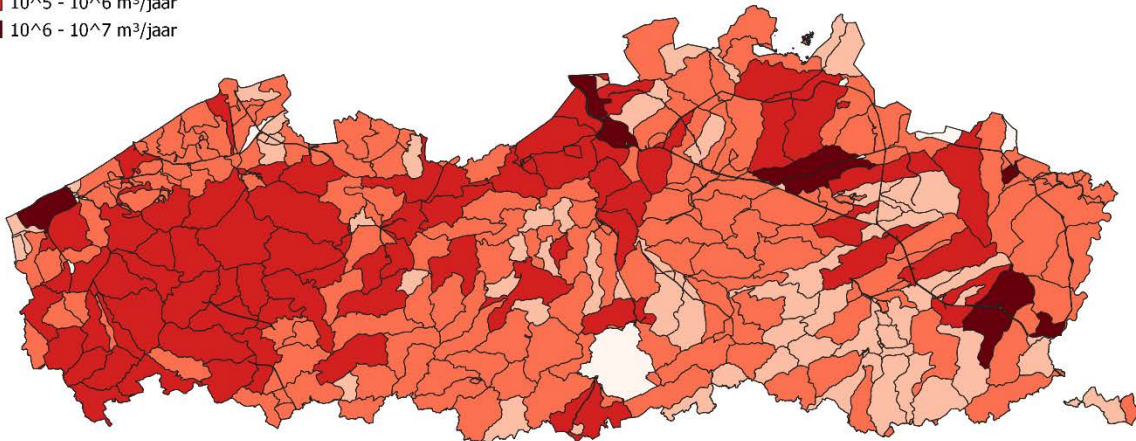
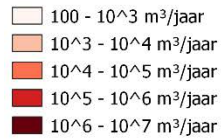
Figuur 142: Totale grondwatercaptatie per deelstroomgebied in Vlaanderen.

Verbruik drinkwater



Figuur 143: Totale leidingwaterverbruik per deelstroomgebied in Vlaanderen.

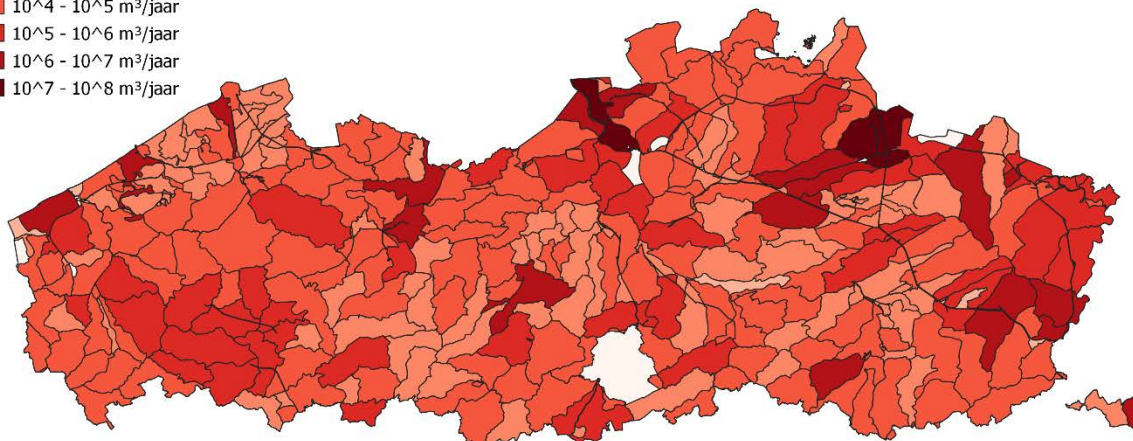
Verbruik hemelwater



Figuur 144: Totale hemelwaterverbruik per deelstroomgebied in Vlaanderen.

Verbruik ander water

- 1 - 10^1 m³/jaar
- 10^2 - 10^3 m³/jaar
- 10^3 - 10^4 m³/jaar
- 10^4 - 10^5 m³/jaar
- 10^5 - 10^6 m³/jaar
- 10^6 - 10^7 m³/jaar
- 10^7 - 10^8 m³/jaar



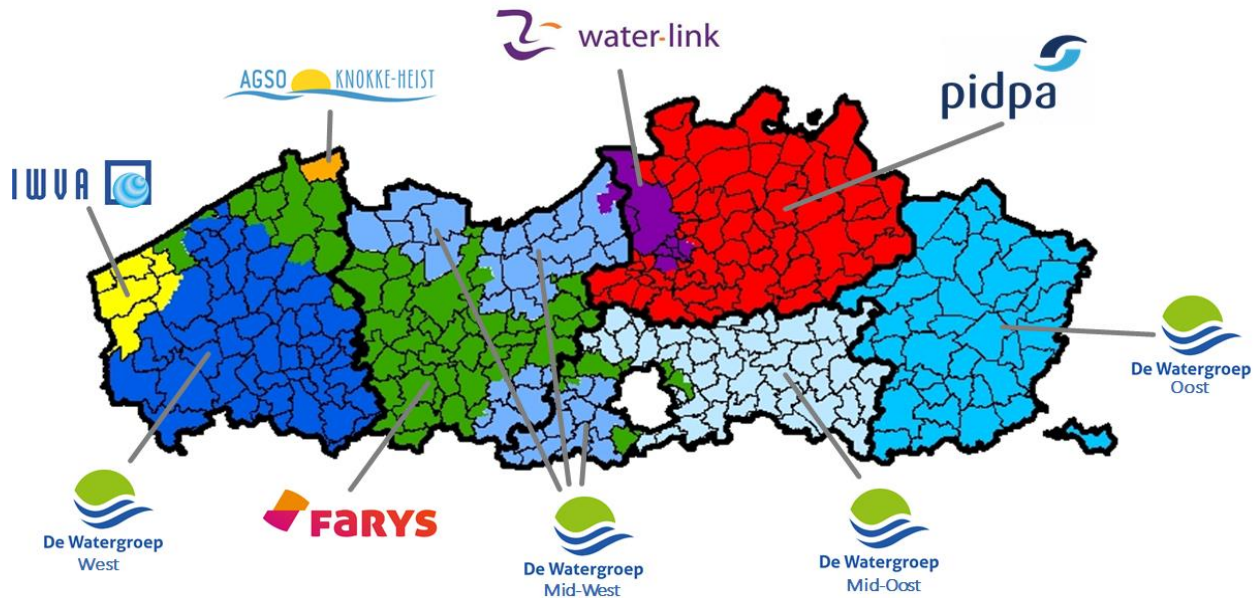
Figuur 145: Totale ander water verbruik per deelstroomgebied in Vlaanderen.

Drinkwaterproductie

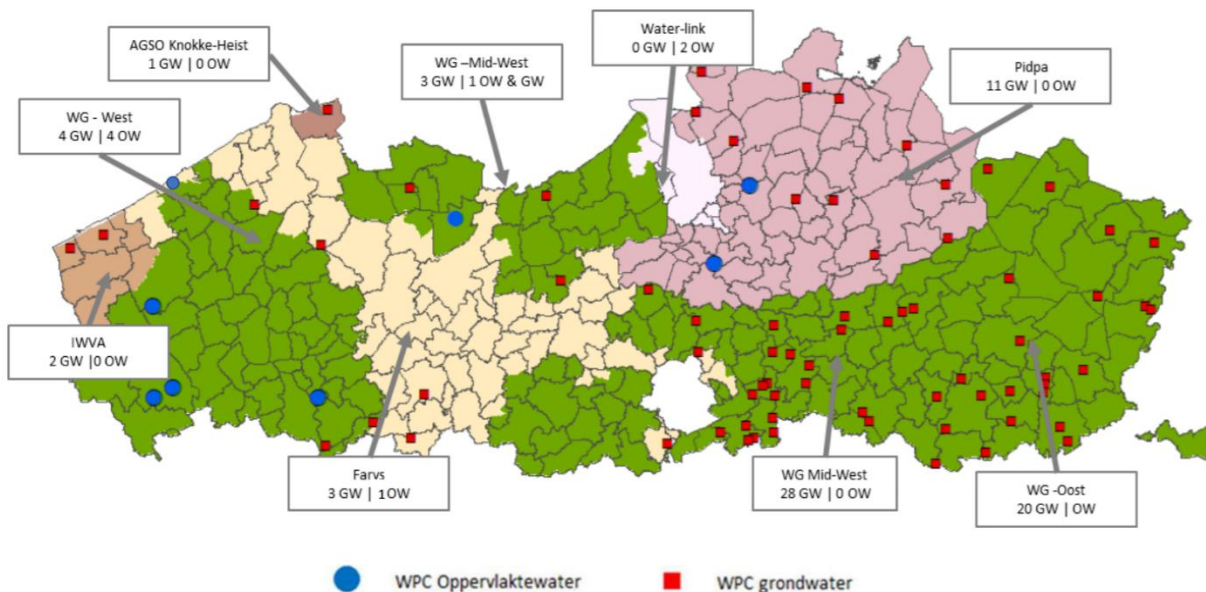
Het drinkwater of leidingwater wordt in Vlaanderen geproduceerd door de volgende drinkwatermaatschappijen:

- ✓ De Watergroep, met de bevoorradingszones West, Mid-West, Oost, Mid-Oost
- ✓ Farys
- ✓ IWVA (Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht)
- ✓ AGSO Knokke-Heist
- ✓ Pidpa
- ✓ water-link

De bevoorradingsgebieden van die drinkwatermaatschappijen staan aangeduid in Figuur 146. Verder is er in de Brusselse regio ook nog Vivaqua. Het water wordt geproduceerd in de waterproductiecentra, waarvan de locaties staan aangeduid in Figuur 147.



Figuur 146: Bevoorradingsgebieden van de verschillende drinkwatermaatschappijen.



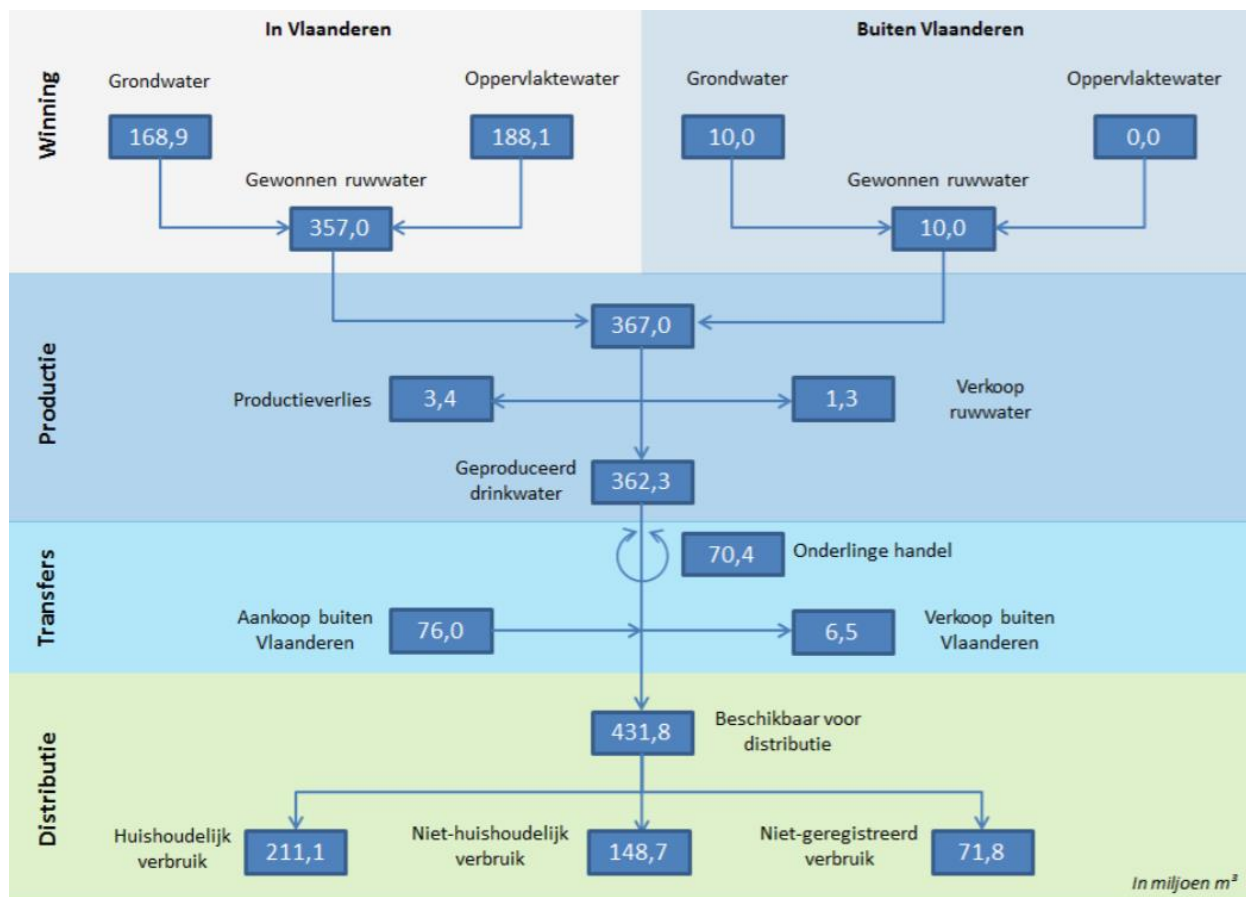
Figuur 147: De locaties van de drinkwaterproductiecentra (WPCs) (VMM – Drinkwatervoorziening in Vlaanderen: organisatie en een blik vooruit).

Hieronder volgen voor elk van de drinkwatermaatschappijen in Tabel 20 op basis van de overzichtscijfers van 2017 de jaarlijkse drinkwaterproductiehoeveelheden o.b.v. oppervlaktewater en grondwater. Gemiddeld was het drinkwatergebruik in 2017 dus 980 499 m³/dag. De meer recente cijfers (niet gepubliceerd) geven aan dat tijdens de periode juni 2018 – mei 2019, dus inclusief de droge zomer van

2018, dit gemiddelde hoger lag: 1 248 547 m³/dag, met een maximale dagwaarde in die periode van 1 414 173 m³/dag. Tabel 21 geeft per maand een overzicht van de maandminima, -maxima, en –gemiddelden van de drinkwaterproductie voor het totale Vlaamse dagverbruik in 2014-2018.

Watermaatschappij	Totaal	Grondwater		Oppervlaktewater	
		In Vlaanderen	Buiten Vlaanderen	In Vlaanderen	Buiten Vlaanderen
AGSO Knokke-Heist	528 315	528 315	0	0	0
De Watergroep	132 833 674	95 562 052	0	37 271 622	0
Farys	10 269 604	744 441	9 417 519	107 644	0
IWVA	3 624 611	3 624 611	0	0	0
IWVB	0	0	0	0	0
Pidpa	63 946 487	63 946 487	0	0	0
VIVAQUA	1 749 683	87 766	1 063 627	0	598 290
Water-link	144 882 637	0	0	144 882 637	0
Vlaanderen	357 882 011	163 965 357	10 481 146	182 261 903	598 290
%	100	45.9	2.9	51.0	0.2

Tabel 20: Jaartotalen van drinkwaterproductie (m³) per drinkwatermaatschappij, verdeeld over winning uit grondwater en oppervlaktewater, binnen en buiten Vlaanderen voor 2017 (VMM - Drinkwaterbalans voor Vlaanderen 2017).



Figuur 148: Drinkwaterbalans voor de Vlaamse drinkwatermaatschappijen in 2018 (VMM - Drinkwaterbalans voor Vlaanderen 2018).

2014-2018	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Max (m³/d)	1 172 860	1 155 864	1 163 173	1 161 053	1 200 185	1 266 467	1 299 613	1 192 650	1 175 439	1 150 754	1 147 704	1 144 383
Gem (m³/d)	1 120 252	1 125 056	1 134 887	1 141 375	1 149 995	1 187 909	1 170 409	1 142 909	1 141 970	1 126 080	1 115 690	1 111 919
Min (m³/d)	1 082 643	1 095 812	1 115 159	1 114 597	1 103 839	1 132 395	1 099 722	1 069 893	1 093 073	1 083 356	1 059 815	1 049 511

Tabel 21: Maandminima, -maxima, en -gemiddelden van de drinkwaterproductie (m³/dag) voor de totale Vlaamse dagverbruik voor 2014-2018.

Tabel 20 geeft aan welke hoeveelheden binnen en buiten Vlaanderen worden gewonnen. Hierbij wordt ongeveer 49% gewonnen uit grondwater, waarvan 46% binnen Vlaanderen. De 51% winning uit oppervlaktewater gebeurt vooral door water-link (40%) en De Watergroep (10%). De 40% winning van water-link uit oppervlaktewater gebeurt langs het Albertkanaal te Broechem en het Netekanaal te Lier:

- Spaarbekken van Broechem (capaciteit van 6 miljoen m³, gevoed door Albertkanaal) en productiecentrum te Oelegem (Ranst). De capaciteit van 6 miljoen m³ voor het spaarbekken komt overeen met ongeveer 31 dagen leveringszekerheid bij gemiddeld verbruik.
- Spaarbekken Eekhoven (capaciteit van 2,4 miljoen m³, gevoed door Netekanaal dat wordt gevoed door het Albertkanaal) en productiecentrum te Notmeir-Walem (Rumst-Duffel). De capaciteit van 2,4 miljoen m³ voor het spaarbekken komt overeen met ongeveer 9 dagen leveringszekerheid bij gemiddeld verbruik.

Het water van het Albertkanaal is water dat aangevoerd wordt vanuit de Maas. De waterbeschikbaarheid van dit laatste is dus direct gerelateerd aan het Maasafvoercontract en het beheer van het Albertkanaal door De Vlaamse Waterweg. Ook Pidpa capteert kanaalwater, om grondwaterpeilen aan te vullen. Verder heeft Farys een waterproductiecentrum in Oostende langs het Kanaal Brugge – Oostende.

In het oosten van Vlaanderen (bevoorradinggebieden van Pidpa, De Watergroep Oost en Mid-Oost) is de drinkwaterproductie bijna uitsluitend gebaseerd op (vooral diep) grondwater. In West- en Oost-Vlaanderen is dat grotendeels oppervlaktewater. Diep grondwater heeft het voordeel dat het van betere en constantere kwaliteit is, dus dat de behandeling gemakkelijker is dan van oppervlaktewater, en dat het vaak in de buurt van de gebruiker gewonnen kan worden. Ondiep grondwater is minder interessant door de grotere verontreiniging, bv. met nitraat. In West- en Oost-Vlaanderen is men echter vooral aangewezen op oppervlaktewater door de geologische opbouw van de ondergrond, waardoor de grondwatervoorraad beperkt is en de natuurlijke samenstelling minder geschikt is voor de drinkwaterproductie. Bovendien zijn enkele diepere watervoerende lagen (bv. Sokkel) historisch te veel gebruikt (vooral als gevolg van industriële grondwaterwinningen) met een daling van het grondwaterpeil als gevolg.

De 10% winning van oppervlaktewater door De Watergroep gebeurt in West- en Oost-Vlaanderen via de volgende spaarbekkens:

- Te Kluizen (Evergem) in het Meetjesland (twee spaarbekkens met een totale capaciteit van 10,9 miljoen m³ water; maximale productiehoeveelheid van 40 000 m³/dag; waterwingebied van 25 000 ha stroomgebieden van de onbevaarbare waterlopen en wateringen Burggravenstroom, Kale en Meirebeek, een deel van de watering Lovendegem-Zomergem en het stroomgebied van de Poekebeek). Het spaarbekken heeft ongeveer een leveringszekerheid van 230 dagen bij een normale productie.
- De Blankaart in Woumen-Diksmuide (spaarbekken met een totale actieve capaciteit van 2,4 miljoen m³ water; maximale productiehoeveelheid van 40 000 m³/dag; inname uit de IJzer (ongeveer 3/4^{de}) en de omliggende waterloopjes zoals de Stenensluisvaart (ongeveer 1/4^{de}) mede via Blankaartvijver. De actieve capaciteit van 2,4 Mm³ voor het spaarbekken komt overeen met ongeveer 160 dagen leveringszekerheid bij een verlaagde zomerproductie van 15 000 m³/dag. Voor de werkelijke onttrokken debieten uit de IJzer voor de periode 2014-2019 en dit opgesplitst voor het normale innamepunt en voor inname via de Driekapellenvijver (onttrekking meer stroomopwaarts, voor de samenvloeiing met het kanaal Ieper-IJzer) werden dagwaarnemingen

bezorgd. Dagelijkse data voor 2013 zijn niet beschikbaar (enkel maandelijks indexen werden bijgehouden tot 2013). Tussen 1995 en 2005 lijkt er voldoende water te zijn geweest om het spaarbekken altijd volledig vol te houden, dit dankzij een voldoende hoog minimumdebiet te Haringe. Naast waterkwantiteit is er hier echter ook een grote problematiek van waterkwaliteit (cf. huidige nitraatproblematiek, verhoogd chloridegehalte voorjaar 2019, pesticidengehaltes, ...), waardoor er een groot waterbeschikbaarheidsprobleem is in de regio.

- De Gavers in Harelbeke-Stasegem (Gavervijver met een benaderende capaciteit van 3 miljoen m³; momenteel productiehoeveelheid van 32 000 m³/dag, wordt uitgebreid om vergunde capaciteit te produceren; vergund om gemiddeld 50 000 m³/dag te onttrekken met een maximum van 55 000 m³/dag; inname van Bovenscheldewater via kanaal Bossuit-Kortrijk aan 0,35 m³/s, toekomstig aan 0,58 m³/s, voorgezuiverd ingelaten in vijver).

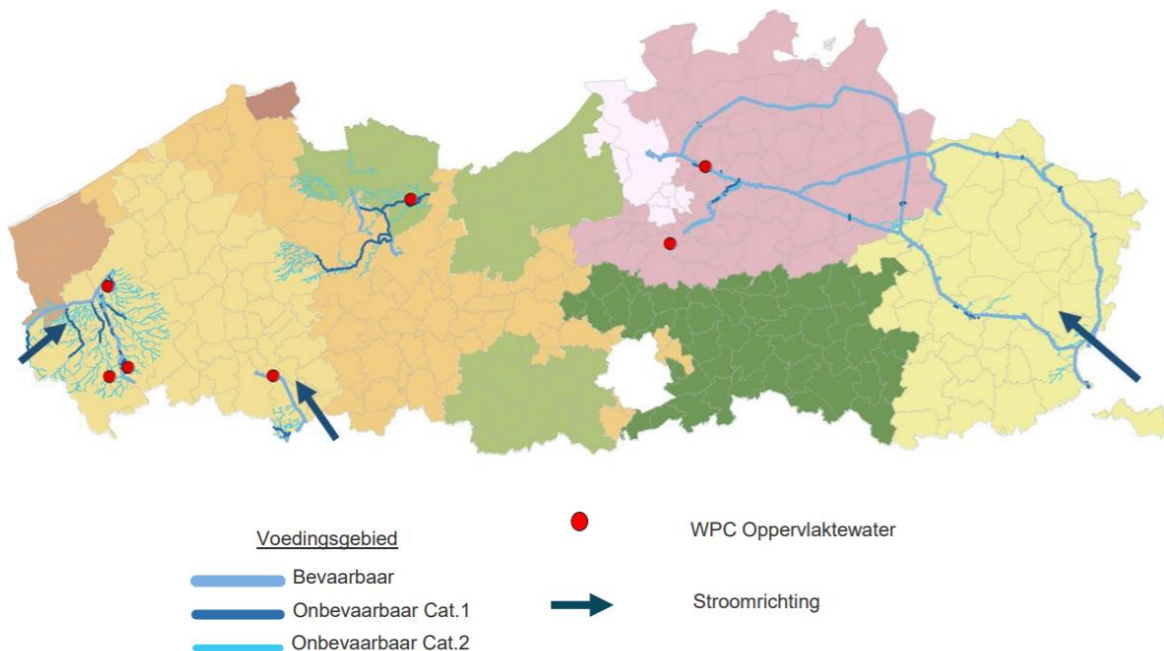
Daarnaast zijn er nog een aantal kleinere bekkens, zoals deze van De Watergroep in:

- Zillebeke – Ieper: Zillebekevijver en Verdrongen Weide, 420 000 m³, 6000 m³/dag recent bijgesteld tot 4000 m³/dag, gevoed door de Ieperlee, Zillebeek en zijbeken.
- Dikkebus – Ieper: Dikkebusvijver, 4000 m³/dag, voeding door Dikkebusbeek met belangrijke zijbeken Willebeek en Kleine Kimmelbeek.

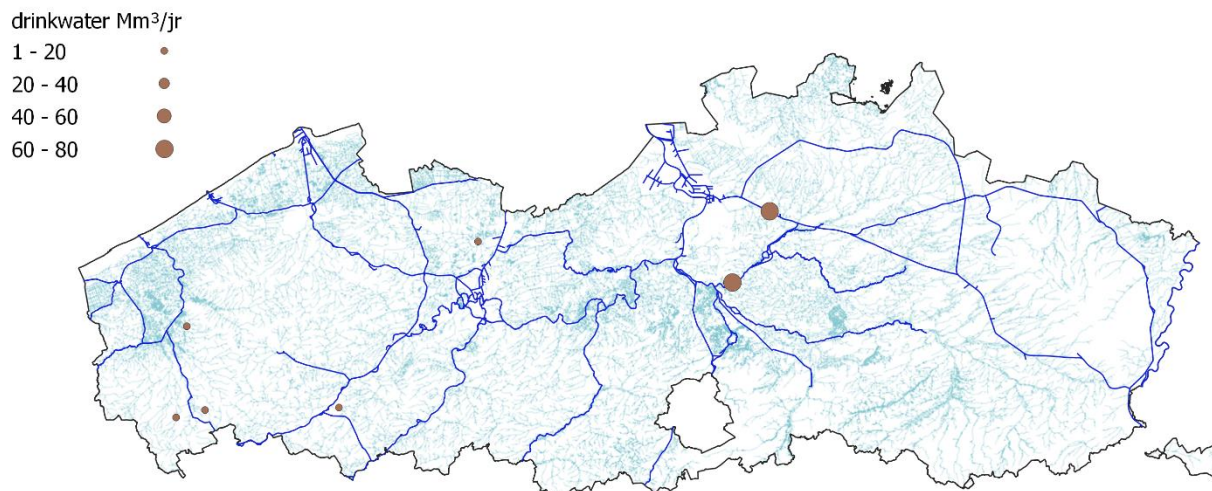
Deze bekkens zijn vijvers en net zoals voor De Gavers geen echte spaarbekken. Het ingenomen water wordt in Zillebeke voorbehandeld en in een naburige vijver ondergebracht, maar het waterniveau daarin kan maar beperkt variëren. De verblijftijd van het water in de vijver draagt wel bij tot het zuiveringsproces.

De verschillende oppervlaktewaterwinningen staan samen met hun voedingsgebied aangeduid in Figuur 149. De gemiddelde grootte van de winning op jaarbasis staat voor deze locaties gevisualiseerd in Figuur 150.

Voor Kluizen loopt er momenteel een gedetailleerde waterbalansmodellering (zowel naar waterkwantiteit als waterkwaliteit, voor en na klimaatscenario's en mogelijk toekomstige aanpassingen aan het systeem). Deze modellering wordt uitgevoerd door KU Leuven voor De Watergroep & KWR. Voor De Gavers is er eerder een waterbalansmodellering en –analyse uitgevoerd door VITO.



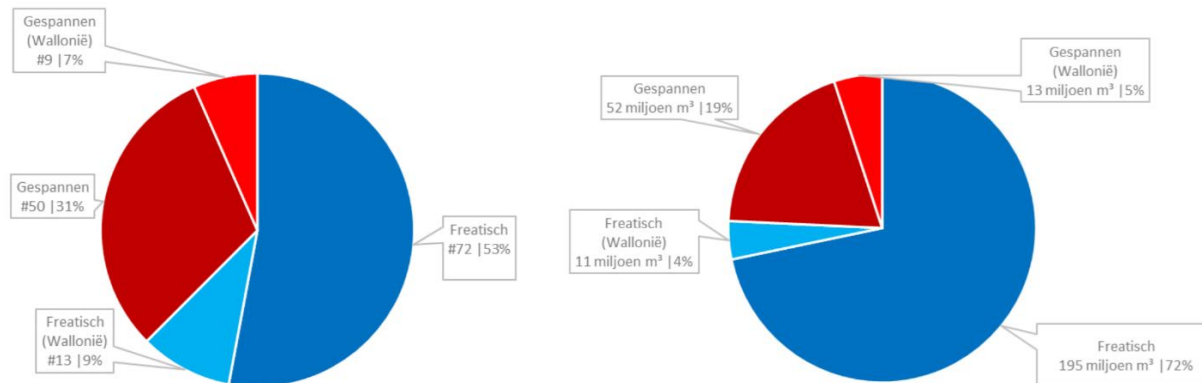
Figuur 149: De oppervlaktewaterwinningen en hun voedingsgebied (VMM – Drinkwatervoorziening in Vlaanderen: organisatie en een blik vooruit).



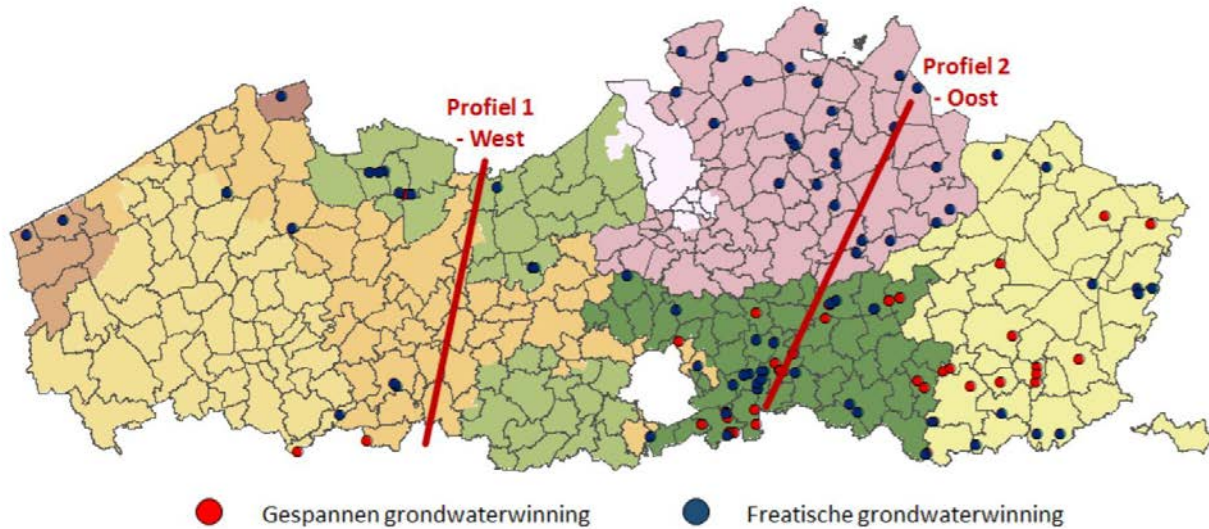
Figuur 150: Locaties en grootte van de oppervlaktewaterwinningen voor drinkwaterproductie.

Daarnaast gebruikt IWVA gezuiverd effluent dat in het winningsgebied infiltreert. Ook Pidpa in Grobbendonk laat water infiltreren, hier oppervlaktewater van het Albertkanaal (max. 5000 m³/dag na zuivering; jaarlijks 700 000 m³), dit om de winning in evenwicht te brengen met de grondwateraanvulling. Deze beide ruwwaterbronnen worden meegenomen in het deel grondwater.

Voor de grondwaterwinningen geeft Figuur 151 de verdeling aan tussen de winning van freatisch grondwater en grondwater in gespannen lagen. In Figuur 152 worden deze ruimtelijk gelokaliseerd. Omdat in het oosten van Vlaanderen veel meer grondwater beschikbaar is, zijn er veel meer grondwaterwinningen in dat gebied. Het aandeel freatisch grondwater ten opzichte van het gespannen grondwater verschilt wel sterk per bevoorradingsgebied. Zo maakt Pidpa in de provincie Antwerpen uitsluitend gebruik van freatisch grondwater, d.i. door de dikkere freatische laag van het Centraal Kempisch Systeem, terwijl De Watergroep beide typen grondwater wint.

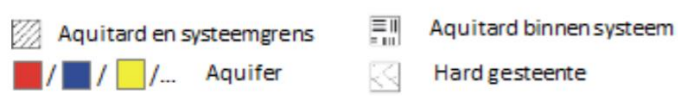
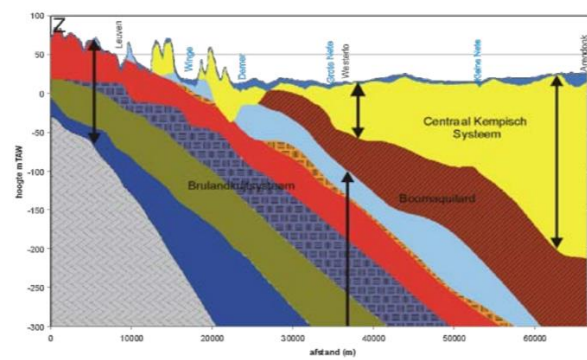
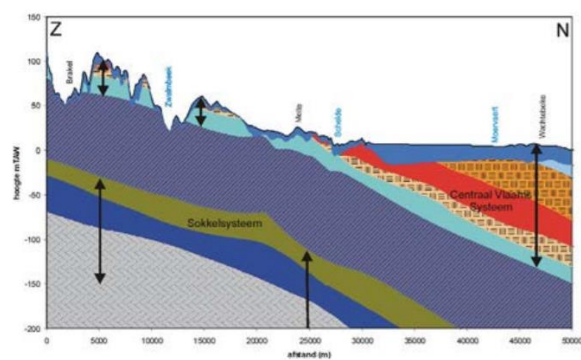


Figuur 151: Aantal (links) en vergunde volumes (rechts) aan grondwaterwinningen uit freatische en gespannen grondwaterlagen gebruikt voor drinkwaterproductie door de Vlaamse drinkwatermaatschappijen (inclusief SWDE-winningen van De Watergroep).



profiel 1 - grondwaterlagen tussen Wachtebeke (noorden van Oost-Vlaanderen) en Brakel (zuiden van Oost-Vlaanderen)

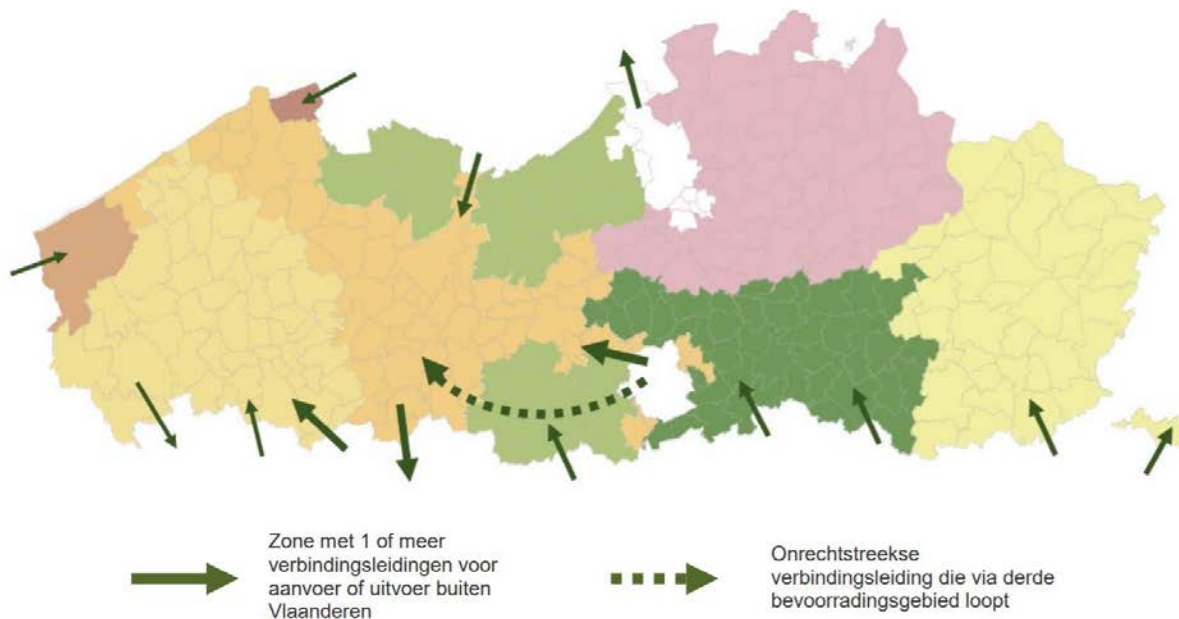
profiel 2 - grondwaterlagen tussen Arendonk (noorden van de provincie Antwerpen) en Leuven (zuiden van de provincie en Vlaams-Brabant).



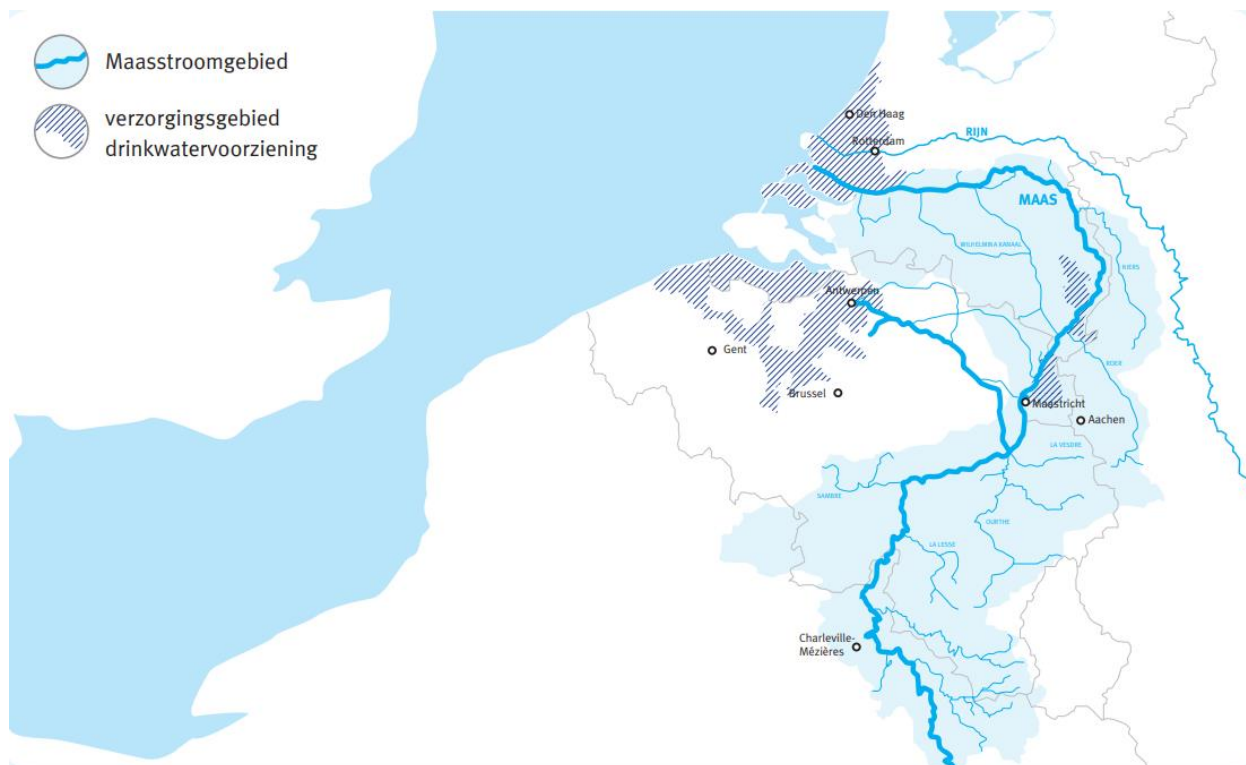
Figuur 152: Grondwaterwinningen voor drinkwaterproductie opgesplitst in freatische en gespannen winningen.

Naast de eigen productie is er de aanvoer en uitvoer van drinkwater vanuit/naar de naburige landen en gewesten (Nederland, Frankrijk, Wallonië, Brussel). Figuur 153 geeft de voornaamste fluxen weer. Netto wordt ongeveer 16% van het gedistribueerde water aangevoerd van buiten Vlaanderen. Deze is vooral afkomstig van Wallonië: aankoop bij het Waalse waterbedrijf SWDE door De Watergroep West en Mid-Oost (De Watergroep staat wel zelf in voor de exploitatie van de winningen); en de aankoop – vooral door Farys – bij het Brusselse drinkwaterbedrijf Vivaqua dat op zijn beurt een groot deel van het water uit Wallonië haalt. Verder is er nog het water dat water-link in Vlaanderen onttrekt maar via het Albertkanaal

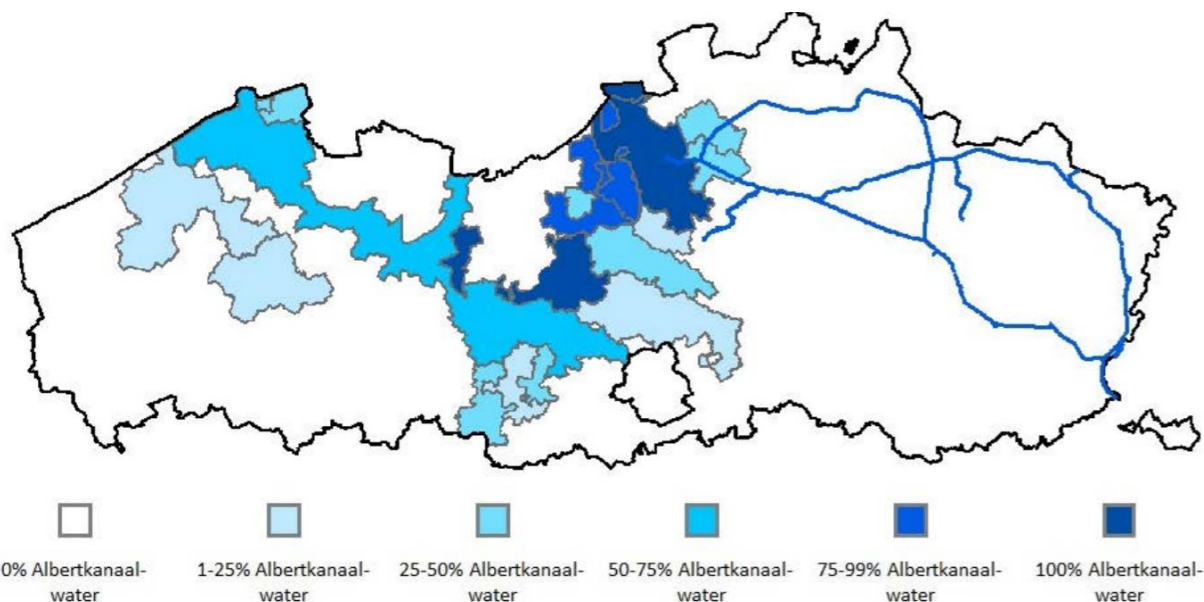
ook aangevoerd wordt vanuit Wallonië en Frankrijk (Maaswater); zoals hoger al toegelicht. Vermits de winning in Vlaanderen gebeurt werd dit laatste niet ingerekend bij de aankoop buiten Vlaanderen. Figuur 154 en Figuur 155 geven aan welke gebieden via water uit het Albertkanaal (dus Maaswater) bevoorrad worden.



Figuur 153: Aanvoer en uitvoer van drinkwater vanuit/naar naburige landen en gewesten (dikte van de pijlen staat in verhouding met de capaciteit van de verbindingen; verbindingen van <math><250\text{m}^3/\text{dag}</math> zijn niet weergegeven).



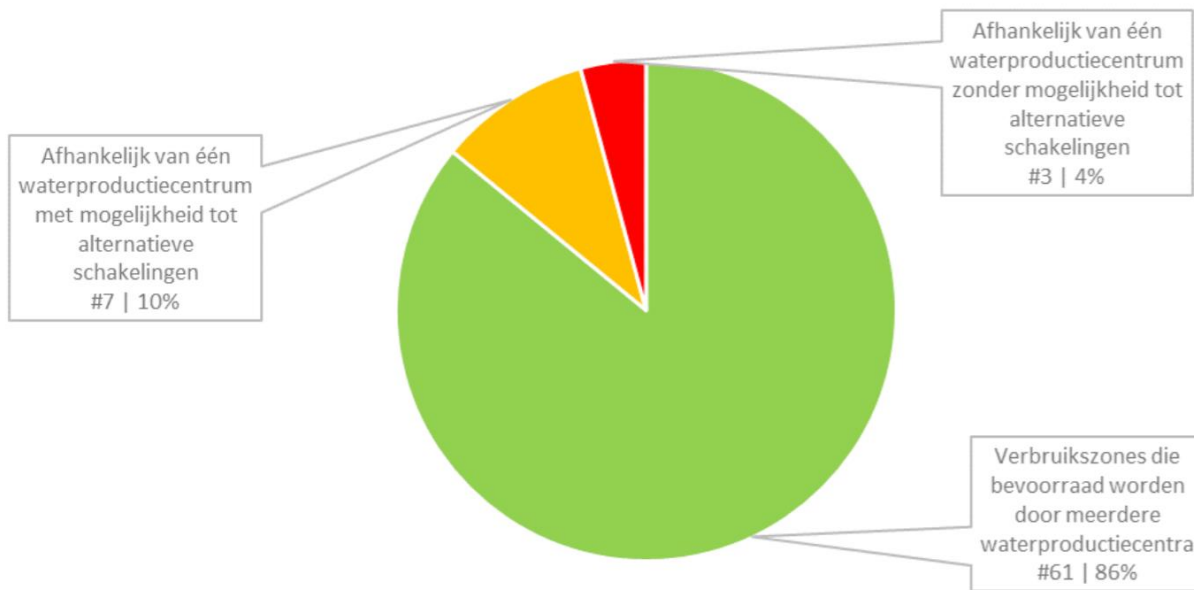
Figuur 154: Voornaamste deelgebieden die voor hun drinkwater bevoorrad worden door Maaswater.



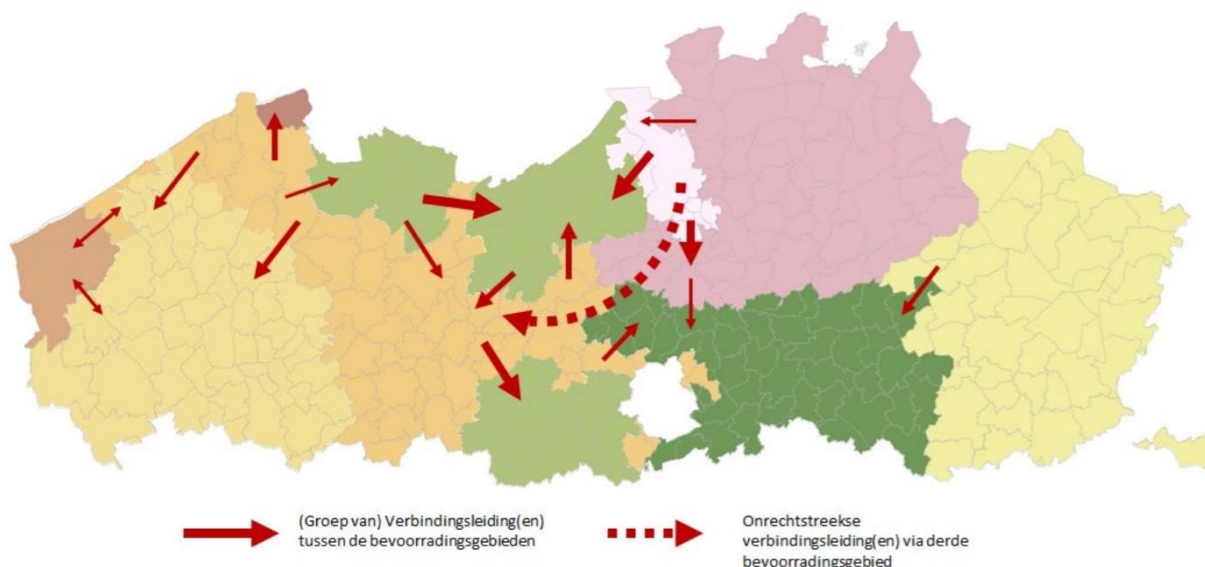
Figuur 155: Aandeel drinkwater afkomstig uit het Albertkanaal voor de betreffende verbruikszones in Vlaanderen.

Recent werd de onderlinge samenwerking tussen de drinkwatermaatschappijen verbeterd (gefaciliteerd via Aquaflanders). Zo zijn er dankzij de verbondenheid of connectiviteit van verbruikszones meerdere schakelmogelijkheden. Verbruikszones worden hierbij gedefinieerd als deelgebieden van de bevoorradingsgebieden; het zijn vaste zones in het bevoorradingsgebied waarbinnen de in- en uitgaande waterstromen in het drinkwaternetwerk permanent bemeten worden. Figuur 156 geeft aan dat van de 85 verbruikszones er 10 zijn die in normale omstandigheden bevoorrad worden door één waterproductiecentrum en/of leveringspunt. 7 van deze 10 verbruikszones hebben wel mogelijkheden tot alternatieve schakelingen; voor de andere 3 is dat niet het geval. 61 van de 85 verbruikszones worden bevoorrad door meerdere waterproductiecentra. De transfers die nu al gebeuren tussen de verschillende bevoorradingsgebieden staan aangeduid in Figuur 157. Vooral in het westen van Vlaanderen zien we een grote mate van interconnectiviteit tussen de bevoorradingsgebieden. Op verschillende locaties zijn de distributienetten van de drinkwaterbedrijven verbonden en is er een constante doorvoer van drinkwater. Dit kan onder meer verklaard worden door de in verhouding beperktere aanwezigheid van waterproductiecentra wat op zijn beurt weer gekoppeld is aan de beperktere mogelijkheden om daar waterwinningen te exploiteren. In het oosten van Vlaanderen zien we minder transfers en merken we ook op dat er net daar veel waterproductiecentra zijn waarbij de focus ligt op de interconnectiviteit binnen het bevoorradingsgebied. De afhankelijkheid van de aanvoer van water buiten het gebied is er kleiner. De belangrijkste transfer binnen Vlaanderen is die van water-link (WPC Walem) naar Farys. Met dit water wordt een groot deel van de bevoorrading van Oost-Vlaanderen en West-Vlaanderen verzekerd. Farys is vooral een distributiemaatschappij. Zij kopen water aan via Brussel (Vivaqua) en water-link en vervoeren dit via hun leidingensysteem door naar Vlaams-Brabant, Oost-Vlaanderen en West-Vlaanderen. Via dit leidingensysteem voorziet Farys aangrenzende maatschappijen van bijkomend water. De transportcapaciteit van Farys is daardoor dus cruciaal. Deze transportcapaciteit, inclusief de verkoop aan andere drinkwatermaatschappijen, wordt geraamd op 300 000 m³/dag. Figuur 158 geeft een overzicht van de al uitgevoerde, in uitvoering zijnde en geplande acties om de connectiviteit tussen de drinkwatermaatschappijen te verhogen.

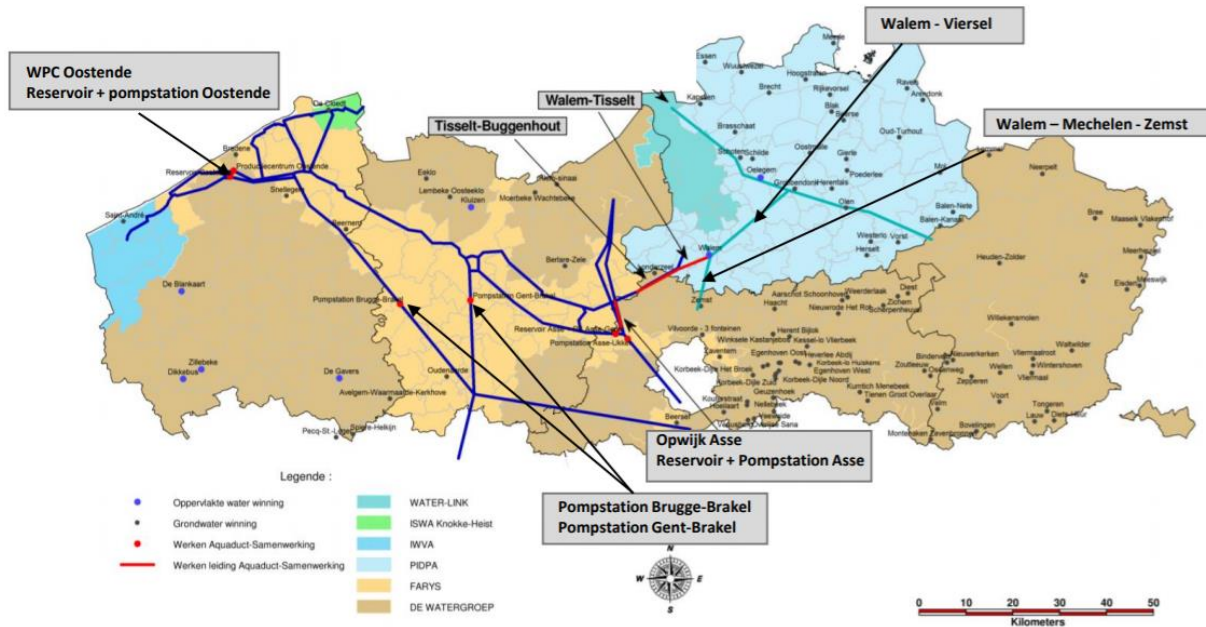
Figuur 159 toont dat tijdens periodes van piekverbruik er vooral nog restcapaciteit beschikbaar is bij water-link, Pidpa en De Watergroep Oost. Bij de andere bevoorradingsgebieden is die restcapaciteit klein. Het zijn dus vooral deze laatste gebieden die het meest kwetsbaar zijn voor drinkwaterschaarste.



Figuur 156: Overzicht van de schakelmogelijkheden voor 85 verbruikszones in Vlaanderen.



Figuur 157: De belangrijkste transfers tussen de verschillende bevoorradingsgebieden in Vlaanderen (dikte van de pijlen staat in verhouding met de capaciteit van de verbindingen; verbindingen van <math><250\text{m}^3/\text{dag}</math> zijn niet weergegeven).



Reeds gerealiseerd

- Water-link - FARYS : leiding Walem-Asse met reservoir en pompstations te Asse
- FARYS: WPC Oostende
- Water-link: bijkomende productie-eenheid in WPC Walem

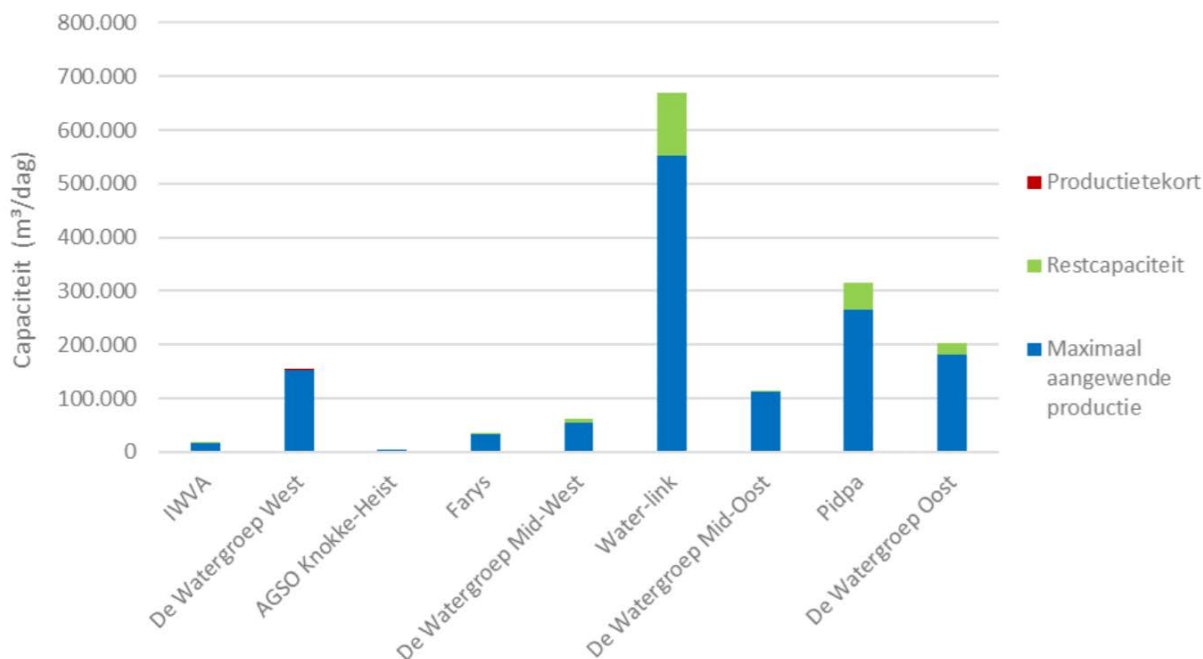
In uitvoering

- Water-link - Pidpa: Walem-Viersel
- Water-link - Pidpa - De Watergroep: leiding DN600 Walem – Mechelen – Zemst
- Farys: pompstation Gent-Brakel

Gepland

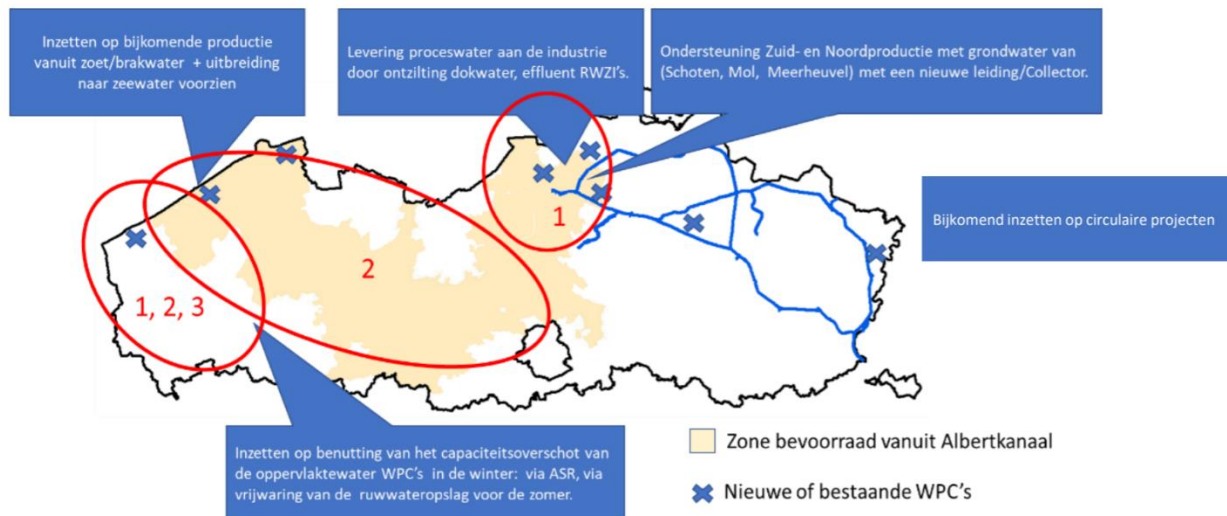
- Water-link - Pidpa: leiding DN900 Walem - Oelegem – Grobbendonk
- Farys: reservoir + pompstation Oostende + pompstation Brugge-Brakel

Figuur 158: Reeds gerealiseerde, in uitvoering zijnde en geplande projecten die de interconnectiviteit tussen de verschillende bevoorradingsgebieden in Vlaanderen verhogen.



Figuur 159: De totale productiecapaciteit per bevoorradinggebied en de restcapaciteit/productietekort in m³/dag volgens de cijfers van 2011-2016.

De drinkwatermaatschappijen hebben een aantal lopende projecten en plannen om de productie- en aanvoercapaciteit in de toekomst geleidelijk verder op te drijven; zie schematisch overzicht in Figuur 160. Deze gaan van bijkomend inzetten op grondwater waar mogelijk, het ontzilten van brak (zout-zoet) water en desgevallend van zeewater in West-Vlaanderen, de productie van proceswater uit brak (zout-zoet) water in Antwerpen en het ter beschikking stellen van het equivalent volume ervan; het beter benutten van capaciteitsoverschotten van oppervlaktewaterwinningen in de winter voor de aanvulling van de spaarbekkens, zodat er een grotere reserve is voor de zomer; bijkomende ondergrondse wateropslag (Aquifer Storage and Recovery) in de winter; bijkomende verbindingen tussen leidingnetten, waardoor kan geschakeld worden tussen oppervlaktewater en grondwater bij waterschaarste of calamiteiten. Deze projecten zijn vooral gelokaliseerd in de gebieden waar er weinig klimaat- en calamiteitsrobuuste bestaande oppervlaktewaterwinningen zijn zoals in West- en Oost-Vlaanderen en Antwerpen, waar de afhankelijkheid van toevoer groot is zoals in West- & Oost-Vlaanderen en het westen van Vlaams-Brabant, en waar er een beperkte bronbeschikbaarheid is zoals in West-Vlaanderen. De besliste projecten creëren een bijkomende capaciteit van 7,5%; deze die zich in de onderzoeksfase bevinden zouden voor 16% bijkomende productiecapaciteit zorgen, grotendeels gebaseerd op het ontzilten van brak water, en tot 26% bijkomende broncapaciteit, voor 80% gebaseerd op brak (zout-zoet) water en voor 20% op grondwater. Verder is er de uitrol van de digitale watermeters, die gebruikers en waterbedrijven meer inzicht zullen geven in het verbruiksprofiel en de netefficiëntie verhogen, waardoor ook de lekverliezen kunnen worden teruggedrongen.

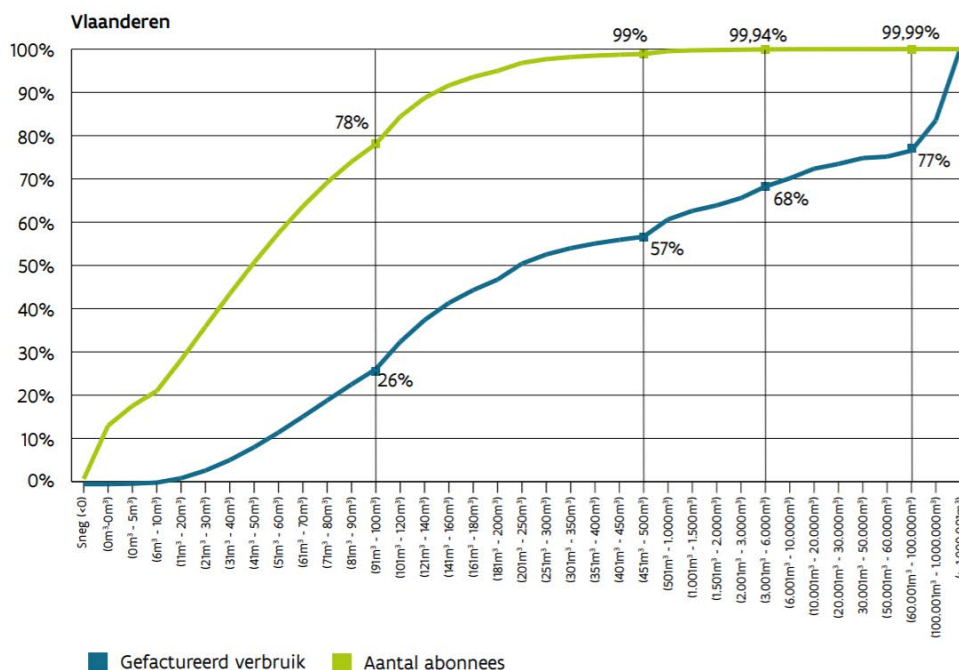


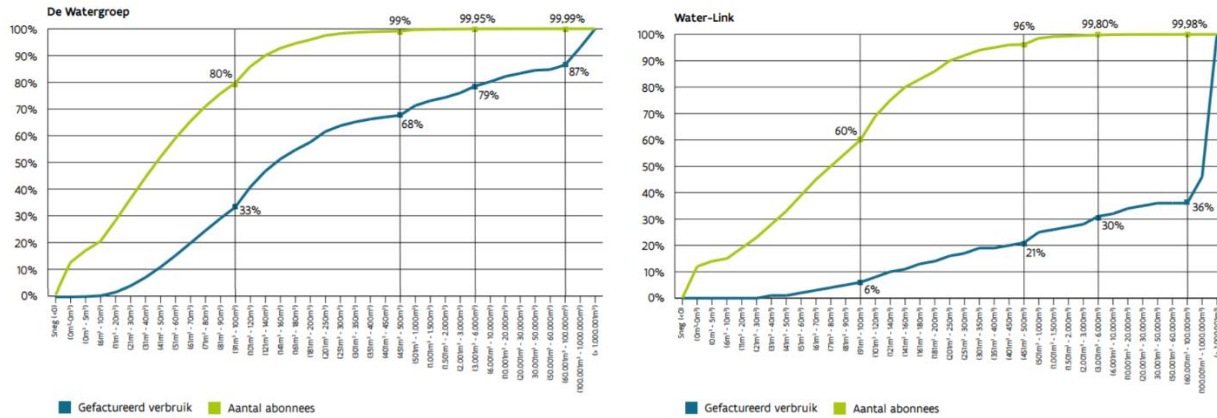
Figuur 160: Geplande projecten van drinkwatermaatschappijen om productiecapaciteit in nabije toekomst verder op te drijven.

In Tabel 22 is aangegeven hoe groot het aandeel bedraagt van de huishoudelijke en niet-huishoudelijke abonnees en de andere niet-geregistreerde gebruikers in het totale drinkwatergebruik per jaar. Hieruit blijkt dat water-link proportioneel het grootste aantal niet-huishoudelijke verbruikers heeft. Dit wordt bevestigd door de gebruiksprofielen in Tabel 22: terwijl in gans Vlaanderen bijna 78% van alle abonnees een drinkwatergebruik heeft dat lager ligt dan 100 m³/jaar, is dat bij water-link slechts 60%. Drinkwatermaatschappijen water-link heeft een aantal zeer grote (industriële) gebruikers: zij factureren 70% aan slechts 0,2% van hun abonnees. Het gebruik groter dan 6000 m³/jaar is vooral bij deze maatschappij geconcentreerd. Ook De Watergroep heeft een aantal zeer grote gebruikers. Het onderscheid tussen industriële versus huishoudelijke gebruikers is belangrijk vermits industrie bij droogte een stabiel gebruik heeft, in tegenstelling met de huishoudens.

Drinkwatermaatschappij	Huishoudelijk	Niet-huishoudelijk	Niet-geregistreerd	Verlies
water-link	32	59	9	0,0
De Watergroep	53	25	22	1,9
IWVA	52	43	5	0,7
IWVB	73	23	4	
AGSO Knokke-Heist	30	9	60	
Pidpa	63	27	10	2,6
Farys	55	25	20	0,0
Vivaqua	78	7	15	
Totaal			17,1	1,2

Tabel 22: Percentage aandeel huishoudelijk, niet-huishoudelijk en andere (niet-geregistreerd) watergebruik in de totale drinkwaterproductie en percentage productieverlies per drinkwatermaatschappij voor 2017 (VMM - Drinkwaterbalans voor Vlaanderen 2017).





Figuur 161: Cumulatieve frequentieverdeling van aantal abonnees en het gefactureerd drinkwatergebruik voor alle drinkwatermaatschappijen samen (boven) en afzonderlijk voor De Watergroep (links onder) en water-link (rechts onder) in 2015 (VMM – Watermeter 2016-2017).

Verder is er het drinkwaterverlies als gevolg van o.a. lekverliezen. Dit verlies zit in Tabel 22 vervat in het niet-geregistreerd watergebruik, wat berekend is als het verschil tussen de totale hoeveelheid water geleverd aan het netwerk en het aan klanten gefactureerd water. Het bedroeg in 2017 samen met het productieverlies 18,3% van de totale drinkwaterproductie, maar omvat niet alleen het drinkwater dat verloren gaat in het transport- en distributienet. Het omvat ook het spoelwater voor de leidingen om een goede kwaliteit van het drinkwater te verzekeren en het bluswater voor brandbestrijding (het zogenaamd niet gefactureerd toegelaten verbruik) en de schijnbare verliezen als gevolg van de onnauwkeurigheid van de verbruiksmeters bij klanten of diefstal. Het niet gefactureerd toegelaten verbruik bedraagt in Europa typisch 0,5% van het gefactureerd, bemeterd verbruik; de schijnbare verliezen 2,2%. Als deze waarden ook op Vlaanderen worden toegepast blijft er 15,6% over dat grotendeels toegeschreven kan worden als lekverliezen.

De drinkwaterproductiehoeveelheden worden sinds juni 2018 bij alle drinkwatermaatschappijen dagelijks geregistreerd (en bij de meeste drinkwatermaatschappijen al eerder sinds 2013). In 2018 ontwikkelde Sumaqua in opdracht van de VMM een model dat in real-time het dagelijks drinkwatergebruik in grootteorde kan voorspellen (Willems & Wolfs, 2019). Het drinkwatergebruik blijkt hierbij beperkt te fluctueren. Tijdens de droge zomer van 2018 bleek het hoogste dagverbruik 13% hoger te liggen dan het gemiddelde. Op 21 mei 2020 bleek dat plaatselijk en kortstondig zelfs op te lopen tot 40% hoger. Verder zijn er regionale verschillen tussen de kust en het binnenland: tijdens verlofdagen neemt het waterverbruik af in het binnenland terwijl het aan de kust net toeneemt, zeker tijdens de warmere maanden van het jaar. In het bevoorradingsgebied van Knokke-Heist lag het hoogste daggebruik bijvoorbeeld in de zomer van 2018 maar liefst 75% hoger dan het gemiddeld daggebruik. Voor IWVA was dat 70%; voor het eerst sinds 2012 werd er bij IWVA 20.000 m³/d overschreden en registreerden ze het hoogste dag-verbruik sinds 2009. Plotse toenames in het drinkwatergebruik blijken volgens Willems & Wolfs (2019) tijdens droge zomermaanden vooral verklaard door plotse temperatuurstijgingen; vooral de

verandering in het doorlopend neerslagtekort blijkt indicatief. Daarnaast zijn er ook een aantal andere invloedsfactoren zoals de combinatie met verlengde weekends, examenperiodes, enz.

De drinkwatervraag is dus ruimtelijk verdeeld per bevoorradingsgebied op dagschaal gekend. De winningen zijn ook in grootteorde gekend: via de grondwatervergunningen voor grondwater, via de innamepunten en bijhorende wingebieden (opwaartse stroomgebieden) voor oppervlaktewater. Voor de grote spaarbekkens dient ook de buffercapaciteit beschouwd te worden, welke ook bekend is.

Huishoudens

Het watergebruik door huishoudens is grotendeels vervat in het drinkwatergebruik. Huishoudens gebruiken anderzijds ook regenwater en sommigen grondwater via een boorput. Het totale gebruik aan leidingwater werd hiervoor ingeschat via de fractie huishoudens in het totale leidingwatergebruik. Omdat reactieve maatregelen beperkt kunnen worden tot specifieke toepassingen zoals vullen van zwembaden, sproeien van gazons, wassen van de auto, enz., werd het watergebruik voor bepaalde van deze specifieke toepassingen afzonderlijk maar ruw ingeschat. Voor tuinen wordt dat samen met sportvelden hierna afzonderlijk opgenomen. Ook voor zwembaden-vijvers en ander buitenhuisgebruik worden hieronder inschattingen gegeven.

Gemiddeld gebruiken huishoudens naast leidingwater (gemiddeld 100 liter per inwoner per dag, voor een gemiddeld gezin van 2,3 personen), 1,7 liter grondwater per inwoner per dag en 11,9 liter regenwater (Tabel 23). Deze cijfers zijn gebaseerd op enquêtes (VMM - Watergebruik door huishoudens, 2016) waarbij in 2016 minstens 250 Vlaamse huishoudens werden bevraagd in 2 golven (augustus-september, oktober november), in het totaal 504 huishoudens a.d.h.v. een dagboek gedurende 2 weken. Deze cijfers zijn in grootteorde vergelijkbaar met die van VITO (2017); Tabel 24.

Principieel zou het cijfer van 11,9 liter voor regengebruik door huishoudens hoger kunnen, tot afgerond 50 liter (gebaseerd op het gemiddeld gebruik van 21,3 liter voor toiletspoeling; 15,5 liter voor wasmachine; 5,8 liter voor poetsen; 7,4 liter voor planten water geven binnen en buiten; 4,7 liter voor ander buitengebruik).

	Totaal	Aandeel	Leidingwater	Grondwater	Regenwater
Toilet	21,3	19%	17,2	0,3	3,9
Bad	5,1	4%	4,8	0,1	0,2
Douche	23,8	21%	23,2	0,2	0,3
Wastafel	9,4	8%	9,4	0,0	0,0
Wasmachine	15,5	14%	12,8	0,2	2,5
Handwas textiel	1,1	1%	1,0	0,0	0,1
Vaatwasser	2,3	2%	2,2	0,0	0,1
Vaatwas/hand	6,0	5%	5,6	0,1	0,4
Drank en voedsel	11,1	10%	10,9	0,1	0,1
Poetsen	5,8	5%	4,7	0,1	1,0
Planten en tuin	7,4	7%	4,1	0,5	2,8
Andere	4,7	4%	4,1	0,2	0,5
Lekken	0,1	0%	0,1	0,0	0,0
Subtotaal	113,6	99,6%	100,0	1,7	11,9
<i>Aandeel</i>			88%	2%	10%

Tabel 23: Gemiddeld watergebruik thuis in Vlaanderen, in liter per dag per persoon (VMM - Watergebruik door huishoudens, 2016).

Alle huishoudens m ³ /jaar.hh ^a	Vlaanderen					Nederland
	Totaal	Aandeel	Leidingwater	Grondwater	Hemelwater	Totaal
Toepassing	m ³ /jaar.hh	%	m ³ /jaar.hh	m ³ /jaar.hh	m ³ /jaar.hh	m ³ /jaar.hh
Toilet	14,5	17,6%	11,0	0,2	3,4	27,1
Bad	3,6	4,4%	3,3	0,1	0,2	1,5
Douche	17,7	21,5%	17,2	0,2	0,3	41,4
Wastafel badkamer	6,6	8,1%	6,6	0,0	0,0	4,2
Wasmachine	11,9	14,4%	9,4	0,2	2,3	12,5
Handwas textiel	0,7	0,9%	0,6	0,0	0,1	
Vaatwasser	1,9	2,3%	1,8	0,0	0,1	4,4
Vaatwas/hand	4,1	4,9%	3,7	0,1	0,3	
Drank en voedsel	8,4	10,2%	8,2	0,1	0,1	1,8
Poetsen	4,0	4,9%	3,2	0,1	0,7	
Planten en tuin	5,0	6,1%	2,0	0,7	2,3	
Andere	3,5	4,3%	3,0	0,2	0,4	2,6
Lekken	0,1	0,1%	0,1	0,0	0,0	
Totaal	82,1	99,6%	70,1	2,0	10,1	95,5
<i>Aandeel %</i>			85,4%	2,4%	12,3%	

Tabel 24: Jaarverbruik gemiddeld huishouden in Vlaanderen, in m³/jaar, en vergelijking met Nederland voor totaalverbruik (VITO, 2017).

Het totaal waterverbruik door de huishoudens in Vlaanderen wordt in deze opdracht geraamd op 243 Mm³/jaar. Dit is bepaald door optelling van het leidingwaterverbruik (211 Mm³/jaar, volgens cijfers drinkwatermaatschappijen), het grondwaterverbruik (4 Mm³/jaar, via de vergunningen), het oppervlaktewaterverbruik dat zeer laag is en verwaarloosd werd en het hemelwaterverbruik dat geraamd

wordt op 28 Mm³/jaar. Dat laatste is berekend conform het gemiddeld regenwaterverbruik van 11,9 liter per persoon. Uiteraard is dit sterk verschillend van gezin tot gezin. Wanneer de aanpak wordt gevolgd die hiervoor werd toegepast om het regenwateraanbod via hemelwaterputten in te schatten: 1,5 miljoen huishoudens met een hemelwaterput, gemiddeld 2,3 inwoners per huishouden, komt het gemiddeld regenwaterverbruik van mensen met een hemelwaterput op 22 liter per persoon per dag, dus ongeveer de helft van wat maximaal als haalbaar ingeschat wordt.

Ter vergelijking, de Milieurapportering van VMM (MIRA 2018) becijferde voor de huishoudens een totaal waterverbruik van 254 Mm³/jaar, waarvan 222 Mm³/jaar leidingwater en 29 Mm³/jaar hemelwater.

Huishoudens – zwembaden en siervijvers

Het waterverbruik voor zwembaden werd ingeschat op basis van sporadische informatie uit de sector van verkoop, aanleg en onderhoud van zwembaden. Er werd een onderscheid gemaakt tussen aangelegde permanente zwembaden, tijdelijke zwembaden, bovengronds, en tenslotte ook kleine eenheden en siervijvers.

Voor de provincie Limburg werd het totale waterverbruik voor zwembaden en siervijvers ingeschat op 0,25 tot 0,50 Mm³/jaar voor zwembaden en 0,03 Mm³/jaar voor siervijvers. In de waterbalansstudie van de kust werd dit niet afzonderlijk ingeschat, maar binnen deze opdracht werd de methode toegepast voor Limburg geëxtrapoleerd naar de rest van Vlaanderen. Hetzelfde geldt ook voor een aantal andere toepassingen waarvoor het waterverbruik hierna wordt beschreven.

Geëxtrapoleerd naar gans Vlaanderen werd een totaal waterverbruik van huishoudens voor zwembaden en siervijvers geraamd op 2 tot 4 Mm³/jaar. Dit waterverbruik zit grotendeels vevat in het totale volume drinkwaterverbruik, maar het is nuttig om het afzonderlijke verbruik ervan te kennen om later de effectiviteit van maatregelen die enkel hierop van toepassing zijn te beoordelen.

Huishoudens – auto wassen en ander buitenhuisgebruik (behalve irrigeren van tuinen)

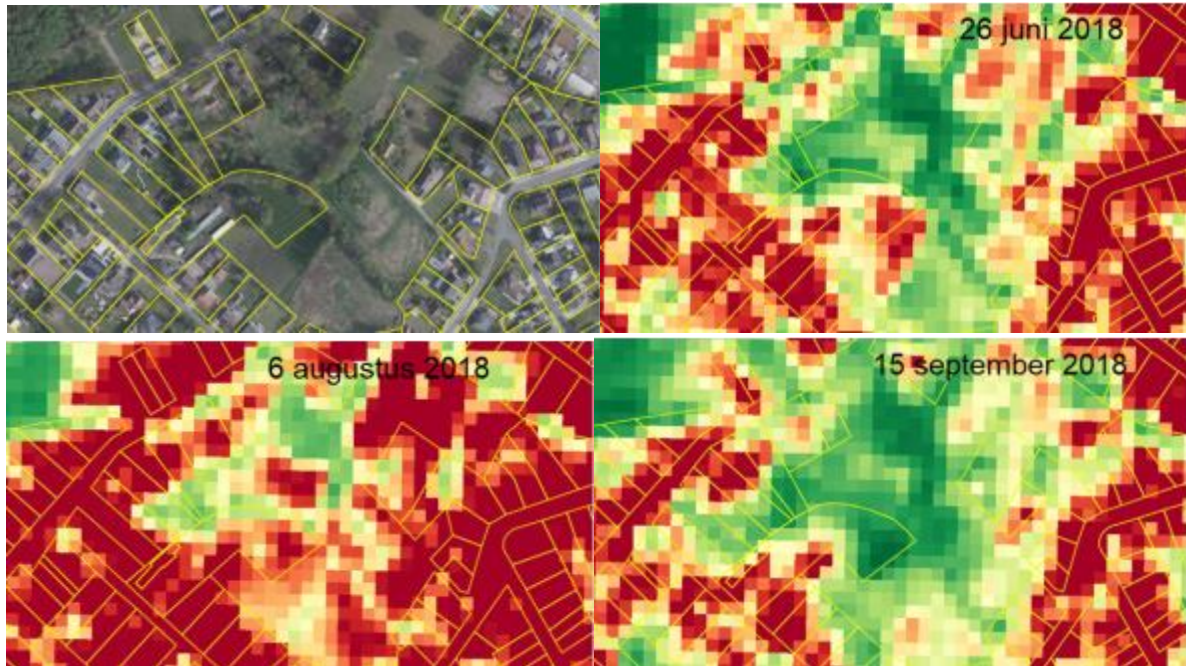
Voor het wassen van auto's en ander buitenhuiswaterverbruik (bv. planten en groeten in de tuin) werd een inschatting gemaakt van het waterverbruik door het gemiddeld waterverbruik per persoon van dat soort toepassingen te vermenigvuldigen met het aantal inwoners. Het gemiddeld verbruik per persoon werd gebaseerd op de hogervermelde enquête (VMM - Watergebruik door huishoudens, 2016) en in een meer gevorderde benadering op basis van het bijhouden van een dagboek door een selecte populatie.

Voor de provincie Limburg met 872 923 inwoners (2018) werd het totale waterverbruik door huishoudens voor het wassen van auto's ingeschat op 0,25 tot 0,50 Mm³/jaar leidingwater. Geëxtrapoleerd naar gans Vlaanderen geeft dat een ruwe raming van 2 tot 4 Mm³/jaar.

Huishoudens – tuinen en sportvelden

Het areaal berekening van tuinen en sportvelden (voetbal, hockey, golf, ...) is, net zoals het landbouwareaal onder irrigatie (zie verder onder [Land- en tuinbouw](#)), afgeleid van Sentinel-2

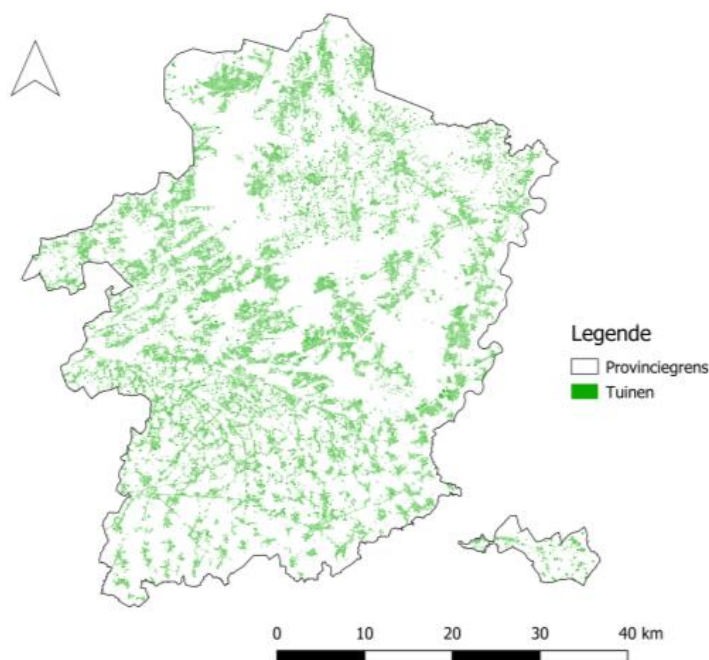
satellietbeelden. Tuinen die worden geïrrigeerd hebben immers een hogere NDVI (illustratie in Figuur 162). Dit bleek in de droogtestudie voor de provincie Limburg duidelijk voor de zomer van 2018. Ook de watervraag om tijdens zulke droge zomerperiode deze tuinen groen te houden werd ingeschat zoals verder onder [Land- en tuinbouw](#) toegelicht, aangevuld met de ervaring en expertenkennis van de Bodemkundige Dienst van België.



Figuur 162: Voorbeeld van identificatie van wel en niet geïrrigeerde tuinen en andere groengebieden, via verwerking naar NDVI van satellietbeelden: gebied met betrokken percelen op orthofoto te Pelt; NDVI op 3 verschillende data in 2018 (droogtestudie prov. Limburg).

Oppervlakte:		m ²	10-500	500-1000	1000-2500	2500-10000	10000-20000	
per klasse:	aantal tuinen	aantal	228855	72148	28344	7450	807	
	totale oppervlakte	ha	5719	4922	4101	3253	1173	
	gemiddeld	ha/huishouden	0.025	0.068	0.145	0.437	1.454	
Oppervlaktaandeel, berekend (%):								
	Semi-autom. systeem			0.2%	0.5%	0.5%	0.5%	
	Zelfbouw, permanente systemen		0.3%	0.2%	0.2%			
	Incidentele beregening		15%	15%	10%	1%	0.5%	
Gemiddeld jaarverbruik (m³/j):								
	Semi-autom. systeem			55123	114818	91080	32857	aan 0.56 m ³ /m ² .j
	Zelfbouw, permanente systemen		48037	27561	22964			0.28 m ³ /m ² .j
	Incidentele beregening		240185	206711	114818	9108	1643	0.028 m ³ /m ² .j
	Totaal:		288222	289395	252600	100188	34500	964905 m³/j
Waterbron:								
	Grondwater	aandeel	10%	10%	90%	99%	50%	Totaal
		verbruik	28822	28940	227340	99186	17250	401538 m ³ /j
	Leidingwater	aandeel	85%	85%	10%	1%		
		verbruik	244989	245986	25260	1002		517237 m ³ /j
	Hemelwater	aandeel	5%	5%				
		verbruik	14411	14470				28881 m ³ /j

Figuur 163: Ingeschat gemiddelde jaarverbruik voor beregening van privétuinen in de provincie Limburg (droogtestudie prov. Limburg).



Figuur 164: Locaties van de privétuinen in de provincie Limburg (droogtestudie prov. Limburg).

Voor de provincie Limburg werd het waterverbruik door huishoudens voor het irrigeren van privétuinen (Figuur 164) ingeschat op afgerond 1 Mm³/jaar. Geëxtrapoleerd naar gans Vlaanderen geeft dat een totaal waterverbruik van huishoudens voor het irrigeren van privétuinen op 7 Mm³/jaar. Wanneer de 7,4% van het totale leidingwaterverbruik door huishoudens voor planten en tuin wordt toegepast, wordt een totaal leidingwaterverbruik van 16 Mm³/jaar gevonden. Indien de hiervoor toegelichte inschatting zoals voor Limburg wordt beschouwd, zou ongeveer de helft van dat totaal leidingwaterverbruik voor planten en tuinen naar berekening van de tuinen gaan.

Voor het irrigeren van sportvelden werd het totaal waterverbruik voor Limburg ingeschat op 0,1 tot 0,25 Mm³/jaar voor de voetbalterreinen, wat geëxtrapoleerd naar gans Vlaanderen 0,75 tot 2 Mm³/jaar geeft. Er blijkt dat ca. 10% van de voetbalterreinen eerder oordeelkundig beregend worden, 30% ad hoc beregend worden (wat in grootteorde een halvering van het waterverbruik betekent t.o.v. de oordeelkundige berekening), 60% van de voetbalterreinen wordt nooit beregend en verdroogt verregaand tijdens zeer droge jaren.

Voor de golfterreinen is het totaal waterverbruik 0,1 tot 0,2 Mm³/jaar voor Limburg en 0,75 tot 1,5 Mm³/jaar voor gans Vlaanderen. Deze blijkt vooral te gaan naar de berekening in de spelzones en specifieke park- of tuinaanplanting. Vooral de greens (zone rond elke hole) worden sterk verzorgd en vaak ook de surrounds (zone rond de green) en de tees (afslagplaatsen). Verder blijken soms ook delen van de fairways (zone tussen tee en green) en driving range (oefenterrein) beregend te worden. Het landschap rond deze zones wordt doorgaans nooit beregend.

Scheepvaart

Ten gevolge van het op- en afschutten van schepen (zowel vrachtschepen als pleziervaart) wordt ter hoogte van de sluisen een volume water naar het afwaartse kanaalpand overgebracht, afhankelijk van de dimensies van de sluis en schepen en het aantal schuttingsen. Daarnaast wordt water naar afwaartse panden geloosd om een bepaalde diepgang te verzekeren. Tenslotte dient in een aantal panden een minimaal debiet ter beschikking te zijn om zoutintrusie te vermijden. Verder zijn er de waterverliezen veroorzaakt door lekkages van de sluisdeuren en schuiven. Deze verliezen worden gecompenseerd door watersteken.

De schuttingsverliezen zijn geen echte verliezen (of “verbruik” van water) vermits het water afwaarts nog beschikbaar is voor andere doeleinden. Enkel de schuttingsvolumes aan de sluisen die water uit Vlaanderen onttrekken en in buurregio's binnenbrengen stellen een echt water“verbruik” voor. Dit laatste is op twee locaties het geval: de sluisen in Terneuzen (verlies aan Nederland via Kanaal Gent-Terneuzen) en de Haven van Antwerpen (verlies aan Nederland via de Zeeschelde).

De watervraag door de schutverliezen werd bepaald door het aantal schuttingsen te vermenigvuldigen met het schutvolume per versassing. Gegevens over het aantal schuttingsen zijn bekend bij De Vlaamse Waterweg en voor de zeesluisen bij de Havenbedrijven. Eerdere inschattingen van de schuttingsvolumes werden gemaakt door Michielsens et al. (2012) (Figuur 165). Deze worden momenteel door KU Leuven i.s.m. De Vlaamse Waterweg geactualiseerd. Voor Port of Antwerp is er een afzonderlijke opdracht lopend waarbij als onderdeel van de waterbalans ook de schuttingsverliezen door de zeesluisen worden

Op plaatsen waar pompen zijn geplaatst werd het terugpompdebiet afgetrokken van het schutverlies. Dit werd berekend door het aantal operationele pompuren per maand te vermenigvuldigen met het debiet per uur dat een pomp kan leveren. Het gaat hier zowel om de grootschalige pompinstallaties aan de sluizen van Ham, Olen en Hasselt op het Albertkanaal die het water terugpompen van het beneden- naar het bovenpand, maar ook over de sluizen te Diepenbeek, Genk en Wijnegem waar in 2019 mobiele pompinstallaties werden geplaatst om het water naar het bovenpand terug te pompen. Daarenboven pompt Rijkswaterstaat op het Julianakanaal op de sluiscomplexen van Born en Maasbracht bijkomend water terug naar de opwaarts gelegen kanaalpannen, waardoor meer water beschikbaar is voor het Albertkanaal. De Vlaamse Waterweg vergoedt deze pompkosten aan Rijkswaterstaat.

In de Haven van Antwerpen zijn er grote schuttingsverliezen via de Royersluis, Boudewijnsluis, Zandvlietsluis, Berendrechtsluis en Van Cauwelaertsluis. Dit water komt in de Zeeschelde terecht. Om deze verliezen deels te compenseren wordt gedurende de hoogwaterfase zout Scheldewater via omloopriolen van bepaalde sluizen in de dokken ingelaten. Het totaal netto waterverlies van de dokken naar de Zeeschelde via de verschillende zeesluizen wordt geraamd op 400 tot 500 Mm³/jaar, dit is de som van de schuttingsverliezen (350 tot 400 Mm³/jaar) en de netto waterafvoer van de dokken naar de Zeeschelde via de toe-en afvoerkanalen (50 tot 100 Mm³/jaar).

Het totale watergebruik door de scheepvaart via alle sluizen samen wordt geraamd op meer dan 4500 Mm³/jaar en het werkelijk verbruik door waterverliezen via schuttingen naar Nederland op 200 Mm³/jaar. Dit laatste situeert zich hoofdzakelijk aan de sluizen in Terneuzen. De schuttingsverliezen aan de zeesluizen in de Haven van Antwerpen zorgen voor een debiettoename in de Zeeschelde, maar dit debiet stroomt even verderop ook Nederland binnen. Dit laatste wordt in deze opdracht gerekend bij de debietuitstroom via de Zeeschelde. Dit debiet is natuurlijk geen echt verlies, want is ook belangrijk voor de morfologische en ecologische toestand langs de Zeeschelde. Hetzelfde geldt voor de sluis te Lozen langs de Zuid-Willemsvaart; dit is uitstroom naar Nederland, maar is ook daar nodig (cf. ook het Maasafvoeroverdrag). Daarnaast zijn er de schuttingsverliezen langs de zeesluizen in Zeebrugge, Oostende en Nieuwpoort. Deze uitstroom naar de Noordzee kan wel beschouwd worden als “waterverlies”.

In de Haven van Zeebrugge heeft de Pierre Vandammesluis te Zeebrugge in tegenstelling tot andere zeesluizen zoals in Terneuzen en Duinkerke geen zoutweringssysteem. Deze sluis heeft een gemiddeld waterverlies van 33.345 m³ per schutting. Indien er per dag gemiddeld 15 schuttingen worden uitgevoerd is er een aanvoer van 5,79 m³/s zoet water nodig om het waterverlies door het schutten van schepen te compenseren. Eveneens dient men de schutverliezen van de Visartsluis en van de sluizen in Oostende in rekening te brengen. Om de schutverliezen in de panden van het Boudewijnkanaal en van het Kanaal Brugge-Oostende te compenseren en de verzilting tegen te gaan dient er nagenoeg 10 m³/s zoet water uit het Scheldebekken aangevoerd te worden (Technum, 2001). Gelet op de beperkte aanvoer van zoet water via de Boudewijnsluis of Verbindingsluis (d.i. tussen het kanaal Gent-Oostende en het Boudewijnkanaal) dient men de schutverliezen d.m.v. zeewater te compenseren. Hiertoe zet men de spuiroelen bij vloed open waarbij er zeewater via de achterhaven en het Boudewijnkanaal landinwaarts stroomt. Met deze miljoenen kubieke meters zeewater houdt men het waterpeil op peil en komt de bevaarbaarheid van onze waterlopen niet in het gedrang. Wanneer er hier onvoldoende bovendebiet is,

kan men dus tijdelijk bijkomend zeewater inlaten, maar dit moet afgewogen worden tegen de bijkomende verzilting die daar het gevolg van is.

Aan de zeesluizen kan men via een gepaste planning van de schutactiviteiten de schutverliezen aansturen, optimaliseren en tot een minimum herleiden. Het afwaartse peil (zeewaartse zijde) bevindt zich immers gedurende de dagelijkse getijcyclus een langere periode onder het waterpeil van het opwaartse kanaalpand, en gedurende een kortere periode boven dit waterpeil. De aangepaste planning van de schuttingen kan wel tot een tijdelijke kwaliteitsvermindering leiden in het water van het opwaartse pand. Voor de sluisen met een afwaartse getijafhankelijke situatie zou in tijden van waterschaarste best zo veel mogelijk een sluisbeheer gericht op maximale beperking van schutverliezen toegepast worden.

Om zoutintrusie te verminderen langs de zeesluizen kunnen bellenschermen, zoutdrempels of zoutvangen geplaatst worden maar die kosten veel energie gezien de grootte van de sluis, de hoge zoutconcentraties en de duur de sluisdeur openstaat. Ze hebben enkel impact tijdens versassingen en niet tijdens steken of bij eventuele mobiele pompen.

Industrie

Water wordt door de industrie gebruikt voor o.a. de productie van goederen, als koelwater, spoelwater, bluswater, enz. Het verbruik is dus verdeeld over heel wat sectoren en typen toepassingen.

Als waterbronnen worden door de industrie zowel leidingwater als rechtstreeks oppervlaktewater en grondwater gebruikt, alsook hemelwater (in beperkte mate) en ander water. Het leidingwatergebruik is deel van het totale drinkwaterverbruik, zoals hiervoor bij drinkwater ingeschat. Oppervlaktewater wordt door de industrie voornamelijk gebruikt in processen die geen water van hoge kwaliteit vereisen. Wanneer het gaat om koelwater, keert dit water terug na gebruik; dit type wordt daarom afzonderlijk beschouwd.

Een groot deel van de industriële oppervlaktewateronttrekkingen gebeuren langs de bevaarbare waterlopen. Zoals voor de scheepvaart zijn ze vooral geconcentreerd langs de economische assen en centra: het Albertkanaal en het kanaal Gent-Terneuzen en de havens van Antwerpen en Gent. De industriële onttrekkingen uit de onbevaarbare waterlopen zijn zeer gering. Kwantitatieve gegevens over al deze onttrekkingen zijn ingeschat door de gegevens van de heffingen, vergunningen, rapportering i.k.v. integraal milieuarverslag (IMJV) en de emissie-rapportering, volgens de werkwijze zoals hiervoor voraan het deel Watervraag besproken.

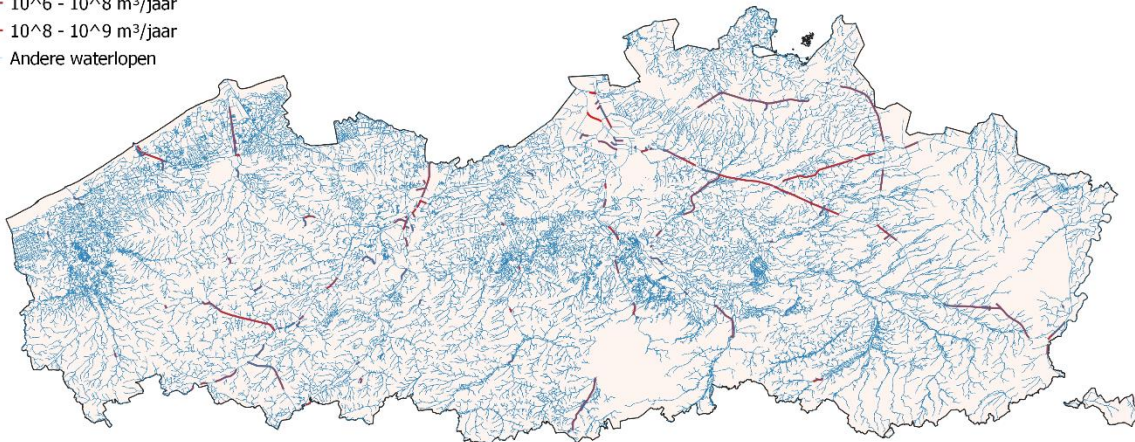
Het grondwatergebruik door de industrie is vooral bestemd voor proceswater. Andere bestemmingen zijn warmtepompen, airconditioning en koude-warmte opslag, voor stoomproductie, voor koelwater en als grondstof/ingrediënt. Het gebruik van grondwater wordt wel wat afgebouwd, door meer hergebruik van water en de installatie van waterzuinige technologieën.

Voor de analyse van het watergebruik door de sector industrie werd er onderscheid gemaakt tussen de deelsectoren chemie, voeding, metaal, papier, textiel, afval(water) en overige industrie. De opdeling in deelsectoren is wenselijk gezien het sterk verschil in watergebruik tussen sectoren.

Figuur 166 geeft een beeld van de locaties en grootte van de industriële oppervlaktewatercaptaties in Vlaanderen. In de havengebieden is de concentratie aan industriële activiteiten duidelijk zichtbaar. De zeer waterintensieve of –behoevende bedrijven zijn vooral gesitueerd langs de grote bevaarbare waterlopen en kanalen. Een beperkt aantal bedrijven zorgen voor een groot deel van het totale waterverbruik door de sector industrie. Figuur 167, Figuur 168 en Figuur 169 tonen enkele voorbeelden van deelresultaten: voor de industriële oppervlaktewatercaptaties door de deelsectoren chemie en voeding, en voor de koelwaterlozingen.

Verbruik oppervlaktewater industrie

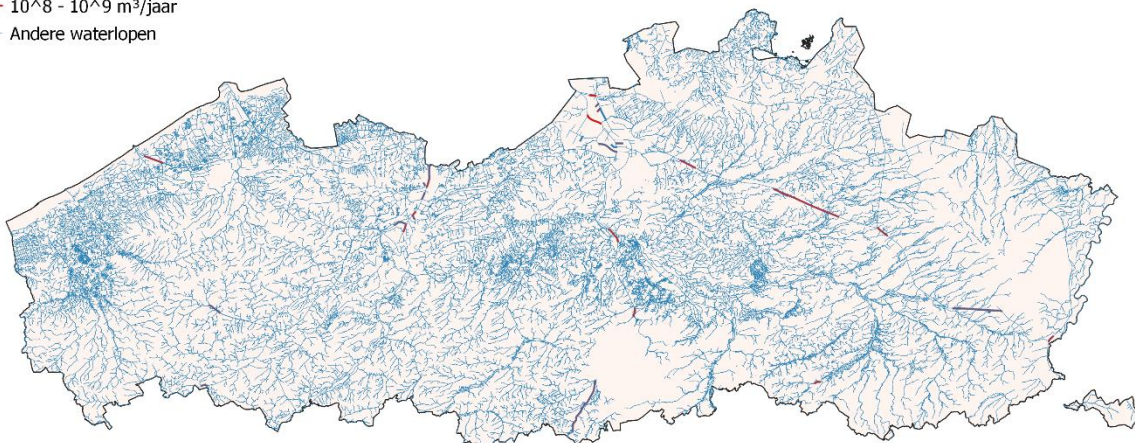
- 1 - 10² m³/jaar
- 10² - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁸ m³/jaar
- 10⁸ - 10⁹ m³/jaar
- Andere waterlopen



Figuur 166: Totale industriële oppervlaktewatercaptatie inclusief koelwater per waterloopsegment in Vlaanderen.

Verbruik oppervlaktewater chemie

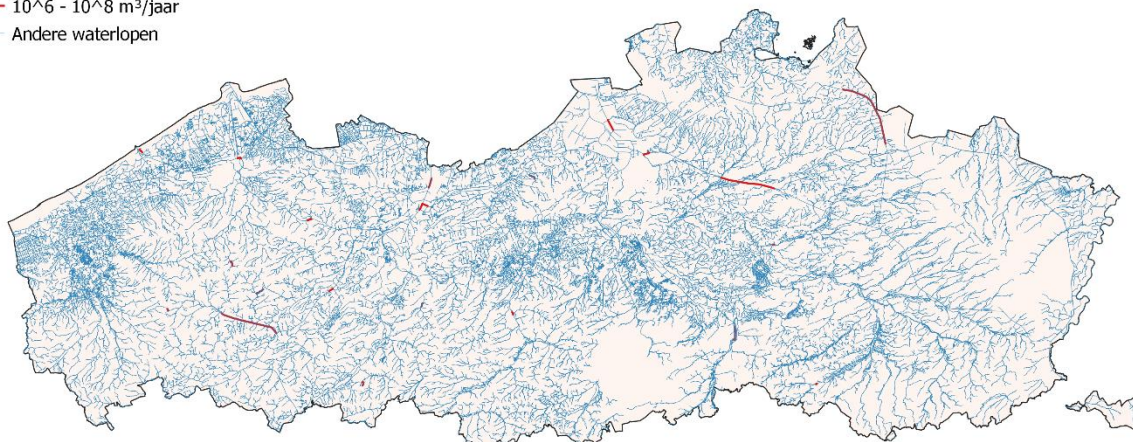
- 1000 - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁸ m³/jaar
- 10⁸ - 10⁹ m³/jaar
- Andere waterlopen



Figuur 167: Totale industriële oppervlaktewatercaptatie, voor deelsector chemie, inclusief koelwater per waterloopsegment in Vlaanderen.

Verbruik oppervlaktewater voeding

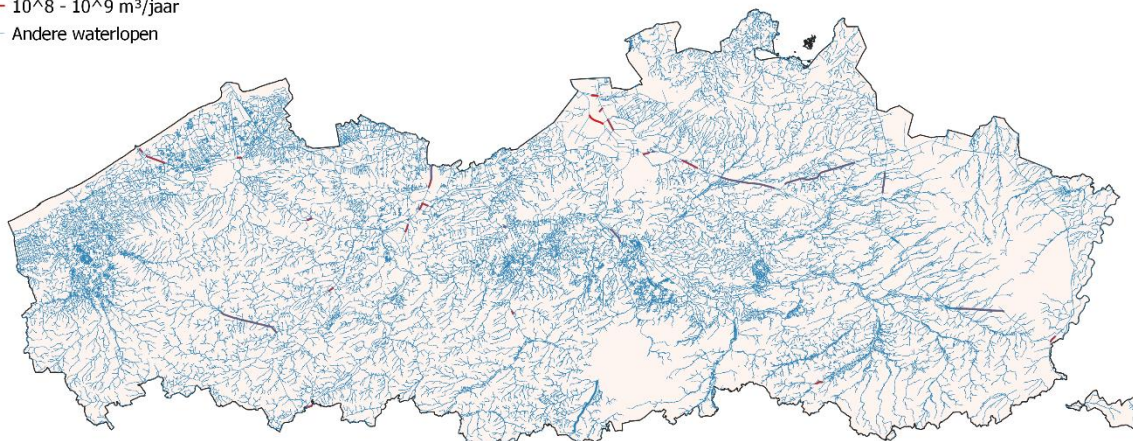
- 1 - 10² m³/jaar
- 10² - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁸ m³/jaar
- Andere waterlopen



Figuur 168: Totale industriële oppervlaktewatercaptatie, voor deelsector voeding, inclusief koelwater per waterloopsegment in Vlaanderen.

Geloosd koelwater industrie

- 500 - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁸ m³/jaar
- 10⁸ - 10⁹ m³/jaar
- Andere waterlopen



Figuur 169: Totale industriële koelwaterlozing per waterloopsegment in Vlaanderen.

Tabel 25 en Tabel 26 geven aan hoe het totale waterverbruik door de industrie verdeeld is over de voornaamste betrokken sectoren en hoe het verdeeld is over de typen waterbronnen.

Sector	Totaal drinkwater-verbruik (Mm3)	Totaal grondwater-verbruik (Mm3)	Totaal oppervlakte watergebruik (incl. koelwater) (Mm3)	Totaal oppervlakte-waterverbruik (excl. koelwater) (Mm3)	Totaal hemelwater-verbruik (Mm3)	Totaal verbruik ander water (Mm3)	Totaal koelwater geloosd (Mm3)
Chemie	41,05	7,05	634,93	96,20	3,59	26,05	538,73
Voeding	26,43	23,41	48,52	1,30	1,55	11,21	47,22
Metaal	4,01	4,82	31,25	30,26	3,86	6,19	0,99
Papier	2,43	0,43	20,31	19,15	1,39	2,20	1,16
Textiel	1,54	2,53	3,59	0,70	0,21	0,81	2,90
Overige industrie	11,15	15,96	7,02	6,37	8,88	23,91	0,65
Afval(water)	1,86	0,24	9,48	8,99	2,60	4,01	0,48
Totaal industrie (Mm3)	88,46	54,44	755,10	162,97	22,08	74,37	592,13
% waterverbruik per type waterbron	22,0	13,5		40,5	5,5	18,5	
% watergebruik per type waterbron	8,9	5,5	75,9		2,2	7,5	

Tabel 25: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen door maakindustrie, totaal en afzonderlijk per sector en per type waterbron, in Mm³/jaar en % van totaal.

Sector	Totaal watergebruik incl. koelwater (Mm3)	Totaal watergebruik incl. koelwater (%)	Totaal waterverbruik excl. koelwater (Mm3)	Totaal waterverbruik excl. koelwater (%)
Chemie	712,7	71,7	173,9	43,2
Voeding	111,1	11,2	63,9	15,9
Metaal	50,1	5,0	49,1	12,2
Papier	26,8	2,7	25,6	6,4
Textiel	8,7	0,9	5,8	1,4
Overige industrie	66,9	6,7	66,3	16,5
Afval(water)	18,2	1,8	17,7	4,4
Totaal industrie	994,4	100	402,3	100

Tabel 26: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen door maakindustrie, totaal en afzonderlijk per sector, alle waterbronnen samen, in Mm³/jaar en % van totaal.

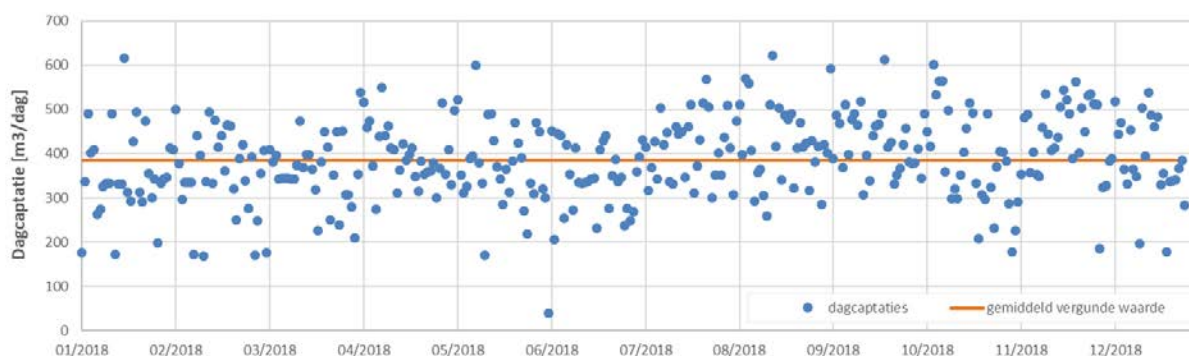
Het totale watergebruik door de maakindustrie (d.i. alle industrie exclusief energievoorziening) wordt geraamd op 994 Mm³/jaar en het waterverbruik op 402 Mm³/jaar. Het verschil tussen beide is het totaal koelwatergebruik dat geraamd wordt op 592 Mm³/jaar, indien elektriciteitscentrales niet worden meegerekend (elektriciteitsvoorziening wordt hierna afzonderlijk besproken). Onttrokken koelwater wordt voor een groot deel terug geloosd zodat dit type water slechts een beperkt water"verbruik" geeft. Anderzijds dient dit water wel beschikbaar te zijn.

Ter vergelijking, de Milieuraapportering van VMM (MIRA 2018) becijferde voor de industrie een totaal watergebruik, dus inclusief koelwater, van 875 Mm³/jaar en een totaal waterverbruik, dus exclusief koelwater, van 302 Mm³/jaar.

Het duurzaamheidsrapport van Essencia²⁴ spreekt van een totaal watergebruik incl. koelwater van 907 Mm³/jaar, dit op basis van de gegevens van 2017. In grootteorde zijn de cijfers consistent, maar met wat verschillen die het gevolg zijn van het verschil in gebruikte schattingsmethode, databronnen en het beschouwde jaar. De verschillen tussen de verschillende cijfers geven een grootteorde idee over de onzekerheid op deze cijfers.

Tabel 25 en Tabel 26 geven aan dat het waterverbruik van de chemische sector domineert (43%), gevolgd door de voedingsnijverheid (16%) en de metaalnijverheid (12%). Wat waterbronnen betreft is 76% van het totale watergebruik door de industrie, inclusief koelwater, afkomstig van oppervlaktewater. Voor het totale waterverbruik, exclusief koelwater, is 40,5% afkomstig van oppervlaktewater. Daarnaast is 22% van het totale waterverbruik door de industrie afkomstig van leidingwater, 13,5% van grondwater, 5,5% van hemelwater, en 18,5% van ander water. Dit ander water is water afkomstig van het product, ijs, afvalwater van een ander bedrijf of (drink)water dat tussen bedrijven verhandeld wordt.

Voor bedrijven met een continue debietsregistratie om de geloosde debieten afvalwater te rapporteren is er ook informatie over de tijdsvariatie. Het gaat om de bedrijven die bedrijfsafvalwater lozen met een debiet van 100 m³ per uur (voor bedrijfsafvalwater zonder gevaarlijke stoffen) of 50 m³ per uur (voor bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen); aan deze bedrijven wordt via de vergunning een continue debietmeting opgelegd in het zelfcontroleprogramma (Vlarem artikel 4.2.5.2 en 4.2.5.3). De tijdsvariatie van geloosde debieten, en dus ook van het verbruik, kan voor bepaalde bedrijven belangrijk zijn; zie voorbeeld in Figuur 170. Voor de bedrijven waar deze continue debietregistratiegegevens beschikbaar zijn, werden deze tijdsvariaties beschouwd. Ze werden ook per sector geaggregeerd om tot typische seizoensvariaties te komen per sector; idem voor droogteperiodes zoals deze van 2017, 2018 en 2019.



Figuur 170: Tijdsvariatie in het dagcapptatiedebiet voor een voorbeeld van geanonimiseerd bedrijf en gemiddeld vergunde waarde (jaarvolume gelijkmatig verdeeld in de tijd).

²⁴ <https://essenciaforsustainability.be/indicators/planet/water-use/>

Energievoorziening

Elektriciteitscentrales, zowel de kerncentrales als de conventionele thermische centrales (bv. steenkoolcentrales), maken gebruik van grote hoeveelheden koelwater. Verder wordt energie ook geproduceerd door petroleumraffinaderijen, die ook koelwater gebruiken.

Tabel 27 en Tabel 28 geeft het totale watergebruik en -verbruik voor energieproductie in Vlaanderen weer en hoe het verdeeld is over de typen waterbronnen.

Sector	Totaal drinkwaterverbruik (Mm3)	Totaal grondwaterverbruik (Mm3)	Totaal oppervlakte-watergebruik (incl. koelwater) (Mm3)	Totaal oppervlakte-waterverbruik (excl. koelwater) (Mm3)	Totaal hemelwaterverbruik (Mm3)	Totaal verbruik ander water (Mm3)	Totaal koelwater geloosd (Mm3)
Electriciteit-gas	0,80	0,01	1279,4	67,7	0,08	1,48	1211,7
Raffinage	10,5	0,01	226,0	5,0	1,62	3,15	220,9
Totaal	11,3	0,02	1505,4	72,7	1,70	4,63	1432,6
% waterverbruik per type waterbron	12,5	0,0		80,5	1,9	5,1	
% watergebruik per type waterbron	0,7	0,0	98,8		0,1	0,3	

Tabel 27: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen voor energievoorziening, totaal en afzonderlijk voor elektriciteits- en gascentrales en petroleumraffinaderijen en per type waterbron, in Mm³/jaar en % van totaal.

Sector	Totaal watergebruik incl. koelwater (Mm3)	Totaal watergebruik incl. koelwater (%)	Totaal waterverbruik excl. koelwater (Mm3)	Totaal waterverbruik excl. koelwater (%)
Electriciteit-gas	1281,8	84,2	70,1	77,6
Raffinage	241,2	15,8	20,3	22,4
Totaal	1523,0		90,3	

Tabel 28: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen voor energievoorziening, totaal en afzonderlijk voor elektriciteits- en gascentrales en petroleumraffinaderijen, in Mm³/jaar en % van totaal.

Het totale watergebruik wordt geraamd op 1523 Mm³/jaar, via dezelfde informatie als hiervoor aangeduid bij industrie, vooral via de heffingen. Deze bestaat hoofdzakelijk (99%) uit oppervlaktewater en 1% uit leidingwater en ander water. De kerncentrale van Doel neemt hierin 935 Mm³/jaar voor zijn rekening (onttrekking aan de Schelde).

Het meeste onttrokken koelwater (94%) wordt opnieuw geloosd. Dit geeft een totaal waterverbruik voor energieproductie in Vlaanderen van 90 Mm³/jaar. Dit is voor 78% in elektriciteits- en gascentrales en voor 22% via raffinage.

Ter vergelijking, de Milieurapportering van VMM (MIRA 2018) rapporteert voor de energiesector een totaal watergebruik van 1124 Mm³/jaar en een waterverbruik van 78 Mm³/jaar.

Land- en tuinbouw

Water wordt in de land- en tuinbouw voor heel wat doeleinden gebruikt²⁵. De gewassen gebruiken het beschikbare water dat in de bodem aanwezig is. Verder onttrekt de land- en tuinbouw actief water uit de watersystemen voor drinkwater voor vee, reinigingswater voor het onderhoud van stallen en gebouwen en beregeningswater (irrigatie), als drager voor pesticiden. Ook voor de verwerking van de land- en tuinbouwproducten wordt veel water gebruikt, bijvoorbeeld om de groenten te reinigen en te verwerken (DLV, 2016).

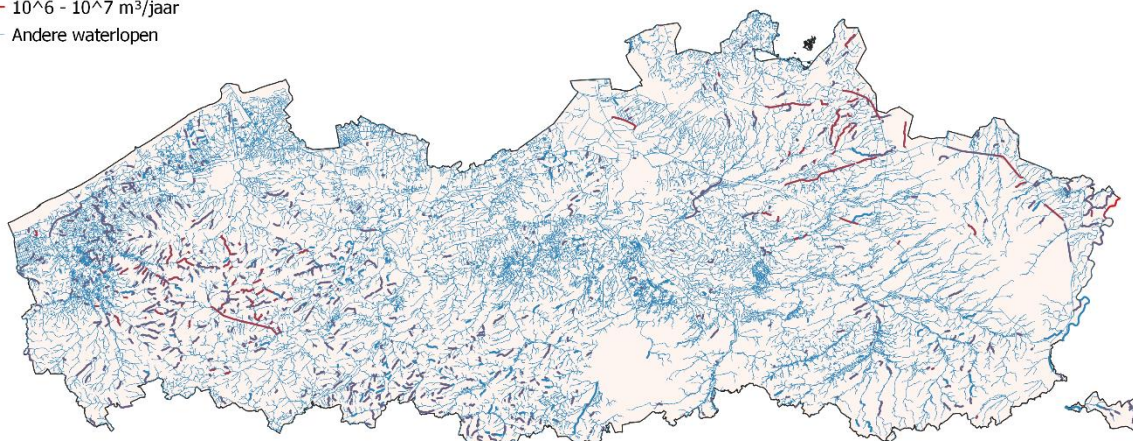
De landbouwsector kan volgens de grondwatervergunningen in totaal in Vlaanderen 77 Mm³/jaar grondwater gebruiken. Volgens de gegevens i.k.v. de IMJV-rapporteringen is dat 34 Mm³. Hierin zijn ook de onttrekkingen uit open putten, vijvers en bufferbekkens vervat aangezien deze volgens het wettelijk kader aanzien worden als grondwater (daarvoor moet dus ook een vergunning aangevraagd worden en heffingen betaald worden). Daarnaast wordt er water onttrokken uit de bevaarbare en de onbevaarbare waterlopen. Voor de bevaarbare waterlopen en kanalen zijn de ligging van de captatiepunten bekend, maar hoeveel water onttrokken wordt is enkel gekend bij de vergunningsplichtige captaties (> 500 m³/jaar). Op basis van de gegevens over de watervangen (vergunde en werkelijke verbruiksgegevens) wordt het langs de bevaarbare waterlopen, kanalen en dokken geraamd op 225 000 m³/jaar. Voor de onbevaarbare waterlopen zijn de onttrokken hoeveelheden minder gekend aangezien de onttrekkingen niet vergunningsplichtig zijn. Sinds kort is er wel een wetgevend kader voor meldingsplicht; aan het uitvoeringsbesluit wordt nog gewerkt. Volgens een ruwe raming o.b.v. de gegevens i.k.v. de IMJV-rapporteringen wordt er door de landbouw in totaal in Vlaanderen 1,25 tot 2 Mm³/jaar water uit de onbevaarbare waterlopen onttrokken.

Volgens de heffingen is het totaal waterverbruik voor land- en tuinbouw incl. akkerbouw en veeteelt in totaal 76 Mm³/jaar, waarvan 53 Mm³/jaar grondwater, 8,5 Mm³/jaar leidingwater, 6 Mm³/jaar oppervlaktewater, 5 Mm³/jaar hemelwater en 2,6 Mm³/jaar ander water (Tabel 29 en Tabel 30). Dit laatste wordt als de beste raming beschouwd en is in grootteorde consistent met de andere hiervoor vermelde cijfers. De ruimtelijke spreiding van de oppervlaktewatercaptaties zijn getoond in Figuur 171.

²⁵ Praktijkgids Water in de land- en tuinbouw, Dep. Landbouw en Visserij: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/praktijkgidsen/praktijkgids-water-de-land-en-tuinbouw>

Verbruik oppervlaktewater land- en tuinbouw

- 1 - 10² m³/jaar
- 10² - 10⁴ m³/jaar
- 10⁴ - 10⁶ m³/jaar
- 10⁶ - 10⁷ m³/jaar
- Andere waterlopen



Figuur 171: Ruimtelijke spreiding van de oppervlaktewatercaptaties door de land- en tuinbouwsector per waterloopsegment in Vlaanderen.

Sector	Totaal drinkwater-verbruik (Mm3)	Totaal grondwater-verbruik (Mm3)	Totaal oppervlakte-watergebruik (incl. koelwater) (Mm3)	Totaal oppervlakte-waterverbruik (excl. koelwater) (Mm3)	Totaal hemelwater-verbruik (Mm3)	Totaal verbruik ander water (Mm3)	Totaal koelwater geloosd (Mm3)
Land- en tuinbouw	8,53	53,05	6,08	6,06	5,44	2,56	0,01
% waterverbruik per type waterbron	2,1	13,2		1,5	1,4	0,6	

Tabel 29: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen door land- en tuinbouwsector per type waterbron, in Mm³/jaar en % van totaal.

Sector	Totaal water-gebruik (Mm3)	Totaal water-verbruik (Mm3)
Land- en tuinbouw	75,66	75,64

Tabel 30: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen door land- en tuinbouwsector in Mm³/jaar.

Het landbouwmonitoringsnetwerk van het Departement Landbouw en Visserij houdt bedrijfseconomische boekhoudingen bij van een 650tal Vlaamse land- en tuinbouwers die representatief zijn voor de Vlaamse land- en tuinbouw. In dat netwerk wordt ook het waterverbruik op landbouwbedrijven bijgehouden. Door het extrapoleren van de gegevens (op basis van het aantal bedrijven) kan ook een inschatting gebeuren van het totale waterverbruik binnen de land- en tuinbouw. Het is wel niet bekend waarvoor het water precies gebruikt wordt. Uit de investeringen zou wel

gedetecteerd kunnen worden of er op het bedrijf bv. een (nog niet afgeschreven) beregeningshaspel aanwezig is. Deze laatste analyse werd in deze opdracht niet uitgevoerd.

Het landbouwmonitoringsnetwerk van het Dept. Landbouw en Visserij spreekt van een totaal watergebruik door de landbouw van 55,5 Mm³/jaar; de MIRA 2018 rapportering van 74 Mm³/jaar. Volgens LARA (2014) bestaat dit voor 64% grondwater waarvan 46% gespannen grondwater en 18% freatisch grondwater, 25% uit regenwater, 8% uit leidingwater en ca. 3% uit oppervlaktewater. De MIRA-rapportering spreekt van 78% grondwater, 10% leidingwater, 7% hemelwater, 4% oppervlaktewater en ongeveer 1% ander water. In het kader van het VLAIO-project Irrigatie 2.0 wordt door ILVO, Vlakwa, VITO, Inagro en het Agentschap Innoveren & Ondernemen een platform ontwikkeld om de watervraag en het wateraanbod voor irrigatie beter in kaart te brengen. In afwachting van het ter beschikbaar komen ervan zijn de inschattingen gemaakt zoals hierna onder [Land- en tuinbouw - akkerbouw](#) beschreven.

De watervraag vanuit de landbouw zoals hiervoor geschetst wordt is de kunstmatige watervraag, dus bijkomend aan het water dat op natuurlijke wijze door de gewassen op het land wordt opgenomen. Land- en tuinbouw is de grootste ruimtegebruiker en bepaalt op die manier ook rechtstreeks een groot deel van de natuurlijke waterhuishouding. Wanneer dit meegerekend zou worden, is de watervraag uiteraard een stuk groter dan wat hiervoor opgegeven werd. Het inschatten van deze natuurlijke watervraag is interessant vanuit een context van lange-termijn beheer, maar minder nuttig in een reactieve context. Men kan tijdens een waterschaarsteperiode immers geen landbouwgronden gaan omzetten in ander soort landgebruik, of omgekeerd. Via de droogte/waterschaarste-indicatoren wordt er wel rekening gehouden met de mogelijke schade aan gewassen tijdens droogte (dus bij een lage natuurlijke waterbeschikbaarheid via het bodemvocht). Ook werd voor de volledigheid in deze waterbalansanalyse via de hydrologische modellen een inschatting gemaakt van de evapotranspiratieverliezen via het landbouwareaal, zie ook hiervoor bij [Neerslag en verdamping](#).

Voor de belangrijkste deelsectoren, akkerbouw, glastuinbouw en veeteelt is hieronder een gedetailleerdere of specifiekere analyse van de watervraag gemaakt. Er wordt ook aangegeven hoe de totale watervraag voor deze deelsectoren ruimtelijk verdeeld ingeschat werd.

[Land- en tuinbouw - akkerbouw](#)

De hoeveelheid water die landbouwgewassen en groenten nodig hebben, is naast het soort gewas, bv. hoe droogteresistent ze zijn, vooral afhankelijk van de bodemwaterbalans. De vochtreserve in de bodem wordt voornamelijk aangerijkt door de neerslag. Op vochtige percelen waar de grondwatertafel dicht tegen het maaiveld ligt, profiteert de plant van opstijgend vocht uit de ondergrond, de zogenaamde capillaire nalevering. De verdamping via het gewas (de transpiratie) en de verdamping via het bodemoppervlak (evaporatie) zorgen voor een uitputting van de vochtvoorraad. Als de vochtvoorraad in de bodem te sterk is uitgeput, kan de plant onvoldoende water en bijhorende nutriënten opnemen. In dit geval ervaart de plant droogtestress en is beregening (irrigatie) noodzakelijk.

Om de irrigatiebehoefte van de Vlaamse landbouw te berekenen werd in deze opdracht gebruik gemaakt van een eenvoudige bodemwaterbalansberekening ontwikkeld door de Bodemkundige Dienst van België. Deze bodemwaterbalans berekent voor de belangrijkste teeltgroepen en bodemtypes in Vlaanderen de

irrigatiebehoefte. De output van deze 1-dimensionale balans werd vervolgens opgeschaald naar de schaal van een deelstroombekken, of heel Vlaanderen. Voor deze stap werd een inschatting gemaakt van het geïrrigeerde areaal per teeltgroep en bodemtype: welk percentage van het totaal areaal van een teeltgroep op een bepaald bodemtype berekend wordt. Voor bijvoorbeeld aardappelen op een droge zandgrond wordt ingeschat dat 20% van het totale areaal berekend wordt.

De irrigatiebehoefte vanuit de landbouw werd bijgevolg voor alle combinaties van teelt, bodemtype, en deelbekken als volgt berekend:

$$Irrigatie = Areaal * PercentageAreaalBeregend * IrrigatieDosis$$

Met:

- **Irrigatie:** de irrigatiebehoefte voor teelt x op bodemtype y in deelbekken z [m^3 /jaar]
- **Areaal:** areaal van teeltgroep x op bodemtype y binnen deelbekken z [m^2]
- **PercentageAreaalBeregend:** percentage van het areaal met teeltgroep x op bodemtype y dat berekend wordt [%]
- **IrrigatieDosis:** irrigatiebehoefte voor teeltgroep x op bodemtype y [mm/m^2 /jaar]

De bepaling van de drie termen van deze berekening (Areaal, PercentageAreaalBeregend, en IrrigatieDosis) worden hierna verder toegelicht.

De gebruikte kaarten en hun bron zijn te vinden in Tabel 31.

Kaart	Bron	Locatie
Deelbekkens	Vlaamse Hydrografische Atlas – Zones, 3 december 2019	http://www.geopunt.be/download?container=vlaamse-hydrografische-atlas-zones\2019\VHA-Zones,%202019-12-03&title=Vlaamse%20Hydrografische%20Atlas%20-%20Zones,%203%20december%202019
Teeltgroepen	Landbouwgebruikspcelen ALV, 2018	http://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/47c5540f-bf7c-45fc-9a74-8e60547cde82
Bodemtypes	Bodemassociatiekaart	http://www.geopunt.be/download?container=bodemassociatie&title=Bodemassociatiekaart

Tabel 31: Kaarten gebruikt om de irrigatiebehoefte van landbouwgewassen te berekenen.

Er werd gebruik gemaakt van de 102 deelbekkens uit de Vlaamse Hydrografische Atlas.

De landbouwgebruikspcelenkaart definieert 260 verschillende *hoofdteelten* (attribuut HFDTLT) in Vlaanderen, verdeeld over 13 *gewasgroepen* (attribuut GEWASGROEP). Deze hoofdteelten werden verder gegroepeerd in een aantal overkoepelende *teelttypes*, waarvoor vervolgens een berekening van de irrigatiebehoefte uitgevoerd werd. Voor een aantal hoofdteelten is deze groepering eenvoudig en kon er gewoon van de gewasgroep uitgegaan worden. Voor het teelttype aardappelen kon bijvoorbeeld de gewasgroep ‘Aardappelen’ genomen worden uit de landbouwgebruikspcelenkaart; deze omvat de 4 hoofdteelten Aardappelen (primeur, rooi voor 20/6), Aardappelen (vroeg, rooi na 19/6), Aardappelen (niet-vroeg), en Aardappelen (pootgoed). Voor de groenteteelt ligt deze opdeling complexer, zoals verder toegelicht wordt.

Het areaal per gewasgroep op basis van de landbouwgebruikspcelenkaart van 2018 is weergegeven in Tabel 32. Binnen de gewasgroepen werden deze geïdentificeerd waarop irrigatie mogelijk is (blauw

gearceerd in Tabel 32). Hiermee wordt niet bedoeld dat op deze gewasgroepen altijd irrigatie zal plaatsvinden, maar wel dat binnen deze gewasgroep een belangrijk deel van het areaal geïrrigeerd wordt in droge jaren. Samen maken deze gewasgroepen 80% van het landbouwareaal uit. De overige 20% bestaat voornamelijk uit graangewassen. Belangrijke opmerking bij deze indeling is dat erwten en bonen zich niet onder de gewasgroep 'Granen, zaden en peulvruchten' bevinden, maar onder 'Groenten, kruiden en sierplanten', en dat deze dus ook meegenomen werden bij de potentieel geïrrigeerde teelten.

Gewasgroep	Areaal [m ²]	Areaal [%]	Potentieel geïrrigeerd
Aardappelen	521879179	7.6%	Ja
Fruut en Noten	180168071	2.6%	Ja
Granen, zaden en peulvruchten	825081027	11.9%	Nee
Grasland	2415153713	35.0%	Ja
Groenten, kruiden en sierplanten	390930783	5.7%	Ja
Houtachtige gewassen	38040595	0.6%	Nee
Landbouwinfrastructuur	167459841	2.4%	Nee
Maïs	1813011680	26.3%	Ja
Overige gewassen	103981611	1.5%	Nee
Suikerbieten	204894647	3.0%	Ja
Vlas en hennep	39096542	0.6%	Nee
Voedergewassen	198839046	2.9%	Nee
Water	812046	0.0%	Nee
Totaal	6904993183	100.0%	

Tabel 32: Areaal per gewasgroep op basis van de landbouwgebruikspercelenkaart van 2018. Blauw gearceerde gewasgroepen werden als potentieel geïrrigeerd beschouwd.

Gezien de grote diversiteit aan teelten binnen de gewasgroep 'Groenten, kruiden en sierplanten', werd deze vervolgens verder opgedeeld in vier teelttypen (Tabel 33). Hierbij werden de verschillende hoofdteelten zoveel mogelijk gegroepeerd binnen deze vier teelttypen, op basis van gelijkaardige relevante eigenschappen qua groeiseizoen, wortelpatroon, transpiratiecoëfficiënt.

Teeltype	LBLHFDTLT	Areaal [m ²]	Areaal [%]
Bloemkool/Prei	Bloemkool - industrie	31563686	8.1%
	Prei - vers	17073253	4.4%
	Prei - industrie	11316180	2.9%
	Bloemkool - vers	4355045	1.1%
Boon	Tuin- en veldbonen (Vicia faba) - industrie	23073958	5.9%
	Stamslabonen - industrie	21216835	5.4%
Erwt/Spinazie	Erwten (andere dan droog geoogst) - industrie	22396743	5.7%
	Spinazie - industrie	18918298	4.8%
Wortel/Spruitkool/Ajuin	Wortel (niet-vroege) (consumptie) - industrie	28306501	7.2%
	Boomkweek - sierplanten	22363681	5.7%
	Spruitkool - industrie	19660690	5.0%
	Ajuinen (niet-vroege) - industrie	18563616	4.7%
	Witloofwortel	7944442	2.0%
	Sierbomen en -struiken	7298648	1.9%
	Knolselder - industrie	6665217	1.7%
	Ajuinen (niet vroege) - vers	6218627	1.6%
	Boomkweek - andere	6015243	1.5%
	Tomaten - vers	5381933	1.4%

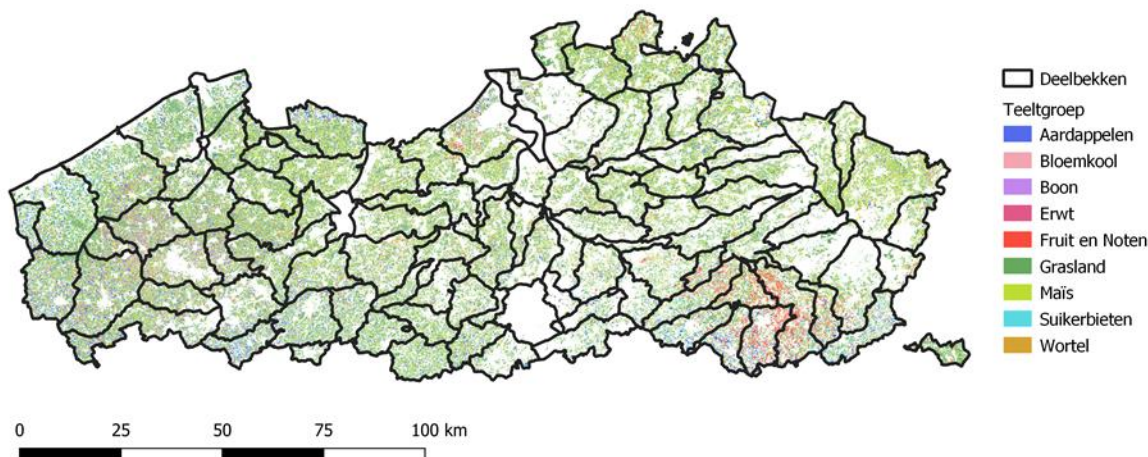
Schorseneer - industrie	5133546	1.3%
Asperges - vers	4529917	1.2%
Courgettes - industrie	3986973	1.0%
Andere groenten - vers	3957427	1.0%

Tabel 33: Opdeling van de gewasgroep 'Groenten, kruiden en sierplanten' in 4 teelttypes op basis van de hoofdteelt volgens de landbouwgebruikspcelenkaart van 2018. 'Opp [%]' betreft het relatieve areaal ten opzichte van het totale areaal 'Groenten, kruiden en sierplanten'. Relatieve arealen lager dan 1% worden in deze tabel niet getoond.

Finaal werden 9 teelttypes bekomen die als potentieel geïrrigeerd beschouwd worden: 5 op basis van gewasgroepen uit de Landbouwgebruikspcelenkaart (aardappelen, fruit en noten, grasland, maïs en suikerbieten) en 4 verschillende types van groenten: Bloemkool/Prei, Boon, Erwt/Spinazie en Wortel/Ajuin/Spruitkool (Figuur 172, Tabel 34).

Teelttype	Areaal [m ²]	Areaal [%]
Aardappelen	521879179	7.6%
Grasland	2415153713	35.0%
Mais	1813011680	26.3%
Suikerbieten	204894647	3.0%
Bloemkool/Prei	66941352	1.0%
Boon	49991519	0.7%
Erwt/Spinazie	43298474	0.6%
Wortel/Ajuin/Spruitkool	230699438	3.3%
Totaal	5345870002	77.5%

Tabel 34: Areaal van de 9 teelttypes die als potentieel geïrrigeerd beschouwd werden



Figuur 172: Voorkomen in Vlaanderen van de 9 teelttypes die als potentieel geïrrigeerd beschouwd werden

Er werd een onderscheid gemaakt tussen 4 bodemtexturen en 2 vochttoestanden: voor textuur is dit zand, zandleem, leem en klei, en qua vochttoestand werd binnen deze texturen nog eens een onderscheid gemaakt tussen bodems met en zonder capillaire nalevering (natte en droge bodems). De indeling gebeurde op basis van de bodemassociatiekaart: aan elke bodemassociatie werd een textuur en een drainageklasse toegekend (Tabel 35).

Associatie	Areaal [%]	Textuur	CN
0 niet gekarteerde zones	5.2%		
1 duinen: hoge duinen, al dan niet gefixeerd	0.3%	Zand	0
2 duinen: duingronden en overgangsronden	0.2%	Zand	0
3 nieuwland en historische polders: zand- tot zandleemgronden	0.4%	Zand	1
4 nieuwland en historische polders: kleigronden	1.1%	Klei	1
5 polders middelland: dekkleigronden	1.2%	Klei	1
6 polders middelland: overdekte poelgronden	0.5%	Klei	1
7 polders middelland: blekgronden	0.3%	Klei	1
8 polders oudland: kreekruggronden	1.1%	Klei	1
9 polders oudland: poelgronden	0.8%	Klei	1
10 polders oudland: oude kleiplaatgronden	0.5%	Klei	1
11 moeren	0.1%	Klei	1
12 overdekt pleistocene gronden	1.3%	Zand	0
13 zandgronden zonder profielontwikkeling	1.5%	Zand	0
14 droge zand- en lemig-zandgronden met humus of/en ijzer B horizont	4.5%	Zand	0
15 natte zand- en lemig-zandgronden met humus of/en ijzer B horizont	12.1%	Zand	1
16 droge zand- tot licht-zandleemgronden met kleur B horizont of met textuur B horizont	3.1%	Zand	0
17 natte zand- tot licht-zandleemgronden met kleur B horizont of met textuur B horizont	5.4%	Zand	1
18 complex van de associaties 14 + 16	0.7%	Zand	0
19 complex van de associaties 15 + 17	7.0%	Zand	1
20 droge zand- en lemig-zandgronden met diepe antropogene humus A horizont	2.1%	Zand	0
21 natte zand- en lemig-zandgronden met diepe antropogene humus A horizont	2.2%	Zand	1
22 niet gedifferentieerde zandige substraatgronden op zand	0.5%	Zand	0
23 niet gedifferentieerde zandige substraatgronden op klei-zandcomplex	2.2%	Zand	0
24 niet gedifferentieerde zandige substraatgronden op klei	0.7%	Zand	0
26 droge licht-zandleem- en zandleemgronden met verbrokkelde textuur B horizont	0.8%	Zandleem	0
27 natte licht-zandleem- en zandleemgronden met verbrokkelde textuur B horizont	4.8%	Zandleem	1
28 droge zandleemgronden met textuur B horizont of met verbrokkelde textuur B horizont	1.1%	Zandleem	0
29 natte zandleemgronden met textuur B horizont of met verbrokkelde textuur B horizont	6.2%	Zandleem	1
30 leemgronden met textuur B horizont: droge associatie	0.7%	Leem	0
31 leemgronden met textuur B horizont: normale associatie	4.4%	Leem	0
32 leemgronden met textuur B horizont: matig droge associatie	4.9%	Leem	1
33 leemgronden met textuur B horizont: matig natte associatie	2.6%	Leem	1
34 leemgronden met textuur B horizont: natte associatie	0.3%	Leem	1
35 leemgronden met gevlekte textuur B horizont	0.6%	Leem	0
36 leemgronden met verbrokkelde textuur B horizont	0.4%	Leem	0
37 niet gedifferentieerde zandlemige of lemige substraatgronden op zand	1.1%	Zandleem	0
38 niet gedifferentieerde zandlemige of lemige substraatgronden op klei-zandcomplex	6.3%	Zandleem	0
39 niet gedifferentieerde zandlemige of lemige substraatgronden op klei	1.6%	Zandleem	0
40 stenig leemgronden met textuur B horizont of met structuur B horizont met bijmenging van grint	0.0%	Leem	0
41 stenig leemgronden met textuur B horizont of met structuur B horizont met bijmenging van krijt of silexiet	0.2%	Leem	0
42 stenig leemgronden met textuur B horizont of met structuur B horizont met bijmenging van schiefer en zandsteen	0.0%	Leem	0
57 kleigronden met structuur B horizont	0.0%	Klei	1
59 droge alluviale gronden zonder profielontwikkeling	0.4%	Leem	0

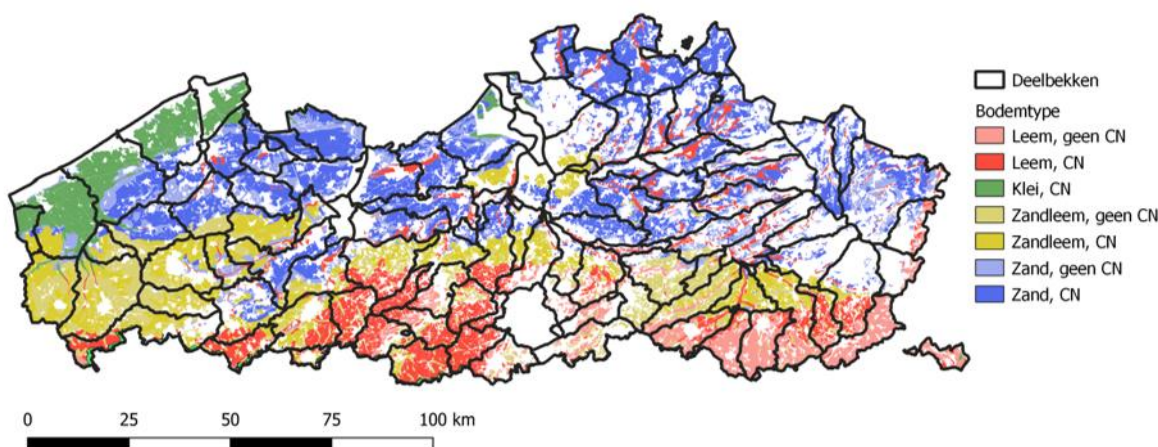
60	natte alluviale gronden zonder profielontwikkeling	7.9%	Leem	1
61	alluviale gronden met profielontwikkeling	0.5%	Leem	0
62	zones met steile hellingen	0.1%	Zandleem	0

Tabel 35: Toegekende textuur en drainageklasse op basis van de bodemassociatie (CN: capillaire nalevering; 1: met CN, 2: zonder CN).

Omdat voor klei er altijd capillaire nalevering is, werden finaal 7 bodemtypes onderscheiden (Tabel 36, Figuur 173).

Textuur	CN	Areaal [m ²]	Areaal [%]
Leem	Nee	570155244	8.3%
	Ja	1010224979	14.6%
Klei	Ja	563042430	8.2%
	Nee	781869273	11.3%
Zandleem	Ja	1010371186	14.6%
	Nee	981213526	14.2%
Zand	Ja	1911570851	27.7%
	Nee		

Tabel 36: Bodemtypes en hun areaal in Vlaanderen (CN: capillaire nalevering).



Figuur 173: Bodemtypes in Vlaanderen (CN: capillaire nalevering).

Op basis van de hierboven beschreven indeling werd door middel van een ruimtelijke analyse in GIS het areaal per teelt en bodemtype voor elk deelbekken bepaald. Dit wordt in Tabel 37 geïllustreerd voor een deelbekken gelegen in het Boven-Scheldebekken. Ook de gewasgroepen die als niet geïrrigeerd beschouwd werden zijn in deze analyse meegenomen.

Deel bekken	Teelttype	Areaal [m ²]						
		Leem Geen CN	Leem CN	Klei CN	Zandleem Geen CN	Zandleem CN	Zand Geen CN	Zand CN
142	Aardappelen		297266		29251	259609		
142	Boon				66303			
142	Granen, zaden en peulvruchten		702786		195116	1359464		
142	Grasland		2464600		359452	2092161		
142	Houtachtige gewassen		1983					
142	Maïs		875004		166959	1184096		
142	Overige gewassen		1734		1401	105994		
142	Suikerbieten		335276		125042	207621		
142	Vlas en hennep		51421			47968		
142	Voedergewassen		100961		13080	130832		
142	Wortel/Ajuin/Spruitkool		36136			52824		

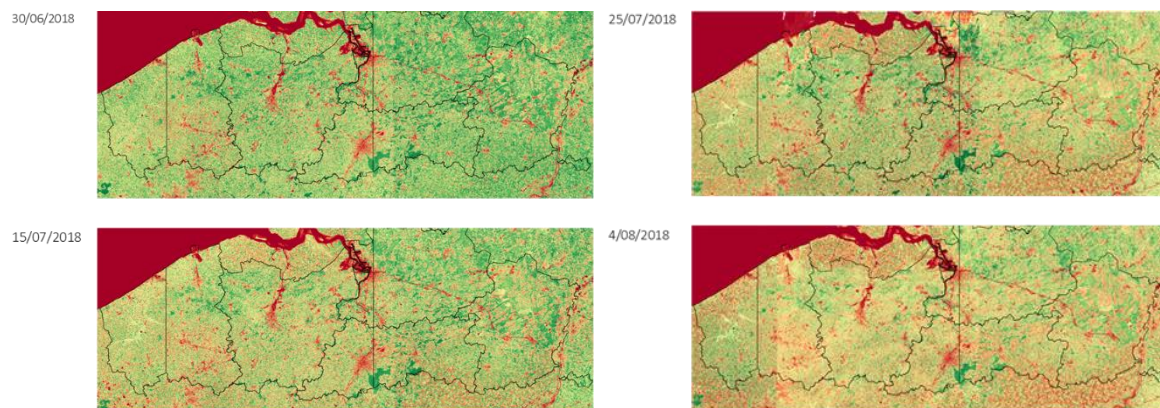
Tabel 37: Areaal per teelt en bodemtype voor deelbekken 142. Opmerking: niet alle gedefinieerde teelttypes komen in dit bekken voor: aangezien er in dit bekken bijvoorbeeld geen erwt/spinazie aanwezig is, werd dit teelttype niet in de tabel opgenomen.

Bij de opmaak van de waterbalans voor de provincie Limburg (Coussement et al., 2020) is op basis van expertkennis en informatie vanuit de sector een inschatting gemaakt van het percentage van het areaal dat geïrrigeerd wordt (per teelt en bodemtype). Op basis van deze gegevens werden de waarden in Tabel 38 naar voor geschoven.

Teelttype	Geïrrigeerd areaal [%]						
	Leem Geen CN	Leem CN	Klei CN	Zandleem Geen CN	Zandleem CN	Zand Geen CN	Zand CN
Aardappelen	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Bloemkool/Prei	95.9%	95.9%	95.9%	95.9%	95.9%	95.9%	95.9%
Boon	80.1%	80.1%	80.1%	80.1%	80.1%	80.1%	80.1%
Erwt/Spinazie	74.9%	74.9%	74.9%	74.9%	74.9%	74.9%	74.9%
Fruit en Noten	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Granen, zaden en peulvruchten	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Grasland	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	1.5%
Houtachtige gewassen	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Maïs	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	2.0%	2.0%
Overige gewassen	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Suikerbieten	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%	10.0%
Vlas en hennep	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Voedergewassen	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Wortel/Ajuin/Spruitkool	36.8%	36.8%	36.8%	36.8%	36.8%	36.8%	36.8%

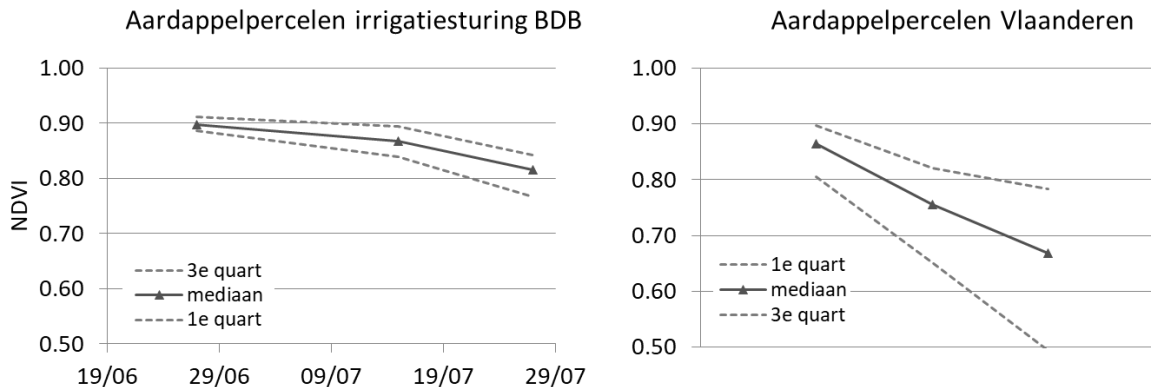
Tabel 38: Percentage van het areaal per teelt en bodemtype dat geïrrigeerd wordt.

Een beperkte validatie van de waarden in Tabel 38 is uitgevoerd op basis van satellietbeelden uit de zomer van 2018. Op basis van de terugval in NDVI (Normalized Difference Vegetation Index; een maat voor de groenheid van het gewas) in de zomer van 2018 is een inschatting gemaakt het berekend areaal voor aardappelen in de provincie Antwerpen. De gebruikte beelden zijn geïllustreerd in Figuur 174.



Figuur 174: Gebruikte NDVI-beelden voor de zomer van 2018.

Op basis van een dataset landbouwpercelen met aardappelen uit de irrigatiesturing van de Bodemkundige Dienst van België werd de terugval in NDVI voor geïrrigeerde percelen ingeschat, en vervolgens vergeleken met de trend voor alle percelen (Figuur 175). Hierna werd op basis van een drempelwaarde in de terugval van NDVI een onderscheid gemaakt tussen geïrrigeerde en niet-geïrrigeerde percelen. Finaal werd voor aardappelen in de provincie Antwerpen een geïrrigeerd areaal van 14% bekomen, hetgeen vergelijkbaar is met de waarde van 20% die gehanteerd wordt in Tabel 38. Een meer uitgebreide validatie van Tabel 38 wordt in een verdere verfijning van het model als wenselijk beschouwd, zoals verder toegelicht.



Figuur 175: Verloop van NDVI op aardappelpercelen in de zomer van 2018. Links: geïrrigeerde aardappelpercelen uit de irrigatiesturing van Bodemkundige Dienst van België; rechts: alle aardappelpercelen in Vlaanderen.

Er werd een sterk vereenvoudigde bodemwaterbalans op dagbasis doorgerekend volgens de principes beschreven in FAO Irrigatie en Drainage paper nr. 33 (Doorenbos & Kassam, 1979), 56 (Allen et al., 1998) en 66 (Steduto et al., 2012). Deze principes zijn ook verder uitgewerkt en worden gebruikt in meer geavanceerde modellen als AquaCrop (Raes et al., 2018) en het irrigatiesturingsmodel van Bodemkundige Dienst van België. Zowel AquaCrop als het irrigatiesturingsmodel van BDB zijn modellen die beogen

irrigatieadvies te kunnen geven op perceelsniveau. In deze studie was de doelstelling anderzijds om relatief snel en eenvoudig een groot aantal waterbalansen te kunnen berekenen voor verschillende teelttypes, bodemtypes, en jaren, zodat de irrigatiebehoefte voor heel Vlaanderen in kaart gebracht kon worden. Hiervoor werden een aantal belangrijke vereenvoudigingen aangebracht.

Er werd een **eenvoudige bodemwaterbalans** op dagbasis doorgerekend, voor één bodemcompartiment met als diepte de wortelzone van het gewas:

$$SWC_i = SWC_{i-1} + P + CN - ET_a + Irr$$

met:

- SWC_i het vochtgehalte in de wortelzone op dag i [mm]
- SWC_{i-1} het vochtgehalte in de wortelzone op dag $i-1$ [mm]
- P de neerslag [mm/dag]
- CN de capillaire nalevering [mm/dag]
- ET_a de actuele evapotranspiratie [mm/dag]

Om deze balans te laten lopen tijdens het groeiseizoen is als invoer enkel de dagwaarde van de referentiegewasverdamping (ET_0) en neerslag (P) vereist.

De componenten van de balans worden als volgt berekend:

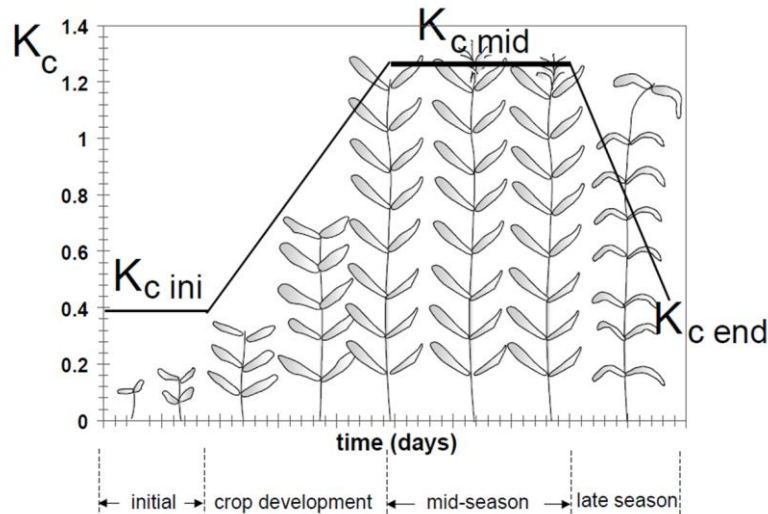
Actuele evapotranspiratie ET_a wordt berekend volgens:

$$ET_a = K_s * K_c * ET_0$$

met:

- K_s de coëfficiënt voor droogtestress
- K_c de gewascoëfficiënt
- ET_0 de referentiegewasverdamping

Voor de **gewascoëfficiënt K_c** en de **diepte van de wortelzone** wordt voor de hier beschouwde teelttypes de waarde overgenomen uit Allen et al. (1998) die het dichtst aansluit bij de situatie in Vlaanderen. Deze coëfficiënt varieert gedurende het groeiseizoen afhankelijk van het gewasstadium (Figuur 176).



Figuur 176: Evolutie van de gewascoëfficiënt K_c gedurende het groeiseizoen (bron: Allen et al., 1998).

De coëfficiënt voor droogtestress K_s wordt berekend op basis van Doorenbos & Kassam (1979):

$$D_r > RAW$$

$$K_s = \frac{TAW - D_r}{(1 - p) * TAW}$$

$$D_r \leq RAW$$

$$K_s = 1$$

met:

- D_r de wortelzone depletie [mm]
- TAW het totaal beschikbaar bodemwater in de wortelzone [mm]
- p de fractie van TAW die een gewas kan opnemen zonder droogtestress te ondervinden

De **capillaire nalevering CN** wordt berekend op basis van Janssens et al. (2006):

$$CN = \exp\left(\frac{\ln(z) - b}{a}\right)$$

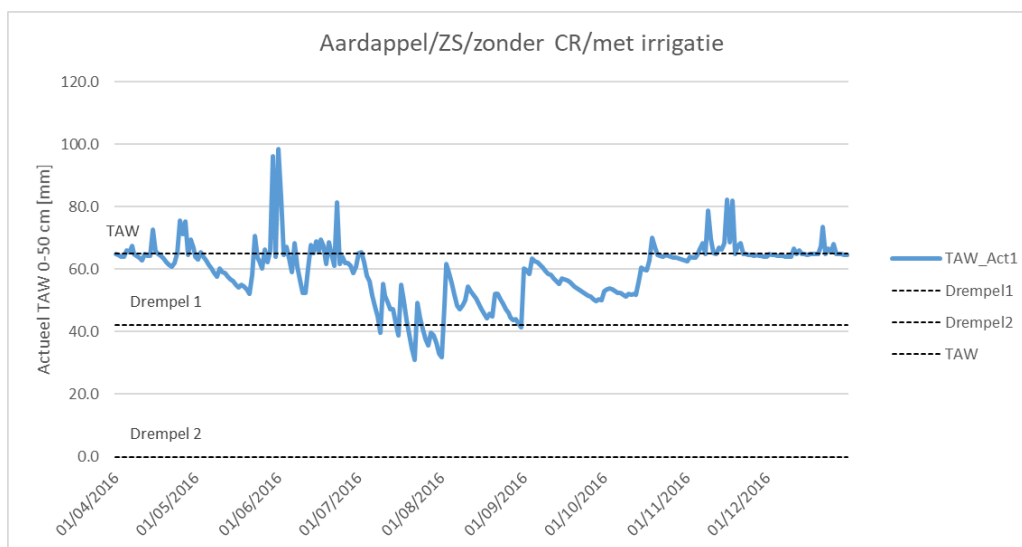
met:

- z de afstand tot de grondwatertafel
- a en b parameters afhankelijk van bodemtype. De waarden hiervan worden bekomen uit Janssens et al. (2006).

Voor **irrigatie (Irr)** wordt er gerekend met een nettodosis van 20 mm, waar reeds alle transport en convectieverliezen in verrekend zijn. Er wordt uitgegaan van Sprinklerirrigatie. Uitzondering op bovenstaande is de fruitteelt: hier wordt gerekend met een nettodosis van 3 mm, en wordt er uitgegaan van druppelirrigatie.

Zeer belangrijk in deze doorrekening is dat er wordt uitgegaan van een optimaal irrigatieregime: de landbouwer zal altijd irrigeren als het gewas in droogtestress komt, tenzij er recent al een irrigatiebeurt plaatsgevonden heeft, of er zware neerslag in de directe toekomst voorspeld wordt. Bijgevolg is de berekende irrigatie hier de irrigatiebehoefte van de landbouw.

Deze balans werd doorgerekend voor de 9 teelttypes en 7 bodemtypes, met en zonder irrigatie. Een illustratie van de balans in 2016 voor aardappel op zand, zonder capillaire nalevering en met irrigatie is te vinden in Figuur 177.



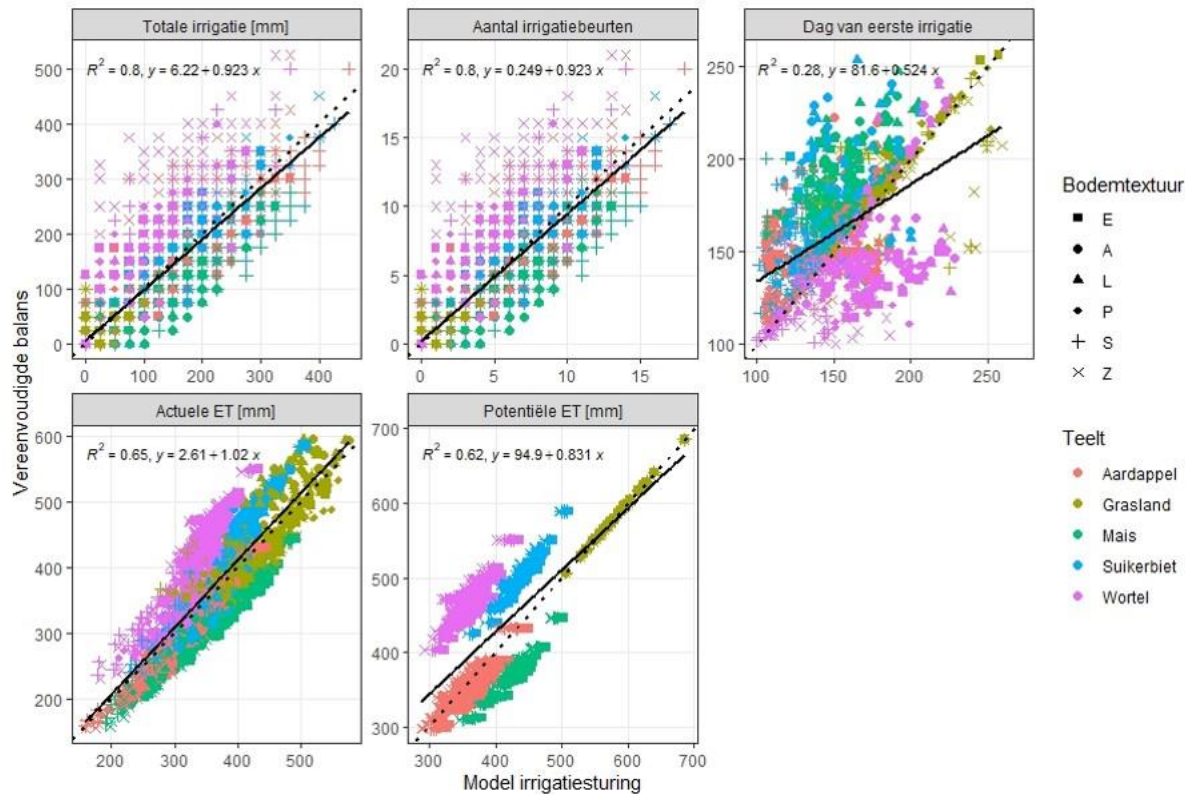
Figuur 177: Vochtgehalte boven permanent verwelkingspunt in de wortelzone van aardappel (TAW_Act1) volgens de eenvoudige waterbalans, voor aardappel in 2016 op zand, zonder capillaire nalevering en met irrigatie.

Voor elke balans werden de dagelijkse waarden voor irrigatiehoeveelheid, actuele gewasverdamping, potentiële gewasverdamping, aantal dagen onder drempelwaarde 1, en aantal dagen op drempelwaarde 2 geaggregeerd voor het volledige groeiseizoen. De resultaten voor irrigatiebehoefte in 2016 zijn geïllustreerd in Tabel 39.

Teelttype	Irrigatie [mm/m ²]						
	Leem	Leem	Klei	Zandleem	Zandleem	Zand	Zand
	Geen CN	CN	CN	Geen CN	CN	Geen CN	CN
Aardappelen	60	20	40	80	40	80	80
Bloemkool/Prei	120	60	80	140	100	140	140
Boon	40	0	20	60	40	80	60
Erwt/Spinazie	0	0	0	0	0	20	0
Fruit en Noten	0	0	0	0	0	0	0
Granen, zaden en peulvruchten	0	0	0	0	0	0	0
Grasland	0	0	0	0	0	0	0
Houtachtige gewassen	0	0	0	0	0	0	0
Mais	40	0	0	80	40	100	100
Overige gewassen	0	0	0	0	0	0	0
Suikerbieten	0	0	0	0	0	0	0
Vlas en hennep	0	0	0	0	0	0	0
Voedergewassen	0	0	0	0	0	0	0
Wortel/Ajuin/Spruitkool	80	0	20	100	40	140	120

Tabel 39: irrigatiebehoefte (mm/m²) per teelt en bodemtype, in 2016

Het doel van de vereenvoudigde waterbalans is een correcte inschatting over het volledige groeiseizoen van de hoeveelheid irrigatie, en de cumulatieve actuele en potentiële gewasverdamping. Om dit na te gaan werd voor de periode 1986-2018 een vergelijking gemaakt tussen de vereenvoudigde waterbalans en het irrigatiesturingsmodel van BDB. Voor beide modellen werd een agronomisch optimale irrigatie vooropgesteld. De resultaten tonen voor aardappel, grasland, mais, suikerbiet en wortel aan dat de waterbalans voor de relevante parameters een goede overeenkomst vertoont met het geavanceerdere model (Figuur 178).

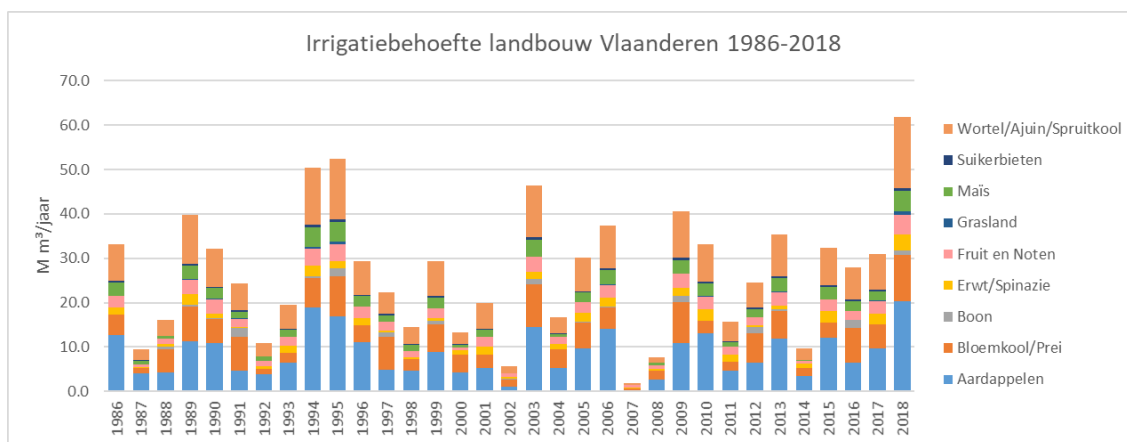


Figuur 178: Validatie van de vereenvoudigde balans met het irrigatiesturingsmodel van BDB. Volle lijn = lineaire regressiefunctie; stippellijn = 1:1-lijn.

Op basis van de berekeningen die hiervoor beschreven werden kan de irrigatiebehoefte in Vlaanderen berekend worden:

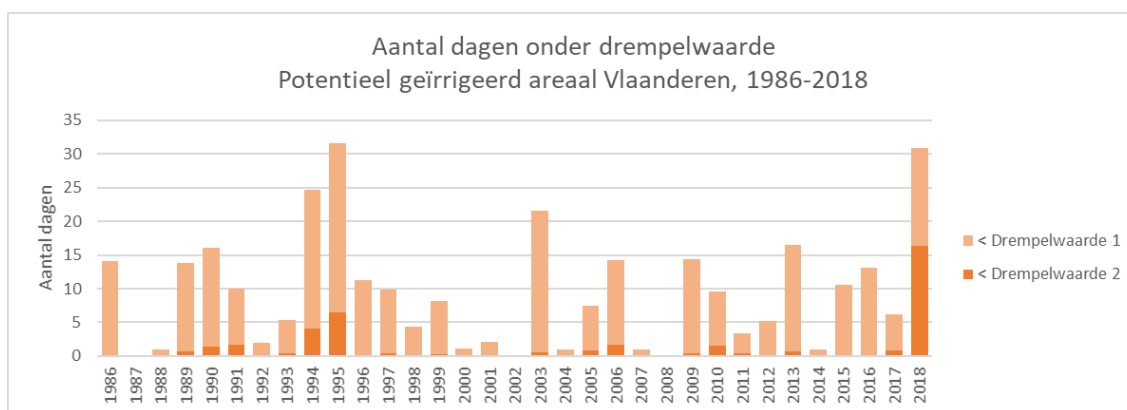
$$\text{Irrigatie} = \text{Areaal} * \text{PercentageAreaalBeregend} * \text{IrrigatieDosis}$$

De resultaten van deze berekening voor Vlaanderen voor de periode 1986-2018 zijn weergegeven in Figuur 179.



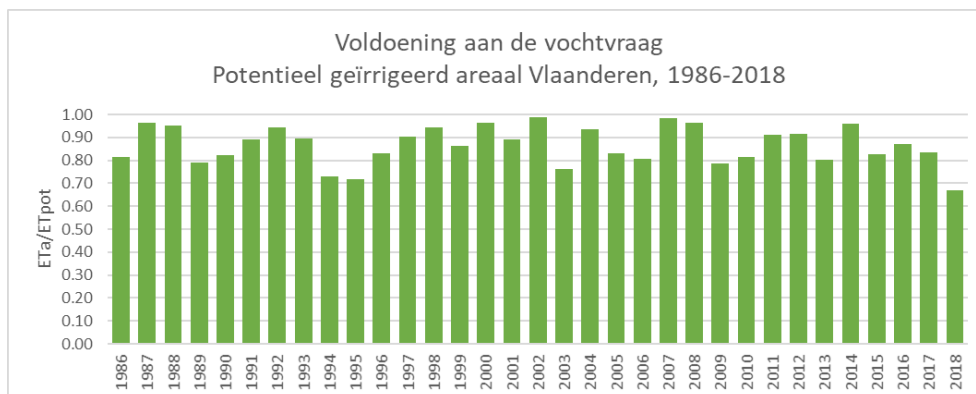
Figuur 179: Irrigatiebehoefte landbouw Vlaanderen 1986-2018

Naast de irrigatiebehoefte werd via de bodemwaterbalans ook het aantal dagen dat het bodemvochtgehalte onder drempelwaarden 1 en 2 valt berekend (Figuur 180). Gezien de bodemwaterbalans enkel voor potentieel geïrrigeerde teelten berekend werd, en dus maar voor 80% van het landbouwareaal (zie sectie 0), geldt deze output enkel voor dat areaal, hetgeen in de figuur het ‘potentieel geïrrigeerd areaal Vlaanderen’ genoemd wordt.



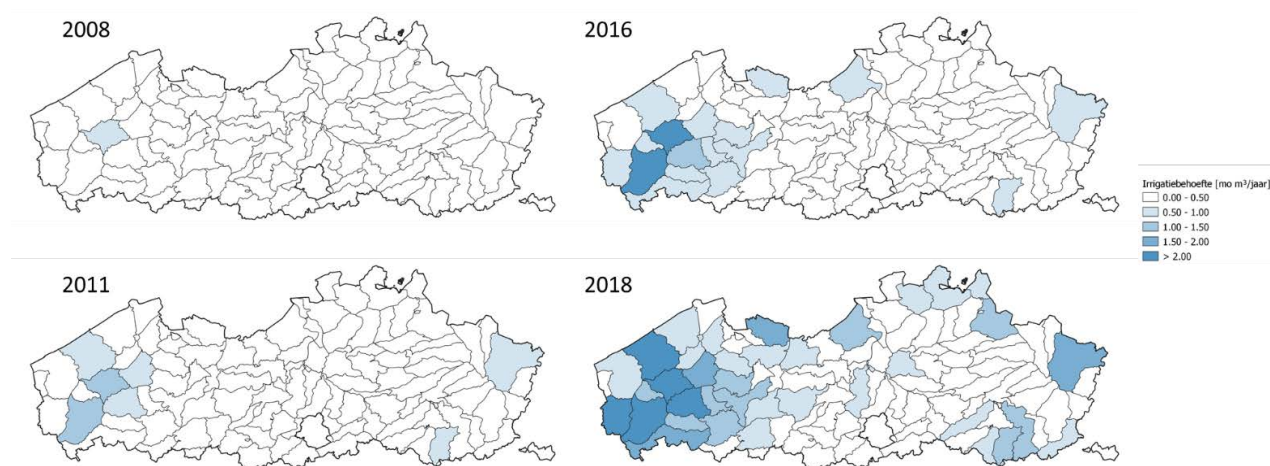
Figuur 180: Aantal dagen met bodemvochtgehalte lager dan drempelwaarde 1 en 2, voor Vlaanderen voor de periode 1986-2018 (gewogen gemiddelde voor teelt- en bodemtype)

Ten slotte berekent de bodemwaterbalans voor elke combinatie van teeltgroep en bodemtype de voldoening aan de vochtvraag, gedefinieerd als de verhouding van de actuele tot de potentiële gewasverdamping gedurende het groeiseizoen (Figuur 181). Als deze verhouding dicht bij 1 ligt, heeft het gewas bijna altijd aan de vochtvraag kunnen voldoen, en heeft er bijna geen droogtestress plaatsgevonden (zoals bijvoorbeeld voor de meeste gewassen in 2007). In zeer droge jaren zoals 2018 daarentegen valt deze verhouding sterk terug. Ook deze berekening werd enkel uitgevoerd voor het potentieel geïrrigeerd areaal in Vlaanderen.

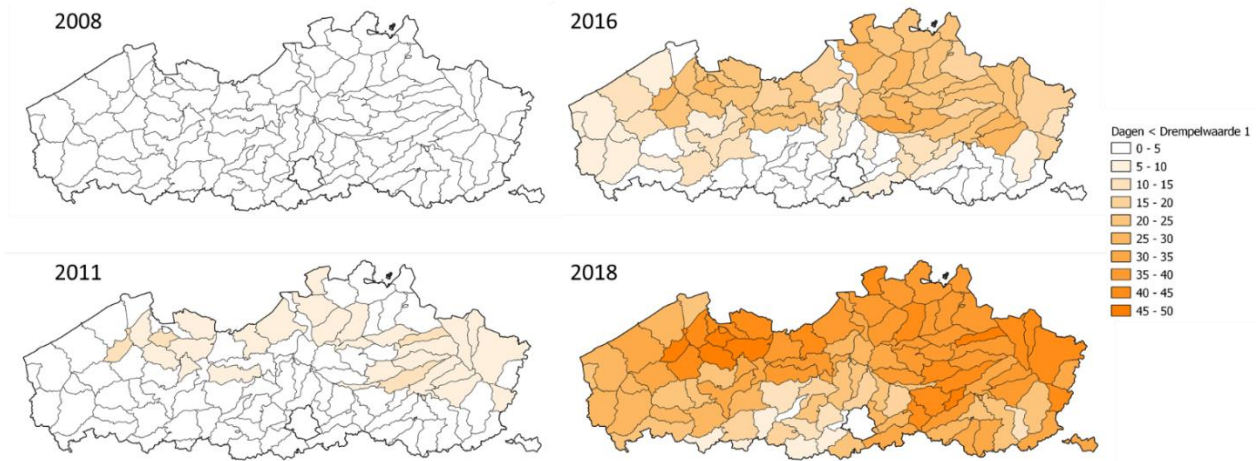


Figuur 181: Verhouding actuele tot potentiële evapotranspiratie, voor Vlaanderen voor de periode 1986-2018 (gewogen gemiddelde voor teelt- en bodemtype)

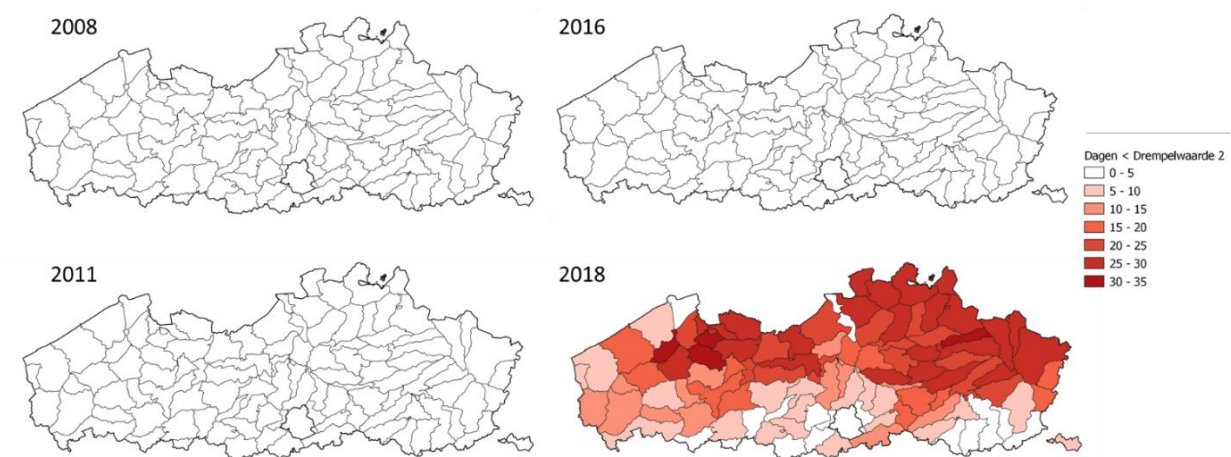
De ruimtelijke verdeling over de deelstroombekkens van de modeloutput wordt hierna geïllustreerd aan de hand van vier jaren, gaande van zeer nat tot zeer droog: 2008-2011-2016-2018. Figuur 182 toont de ruimtelijke verdeling van de irrigatiebehoefte over de deelstroombekkens, Figuur 183 en Figuur 184 het aantal dagen dat het bodemvocht onder drempelwaarde 1 en 2 valt, en Figuur 185 de verhouding van actuele tot potentiële evapotranspiratie. Uit deze figuren komt duidelijk naar voor dat de verdeling van de irrigatiebehoefte voor een belangrijk deel bepaald wordt door de locatie van de teelttypes: deelstroombekkens met een groot aandeel groenten- en fruitteelt komen hier sterk naar voor (Figuur 182). Het overschrijden van de drempelwaarde bodemvocht en de voldoening aan de vochtvraag vertonen dan weer eerder een sterke link met het bodemtype: op lichtere bodems zoals zandgronden zal de drempelwaarde vlugger overschreden worden (Figuur 183 en Figuur 184), en zal in droge jaren de voldoening aan de vochtvraag sterker terugvallen (Figuur 185).



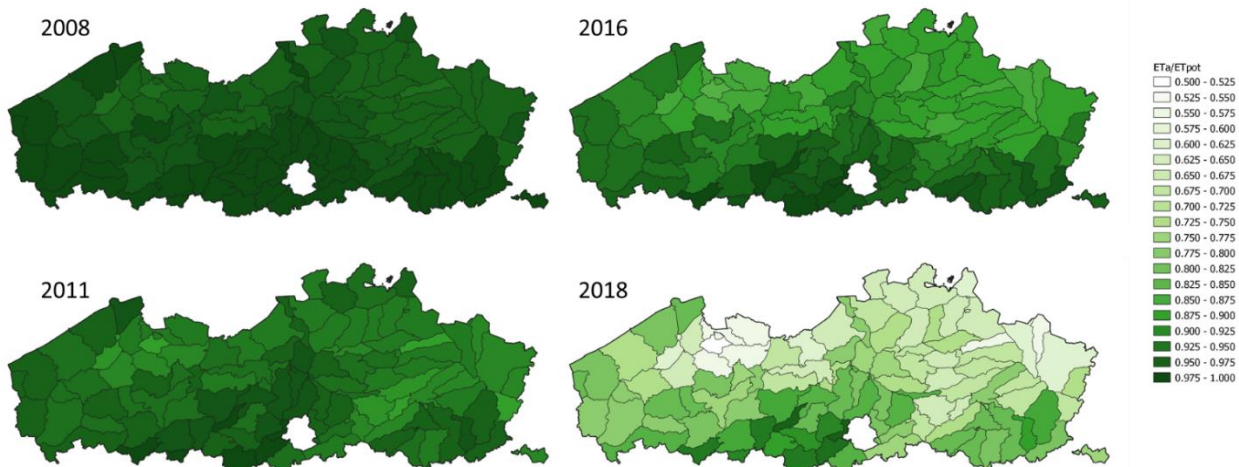
Figuur 182: Irrigatiebehoefte landbouw per deelstroombekken, voor de jaren 2008, 2011, 2016 en 2018



Figuur 183: Aantal dagen met bodemvochtgehalte lager dan drempelwaarde 1, per deelstroombekken, voor de jaren 2008, 2011, 2016 en 2018



Figuur 184: Aantal dagen met bodemvochtgehalte lager dan drempelwaarde 2, per deelstroombekken, voor de jaren 2008, 2011, 2016 en 2018



Figuur 185: Verhouding actuele tot potentiële evapotranspiratie, per deelstroombekken, voor de jaren 2008, 2011, 2016 en 2018

Belangrijkste aanbevelingen voor verdere verfijning van deze inschatting van de irrigatiebehoefte zijn:

- **Irrigatiebehoefte omrekenen naar effectieve irrigatie:** Indien gegevens beschikbaar komen i.v.m. de verhouding per teelt (en eventueel bodemtype) tussen *effectief toegediende irrigatie* en de *irrigatiebehoefte*, kan dit relatief eenvoudig aan het model toegevoegd worden. Voor deelbekkens zoals het IJzerbekken, waar de waterbeschikbaarheid laag is, zal de effectieve irrigatie vaak veel lager liggen dan agronomisch gewenst is. Voor dergelijke bekkens is een verdere verfijning van de huidige berekening noodzakelijk, omdat de irrigatiebehoefte die op dit moment berekend wordt voor deze bekkens een zeer sterke overschatting van de effectieve irrigatie inhoudt.
- **Verdere validatie geïrrigeerd areaal:** Op basis van een validatie van NDVI-beelden in 2018 blijkt dat voor de provincie Antwerpen het geïrrigeerd areaal aardappelen dicht bij de expertinschatting op basis van Coussement et al. (2020) ligt (14% o.b.v. satellietbeelden t.o.v. 20% o.b.v. expertinschatting). Dit blijft echter een parameter waar weinig harde data over beschikbaar zijn op dit moment. Een verdere validatie aan de hand van satellietbeelden of bevraging van landbouwers, of het afbakenen van een betrouwbaarheidsinterval op dit geïrrigeerde areaal, kan een belangrijke verfijning voor het model toelaten, gezien de finale irrigatiebehoefte en opbrengstderving zeer gevoelig zijn aan deze parameter.
- **Lineaire berekening opbrengstderving aanpassen voor sterke aanhoudende droogte.** De aanpak van Doorenbos en Kassam (1979) gaat uit van een lineair verband tussen droogte en opbrengstderving. Bij sterk aanhoudende droogte neemt in de realiteit het risico echter toe dat de volledige opbrengst verloren zal gaan, hetgeen in de huidige aanpak niet in rekening gebracht wordt. Mogelijke oplossing zijn een aanpassing naar een niet-lineair verband, of het werken met een drempelwaarde voor totale opbrengstderving.

- **Uitbreiding van het aantal teeltypes:** Initieel werd voorzien om de irrigatiebehoefte te berekenen voor 5 teeltypes. In de huidige aanpak was dit reeds opgetrokken naar 9 teeltypes, waarbij vooral voor de groenteteelt reeds een beperkte mate van verfijning werd doorgevoerd: er werden 4 verschillende teeltypes beschouwd voor de waterbalans, en voor de opbrengstderving werd nog een verder onderscheid gemaakt. Gezien de grote diversiteit van teelten binnen deze gewasgroep is een verdere verfijning echter nog altijd gewenst, zeker voor de meest watervragende teelten.
- **Aparte balans voor sierteelt:** Het areaal (openlucht) sierteelt werd meegenomen in de waterbalans- en opbrengstdervingsberekening voor teelttype Wortel/Ajuin/Spruitkool/Sierteelt, maar dit betreft in feite een aparte sector met een eigen karakteristiek waterverbruikspatroon en opbrengstniveau.

In de waterbalansstudie voor de kust werd door Antea de waterbehoefte voor tuin- en akkerbouw ingeschat met behulp van simulaties met het model AquaCrop. Hier werd de gesimuleerde transpiratie beschouwd van de gewassen, het watergehalte in de geproduceerde biomassa en de oppervlakte van het gewas volgens de landbouwgebruikspercelenkaart. Het transpiratiepotentieel van het gewas, berekend door AquaCrop, werd er beschouwd als de waterbehoefte van het gewas. Het zou nuttig zijn om in een vervolgonderzoek voor de kust een vergelijking te maken tussen beide modelleringsmethoden.

Landbouw - glastuinbouw

Gezien de inschatting van de irrigatiebehoefte en opbrengstderving zich baseert op een waterbalansberekening die gevoed wordt door neerslag en ET₀, gaat deze niet op voor de glastuinbouw. De irrigatiebehoefte vanuit de glastuinbouw werd dan ook niet begroot door het hierboven beschreven model. Deze sector verschilt ook op veel vlakken van de 'openlucht' land- en tuinbouw: het gaat om een zeer klein areaal (1933 ha in 2013, 2260 ha in 2017) met een zeer hoog waterverbruik per m², dat in vergelijking met openluchtteelten ook weinig afhankelijk is van de weersomstandigheden.

De waterbron voor teelt onder glas is voornamelijk hemelwater (62%). Oppervlaktewaterverbruik bedraagt maar 5%, en er wordt ook heel wat water gerecirculeerd. Teelten van tomaat, paprika, komkommer zijn doorgaans op substraat, hydrocultuur, en hierbij wordt in ca. 80% van de serres hercirculatie van water toegepast, zodat deze serres slechts verwaarloosbare externe input van water vergen. Enkele andere teelten zoals sla of andere groenten, wanneer ze in volle grond onder glas worden geteeld, vergen wel grotere hoeveelheden water, voor watergift of doorspoeling: 1200 à 1400 mm/jaar, hetgeen slechts met 50% ingevuld kan worden met gecapteerd hemelwater. Tijdens droge zomers kunnen de watervoorraden/waterbassins onvoldoende aangevuld worden. Ze worden dan meer afhankelijk van de extra aanvoer van oppervlaktewater of grondwater.

Rekening houdend met de totale oppervlakte van 2195 ha serreteelten in Vlaanderen (STATBEL landbouwgegevens 2019) en een door de sector geschat gemiddeld jaarlijkse waterverbruik van 10 000 m³/ha komt dit neer op een totaal waterverbruik door de glastuinbouw van 22 Mm³/jaar. Dit bestaat voor 1091 ha uit vruchtgroenten onder glas, wat een totaal waterverbruik voor dit type glastuinbouw geeft van

10 Mm³/jaar voor Vlaanderen, of tussen de 7.7 en 12.6 M m³/jaar, afhankelijk van de geraadpleegde bron en de beschouwde periode (Messely et al., 2008; Danckaert en Lenders, 2018).

Landbouw - veeteelt

Het gaat hier om water als drinkwater voor het vee, als spoelwater van de melkmachines, voor de luchtwasser, voor het ontsmetten van leidingen, voor het reinigen van de stallen, voor het afkoelen van de stallen, etc. Uiteraard kunnen niet alle soorten waterbronnen gebruikt worden voor bepaalde van deze toepassingen. Water gebruikt voor drinkwater vee is vooral grondwater en leidingwater. Hemelwater kan men niet gebruiken als drinkwater voor bijvoorbeeld kippen; hiervoor is bepaalde drinkwaterkwaliteit nodig. Bij runderen zou men wel hemelwater kunnen gebruiken indien van voldoende goede kwaliteit. Vanuit DGZ zijn er eisen/normen m.b.t. drinkwaterkwaliteit voor dieren.

Er zijn gegevens beschikbaar over het totaal aantal van de verschillende typen runderen, varkens en pluimvee via STATBEL. Verder zijn er gegevens over het gewogen gemiddelde van het aantal dieren per bedrijf en per gemeente via de VLM-mestbankgegevens:

https://www.vlm.be/nl/themas/Mestbank/Achtergrond/cijfersenstudies/gemeentestatistieken_mestbank/Paginas/default.aspx

Via deze gegevens kon de watervraag voor de veeteelt ingeschat worden. In de waterbalansstudie voor de kust werd de waterbehoefte per type dier ingeschat via gegevens van Inagro (Tabel 40). Er werd verondersteld dat het waterverbruik gelijk is aan de waterbehoefte. Voor de ruimtelijke verspreiding van veeteelt werd de areaalverhouding van stallen en gebouwen uit de landbouwgebruikspercelenkaart (2014) toegepast per gemeente en elk deelgebied. Een precieze ruimtelijke spreiding van het aantal en de soort dieren is niet gekend, zonder gedetailleerde bedrijfsgegevens. Aldus werd het dagelijks waterverbruik door veeteelt gemiddeld genomen per jaar. De watervoetafdruk (bv. <https://www.vlees.nl/themas/milieu-techniek/footprint-water/>) geeft ook een beeld van het waterverbruik bij de vleesproductie.

DIERCATEGORIE	DRINKWATER	REINIGINGSWATER
	m ³ /dier/jaar	m ³ /dier/jaar
MELKVEE	22	
JONGVEE (0 - 1 JAAR)	5,4	
JONGVEE (1 - 2 JAAR)	8,7	
VLEESKALVEREN	5,4	0,2
OVERIG RUNDVEE	8,7	0,3
ZEUGEN EN BIGGEN	5,4	0,36
VLEESVARKENS	2,16	0,12
BEER	5,4	0,36
LEGHENNEN	0,18	0,012

Tabel 40: Waterbehoefte per type dier (bron: Inagro).

De STATBEL-landbouwgegevens 2019 geven voor Vlaanderen een totaal aantal van 1 275 983 runderen in Vlaanderen (waaronder 339 087 melkvee, 436 170 jongvee (0-1 jaar), 243 327 jongvee (1-2 jaar), 7871 vleeskauwen, 249 528 ander rundvee; 5 706 993 varkens, waarvan 1 981 165 zeugen en biggen, 3 777 845 vleesvarkens en 2618 beren; 41 975 955 pluimvee, waarvan 9 173 442 leghennen. Dit geeft volgens het gemiddeld waterverbruik per dier (Tabel 40) een totaal drinkwaterverbruik van 40 Mm³/jaar en een totaal reinigingswaterverbruik van 2 Mm³/jaar, of dus een totaal waterverbruik van 42 Mm³/jaar voor de veeteelt.

Voor Limburg is het bekend dat deze vooral afkomstig is van grondwater; het waterverbruik voor de veeteelt werd er daarom specifiek ingeschat op basis van de grondwateronttrekkingen. Ook het deel afkomstig van leidingwater werd ingerekend.

Landbouw - andere

Naast akkerbouw, (glas)tuinbouw en veeteelt zijn er nog andere deelsectoren die water verbruiken. Via het bodemwaterbalansmodel van de BDB om de waterbehoefte voor irrigatie in de landbouw in te schatten, werden ook de fruitteelt en de sierteelt mee gemodelleerd. Uiteraard is het steeds mogelijk om afzonderlijke kwantificeringen te maken van de waterbehoefte van nog andere specifieke deelsectoren, maar dit werd als niet haalbaar/wenselijk beschouwd voor deze opdracht, die vooral grootteorde inschattingen beoogd binnen het voorziene beperkte tijdsbestek.

Handel en diensten

Voor de sector handel en diensten werden de volgende deelsectoren beschouwd: handel, hotels en horeca, kantoren en administratie, onderwijs, gezondheidszorg en overige diensten. Tabel 41 en Tabel 42 geven op basis van de heffingen aan hoe het totale waterverbruik door de handel en elk van de beschouwde deelsectoren van de dienstensector verdeeld is over de typen waterbronnen.

Sector	Totaal drinkwater-verbruik (Mm3)	Totaal grondwater-verbruik (Mm3)	Totaal oppervlakte-watergebruik (incl. koelwater) (Mm3)	Totaal oppervlakte-waterverbruik (excl. koelwater) (Mm3)	Totaal hemelwater-verbruik (Mm3)	Totaal verbruik ander water (Mm3)	Totaal koelwater geloosd (Mm3)
handel	5,04	0,86	1,10	1,00	2,19	1,40	0,10
hotels/horeca	11,24	2,03	0,51	0,07	0,24	0,11	0,44
kantoren en administratie	2,69	0,81	0,00	-0,01	0,18	0,03	0,01
onderwijs	2,93	0,12	0,01	0,01	0,25	0,01	0,00
gezondheidszorg	10,28	0,81	3,58	1,98	0,59	0,35	1,60
overige diensten	7,07	2,63	0,65	0,07	0,38	0,34	0,59
Totaal handel en diensten	39,25	7,26	5,85	3,11	3,83	2,23	2,74
% waterverbruik per type waterbron	70,5	13,0		5,6	6,9	4,0	
% watergebruik per type waterbron	67,2	12,4	10,0		6,6	3,8	

Tabel 41: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen door handel en diensten, totaal en afzonderlijk per deelsector en per type waterbron, in Mm³/jaar en % van totaal.

Sector	Totaal watergebruik incl. koelwater (Mm3)	Totaal watergebruik incl. koelwater (%)	Totaal waterverbruik excl. koelwater (Mm3)	Totaal waterverbruik excl. koelwater (%)
handel	10,6	18,1	10,5	18,9
hotels/horeca	14,1	24,2	13,7	24,6
kantoren en administratie	3,7	6,3	3,7	6,6
onderwijs	3,3	5,7	3,3	5,9
gezondheidszorg	15,6	26,7	14,0	25,2
overige diensten	11,1	19,0	10,5	18,8
Totaal handel en diensten	58,4		55,7	

Tabel 42: Totaal jaargebruik en -verbruik in Vlaanderen door handel en diensten, totaal en afzonderlijk per deelsector, alle waterbronnen samen, in Mm³/jaar en % van totaal.

Het totale watergebruik door de handel is 10,5 Mm³/jaar en door de verschillende dienstensectoren samen 45 Mm³/jaar, wat het totale waterverbruik door de handel en diensten op 56 Mm³/jaar brengt. De gezondheidszorg en de hotels/horeca nemen daarin elk een kwart voor hun rekening. Ter vergelijking, de Milieurapportering van VMM (MIRA 2018) rapporteert voor de handel en diensten samen een totaal watergebruik van 41 Mm³/jaar.

Recreatie

De watervraag voor recreatie is voor de meeste toepassingen al ingerekend in de vorige typen watervraag: pleziervaart als onderdeel van [Scheepvaart](#), sportterreinen als onderdeel van [Huishoudens](#) (tuinen en sportvelden). Verder zijn er de recreatiedomeinen die voor het vullen van de vijvers water inlaten. Dit laatste werd op gelijkaardige wijze ingeschat als bij het inlaten van water in landbouw- en natuurgebieden. Verder zijn er heel wat watergebonden vakantieparken in Vlaanderen. Dergelijke vakantieparken groeiden meestal in de omgeving van oppervlaktewaters. In veel gevallen gaat het over waterpartijen die volledig in evenwicht staan met het freatische grondwater.

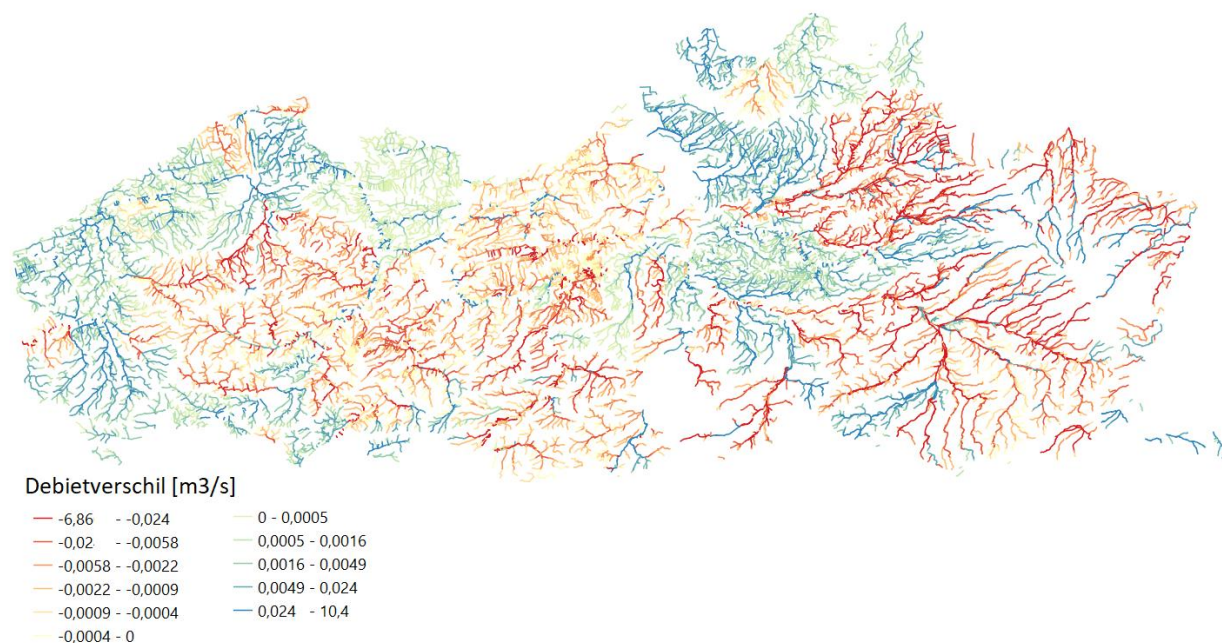
Verder wordt water ook gebruikt voor recreatieve doeleinden zoals kano, kajak, surfen, duiken, waterski, bootje varen, roeien, zeilen, pedalo, SUP, wakeboarden, tubing, hengelsport/binnenvisserij. Hier gaat het echter over 'gebruik' eerder dan 'verbruik'. Via de [Hydro\(geo\)logische waterschaarste-indicatoren – Waterpeil waterlopen en kanalen](#) werd nagegaan wanneer er een watertekort ontstaat voor deze toepassingen, maar ze nemen geen water op, dus hoeven ze niet ingerekend te worden in de waterbalansmodellering.

Natuur/ecologie

De watervraag voor de natuur/ecosystemen is moeilijk eenduidig te bepalen. Het waterverbruik door natuur is immers veelal passief, in de zin dat de meeste natuurgebieden niet geïrrigeerd of bevoeid worden, maar enkel gebruik maken van water afkomstig van regenval en aanwezig grondwater. Veel natuurgebieden zijn gelegen in riviervalleien en hun vegetaties zijn sterk afhankelijk van de grondwaterstand. Bepaalde natuurgebieden en systemen zoals bijvoorbeeld vloeuweidesystemen (=wateringen; bv. De Wijers in Limburg) kennen wel bevoeiing met oppervlaktewater (tappingen) en hebben daar hun specifieke vegetaties aan te danken.

De locaties van de regenwaterafhankelijke natuur werden bepaald via de GIS-kartering van de infiltratiegebieden en de vennen; de grondwaterafhankelijke natuur via de randen van de infiltratiegebieden, de beekvalleien, oppervlaktewater zoals vijvers en poelen die afhankelijk zijn van de grondwaterstand; de oppervlaktewaterafhankelijke natuur via de vloeuweidesystemen (wateringen), de vijvers, de natuurgebieden, etc. Op plaatsen waar natuurgebieden met bekenstelsel, vloeuweidesystemen, vijvers en dergelijke gevoed worden via sluizen en watervangen vanuit waterlopen is er een direct kwantificeerbare watervraag voor de natuur. Maar er is natuurlijk ook de niet of minder direct kwantificeerbare waterbehoefte zoals de bodemwateropname van vegetatie (voor groei en evapotranspiratie). Deze laatste werd ingeschat zoals hiervoor bij landbouw beschreven via de bodemwaterbalansberekeningen, maar het effect is anderzijds intrinsiek vervat in de hydrologie van een stroomgebied via het effect van de vegetatie op de neerslagafstroming, het bodemwater en het grondwater in het stroomgebied (dus al ingerekend in de wateraanbodkwantificering voor het deel [Oppervlaktewater - neerslagafstroming](#)). Wat natuurlijk wel moet gebeuren in deze opdracht is het inschatten van de impact van dalende oppervlaktewater- en grondwaterstanden op de natuur. Dit laatste komt later aan bod onder de Bouwstenen voor afweging – Socio-economische impactindicatoren.

Wat ook direct kwantificeerbaar is, is de watervraag voor het aquatisch ecologisch leven in de waterlopen via de ecologisch minimale debieten, zoals gedefinieerd bij de droogte/waterschaarste-indicatoren (*Drempelwaarden waterloopdebiet – ecologisch minimale debieten*). Figuur 186 toont als voorbeeld het verschil tussen de gemodelleerde waterloopdebieten voor juli 2018 en de ecologisch minimale debieten.



Figuur 186. Verschil tussen de waterloopdebieten voor einde juli 2018 en de ecologisch minimale debieten (groen-blauwe kleuren betekenen een positief verschil, dus waterloopdebieten groter dan de ecologisch minimale debieten; rode-oranje-gele kleuren betekenen een negatief verschil).

5.3. Waterbalans

Volgens de hoger beschreven methodologie is voor gans Vlaanderen een inschatting gemaakt van de waterbalans en dit voor de dagwaarden in de ganse periode 2005-2019. Voor de twee pilotgebieden (provincie Limburg en kustzone) kon dat iets gedetailleerder gebeuren, omwille van de beschikbaarheid van gedetailleerde waterbalansmodellen uit vorige studies. De resultaten van die modellen werden aangevuld met bijkomende berekeningen waar nodig en mogelijk, o.a. om resultaten te bekomen die consistent en vergelijkbaar zijn voor de twee pilotgebieden. De eerdere waterbalansstudies voor beide gebieden zijn immers niet helemaal consistent qua aanpak en beschouwde waterbalanscomponenten.

Hieronder worden in Tabel 43 de resultaten gegeven van de totale waterbalans voor gans Vlaanderen. Voor de verschillende waterbalanscomponenten worden zowel de beste schatting als de onzekerheidsmarge gegeven. De onzekerheidsmarge laat toe om na te gaan hoe betrouwbaar de beste schatting is. De cijfers van bepaalde waterbalanscomponenten dienen immers met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden.

De waterbalans voor gans Vlaanderen leert ons dat ongeveer de helft van de totale input aan zoetwater afkomstig is van de neerslag (51%) en de andere helft van de opwaartse instroom van oppervlaktewater (49%). Het debiet van de Grensmaas draagt voor 35% bij tot dit totale aanbod, waarvan 3,5% instroomt via het Albertkanaal. Het instroomdebiet van de Bovenschelde draagt bij voor 5% en dat van de Leie voor 4%. De andere waterlopen hebben een bijdrage die een grootteorde kleiner is. De grondwaterbewegingen werden hierbij wel buiten beschouwing gelaten. 63% van het totale aanbod verlaat Vlaanderen richting Nederland of de Noordzee. Het doorstroomdebiet van de Grensmaas neemt ongeveer de helft van dat percentage voor zijn rekening: 35%. Daarnaast is er ook een grote uitstroom via de Zeeschelde (16,5%) en langs de kust naar de Noordzee (6%). Het kanaal Gent-Terneuzen neemt 4% van de totale uitstroom voor zijn rekening en de zeesluizen in de Haven van Antwerpen 3%. Wat rest wordt verbruikt (37% van het totale wateraanbod). In het totale verbruik neemt de evapotranspiratie 88% voor zijn rekening. De landbouw verbruikt slechts 1%. De evapotranspiratie van landbouwgronden is hier niet in meegerekend; deze laatste neemt 24% voor zijn rekening vanuit de akkerbouw en 5% vanuit de graslanden en de veeteelt. De drinkwaterproductie neemt 6% van het totale verbruik voor zijn rekening; de industrie 14% wanneer koelwater en energieproductie niet wordt meegerekend. Het koelwatergebruik door energieproductie en industrie is wel zeer hoog: 11% van het totale aanbod aan neerslag en opwaartse instroom wordt als koelwater gebruikt maar ook grotendeels terug geloosd. De opdeling in de voornaamste sectoren is ook gegeven in de tabel. Ook de scheepvaart is een zeer grote watergebruiker, maar natuurlijk geen waterverbruiker, tenzij de uitstroom naar Nederland via de sluisen aan de grens met Vlaanderen als “waterverbruik” wordt beschouwd. Dat laatste bedraagt 8% van het totale verbruik. Dit is de uitstroom uit Vlaanderen aan de sluisen van Terneuzen en via de Haven van Antwerpen. De huishoudens verbruiken 4% en de overige waaronder handel en diensten 3,5%. Op dit ogenblik is de globale waterbalans bijna gesloten; er rest nog slechts 0,6% van het totale aanbod dat toegekend moet worden.

Deze waterbalanscijfers zijn afgeleid per waterloopsegment en per deelstroomgebied. Ze kunnen ook geaggregeerd worden op bekkenniveau of ander deelsysteemniveau (zoals bv. voor het netwerk van Albertkanaal en Kempische Kanalen). Het spreekt voor zich dat de waterbalanscijfers nauwkeuriger zijn voor het grotere schaalniveau dan voor het meer lokale niveau. Hetzelfde geldt voor de tijdschaal: resultaten zijn voor de wateraanbodcomponenten beschikbaar op dagtijdschaal, maar zijn nauwkeuriger wanneer ze geaggregeerd worden tot een tijdschaal van een maand of een jaar.

In Figuur 187 worden voor de beschouwde waterloopsegmenten de jaargemiddelde oppervlaktewaterbeschikbaarheid getoond op basis van de periode 2005-2019. In Figuur 188 wordt deze oppervlaktewaterbeschikbaarheid maandgemiddeld getoond voor juli 2018 als voorbeeld van droge periode.



Figuur 187: Oppervlaktewaterbeschikbaarheid langs de beschouwde onbevaarbare en bevaarbare waterlopen en kanalen: waterloopdebietvolumes in Mm³/jaar per waterloopsegment, gemiddeld o.b.v. de periode 2005-2019.



Figuur 188: Oppervlaktewaterbeschikbaarheid langs de beschouwde onbevaarbare en bevaarbare waterlopen en kanalen: waterloopdebietvolumes in Mm³/maand per waterloopsegment, voor juli 2018.

Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekeerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
Aanbod			
Neerslag	9726	7000 - 12000	Totale neerslag boven Vlaanderen
Instroom waterlopen	9342	7700 - 11500	Som van alle debietinstroom via waterlopen in Vlaanderen (Bovenschede, Leie, Maas, IJzer, Dender, Dijle, Zenne, enz.) incl. ook de kleinere waterlopen
<i>Instroom via Grensmaas</i>	6740	5500 - 7800	Deel van "Instroom oppervlaktewater": doorstroom via Grensmaas
<i>Instroom vanuit Bovenschede</i>	916	750 - 1050	Deel van "Instroom oppervlaktewater": instroom via Bovenschede
<i>Instroom vanuit Leie</i>	795	650 - 900	Deel van "Instroom oppervlaktewater": instroom via Leie
<i>Instroom vanuit Maas via Albertkanaal</i>	636	500 - 750	Deel van "Instroom oppervlaktewater": instroom via Maas, dus inname in Albertkanaal en Kempische Kanalen
Neerslagafstroming: totaal	3599	2300 - 4500	Deel van de neerslag die (snel of vertraagd) afstroomt naar waterlopen
<i>Neerslagafstroming nr onbevaarbare waterlopen</i>			Deel van de totale neerslagafstroming naar de onbevaarbare waterlopen
<i>: oppervlakteafstroming</i>	360	250 - 500	Deel van de totale neerslagafstroming dat waterlopen bereikt via oppervlakteafstroming (=snelle afstroming)
<i>: tussenstroom = vooral drainage</i>	899	500 - 1200	Deel van de totale neerslagafstroming dat waterlopen bereikt via tussenstroom (= tussen snelle oppervlakteafstroming en trage grondwaterafstroming), d.i. via hypodermische afstroming (= afstroming via de onverzadigde zone van de ondergrond) en via drainage
<i>: grondwatervoeding</i>	2626	2500 - 3000	Deel van de totale neerslag die leidt tot voeding van het grondwater
<i>: trage deelstromen (grondwaterafstroming)</i>	2339	1500 - 2700	Deel van de totale neerslagafstroming dat waterlopen bereikt via grondwaterafstroming (= trage deelstroom)
<i>Totale afstroming via verharding</i>	1050	1000 - 1300	Deel van de totale neerslagafstroming, dat afloopt van verharde oppervlaktes (en waarvan deel in riolering stroomt; zie vorige waterbalanscomponenten) en een ander deel hetzij via de oppervlakteafstroming naar waterlopen, hetzij in nabijgelegen onverharde zones infiltreert
<i>Neerslagafstroming nr riolering</i>	344	340 - 390	Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, zowel de gescheiden als de gemengde
<i>Neerslagafstroming nr riolering, deel publiek domein</i>	113		Deel van de totale neerslagafstroming naar de riolering, deel dat afloopt via de openbare terreinen
<i>Neerslagafstroming nr riolering, deel privaat domein</i>	231		Deel van de totale neerslagafstroming naar de riolering, deel dat afloopt via de private terreinen
<i>Neerslagafstroming nr gemengde riolering</i>	310		Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, deel naar gemengde rioleringen
<i>Neerslagafstroming nr gemengde riolering, deel publiek domein</i>	102		Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, deel naar gemengde rioleringen via openbare terreinen
<i>Neerslagafstroming nr gemengde riolering, deel privaat domein</i>	208		Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, deel naar gemengde rioleringen via private terreinen
<i>Neerslagafstroming nr gescheiden riolering (RWA)</i>	34		Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, deel naar RWA-stelsel (dus regenwaterstelsel) van gescheiden rioleringen
<i>Neerslagafstroming nr gescheiden riolering (RWA), deel publiek domein</i>	11		Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, deel naar RWA-stelsel (dus regenwaterstelsel) van gescheiden rioleringen via openbare terreinen
<i>Neerslagafstroming nr gescheiden riolering (RWA), deel privaat domein</i>	23		Deel van de totale neerslag die naar rioleringen afloopt, deel naar RWA-stelsel (dus regenwaterstelsel) van gescheiden rioleringen via private terreinen
<i>Hemelwaterbeschikbaarheid via hemelwaterputten huishoudens</i>	63		Deel van de totale neerslag die rechtstreeks opgeslagen en deels verbruikt wordt in hemelwaterputten bij huishoudens, dit is op twee manieren berekend: via de beschikbare capaciteit van alle regenwaterputten in Vlaanderen (13 Mm3) en optimaal gebruik; en via aantal huishoudens met hemelwaterput en maximale hemelwaterlood per huishouden van 2,3 personen

Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekeerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
Effluentwater	3830	3000 - 4500	Totaal effluentwater geloosd in de waterlopen via RWZI's en bedrijfslozingen incl. koelwater
<i>RWZI totaal influentdebiet</i>	845	800 - 850	Totaal influentdebiet van RWZI's
<i>RWZI influent afvalwater</i>	260	260 - 300	Totaal influentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van afvalwater geloosd op rioleringen
<i>RWZI influent afvalwater, deel huishoudens</i>	182	100 - 182	Totaal influentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van afvalwater geloosd op rioleringen, afkomstig van huishoudens
<i>RWZI influent afvalwater, deel bedrijven</i>	78	78 - 229	Totaal influentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van afvalwater geloosd op rioleringen, afkomstig van bedrijven
<i>RWZI influent hemelwater</i>	310	310 - 570	Totaal influentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van hemelwater instromend in rioleringen
<i>RWZI influent ander water</i>	275	190 - 275	Totaal influentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van ander water, vooral parasitair water
<i>Parasitair water riolering</i>	190	190 - 275	Grondwater dat via slecht aansluitende rioolbuizen (verouderde rioleringen of na verzakkingen) instroomt in riolering
<i>RWZI totaal effluentdebiet</i>	825	800 - 825	Totaal effluentdebiet van RWZI's
<i>RWZI effluent afvalwater</i>	255	255 - 280	Totaal effluentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van afvalwater geloosd op rioleringen
<i>RWZI effluent hemelwater</i>	300	300 - 550	Totaal effluentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van hemelwater instromend in rioleringen
<i>RWZI effluent ander water</i>	270	190 - 270	Totaal effluentdebiet van RWZI's, deel afkomstig van ander water, vooral parasitair water
<i>Totaal debiet riooloverstortingen</i>	20	20 - 60	Totaal volume overstortingen aan riooloverstorten
<i>Riooloverstortingen van afvalwater</i>	5		Totaal volume overstortingen aan riooloverstorten, deel afkomstig van afvalwater geloosd op rioleringen
<i>Riooloverstortingen van hemelwater</i>	10		Totaal volume overstortingen aan riooloverstorten, deel afkomstig van hemelwater instromend in rioleringen
<i>Riooloverstortingen van ander water</i>	5		Totaal volume overstortingen aan riooloverstorten, deel afkomstig van ander water, vooral parasitair water
<i>Bedrijfswaterlozingen (niet koelwater)</i>	720		Totaal volume bedrijfswaterlozingen excl. Koelwater
<i>Koelwaterlozingen</i>	2285		Totaal volume koelwaterlozingen
Grondwaterwinningen	271	250 - 275	Totaal van alle grondwaterwinningen; wordt hier als grondwateraanbod getabelleerd maar is uiteraard deel van totale neerslag
Leidingwater	435	410 - 450	Totale leidingwaterproductie; wordt hier als leidingwateraanbod getabelleerd maar is uiteraard deel van totale neerslag en instroom waterlopen
<i>Leidingwaterproductie vanuit OW</i>	191	150 - 195	Totale leidingwaterproductie, deel afkomstig van oppervlaktewaterwinningen
<i>Leidingwaterproductie vanuit GW binnen Vlaanderen</i>	156	150 - 180	Totale leidingwaterproductie, deel afkomstig van grondwaterwaterwinningen binnen Vlaanderen
<i>Leidingwaterproductie vanuit GW buiten Vlaanderen</i>	10		Totale leidingwaterproductie, deel afkomstig van grondwaterwaterwinningen buiten Vlaanderen
<i>Leidingwaterproductie vanuit AW, RWZI-effluentwater door IWVA geïnfiltrerd in duinen</i>	2		Totale leidingwaterproductie, deel van grondwaterwaterwinningen dat afkomstig is van geïnfiltrerd RWZI-effluentwater in de duinen
<i>Geïmporteerd leidingwater (uit buurregio's)</i>	76	71 - 76	Totale leidingwaterproductie, deel afkomstig van leidingwater aangekocht uit buurregio's (Wallonië, Nederland)
Totaal wateraanbod	19068		Som van totale neerslag en totale instroom via waterlopen in Vlaanderen; neerslagafstroming, effluentwater en grondwaterwinningen zijn hier dus niet bijgeteld vermits effluentwater via gebruik en lozing afkomstig is van neerslag of instroom

Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekeerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
Verbruik Evapotranspiratie	6127	5000 - 7000	Totale evapotranspiratie over alle deelgebieden van Vlaanderen
<i>evapotranspiratie akkerbouw</i>	1700		Totale evapotranspiratie over alle akkerlanden
<i>evapotranspiratie gras- en veeteelt</i>	361		Totale evapotranspiratie over alle graslanden en landbouwgronden gebruikt voor veeteelt
<i>evapotranspiratie natuur</i>	62		Totale evapotranspiratie over alle natuurgebieden
<i>evapotranspiratie gebouwd gebied</i>	21		Totale evapotranspiratie over alle gebouwde gebieden
Landbouw	76	40 - 90	Totaal waterverbruik door de sector landbouw
<i>landbouw LW</i>	9	3,9 - 9	Waterverbruik door de sector landbouw, deel leidingwaterverbruik
<i>landbouw - OW + GW</i>	59	35 - 79	Waterverbruik door de sector landbouw, deel oppervlaktewater- en grondwaterverbruik
<i>landbouw - GW</i>	53	31 - 77	Waterverbruik door de sector landbouw, deel grondwaterverbruik
<i>landbouw - gespannen GW</i>	38	25 - 55	Waterverbruik door de sector landbouw, deel grondwaterverbruik uit gespannen grondwater
<i>landbouw - freatisch GW</i>	15	10 - 20	Waterverbruik door de sector landbouw, deel grondwaterverbruik uit freatisch grondwater
<i>landbouw - OW</i>	6	1,5 - 6,5	Waterverbruik door de sector landbouw, deel oppervlaktewaterverbruik
<i>landbouw - OW onbevaarbare</i>	5	1,25 - 6	Waterverbruik door de sector landbouw, deel oppervlaktewaterverbruik uit onbevaarbare waterlopen
<i>landbouw - OW bevaarbare</i>	0,4	0,2 - 0,5	Waterverbruik door de sector landbouw, deel oppervlaktewaterverbruik uit bevaarbare waterlopen
<i>landbouw - HW</i>	5	3 - 20	Waterverbruik door de sector landbouw, deel hemelwater
<i>landbouw - AW</i>	3	0,5 - 3	Waterverbruik door de sector landbouw, deel ander water
<i>landbouw - deel AW afkomstig van RWZI effluentwater</i>	0	0,1 - 0,3	Waterverbruik door de sector landbouw, deel ander water afkomstig van RWZI-effluentwater
<i>landbouw - irrigatie vollegroenteelten incl. sierteelt en fruitteelt</i>	23	17 - 36	Waterverbruik door de sector landbouw, deel gebruikt voor verschillende toepassingen
<i>landbouw - irrigatie fruitteelt</i>	4	4 - 6	
<i>landbouw - irrigatie glastuinbouw</i>	18	15 - 25	
<i>landbouw - irrigatie deel groenten incl. glastuinbouw</i>	13	10 - 15	
<i>landbouw - irrigatie deel vruchtgroenten onder glas</i>	9	6 - 11	
<i>landbouw - veeteelt</i>	36	30 - 42	
<i>landbouw - veeteelt, deel runderen</i>	12	10 - 14	
<i>landbouw - veeteelt, deel melkvee</i>	6	5 - 7	
<i>landbouw - veeteelt, deel zeugen en biggen</i>	10	8 - 11	
<i>landbouw - veeteelt, deel vleesvarkens</i>	7	6 - 9	
<i>landbouw - veeteelt, deel pluimvee incl. leghennen</i>	7	5 - 8	
<i>landbouw - veeteelt, deel drinkwaterverbruik</i>	34	30 - 41	
<i>landbouw - veeteelt, deel reinigingswaterverbruik</i>	1	1 - 2	

Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekeerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
Leidingwaterverbruik	435	350 - 450	Totaal leidingwaterverbruik door alle sectoren samen
<i>Totaal verbruik in Vlaanderen</i>	359	220 - 360	Totaal leidingwaterverbruik binnen Vlaanderen
<i>Huishoudelijk verbruik</i>	211	210 - 290	Totaal leidingwaterverbruik binnen Vlaanderen, deel huishoudelijk verbruik
<i>Niet-huishoudelijk verbruik</i>	148	130 - 150	Totaal leidingwaterverbruik binnen Vlaanderen, deel niet-huishoudelijk verbruik
<i>Verbruik landbouw</i>	9	4 - 9	Totaal leidingwaterverbruik binnen Vlaanderen, deel verbruik door sector landbouw
<i>Leidingwater geëxporteerd naar buurregio's</i>	8	6 - 9	Totaal leidingwatervolume dat geëxporteerd wordt naar buurregio's (dus leidingwaterverbruik in Wallonië, Frankrijk en Nederland)
<i>Productieverlies</i>	3	3 - 9	Totaal leidingwatervolume dat verloren gaat door productieverlies
<i>Leidingwaterverlies door lekken</i>	66	30 - 72	Totaal leidingwatervolume dat verloren gaat door lekken in het leidingnetwerk
Industrie & energieproductie, incl. koelwater	2517	2400 - 3200	Totaal watergebruik door de sector industrie en voor energieproductie, inclusief koelwater
<i>Industrie & energieproductie, excl. koelwater</i>	493	380 - 500	Totaal watergebruik door de sector industrie en voor energieproductie, exclusief koelwater
<i>Energieproductie - totaal incl. koelwater</i>	1523	1300 - 2000	Totaal watergebruik voor energieproductie (elektriciteit en gas), inclusief koelwater
<i>Energieproductie - totaal excl. koelwater</i>	90	13 - 90	Totaal watergebruik voor energieproductie (elektriciteit en gas), exclusief koelwater
<i>energieproductie - kerncentrale Doel incl. koelwater</i>	1301	1200 - 1400	Totaal watergebruik voor energieproductie (elektriciteit en gas), door kerncentrale van Doel, inclusief koelwater
<i>energieproductie - kerncentrale Doel excl. koelwater</i>	19	13 - 19	Totaal watergebruik voor energieproductie (elektriciteit en gas), door kerncentrale van Doel, exclusief koelwater
<i>energieproductie - raffinage incl. koelwater</i>	241	180 - 250	Totaal watergebruik voor energieproductie, deel door raffinaderijen, inclusief koelwater
<i>energieproductie - raffinage excl. koelwater</i>	20	20 - 250	Totaal watergebruik voor energieproductie, deel door raffinaderijen, exclusief koelwater
<i>Industrie - totaal incl. koelwater</i>	994	990 - 1300	Totaal watergebruik door de sector industrie, inclusief koelwater
<i>Industrie - totaal excl. koelwater</i>	402	300 - 420	Totaal watergebruik door de sector industrie, exclusief koelwater
<i>industrie - totaal LW</i>	88	73 - 89	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel leidingwatergebruik
<i>industrie - totaal OW + GW incl. koelwater</i>	810	800 - 1000	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel oppervlaktewater- en grondwatergebruik, inclusief koelwater
<i>industrie - totaal OW + GW excl. koelwater</i>	217	170 - 220	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel oppervlaktewater- en grondwatergebruik, exclusief koelwater
<i>industrie - totaal OW incl. koelwater</i>	755	750 - 910	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel oppervlaktewatergebruik, inclusief koelwater
<i>industrie - totaal OW excl. koelwater</i>	163	100 - 165	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel oppervlaktewatergebruik, exclusief koelwater
<i>industrie - totaal GW</i>	54	35 - 54	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel grondwatergebruik
<i>industrie - totaal HW</i>	22	10 - 22	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel hemelwatergebruik
<i>industrie - totaal AW</i>	74	50 - 210	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel ander watergebruik
<i>industrie - deel AW afkomstig van RWZI effluentwater</i>	2	1 - 5	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel ander watergebruik afkomstig van RWZI-effluentdebiet
<i>industrie - deel koelwater</i>	592	470 - 810	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel koelwatergebruik
<i>industrie - deel koelwater LW</i>		13 - 20	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel koelwatergebruik afkomstig van leidingwater
<i>industrie - deel koelwater OW + GW</i>		730 - 800	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel koelwatergebruik afkomstig van oppervlaktewater- en grondwatergebruik

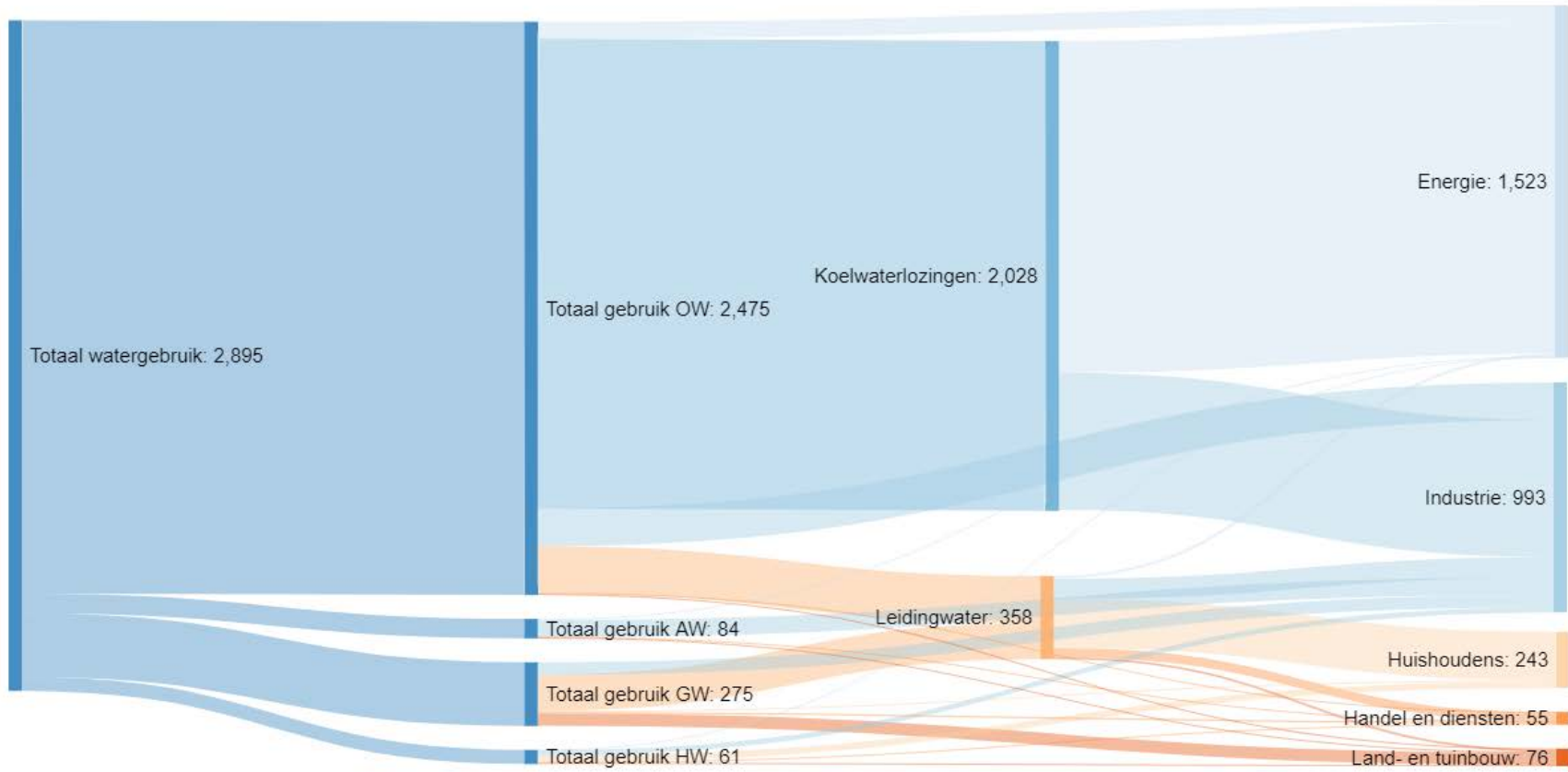
Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
<i>industrie - chemie incl. koelwater</i>	713	700 - 950	Totaal watergebruik door de sector industrie, deel gebruik door bepaalde deelsectoren, totaal en typen waterbronnen
<i>industrie - chemie excl. koelwater</i>	174	150 - 200	
<i>industrie - chemie LW</i>	41	41 - 63	
<i>industrie - chemie OW + GW</i>	642	642 - 880	
<i>industrie - chemie OW incl. koelwater</i>	635		
<i>industrie - chemie OW excl. koelwater</i>	96		
<i>industrie - chemie GW</i>	7		
<i>industrie - chemie HW</i>	4		
<i>industrie - chemie AW</i>	26		
<i>industrie - chemie deel koelwater</i>	539		
<i>industrie - voeding incl. koelwater</i>	111	88 - 120	
<i>industrie - voeding excl. koelwater</i>	64		
<i>industrie - voeding LW</i>	26	17 - 45	
<i>maakindustrie - voeding OW + GW</i>	72	70 - 75	
<i>industrie - voeding OW incl. koelwater</i>	49		
<i>industrie - voeding OW excl. koelwater</i>	1		
<i>industrie - voeding GW</i>	23		
<i>industrie - voeding HW</i>	2		
<i>industrie - voeding AW</i>	11		
<i>industrie - voeding deel koelwater</i>	47		
<i>industrie - papier incl. koelwater</i>	27	22 - 30	
<i>industrie - papier excl. koelwater</i>	26		
<i>industrie - papier LW</i>	2	0,9 - 2	
<i>industrie - papier OW + GW</i>	21	21 - 22	
<i>industrie - papier OW incl. koelwater</i>	20		
<i>industrie - papier OW excl. koelwater</i>	19		
<i>industrie - papier GW</i>	0		
<i>industrie - papier HW</i>	1		
<i>industrie - papier AW</i>	2		
<i>industrie - papier deel koelwater</i>	1		
<i>industrie - metaal incl. koelwater</i>	50	12 - 50	
<i>industrie - metaal excl. koelwater</i>	49		
<i>industrie - metaal LW</i>	4	0,8 - 4	
<i>industrie - metaal OW + GW</i>	36	11 - 36	
<i>industrie - metaal OW incl. koelwater</i>	31		
<i>industrie - metaal OW excl. koelwater</i>	30		
<i>industrie - metaal GW</i>	5		
<i>industrie - metaal HW</i>	4		
<i>industrie - metaal AW</i>	6		
<i>industrie - metaal deel koelwater</i>	1		

Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
<i>industrie - textiel incl. koelwater</i>	9	4 - 9	
<i>industrie - textiel excl. koelwater</i>	6		
<i>industrie - textiel LW</i>	2	1 - 2	
<i>industrie - textiel OW + GW</i>	6	2,8 - 6	
<i>industrie - textiel OW incl. koelwater</i>	4		
<i>industrie - textiel OW excl. koelwater</i>	1		
<i>industrie - textiel GW</i>	3		
<i>industrie - textiel HW</i>	0		
<i>industrie - textiel AW</i>	1		
<i>industrie - textiel deel koelwater</i>	3		
<i>industrie - andere incl. koelwater</i>	67	32 - 70	
<i>industrie - andere excl. koelwater</i>	66		
<i>industrie - andere LW</i>	11	3,5 - 11	
<i>industrie - andere OW + GW</i>	23	23 - 30	
<i>industrie - andere OW incl. koelwater</i>	7		
<i>industrie - andere OW excl. koelwater</i>	6		
<i>industrie - andere GW</i>	16		
<i>industrie - andere HW</i>	9		
<i>industrie - andere AW</i>	24		
<i>industrie - andere deel koelwater</i>	1		
<i>industrie - afval(water)</i>	18		
<i>industrie - afval(water) LW</i>	2		
<i>industrie - afval(water) OW + GW</i>	10		
<i>industrie - afval(water) OW</i>	9		
<i>industrie - afval(water) GW</i>	0		
<i>industrie - afval(water) HW</i>	3		
<i>industrie - afval(water) AW</i>	4		
Scheepvaart			
<i>scheepvaart aan sluizen van Terneuzen</i>	205		Totaal watergebruik via schuttingen aan sluizen van Terneuzen, met uitstroom naar Nederland
<i>scheepvaart aan sluizen Haven van Antwerpen</i>	352		Totaal watergebruik via schuttingen aan sluizen van Haven van Antwerpen, met uitstroom naar Zeeschelde

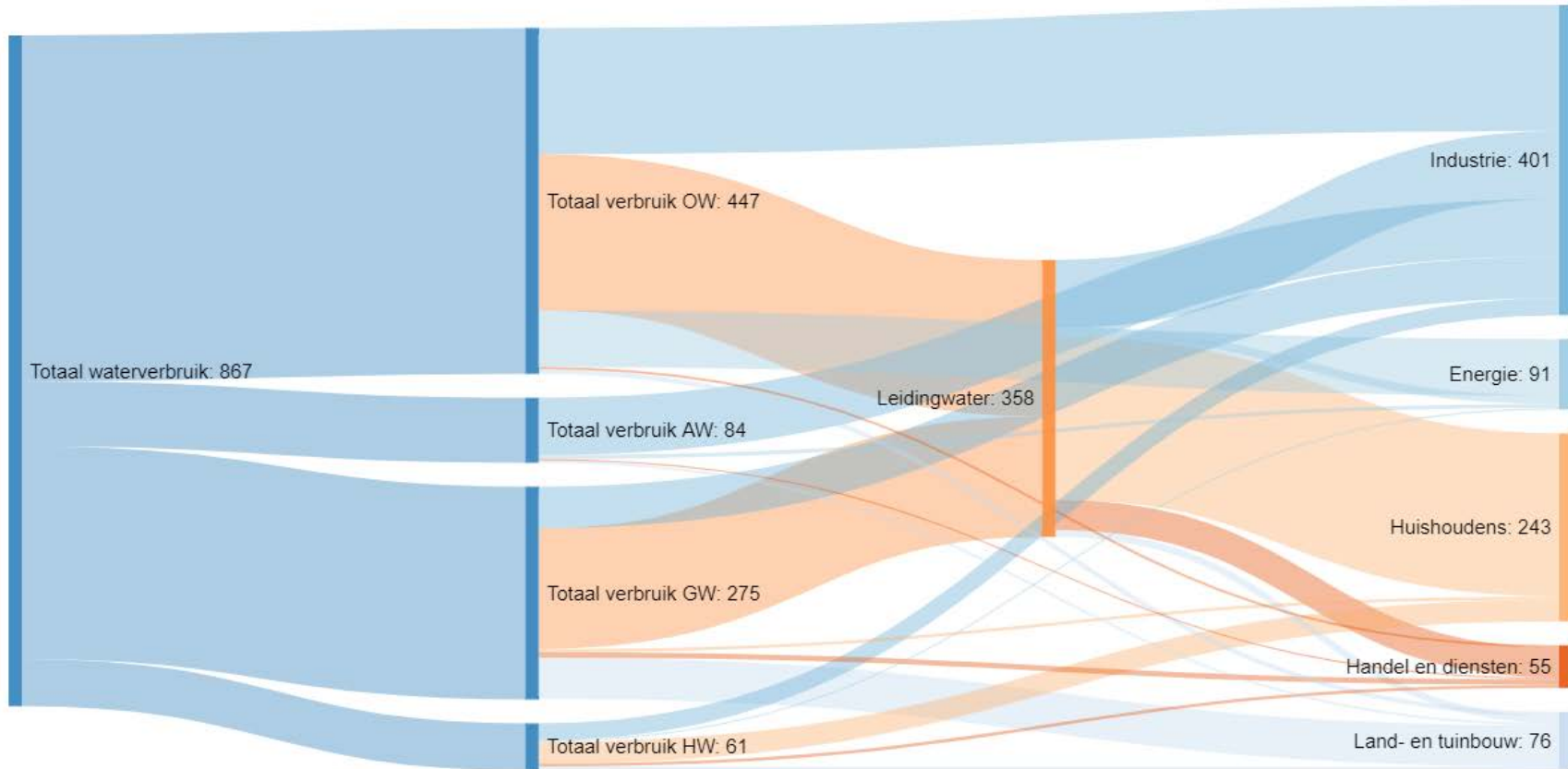
Waterbalanscomponent	Beste schatting	Onzekeerheids- range	Toelichting bij waterbalanscomponent
Huishoudens	243	240 - 350	Totaal waterverbruik huishoudens
<i>huishoudens LW</i>	211	215 - 300	Totaal leidingwaterverbruik huishoudens, volgens cijfers drinkwatermaatschappijen
<i>huishoudens HW</i>	28	25-35	Totaal hemelwaterverbruik huishoudens, via hemelwaterputten
<i>huishoudens OW + GW</i>	4	3 - 6	Totaal ander oppervlaktewaterverbruik en grondwaterverbruik huishoudens: is vooral grondwater
<i>huishoudens OW</i>	0	0	Totaal ander oppervlaktewaterverbruik huishoudens: is zeer beperkt
<i>huishoudens GW</i>	4	3 - 6	Totaal grondwaterverbruik huishoudens
<i>huishoudens totaal buitenverbruik</i>	26	18 - 31	Totaal waterverbruik huishoudens voor water geven in de tuin, ingeschat op basis van 7,4% van leidingwaterverbruik voor planten binnen en buiten huis + 4,7% voor ander waterverbruik buitenhuis
<i>huishoudens irrigatie tuinen</i>	7		
<i>huishoudens zwembaden en siervijvers</i>	2	2 - 4	
<i>huishoudens wassen van auto's</i>	2	2 - 4	
<i>huishoudens totaal afvalwaterproductie</i>	217		Totaal afvalwaterproductie door huishoudens, ingeschat via totaal waterverbruik min verbruik in tuin
<i>huishoudens totaal afvalwater gezuiverd in RWZI's</i>	182		Totaal afvalwaterproductie door huishoudens, deel dat aangesloten is op riolering en in RWZI's gezuiverd
Handel en diensten	56	40 - 300	Totaal waterverbruik door de sectoren handel en diensten
<i>handel en diensten LW</i>	39	31 - 42	
<i>handel en diensten OW + GW</i>	10	6 - 260	
<i>handel en diensten OW</i>	3	3 - 220	
<i>handel en diensten GW</i>	7	4 - 40	
<i>handel en diensten HW</i>	4		
<i>handel en diensten AW</i>	2		
<i>handel, totaal</i>	11		
<i>hotels/horeca, totaal</i>	14		
<i>kantoren en administratie, totaal</i>	4		
<i>onderwijs, totaal</i>	3		
<i>gezondheidszorg, totaal</i>	16		
<i>overige diensten, totaal</i>	11		
<i>handel en diensten, deel koelwater</i>	3		
Totaal verbruik zonder evapotranspiratie	867	750 - 1350	Totaal waterverbruik excl. evapotranspiratie
Totaal waterverbruik + evapotranspiratie	6994	6900 - 9000	Totaal waterverbruik incl. evapotranspiratie
Uitstroom OW	11967	10000 - 14000	Totale uitstroom via waterlopen uit Vlaanderen (vooral naar Nederland, ook beperkt naar Frankrijk en Wallonië)
<i>Uitstroom via Grensmaas</i>	6740	5500 - 7800	
<i>Uitstroom via Zeeschelde</i>	3137		
<i>Uitstroom via haven van Antwerpen</i>	487		
<i>Uitstroom naar zee langs kust</i>	1200	800 - 1500	
<i>Debiet kanaal Gent-Terneuzen</i>	819	250 - 850	
Totaal waterverbruik + uitstroom	18962	16500 - 25000	Totaal waterverbruik + totale uitstroom uit Vlaanderen
Balans Rest	107		Waterbalanssluitfout: Totaal wateraanbod - Totaal waterverbruik incl. evapotranspiratie

Tabel 43: Waterbalans voor gans Vlaanderen o.b.v. de periode 2005-2019, voor verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag, in Mm³/jaar.

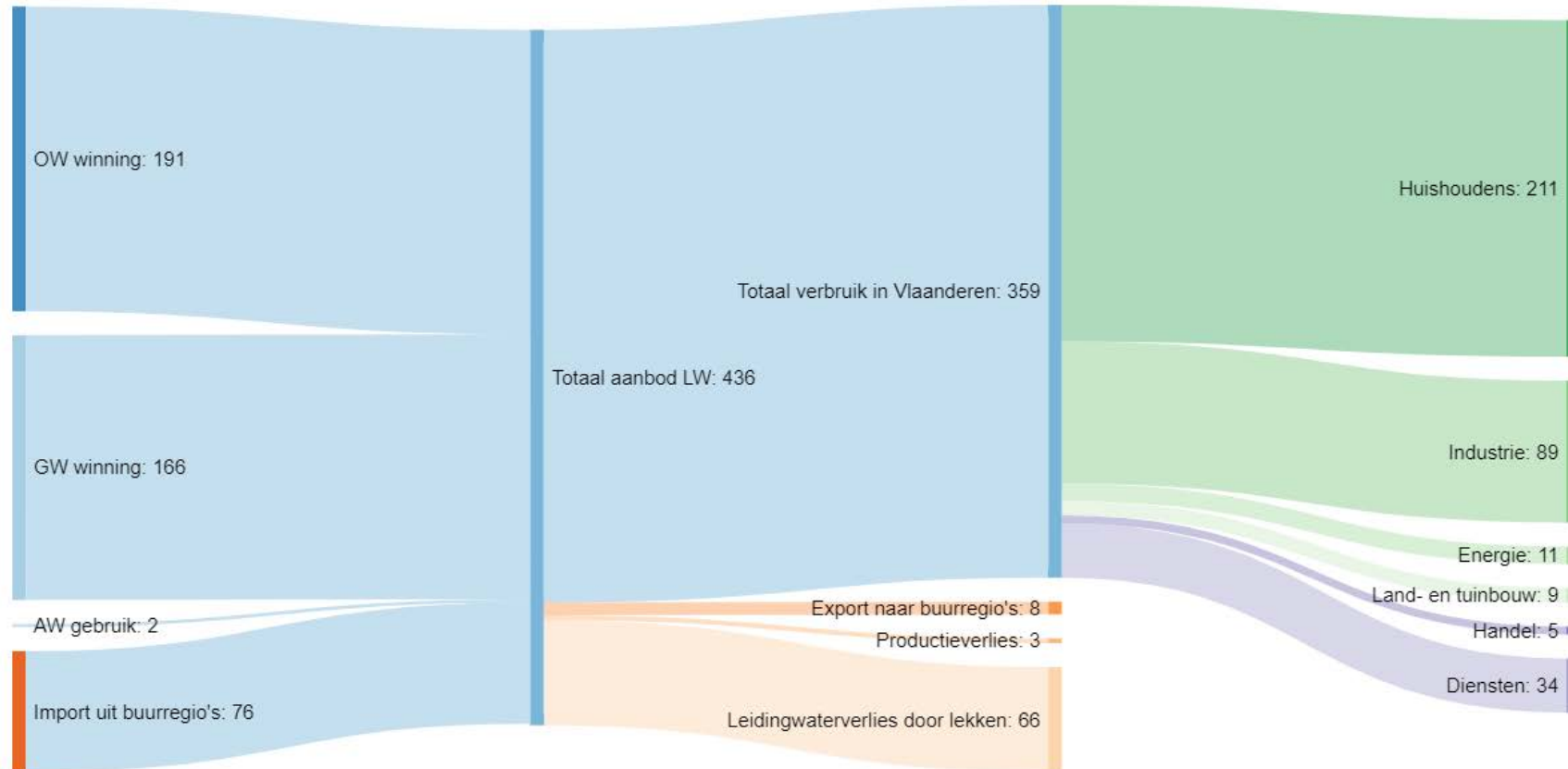
Deze totale waterbalans voor Vlaanderen is hieronder in Figuur 189, Figuur 190 en Figuur 191, gevisualiseerd voor het totaal watergebruik, het totaal waterverbruik en de leidingwaterbalans.



Figuur 189: Visualisatie totale waterbalans voor Vlaanderen voor totaal watergebruik, dus inclusief koelwater (alle cijfers in Mm³/jaar).



Figuur 190: Visualisatie totale waterbalans voor Vlaanderen voor totaal waterverbruik, dus exclusief koelwater (alle cijfers in Mm³/jaar).



Figuur 191: Visualisatie totale waterbalans m.b.t. leidingwater voor Vlaanderen (alle cijfers in Mm³/jaar).

6. Bouwstenen voor afweging – Mogelijke maatregelen en acties

Het Excel-bestand “VRAG-Inventaris.xlsx” – blad “Maatregelen” geeft een overzicht van de geïdentificeerde maatregelen en acties. Dit overzicht is opgemaakt op basis van de bevraging van de belanghebbenden over de mogelijke maatregelen en acties tijdens het kick-off moment, waarna een long-list werd opgemaakt. Hierbij werd een onderscheid gemaakt tussen reactieve maatregelen (die in een crisissituatie van dreigende of effectieve waterschaarste nuttig zijn) en proactieve maatregelen (lange-termijn beheer). Voor de voorliggende opdracht zijn enkel de reactieve maatregelen van belang, maar ook de proactieve maatregelen werden opgelijst om voldoende het onderscheid duidelijk te maken – ook naar de belanghebbenden – tussen beide typen maatregelen. Bij de reactieve maatregelen is onderscheid gemaakt tussen:

- ✓ Aanbodverruimende of sturende maatregelen
- ✓ Vraagbeperkende maatregelen
- ✓ Begeleidende maatregelen

Uit de long-list van reactieve maatregelen werd daarna een short-list gedistilleerd door enkel de acties en maatregelen te weerhouden die:

- ✓ direct toepasbaar zijn en dit op basis van de huidige infrastructuur (eventueel wel maatregelen die bepaalde voorafgaandelijke investeringen vereisen, bijvoorbeeld installatie van mobiele pompen voor terugpompen van water bij sluisen);
- ✓ in aanmerking komen voor afweging (bepaalde maatregelen vormen eerder een randvoorwaarde die opgelegd wordt zoals diepgangbeperking scheepvaart, recreatieverbod, enz.);
- ✓ een significante invloed hebben op het watersysteem (bv. enkel 's nachts beregenen in de landbouw blijkt volgens onderzoek weinig effect te hebben);
- ✓ zich buiten het standaard waterbeheer situeren (bv. stuwregelingen, waterverdelingen, terugpompen aan sluisen, ... volgens de huidige strategieën bij de verschillende waterbeheerders houden vaak ook al een afweging in; een afwijking t.o.v. de huidige strategieën worden wel beschouwd);
- ✓ zich onder het beslissingsproces van een externe organisatie bevinden en dus genomen kunnen worden binnen het reactief afwegingskader;
- ✓ toelaten om binnen deze opdracht in grootteorde de impact ervan op de waterbalans en de socio-economische impact in te schatten.

Enkel wanneer op elk van deze vragen positief geantwoord werd, werd de maatregel weerhouden.

Zowel de long-list als de short-list van maatregelen en acties werd tijdens workshop W3 voorgelegd aan de belanghebbenden, waarna een finale lijst werd bekomen.

Voor elk van de weerhouden maatregelen werd daarna nagegaan:

- Welk type directe en indirecte kosten en baten er zijn (die dus gekwantificeerd moeten worden voor de socio-economische impactanalyse en afweging later).
- Welke sectoren (eventueel deelsectoren) betrokken zijn / kosten of baten dragen.
- De typen waterbron(nen) waarop de maatregel van toepassing is (OW, GW, LW, HW en/of E).
- De indicatoren die betrokken zijn.

Dit leverde de volgende shortlist van maatregelen die beschouwd werden voor de afweging:

Wateraanbodverruimende of sturende maatregelen

Aanpassen hydraulische regeling (vooral bevaarbare / grote waterlopen)

- terugpompen van water bij bepaalde sluizen via mobiele noodpompen
- water anders verdelen ter hoogte van bepaalde verdelingspunten langs waterwegen
- *stopzetten omgekeerd spui-beheer bij bepaalde zeesluizen*

Omschakelen naar andere waterbronnen

- verbod op het gebruik (tijdelijk niet lozen in waterloop) van het effluent van een waterzuivering

Bijkomende waterbronnen creëren

- aankoop leidingwater buurregio's voor bepaalde bevoorradingsgebieden LW

Watervraagbeperkende maatregelen of acties

Scheepvaart

- verbod pleziervaart voor bepaalde gebieden
- opleggen van gegroepeerd schutten tot volle sluizen voor bepaalde gebieden, maar met maximale wachttijden van 1, 2, 3 of 4 uur
- diepgangbepalingen scheepvaart langs bepaalde waterwegen
- verbod beroepsvaart langs bepaalde waterwegen
- *stopzetten van baggeren bij te hoge turbiditeit*

Drinkwatermaatschappijen

- ruwwaterinname tijdelijk stopzetten en reserves aanspreken voor bepaalde drinkwatermaatschappijen

Leidingwaterverbruikers

- verbod op LW verbruik voor niet-essentiële toepassingen voor bepaalde gebieden of gans Vlaanderen:
 - verbod op afsprengen van voertuigen, aanhangwagens en opleggers
 - verbod op vullen of bijvullen van zwem- en plonsbaden (met meer dan 100 liter), van vijvers en het bevoorraden van fonteynen
 - verbod op reinigen van verhardingen zoals straten, straatgreppels, voetpaden, terrassen, opritten, parkings en pleinen
 - verbod op besproeien van terreinen (sportterrein en festivalweide), van velden, grasvelden, parken en tuinen
 - verbod op besproeien en reinigen van daken, gevels, tenten, luifels
- verbod op LW verbruik door bedrijven in bepaalde gebieden, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen

Recreatie

- innameverbod waterlopen voor recreatievijvers in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk: 50, 80% of 100%
- *recreatieverbod bepaalde recreatievijvers*
- *zwemverbod bepaalde zwemvijvers*

Natuur

- innameverbod waterlopen ter bevoeiing natuurgebieden in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk sluiten van watervangen: 50%, 80% of 100%

Landbouw

- innameverbod waterlopen voor irrigatie van vollegrondsteelten in bepaalde gebieden
- innameverbod freatisch GW voor irrigatie van vollegrondsteelten in bepaalde gebieden
- innameverbod waterlopen voor andere landbouwactiviteiten in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%, behalve voor drenken van vee
- innameverbod freatisch GW voor andere landbouwactiviteiten in bepaalde gebieden, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%, behalve voor drenken van vee

Industrie

- innameverbod waterlopen voor bedrijven in bepaalde gebieden, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%
- innameverbod freatisch GW voor bedrijven in bepaalde gebieden, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen, geheel of gedeeltelijk: 50% of 100%
- *lozingsbeperkingen om minimale waterkwaliteit te vrijwaren*

Elektriciteitscentrales

- *afbouw / stilleggen bepaalde energiecentrales/waterkrachtcentrales en opschalen alternatieven of invoer energie uit buitenland*

Meerdere watergebruikers

- totaal innameverbod waterlopen voor alle watergebruikers in bepaalde gebieden
- totaal innameverbod freatisch GW voor alle watergebruikers in bepaalde gebieden

Begeleidende maatregelen : worden niet rechtstreeks als maatregel beschouwd, maar zijn begeleidend aan de vorige

- handhaving van maatregelen
- sterke sensibilisering via media
- tijdelijke vergunning geven voor gebruik van alternatieve waterbronnen
- systeem opzetten die beschikbaarheid van alternatieve waterbronnen in kaart brengt

7. Bouwstenen voor afweging – Socio-economische impactindicatoren

Een volgende bouwsteen van het Vlaams reactief afwegingskader voor waterschaarste, na de droogte- en waterschaarste-indicatoren en de waterbalansen, zijn de socio-economische impactindicatoren. Deze laten toe om de schade van droogte te analyseren en de kosten van mogelijke maatregelen in te schatten.

Inzicht verkrijgen in de totale schade die optreedt ten gevolge van een droogtesituatie is strikt genomen niet noodzakelijk in het kader van deze opdracht, aangezien de doelstelling beperkt is tot het evalueren van mogelijke maatregelen in reactieve context. Anders gesteld, indien er geen praktisch haalbare manier is om een welbepaalde schade ten gevolge van droogte te beperken of te beïnvloeden, is het voor opmaak van het afwegingskader niet noodzakelijk de schade te begroten. Stel bij wijze van voorbeeld schade die optreedt aan bepaalde hemelwaterafhankelijke natuurgebieden, gebieden waarvan de negatieve gevolgen niet veroorzaakt worden door een daling van de freatische grondwaterstand of van het waterpeil in een waterloop, maar louter door het uitblijven van neerslag. Voor deze schade is er geen praktisch haalbare maatregel die een gunstig effect kan uitoefenen, bijgevolg wordt deze specifieke schade niet in kaart gebracht.

Uiteraard zijn er tal van situaties waarin de schade aan het watersysteem door het nemen van reactieve maatregelen wel beïnvloed kan worden. Voor deze situaties zal de schade aan het watersysteem worden ingeschat, en wordt gekwantificeerd in welke mate het systeem gunstig beïnvloed wordt door het nemen van maatregelen. De (in veel gevallen) gunstige impact op het systeem door het nemen van een specifieke maatregel zijn de baten van de maatregel. Vervolgens wordt bekeken in welke mate de baten opwegen tegen de kosten ten gevolge van het nemen van de maatregelen. Finaal zullen bijkomende overwegingen en eventuele correcties aan bod komen bij toepassing van het afwegingskader. Deze volgen uit de principes waarop het afwegingskader gebaseerd is, die in overleg met de belanghebbenden werden besproken op workshop W3; zie toelichting bij [Bouwstenen voor afweging – Principes voor afweging](#).

De uitvoering van het reactief afwegingskader volgens de hierboven beschreven opzet, vereist dat volgende verbanden in kaart worden gebracht:

- C_j^S Schade van droogte in het watersysteem (J schadefuncties)
- C_k^M Kost van maatregelen (K kostfuncties)
- D_i Droogte/waterschaarste-indicator, berekend mbv meetwaarden of modellen (I functies)
- $\bar{D}_{i,k}$ Invloed op droogte/waterschaarste-indicatoren van maatregelen ($K \times I$ functies)

Hierbij wordt het aantal droogte/waterschaarste-indicatoren omschreven als I en het aantal maatregelen als K . Bij toepassing van het afwegingskader worden deze functies toegepast per regio R . De omvang van de regio's zijn verder te bepalen (bv. deelstroomgebieden). Indien de variabele Y_k de waarde 1 of 0 kan aannemen, en weerspiegelt of de maatregel k geactiveerd wordt, kan de totale schade en kost van de droogte op basis van de geselecteerde maatregelen als volgt worden berekend:

$$\sum_k \sum_j C_j^S [D_i + \bar{D}_{i,k} \cdot Y_k] + \sum_k C_k^M \cdot Y_k$$

Enkele opmerkingen zijn te maken:

- Bij de berekening van de schade van droogte ligt de nadruk op de schade aan beïnvloedbare systemen, zoals toegelicht. Indien het niet mogelijk is om op korte termijn en in reactieve context een bepaalde situatie te beïnvloeden, dan wordt deze schade niet berekend. Schade ten gevolge van een daling van diep grondwater is hiervan een voorbeeld. De scope van de opdracht beperkt zich immers expliciet tot de reactieve context.
- De berekening van de kost van maatregelen wordt beperkt tot directe, lokale kosten op korte termijn. Het is niet mogelijk om indirecte en lange termijn kosten te relateren aan een reactieve lokale maatregel binnen de scope van deze opdracht omwille van de complexiteit van het systeem. Specifiek onderzoek naar lange-termijn-effecten zoals achteruitgang van voorraden van grondwaterlichamen of onderzoek naar secundaire kosten, zoals kosten binnen de keten, zou waardevol zijn om het afwegingskader verder te verfijnen.
- De berekende schade van droogte en kosten van maatregelen houden rekening met economische, sociale en ecologische impact. Onderstaand wordt verder toegelicht hoe deze kosten berekend kunnen worden.
- Omwille van de omvang van de problematiek en de beschikbaarheid van gegevens wordt een pragmatische aanpak voorgesteld. Waar mogelijk wordt gebouwd op bestaande inzichten en informatie die ter beschikking wordt gesteld via het belanghebbenden netwerk. Verder wordt afhankelijk van de mogelijkheid en beschikbaarheid van gegevens beroep gedaan op data-analyse, een waarderingsmethode of een inschatting op basis van expertise.

Samenvattend, het afwegingskader maakt gebruik van schadefuncties, beperkingen en kostfuncties per maatregel. Schadefuncties kwantificeren de schade die optreedt in het watersysteem in functie van de toestand van het systeem (bv. peilhoogte) en laten toe om in te schatten wat de schade is tijdens een droogtecrisis indien maatregelen niet zouden genomen worden. Bij het opmaken van de schadefunctie wordt onderzocht wat de volgorde is van schade die optreedt. Deze volgorde houdt geen prioritering of belang in van verschillende actoren, maar weerspiegelt louter de wijze waarop schade zal optreden wanneer geen actie wordt ondernomen. Vervolgens kunnen ook beperkingen worden gehanteerd; die een situatie omschrijven waarbij achteruitgang van de toestand vermeden moet worden. Een beperking fungeert als een harde grens, zonder dat hierbij de schade of kosten expliciet gekwantificeerd moeten worden. Tot slot worden kostfuncties per maatregel opgesteld. De kostfuncties zorgen ervoor dat de kosten (en eventuele baten) per maatregel kunnen worden berekend. Binnen het afwegingskader ondersteunen deze bouwstenen gezamenlijk de keuze voor de optimale set aan maatregelen om de totale maatschappelijke impact te beperken. De kosten van maatregelen (kostfuncties) worden geëvalueerd ten opzichte van de schade aan het systeem (schadefuncties) die vermeden wordt door opleggen van de maatregel, terwijl erover gewaakt wordt dat de beperkingen niet worden overschreden.

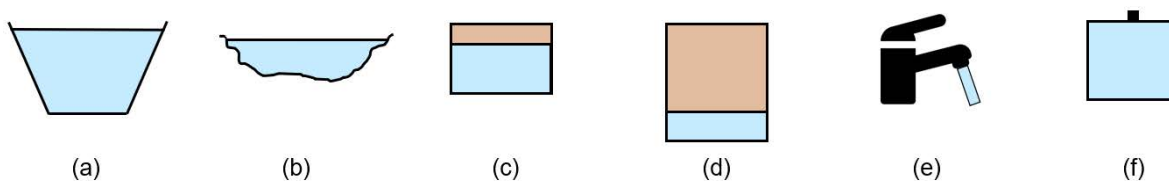
7.1. Schade van droogte: schadefuncties en beperkingen

De schade van droogte in het watersysteem wordt in kaart gebracht om zicht te krijgen op de noodzaak om eventuele maatregelen te implementeren en is afhankelijk van de toestand of situatie waarin het systeem zich bevindt. Binnen het afwegingskader voor waterschaarste dienen de schadefuncties ook om de positieve gevolgen van een maatregel te analyseren. Kostfuncties van maatregelen worden daarentegen bepaald op niveau van de maatregel en zijn afhankelijk van de specificaties van de maatregel zelf. De kostfuncties worden doorgaans niet beïnvloed door de toestand van het watersysteem. Onderstaand worden schadefuncties van het watersysteem verder besproken. Een gedetailleerde toelichting van de kostfuncties voor specifieke maatregelen volgt in het deel Kost van maatregelen.

Het onderscheid tussen schadefuncties en kostfuncties wordt geïllustreerd met behulp van een voorbeeld. Stel dat een kostfunctie gevonden wordt voor het gegroepeerd schutten op een bepaalde waterloop, dan zal de kost afhangen van de eigenschappen van de maatregel en de locatie (maximale duur van de wachttijd, kost van de wachttijd per schip, aantal vaarbewegingen, e.d.). De kost van de maatregel wordt niet rechtstreeks beïnvloed door de peilhoogte van de waterloop, en dus de toestand van het systeem. Eventuele voordelen van deze maatregel worden daarentegen wel bepaald door de toestand van het systeem en het waterpeil. Het samenspel van schadefuncties en kostfuncties zorgt ervoor dat de totale impact van een droogtecrisis op de maatschappij kan beperkt worden en garandeert ook dat maatregelen niet worden opgelegd indien dit niet noodzakelijk is.

Om de schade van het systeem ten gevolge van een droogtecrisis te beschouwen zijn er twee mogelijkheden. Enerzijds kan een gekwantificeerde schadefunctie gehanteerd worden, die de schade in euro uitdrukt in functie van de toestand van het systeem. Bij de berekening van de schade wordt hierbij rekening gehouden met economische, sociale en ecologische impact. Een alternatief bestaat uit het beroepen op beperkingen van het systeem. Een beperking beschrijft een extreme situatie van het systeem die absoluut vermeden moet worden. Het toepassen van een beperking kan nuttig zijn in situaties waarbij exacte kwantificering van schade zeer moeilijk is of discutabel is, of wanneer op basis van andere redenen kan worden beargumenteerd dat een welbepaalde situatie vermeden moet worden, bijvoorbeeld door wetgeving, politieke of maatschappelijke redenen.

Onderscheid zal worden gemaakt tussen volgende watersystemen bij het analyseren van de schadefuncties en beperkingen: bevaarbare waterlopen (a), onbevaarbare waterlopen (b), freatisch grondwater (c), diep grondwater (d), leidingwater (e) en hemelwater (f).



Figuur 192: Illustratie van de watersystemen die worden beschouwd bij onderzoek naar schadefuncties en beperkingen: bevaarbare waterlopen (a), onbevaarbare waterlopen (b), freatisch grondwater (c), diep grondwater (d), leidingwater (e) en hemelwater (f).

Bij het onderzoek naar de schadefuncties en beperkingen van deze watersystemen wordt de vraag gesteld; wanneer en welke schade treedt op voor de betrokken actoren bij een bepaalde toestand van het systeem, indien geen andere maatregelen genomen worden en welke toestand moet absoluut vermeden worden? De mate waarin het aangewezen is om maatregelen te implementeren om het systeem bij te sturen en om welbepaalde schade te vermijden, komt later aan bod, na kwantificering van de kostfuncties en bepaling van de afwegingsprincipes. Bij onderzoek naar de schadefuncties en beperkingen wordt in eerste instantie de waterkwantiteit beschouwd. Om correct te kunnen inschatten wanneer het aangewezen is om bepaalde maatregelen te nemen, zijn ook schadefuncties op basis van waterkwaliteitsaspecten zoals temperatuur en zoutgehalte noodzakelijk. Binnen de scope van deze opdracht was het echter niet mogelijk om schadefuncties voor waterkwaliteit uit te werken. Waterkwaliteitsaspecten werden daarom kwalitatief beschouwd bij toepassing van het afwegingskader. Het is aanbevolen om de concrete uitwerking van schadefuncties voor waterkwaliteit op te nemen binnen vervolgonderzoek.

Bevaarbaar oppervlaktewater

Voor bevaarbaar oppervlaktewater wordt door De Vlaamse Waterweg een bepaald bereik van het waterpeil nagestreefd. Binnen dit bereik of streefpeil is er voldoende waterbeschikbaarheid om aan de vraag van verschillende actoren te voldoen en is er geen schade door waterschaarste. Indien dit streefpeil niet langer kan gewaarborgd worden en het waterpeil afneemt, zal een diepgangbeperking voor scheepvaart worden opgelegd, met een bepaalde schade als gevolg. Bij een verdere daling van het waterpeil wordt een vaarverbod van kracht, met een bijkomende schade tot gevolg. Hoewel een diepgangbeperking en een vaarverbod in werkelijkheid maatregelen zijn die door keuze of afweging kunnen worden opgelegd of in sommige gevallen kunnen worden vermeden, zijn dit ook maatregelen of procedures die rechtstreeks volgen op een toestand van het systeem, i.e. de hoogte van het waterpeil. Bij uitwerking van het afwegingskader zullen deze maatregelen worden afgewogen ten opzichte van alternatieven; maar voor onderzoek naar de schadefunctie wordt gesteld dat beide een gevolg zijn van een bepaalde toestand. Indien het waterpeil verder zakt treedt instabiliteit van de waterweg op. Finaal zal bij een lager waterpeil niet langer aan de vraag voor waterinname van de drinkwatersector, industrie, energie en landbouw kunnen worden voldaan.



Figuur 193: Schade ten gevolge van een daling van het waterpeil voor bevaarbare waterlopen. Illustratie van het optreden van de schade in functie van de toestand van het systeem (a) en de schadefunctie (b).

De schade van een diepgangbeperking van 10 cm en een vaarverbod wordt in detail besproken bij de kostfuncties van deze maatregelen, en bedraagt voor alle vaarwegen in Vlaanderen ongeveer 50 000 EUR/dag en 2 MEUR/dag respectievelijk.

De schade van instabiliteit van de waterweg en ook het waterpeil waarop deze schade zal optreden, zijn voor Vlaanderen niet gedetailleerd onderzocht. Op basis van een zeer ruwe inschatting werd de schade ten gevolge van instabiliteit voor alle waterwegen in Vlaanderen begroot op 13 miljard euro. Voor deze inschatting werd 20% gerekend van de kost van nieuwe aanleg van alle waterwegen, rekening houdend met de kost per km voor aanleg van een kanaal op basis van literatuuronderzoek en de totale lengte aan vaarwegen in Vlaanderen. Te lage waterpeilen binnen de havengebieden kunnen resulteren in instabiliteit van de kaaimuren. De mogelijke schade aan kaaimuren bedraagt eveneens enkele miljarden euro, ingeschat op basis van de totale lengte aan kaaimuren binnen de Vlaamse havens en gemiddelde kosten voor aanleg gerapporteerd door De Gijt (2010). Bovendien kan opgemerkt worden dat de volgorde van de schadefunctie niet geldt binnen de havengebieden. De infrastructuur voor inname van de watervraag is ingebouwd in de kaaimuren, wat impliceert dat de schade ten gevolge van instabiliteit van infrastructuur en onvoldoende inname op hetzelfde moment kan optreden. Het kan ook voorkomen dat eerst de inlaten boven water komen te liggen en dat er dan pas instabiliteit optreedt.

De schade van onvoldoende waterbeschikbaarheid voor inname voor drinkwaterproductie, industrie, landbouw en natuur wordt gekwantificeerd door beroep te doen op de schadefuncties en kostfuncties die in de volgende hoofdstukken worden toegelicht. De schadefunctie voor onbeschikbaarheid van drinkwater bedraagt 48 MEUR per dag. Ongeveer de helft van het drinkwater wordt geproduceerd uit oppervlaktewater, zodat de schade bij onvoldoende inname voor drinkwaterproductie ongeveer 24 MEUR bedraagt.

De methode voor inschatting van de kosten wanneer onvoldoende inname mogelijk is voor industrie wordt verderop in detail verklaard. De totale kost voor gans Vlaanderen bedraagt 226 MEUR wanneer oppervlaktewater niet ingenomen kan worden. De innames situeren zich voornamelijk langs bevaarbare oppervlaktewateren.

Om de schade in te schatten ten gevolge van onvoldoende inname voor landbouw wordt afzonderlijk voor veeteelt en akkerbouw, glastuinbouw en sierteelt onderzocht welke kosten optreden. De vraag naar oppervlaktewater voor veeteelt is beperkt en bij onbeschikbaarheid zal een andere bron aangewend worden tegen een hogere kost. De schade ten gevolge van onbeschikbaarheid voor akkerbouw, glastuinbouw en sierteelt is afhankelijk van de periode van het jaar en de neerslaghistoriek. De impact wordt verkend voor 2018 door de schade van onbeschikbaarheid van water voor irrigatie gedurende één maand (juli) te analyseren. De totale bijkomende schade ten gevolge van de onbeschikbaarheid van water bedraagt ongeveer 150 MEUR. Als opmerking geldt dat de totale schade ten gevolge van de droogteperiode groter is. Hier wordt echter specifiek onderzocht welke bijkomende schade optreedt als er geen water voor irrigatie ter beschikking is. Er treedt immers zowel schade op door droogte bij percelen die worden geïrrigeerd als percelen die niet worden geïrrigeerd. Voor deze laatste percelen is er geen bijkomende schade indien er geen water beschikbaar is. De schade op deze percelen wordt bijgevolg niet beschouwd bij het analyseren van de bijkomende schade ten gevolge van onbeschikbaarheid van water. De bijkomende schade ten belope van 150 MEUR kan voor ongeveer 2 MEUR toegewezen worden aan de onbeschikbaarheid van bevaarbaar oppervlaktewater en 18 MEUR aan onbevaarbaar oppervlaktewater, 105 MEUR aan onbeschikbaarheid van diep en freatisch grondwater en 25 MEUR aan onbeschikbaarheid van leidingwater. Een gedetailleerde toelichting van de methodiek volgt verder in dit document.

Mogelijke methodes om de schade aan de natuur te kwantificeren worden verderop toegelicht. Op basis van de analyse van herintroducties kan de schade ingeschat worden op 13 MEUR indien herintroducties op alle bevaarbare waterwegen vereist zijn. Een mogelijk alternatieve piste ten opzichte van een kwantitatieve inschatting van schade, bestaat uit het opleggen van een beperking aan een bepaalde toestand van het watersysteem. Een argument voor het hanteren van een beperking is de wettelijke verplichting die Vlaanderen heeft voor de instandhouding van Natura 2000 gebieden en andere beschermde gebieden (bv. de natuurgebieden die op Vlaams niveau beschermd zijn). Bovendien is Vlaanderen verplicht door de Europese Kaderrichtlijn Water om duurzaam om te springen met watervoorraden, de waterkwaliteit te beschermen en aquatische ecosystemen veilig te stellen voor de toekomst. Het waterbeleid moet ervoor zorgen dat de gevolgen van droogte worden beperkt. De kaderrichtlijn beschrijft echter dat een tijdelijke achteruitgang van de waterlichamen ten gevolge van overmacht en niet voorziene omstandigheden (bv. een lange droogteperiode) mogelijk zijn indien alle haalbare acties ondernomen worden om de achteruitgang te beperken.

De verschillende componenten van de schadefunctie voor bevaarbaar oppervlaktewater worden onderstaand nogmaals samengevat. De gegevens die worden gerapporteerd geven een inschatting van de schade indien het waterpeil voor alle bevaarbare oppervlaktewateren zakt. Zeker wat betreft de extreme toestand en schades is het weinig waarschijnlijk dat deze situatie voor gans Vlaanderen optreedt. Bij het toepassen van het afwegingskader is het belangrijk de schadefuncties gebiedsspecifiek te verfijnen. Daarnaast geeft de schadefunctie voornamelijk ook zicht op de schade indien geen acties genomen worden, wanneer de toestand van het systeem achteruitgaat doordat het waterpeil zakt. Verderop wordt onderzocht welke maatregelen mogelijk zijn en wat de kosten zijn die deze maatregelen veroorzaken. Bij toepassing van het afwegingskader is de betrachting de totale impact van de waterschaarste te beperken.

- Schade diepgangbeperking 50 000 EUR/dag

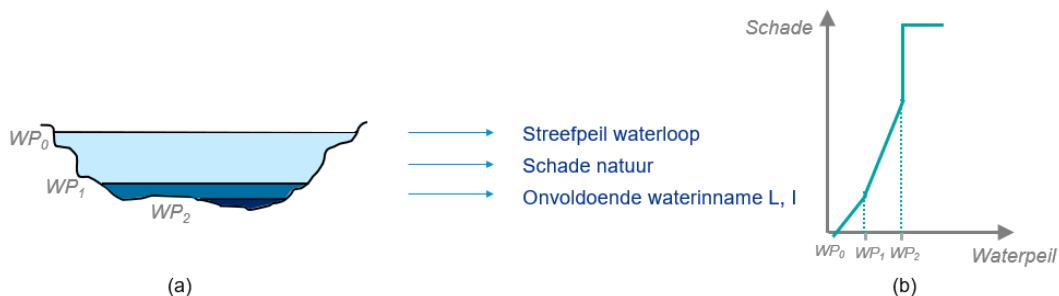
- Schade vaarverbod 2 MEUR/dag
- Schade instabiliteit 15 miljard EUR
- Schade onvoldoende inname drinkwater: 24 MEUR/dag
- Schade onvoldoende inname industrie: 226 MEUR/dag
- Schade onvoldoende inname landbouw: 2 MEUR
- Schade onvoldoende waterbeschikbaarheid natuur: 13 MEUR²⁶

De schadefunctie kwantificeert de schade die optreedt indien het waterpeil zakt door een droogtecrisis en geen acties genomen worden. Het nemen van een bepaalde maatregel, kan ervoor zorgen dat het peil minder ver zakt en schade vermeden wordt. Alternatief bestaat dus ook de mogelijkheid om geen acties of maatregelen te nemen, het waterpeil te laten zakken en de daaropvolgende schade te laten gebeuren. Bij toepassing van het afwegingskader en op basis van overleg met De Watergroep werd echter vastgesteld dat het laten zakken van de waterpeilen weinig tot geen soelaas biedt tijdens een droogtecrisis. Zonder actief beheer daalt het waterpeil dermate snel dat de peildaling niet volstaat om te vermijden dat bijkomende maatregelen genomen moeten worden. Uit deze concrete toepassing en op basis van de expertise van de waterbeheerder, wordt besloten dat het zinvol is om een beperking te hanteren voor het waterpeil waarop instabiliteit dreigt. Deze situatie dient te allen tijde vermeden te worden.

Het is aanbevolen om binnen vervolgonderzoek een schadefunctie voor waterkwaliteit, o.m. op basis van zoutgehalte en temperatuur uit te werken. Aan de hand van deze schadefunctie kan begroot worden welke schade optreedt voor verschillende actoren, denk aan de natuur, landbouw, drinkwatersector, industrie, energie en havens, wanneer de kwaliteit van het water achteruitgaat door droogte.

Onbevaarbaar oppervlaktewater

Voor onbevaarbare waterlopen wordt verondersteld dat er geen schade optreedt aan het systeem indien voldoende water beschikbaar is. Bij minder waterbeschikbaarheid zal de natuur in eerste instantie schade ondervinden. Bij een verdere afname van de beschikbaarheid van water, blijft er finaal onvoldoende water ter beschikking voor de vraag van landbouw en industrie.



Figuur 194: Schade ten gevolge van een daling van het waterpeil voor onbevaarbare waterlopen. Illustratie van het optreden van de schade in functie van de toestand van het systeem (a) en de schadefunctie (b).

²⁶ Enkel schade begroot via herintroducties vissoorten rivieren; geen schade voor oppervlaktewater-afhankelijke natuur ingerekend.

Om tot een schadefunctie voor onbevaarbare waterlopen te kunnen komen, is het noodzakelijk om de schade aan natuur van een bepaalde toestand van het systeem te kunnen berekenen. Het spreekt voor zich dat dit geen eenvoudige oefening is. Twee mogelijke pistes worden onderzocht: het kwantificeren van de kosten gerelateerd aan herintroducties van soorten en het waarderen van natuurgebieden aan de hand van een analyse van ecosysteemdiensten.

Gebruik makend van de kengetallen bekomen op basis van de analyse naar herintroducties, die onderstaand wordt beschreven, kan de schade aan natuur van het verdwijnen van het visbestand voor onbevaarbare waterlopen worden ingeschat op 143 MEUR. Bij de gebiedsspecifieke uitwerking van de schadefuncties is bovendien nuttig om de koppeling met het verlies aan ecosysteemdiensten van natuurgebieden te beschouwen. Op basis van de Ruimtelijke Staat Vlaanderen door het Dep. Ruimte Vlaanderen (2016) kan de impact van extreme droogte op ecosysteemdiensten van oppervlaktewater-afhankelijke natuurgebieden als 0,5% van Vlaanderen worden ingeschat (moeras + estuarium, slik, schorre). Dit resulteert in 32 MEUR tot 57 MEUR als alle ecosysteemdiensten van deze oppervlakten 1 jaar verloren gaan (via kengetal Natura 2000 studie). Voor de schade ten gevolge van instabiliteit van onbevaarbare waterlopen wordt ingeschat dat de impact sterk afhankelijk is van de typologie van de waterloop. Voor beken en kleinere waterlopen treedt schade ten gevolge van instabiliteit vermoedelijk niet op of is deze verwaarloosbaar. De schade binnen de landbouwsector wanneer irrigatie niet langer mogelijk is door gebruik te maken van onbevaarbaar oppervlaktewater bedraagt ongeveer 18 MEUR. Zoals bovenstaand reeds toegelicht is deze schade sterk afhankelijk van de specifieke situatie tijdens de droogtecrisis en werd de impact verkend door onbeschikbaarheid van water gedurende de maand juli in 2018 te beschouwen. De schade bij onvoldoende inname voor industrie en drinkwaterproductie situeert zich voornamelijk langs de bevaarbare waterlopen en werd in bovenstaande schadefunctie beschreven op niveau van Vlaanderen. Bij de gebiedsspecifieke uitwerking van de schadefuncties moeten deze schade-componenten ook worden beschouwd voor onbevaarbare waterlopen.

- Schade onvoldoende waterbeschikbaarheid natuur: 143 MEUR²⁷
- Schade onvoldoende inname landbouw: 18 MEUR

Na het consolideren van de input van belanghebbenden en opdrachtgever, alsook omwille van de wettelijke verplichtingen, wordt voorgesteld om een beperking te hanteren voor het onbevaarbaar oppervlaktewater op het niveau van de peilen waarop schade optreedt bij beschermde natuurgebieden. Voor niet beschermde natuurgebieden wordt de schade gekwantificeerd en wordt geen gebruik gemaakt van een beperking. Om de schade te berekenen binnen niet beschermde natuurgebieden worden onderstaand twee mogelijke methodes beschreven.

Herintroducties

Een verslag van Agentschap Natuur & Bos beschrijft de vissterfte die werd vastgesteld in de Kleine Nete te Kasterlee op 17/07/2015 en de berekening van de kostprijs van een compenserende herbepoting²⁸. In dit specifieke geval werd vastgesteld dat nagenoeg het volledige visbestand over een lengte van 5 km was

²⁷ Enkel herintroducties van vissoorten vervat in dit getal. Ook de ecosysteemdiensten van oppervlaktewater-afhankelijke natuurgebieden zouden kunnen worden toegevoegd: 32 tot 57 MEUR als alle ecosysteemdiensten van gebieden in 1 jaar verloren gaan

²⁸ Bron:

https://agnas.ruimteinfo.be/kleinenete/OC_07_20151201/20150717_OC%20AP6_ANB%20vissterfte%20Kleine%20Nete%20Kasterlee.pdf

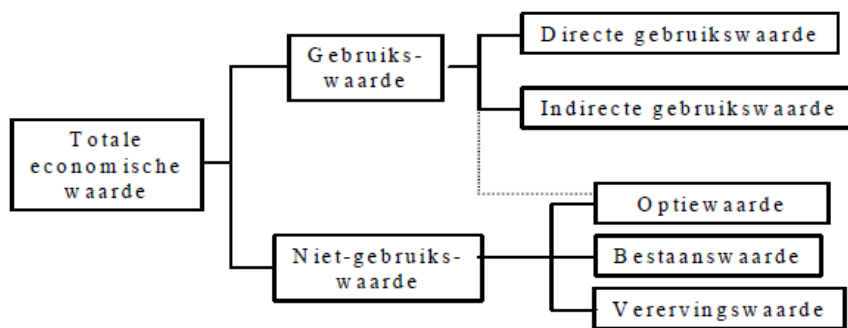
gestorven. Volgende soorten werden vervolgens geïntroduceerd in de waterweg: riviergondel, kopvoorn, blankvoorn, rietvoorn, brasem/kolbei, baars, snoek, bierpje, Europees meerval. Een gedetailleerde beschrijving van de kosten voor aankoop van de vissen (ongeveer 10 000 EUR) en uitzettingskosten van medewerkers ANB (ongeveer 5 000 EUR) is opgenomen in het verslag. Op basis van deze inschatting bedraagt de kost voor herintroductie in dit geval 3 000 EUR/km.

De kost voor observatie en meting van de schade voor herintroductie en eventuele monitoring na herintroductie werd niet opgenomen in het verslag. Rekening houdend met de andere kosten kan dit ingeschat worden op 2 000 EUR/km. Ook de potentiële impact voor andere soorten in het ecosysteem is niet begroot (amfibieën, insecten, vogels, ...). Stel dat deze kost wordt geschat op 5 000 EUR/km, dan bedraagt de schade van een situatie waarbij het visbestand sterft 10 000 EUR/km. Vlaanderen omvat 15 600 km waterlopen. Toepassen van de eenheidskost van 10 000 EUR/km voor een situatie waarbij herintroductie vereist is, betekent dat de schade in dergelijk geval 156 MEUR bedraagt.

Enkele bedenkingen zijn te maken: herintroducties van soorten zijn vaak niet succesvol. Hier wordt in bovenstaande redenering geen rekening mee gehouden. Bij een extreme daling van het waterpeil, waarbij het visbestand sterft, is het bovendien mogelijk dat irreversibele schade optreedt. Tot slot is het ook goed mogelijk dat bepaalde externe kosten of negatieve gevolgen niet gekwantificeerd worden aan de hand van bovenstaande methodiek. Deze bedenkingen illustreren dat het niet eenvoudig is om de werkelijke schade aan natuur van een tekort aan waterbeschikbaarheid te kwantificeren.

Waardering van ecosystemendiensten

Een tweede mogelijke piste om schade aan natuur te kwantificeren is om het potentiële verlies van de waarde van de natuur te onderzoeken. Voor de waardering van ecosystemen wordt vaak verwezen naar de methodiek van Bateman (1999).



Figuur 195: Waardering van ecosystemen, natuur en milieu m.b.v. totaal economische waarde (Bateman, 1999).

Het concept van totale economische waarde (Bateman, 1999) schetst dat waarde van natuur en milieu is opgebouwd uit gebruikswaarde en niet-gebruikswaarde, zie Figuur 195. De gebruikswaarde bestaat uit directe gebruikswaarde (bv. grondstoffen) en indirecte gebruikswaarde (bv. zuivering van pollutanten). De niet-gebruikswaarde bestaat uit optiewaarde, bestaanswaarde en verervingswaarde; drie componenten van de totale waarde die mensen toekennen aan natuur zonder ervan gebruik te maken. De optiewaarde

kwantificeert de potentiële gebruikswaarde in de toekomst. Bestaanswaarde vertegenwoordigt de waarde voor gebruikers van het bestaan van de natuur en de vervangingswaarde kwantificeert de waarde voor de huidige maatschappij om de natuur te kunnen overdragen naar toekomstige generaties.

Een studie uitgevoerd door Broekx et al. (2013), in opdracht van Agentschap Natuur en Bos, onderzocht de baten die geleverd worden door het Vlaamse Natura 2000-netwerk. Binnen deze studie werd de waarde van Natura 2000 gebieden onderzocht door kwantificering van ecosysteemdiensten. Dit zijn diensten die het menselijk welzijn ondersteunen, bv. via basisvoorziening (voedsel, hout, ...), impact op luchtkwaliteit en geluid, mogelijkheid tot recreatie, en dergelijke. Verwijzend naar het raamwerk van totaal economische waarde van Bateman betekent dit dat voornamelijk de directe en indirecte gebruikswaarde werd ingeschat.

De baten van het Vlaamse Natura 2000-netwerk werden ingeschat tussen 800 MEUR per jaar en 1,4 miljard EUR per jaar, wat overeenkomt met een waarde per oppervlakte tussen 4 700 en 8 500 EUR per hectare per jaar. Indien het Natura 2000 gebied omwille van schade door droogte deze ecosysteemdiensten niet langer kan leveren, betekent dit maximaal een maatschappelijke schade van 4 700 tot 8 500 EUR per jaar. Indien bovendien irreversibele schade optreedt, waardoor deze baten voorgoed verloren gaan, kan onderzocht worden wat de totale actuele waarde is van het toekomstig verlies aan baten. Om deze vraag wordt een Net Present Value (NPV) methodiek toegepast, met oneindige kasstroom aan baten met inschatting van een interest van 3%. De actuele waarde van een bepaalde jaarlijkse vaste hoeveelheid voordelen, zoals in dit geval, bedraagt aldus ongeveer 35 keer deze voordelen. Hieruit volgt dat een permanent verlies van de baten van een Natura 2000 gebied, door irreversibele schade en teloorgang van alle voordelen, overeenkomt met een schade van 165 000 tot 300 000 EUR per hectare.

Ook bij deze inschatting zijn enkele bedenkingen te formuleren. In eerste instantie worden enkel gebruikswaarde ingeschat. De (significante) waarde van niet-gebruikswaarde wordt niet begroot. Ook recent onderzoek door Vannevel & Goethals (2020) gaf aan dat een economische waardering niet van toepassing is op de intrinsieke natuurwaarde. Daarnaast is het vereist om te analyseren welke Natura 2000 gebieden afhankelijk zijn van de systemen van het onbevaarbaar oppervlaktewater, freatisch grondwater of hemelwater. Bovendien stelt zich de vraag bij welke indicatoren van het watersysteem de ecosysteemdiensten verloren gaan, en wanneer irreversibele schade optreedt.

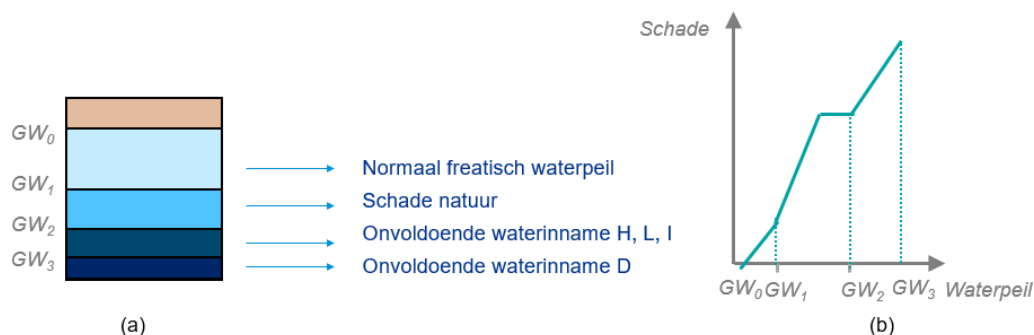
Rekening houdend met de wettelijke verplichtingen tot instandhouding van Natura 2000-gebieden en de natuurgebieden die op Vlaams niveau beschermd zijn, is het aangewezen om bij toepassing van het afwegingskader beroep te doen op beperkingen voor het systeem voor kwetsbare en beschermde natuurgebieden. Voor andere niet-beschermde natuurgebieden wordt vooropgesteld om de schadefunctie verder uit te werken.

Het freatisch grondwatersysteem en het systeem van het onbevaarbaar oppervlaktewater zijn op veel plaatsen sterk gerelateerd. Onderscheid maken tussen schade ten gevolge van deze systemen lijkt op sommige plaatsen zeer uitdagend. Ook wordt verder onderzocht hoe waterkwaliteit een invloed heeft op de schade aan natuur van het watersysteem.

Voor de vraagstelling inzake schade aan natuurgebieden en de benodigde volumes water voor instandhouding van natuur wordt ook verwezen naar het belang van e-flows voor de sector natuur. Deze e-flows zijn de concrete vertaling van de wettelijke beperkingen. De e-flows voor natuur worden momenteel opgesteld, maar dit onderzoek wordt vermoedelijk niet afgerond tijdens de looptijd van dit project. Uiteraard kunnen de e-flows in de toekomst wel beschouwd worden binnen het afwegingskader.

Freatisch grondwater

De schade door waterschaarste bij freatisch grondwater wordt gerelateerd aan de diepte van de grondwaterstand. Een normaal grondwaterpeil is de referentiesituatie, waarbij geen schade optreedt. Bij daling van de grondwaterstand zal in eerste instantie schade optreden aan de natuur. Een verdere daling van de grondwaterstand resulteert in onvoldoende waterinname voor huishoudens, landbouw en industrie, indien de grondwaterstand lager zakt dan de diepte waarop grondwater onttrokken wordt. Ook voor de drinkwatersector treedt schade op wanneer onvoldoende water kan worden ingenomen, omdat de grondwaterstand te laag is gezakt. Verondersteld wordt dat de onttrekkingen voor drinkwaterproductie doorgaans lager zijn dan voor de andere sectoren, hoewel daar geen onderbouwing voor is. Ook voor de andere actoren (huishoudens, landbouw en industrie) is er voorlopig weinig tot geen zicht op het risico dat het waterpeil van het freatisch grondwater zo ver zakt dat onvoldoende waterinname mogelijk is.



Figuur 196: Schade ten gevolge van een daling van het waterpeil voor freatisch grondwater. Illustratie van het optreden van de schade in functie van de toestand van het systeem (a) en de schadefunctie (b).

Voor de analyse naar de impact van schade aan grondwaterafhankelijke natuur ten gevolge van onvoldoende waterbeschikbaarheid uit freatisch grondwater kan verwezen worden naar de inschatting van de baten van Natura 2000 gebieden, aan de hand van ecosystemendiensten. Voor beschermde natuurgebieden gelden de wettelijke richtlijnen met betrekking tot instandhoudingsdoelstellingen, waardoor een beperking op het watersysteem naar voor wordt geschoven. Voor niet beschermde natuurgebieden moet worden beantwoord welk verlies aan waarde kan toegekend worden aan een bepaalde daling van het grondwaterpeil van het freatisch grondwater.

Bij onvoldoende waterinname voor landbouw en industrie kan de schade begroot worden via de meerkost van leidingwater (= 1,5 EUR/m³, zie verder). Voor huishoudens zal welvaartsverlies optreden, meer

bepaald voor eigen waterwinners die enkel grondwater gebruiken. Dit verlies kan geschat worden op ongeveer 50 EUR/m³ of 15 EUR/dag per huishouden, zoals wordt toegelicht bij de schadefunctie voor leidingwater. Ook voor de schade van de drinkwatersector bij onvoldoende waterinname kan naar de schadefunctie voor leidingwater worden verwezen. Ongeveer de helft van het volume water voor leidingwaterproductie wordt uit grondwater gewonnen. Van dit volume is 53% afkomstig uit freatisch grondwater, wat resulteert in een schade van ca. 25% van de schadefunctie van leidingwater, ten gevolge van onbeschikbaarheid van freatisch grondwater voor leidingwaterproductie.

Zoals werd toegelicht in de waterbalans gebruikt de landbouwsector voornamelijk grondwater. Grondwater bedraagt 70% van het totale waterverbruik van de sector. Het aandeel freatisch grondwater is 20% van het totale waterverbruik. Dit water wordt gedeeltelijk aangewend voor toepassingen binnen veeteelt. Voor de waardevollere toepassingen van grondwater binnen veeteelt, waaronder het drinken van vee, kan aangenomen worden dat overgeschakeld zal worden op leidingwater wanneer dit grondwater niet langer beschikbaar is. De bijkomende kost wordt ingeschat op ongeveer 0,1 MEUR/dag. Wanneer freatisch grondwater niet langer ter beschikking is voor het irrigeren van gewassen, treedt bijkomende schade op. De analyse die reeds werd toegelicht voor onbeschikbaarheid van water in juli 2018 voor irrigatie toonde aan dat een bijkomende kost van 150 MEUR optreedt. Hiervan kan 30 MEUR toegeschreven worden aan onbeschikbaarheid van freatisch grondwater.

De schade voor industrie door onbeschikbaarheid van grondwater wordt onderzocht op basis van de methode die wordt toegelicht bij de beschrijving van de maatregel: 'beperking van watergebruik industrie'. Gebruik makend van deze methodiek bedraagt de schade ten gevolge van onbeschikbaarheid van freatisch grondwater 9 MEUR/dag.

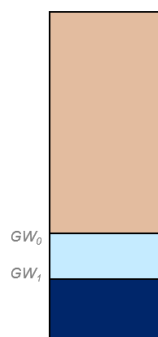
- Schade onvoldoende waterbeschikbaarheid natuur: te bepalen via oppervlakte grondwaterafhankelijke natuur
- Schade onvoldoende inname landbouw: 30 MEUR
- Schade onvoldoende inname industrie: 9 MEUR/dag
- Schade onvoldoende inname drinkwaterproductie: 25% van schade leidingwater

Belangrijke opmerking bij deze cijfers is dat het maximalistische waarden zijn; die enkel werkelijkheid worden indien de waterschaarste zich gelijktijdig is gans Vlaanderen voordoet. De kans daarop is uiteraard klein. Voor specifieke droogteperiodes zal de waterschaarste zich vaak enkel in bepaalde gebieden voordoen, waardoor de totale schade lager zal zijn dan wat hiervoor aan maximalistische cijfers gegeven werd.

Net als bij het systeem van het onbevaarbaar oppervlaktewater, wordt voorgesteld om een beperking te hanteren op het niveau van de grondwaterpeilen waarop schade optreedt bij beschermde natuurgebieden, na consolidatie van de input van belanghebbenden en opdrachtgever en omwille van de wettelijke verplichtingen. Voor niet beschermde natuurgebieden wordt de schade gekwantificeerd en wordt geen gebruik gemaakt van een beperking. Om de schade te berekenen binnen niet beschermde natuurgebieden bij de gebiedsspecifieke toepassing van het afwegingskader is het noodzakelijk om te identificeren bij welke grondwaterpeilen bepaalde schade optreedt. Daar is op dit ogenblik nog te weinig kennis over en dient verfijnd te worden wanneer daar in de toekomst meer kennis over beschikbaar komt.

Diep grondwater

Voor diep grondwater geldt dat het waterpeil niet of nauwelijks kan beïnvloed worden tijdens een droogtecrisis door een reactieve maatregel. Om die reden wordt geen schadefunctie of beperking uitgewerkt voor diep grondwater. Het is aangewezen om de kwantitatieve en kwalitatieve toestand van diep grondwater op te volgen via proactief waterbeheer. Indien de reserves aan diep grondwater aangesproken zouden worden via reactieve maatregelen om tijdelijke problemen tijdens een waterschaarste crisis te mitigeren, is het uiteraard aangewezen om de impact op het grondwaterlichaam expliciet te onderzoeken.



Figuur 197: Schade kwantificeren ten gevolge van een daling van het waterpeil voor diep grondwater heeft weinig zin in een reactieve context omwille van de traagheid van het systeem.

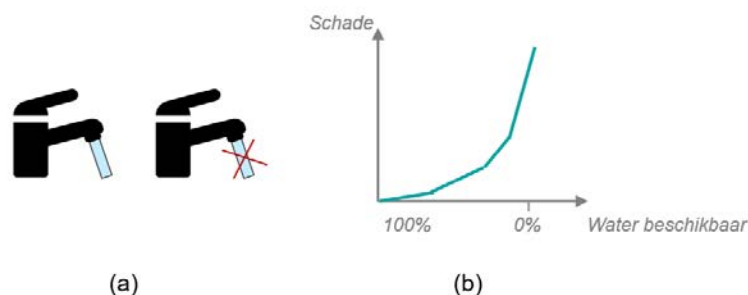
Leidingwater

Voor gebruikers van leidingwater kunnen twee situaties worden onderscheiden; er is water beschikbaar of er is geen water beschikbaar. De impact van een afname aan druk en debiet worden buiten beschouwing gelaten. Op basis van beperkingen van beschikbaarheid van leidingwater in andere regio's blijkt dat in veel gevallen een beperking gedurende een bepaalde periode van de dag wordt toegepast. Gedurende dit tijdstip is geen water beschikbaar, op andere momenten is wel water beschikbaar. Om een schadefunctie te kunnen opstellen dient onderzocht te worden wat de waarde is van leidingwatergebruik. Anderzijds kan geargumenteed worden dat het niet wenselijk is om bij analyse van de schadefunctie ook te kwantificeren wat de kost is voor de volledige onbeschikbaarheid van leidingwater. Er kan immers geargumenteed worden dat een beperking op het systeem moet worden opgelegd opdat steeds een bepaalde hoeveelheid water beschikbaar is, aangezien dit wettelijk opgelegd wordt.

Het Vlaamse Waterwetboek (2019) omschrijft dat een duurzame watervoorziening moet gegarandeerd worden: "Elke huishoudelijke abonnee krijgt een 'minimale en ononderbroken levering van water voor menselijke consumptie' om een menswaardig leven te leiden". Hoeveel de minimale hoeveelheid water dient te bedragen, wordt niet expliciet gespecificeerd. Hoewel het wettelijk kader levering van een minimale hoeveelheid water voorziet, betekent dit uiteraard niet dat waterbesparende maatregelen voor leidingwatergebruik bij particulieren niet zinvol zijn.

In eerste instantie wordt onderstaand onderzocht hoe de schadefunctie voor leidingwater kan worden opgebouwd, vertrekkende vanuit het gemiddeld huishoudelijk waterverbruik. Zinvol is om een

classificatie van het waterverbruik toe te passen, waarbij de volumes worden onderverdeeld volgens vier categorieën. Indien vervolgens een waardering kan gevonden worden voor de verschillende categorieën van waterverbruik, kan de schadefunctie voor onbeschikbaarheid van leidingwater worden afgeleid.



Figuur 198: Schade ten gevolge van een onbeschikbaarheid van leidingwater (a) en de schadefunctie (b).

In eerste instantie wordt het gemiddeld waterverbruik per huishouden gecategoriseerd. Waterverbruik voor vullen van een zwembad of irrigeren van de tuin wordt tot de vierde categorie gerekend (= 'luke'-verbruik). Waterverbruik voor het nemen van een bad, een wasmachine en vaatwas met de hand worden als categorie 3 geassocieerd. Onder categorie 2 classificeren we toilet, douche, wastafel, handwas, vaatwas en poetsen. Tot slot wordt waterverbruik voor drank en voedsel ingeschat als categorie 1 (= essentieel verbruik). Bij deze categorisatie valt op dat vaatwas met de hand als categorie 3 wordt ingeschat, terwijl een vaatwasmachine als categorie 2 wordt gerekend. Dit kan verklaard worden door het gemiddeld hogere verbruik van een vaatwas met de hand dan met een vaatwasmachine. Bij waterschaarste is dan ook niet zinvol om vaatwas met de hand te prefereren boven gebruik van een vaatwasmachine. Deze logica werd doorgetrokken bij inschatten of deze verbruiken tot categorie 2 of 3 behoren.

Als volgende stap wordt een waardering van het waterverbruik geïdentificeerd per categorie. Voor categorie 4 wordt de huidige gemiddelde prijs voor leidingwater gehanteerd (4,3 EUR/m³). Er wordt vastgesteld dat voor sommige waterverbruiken onder de categorie 4 frequent grondwater wordt gehanteerd, zoals irrigatie van gazon. Voor andere verbruiken, zoals vullen van een zwembad, blijkt dit niet het geval. Voor verbruik in categorie 3 wordt gebruik gemaakt van de prijselasticiteit van de vraag naar leidingwater, onderzocht door SEOR Erasmus School of Economics in opdracht van de VMM in 2019. Aan de hand van de geobserveerde elasticiteit van -0,17 kan berekend worden wat de gemiddelde prijs zou moeten zijn om het volume te besparen dat overeenkomt met categorie 3. Deze prijs bedraagt 10 EUR/m³, wat als waarde genomen wordt voor het waterverbruik voor deze toepassingen. Aangezien de prijselasticiteit van de vraag niet noodzakelijk van toepassing is voor prijzen die bijzonder ver van de huidige prijs zijn gelegen, wordt een alternatieve methode gehanteerd voor inschatting van het verbruik van categorie 2, op basis van een willingness-to-pay analyse. De methodiek wordt onderstaand beschreven, en resulteert in een waarde van 41 EUR/m³. Aangezien het 'essentieel' verbruik (categorie 1) voor eten en drinken levensnoodzakelijk is, wordt verondersteld dat flessenwater gebruikt zou worden indien noodzakelijk om aan deze watervraag te voldoen. Dit volume wordt gewaardeerd aan de laagst gangbare prijs voor flessenwater, 250 EUR/m³.

Een willingness-to-pay onderzoek bestudeert de betalingsbereidheid van personen voor een bepaald goed. In Vlaanderen is het niet zinvol om een willingness-to-pay studie uit te voeren naar de betalingsbereidheid van waterverbruik voor categorie 2 (zoals WC), aangezien deze voor iedereen meer bedraagt dan de werkelijke prijs. Iedere Vlaming maakt dan ook de keuze om een WC met spoelfunctie te gebruiken, of een even comfortabel alternatief. In ruraal Noordelijk Vietnam geldt dit echter niet. Daar is de kostprijs van een WC voor spoelfunctie ten opzichte van het maandelijks inkomen van die orde dat niet alle inwoners een WC met spoelfunctie bezitten. Een willingness-to-pay studie uitgevoerd door Hoang Van Minh, Hung Nguyen-Viet et al., 2012; toonde aan dat de betalingsbereidheid voor een WC met spoelfunctie 3,69% bedraagt van het gemiddelde maandelijks inkomen in de regio. Door dezelfde fractie te veronderstellen in Vlaanderen wordt bekomen dat de betalingsbereidheid werkelijk 9,48 maal hoger is dan de huidige kost; rekening houdend met de afschrijving van de vaste kost van installatie van een WC met spoelfunctie en de variabele kost voor waterverbruik. De betalingsbereidheid voor het watergebruik van een WC bedraagt ongeveer 41 EUR/m³. Deze waarde wordt gehanteerd voor alle waterverbruiken binnen categorie 2 (douche, wastafel, handwas, ...).

Onderstaande tabel vat samen hoe de waarde van leidingwaterverbruik voor een huishouden berekend wordt. De totale waarde voor een gemiddeld huishouden van waterverbruik bedraagt op basis van deze inschatting 5 689 EUR. Dit komt overeen met een waarde van 15,59 EUR/dag per huishouden of een waardering van 50 EUR/m³ gemiddeld. Indien deze waarde wordt toegepast op het volledig leidingwaterverbruik, inclusief verbruik in andere sectoren, betekent dit dat het leidingwaterverbruik per dag een waarde heeft van 48 MEUR.

Categorie	Waterverbruik (m ³ /jaar)	Fractie verbruik	Waarde (EUR/m ³)	Methode	Totale waarde
4	12,2	11%	4,3	Huidige prijs	52,46
3	26,6	23%	10	Elasticiteit	265,41
2	63,7	56%	41	WTP basiscomfort	2 596,22
1	11,1	10%	250	Flessenwater	2 775,00
Totaal	113,6	100%	-	-	5 689,09

Tabel 44: *Inschatting van de waarde van leidingwaterverbruik voor huishoudens op basis van een categorisatie van waterverbruiken.*

Bij de bepaling van de schadefunctie van onbeschikbaarheid van leidingwater kan rekening gehouden worden met de procedures die werden uitgewerkt voor gevallen waarbij levering niet kan gegarandeerd worden door de drinkwatersector. In dergelijke situaties wordt immers noodbedeling georganiseerd, waarbij elke persoon toegang krijgt tot 3 liter water per dag, zoals wordt beschreven op de website van AquaFlanders en zoals vastgelegd in de wetgeving (drinkwaterbesluit artikel 3/1 §2). Op basis van informatie van AquaFlanders kost deze noodbedeling ongeveer 30 000 EUR/week aan grondstoffen, materiaal en inzet van personeel voor een calamiteit die 20.000 personen treft gedurende een week. Dit komt neer op 0,49 EUR/huishouden per dag; rekening houdend met gemiddeld 2,3 personen per huishouden. Bijkomende kosten zullen gedragen worden door medewerkers en vrijwilligers van de

gemeente en door de personen die het water komen ophalen. Aangezien de noodbedeling impliceert dat per huishouden gemiddeld 6,9 liter water per dag wordt ontvangen, betekent dit dat een kost van 1,72 EUR/huishouden voor essentieel water wordt vermeden. Deze kost is van dezelfde grootteorde als de kost voor bedeling, rekening houdend met de kosten die niet werden begroot. Bovenstaande kostfunctie hoeft bijgevolg niet te worden gecorrigeerd. Dit betekent uiteraard niet dat de toegevoegde waarde van de noodbedeling verwaarloosbaar is. Integendeel, zonder noodbedeling kan worden aangenomen dat de huishoudens niet in staat zouden zijn om toegang te krijgen tot de noodzakelijke hoeveelheid water voor essentieel gebruik, aangezien de voorraad flessenwater beperkt is. De noodbedeling garandeert bijgevolg dat de kosten, of het verlies aan welvaart, bij een calamiteit voor huishoudens niet veel hoger oploopt.

De schade voor industrie door onbeschikbaarheid van leidingwater wordt op een gelijkaardige manier bepaald als bij de schadefuncties voor oppervlaktewater en grondwater. De methode wordt verder bij [Maatregelen industrie](#) in detail toegelicht. Bij onbeschikbaarheid van leidingwater wordt ook voor kleine gebruikers verondersteld dat er geen alternatief voorhanden is, en wordt de schade berekend via een kengetal. Voor grotere verbruiken wordt de specifieke schade per onderneming berekend via de gepubliceerde bedrijfsgegevens. De totale schade ten gevolge van onbeschikbaarheid van leidingwater voor industrie, inclusief de handel en de dienstensector, bedraagt 624 MEUR/dag.

Binnen de landbouwsector is het gebruik van leidingwater beperkt (9M m³/jaar). Onbeschikbaarheid van leidingwater kan echter zeer verregaande gevolgen hebben. Enerzijds wordt een impact verwacht op de productie binnen akkerbouw, tuinbouw en sierteelt. Binnen deze toepassingen worden frequenter andere bronnen gehanteerd, de schade door onbeschikbaarheid van leidingwater bedraagt 25 MEUR. Indien de andere waterbronnen ook niet beschikbaar zijn bedraagt de schade 150 MEUR gedurende de droogteperiode. Dit getal geeft weliswaar slechts een indicatie van de grootteorde van de potentiële schade binnen Vlaanderen, aangezien de werkelijke schade afhankelijk is van de specifieke context van de droogtecrisis. Een grotere impact wordt evenwel verwacht binnen de veeteeltsector. Ook in de veeteeltsector wordt afhankelijk van locatie, behoefte en type onderneming een mix van beschikbare waterbronnen gebruikt (leidingwater, grondwater, hemelwater, ...). In de gevallen waarbij leidingwater gehanteerd wordt om het vee te laven, zal er in vele gevallen geen alternatieve waterbron mogelijk zijn om het vee te drinken bij onbeschikbaarheid van leidingwater. Om de impact van deze schade in te schatten, wordt onderzocht wat de waarde is van de veestapel. Indien er geen water ter beschikking is, zal de veestapel immers verloren gaan. De productiewaarde van de veeteeltsector in Vlaanderen bedraagt 3,28 miljard EUR per jaar²⁹. De productiewaarde van de veeteeltsector is een indicatie voor de waarde van de veestapel. Voor bepaalde diersoorten zoals vleesvarkens en pluimvee is de leeftijd waarop geslacht wordt gemiddeld lager dan 1 jaar. Dit betekent dat de productiewaarde gedurende 1 jaar hoger is dan de waarde van de veestapel op een bepaald ogenblik in de tijd. Voor andere soorten zoals de productie van vleesrunderen geldt het omgekeerde. Een indicatie van het verlies van waarde aan veestapel ten gevolge van onbeschikbaarheid van leidingwater wordt ingegeven door de productiewaarde van de veeteeltsector en de fractie van leidingwatergebruik in het totale watergebruik voor laven van vee.

²⁹ Bron: https://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/gr_201807_lara2018_webtom_0-fastviewdisabled_pluimvee.pdf

De schade binnen de industrie, diensten en handel bedraagt 624 MEUR/dag indien leidingwater niet beschikbaar is. Om deze schade te berekenen werd gebruik gemaakt van de methodiek voor analyse van de kosten ten gevolge van een innamebeperking van waterverbruik, in dit document beschreven. De totale schade voor onbeschikbaarheid van leidingwater wordt onderstaand samengevat:

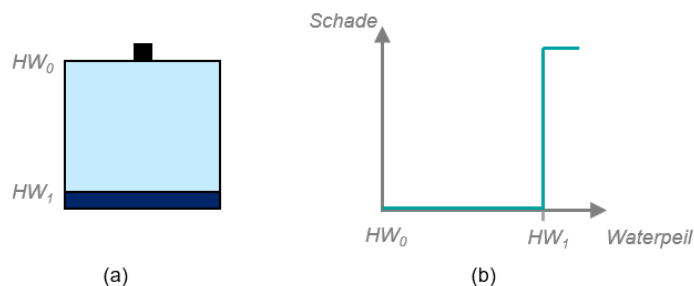
- Schade onbeschikbaarheid leidingwater huishoudens: 48 MEUR/dag
- Schade onbeschikbaarheid leidingwater industrie: 624 MEUR/dag
- Schade onbeschikbaarheid leidingwater landbouw: grootteorde miljard EUR

Rekening houdend met de extreem hoge kost die optreedt wanneer leidingwater niet beschikbaar is, alsook omwille van de wettelijke verplichting om te allen tijde een bepaalde hoeveelheid leidingwater te leveren, wordt de beschikbaarheid van leidingwater als een beperking opgenomen binnen het afwegingskader. Uiteraard betekent dit niet dat er geen maatregelen genomen kunnen worden om het leidingwaterverbruik te beperken tijdens de waterschaarste crisis.

Hemelwater

Indien de voorraad hemelwater opgebruikt is en hemelwater vervolgens niet langer beschikbaar is, zal in de meeste gevallen leidingwater worden aangewend om aan de watervraag te voldoen. De schade bij onbeschikbaarheid van hemelwater bedraagt aldus 4,3 EUR/m³, wat overeenkomt met de gemiddelde prijs voor leidingwater.

Het is echter twijfelachtig in hoeverre het wenselijk is om waterbesparende maatregelen op te leggen voor hemelwater. In sommige gevallen, bv. bij gebruik van hemelwater voor irrigatie binnen de landbouwsector, kan geargumenteed worden dat de gebruiker zelf kan beschikken over hoe het hemelwater wordt aangewend omwille van de inspanningen van de gebruiker om het hemelwater op te vangen. In andere gevallen is het potentieel wenselijk om een beperking voor hemelwater op te leggen uit het oogpunt van sensibilisering of om een toename van leidingwaterverbruik te vermijden (bv. voor bepaalde toepassingen bij particulieren).



Figuur 199: Schade van de onbeschikbaarheid van hemelwater (a) en de schadefunctie (b).

7.2. Kost van maatregelen

Opdat het afwegingskader in staat zou zijn om inzicht te bieden in hoe de totale negatieve impact van waterschaarste voor de maatschappij beperkt kan worden, is het belangrijk om zowel informatie te

hebben over schade aan het watersysteem ten gevolge van waterschaarste, als over de kosten van mogelijke maatregelen om deze schade te beperken. Onderstaand worden verschillende maatregelen in detail besproken. Zowel economische, sociale als ecologische aspecten komen aan bod bij de bepaling van de kosten van maatregelen.

De berekeningsmethode voor de kosten per maatregel is aangepast aan de specifieke context van elke maatregel. Een uniforme berekeningsmethode voor alle maatregelen is niet mogelijk. Getracht wordt om steeds op een zo nauwkeurig en onderbouwd mogelijke manier tewerk te gaan, rekening houdend met de specificiteit van het watergebruik en de toepassing. Vanzelfsprekend is het belangrijk om erover te waken dat de horizon van de kost-inschattingen vergelijkbaar is. Bij elke maatregel worden de directe en lokale kosten op korte termijn gekwantificeerd. De drie onderdelen van het uitgangspunt worden onderstaand verduidelijkt:

- **Direct:** schade of kost rechtstreeks te relateren aan de maatregel of het bereiken van een welbepaalde toestand van het systeem. Tweede- en hogere orde effecten worden niet in rekening gebracht.
- **Lokaal:** de schade of kost op de plaats waar de maatregel geldt (maatregelen) of waar het watersysteem een bepaalde toestand bereikt (schadefunctie)
- **Korte termijn:** de schade of kost die optreedt in de periode onmiddellijk volgend op de maatregel of het bereiken van de toestand. De korte termijn die hier beschouwd wordt bekijkt de eerste dagen of weken, afhankelijk van de situatie.

Maatregelen drinkwatermaatschappijen

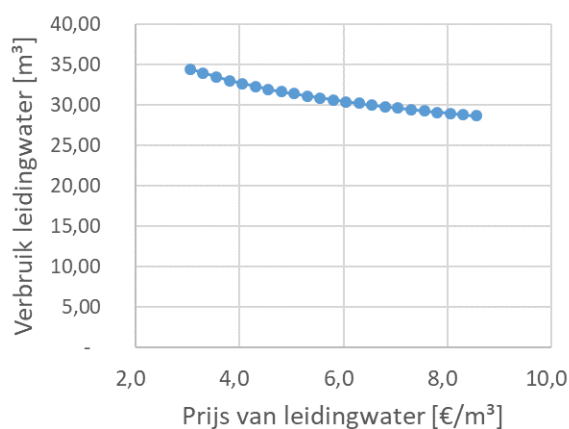
Onderstaand worden de kosten ten gevolge van mogelijke maatregelen voor de drinkwatersector besproken. Maatregelen om het waterverbruik van drinkwater binnen een bepaalde sector te beperken worden onderstaand niet besproken, maar worden toegelicht bij de analyse van mogelijkheden voor die welbepaalde sector. Als uitzondering hierop wordt een tariefverhoging van drinkwater in volgende paragraaf wel reeds besproken, aangezien deze maatregel op gelijkaardige wijze het verbruik binnen verschillende sectoren tracht te beperken.

Tariefverhoging drinkwater

Een mogelijke maatregel om waterbesparing aan te moedigen is het toepassen van een tariefverhoging voor drinkwater. Om dit in reactieve context te kunnen toepassen, moet het uiteraard praktisch mogelijk zijn om een tijdelijke tariefverhoging door te voeren. Dit betekent enerzijds dat de bestaande wetgeving hierop dient te worden afgestemd, meer specifiek het algemeen waterverkoopreglement (AWVR). Anderzijds betekent dit ook dat de procedures voor meteropname moeten worden aangepast, al dan niet via gebruik van digitale meters.

Bij evaluatie van de impact van een tariefverhoging worden deze mogelijke praktische bezwaren niet verder onderzocht en wordt in eerste instantie geanalyseerd wat de besparing is die gerealiseerd kan worden met een tariefverhoging.

Om die vraag te beantwoorden kan gebruik gemaakt worden van de prijselasticiteit van de vraag naar drinkwater, onderzocht door SEOR Erasmus School of Economics in opdracht van de VMM in 2019³⁰. Op basis van statistisch onderzoek van de vraag naar drinkwater in functie van de toegepaste tarieven in het verleden, kon de prijselasticiteit op basis van empirische data bepaald worden. De waarde bedraagt -0,17; wat betekent dat een prijsstijging van 10% zorgt voor een afname van de vraag met 1,7%. De vraag naar water is vrij inelastisch en is slechts beperkt afhankelijk van de prijs. Deze bevinding komt overeen met eerder onderzoek.



Figuur 200: Inschatting van het verbruik van leidingwater in functie van een prijsstijging, rekening houdend met een prijselasticiteit van de vraag naar leidingwater van -0,17.

Aan de hand van de elasticiteit van -0,17 kan achterhaald worden hoeveel water verbruikt wordt bij een bepaalde prijsstijging. Onderstaande tabel geeft een overzicht. Door vervolgens ook rekening te houden met het totale jaarverbruik van leidingwater (350,6 Mm³) en de gemiddelde prijs (4,3 EUR/m³ leidingwater) kan ook de totale potentiële besparing per maand, en de totale bijkomende kost voor alle afnemers van leidingwater worden bepaald. De berekening aan de hand van een gemiddelde prijs impliceert dat voor deze inschatting geen rekening gehouden wordt met aangepaste tarieven voor grootverbruikers. Illustratief wordt meegegeven wat de inschatting is van de kost per volume bespaard water, uitgedrukt in EUR/m³.

³⁰ Bron: <https://www.vmm.be/publicaties/evaluatie-van-de-tariefstructuur-van-de-integrale-waterfactuur>

Prijsstijging [%]	Daling verbruik [%]	Kost LW-afnemers per maand [MEUR]	Besparing volume per maand [Mm ³]	Kost per volume [EUR/m ³]
6%	-1%	7,30	0,29	25,29
12%	-2%	14,61	0,56	26,13
17%	-3%	21,91	0,81	26,96
29%	-4%	36,52	1,28	28,59
41%	-6%	51,13	1,69	30,17
52%	-7%	65,74	2,07	31,72
70%	-9%	87,65	2,58	33,99
99%	-11%	124,17	3,30	37,65

Tabel 45: Inschatting van de procentuele daling van het verbruik van leidingwater en de kost en besparing per maand, evenals aanduiding kost per volume; op basis van een prijselasticiteit van de vraag naar drinkwater van -0,17.

Bij het toepassen van een tariefverhoging voor de beperking van de vraag naar leidingwater zijn enkele belangrijke opmerkingen te plaatsen:

- Verwacht wordt dat huishoudens met laag inkomen harder getroffen worden door deze maatregel. Voor huishoudens met een hoog inkomen is het twijfelachtig of een tariefverhoging zal leiden tot de gewenste besparing in watervraag. Wanneer men heeft geïnvesteerd in de aanleg van een zwembad is het onwaarschijnlijk dat men dit zwembad niet langer zal vullen indien de kostprijs sterk toeneemt. Hogere inkomens zullen vermoedelijk bereid zijn de hogere kostprijs te betalen, zelfs voor 'luxeverbruiken'. Daartegenover staat dat de laagste inkomens evenzeer getroffen worden door een tariefverhoging. Gelet op de beperkte waarde van de elasticiteit zal de afname in vraag beperkt zijn, en zullen deze huishoudens dus ook een hogere waterfactuur moeten betalen, wat allesbehalve evident is in sommige gevallen.
- De voorspelling van de besparing die gerealiseerd kan worden is een simulatie op basis van de elasticiteit, die empirisch gemeten werd op het huidige prijspeil. De mate waarin deze elasticiteit van toepassing blijft bij wijzigende prijzen is niet gekend. Volgens drinkwaterexperts binnen VMM is de ingeschatte besparing een overschatting.
- Een tijdelijke tariefverhoging doorkruist de voorspelbaarheid van de opbrengsten van de drinkwatermaatschappijen, die door de WaterRegulator opgevolgd wordt. Een aanpassing van de tariefregulering zou bijgevolg aangewezen zijn bij toepassen van deze maatregel. Binnen de huidige tariefregulering zorgt een tijdelijk toegenomen tarief ervoor dat de inkomsten voor drinkwatermaatschappijen zouden stijgen tijdens een droogtecrisis. Dit zorgt er dus voor dat er geen stimulans is om proactief in te grijpen en ervoor te zorgen dat een tariefverhoging kan vermeden worden.

- Bepaalde huishoudens hebben de kans om de impact van een tijdelijke verhoging te omzeilen, door bijvoorbeeld leidingwater te bufferen (bv. via hemelwaterput). Dit is echter minder haalbaar in een stedelijke context. De impact van de maatregel wordt bijgevolg niet door elk huishouden op dezelfde manier gevoeld.

Aankoop ruw water of drinkwater van andere regio's

Het leidingwaternetwerk in Vlaanderen is vandaag op bepaalde plaatsen geconnecteerd met Wallonië, Nederland en Frankrijk en import van ruw water of drinkwater wordt reeds op bepaalde plaatsen en tijdstippen toegepast. Ook tijdens een droogtecrisis kan aankoop van ruw water en/of drinkwater dus gezien worden als een mogelijke waterbesparende maatregel voor Vlaanderen.

Een inschatting van de kost van deze maatregel kan bepaald worden aan de hand van het verschil tussen de gemiddelde kost voor aankoop van ruw water en/of drinkwater met de gemiddelde productiekost van water in Vlaanderen. Dit verschil komt overeen met de meerkost die door de drinkwaterbedrijven moet worden bepaald om water van buiten Vlaanderen aan te spreken. In een publiek rapport van de WaterRegulator uit 2018 wordt de gemiddelde kost voor productie en aankoop van leidingwater samen gerapporteerd. Deze bedraagt 0,41 EUR/m³ water. Het verschil tussen de gemiddelde kost aankoop van ruw water of drinkwater uit andere regio's en de kost van productie en is niet publiek beschikbaar. Deze kost wordt ingeschat op ongeveer 1 EUR/m³. Hoewel deze waarde slechts een inschatting is, geeft het een indicatie over de grootteorde van de bijkomende kost bij aankoop buiten Vlaanderen. Het is echter mogelijk dat er grote verschillen zijn tussen de kosten van aankoop van water uit verschillende regio's, afhankelijk van de contracten en benodigde investeringen. Tijdens een droogtecrisis zal bijgevolg de werkelijke kost op basis van de mogelijkheden moeten worden onderzocht in nauw overleg met alle betrokken actoren in de watersector.

Ook wat betreft praktische toepasbaarheid van deze maatregel zijn er enkele belangrijke opmerkingen te plaatsen. Tijdens een droogtecrisis zal expliciet moeten worden onderzocht of levering van ruw water en/of drinkwater uit andere regio's mogelijk is. Tijdens een droogtecrisis in Vlaanderen is het immers goed mogelijk dat ook naburige regio's hinder ondervinden van waterschaarste. Daarnaast dient uiteraard te worden gevalideerd of de nodige infrastructuur tijdens de crisis beschikbaar is voor het transport van het water.

Uitstellen werkzaamheden voor beperking van spoelingen

Na werkzaamheden aan het leidingwaternetwerk zijn spoelingen vereist om de waterkwaliteit van het leidingwaternetwerk te waarborgen. Indien werkzaamheden aan het netwerk zouden kunnen worden uitgesteld, kan bijgevolg een bepaalde waterbesparing worden gerealiseerd. Alvorens in te schatten wat de kost, impact of hinder is van het uitstellen van werkzaamheden, wordt eerst de grootteorde van de potentiële besparing geanalyseerd.

Op basis van informatie van de jaarverslagen van de drinkwatermaatschappijen kan geschat worden dat de lengte aan nieuwe distributieleidingen ongeveer 1 000 km bedraagt. Ook de netlengte aan distributieleidingen die vervangen worden, wordt op 1 000 km geschat. De meest voorkomende diameter

in het leidingwaternetwerk is DN100, en wordt als gemiddelde gehanteerd om te onderzoeken hoeveel spoelwater gebruikt wordt.

Het aanbevolen volume aan spoelwater bedraagt ongeveer 3 tot 5 maal het volume aan water dat de leiding kan bevatten. Alle leidingen die per jaar worden nieuw aangelegd of vervangen, kunnen gezamenlijk 15 700 m³ water bevatten. Hieruit volgt dat ongeveer 50 000 tot 80 000 m³ spoelwater nodig is per jaar. Per dag is bijgevolg ongeveer 136 m³ tot 219 m³ water vereist voor spoeling na werkzaamheden.

Hoewel er een onzekerheid bestaat op de gehanteerde gegevens, is duidelijk dat het volume aan spoelwater en de potentiële waterbesparing van deze maatregel beperkt is.

Maatregelen landbouw

Tijdens een droogtecrisis kan een verbod op gebruik van specifieke waterbronnen (OW / GW / LW) opgelegd worden voor het irrigeren van gewassen. Mogelijk wordt deze maatregel enkel opgelegd voor specifieke gewassen. Om de kosten van deze maatregel te bepalen wordt in eerste instantie het verlies aan productieopbrengst (ton/ha) berekend per gewastype. Vervolgens wordt de marktprijs van het gewas gekoppeld om het opbrengstverlies te berekenen (EUR/ha). De methode voor de berekening van de kosten ten gevolge van een irrigatieverbod beschouwt de directe en lokale kosten op korte termijn. Belangrijke secundaire en indirecte kosten worden hierbij niet in rekening gebracht, zoals impact binnen de agrovoedingsketen, niet-lineaire effecten, secundaire kosten of kosten op lange termijn.

De kosten ten gevolge van een verbod voor het drenken van vee worden onderstaand niet in detail toegelicht. Deze maatregel wordt immers niet als valabel beschouwd omwille van de extreme gevolgen in verhouding met de beperkte besparing die gerealiseerd kan worden. Hiervoor wordt verwezen naar de toelichting bij de schadefuncties.

Verbod op gebruik van specifieke waterbronnen voor irrigatie van gewassen

Bij de toelichting van de waterbalans bij [Land- en tuinbouw](#) werd de methodiek beschreven die wordt gehanteerd voor de bepaling van de irrigatiebehoefte in de landbouw. Binnen deze methodiek wordt rekening gehouden met het geïrrigeerd areaal per teeltsoort en bodemtype, opdat het volume water voor irrigatie per gewastype kan worden berekend. Het geïrrigeerd areaal werd ingeschat aan de hand van de droogtestudie voor Limburg en via satellietbeelden.

Om de impact van droogte op de gewasopbrengst te begroten wordt gebruik gemaakt van de lineaire relatie tussen opbrengstderving en voldoening aan de vochtvraag bepaald door Doorenbos en Kassam (1979):

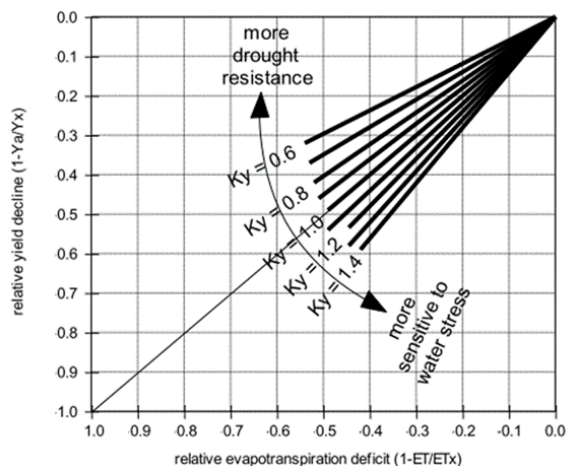
$$\left(1 - \frac{Y}{Y_x}\right) = K_y * \left(1 - \frac{ET}{ET_x}\right)$$

met:

Y: de actuele gewasopbrengst

Y_x : de potentiële gewasopbrengst
 K_y : een gewasafhankelijke coëfficiënt
 ET : de actuele evapotranspiratie
 ET_x : de potentiële evapotranspiratie

De gewasafhankelijke coëfficiënt geeft de gevoeligheid van een gewas aan droogte weer: hoe hoger de waarde, hoe gevoeliger (Figuur 201).



Figuur 201: Impact van de waarde van de gewasafhankelijke coëfficiënt K_y of de verhouding tussen opbrengstderiving ('relative yield decline', y -as) en voldoening aan de vochtvraag ('relative evapotranspiration deficit', x -as), volgens Doorenbos & Kassam (1979).

De verhouding ET/ET_x wordt door het eenvoudige bodemwaterbalansmodel berekend voor alle combinaties van bodem- en teelttype. Voor de potentiële gewasopbrengst Y_x en de gewasafhankelijke coëfficiënt K_y zijn literatuurwaarden beschikbaar. Er wordt initieel gebruik gemaakt van internationale publicaties (Doorenbos en Kassam, 1979; Allen et al., 1998; Steduto et al., 2006; Raes et al., 2018), die vervolgens voor de Vlaamse situatie verfijnd zijn op basis van onder meer Vaerten et al. (2019), Inagro et al. (2014), diverse publicaties en jaaroverzichten van de proefcentra, en de irrigatiesturing van Bodemkundige Dienst van België. Voor de potentiële gewasopbrengst Y_x (uitgedrukt in ton vermarktbaar product per hectare) wordt binnen de teelttypes met fruit en groenten nog een verder verfijning doorgevoerd, gezien er hier binnen één teeltgroep zeer grote verschillen in gewasproductie tussen de teelten kunnen bestaan. Tabel 46 toont de resulterende waarden die in de verdere doorrekening gebruikt worden.

Teelttype	Teelten	K_y	Y_x	Relatief aandeel areaal teelt
				binnen teelttype
Aardappelen	Aardappelen	1,10	70	1,00
Bloemkool	Bloemkool/Broccoli/Boerenkool	1,28	25	0,58
	Prei	1,28	50	0,42
Boon	Boon	0,95	20	1,00
Erwt	Erwt	1,15	8	0,56
	Spinazie	1,15	25	0,44
Fruit en Noten	Peer/Appel	1,33	50	0,87
	Aardbei/Kers	1,33	25	0,13
Grasland	Grasland	0,80	10	1,00
Maïs	Maïs	1,25	12	1,00
Suikerbieten	Suikerbieten	1,00	80	1,00
Wortel	Wortel/Ajuin/Courgettes/Witte kool/Sierteelt	1,18	70	0,68
	Spruitkool	1,18	18	0,11
	Witloof/Schorseneer	1,18	30	0,09
	Asperge	1,18	3,8	0,03
	Sla/Pompoen/Knolselder	1,18	45	0,09

Tabel 46: Gebruikte waarde voor de gewasafhankelijke coëfficiënt K_y en de potentiële gewasopbrengst Y_x (in ton vermarktbaar product per hectare) voor de verschillende teelttypes en teelten. De rechterkolom geeft aan welke percentage van het areaal van een teelttype onder welke teelt ligt (op basis van de landbouwgebruikspercelenkaart van 2018).

Om de kosten te berekenen van een tijdelijk irrigatieverbod van bepaalde gewassen uit welbepaalde waterbronnen, wordt deze specifieke situatie doorgerekend in het waterbalansmodel. Als input van het waterbalansmodel wordt opgelegd dat gedurende een welbepaalde periode geen irrigatie toegelaten is. Als resultaat wordt onderzocht wat de impact is op de relatieve evapotranspiratie (en bijgevolg de productieopbrengst). Dit scenario wordt vergeleken met het referentiescenario, waarbij wel irrigatie is toegelaten. Binnen het referentiescenario wordt uiteraard gecorrigeerd voor het werkelijk geïrrigeerd areaal, zoals eerder besproken. Bepaalde percelen worden immers nooit berekend, waardoor er voor deze percelen geen verschil is tussen het referentiescenario en het scenario met irrigatiebeperking.

Het verschil tussen het referentiescenario en het scenario met irrigatiebeperking geeft zowel inzicht in de impact van de maatregel, als in de waterbesparing die gerealiseerd kan worden. Deze aanpak houdt rekening met het onderscheid tussen gewassoorten en bodemtypes, en houdt rekening met de specifieke droogtecontext op een welbepaald moment, door expliciet de neerslaghistoriek in acht te nemen.

Finaal wordt het opbrengstverlies (ton/ha) herrekend naar een inkomstverlies door een eenheidsprijs per gewastype toe te passen (EUR/ton). Eenheidsprijzen werden bepaald voor de gewastypes met het grootste geïrrigeerde areaal. De gewastypes die in onderstaande tabel worden weergegeven en het niet-geïrrigeerd areaal maken samen 96% van het oppervlak uit. Hieruit volgt dat voor de belangrijkste teelten een eenheidsprijs beschikbaar is. Voor de bepaling van eenheidsprijzen werd informatie gebruikt van de

landbouwcijfers die door Departement Landbouw en Visserij worden gepubliceerd³¹ en info over marktprijzen gepubliceerd op de website van de Boerenbond³². De voorgestelde marktprijzen werden afgetoetst met verschillende experts uit de landbouwsector.

Teelt	Eenheidsprijs [EUR/ton]
Suikerbieten	25
Silomaïs	116
Korrelmaïs	137
Aardappelen (vroeg, rooi na 19/6)	125
Grasland	135
Natuurlijk grasland met minimumactiviteit	0
Natuurlijk grasland zonder minimumactiviteit	0
Aardappelen (niet-vroeg)	156
Wortel (niet-vroeg)	80
Ajuinen (niet-vroeg)	235
Meerjarige fruitteelten (appel)	300
Meerjarige fruitteelten (peer)	480
Aardappelen (pootgoed)	500
Prei	755
Bloemkool	316
Spinazie	85
Spruitkool	340
Tuin- en veldbonen (Vicia faba)	175
Stamslabonen	175
Aardbeien	3200
Erwten (andere dan droog geoogst)	300
Courgette	175
Boerenkool	85
Koolrabi	60
Rabarber	275
Schorseneer	195
Selder	95
Venkel	343

Tabel 47: Eenheidsprijzen voor de teelten met het grootste areaal, voor de bepaling van de schade bij lagere opbrengst.

Hoewel de methode om kosten te berekenen ten gevolge van een irrigatieverbod van toepassing zijn op de voornaamste gewassen en bodemtypes in Vlaanderen, betekent dit niet dat een irrigatieverbod per

³¹ Bron: <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties-cijfers/landbouwcijfers>

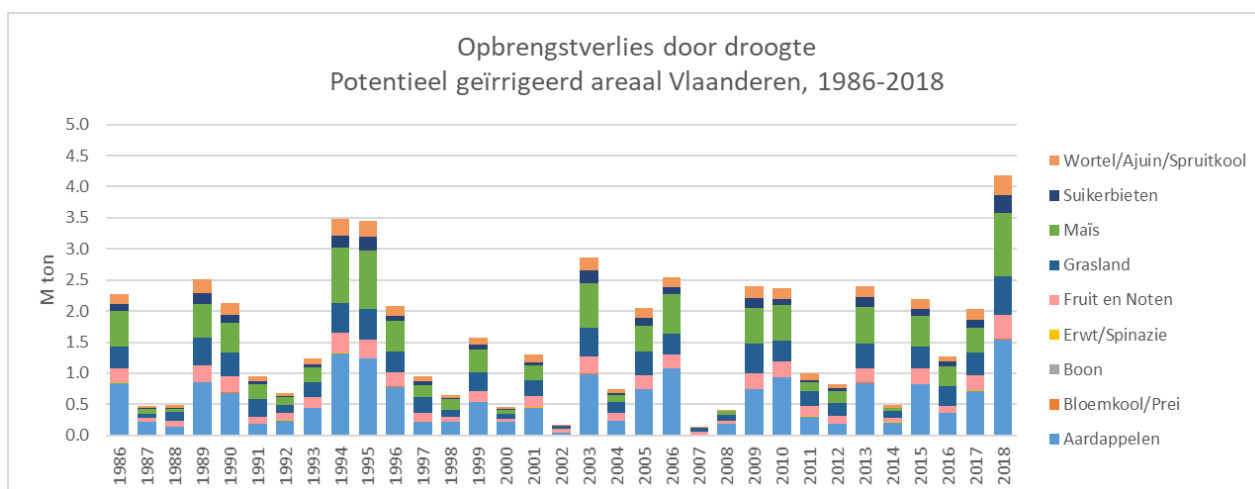
³² Bron: <https://www.boerenbond.be/kenniscentrum/markten>

definitie voor alle gewassen moet worden opgelegd. De mogelijkheid bestaat om te onderzoeken bij welke gewassen een irrigatieverbod tot de laagste kost per bespaard volume water leidt.

De totale schade door droogte per teelt

Om de resultaten van de opbrengstderving berekend via het bodemwaterbalansmodel te valideren, wordt de schade door droogte in 2018 vergeleken met de schade gerapporteerd aan het Rampenfonds. Deze validatiestap wordt opgenomen om voeling te krijgen met de resultaten van het model en niet om de kost van een bepaalde maatregel (in casu een irrigatieverbod) door te rekenen.

De totale schade door droogte van het potentieel geïrrigeerd areaal in Vlaanderen wordt in onderstaande figuur weergegeven voor de periode 1986 tot en met 2018. De nadruk van het model ligt op het berekenen van de schade die door irrigatie beïnvloed kan worden. Bijgevolg worden teelten die doorgaans niet worden geïrrigeerd niet meegenomen, hoewel ook voor deze teelten schade kan optreden ten gevolge van droogte. Het betreft onder meer granen, voedergewassen, vlas, hennep, zaden, peulvruchten en houtachtige gewassen, op basis van de attribuentabel van de landbouwgebruikspercelenkaart. Erwt en bonen vallen niet onder deze categorie. Voor de overige teelten, waarbij irrigatie soms wordt toegepast, wordt rekening gehouden met het geschat geïrrigeerd areaal. Daaruit volgt dat voor teelten waar de irrigatiegraad hoog is een relatief lage opbrengstderving wordt berekend (bv. boon, bloemkool, erwt). De totale opbrengstderving op potentieel geïrrigeerd areaal bedraagt voor 2018 ongeveer 4 miljoen ton.



Figuur 202: Opbrengstverlies per teelt door droogte op het potentieel geïrrigeerde areaal in Vlaanderen van 1986 tot 2018.

Door rekening te houden met een gemiddelde eenheidsprijs per gewas (EUR/ton) kan de totale schade voor de specifieke teelt ten gevolge van droogte gekwantificeerd worden. Voor de opbrengstderving in 2018 van de gewassen op het potentieel geïrrigeerd areaal worden de resultaten in onderstaande tabel weergegeven. De eenheidsprijzen per gewasgroep worden gesuggereerd op basis van de informatie betreffende de marktprijzen gerapporteerd op de website van de Boerenbond. Voor bepaalde

teeltgroepen (bv. wortel/ajuin/spruitkool/glastuinbouw) is de eenheidsprijs een gemiddelde van de prijs voor de verschillende teelten, en zal de werkelijke schade afhangen van het relatieve aandeel van de teelten binnen deze groep.

Jaar	Verlies [M ton]	Eenheidsprijs [EUR/ton]	Schade [MEUR]
Aardappelen	1,55	125	193,17
Fruit	0,61	500	302,89
Maïs	1,02	160	163,26
Suikerbieten	0,28	25	7,05
Wortel/Ajuin/Spruitkool/Glastuinbouw	0,37	400	147,93
Totaal	3,82		814,30

Tabel 48: Schade van droogte voor landbouw voor gewassen waar irrigatie mogelijk is. Onderstaande schade is van toepassing zonder irrigatieverbod en wordt bepaald door de droogte-situatie en door de inschattingen van het daadwerkelijk geïrrigeerd areaal per teelt.

De totale schade van droogte in 2018 voor de meest geïmpacteerde teelten bedraagt 814,3 MEUR. In een verslag van het Rekenhof wordt kenbaar gemaakt dat een schade van 457,3 MEUR werd gerapporteerd aan het Rampenfonds voor de schade aan gewassen in 2018³³. Deze ramp werd erkend op het volledige Vlaamse grondgebied³⁴. Schade wordt enkel gerapporteerd aan het rampenfonds indien de schade boven een welbepaald drempel valt. Dit betekent dat de schade die aan het rampenfonds gerapporteerd werd een onderschatting is van de werkelijke schade door droogte in 2018. De berekende schade ten gevolge van de droogte in 2018, zonder dat bepaalde maatregelen (zoals een irrigatieverbod) werden opgelegd, komt in grootte overeen met de schade gerapporteerd aan het rampenfonds. Deze validatie van het bodemvocht model kan als succesvol beschouwd worden. Een irrigatieverbod zou kunnen leiden tot een toename van de totale schade tijdens een droogtecrisis.

De kosten van een irrigatieverbod

De kosten ten gevolge van een irrigatieverbod worden geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld. De productieopbrengst van aardappelen op een droge zandgrond wordt onderzocht voor 2018. Hierbij wordt enerzijds de productie van het normale werkingsregime berekend, vervolgens wordt berekend wat het opbrengstverlies is indien een irrigatieverbod wordt opgelegd van 1 juli 2018 tot 31 juli 2018. De potentiële opbrengst bedraagt 70 ton/ha. Zonder irrigatieverbod bedraagt de werkelijke opbrengst 63,4 ton/ha in 2018. Om deze opbrengst te realiseren zijn verschillende irrigatiebeurten vereist. Wanneer irrigatie niet is toegestaan gedurende de maand juli bedraagt de werkelijke opbrengst 43,1 ton/ha. Het verlies ten gevolge van het irrigatieverbod bedraagt 20,3 ton/ha.

Als opmerking geldt dat dit specifieke voorbeeld niet de gemiddelde opbrengstderving en irrigatiebehoefte weerspiegelt. Het specifieke voorbeeld dat wordt onderzocht (i.e. aardappelteelt op

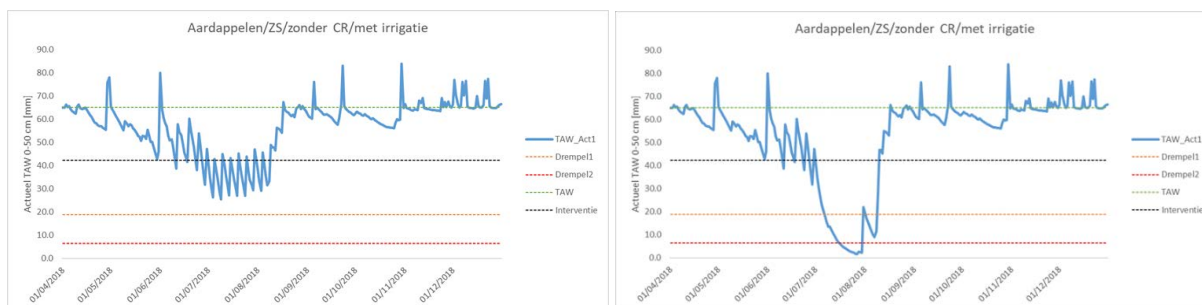
³³ Bron: Onderzoek van de Vlaamsebegroting voor 2019 – Rekenhof, november 2018

³⁴ Bron: erkenningsbesluit ramp droogte 2018:

https://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/erkeningsbesluit_droogte_2018_0.pdf

droge zandgrond in 2018) is eerder een geval van bijzonder hoge irrigatiebehoefte en impact bij een irrigatieverbod. Onderstaand zal worden weergegeven wat de impact van een irrigatieverbod is op enkele andere combinaties van teelten en bodemtypes.

Rekening houdend met de actuele marktprijs (30 EUR/ton) betekent dit een verlies van ongeveer 600 EUR. Aangezien de huidige marktprijs is ingestort door een sterke daling van de vraag naar aardappelen ten gevolge van de coronacrisis en de verminderde vraag uit o.m. horeca, kan gesteld worden dat het correcter is om met een gemiddelde prijs te rekenen; aangezien de prijs van de teelten voor een groot gedeelte contractueel bepaald zijn. Indien de gemiddelde marktprijs voor aardappelen ongeveer 4 maal hoger is; bedraagt de kost ten gevolge van een irrigatieverbod ongeveer 2 400 EUR.



Figuur 203: Evolutie van actueel TAW voor aardappelen op droge zandgrond in 2018 in normaal regime (links) en met irrigatieverbod in juli (rechts).

De waterbesparing die hiermee gerealiseerd werd in juli bedroeg ongeveer 1.500 m³/ha, door uitsparen van 6 irrigatiebeurten met netto irrigatiehoeveelheid 20 mm en bruto 25 mm, rekening houdend met oppervlakkige afstroming, interceptie en efficiëntie van de irrigatie. Een gedeelte van het water gebruikt voor irrigatie zal echter terug naar het grondwater vloeien (Janssens en Elsen, 2013). Deze restitutiefactor bedraagt gemiddeld 36.2% van de effectieve irrigatie van 1200 m³/ha. De kost per volume water bespaard bedraagt bijgevolg tussen de 0,4 EUR/m³ en 1,6 EUR/m³. Deze kost per volume waterbesparing is uiteraard afhankelijk van de droogte en dus het aantal irrigatiebeurten onder normaal regime, de teelt, de bodem, het geïrrigeerd areaal en de marktprijs.

Zoals reeds beschreven kan de irrigatiebehoefte en de opbrengstderving in het voorbeeld dat werd toegelicht niet geëxtrapoleerd worden naar andere teeltgroepen en bodemtypes, zoals ook zichtbaar is in onderstaande tabel. De impact van een irrigatieverbod wordt in deze tabel vergeleken voor enkele bodemtypes en teeltsoorten. Duidelijk wordt dat de opbrengstderving ten gevolge van een irrigatieverbod (en ook de irrigatiebehoefte, niet opgenomen in onderstaande tabel) lager is bij natte leemgronden, in vergelijking met droge zand(leem) gronden; zoals uiteraard proefondervindelijk te verwachten is.

Bij droge zand(leem) gronden was de opbrengstderving voor de besproken teelten ca. 60% in 2018 indien niet geïrrigeerd wordt gedurende het volledige jaar, ten opzichte van de opbrengst met irrigatie. Wanneer een tijdelijk irrigatieverbod van 1 maand van kracht zou zijn in juli 2018, bedraagt de opbrengstderving ten gevolge van deze maatregel ca. 25% tot 45%, met bijvoorbeeld een hogere impact voor maïs (44%) dan voor wortel (26%).

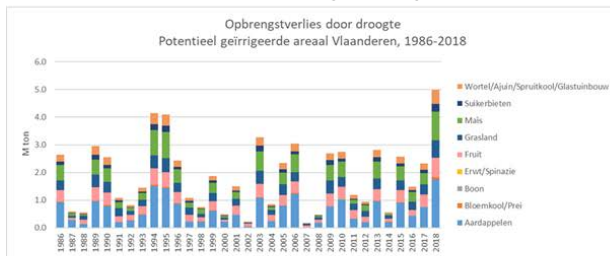
Voor de teelten op natte leemgrond in onderstaande voorbeelden is de opbrengstderving zonder irrigatie, ten opzichte van de productie met irrigatie, zeer sterk afhankelijk van de teelt. Voor maïs en wortel is de opbrengstderving beperkt tot 5%, terwijl voor aardappel en peren ongeveer 25% minder geproduceerd wordt wanneer niet wordt geïrrigeerd gedurende het volledige jaar. Het productieverlies ten gevolge van een irrigatieverbod in juli is gelijkaardig met de mindere productie wanneer nooit wordt geïrrigeerd. Hieruit blijkt dat voor deze teelten in 2018 nagenoeg enkel irrigatie noodzakelijk was in juli.

Teelt	Jaar	Bodemtextuur	Vochttoestand	Opbrengst met irrigatie [ton/ha]	Opbrengst met irrigatie maar verbod in juli [ton/ha]	Opbrengst zonder irrigatie [ton/ha]
Aardappelen	2018	Zand	Droog	63,44	42,09	23,40
Aardappelen	2018	Leem	Nat	69,68	52,15	51,39
Maïs	2018	Zand	Droog	10,23	5,71	3,96
Maïs	2018	Leem	Nat	11,96	11,61	11,35
Peren	2018	Zandleem	Droog	72,32	49,85	26,17
Peren	2018	Leem	Nat	79,13	64,18	60,76
Wortel	2018	Zand	Droog	66,03	49,17	25,96
Wortel	2018	Leem	Nat	69,98	67,99	66,56

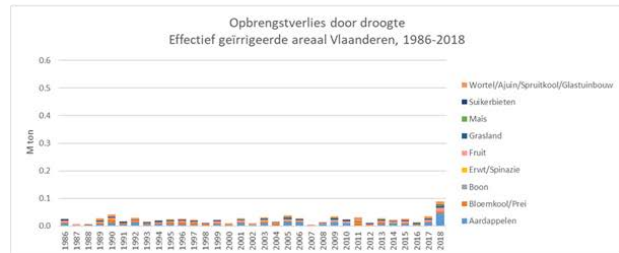
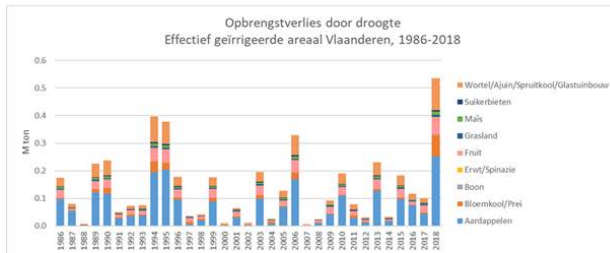
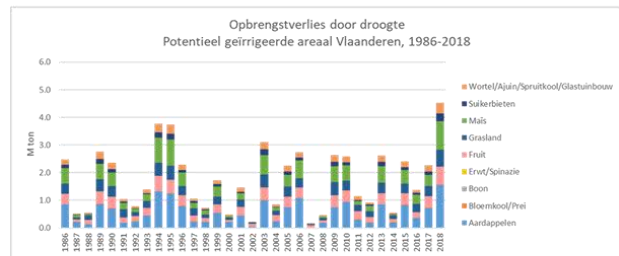
Tabel 49: Illustratieve voorbeelden van de opbrengst wanneer irrigatie wordt toegepast, wanneer een tijdelijk irrigatieverbod wordt opgelegd en wanneer niet wordt geïrrigeerd. De afhankelijkheid van bodemtype en teelt wordt aangetoond via enkele voorbeelden.

Zoals geïllustreerd aan de hand van bovenstaande voorbeelden is de impact van een irrigatieverbod sterk afhankelijk van de bodemkarakteristieken en de teelt. Bij toepassing van het afwegingskader wordt gebiedsspecifiek rekening gehouden met de bodemtypes en teeltypen via het expliciet doorrekenen van de verschillende modellen opdat zo betrouwbaar mogelijk de impact van een irrigatieverbod in kaart wordt gebracht. Onderstaand wordt op geaggregeerd niveau weergegeven wat de impact is van een irrigatieverbod in juli (van 1 juli tot 31 juli) voor de verschillende teelten en de verschillende jaren. Uiteraard is de impact ook afhankelijk van de klimatologische omstandigheden. In natte jaren is er immers veel minder behoefte om te irrigeren.

Met verbod 1/07 – 31/07



Zonder verbod



Figuur 204: Opbrengstverlies per teelt en per jaar wanneer een irrigatieverbod zou worden opgelegd in de maand juli (links) en wanneer geen irrigatieverbod geldt (rechts). Onderscheid tussen het opbrengstverlies op het potentieel geïrrigeerd areaal (boven) en het werkelijk geïrrigeerd areaal (onder) wordt weergegeven.

In Figuur 204 wordt links het opbrengstverlies in miljoen ton per teelt en per jaar weergegeven wanneer in dat jaar een irrigatieverbod van kracht was geweest in de maand juli. Rechts is het opbrengstverlies weergegeven zonder irrigatieverbod. De twee grafieken onderaan geven het opbrengstverlies weer op het werkelijk geïrrigeerd areaal. Bovenaan wordt ook opbrengstverlies in acht genomen op het niet geïrrigeerd areaal van teelten waarop in sommige gevallen wel wordt geïrrigeerd, dit is het potentieel geïrrigeerd areaal.

De grafiek rechtsonder geeft weer dat het opbrengstverlies beperkt is wanneer irrigatie mogelijk is en wordt toegepast. De maximale opbrengstderving in 2018 bedraagt ongeveer 0,1 M ton, voornamelijk veroorzaakt doordat zelfs bij irrigatie de omstandigheden voor de teelt niet optimaal zijn. Er wordt immers slechts geïrrigeerd vanaf een bepaalde mate van droogtestress. Het verschil tussen de grafiek linksonder en de grafiek rechtsonder illustreert de impact van een irrigatieverbod. Op het (onder normale omstandigheden) geïrrigeerd areaal heeft dit verbod een invloed; de opbrengstderving in 2018 bedraagt op dit areaal bijvoorbeeld ongeveer 0,55 M ton.

De grafieken bovenaan nemen bovendien ook het niet geïrrigeerd areaal in acht. De vergelijking van de twee grafieken leert dat er uiteraard ook opbrengstderving optreedt wanneer geen irrigatieverbod van kracht is, aangezien verschillende percelen immers niet geïrrigeerd worden. Finaal kan erop gewezen worden dat een irrigatieverbod in juli niet in elk jaar dezelfde impact heeft, aangezien de neerslaghistoriek en de irrigatiebehoefte doorheen het jaar niet elk jaar dezelfde is. Illustratief kunnen 2006, 2009 en 2010 vergeleken worden. Het totale opbrengstverlies bedraagt telkens ongeveer 2,5 M ton. Het verlies van een irrigatieverbod in juli op het geïrrigeerd areaal (linksonder) is echter zeer uiteenlopend. In 2006 is dit significant hoger dan bv. in 2009; wijzend op een hogere irrigatiebehoefte in juli in 2006 en dus impact

van de beperking. Ook met deze afhankelijkheden wordt rekening gehouden bij de toepassing van het afwegingskader.

Maatregelen industrie

Mogelijke waterbesparende maatregelen voor de sector industrie bestaan uit beperkingen van waterinname van de verschillende waterbronnen (OW, GW, LW, HW) of een beperking van lozing in oppervlaktewater. Indien een beperking van opname van water voor industrie wordt opgelegd, heeft dit mogelijks een impact op de lozingstemperatuur van het geloosde water. Het is mogelijk aangewezen om te overwegen om bij een beperking van wateropname ook een tijdelijke versoepeling van de lozingsnormen door te voeren.

Alternatieve mogelijke maatregelen voor beperking van de watervraag door industrie zijn onder meer het beperken van watergebruik voor stofbeheersing door het besproeien van opslaghoppen, stopzetten van productielijnen, opereren aan beperkte capaciteit en stopzetten van reinigingswerken, alhoewel deze maatregelen natuurlijk ook hun beperkingen hebben en soms nodig zijn om de veiligheid te waarborgen.

Beperking van watergebruik en/of lozing van water

Bij de inschatting van de impact van een beperking van watergebruik of –lozing wordt onderscheid gemaakt tussen beperkte en significante dagelijkse volumes.

Indien het dagelijks volume water gecapteerd uit OW en/of onttrokken uit GW beperkt is, wordt verondersteld dat de onderneming LW zal aanwenden, ook wanneer dit niet noodzakelijk wenselijk is vanuit het perspectief van waterbeheer en beheersen van de droogtecrisis. Dit betekent dat de veronderstelling wordt gemaakt dat de toegevoegde waarde uit het productieproces (of uit de toepassing van water) groter is dan de meerkost voor gebruik van LW. Hoewel het bij opleggen van een dergelijke maatregel vanzelfsprekend niet de bedoeling is dat de beperking in OW gebruik wordt opgevangen door een toename van LW gebruik; gaan we er toch vanuit dat LW zal gebruikt worden voor zover praktisch mogelijk. Bij een standaard aftakking (diameter van aansluitleiding en druk) is afname van ongeveer 30 m³ per dag mogelijk. Ook voor de beperking van lozing in OW wordt verondersteld dat voor beperkte volumes een alternatief gevonden zal worden. Voor lozing wordt echter de grenswaarde van 5 m³ per dag gehanteerd. Indien het te lozen volume waarvoor een alternatieve oplossing gezocht wordt hoger is dan 5 m³ per dag blijkt het op basis van feedback van betrokken actoren in veel gevallen economisch niet rendabel of praktisch niet mogelijk om een alternatief te voorzien.

Voor significante volumes (>30 m³ water captatie oppervlaktewater, onttrekking grondwater of gebruik leidingwater; of > 5 m³ lozing per dag) wordt verondersteld dat watergebruik of –lozing een essentiële functie heeft in het bedrijfsproces. Bij een beperking van dergelijke grote volumes is geen alternatief mogelijk. De aanname die wordt gehanteerd is dat de beperking zorgt voor een vermindering van de productieopbrengst, en aldus een vermindering van de winst. Daarnaast wordt verondersteld dat een beperking van de productieprocessen betekent dat voor een bepaald aandeel van de werknemers tijdelijke werkloosheid zal worden ingeroepen.

	Beperking captatie OW	Beperking winning GW	Beperking gebruik LW	Beperking lozing OW
Beperkt volume (<= 30 m ³ /dag of < 5m ³ /dag bij lozing)	Meerkost LW = 1,8 EUR/m ³	Meerkost LW = 1,5 EUR/m ³	Kost van hinder?	Kost stockeren = 5,25 EUR/m ³
Significant volume (> 30 m ³ /dag of > 5 m ³ /dag bij lozing)	Productieverlies & tijdelijke werkloosheid			

Tabel 50: Methode gehanteerd voor de berekening van de kosten ten gevolge van beperking van watergebruik of lozing van water voor industrie, afhankelijk van het volume.

Beperkt volume

Voor beperkte volumes wordt de meerkost van leidingwater ingeschat op 1,8 EUR/m³ (beperking OW) en 1,5 EUR/m³ (beperking GW), onderbouwd door de gemiddelde kosten voor watergebruik per type waterbron gerapporteerd door Vlakwa in de studie ‘socio-economisch belang van water in Vlaanderen, 2019’³⁵.

Voor een beperkt volume lozing per dag (< 5 m³/dag) wordt verondersteld dat alternatieven zullen worden voorzien via citernen, containers of andere bassins, opdat het operationele proces niet hoeft te worden stilgelegd. Op basis van informatie verkregen via offertes voor de huur van een opslagtank voor water wordt voorgesteld om de gemiddelde kost van 5,25 EUR/m³ te hanteren voor opslag. Dit omvat zowel de variabele kost voor de huur van de tank als de vaste kosten voor levering, montage, watertest, spoelen en ophaling. Bij huur van een kleinere tank of een korte periode zal de gemiddelde kost per volume te stockeren hoger uitvallen. De huur van een grotere tank en huur voor een langere periode zorgt voor een lagere gemiddelde kost per volume per dag.

Significant volume

Zoals reeds aangegeven wordt bij een beperking van watergebruik of lozing bij significante volumes (> 30 m³/dag) verondersteld dat het bedrijfsproces zal worden geïmpacteerd. In deze situatie wordt de kost ten gevolge van productieverlies en tijdelijke werkloosheid berekend aan de hand van de jaarrekeningen van de ondernemingen die door de maatregel worden geïmpacteerd.

De maatregelen betreffende beperking van watergebruik en –lozing kunnen gradueel worden opgelegd, bv. een beperking van 10%, 30% of 50%. Ook de impact van productieverlies en tijdelijke werkloosheid wordt verondersteld gradueel toe te nemen, afhankelijk van de mate van de beperking. De factoren R1 (productieverlies) en R2 (tijdelijke werkloosheid) corrigeren de schade in functie van de mate van de beperking. Door VOKA werd een bevraging uitgevoerd bij meer dan 200 industriële waterverbruikers om zicht te krijgen op het verband tussen bepaalde beperkingen van watergebruik of -lozing en de impact

³⁵ <https://www.vlakwa.be/publicaties/socio-economisch-belang-van-water-in-vlaanderen-2019/>

voor het bedrijf. De resultaten van deze bevraging kunnen worden gebruikt om R1 en R2 te bepalen en worden verderop toegelicht.

Naast een graduele beperking van deze maatregelen is het ook mogelijk om de maatregel enkel voor een bepaald (sub)-sector toe te passen, indien dit wenselijk is. Het is immers denkbaar dat de kost van een beperking van watergebruik of –lozing niet voor elke sector gelijkaardig is. De berekeningswijze zoals bovenstaand geschetst is voor elke sector van toepassing.

Kost	Kost voor onderneming [EUR/maand]	Kost voor werknemers [EUR/maand]	Kost voor overheid [EUR/maand]
Normale situatie			
Bruto TW	EBITDA = Omzet – Variabele kost		
Loon per werknemer	- 3120 * 1,28	3120 * 0,65	0,28 * 3120 + 0,35 * 3120
Beperking waterverbruik			
Bruto TW	0		
Loon per werknemer	0	0,7 * 2750 * 0,65	- 0,7 * 2750 * 0,65
Kost beperking waterverbruik	EBITDA	[(3120 * 0,65) – (0,7 * 2750 * 0,65)] * #FTE	(0,28 * 3120) + (0,35 * 3120) + (0,7 * 2750 * 0,65) * #FTE
	* R1	* R2	* R2
Kost beschrijving	Productieverlies	Tijdelijke werkloosheid	Tijdelijke werkloosheid

Tabel 51: Berekenen van de kost ten gevolge van productieverlies en tijdelijke werkloosheid bij beperking van waterverbruik of lozing voor significante verbruiken (> 30 m³/dag).

Stel in eerste instantie dat een volledig verbod van watergebruik (OW / GW / LW) of –lozing wordt opgelegd. De veronderstelling dat het productieproces stilvalt omwille van de grote volumes water die niet langer kunnen gebruikt worden, betekent dat de omzet die in normale situatie wordt gegenereerd in deze situatie wegvalt. Verondersteld kan worden dat ook bepaalde variabele kosten wegvallen; onder meer de kosten van goederen en diensten van de verkochte producten, alsook bepaalde loonkosten. Vaste kosten, zoals afschrijvingen van investeringen en interesten op schulden, zullen niet tijdelijk wegvallen tijdens de periode waarop de maatregelen gelden. Bijgevolg betekent dit dat het verschil tussen de normale situatie en de situatie met beperking (zonder productie) kan berekend worden aan de hand

van de EBITDA, d.i. de bedrijfsomzet min de variabele kost. Finaal kan een correctiefactor (R1) toegepast worden om de kost te berekenen in het geval slechts een fractie van het watergebruik of de waterlozing beperkt wordt door de maatregel.

Indien het productieproces stilvalt kan verondersteld worden dat bij bedrijven met significant waterverbruik een deel van de werknemers op tijdelijke werkloosheid zal worden geplaatst. Bijgevolg ontstaat een kost voor de werknemer, die minder loon verdient, en voor de overheid, die de vergoeding bij tijdelijke werkloosheid uitkeert. Om de grootteorde van deze kost te berekenen vertrekken we van het mediaan loon in Vlaanderen, 3120 EUR bruto per maand. In een normale situatie houdt een werknemer hiervan ruwweg 65% over, berekend a.d.h.v. de Jobat bruto-netto calculator. Bij tijdelijke werkloosheid verdient de werknemer bruto 70% van een begrensde loon (2750 EUR). Omdat deze situatie en de lagere vergoeding tijdelijk van aard zijn, wordt verondersteld dat aan het einde van het jaar de belasting nog steeds 35% bedraagt, en de werknemer aldus 65% overhoudt. Het verschil van beide situaties is de kost per werknemer in het geval van tijdelijke werkloosheid.

Voor de overheid kan de kost van tijdelijke werkloosheid uitgesplitst worden in twee onderdelen. Enerzijds de mindere ontvangsten ten opzichte van de normale situatie, zijnde de patronale bijdrage van 28% op het brutoloon (betaald door de werkgever) en de belasting op loon van 35% betaald door de werknemer. Anderzijds keert de overheid ook de vergoeding uit, ten belope van 70% van het begrensde loon van 2750 EUR, waarop finaal nog 35% terug ontvangen zal worden door de overheid via de belastingen.

De kosten voor tijdelijke werkloosheid worden vervolgens vermenigvuldigd met het aantal personeelsleden waarvoor dit regime wordt ingeroepen. Dit is een fractie (R2) van het totale aantal personeelsleden (#FTE).

De methode voor inschatting van de kost ten gevolge van een beperking van waterverbruik of lozing van water beschouwt de lokale, directe kosten op korte termijn. Belangrijke secundaire en indirecte kosten worden niet begroot, zoals het potentieel verlies aan klanten en marktaandeel, effecten binnen de keten, niet-lineaire effecten, indirecte effecten of kosten op lange termijn. Via de sector wordt bovendien aangegeven dat bij een dergelijke maatregel het belangrijk is dat de maatregel tijdig wordt gecommuniceerd opdat de betrokken actoren zich in de mate van het mogelijke kunnen organiseren.

Impact op productieverlies en tijdelijke werkloosheid van een bepaalde maatregel

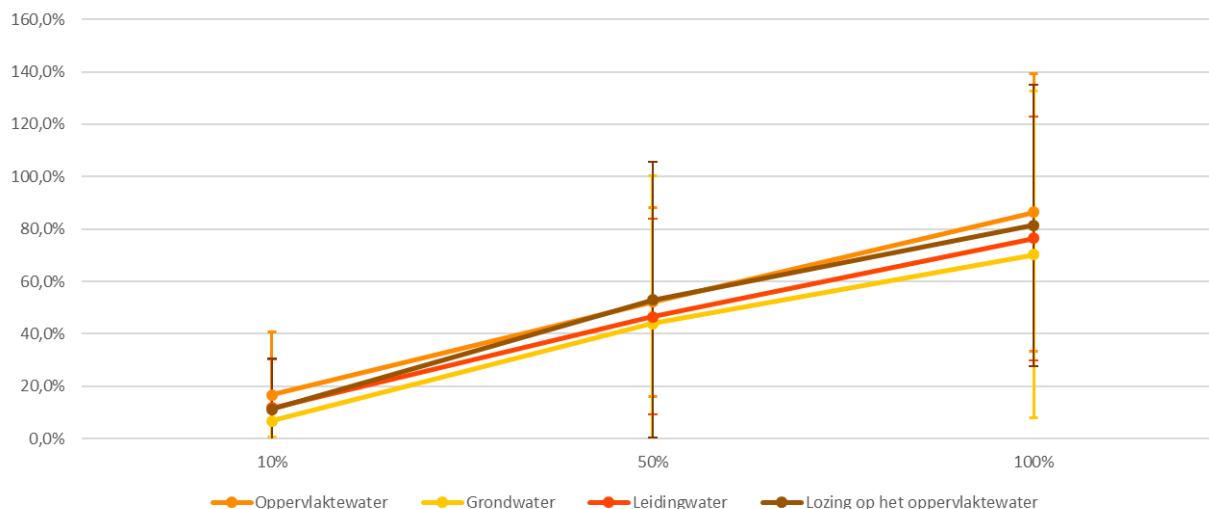
Aan de hand van een enquête uitgevoerd door VOKA bij meer dan 200 ondernemingen kunnen de factoren R1 en R2 ingeschat worden, die aangeven wat het verband is tussen een bepaalde beperking van waterverbruik of -lozing en het productieverlies (R1) of de tijdelijke werkloosheid (R2). In onderstaande tabel wordt het gemiddelde en de standaardafwijking van de antwoorden weergegeven. Meteen valt op dat de standaardafwijking bijzonder groot is. De inschatting is dat het enerzijds niet eenvoudig is om de verbanden exact te kwantificeren omwille van een groot aantal onzekerheden in deze situaties. Anderzijds is er een grote verscheidenheid in hoe water wordt aangewend in de bedrijfsprocessen, resulterend in grote verschillen van de impact bij eventuele beperkingen. Tot slot dient aangegeven te worden dat de enquête door 200 ondernemingen is beantwoord, waarvan 150 ondernemingen met significant

watervbruik (zoals gedefinieerd binnen deze studie). Er kan dus niet zomaar besloten worden dat de resultaten representatief zijn voor het volledige Vlaamse bedrijfsleven. Er is op heden echter geen betere bron om de impact van een graduele beperking te onderbouwen. Het is mogelijk dat de werkelijke gemiddelde impact afwijkt van het geobserveerde resultaat. Aangezien binnen deze studie voornamelijk de grootteorde van de impact belangrijk is bij elke maatregel, is het in dit geval te verantwoorden om de geobserveerde gemiddelde impact te hanteren. Bij toepassing van het afwegingskader wordt aanbevolen om te analyseren in welke mate de werkelijke impact op het lokale niveau afwijkt van de impact berekend op basis van de methodiek en veronderstellingen hier toegelicht.

Beperking		Oppervlaktewater		Grondwater		Leidingwater		Lozing op het oppervlaktewater	
		Gem	Stdev	Gem	Stdev	Gem	Stdev	Gem	Stdev
10%	Productieverlies	19,0 %	20,8 %	6,5 %	5,8 %	13,0 %	20,8 %	11,2 %	19,2 %
50%	Productieverlies	56,3 %	35,9 %	42,9 %	54,5 %	47,5 %	36,7 %	52,4 %	51,6 %
100%	Productieverlies	88,7 %	50,5 %	71,2 %	59,9 %	78,5 %	44,2 %	84,2 %	51,9 %
10%	Tijdelijke werkloosheid	16,6 %	27,3 %	5,2 %	6,1 %	9,7 %	19,0 %	10,3 %	21,8 %
50%	Tijdelijke werkloosheid	41,7 %	35,3 %	32,8 %	28,6 %	35,7 %	26,2 %	37,3 %	31,5 %
100%	Tijdelijke werkloosheid	61,7 %	39,5 %	57,6 %	45,7 %	63,4 %	40,5 %	65,2 %	40,9 %

Tabel 52: Gemiddelde (Gem) en standaardafwijking (stdev) van de impact op productieverlies en tijdelijke werkloosheid in functie van een bepaalde beperking van gebruik van een waterbron of lozing op oppervlaktewater, op basis van een bevraging bij meer dan 200 industriële watervbruikers, uitgevoerd door VOKA.

De impact van een beperking van watervbruik of lozing wordt in onderstaande figuur ook grafisch weergegeven. Ook uit de visuele weergave komt duidelijk naar voor dat de standaardafwijking op de antwoorden bijzonder groot is. Verder kan opgemerkt worden dat een beperking van 10% resulteert in een gemiddelde impact die groter is dan 10% op zowel productieverlies als tijdelijke werkloosheid voor de meeste waterbronnen. Bij een volledige beperking van 100% is de gemiddelde impact op productieverlies tussen de 70% en 90% en op tijdelijke werkloosheid tussen 50% en 65%.



Figuur 205: Gemiddelde (Gem) en standaardafwijking (stdev) van de impact op productieverlies in functie van de beperking van watergebruik of -lozing, op basis van een bevraging bij meer dan 200 industriële waterverbruikers, uitgevoerd door VOKA.

De bevraging georganiseerd door VOKA onderzocht ook of de impact van een maatregel toeneemt of afneemt naarmate de maatregel langer wordt opgelegd. Van de bevroegde ondernemingen gaf 4 op 5 aan dat de impact evenredig is. Een aantal ondernemingen gaf aan dat een grotere impact verwacht wordt indien maatregelen gedurende lange termijn worden opgelegd omwille van secundaire effecten, zoals het verlies van beurswaarde, verlies van klanten op lange termijn ten gevolge van onzekerheid, impact gerelateerd aan het waarborgen van veiligheid bij onvoldoende waterbeschikbaarheid.

Voorbeeld beperking watergebruik

De methodiek wordt toegepast voor een fictieve onderneming met een significant waterverbruik van 12,9 miljoen m³ per jaar; of 35 000 m³ per dag. De EBITDA van de onderneming gedurende de afgelopen 3 jaar was gemiddeld 91,3 MEUR, en de onderneming heeft 490 voltijdse equivalenten in dienst. Hoewel niet de werkelijke data van één specifieke onderneming worden gebruikt, zijn de onderstaande gegevens realistisch:

- # FTE = 490
- EBITDA gemiddeld 3j = 91,3 MEUR
- Water captatie OW = 12,9 Mm³/jaar
- Water geloosd in OW = 8,2 Mm³/jaar

Op basis van de methodiek die voorgaand werd toegelicht kan de kost voor de onderneming ten gevolge van productieverlies bij een beperking van watergebruik en de kost voor de werknemers en de overheid ten gevolge van tijdelijke werkloosheid worden berekend. Bij een beperking van 10% van het waterverbruik bedraagt de kost voor de onderneming 1,45 MEUR/maand. Bij een volledig verbod van watergebruik loopt de kost voor de onderneming op tot 6,77 MEUR/maand. De kosten voor de

werknemers en voor de overheid zijn een grootteorde lager, en belopen ca. 230 000 EUR en 970 000 EUR/maand voor respectievelijk werknemers en overheid.

Beperking captatie	Kost onderneming [MEUR/maand]	Kost werknemers [MEUR/maand]	Kost overheid [MEUR/maand]	Kost per volume water bespaard [EUR/m ³]
10%	0,19 * 91,3 / 12 = 1,45	0,17 * 770 * 490 / 10 ⁶ = 0,06	0,17 * 3216 * 490 / 10 ⁶ = 0,27	56,13
50%	0,56 * 91,3 / 12 = 4,26	0,42 * 770 * 490 / 10 ⁶ = 0,16	0,42 * 3216 * 490 / 10 ⁶ = 0,66	32,09
100%	0,89 * 91,3 / 12 = 6,77	0,62 * 770 * 490 / 10 ⁶ = 0,23	0,62 * 3216 * 490 / 10 ⁶ = 0,97	25,21

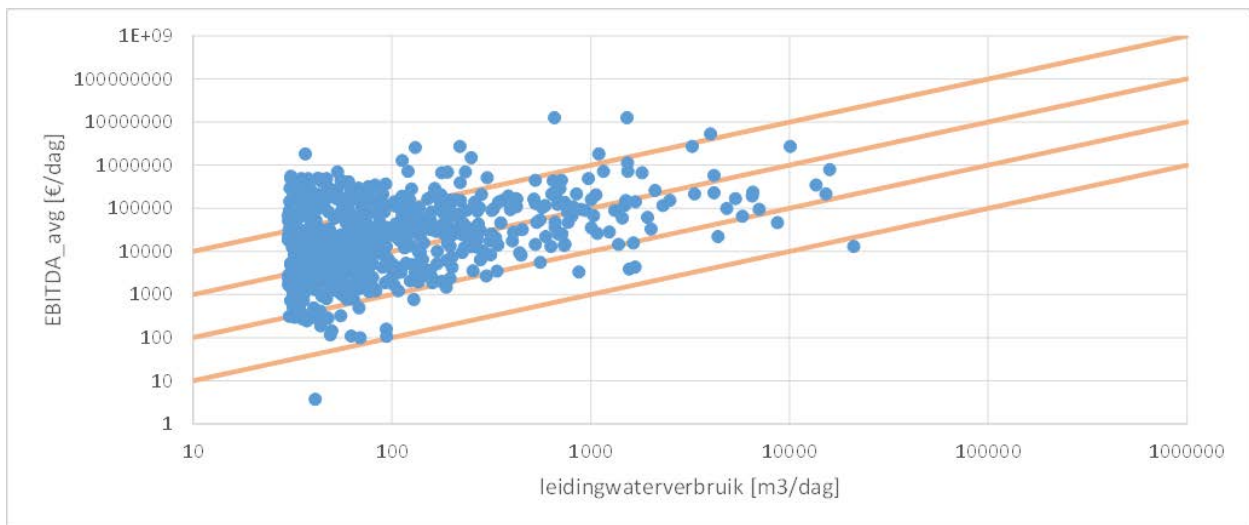
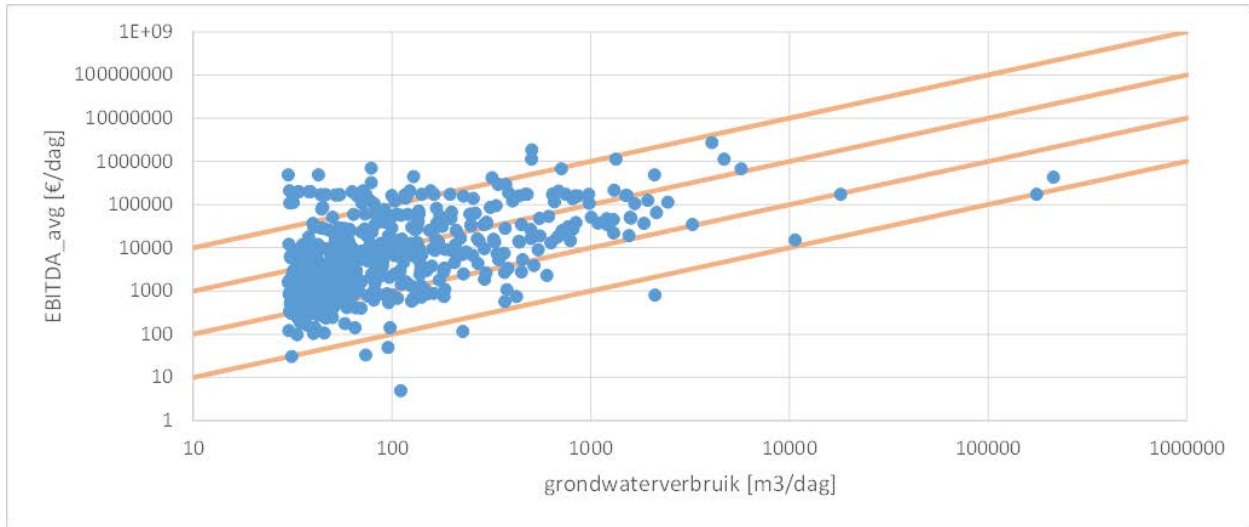
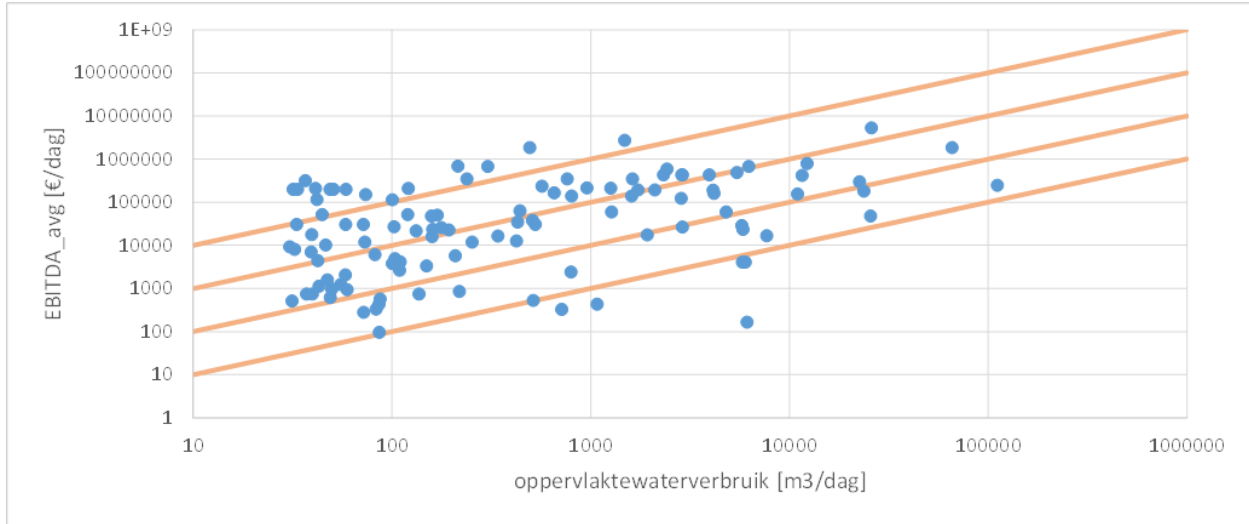
Tabel 53: Toepassing van de methodiek voor berekening van de kosten van productieverlies en tijdelijke werkloosheid bij beperking van waterverbruik of lozing voor significante verbruiken (> 30 m³/dag) aan de hand van een voorbeeld.

Indien de kost in verhouding wordt gezien ten opzichte van het volume water bespaard door de maatregel, dan stelt men vast dat voor deze onderneming de kost varieert tussen 25,21 EUR per m³ water bespaard en 56,13 EUR per m³. Dit verschil wordt uiteraard verklaard door de factoren R1 en R2. Hoewel de kost per volume water bespaard lager is voor een volledige beperking, zal de totale kost uiteraard groter zijn. Het maximale volume water bespaard (bij beperking 100%) komt overeen met het verschil tussen het volume water gecapteerd per uit OW en het volume geloosd in OW.

Distributie van de kost t.g.v. beperking watergebruik OW voor industrie

Bij de berekening van de impact van een beperking van watergebruik of lozing voor industrie wordt onrechtstreeks rekening gehouden met de specifieke bedrijfsprocessen en context van de ondernemingen, door gebruik van de gegevens van de jaarrekening. De manier waarop water wordt gebruikt binnen een onderneming kan immers zeer verschillend zijn. De koppeling van de waterverbruiken per onderneming met de gegevens uit de jaarrekeningen zorgt ervoor dat deze verscheidenheid in rekening wordt gebracht.

Uit de resultaten wordt echter snel duidelijk dat de impact van een beperking van watergebruik of lozing zeer variabel is, zoals ook verwacht kon worden. In onderstaande figuur wordt het verband tussen het netto waterverbruik per dag van oppervlaktewater, grondwater en leidingwater vergeleken met de gemiddelde EBITDA per dag (en dus de potentiële kost van productieverlies) weergegeven voor ondernemingen met significant waterverbruik (>30 m³/dag). De oranje diagonale assen geven een bepaalde kost per potentieel volume waterbesparing weer. Respectievelijk 1, 10, 100 en 1000 EUR/m³ water bespaard worden weergegeven in de figuren.



Figuur 206: Volume netto oppervlaktewaterverbruik, grondwaterverbruik en leidingwaterverbruik per dag ten opzichte van gemiddelde EBITDA per dag voor ondernemingen met significant waterverbruik. De diagonale assen visualiseren 1, 10, 100 en 1000 EUR kost per m³ water bespaard.

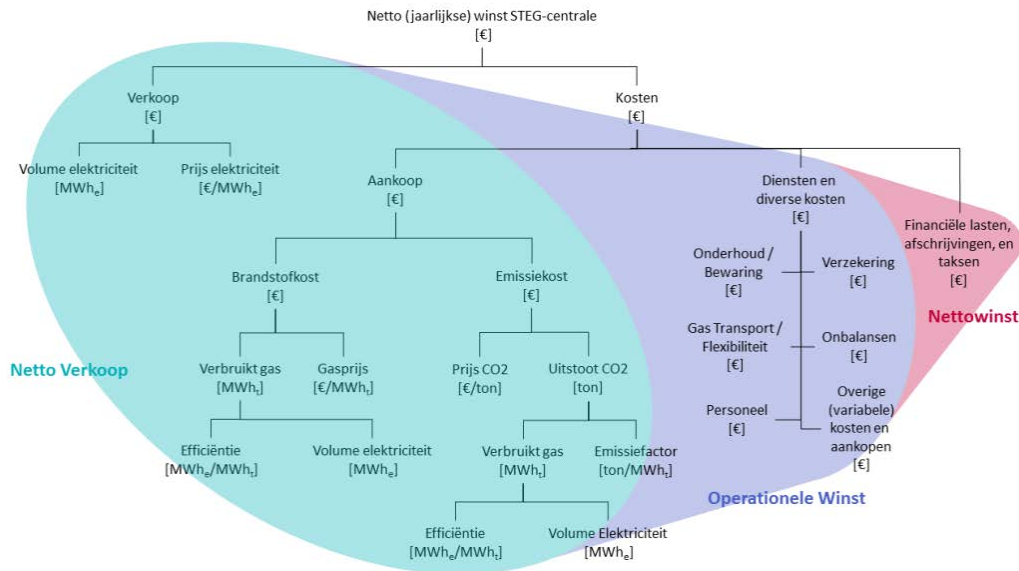
Maatregelen energieproductie

Voor de sector energie wordt geanalyseerd wat de impact is van de maatregel ‘stilleggen van een energiecentrale en import van energie’. Zoals toegelicht bij het bespreken van de waterbalans worden significante volumes oppervlaktewater gebruikt voor koeling bij energieproductie. Het overgrote deel van dit volume wordt echter terug geloosd, waardoor het netto waterverbruik uit oppervlaktewater opmerkelijk lager is. Aanvullend op kwantitatieve overwegingen, kan vanuit het oogpunt van de waterkwaliteit ook bekeken worden of het zinvol is om een energiecentrale stil te leggen. Het koelwater zorgt er immers voor dat de watertemperatuur toeneemt, met potentiële negatieve impact als gevolg. Uiteraard dient bij het eventueel stilleggen van zulke centrales de veiligheidsprocedure gevolgd te worden, wat een bepaalde tijd in beslag kan nemen. Hetzelfde geldt trouwens ook voor bepaalde bedrijven met een veiligheidsrisico.

Stilleggen energiecentrale en import van energie

Een STEG centrale, is een stoom en gascentrale met gesloten circuit die een hoger rendement verkrijgt dan centrales met een open circuit. Een studie uitgevoerd door de CREG in 2017 onderzocht de operationele winstgevendheid van de bestaande STEG-centrales in België³⁶. Zoals in de studie wordt aangegeven, kan de operationele winst van een STEG-centrale worden berekend aan de hand van de marktprijs voor elektriciteit, de marktprijs voor gas en emissiecertificaten, de efficiëntie van de centrale en de gemiddelde operationele kosten.

³⁶ Bron: <https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Studies/F1628NL.pdf>



Figuur 207: Structuur voor de methodologie ter berekening van de netto verkoop en de operationele winst van een STEG-centrale, bron CREG.

Voor een centrale die werkzaam is kan de kost van een eenheid productie van elektriciteit berekend worden door de kost van de brandstof (i.e. gas, gecorrigeerd voor de efficiëntie van de brandstof die aangeeft hoeveel brandstof vereist is per eenheid elektriciteit) op te tellen bij de kost van de aankoop van emissierechten. In Europa is het wettelijk verplicht om emissierechten aan te kopen voor de emissies die vrijkomen tijdens het proces. Tot slot wordt nog een variabele kost per productie-eenheid gerekend, die onder meer de kosten inhoudt voor injectie van elektriciteit op het net, variabele onderhoudskosten, kosten gerelateerd aan flexibiliteit van aan- en verkoop en kosten gerelateerd aan onevenwicht ten opzichte van genomineerd productieprofiel.

$$\frac{P_{Gas}}{\eta_{Gas}} + \frac{P_{CO2}}{\eta_{CO2}} + C_{var}$$

Een tweede mogelijkheid bestaat uit het stilleggen van de centrale en aankopen van de eenheden elektriciteit op de elektriciteitsmarkt.

$$P_{power}$$

Hierbij is P_x de spot prijs van x, stelt η_x de efficiëntie voor van x en is C_{var} de variabele kost. Op basis het onderzoek van de CREG wordt als efficiëntie voor gas $0,5 MWh_e / MWh_t$ genomen en voor CO₂ stellen we de efficiëntie gelijk aan $2,5 MWh_e / ton CO_2$. De variabele kost bedraagt $2,5 EUR / MWh_e$.

Het verschil tussen beide mogelijkheden weerspiegelt de kost voor stilleggen van de centrale. Indien de kost voor import van elektriciteit lager is dan de kost voor productie van elektriciteit, wordt aangenomen dat de centrale reeds stilgelegd zal zijn. De meerkost is in dat geval dus nul.

$$\text{Max} [P_{\text{Power}} - \left(\frac{P_{\text{Gas}}}{\eta_{\text{Gas}}} + \frac{P_{\text{CO2}}}{\eta_{\text{CO2}}} + C_{\text{var}} \right) ; 0]$$

Tijdens een droogtecrisis kan de actuele kost van deze maatregel worden bepaald aan de hand van de marktprijzen voor elektriciteit, gas en emissierechten. De spot prijs is de prijs voor onmiddellijke levering van het goed en is dus de aangewezen prijs om in beschouwing te nemen. Voor gas wordt de spot prijs van gas in Zeebrugge voorgesteld (ZTP); voor emissierechten wordt verwezen naar de Europese EU ETS emissierechten (EUA) en voor elektriciteit wordt voorgesteld het gemiddelde te nemen van de spot prijs van elektriciteit in België, Frankrijk, Nederland, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland.

Voor september 2020 werd berekend wat de kost zou zijn om de bestaande Vlaamse STEG-centrales stil te leggen en de energie aan te kopen op de markt, rekening houdend met de actuele prijzen. Begin september was de prijs voor gas 9,56 EUR/MWh; voor CO2 emissierechten 27,72 EUR/ton CO2 en voor elektriciteit 51,73 EUR/MWh. Hieruit volgt de meerkost voor import van elektriciteit ten opzichte van productie in een Vlaamse STEG centrale 19,02 EUR/MWh bedraagt. Onderstaande tabel geeft op basis van deze prijzen weer wat de kost is van import. Informatie van het productiepark en het vermogen per centrale werd bekomen via de website van Elia. Het werkelijke waterverbruik (gebruik – lozing) wordt gekoppeld via de informatie beschikbaar in de waterbalans, om te analyseren wat de potentiële besparing is van een dergelijke maatregel. Voor de centrale van Zandvliet geldt dat deze sterk gekoppeld is met de productiesite van BASF in Antwerpen. Proceswater van BASF wordt gebruikt voor de energiecentrale en stoom geproduceerd in de centrale wordt gebruikt binnen de processen in BASF. Deze link impliceert dat bijkomend onderzoek dient te worden wat de implicaties zijn van het stilleggen van deze centrale indien dit overwogen wordt.

Centrale	Nom. vermogen [MWe]	Energie [MWh/dag]	Meerkost import [EUR/dag]
Gent-Ham	170	4.080	77 601,60
Centrale Vilvoorde	255	6.120	116 402,40
Centrale T-Power Beringen	422	10.128	192 634,56
Inesco, Zwijndrecht	138	3.312	62 994,24
Centrale Zandvliet	386	9.264	176 201,28
Centrale Drogenbos	460	11.040	209 980,80
Centrale Herdersbrug	465	11.160	212 263,20
Centrale Ringvaart	385	9.240	175 744,80

Tabel 54: Inschatting van de meerkost voor import van elektriciteit t.o.v. productie voor de Vlaamse STEG centrales.

Met behulp van deze werkwijze kan berekend worden dat de totale bijkomende kost voor import van elektriciteit t.o.v. productie varieert tussen 25 000 tot 200 000 EUR/dag. Rekening houdend met het netto waterverbruik per dag, varieert de kost ten opzichte van de potentiële waterbesparing qua grootteorde tussen 1 en 100 EUR/m³ water bespaard.

Enkele belangrijke opmerkingen zijn te plaatsen bij deze maatregel:

- Bovenstaande analyse van de kost ten gevolge van het stilleggen van een STEG centrale en importeren van elektriciteit gaat voorbij aan mogelijke praktische bezwaren. Indien deze maatregel overwogen wordt tijdens een droogtecrisis is het aangewezen om in nauw overleg met betrokken actoren (Elia, energieproducenten, ...) af te stemmen of het stilleggen van een bepaalde STEG centrale haalbaar is. Enkele bijkomende overwegingen zijn daarbij relevant:
- Indien het stilleggen van een STEG centrale ervoor zorgt dat de leveringszekerheid in het gedrang komt en dat niet langer aan de vraag naar elektriciteit kan voldaan worden, zullen significante bijkomende kosten optreden. Deze kosten worden bovenstaand niet begroot, aangezien louter naar de meerkost van import van elektriciteit wordt gekeken. Het stilleggen van een STEG centrale is enkel te overwegen indien het wegvallen van het aanbod van deze centrale kan opgevangen worden via import of bijkomende productie andere centrales.
- STEG centrales vervullen niet enkel de functie van produceren van elektriciteit, maar worden ook ingezet om de stabiliteit van het net te waarborgen. Onder meer omwille van fluctuaties in de productie van elektriciteit door hernieuwbare bronnen (variabiliteit van wind en zon) is het nodig om bijkomend te waken over de stabiliteit van het net. Belangrijk is bijgevolg te evalueren wat de impact is van het stilleggen van een bepaalde STEG centrale op de stabiliteit van het netwerk.

- Gerelateerd aan het mitigeren van instabiliteit en onbalansen op het netwerk gaan STEG centrales contractuele verplichtingen aan op korte termijn voor het leveren van bepaalde hoeveelheden elektriciteit. Indien een centrale stilgelegd zou worden op korte termijn, zijn de kosten ten gevolge van het niet naleven van deze contractuele verplichtingen bijzonder hoog. Voor het stilleggen van een STEG centrale is het bijgevolg belangrijk om tijdig te communiceren en minstens 1 week te voorzien tussen het nemen van de beslissingen en het ingaan van de beperking.
- Verwacht wordt dat het onverwachts stilleggen van een elektriciteitscentrale een impact heeft op de marktprijs. Indien een gedeelte van het aanbod verdwijnt, zal de prijs toenemen. Bij de berekening van de kost bij stilleggen wordt gebruik gemaakt van de huidige marktprijs, en wordt de toename van de prijs door het stilleggen van een centrale niet in rekening gebracht. De geschatte kost zal bijgevolg een onderschatting zijn.

Maatregelen scheepvaart

Mogelijke maatregelen voor scheepvaart tijdens waterschaarste zijn gegroepeerd schutten, diepgangbeperkingen en vaarverbod. Onderstaand wordt toegelicht hoe de kost berekend wordt voor elk van deze maatregelen, met onderscheid tussen beroepsvaart en recreatieve vaart. Een diepgangbeperking voor recreatieve vaart is niet zinvol, en wordt niet besproken.

Gegroepeerd schutten voor beroepsvaart

In een studie door De Nocker et al. (2020) werden de kosten bij droogte voor scheepvaart onderzocht. Zowel voor beroepsvaart als recreatievaart werd de impact van gegroepeerd schutten en een vaarverbod onderzocht. Voor beroepsvaart werden ook de kosten gerelateerd aan diepgangbeperkingen ingeschat.

Bij de bepaling van de kost ten gevolge van gegroepeerd schutten voor beroepsvaart is informatie vereist betreffende de wachtkost per schip en per ton vracht. Vervolgens kan de totale kost bepaald worden, door rekening te houden met het aantal vaarbewegingen per vaarweg en met de wachttijd per schip, die afhankelijk is van de maximale wachttijd voor gegroepeerd schutten.

De gemiddelde wachttijd op het Albertkanaal aan de sluis bedraagt 20 minuten in het normale werkingsregime (Baetens et al., 2006). Veronderstellend dat de volledige maximale wachttijd van gegroepeerd schutten nodig is om de sluis te vullen, en dat schepen ad random aankomen aan de sluis, kan de gemiddelde wachttijd per schip berekend worden. Deze bedraagt de helft van de maximale wachttijd min twintig minuten (de normale wachttijd). Deze wachttijd geeft een indicatie van de maximale wachttijd per schip, aangezien het mogelijk is dat de sluis volloopt alvorens de maximale wachttijd verstreken is. In de analyse werd rekening gehouden met gegroepeerd aankomen bij sluisen die dicht bij elkaar gelegen zijn, opdat de wachttijd slechts eenmaal wordt geteld.

Maximale wachttijd gegroepeerd schutten	1 uur	2 uur	3 uur	4 uur
Gemiddelde wachttijd schip (min)	30	60	90	120
Gemiddelde extra wachttijd schip (min)	10	40	70	100

Tabel 55: Gemiddelde (extra) wachttijd per schip door gegroepeerd schutten in functie van de maximale wachttijd van gegroepeerd schutten (bron: De Nocker et al., 2020).

De wachtkosten per schip variëren van 60 tot 326 EUR/uur (RWS, 2008) en houden rekening met de vaste kosten per schip (afschrijving en bemanning). De lagere kost per uur komt overeen met kleinere schepen zonder lading, of met een lading met beperkte waarde. De hogere wachtkost weerspiegelt grotere schepen met waardevollere lading. De bovengrens van de wachtkost is gelijkaardig met het kengetal voor een uur wachten aan sluizen voor MKBA's binnenvaart voor Nederland (331 EUR per uur per schip; KIM, 2013). De kosten per ton houden rekening met het laadvermogen van de schepen, de beladingsgraad en de wachtkosten voor de vracht (tijdverlies voor goederen). Het tijdverlies voor de goederen is berekend op basis van de gegevens en aannames uit de MKBA voor laagwaterstrategieën (RA, 2005) en variëren sterk per goed. De cijfers houden rekening met het gemiddeld aandeel van type goederen vervoerd over Vlaamse binnenwateren (De Vlaamse Waterweg, 2019). Uitgedrukt per ton goederen vervoerd is de variatie in de wachtkosten van schip en goederen vrij beperkt. De wachtkost varieert tussen 0,08 EUR/ton en 0,12 EUR/ton per uur.

CMT Klasse	Gemiddelde belading (ton/schip)	Aandeel schepen (%)	Aandeel vracht (%)	Min wachtkost per schip (EUR/u)	Max wachtkost per schip (EUR/u)	Min wachtkost per ton (EUR/ton)	Max wachtkost per ton (EUR/ton)
1	334	19%	4%	57	68	0,18	0,20
2	568	8%	3%	63	82	0,12	0,14
4	804	9%	4%	69	96	0,10	0,12
5	2.290	57%	74%	154	226	0,08	0,10
6	3.678	8%	16%	199	326	0,06	0,09
Gewogen gemiddelde (schepen)				124	181	0,10	0,12
Gewogen gemiddelde (vracht)				151	227	0,08	0,10

Tabel 56: Minimum en maximum wachtkost per uur voor schip en goederen (bron: De Nocker et al., 2020).

De wachtkosten van het schip en de goederen (tussen 0,08 en 0,12 EUR/ton per uur) worden vervolgens vermenigvuldigd met de verwachte gemiddelde wachttijd per schip in functie van de maximale wachttijd

van gegroepeerd schutten. Als voorbeeld: zoals eerder toegelicht zal bij het opleggen van een maximale wachttijd voor gegroepeerd schutten van 2 uur, de gemiddelde bijkomende wachttijd per schip 40 minuten bedragen.

CMT-Klasse	Max belading (ton)	Kost bij wachttijd max 1 uur (EUR/ton)	Kost bij wachttijd max 2 uur (EUR/ton)	Kost bij wachttijd max 3 uur (EUR/ton)	Kost bij wachttijd max 4 uur (EUR/ton)
1	450	0,03	0,11	0,19	0,27
2	650	0,02	0,08	0,13	0,19
4	1500	0,02	0,06	0,11	0,15
5	6000	0,01	0,05	0,09	0,13
6	18000	0,01	0,04	0,08	0,11
Gemiddeld		0,01	0,05	0,09	0,13

Tabel 57: Kost per schip ten gevolge van gegroepeerd schutten uitgedrukt in EUR/ton, in functie van maximale wachttijd (bron: De Nocker et al., 2020).

Finaal wordt rekening gehouden met het aantal vaarbewegingen en de vervoerde tonnages per vaarweg om de totale kosten t.g.v. gegroepeerd schutten te berekenen per vaarweg. Verondersteld wordt dat 75% van de schepen op een vaarweg de maximale grootte hebben (CMT-klasse); 25% van de schepen hebben een lagere CMT-klasse. Voor het Albertkanaal bedraagt de berekende kost per dag 1330 EUR voor 1 uur max gegroepeerd schutten en 5320 EUR voor 2u max gegroepeerd schutten. Deze resultaten zijn gelijkaardig aan de schatting uit de MKBA-laagwaterstrategieën voor het Albertkanaal (RA, 2006).

Vaarweg	CMT-Klasse vaarweg	Transport (1000ton /dag)	Wachtkost (EUR/ton.uur)	Kost bij max 1 uur wachttijd (kEUR/dag)	Kost bij max 2 uur wachttijd (kEUR/dag)	Kost bij max 3 uur wachttijd (kEUR/dag)	Kost bij max 4 uur wachttijd (kEUR/dag)
Albertkanaal	6	98	0,08	1,33	5,32	9,31	13,29
Kempische kan.	2	9	0,15	0,23	0,91	1,60	2,28
ABC as	4	27	0,12	0,54	2,15	3,77	5,38
Bovenshelde	5	28	0,10	0,45	1,80	3,15	4,50
Leie	4	24	0,12	0,48	1,91	3,34	4,76
Kanaal Gent-Oost	4	5	0,12	0,10	0,38	0,67	0,95
Ringvaart Gent	5	53	0,10	0,86	3,42	5,99	8,56

Tabel 58: Kost per vaarweg ten gevolge van gegroepeerd schutten uitgedrukt in kEUR per dag, in functie van maximale wachttijd (bron: De Nocker et al., 2020).

In de MKBA-laagwaterstrategieën zijn ook de waterbesparingen voor verschillende schutregimes doorgerekend (Baeyens et al, 2003). Dit resulteerde voor de sluisen van Ham en Olen in een besparing van schuttingsverliezen van 20% – 30 % voor extra wachttijden van 15 tot 100 minuten. De kosten per m³ water bespaard zijn voor deze situatie 0,003 EUR/m³ tot 0,006 EUR/m³.

Diepgangbeperkingen voor beroepsvaart

De Nocker et al. (2020) onderzocht de kosten veroorzaakt door diepgangbeperkingen, volgend op de lagere hoeveelheid vracht die per schip vervoerd kan worden: Dit leidt in eerste instantie tot een verhoging van de kosten van de binnenvaart en aanpassingen van het transport (toename aantal schepen, anticipatie op droogte, ...). De impact van droogte en laagwater op binnenvaart is vooral gedocumenteerd en bestudeerd voor de Rijn en de Maas, en trajecten in Nederland en Duitsland (Deltares, 2019). De directe effecten van verlaging van de waterstanden op tonnages en prijzen zijn het meest belangrijk en kunnen we inschatten op basis van resultaten uit de literatuur (Jonkeren, 2009). Voor de indirecte effecten is het belang minder duidelijk en hebben we geen gegevens om deze in te schatten (Jonkeren, 2009).

De analyse van de data voor het Rijn-Maas bekken voor 2003-2005 toont aan dat voor een binnenschip van 1000 ton 1 cm minder diepgang gemiddeld resulteert in een beperking van de vracht in functie van de grootte van het schip, variërend van 0,3% (500 ton) tot 0,8% (5000 ton) (Jonkeren, 2009). Deze analyse toont ook dat de prijzen per ton met eenzelfde percentage stijgen, zodat de impact op de inkomsten per schip gelijk blijven. Deze beperking in vracht wordt toegepast op een diepgangbeperking van 10 cm, rekening houdend met het verschil in belading per CMT-klasse (IvB, 2019). Vervolgens wordt berekend wat de kostprijs is per 1000 ton en per kilometer berekend aan de hand van kengetallen voor kosten binnenvaart (Panteia, 2020).

CMT-Klasse	Gemiddelde belading (ton/schip)	Aandeel schepen (%)	Aandeel vracht (%)	Impact diepgang-beperking 10 cm (%)	Impact diepgang-beperking 10 cm (ton/schip)	Kost diepgang-beperking 10 cm (EUR/kton.km)	Kost diepgang-beperking 10 cm (EUR/schip.km)
1	334	19%	4%	3%	10	1,68	0,56
2	568	8%	3%	4%	23	1,74	0,99
4	804	9%	4%	5%	40	1,54	1,24
5	2.290	57%	74%	8%	183	2,25	5,15
6	3.678	8%	16%	8%	294	1,96	7,20

Tabel 59: Kost van een diepgangbeperking van 10 cm in functie van de CMT-klasse (bron: De Nocker et al., 2020).

De kost ten gevolge van de diepgangbeperking bedraagt gemiddeld ongeveer 2 EUR per 1000 ton per kilometer. Het resultaat geeft een indicatie van de grootteorde van de kost, in de praktijk zal de werkelijke impact van diepgangbeperking variëren in functie van de context, de lading, het schip en de werkelijke kosten per tonkm.

De kost van een diepgangbeperking van 10 cm per vaarweg wordt berekend door rekening te houden met het aantal vaarbewegingen per vaarweg en de gemiddelde afstand afgelegd. Voor de kempische kanalen en Albertkanaal is hierbij rekening gehouden met de gemiddelde afstand per schip, voor de andere kanalen met de lengte van de vaarweg. De Nocker et al. (2020) rapporteerde een totale kost tussen 23 700 en 47 700 EUR/dag voor alle vaarwegen. Het verschil tussen de lagere en hogere inschatting situeert zich in de inschatting waarop de achtergebleven vracht afgehandeld wordt. Voor de inschatting van de minimale kosten wordt aangenomen dat de achtergebleven vracht over de waterweg wordt vervoerd aan dezelfde kosten. Voor de hoge schatting wordt rekening gehouden met een mogelijke modal shift en bijkomende externe kosten. Als aangenomen wordt dat 10 % van de achtergebleven vracht via de weg moet vervoerd worden, dan zijn de vervoerskosten voor deze fractie zes keer zo hoog. Door bovendien rekening te houden met de externe kosten (schade door emissies van broeikasgassen en luchtverontreiniging) van scheepvaart en wegtransport, dan stijgen de kosten met 37 %. Samen maakt dit dat de extra kosten voor de maatschappij bij deze schatting dubbel zo hoog zijn dan de lage schatting. Op basis van Jonkers kan aangenomen worden dat (gemiddeld genomen) de inkomsten voor de scheepvaart gecompenseerd worden door hogere prijzen en dat deze kosten worden gedragen door verladers en/of industrie die gebruik maakt van binnenvaart.

Vaarweg	CMT-Klasse vaarweg	Transport (1000 ton /dag)	Impact diepgang-beperking vracht (%)	Impact diepgang-beperking vracht (1000 ton/dag)	Lage schatting Impact (kEUR/dag)	Hoge schatting impact (kEUR/dag)
Albertkanaal	6	98	8,0%	7,9	13,8	27,7
Kempische kan.	2	9	3,8%	0,3	1,7	3,4
ABC as	4	27	4,8%	1,3	0,9	1,7
Bovenshelde	5	28	7,3%	2,0	2,2	4,4
Leie	4	24	4,8%	1,1	2,4	4,9
Kanaal Gent-Oost	4	5	4,8%	0,2	0,5	0,9
Ringvaart gent	5	53	7,3%	3,9	2,3	4,7
Totaal		244		17	23,7	47,7

Tabel 60: Lage en hoge inschatting van de kost van een diepgangbeperking van 10 cm per vaarweg per dag (bron: De Nocker et al., 2020).

Vaarverbod voor beroepsvaart

Een lage en hoge inschatting van de kosten ten gevolge van een vaarverbod voor beroepsvaart werd gerapporteerd door De Nocker et al. (2020). De lage schatting (in kEUR/dag) is gebaseerd op het

gemiddeld aantal tonkm op de vaarweg en de gemiddelde kost voor binnenvaart. De hoge schatting is gebaseerd op aannames m.b.t. alternatieve transportmodi voor de achtergebleven vracht. Als we aannemen dat de helft hiervan via binnenschip wordt vervoerd via een traject dat dubbel zo lang is, een kwart via vervoer op de weg (lage schatting, zoals hierboven (0,2 EUR/tonkm) en een kwart via duurder wegtransport (0,4 EUR/tonkm) (Pantaei, 2020), dan belopen de kosten 2,2 MEUR per dag voor een vaarverbod op alle waterlopen in Vlaanderen. Uitgaande van de lage inschatting bedraagt de kost van het vaarverbod 403 kEUR per dag.

Vaarweg	CMT-Klasse	Vracht (1000 Ton/dag)	Lage impact schatting transportkosten (kEUR/dag)	Hoge impact schatting transportkosten (kEUR/dag)
Albertkanaal	6	98	234	1.297
Kempische kan.	2	9	29	160
ABC as	4	27	14	80
Bovenshelde	5	28	37	205
Leie	4	24	41	229
Kanaal Gent-Oost	4	5	8	43
Ringvaart gent	5	53	39	218
Totaal		244	403	2.233

Tabel 61: Lage en hoge impact schatting van transportkosten per vaarweg bij een vaarverbod (bron: De Nocker et al., 2020).

Gegroepeerd schutten bij recreatieve vaart

Bij recreatieve vaart wordt onderscheid gemaakt tussen toervaart (plezierboten met enkele passagiers) en boottochten; en werd door De Nocker et al. (2020) ook de impact geanalyseerd van gegroepeerd schutten en een vaarverbod.

De impact van langere wachttijden is minder onderzocht en duidelijk voor recreatieve vaart (toervaren). Voor een beperkte langere wachttijd kan men argumenteren dat wachten bij sluisen deel uitmaakt de beleving van een pleziervaart over een kanaal met sluisen. Gemiddeld genomen is de feitelijke vaartijd van plezierboten 5 uur per dag, bij aaneengesloten vaardagen (WES, 2003). Omdat zuinig schutten is aangekondigd kan men hier ook mee rekening houden bij de keuze van trajecten en dagplanning. Voor langere wachttijden (tot 4 uur) heeft dit wel een impact op dagplanning of beleving, en kan men eenzelfde redenering en methodiek hanteren als voor beroepsvaart. De lage schatting van de wachtkost per uur bedraagt bijgevolg 0 EUR.

Voor de hoge schatting wordt rekening gehouden met de gemiddelde vaste kosten voor toervaart en de kost van wachttijd. De vaste kosten bedragen gemiddeld 5200 EUR per schip voor afschrijving, liggelden, en dergelijke; en worden afgeschreven op 60 vaardagen (WES, 2017), bestaande uit 10 vakantie-uren. De kost gerelateerd aan de wachttijd wordt berekend door het gemiddeld aantal personen (2,3 personen per boot; WES, 2017) te vermenigvuldigen met een wachtkost (8 EUR/uur; KIM, 2013).

Kosten toervaren	Lage schatting wachtkost per boot (EUR/u)	Hoge schatting wachtkost per boot (EUR/u)
Vaste kosten	0	9
Wachttijd schipper en passagiers	0	19
Totaal	0	28

Tabel 62: Lagen en hoge schatting van de vaste en variabele kosten per boot voor toervaren (bron: De Nocker et al., 2020).

Hoewel de bandbreedte van de kost per uur behoorlijk groot is, wordt vastgesteld dat de kosten van gegroepeerd schutten voor recreatieve vaart per schip niet verwaarloosbaar zijn (in vergelijking met de kosten bij beroepsvaart), voornamelijk door het beperkt aantal vaardagen per jaar.

Er zijn grote verschillen in relatief belang pleziervaart versus binnenvaart. Pleziervaart is erg seizoensgebonden. Op het Albertkanaal is het aantal plezierboten in de zomer gemiddeld 9% van het aantal beroepsvaartuigen (Baetens et al, 2006); met een maximaal aandeel van 17%. In de zomermaanden is het aandeel van de pleziervaart in de totale wachtkosten 0,5% tot 2,5 %.

Voor de kempische kanalen is kan voor sommige sluizen in de zomermaanden het aantal plezierboten hoger zijn dan het aantal binnenschepen. Voor Mol Sluis is het aantal plezierboten en binnenschepen gedurende de zomermaanden (juni-september) ongeveer gelijk, maar in hoogzomer passeren tot 2.5 keer meer plezierboten dan binnenschepen. Daarnaast is het verschil tussen beroeps- en pleziervaart voor de wachtkosten per uur kleiner voor deze kleinere kanalen. Voor deze kanalen kan het aandeel van de pleziervaart in de totale wachtkosten oplopen tot 20 % (gemiddelde zomermaanden) tot 50 % (hoogzomer).

Kanaal	Type vaart	Kosten bij max. wachttijd 1 uur (1000 EUR/dag)	Kosten bij max. wachttijd 2 uur (1000 EUR/dag)	Kosten bij max. wachttijd 3 uur (1000 EUR/dag)	Kosten bij max. wachttijd 4 uur (1000 EUR/dag)
Albertkanaal	Binnenvaart	1,33	5,32	9,31	13,29
Albertkanaal	Pleziervaart	0,02	0,07	0,13	0,18
Kempische kan.	Binnenvaart	0,23	0,91	1,6	2,28
Kempische kan.	Pleziervaart	0,16	0,62	1,09	1,56

Tabel 63: Totale kost van gegroepeerd schutten per dag voor het Albertkanaal en de Kempische kanalen in functie van maximale wachttijd (bron: De Nocker et al., 2020).

Vaarverbod voor recreatieve vaart

De Nocker et al. (2020) onderscheiden drie situaties van alternatief gedrag in het geval van een vaarverbod voor tourvaart. In eerste instantie is het mogelijk dat het verbod beperkt is in tijd en tot enkele kanalen, waarbij aangenomen wordt dat de recreanten een alternatief plan vinden; de kost is in deze situatie verwaarloosbaar. Bij een tweede situatie wordt een verloren vaardag verondersteld. De vaste kosten per vaardag, die reeds werden gerapporteerd voor gegroepeerd schutten, worden gebruikt als inschatting van de kost (88 EUR/dag). Bovendien wordt een vierde van de toegevoegde waarde van de bestedingen geteld (22 EUR/dag), gebaseerd op droogtestudies voor Nederland waar gesuggereerd wordt dat drie vierden een alternatieve activiteit uitvoeren in dezelfde regio.

Een derde situatie die door De Nocker et al. (2020) werden onderzocht is het verlies van de aantrekkelijkheid van een haven, omwille van frequente hinder ten gevolge van droogte. Omwille van de reactieve focus van het afwegingskader wordt deze situatie niet verder besproken.

Voor boottochten is er in verhouding minder informatie (WES, 2017) en worden de economische kosten ingeschat op basis van aantallen passagiers en hun bestedingen en onderhoudskosten voor de boten. Toegevoegde waarde per passagier is ingeschat op 21 EUR/passagier. De totale kosten van een vaarverbod per dag worden geschat op basis van lage en hoge aannames voor het aantal passagiers per boot per dag, uitgaande van een boot met max. 100 passagiers en 1 tot 2 trips per dag. De aanname is dat 1/3^e van de bestedingen verloren gaat. De lage en hoge schatting van de toegevoegde waarde van de bestedingen bedragen 746 EUR/dag en 2982 EUR/dag per boot.

Maatregelen huishoudens

Verschiedende waterbesparende maatregelen voor huishoudens worden onderstaand in detail besproken. Bij deze maatregelen is de kost veelal geen rechtstreeks meetbare economische impact, maar een sociale kost die hinder of verlies van welvaart vertegenwoordigt. Om de sociale kost te bepalen kan worden beroep gedaan op verschillende waarderingmethoden. Onderstaand wordt de kostprijs van alternatieven toegepast, die inschat wat de waarde of hinder is voor een individu op basis van de bereidheid om voor een alternatief te betalen. Ook een inschatting van de vraagfunctie naar waterverbruik voor een bepaalde toepassing kan informatie bieden over de sociale kost indien niet aan deze vraag kan voldaan worden.

Verbod op het afspuiten van voertuigen

De mogelijke maatregelen voor beperking van waterverbruik voor huishoudens resulteren in sommige gevallen niet rechtstreeks in economische kosten. Toch kunnen de opgelegde beperkingen zorgen voor hinder, ongemak of verlies aan comfort. Deze 'sociale kost' wordt dus niet steevast expliciet betaald door de partij die hinder ondervindt. Het kwantificeren van de sociale kost laat echter toe om de grootteorde van de impact in te schatten.

Een methode om de sociale kost in te schatten voor het verbod op afspuiten van voertuigen bestaat uit het analyseren van de kosten van alternatieven. Het gedrag dat wordt gesteld door de huishoudens waarop deze beperking van toepassing is, geeft inzicht in de hinder van de beperking die wordt ervaren. Wanneer een individu zinnens was om zijn/haar voertuig af te spuiten en deze beperking wordt opgelegd

zijn er drie mogelijke reacties; het niet wassen van het voertuig (a), het voertuig wassen in een doe het zelf carwash (b), het voertuig wassen in een automatische wasstraat (c). In het verleden gold de beperking voor wassen van voertuigen immers niet voor commerciële carwash-bedrijven. Een inschatting van het aantal individuen dat voor elke optie kiest, en een inschatting van de kosten gerelateerd aan deze opties, laten toe om de hinder (sociale kost) te kwantificeren.

De gemiddelde wasbeurt van een auto verbruikt 150 liter water (bron: Pidpa). Wanneer we ermee rekening houden dat gemiddeld de helft van het volume water voor het wassen van auto's afkomstig is van hemelwater en de helft van leidingwater, betekent dit dat een auto wassen gemiddeld 0,32 EUR kost. Als we kijken naar de personen die tijdens een welbepaalde periode hun auto wassen, kunnen we stellen dat voor die groep het wassen van de auto gemiddeld minstens een waarde heeft van 0,32 EUR. Personen die hun auto niet wassen in deze periode, worden niet beschouwd.

	Auto niet wassen	Doe het zelf carwash	Wasstraat
Keuze voor alternatief	90 %	8 %	2 %
Verplaatsingsafstand [km]	0	10	10
Verplaatsingskost [EUR]	- EUR	0,65 EUR	0,65 EUR
Kost wassen auto [EUR]	- EUR	5,00 EUR	15,00 EUR
Kost alternatief [EUR]	- EUR	5,65 EUR	15,65 EUR

Tabel 64: *Inschatting van de keuze voor alternatieven en kosten van alternatieven bij verbod op het afspuiten van voertuigen.*

Stel dat elke persoon die van plan was zijn auto te wassen bij een verbod een wasstraat bezoekt, kunnen we stellen dat de waarde voor deze personen gemiddeld minstens 15,65 EUR is. Stel dat geen enkele persoon een alternatief opzoekt, en dus niemand zijn auto wast gedurende het verbod, kunnen we enkel stellen dat de waarde minstens 0,32 EUR is. Aangezien deze personen geen water verbruikt hebben, en dus 0,32 EUR bespaard hebben; bedraagt de hinder voor deze groep ongeveer 0 EUR. Op basis van de inschatting van het gedrag van personen die normaal gezien tijdens de beperking hun auto zouden wassen, komen we uit op een gemiddelde hinder van 0,77 EUR/wasbeurt, of 5,10 EUR/m³.

De sociale kost is afhankelijk van de mate waarin alternatieven worden gekozen. Dit gedrag is nog niet in kaart gebracht via eerdere studies aan de hand van empirische data of bevragingen. In het kader van dit project was er geen ruimte om te peilen naar het gedrag van huishoudens via een uitgebreide enquête wanneer droogtemaatregelen van toepassing zijn. De mate waarin alternatieven zullen worden gekozen is bepaald op basis van een inschatting. Hoewel hier een onzekerheid optreedt, en de sociale kost dus zou kunnen onderschat of overschat worden, geeft het resultaat reeds een inschatting van de grootteorde van de hinder.

Verbod op het bijvullen van zwembaden

Net als bij het verbod op het afspritzen van voertuigen kan de hinder worden gekwantificeerd aan de hand van het alternatieve gedrag dat particulieren zullen stellen bij een verbod op het bijvullen van zwembaden. Bij de studie naar droogte en mogelijkheden voor reactief en proactief waterbeleid in Limburg (KU Leuven, BDB, VUB, 2020) werd ingeschat dat het gemiddeld waterverbruik voor het vullen van een zwembad 2 m³ bedraagt. Dit omvat zowel kleine, middelgrote als grote plons- en zwembaden. Door zwembadinstallateurs wordt aangeraden een zwembad met leidingwater te vullen. Bijgevolg wordt de gemiddelde kostprijs voor het vullen van een zwembad ingeschat als 8,60 EUR.

	Niet zwemmen	Publiek zwembad	Openbaar zwemmen
Keuze voor alternatief	50%	30%	20%
Verplaatsingsafstand [km]	0	30	20
Verplaatsingskost [EUR]	- EUR	1,95 EUR	1,30 EUR
Toegangskost gemiddeld / gezin [EUR]	- EUR	20,00 EUR	- EUR
Kost alternatief	- EUR	21,95 EUR	1,30 EUR

Tabel 65: *Inschatting van de keuze voor alternatieven en kosten van alternatieven bij verbod op het (bij)vullen van zwembaden.*

De alternatieven voor het vullen van een zwembad zijn niet zwemmen (a), zwemmen in een publiek zwembad (b), zwemmen op een openbare plaats (c). De mate waarin voor deze alternatieven wordt gekozen door mensen die tijdens het verbod hun zwembad zouden vullen, wordt ingeschat als 50%, 30% en 20%. Een belangrijke opmerking hierbij is dat mensen die tijdens het verbod geen zwembad zouden vullen, niet worden beschouwd. Deze mensen ondervinden immers geen hinder. Voor het bepalen van de totale hinder door de maatregel, zal finaal vertrokken worden van de waterbalans, waarin is ingeschat welk volume water per dag gebruikt wordt voor het (bij)vullen van zwembaden.

Via in rekening brengen van de verplaatsingskosten en de toegangskosten van het alternatief, kan bepaald worden hoeveel de gemiddelde kost voor het alternatief bedraagt voor de getroffen huishoudens. De sociale kost van deze maatregel bedraagt op basis van deze inschatting 6,85 EUR per huishouden dat van plan was een zwembad (bij) te vullen, wat overeenkomt met 3,42 EUR per m³ water bespaard. Ook hier kan de opmerking gemaakt worden dat voornamelijk de grootteorde van de sociale kost belangrijk is, aangezien er onzekerheid bestaat op de mate waarin de alternatieven zullen worden toegepast.

Verbod op het besproeien van terreinen

In de studie naar droogte en instrumenten voor reactief en proactief waterbeleid voor provincie Limburg (KU Leuven, BDB, VUB, 2020) werd het besproeien van terreinen uitgebreid geanalyseerd. Hierbij werd rekening gehouden met de oppervlakte aan tuinen, het voorkomen van incidentele beregening, zelfbouw

permanente systemen en semi-automatische systemen voor beregening. Vervolgens werd een inschatting gemaakt van het jaarlijks verbruik van deze systemen en het totale volume verbruikt per waterbron (grondwater, leidingwater, hemelwater). Vertrekkende van deze bevindingen bedraagt de gewogen gemiddelde kost voor de besproeiing van terreinen 2,29 EUR per m³ water.

Oppervlakte:	m ²	10-500	500-1000	1000-2500	2500-10000	10000-20000	
per klasse:	aantal tuinen	aantal	228855	72148	28344	7450	807
	totale oppervlakte	ha	5719	4922	4101	3253	1173
	gemiddeld	ha/huishouden	0.025	0.068	0.145	0.437	1.454
Oppervlakteaandeel, berekend (%):							
	Semi-autom. systeem			0.2%	0.5%	0.5%	0.5%
	Zelfbouw, permanente systemen		0.3%	0.2%	0.2%		
	Incidentele beregening		15%	15%	10%	1%	0.5%
Gemiddeld jaarverbruik (m³/j):							
	Semi-autom. systeem			55123	114818	91080	32857
	Zelfbouw, permanente systemen		48037	27561	22964		
	Incidentele beregening		240185	206711	114818	9108	1643
			288222	289395	252600	100188	34500
	Totaal:						964905 m³/j
Waterbron:							
							Totaal
Grondwater	aandeel		10%	10%	90%	99%	50%
	verbruik		28822	28940	227340	99186	17250
Leidingwater	aandeel		85%	85%	10%	1%	
	verbruik		244989	245986	25260	1002	517237
Hemelwater	aandeel		5%	5%			
	verbruik		14411	14470			28881

Figuur 208: Analyse van de watervraag voor irrigatie van terreinen in Limburg (Coussement et al., 2020).

De kosten voor installaties van de systemen wordt geschat op 1000 EUR (zelfbouw) en 3000 EUR (semi-automatische systemen) en de levensduur wordt ingeschat op 10 tot 25 jaar respectievelijk. Dit betekent dat de afschrijving van de beregeningsinstallaties ongeveer 2% bedraagt van de kost van het waterverbruik. De betalingsbereidheid voor beregening van terreinen bedraagt gemiddeld minstens 2,34 EUR per m³ water. De sociale kost van een sproeiverbod voor terreinen wordt gelijkgesteld aan deze betalingsbereidheid.

Vervolgens kan via een bodemvochtmodel, naar analogie met de methodiek voor berekening van schade ten gevolge van een irrigatieverbod in landbouw, onderzocht worden of het sproeiverbod zal resulteren in het afsterven van het gazon. Indien dit het geval blijkt, kan een bijkomende kost van de maatregel berekend worden voor het opnieuw aanleggen van het terrein. Hiervoor kan een eenheidsprijs van 5 EUR per m² tuin worden gehanteerd.

Verbod op watergebruik voor het afsproeien/reinigen van verhardingen, straten, greppels, daken, gevels, tenten of luifels

Bij een verbod op watergebruik voor het afsproeien/reinigen van verhardingen, straten, greppels, daken, gevels, tenten of luifels wordt ingeschat dat de hinder beperkt is. In de meeste vallen lijkt het mogelijk om de activiteit uit te stellen. De sociale kost voor deze maatregel voor huishoudens wordt als

verwaarloosbaar ingeschat. Aanvullend op deze maatregel voor beperking van huishoudelijk waterverbruik, kan een soortgelijke maatregel ook opgelegd worden voor ondernemingen die deze dienst uitvoeren. In dit geval treedt er een economische kost op, die kan gekwantificeerd worden via de methodiek die beschreven wordt bij de maatregelen voor industrie, i.e. beperking van waterverbruik voor bepaalde sectoren.

Richtlijn voor beperking van de douchetijd tot 5 minuten

De gemiddelde douchetijd in Vlaanderen bedraagt tussen de 8 en de 10 minuten volgens berichten in Het Nieuwsblad in 2007 (8,4 minuten) en Het Laatste Nieuws in 2019 (10 minuten). Door experts wordt aanbevolen om de douchetijd te beperken tot 5 minuten. Deze tijdsperiode volstaat vanuit het oogpunt van hygiëne. Een mogelijke maatregel tijdens een droogtecrisis bestaat uit het expliciet communiceren van de richtlijn om de douchetijd te beperken tot 5 minuten. Aangezien douche en bad samen 25% van het huishoudelijk waterverbruik innemen volgens het Vlaams Milieurapport, 2019; kan een beperking van douchetijd in theorie een aanzienlijke besparing van water betekenen.

Inschatten van de hinder van een beperking van douchetijd is niet triviaal. Aangezien 5 minuten volstaan voor hygiënische redenen, veronderstellen we dat de hinder voor een beperking van de douchetijd verwaarloosbaar is. Deze maatregel is bij uitstek niet afdwingbaar. Het douchegegedrag speelt zich af binnenshuis en elke persoon zal voor zichzelf beslissen in hoeverre hij/zij de richtlijn volgt. We kunnen aannemen dat personen die de hinder van een beperktere douchetijd aanzienlijk vinden (bv. omwille van voorkeur voor lang douchen, omwille van langere tijd vereist voor hygiëne of om andere redenen), zich niet aan de maatregel zullen houden. Belangrijk is bijgevolg om in de inschatting van de beperking van het waterverbruik conservatief te zijn; en de werkelijke besparing van deze maatregel lager in te schatten dan theoretisch mogelijk.

Maatregelen natuur

Kosten of schade voor de natuur zal in veel gevallen juist optreden bij het uitblijven van maatregelen. Voornamelijk bij afname van waterbeschikbaarheid bij onbevaarbare waterlopen en bij een daling van de freatische grondwaterstand zal de natuur schade ondervinden. Met deze impact wordt rekening gehouden via een schadefunctie of beperking, zoals hiervoor reeds besproken. Daarnaast zijn actieve maatregelen denkbaar die een kost voor de natuur met zich meebrengen, zoals het dichtzetten van watervangen ter bevloeiing van natuurgebieden. Om deze kost te berekenen kan echter beroep gedaan worden op de methodiek van schadefuncties en/of beperkingen. De kost van het dichtzetten van de watervangen hangt immers niet af van de handeling zelf (de manuren voor deze wijziging worden als een verwaarloosbare kost beschouwd), maar de kost wordt bepaald door de toestand van het watersysteem. De schade hangt af van de mate waarin voldoende water beschikbaar is in het natuurgebied.

Maatregelen recreatie

Twee mogelijke maatregelen voor recreatie zijn de beperking van watersporten of een zwembod. Beide maatregelen zorgen niet voor een kwantitatieve besparing van waterverbruik, maar worden

relevant indien de kwaliteit van het water achteruitgaat en schade zou kunnen optreden wanneer watersporten en zwemmen wel toegelaten zouden zijn. De wijze waarop met kwaliteit van water kan rekening gehouden worden bij de schadefuncties wordt momenteel onderzocht. Onderstaand wordt reeds ingeschat wat de kost is van beide beperkingen van recreatie.

Beperking recreatie watersporten

Een verbod op watersporten wordt in sommige gevallen opgelegd wanneer de waterkwaliteit onvoldoende is om veiligheid te waarborgen bij het uitoefenen van deze sporten. Voornamelijk bij de problematiek rond blauwalgen is een verbod voor jetskiën, waterskiën, wakeboarden gangbaar. Bij vaststelling van de aanwezigheid van blauwalgen worden andere vormen van recreatie zoals kajak, kano, SUP, waterfietsen, boot- en wedstrijdvisserij, zeilen, roeien en windsurfen ontraden.

De kost t.g.v. van een verbod van bepaalde watersporten wordt door VITO ingeschat op basis van de bestedingen per activiteit, uitgemiddeld voor regelmatige watersporters (clubleden, eigen materiaal) en eenmalige recreanten (WES, 2017). Dit komt neer op een gemiddelde besteding van 26 EUR per activiteit, en een toegevoegde waarde van 19 EUR/activiteit. Voor de lage schatting van de kosten van een verbod hanteren we 25 % van deze toegevoegde waarde als verlies, en voor de hoge schatting 100 %. De kengetallen bedragen dus respectievelijk 5 EUR/dag (lage inschatting) en 19 EUR/dag (hoge inschatting) en zijn geldig voor niet-gemotoriseerde sporten (roeien, kano, sup, ...).

Zwemverbod

Omwille van kwaliteitsvereisten kan ook een zwemverbod worden ingesteld. Op bevaarbare waterlopen is zwemmen steeds verboden, maar op verschillende onbevaarbare waterlopen is zwemmen onder normale omstandigheden toegestaan. De kost van een zwemverbod kan worden ingeschat op basis van de keuze voor alternatieve bestedingen, naar analogie met de berekening voor de kost van een beperking tot vullen van zwembaden. De mate waarin voor bepaalde alternatieven gekozen wordt, hoeft niet identiek te zijn als bij een verbod op het bijvullen van zwembaden. Er wordt immers gekeken naar een andere groep, respectievelijk de groep personen die thuis een zwembad zou willen bijvullen en de groep personen die zou willen zwemmen in het openbaar domein, maar dat niet langer kan omwille van een zwemverbod.

Alternatieve bestedingen: zwemverbod	Niet zwemmen	Publiek zwembad	Openbaar zwemmen andere locatie
Keuze voor alternatief	40%	30%	30%
Verplaatsingsafstand [km]	0	30	40
Verplaatsingskost [EUR]	- EUR	1,95 EUR	2,60 EUR
Toegangskost gemiddeld / individu [EUR]	- EUR	5,00 EUR	- EUR
Kost alternatief	- EUR	6,95 EUR	2,60 EUR

Tabel 66: Inschatting van de keuze voor alternatieven en kosten van alternatieven bij zwemverbod.

Maatregelen waterbeheerder

Bij het beheer van de waterwegen zijn er verschillende mogelijkheden tot sturing of regeling van het systeem. Wanneer de sturing of regeling inhoudt dat een stuw of eenemaal anders wordt ingesteld, wordt aangenomen dat de rechtstreekse directe kost verwaarloosbaar is. De gevolgen van deze regeling zijn niet verwaarloosbaar, maar afhankelijk van het systeem en de waterbeschikbaarheid op de locaties geïmpacteerd door de gewijzigde regeling. Deze gevolgen kunnen met behulp van de schadefuncties of beperkingen worden gekwantificeerd. Voor het terugpompen van water op de waterloop wordt de directe kost niet als verwaarloosbaar beschouwd, maar wordt deze onderstaand in detail geanalyseerd. De voordelen van deze maatregel zijn uiteraard opnieuw afhankelijk van de schadefuncties en of beperkingen.

Water terugpompen aan sluizen

De economische kosten gerelateerd aan het terugpompen van water via vaste en mobiele installaties en door terugpompen van Maaswater in Nederland werden geanalyseerd door De Nocker et al. (2020).

Op het Albertkanaal bevinden zich drie terugpompinstallaties op de sluizencomplexen van Ham, Olen en Hasselt. Deze installaties wekken groene stroom op bij voldoende waterbeschikbaarheid en kunnen ingezet worden voor het terugpompen van water bij waterschaarste. Drie bijkomende installaties op sluizencomplexen van het Albertkanaal zijn in aanbouw of ontwerp (Tractebel, 2017). De kost voor het terugpompen van water met behulp van de vaste installaties langs het Albertkanaal wordt geraamd op 0,0048 EUR/m³ water teruggesompt. Bij deze berekening werd uitgegaan van een hoogte waarover teruggesompt wordt van 10 meter, een elektriciteitskost van 0,1365 EUR/kWh en efficiëntie van de pompen en de motor van 77% (RA, 2009).

Fase	Maasafvoer [m ³ /s]	Werking pompen	Kost terugpompen [EUR/dag.sluis]
Alarm	60	0xWKC	0
Alarm	50	1 x pomp	833
Alarm	40	2 x pomp	2.917
Crisis	30	3 x pomp	5.001
Crisis	20	3 x pomp	6.251

Tabel 67: Werking en kosten per dag per sluis van vaste installaties voor terugpompen van water, in functie van het debiet Maasafvoer (bron: Schade bij droogte, De Nocker et al., 2020).

Aan de hand van een tijdelijke overeenkomst met Rijkswaterstaat kan Vlaanderen een vergoeding betalen aan Nederland voor pompkosten gerelateerd aan het terugpompen van water in Born en Maasdracht. In dat geval betaalt Vlaanderen de energiekosten voor het terugpompen (0,0055 EUR/m³). Bovendien neemt Vlaanderen een deel van de afschrijvings- en onderhoudskosten op zich à rato van het aandeel gebruik van de installaties (0,0084 EUR/m³). De totale kost per m³ water teruggesompt wordt ingeschat op 0,0140 EUR/m³. In 2018 en 2019 bedroeg de vergoeding 440 758 en 414 349 EUR.

Mobiele pompinstallaties kunnen ingezet worden bij sluizen waar geen vaste pompinstallatie beschikbaar is. De kosten voor mobiele pompinstallaties omvatten huur, installatie en afbraakkosten en energiekosten. Ingeschat wordt dat de huur van de vaste pompen ongeveer 90 000 EUR bedraagt, inclusief opbouw en afbraak. De teruggesompte volumes worden geschat op 5 tot 8 m³ per seconde, gedurende 10 tot 14 dagen. Op basis van deze inschattingen ligt de totale kostprijs voor inzet van mobiele pompinstallaties tussen 0,014 EUR/m³ en 0,030 EUR/m³.

Aangepaste sturing of regeling van water

De voordelen en nadelen van aangepaste sturing of regeling zijn afhankelijk van de schadefuncties of beperkingen op de plaatsen geïmpacteerd door de ingreep. Verschillende vormen van ingrijpen op de waterweg worden op deze wijze geanalyseerd: reductie van stuwaafvoeren, wijzigen van peilinstellingen van stuwen, aanpassen van pompgemalen, en dergelijke. Bij aanpassingen van de sturing of regeling wordt voor analyse van de kosten en baten enkel gekeken naar de beïnvloeding van de schadefuncties van de betrokken systemen. De kosten voor de aanpassingen van de regelingen worden niet in rekening gebracht.

Gebruik van grondwater voor het op peil houden van het oppervlaktewater

Ook voor het oppompen van grondwater voor het op peil houden van oppervlaktewater zijn de kosten en baten voornamelijk afhankelijk van de schadefuncties van het grondwatersysteem en het oppervlaktewatersysteem. Zoals reeds toegelicht is het weliswaar onduidelijk in welke mate een schadefunctie moet en kan opgesteld worden om de schade op korte termijn, beïnvloedbaar in reactieve context, te kwantificeren voor het grondwatersysteem. Bij de overweging van deze maatregel kan de vraag gesteld worden in welke mate het grondwater tijdens een droogteperiode kan aangesproken worden voor het op peil houden van oppervlaktewater, zonder dat dit op lange termijn resulteert in een

onevenwicht van de waterbeschikbaarheid van het grondwater. Voorlopig is geen antwoord beschikbaar op deze vraag. De directe kosten voor deze maatregel bestaan hoofdzakelijk uit pompkosten. De pompkosten van terugpompen van water bij sluizen kan gehanteerd worden als proxy voor deze kost. De grootteorde van de pompkosten wordt ingeschat op 0,01 EUR/m³.

Stroming van de waterloop bevorderen om waterkwaliteit te verbeteren

Het bevorderen van de stroming om de waterkwaliteit te verbeteren is ook een maatregel waarbij de kosten en baten voornamelijk bepaald worden door de toestand van het watersysteem, en dus de schadefuncties of beperkingen van de geïmpacteerde gebieden. De directe kosten worden verwaarloosbaar verondersteld.

8. Bouwstenen voor afweging – Principes voor afweging

Het afwegingskader heeft als doelstelling om op consistente wijze mogelijkheden tijdens een droogtecrisis te analyseren, om tot weloverwogen beslissingen te kunnen komen om de negatieve impact van waterschaarste voor de samenleving te beperken. Een grote toegevoegde waarde van het afwegingskader situeert zich in deze consistente aanpak, in de wetenschappelijke onderbouwing van de impact en in de duidelijke analyse van voor- en nadelen van verschillende opties. De spelregels waarmee het afwegingskader rekening houdt bij de analyse van een droogtecrisis, worden omschreven door een set van principes. Het is uitdrukkelijk de bedoeling om via het belanghebbendenoverleg zo breed mogelijk gedragen consensus te bekomen over de principes, opdat de methodiek die door het afwegingskader wordt toegepast zou kunnen rekening houden met verschillende invalshoeken en belangen.

Als uitgangsprincipe voor prioritering van maatregelen met behulp van het afwegingskader zijn er drie mogelijkheden:

1. Laagste totale maatschappelijke kost per volume water bespaard
2. Laagste totale maatschappelijke kost
3. Positionering in een hiërarchie

Indien eerst maatregelen worden naar voor geschoven via het uitgangsprincipe 'laagste totale maatschappelijke kost per volume water bespaard' dan houdt men impliciet rekening met de doeltreffendheid van een maatregel. Een goedkope maatregel, die slechts een verwaarloosbare besparing inhoudt, wordt niet noodzakelijk gesuggereerd door het afwegingskader. Zowel de maatschappelijke kost als de besparing wordt gebiedsspecifiek en binnen het tijds kader onderzocht. Het is dus mogelijk dat niet in elk gebied dezelfde maatregel prioritair is.

Het uitgangsprincipe 'laagste totale maatschappelijke kost' houdt geen rekening met de potentiële waterbesparing die met de maatregel kan bereikt worden. De maatregelen met laagste maatschappelijke kost worden aanbevolen tot wanneer de noodzakelijke waterbesparing gerealiseerd is. Net als bij het vorige uitgangsprincipe is het mogelijk dat de prioritering verschilt naargelang de locatie en timing waarop het afwegingskader wordt toegepast.

Een derde uitgangsprincipe bestaat erin de maatregelen (of sectoren) in een vaste hiërarchie te verdelen. Maatregelen worden opgelegd volgens deze hiërarchie, tot wanneer de noodzakelijke besparing gerealiseerd wordt. De Nederlandse verdringingsreeks is een voorbeeld van dergelijke aanpak. Deze werkwijze heeft als voordeel dat de aanpak eenvoudiger te begrijpen en toe te lichten is. Een kwantitatieve bepaling van de kosten per maatregel is ook niet noodzakelijk vereist bij deze aanpak. Een mogelijk nadeel is dat er geen rekening wordt gehouden met eventuele specifieke situatie van een welbepaalde droogtecrisis, plaats en/of tijd.

Bij het bepalen van een hiërarchie voor maatregelen (of sectoren) kan de maatschappelijke kost van een maatregel (toegevoegde waarde van een sector) gebruikt worden om de positionering vast te leggen.

Daarnaast zijn andere argumenten uiteraard ook mogelijk, zoals bv. politieke belangen, strategie van het waterbeleid, ... Bij keuze voor uitgangsprincipe 1 of 2 is het mogelijk dat de maatregelen qua grootteorde van impact significant uiteen liggen. In dit geval is het niet ondenkbaar dat zelfs rekening houdend met de gebiedsspecifieke vereisten, toch steeds dezelfde volgorde van maatregelen gesuggereerd wordt. In dat geval bekomt men in werkelijkheid een hiërarchie van maatregelen, hoewel dit niet het uitgangsprincipe was.

Het uitgangsprincipe hoeft niet noodzakelijk strikt te worden toegepast. Het is mogelijk om met bijkomende overwegingen rekening te houden en correcties door te voeren voor bepaalde kosten, situaties of impacten. In eerste instantie is het belangrijk om voeling te krijgen met de correcties en overwegingen. Vervolgens worden deze ook mathematisch vertaald, opdat het principe kan toegepast worden in het afwegingskader. Volgende vragen komen daarbij aan bod:

- Hoe moeten economische, sociale en ecologische schade worden afgewogen? Als gevolg van bepaalde maatregelen zullen rechtstreeks economische verliezen optreden. In andere gevallen is de kost een verlies aan comfort en dus een inschatting van hinder, zonder of met beperkte monetaire impact. Ook externe ecologische kosten voor de omgeving en het milieu zijn mogelijk (het verlies van biodiversiteit of achteruitgang van de toestand van waardevolle gebieden, ...). Kunnen economische, sociale en ecologische kosten worden vergeleken, of is het aangewezen meer belang te hechten aan bepaalde kosten?
- Is een correctie aangewezen op basis van de actoren die de kost dragen? Is een kost voor bepaalde actoren minder ernstig dan een kost voor andere actoren (overheid, huishoudens, ondernemingen, landbouwers, natuur, ...)?
- Is het aangewezen om irreversibele schade zoveel mogelijk te vermijden? Is het aangewezen om maatregelen niet te beschouwen indien deze resulteren in irreversibele schade?
- Moet rekening worden gehouden met de afdwingbaarheid van maatregelen bij het bepalen van de volgorde waarmee maatregelen worden gesuggereerd? Is het aangewezen om voor niet-afdwingbare maatregelen de inschatting in besparing te corrigeren, of wordt de maatregel simpelweg minder snel voorgesteld?
- Is het relevant om rekening te houden met de administratieve eenvoud of moeilijkheden om een maatregel te implementeren?
- Moet de impact op de volksgezondheid en/of de gezondheid van dieren worden beschouwd binnen het afwegingskader? Op welke wijze?
- In hoeverre moet een partij 'beloond' worden die reeds maatregelen treft om water te besparen? In welke gevallen is het haalbaar of aangewezen om hier rekening mee te houden; onderscheid in te maken?
- Is het eerlijk dat bij meerdere droogteperiodes steeds dezelfde partijen worden getroffen?
- Is het aangewezen om bepaalde maatregelen te implementeren omwille van sensibilisering?

- Zijn er nog overige principes die relevant zijn bij de bepaling van welke maatregelen moeten worden naar voor geschoven?

Tijdens workshop W3 werd via de tafeldiscussie besproken welke principes aangewezen zijn om op te nemen binnen het afwegingskader. Vervolgens werd na afloop van W3 ook een online bevraging over de principes van het afwegingskader gelanceerd, en input van verschillende belanghebbenden werd via verschillende kanalen overgemaakt. Onderstaand wordt toegelicht hoe deze input verwerkt werd en welke principes aangewezen zijn om te hanteren bij de opbouw van het afwegingskader, op basis van de visie van de verschillende belanghebbenden.

Enquête principes

Om tot een zo breed mogelijk gedragen afwegingskader te komen, is het belangrijk om duidelijk zicht te krijgen op de standpunten van de belanghebbenden. Enerzijds werd tijdens W3 ruimte voorzien om te interageren en van gedachten te wisselen over de principes waarop het afwegingskader gebaseerd moet worden. Anderzijds werd een enquête opgesteld om expliciet te peilen naar de mening van de belanghebbenden over de verschillende principes. De enquête werd online afgenomen. Onderstaande vragen kwamen aan bod:

Algemeen:

1. Naam:
2. Organisatie:

Principe afdwingbaarheid:

3. Moet rekening gehouden worden met afdwingbaarheid van maatregelen?
4. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen voor niet-afdwingbare maatregelen?
5. Opmerkingen bij principe afdwingbaarheid:

Principe sensibilisering:

6. Is het aangewezen om bepaalde maatregelen op te leggen omwille van sensibilisering, ook indien deze maatregelen weinig impact hebben?
7. Welke maatregelen zouden versneld moeten worden gesuggereerd omwille van sensibilisering?
8. Opmerkingen bij principe sensibilisering:

Principe: consistentie of rotatie?

9. Is het aangewezen dat bij opeenvolgende droogteperiodes dezelfde maatregelen worden opgelegd, en bijgevolg dezelfde partijen worden getroffen?
10. Opmerkingen bij principe consistentie of rotatie:

Principe: correctie voor geleverde inspanningen:

11. Moet een partij beloond worden die reeds inspanningen levert voor waterbesparing?
12. Welke geleverde inspanningen zouden kunnen worden beschouwd voor het toepassen van correcties?

13. Voor alle sectoren behalve huishoudens; is het aangewezen om nooit beperkingen op te leggen voor gebruik van hemelwater (omwille van inspanningen voor opvangen hemelwater)?
14. Voor huishoudens; is het aangewezen om nooit beperkingen op te leggen voor gebruik van hemelwater?
15. Opmerkingen bij principe correctie voor geleverde inspanningen:

Principe: Irreversibele schade:

16. Welke overwegingen zijn aangewezen indien irreversibele schade optreedt?
17. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen bij irreversibele schade?
18. Opmerkingen bij principe irreversibele schade:

Principe 6: Schade gezondheid mens of dier

19. Is een correctie aangewezen indien schade voor de gezondheid van mensen zou optreden?
20. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen bij schade met gevolgen voor gezondheid van mensen?
21. Is een correctie aangewezen indien schade voor de gezondheid van dieren zou optreden?
22. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen bij schade met gevolgen voor gezondheid van dieren?
23. Voor welke sectoren wordt deze correctie beschouwd?
24. Opmerkingen bij principe schade voor mensen en dieren:

Principe: Kostensoorten:

25. Moet onderscheid gemaakt worden tussen economische, sociale en ecologische kosten en schade?
26. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen voor sociale kosten? Stel economische kost: factor = 1; Welke correctiefactor geldt voor sociale kosten?
27. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen voor ecologische kosten? Stel economische kost: factor = 1; Welke correctiefactor geldt voor ecologische kosten?
28. Opmerkingen bij principe kostensoorten:

Principe: betrokken actoren:

29. Is een correctie aangewezen voor kosten/schade die door de overheid worden gedragen?
30. Welke correctiefactor is volgens u aangewezen voor kosten gedragen door de overheid?
31. Opmerking bij principe kosten voor overheid:

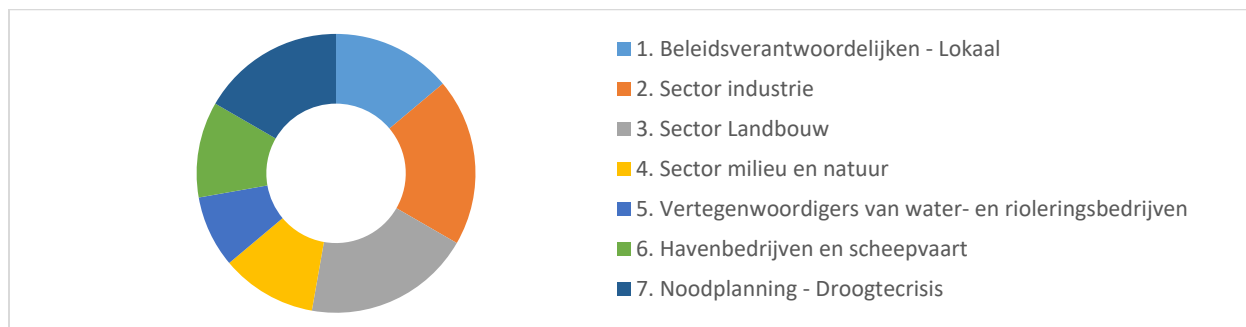
Principe: verdeling kosten:

32. Is het aangewezen dat alle sectoren een evenredig deel van de kosten dragen bij waterschaarste? Ook indien dit betekent dat de kosten voor sommige sectoren minder impact opleveren.
33. Opmerkingen bij principe verdeling kosten:

Bijkomende principes?

34. Met welke principes zou nog rekening kunnen worden gehouden bij uitwerking van het afwegingskader?

In Figuur 209 is de vertegenwoordiging van de verschillende sectoren weergegeven in de ontvangen antwoorden.

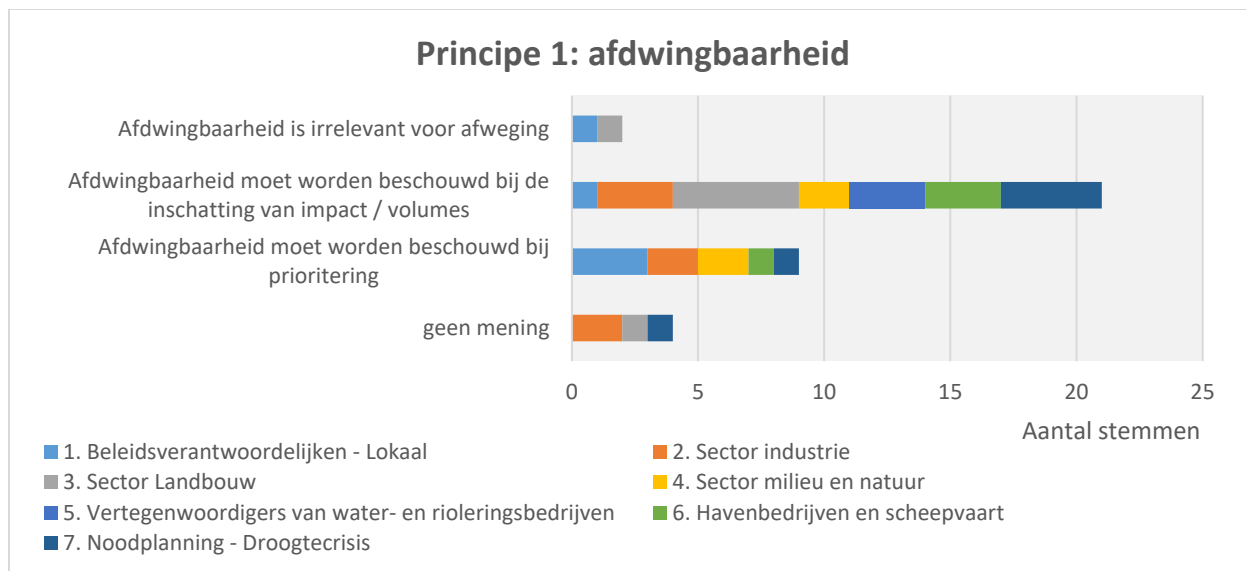


Figuur 209: Vertegenwoordiging van de verschillende sectoren in de antwoordformulieren van de enquête over de principes voor afweging.

Resultaten enquête

Principe 1: afdwingbaarheid

De meerderheid van de belanghebbenden gaf aan dat afdwingbaarheid best beschouwd wordt bij de inschatting van de impact van een maatregel. Dit betekent dat in rekening wordt gebracht dat een minder afdwingbare maatregel mogelijk niet tot de maximale potentiële besparing leidt. Het moet volgens de meerderheid van de belanghebbenden dan ook niet zozeer de betrachting zijn om louter afdwingbare maatregelen op te leggen. Bepaalde personen geven bovendien aan dat het nemen van niet-afdwingbare maatregelen kan bijdragen aan het creëren van draagvlak door beroep te doen op de verantwoordelijkheid en burgerzin. Daarnaast geeft een groot deel van de respondenten aan dat het aangewezen is om aandacht te besteden aan het handhavingsbeleid van de maatregelen die genomen worden. Er wordt op gewezen dat inzetten op handhaving ertoe zal leiden dat de maatregelen een verhoogd effect hebben.



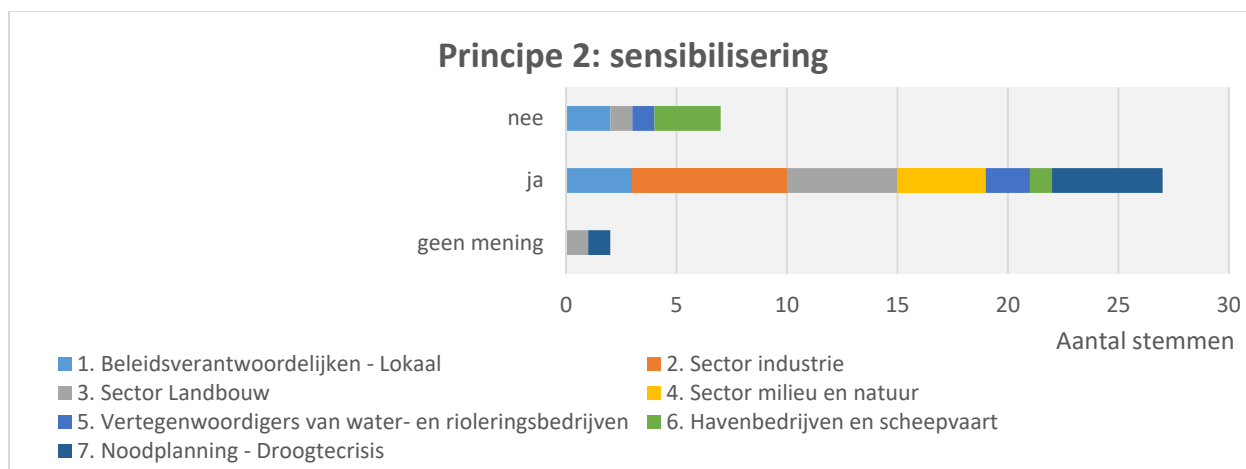
Figuur 210: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. afdwingbaarheid.

Principe 2: sensibilisering

Het grootste deel van de bevroegde belanghebbenden geeft aan dat het belangrijk is om in te zetten op sensibilisering. Door sommigen werd aangegeven dat sensibilisering als actie op zichzelf beschouwd moet worden, onder meer via het opzetten van communicatiecampagnes. Anderzijds schatten veel respondenten in dat het nemen van bepaalde maatregelen die impliceren dat een bijdrage van een grote groep gevraagd wordt kan resulteren in bewustwording van de crisissituatie en een toename van het draagvlak. Om die reden wordt door een meerderheid aangegeven dat bepaalde maatregelen juist omwille van het sensibiliserende karakter moeten worden opgelegd in een droogtecrisis. In de meeste gevallen wordt verwezen naar beperking van waterverbruik voor luxe-toepassingen bij huishoudens (vb. zwembad vullen, wassen auto, gazon irrigeren); of beperking van heel visibele ‘verspillingen’ (vb. beperking verlies bemalingswater).

Een opmerking die meermaals terugkomt is echter dat erover gewaakt dient te worden dat geen maatregelen worden opgelegd die weinig tot niets bijdragen, louter en alleen omwille van een sensibiliserend karakter. Dit kan er immers net voor zorgen dat het draagvlak ondergraven wordt, als de impact van maatregelen eenvoudig te weerleggen is.

Finaal wordt erop gewezen dat sensibilisering voornamelijk een lange termijn communicatiestrategie behoeft, en dus absoluut niet beperkt mag worden tot impact op bepaalde maatregelen binnen een reactieve context.

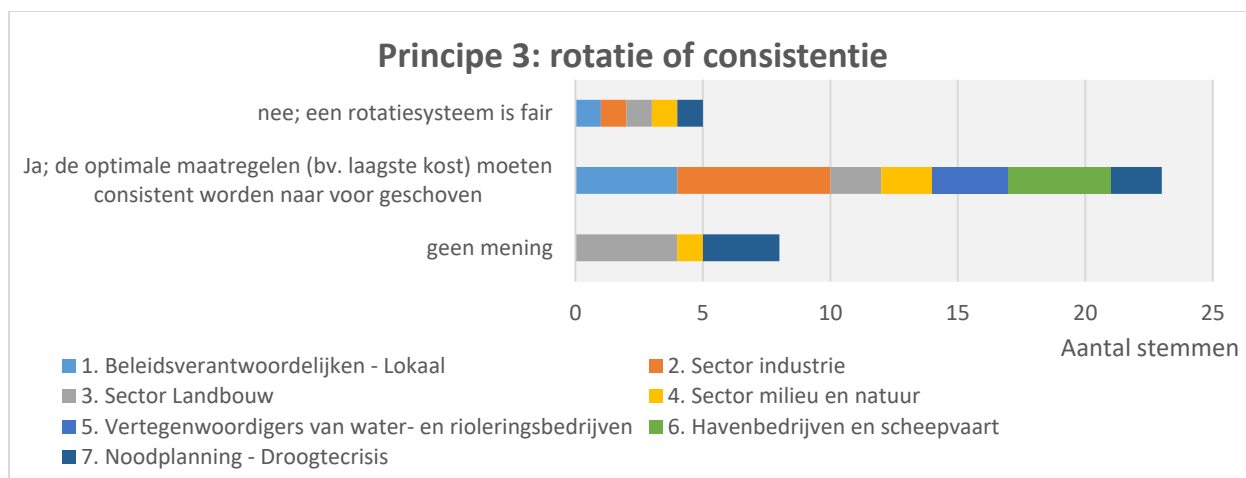


Figuur 211: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. sensibilisering.

Principe 3: rotatie versus consistentie

Via de enquête werd gepolst of het aangewezen is om in een crisissituatie de optimale maatregelen op te leggen, ook indien dit impliceert dat bij opeenvolgende crisissituaties dezelfde maatregelen opgelegd zouden worden (indien de context van de crisis dezelfde is). Een andere optie zou zijn om een rotatiesysteem op te leggen.

Een duidelijke voorkeur bij de meeste respondenten blijkt voor het opleggen van de optimale maatregelen. Meermaals wordt hierbij terecht aangehaald dat het mogelijk is dat een crisis hierbij verschilt van eerdere events, bv. omwille van geografische impact, waardoor andere maatregelen opportuun zijn. Daarnaast wordt door verschillende personen vermeld dat vermeden moet worden dat enkel een welbepaalde sector geïmpacteerd wordt en de volledige lasten draagt. Spreiding, door nemen van meerdere lichtere maatregelen is volgens deze personen aangewezen. Bovendien wordt erop gewezen dat compensatiestromen of flankerende maatregelen kunnen opgelegd worden om een eerlijker beleid mogelijk te maken. Tot slot wordt gesuggereerd dat bijkomend ingezet moet worden op specifiek proactief beleid, indien blijkt dat meermaals eenzelfde reactieve maatregel aangewezen is.



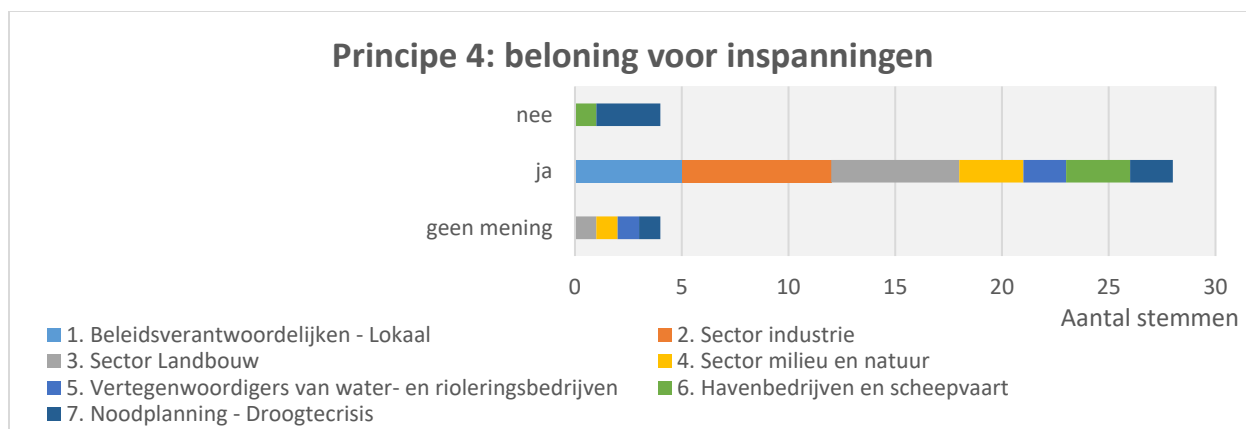
Figuur 212: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. rotatie of consistentie van genomen maatregelen.

Principe 4: beloning van inspanningen

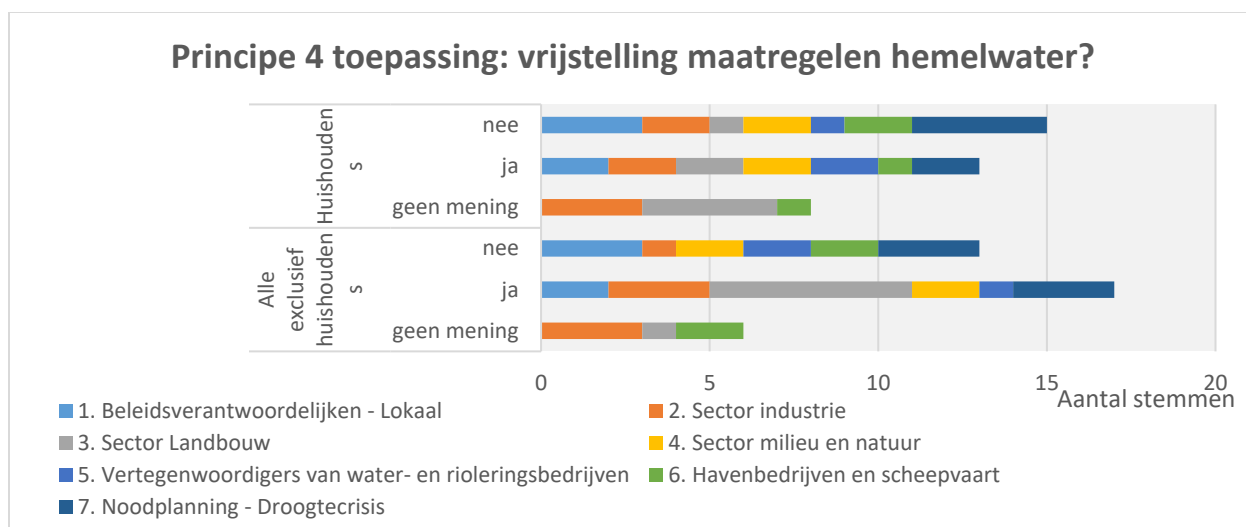
Een duidelijke voorkeur blijkt voor het integreren van een beloningsmechanisme voor partijen die reeds inspanningen geleverd hebben. Binnen de enquête werd reeds gepolst naar de wijze waarop een dergelijke beloning zou kunnen worden toegepast. Enerzijds werd bevraagd of het gebruik van hemelwater vrijgesteld zou moeten worden van beperkende maatregelen, anderzijds hadden de respondenten de mogelijkheid om een suggestie via opmerkingen te laten weten.

Uit de enquête blijkt niet eenduidig dat hemelwater vrijgesteld moet worden van maatregelen. Zeker voor hemelwatergebruik binnen huishoudens is een meerderheid van de respondenten niet te vinden voor een vrijstelling. Ook in andere sectoren is geen overtuigende meerderheid deze mening toegedaan. De voornaamste reden om hemelwater niet vrij te stellen van beperkingen is dat ook hemelwater tijdens een crisis optimaal benut moet worden, volgens verschillende respondenten. Verkwisting dient tegengegaan te worden, potentieel door beperkingen op gebruik voor bepaalde toepassingen op te leggen.

Een mogelijkheid om een beloning voor inspanningen mogelijk te maken is door rekening te houden met efficiëntie van de toepassing, best practices in watergebruik, benchmark-resultaten of resultaten van wateraudits. Telkens geldt dat de best presterende partijen langer vrijgesteld worden van maatregelen. Ook vrijstellen van maatregelen waar hergebruik wordt toegepast, of wanneer alternatieve waterbronnen worden aangesproken, draagt bij tot de beloning voor inspanningen om duurzamer om te gaan met water. Tot slot wordt gewezen op het belang van het proactief beleid om inspanningen in duurzaam watergebruik te ondersteunen. Goede afstemming tussen het proactieve en reactieve beleid is op zijn plaats.



Figuur 213: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. beloning voor inspanningen.



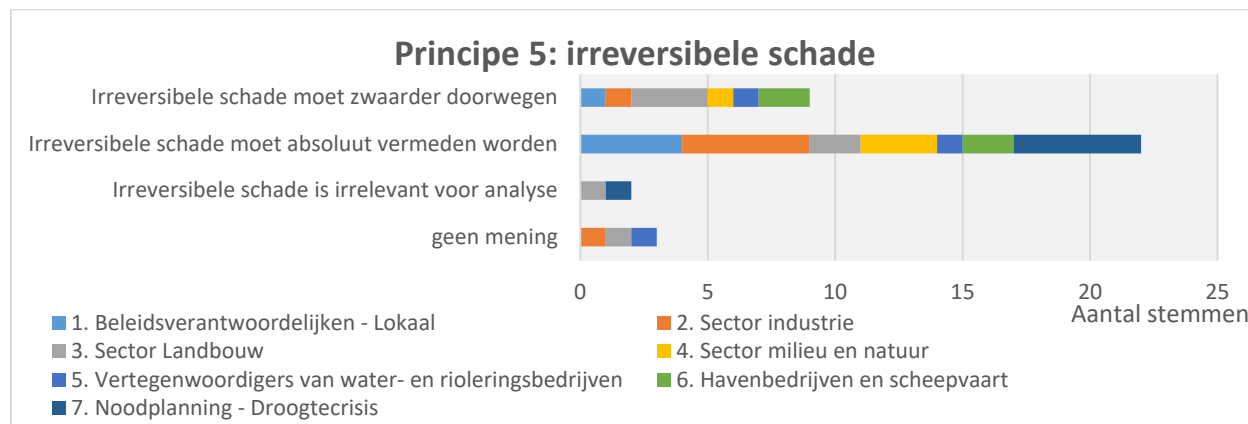
Figuur 214: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. vrijstellen van hemelwatergebruik.

Principe 5: irreversibele schade

Een meerderheid van de bevroegden is het erover eens dat irreversibele schade vermeden dient te worden. Sommige individuen geven bovendien aan dat dit de essentie moet zijn van het afwegingskader. Over de wijze waarop dit principe vervolgens dient toegepast te worden is duidelijk minder eensgezindheid en worden enkele terechte vragen gesteld. Verschillende personen geven aan dat irreversibele schade duidelijk gedefinieerd dient te worden. Aangegeven wordt dat bepaalde schade door sommigen als irreversibel wordt beschouwd, terwijl herstellingen mogelijk zijn maar erg duur zijn (denk aan schade aan infrastructuur).

Verschillende stemmen geven aan dat irreversibele schade zich vooral situeert binnen de natuur, onder meer bij oxideren van veengebieden en permanent verlies van soorten en biodiversiteit. Anderzijds stellen

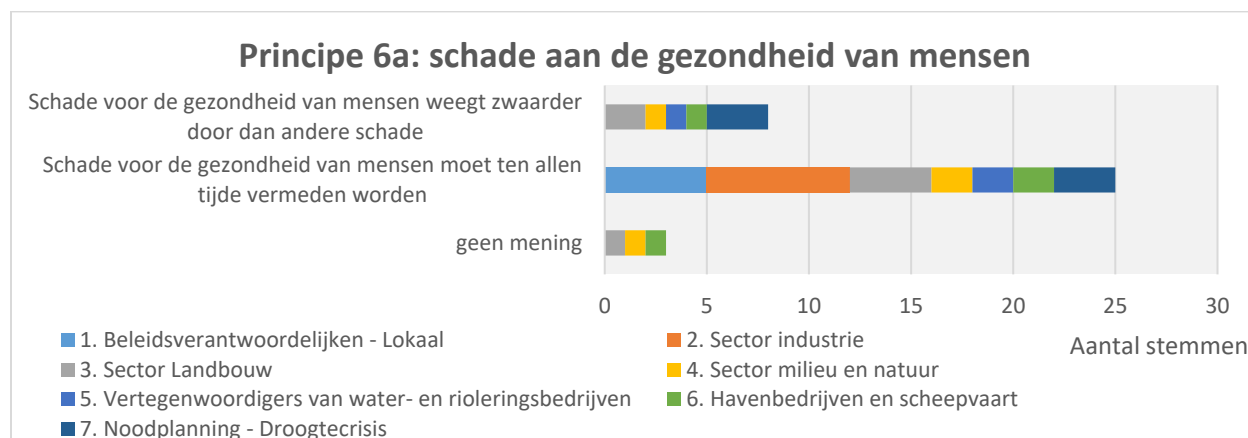
verschillende bevrageden dat schade aan natuur in vele gevallen moeilijk meetbaar is en dat herstel in vele gevallen mogelijk is.



Figuur 215: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. vermijden van irreversibele schade.

Principe 6: schade aan gezondheid van mensen en dieren

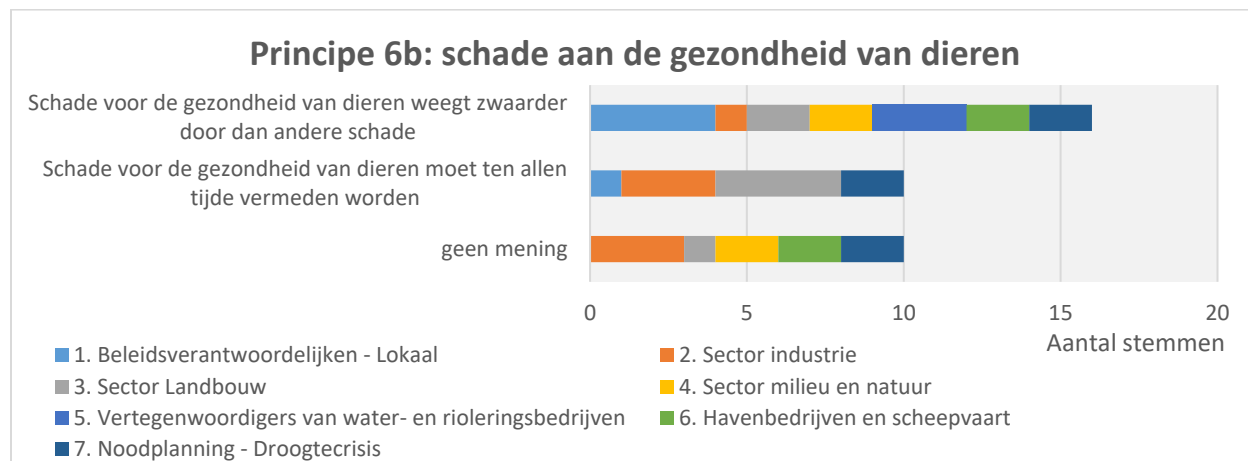
Het principe dat schade aan de gezondheid voor mensen te allen tijde moet vermeden worden wordt door een meerderheid van de respondenten onderschreven. Meermaals wordt aangehaald dat de bescherming van de gezondheid van mensen een grondrecht is. Het vermijden van schade voor de gezondheid impliceert niet dat er geen maatregelen mogelijk zijn om waterverbruik voor menselijke consumptie te beperken. Duidelijk is wel dat essentieel gebruik (voeding & drinken) steeds gewaarborgd moet worden, maar dat bv. ook veiligheid steeds gewaarborgd moet worden (denk aan mogelijke risico's bij beperking watergebruik voor bepaalde industriële toepassingen en SEVESO-bedrijven).



Figuur 216: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. vermijden van schade aan de gezondheid van mensen.

Uiteenlopende meningen worden genoteerd bij de wijze waarop rekening dient gehouden te worden met schade aan de gezondheid van dieren. Een groot deel van de respondenten onthoudt zich, daarnaast

geven 10 personen aan dat schade voor de gezondheid van dieren steeds vermeden moet worden, terwijl 16 personen aangeven dat schade aan de gezondheid van dieren best zwaarder doorweegt via een correctiefactor. De meeste respondenten geven aan dat dit zowel geldt voor schade aan de gezondheid van dieren binnen de landbouw als in de natuursector.

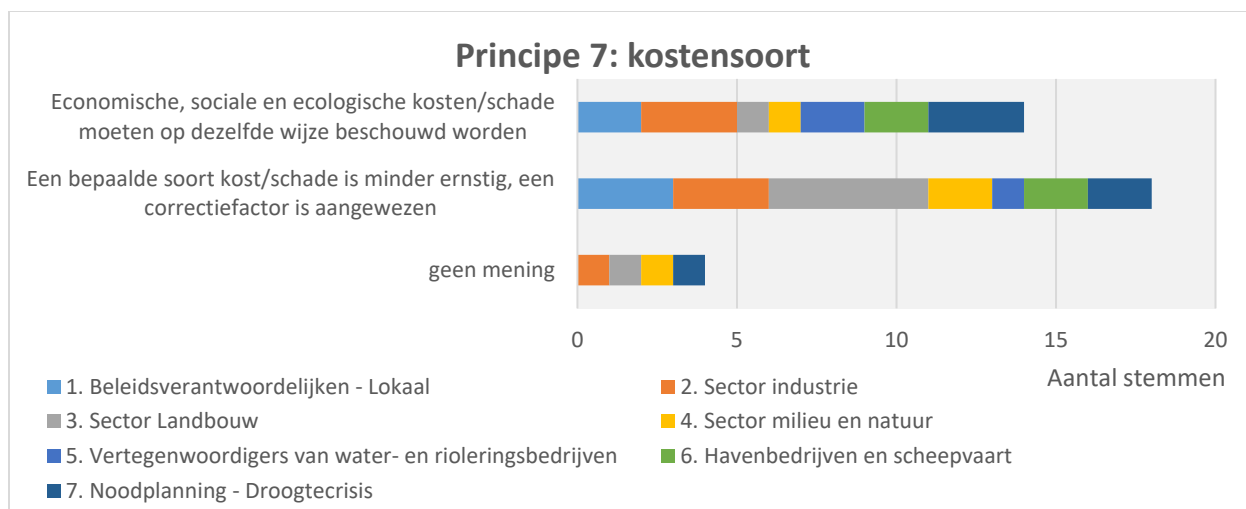


Figuur 217: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. vermijden van schade aan de gezondheid van dieren.

Principe 7: kostensoort

Ook bij het principe m.b.t. kostensoorten is geen eenduidige voorkeur waar te nemen. Een deel van de respondenten geeft aan dat verschillende soorten kosten op dezelfde wijze beschouwd moeten worden, terwijl een iets groter deel van de respondenten de voorkeur geeft aan het toepassen van correctiefactoren.

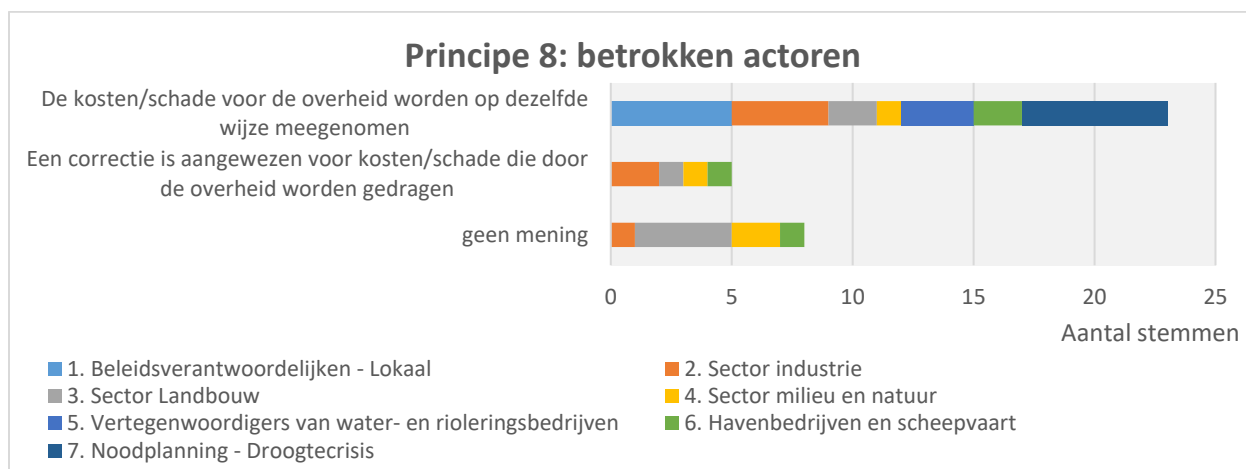
Een opmerking die een aantal maal terugkomt houdt in dat correctiefactoren de impact minder intuïtief en inzichtelijk maken. Verschillende respondenten geven de voorkeur aan het rapporteren van de impacten, en het besluitvormingsproces over hoe verschillende kosten worden afgewogen over te laten aan de beslissingsnemers. Daarbij is het mogelijk dat het belang van verschillende kostensoorten afhangt van de gebiedsspecifieke toepassing van het afwegingskader. Als gekeken wordt naar de voorkeur voor correctiefactoren voor sociale en ecologische kosten dan valt op dat even vaak een hogere (>1) als een lagere correctiefactor (<1) voorgesteld wordt. Duidelijk wordt dat er geen consensus is voor het bepalen van de correctiefactoren.



Figuur 218: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. kostensoorten.

Principe 8: betrokken actoren

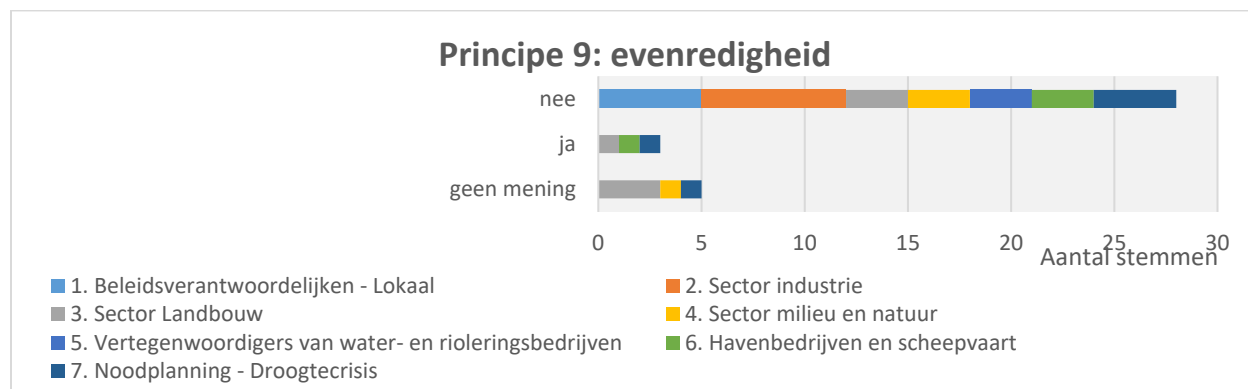
De kosten of schade die door de overheid worden gedragen worden op dezelfde wijze meegenomen als andere impacten, vindt de meerderheid van de respondenten. Uitgaven door de overheid worden finaal door de andere betrokken actoren betaald. Om deze reden is het aangewezen geen onderscheid te hanteren. Ook wordt gesteld dat de overheid maximaal moet inzetten op het proactief beleid, opdat toepassing van het afwegingskader vermeden kan worden.



Figuur 219: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. beschouwen van schade en kosten voor betrokken actoren.

Principe 9: evenredigheid

Via de enquête werd gepeild of het aangewezen is dat alle sectoren een evenredig deel van de kosten dragen bij waterschaarste, ook indien dit betekent dat de kosten voor sommige sectoren minder impact opleveren. Slechts 3 personen zijn voorstander van het toepassen van dit principe; de overige respondenten onthoudt zich of geeft aan dat dit niet gewenst is. Uit de opmerkingen blijkt dat veel personen de mening zijn toegedaan dat iedereen inspanningen dient te leveren tijdens een waterschaarste crisis, indien dit relevante bijdragen zijn. Aangewezen is om niet uit het oog te verliezen dat kosten-baten efficiënte maatregelen genomen moeten worden. Indien blijkt dat bepaalde actoren een heel groot aandeel van de lasten dragen, kan hier via flankerend beleid of compensaties op gereageerd worden.



Figuur 220: Antwoorden op de vraagstelling m.b.t. evenredigheid.

Overige suggesties

Tot slot werd bevraagd welke overige principes zouden kunnen toegepast worden binnen het afwegingskader. Enkele van de meest voorkomende suggesties worden onderstaand weergegeven:

- Essentiele sectoren: beperken van de impact op sectoren die als essentieel worden beschouwd, naar analogie met het onderscheid in de maatregelen getroffen tijdens de coronacrisis.
- Veiligheid: vermijden van maatregelen die een probleem voor de veiligheid kunnen teweegbrengen. Deze suggestie overlapt gedeeltelijk met het reeds opgenomen principe waarbij schade voor de gezondheid van mensen vermeden dient te worden.
- Proportionaliteit of draagkracht: in rekening brengen van de impact die een bepaalde sector ondervindt ten opzichte van de draagkracht van die sector.
- Verzekeraarbaarheid: in rekening brengen van de mogelijkheid om een welbepaalde impact te verzekeren.

Voorstel toepassing principes

Op basis van de insteek van de belanghebbenden over de principes die beschouwd moeten worden bij opmaak van het afwegingskader, wordt onderstaand voorstel geformuleerd. De enquête was daarvoor

één van de voornaamste bronnen. Daarnaast werd ook rekening gehouden met het verslag van de discussie over de principes per tafel tijdens workshop W3 en met de opmerkingen die overgemaakt werden aan het consortium. Alhoewel een groot aantal belanghebbenden betrokken waren bij de opvolging van de ontwikkelingen bij dit afwegingskader, blijft het natuurlijk nuttig om in de toekomst deze principes verder af te toetsen bij een ruimer publiek.

Principes afwegingskader:

1. Het afwegingskader suggereert prioritair de maatregelen die op de meest efficiënte wijze de impact voor de maatschappij tijdens de crisis beperken, rekening houdend met de totale maatschappelijke kosten en baten.
2. Het afwegingskader waakt erover dat schade aan de gezondheid van mensen vermeden wordt door maatregelen niet te beschouwen indien deze resulteren in schade aan de gezondheid van mensen; of juist door maatregelen naar voor te schuiven om schade aan de gezondheid van mensen te vermijden. Voor toepassing van dit principe wordt schade aan de gezondheid van mensen geïnterpreteerd als ziekte, invaliditeit of overlijden. Het ongemak of comfortverlies van een bepaalde potentiële maatregel valt niet onder dit principe.
3. Indien een maatregel zorgt voor schade aan de gezondheid van dieren, zou deze schade gecorrigeerd kunnen worden aan de hand van een correctiefactor. De kosten van de maatregel wegen op die manier zwaarder door, opdat andere maatregelen eerder gesuggereerd zouden worden indien er alternatieven bestaan zodat de schade aan de gezondheid van dieren kan vermeden worden. Omdat het niet evident is om consensus te vinden m.b.t. de grootte van zulke correctiefactor, werd deze schade op dezelfde wijze beschouwd als voor gezondheid van mensen, dus schade aan de gezondheid van dieren vermijden. Voor toepassing van dit principe wordt schade aan de gezondheid van dieren geïnterpreteerd als ziekte, invaliditeit of overlijden. Het ongemak of comfortverlies van een bepaalde potentiële beperking valt hier niet onder.
4. Wat irreversibele schade betreft, d.i. schade die ook op lange termijn niet herstelbaar is, werd voorlopig enkel irreversibele schade beschouwd in de context van wat wettelijk beschermd is en wat de veiligheid van de mens in gevaar brengt (zie de andere principes daarover). Zo wijzen de wettelijke verplichtingen op het garanderen van de instandhouding van kwetsbare natuur, waarbij deze instandhouding niet langer gegarandeerd is wanneer er irreversibele schade ontstaat. Een ander voorbeeld zijn de veiligheidsrisico's in bedrijven die de gezondheid van mensen in het gedrang kan brengen. Andere schadetypes, zoals bijvoorbeeld schade aan installaties, aan landbouwgewassen of niet-kwetsbare natuur worden in deze opdracht niet als irreversibele schade beschouwd, maar als een schade (indien deze het gevolg is van waterschaarste) of kost (indien deze het gevolg is van een maatregel).
5. Indien een maatregel als niet afdwingbaar wordt beschouwd, zou de inschatting van de mogelijke besparing of het effect van de maatregel gecorrigeerd kunnen worden om rekening te houden met een lagere doeltreffendheid van niet afdwingbare maatregelen. Omdat het vastleggen van de grootte van zulke correctiefactor moeilijk is, werd ze in deze opdracht niet toegepast. De beslissingsnemer kan bij het toepassen van het afwegingskader er wel rekening mee houden dat bepaalde maatregelen niet of moeilijker afdwingbaar zijn.

6. Specifieke maatregelen voor beperking van luxe-verbruik of voor beperking van welbepaalde zichtbare verliezen van water worden naar voor geschoven omwille van hun sensibiliserend karakter en om draagvlak te vergroten.
7. Bij definiëring van de maatregelen wordt rekening gehouden met de reeds gedane inspanningen om waterverbruik te beperken of efficiëntie te verhogen. Bij het opleggen van maatregelen kan een uitzondering toegestaan worden voor specifieke efficiënte toepassingen of indien voorgaande inspanningen aantoonbaar zijn.
8. Economische, sociale en ecologische kosten worden zo veel als mogelijk afzonderlijk gerapporteerd. In de afweging worden deze kostensoorten voorlopig op dezelfde wijze behandeld; een alternatieve aanpak is om correctiefactoren toe te passen.

In aanvulling op de voorgestelde principes werd door bepaalde belanghebbenden gesuggereerd om rekening te houden met de verzekeraarbaarheid van een bepaalde impact. Er wordt echter geopteerd om dit niet in rekening te brengen, aangezien beschouwen van verzekeraarbaarheid zou betekenen dat de impact van de situatie collectief wordt gedragen door alle actoren die de verzekering aangaan, via de verzekeringspremies. Beschouwen van verzekeraarbaarheid en sneller opleggen van maatregelen die verzekerbare schade inhouden, betekent bijgevolg dat het afwegingskader bijdraagt aan deze hogere collectieve kosten voor bepaalde actoren, ook buiten de reactieve context. Dit is moeilijk te rijmen met het uitgangsprincipe van het afwegingskader, i.e. het beperken van de totale maatschappelijke schade tijdens de crisissituatie. Het principe om rekening te houden met de veiligheid wordt ondervangen via het principe m.b.t. gezondheid van mensen. Tot slot wordt voorlopig geen rekening gehouden met de principes om essentiële sectoren op andere wijze te behandelen en om de proportionaliteit van de impact in rekening te brengen. Zie de toepassing van het afwegingskader op de deelgebieden hierna voor de concrete toepassing en implicaties van deze principes.

9. Combineren van bouwstenen en eerste versie van afweging

De verschillende hiervoor besproken bouwstenen voor afweging werden gecombineerd toegepast op drie pilotgebieden:

- ✓ Albertkanaal en Kempische kanalen
- ✓ IJzerbekken = kustzone West incl. Westkustpolder en Middenkustpolder
- ✓ Demerbekken

Voor deze pilotgebieden werd een eerste versie van afweging bekomen. De initiële resultaten voor de eerste twee pilotgebieden, Albertkanaal en Kempische kanalen en IJzerbekken, werden tijdens workshop W4 voorgelegd aan de belanghebbenden, waarna een aangepaste versie werd bekomen. De aangepaste methodiek werd daarna ook toegepast op het derde pilotgebied, het Demerbekken. Deze nieuwe resultaten worden tijdens workshop W5 voorgelegd aan de belanghebbenden, waarna dezelfde methodiek wordt toegepast op volgende andere Vlaamse deelgebieden:

- ✓ Leiebekken
- ✓ Bovenscheldebekken
- ✓ Benedenscheldebekken
- ✓ Bekken van Gentse kanalen
- ✓ Bekken van Brugse polders
- ✓ Denderbekken
- ✓ Dijle- en Zennebekken
- ✓ Netebekken
- ✓ Verschillende deelstroomgebieden in het Maasbekken

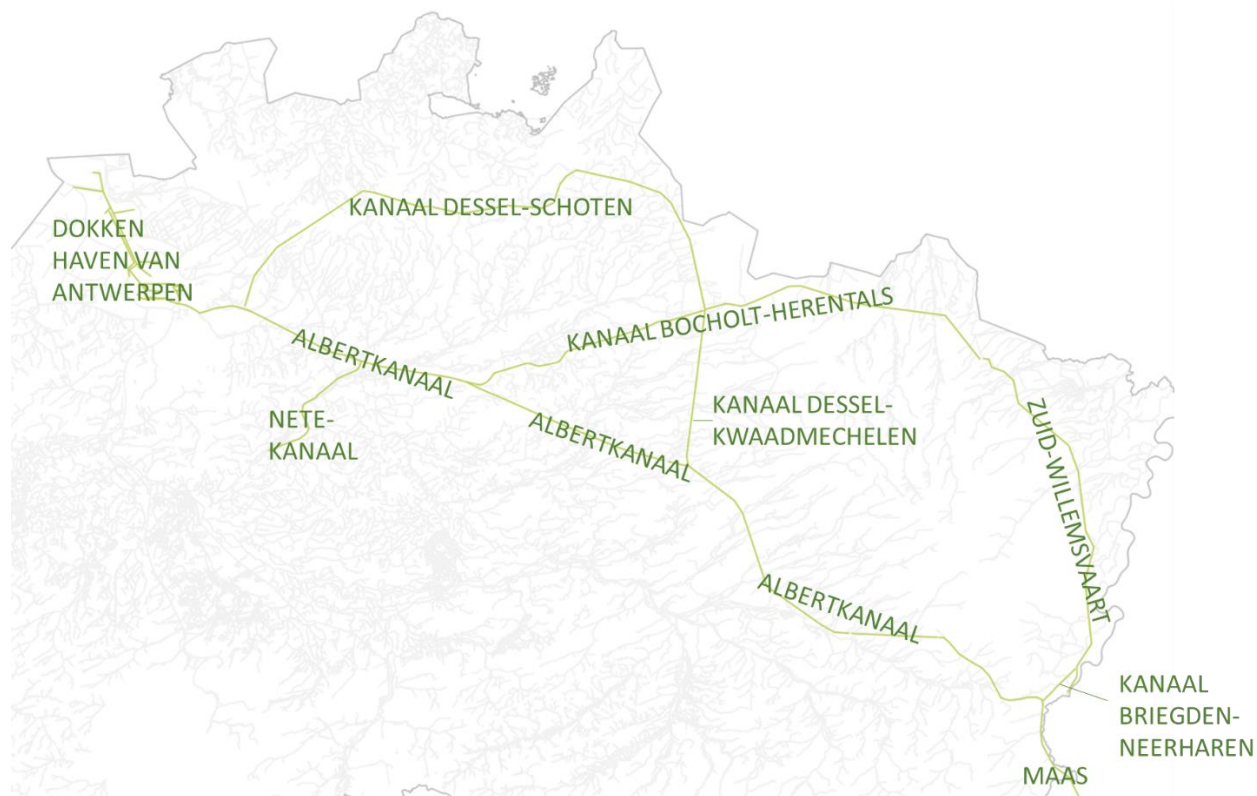
9.1. Albertkanaal en Kempische kanalen

Situering gebied

Het oppervlaktewatersysteemnetwerk van het Albertkanaal en de Kempische kanalen strekt zich uit van aan de Maas als opwaartse rand tot de Haven van Antwerpen als afwaartse rand. In Figuur 221 worden de verschillende beschouwde kanalen in plan weergegeven:

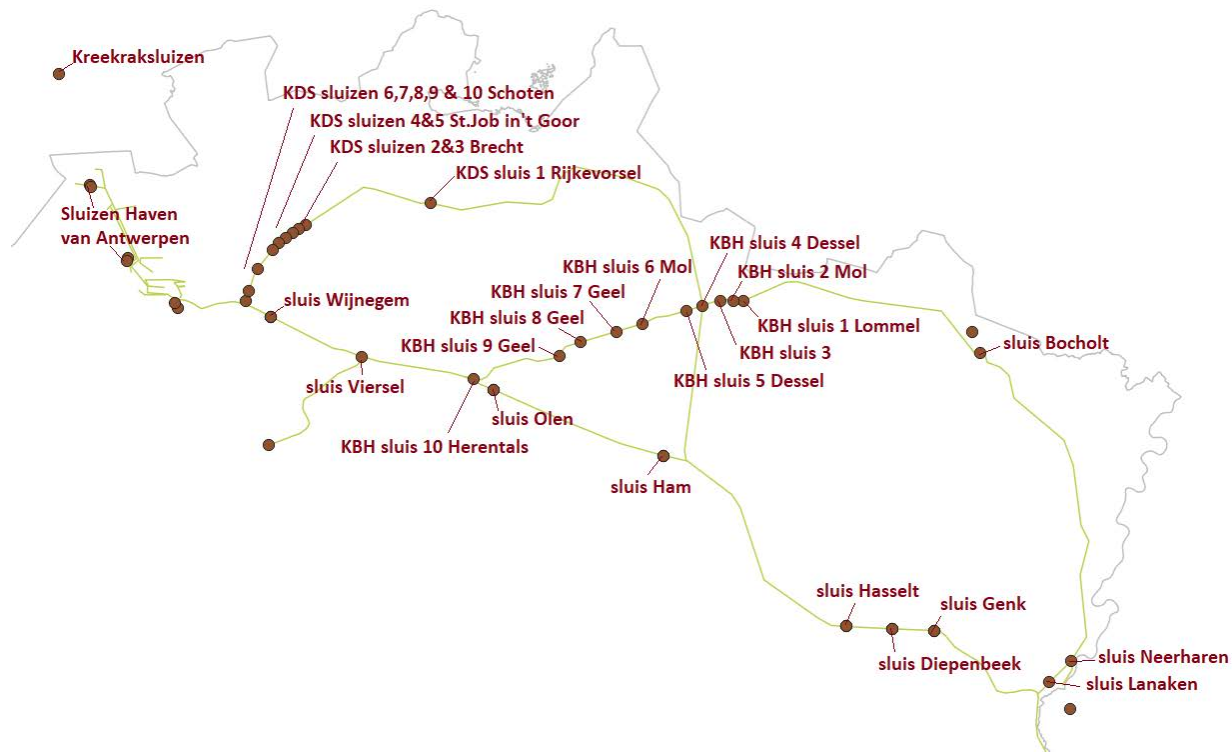
- Albertkanaal
- Kanaal Briegden-Neerharen
- Zuid-Willemsvaart t.e.m. de sluis in Lozen

- Kanaal Bocholt-Herentals
- Kanaal Dessel-Kwaadmechelen
- Kanaal Dessel-Schoten
- Netekanaal

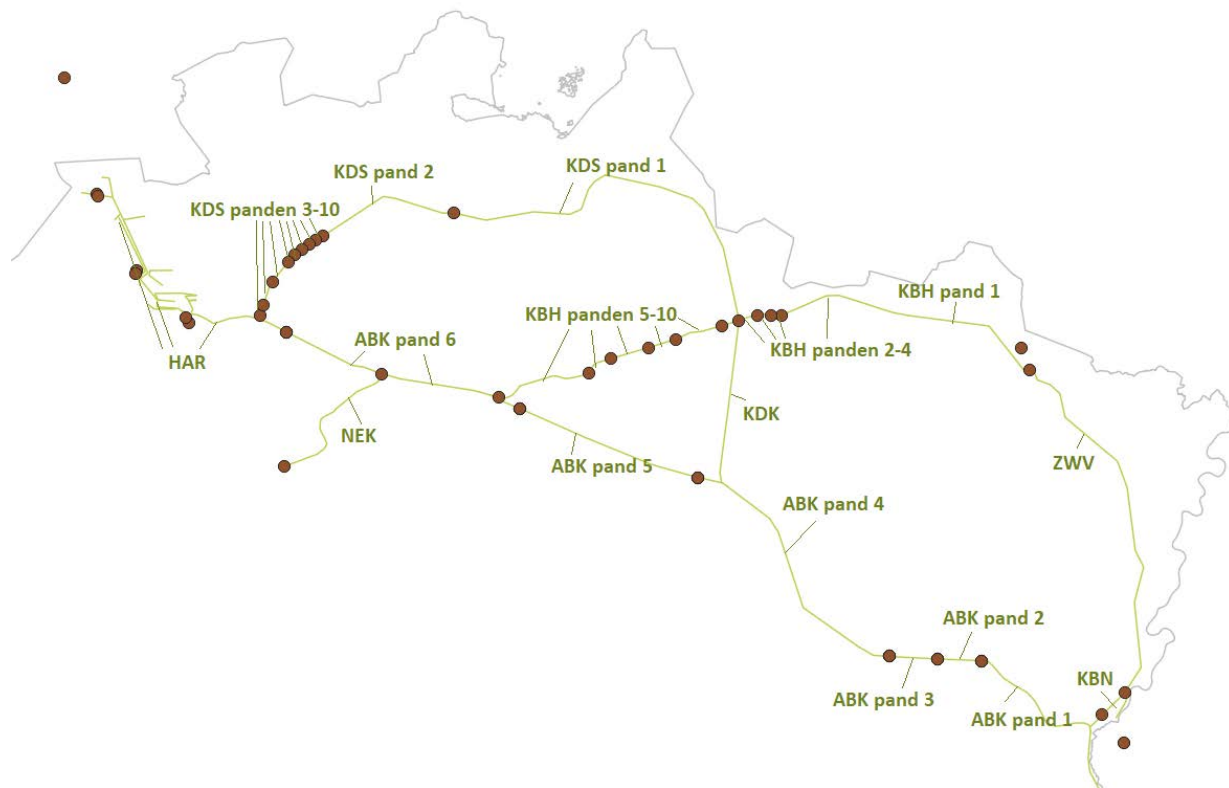


Figuur 221: Kanalen in provincies Limburg en Antwerpen: Albertkanaal en Kempische kanalen: locaties en benamingen van de verschillende kanalen.

De locaties van de sluizen en panden beschouwd in het waterbalansmodel zijn samen met de gebruikte benamingen aangeduid in Figuur 222 en Figuur 223.

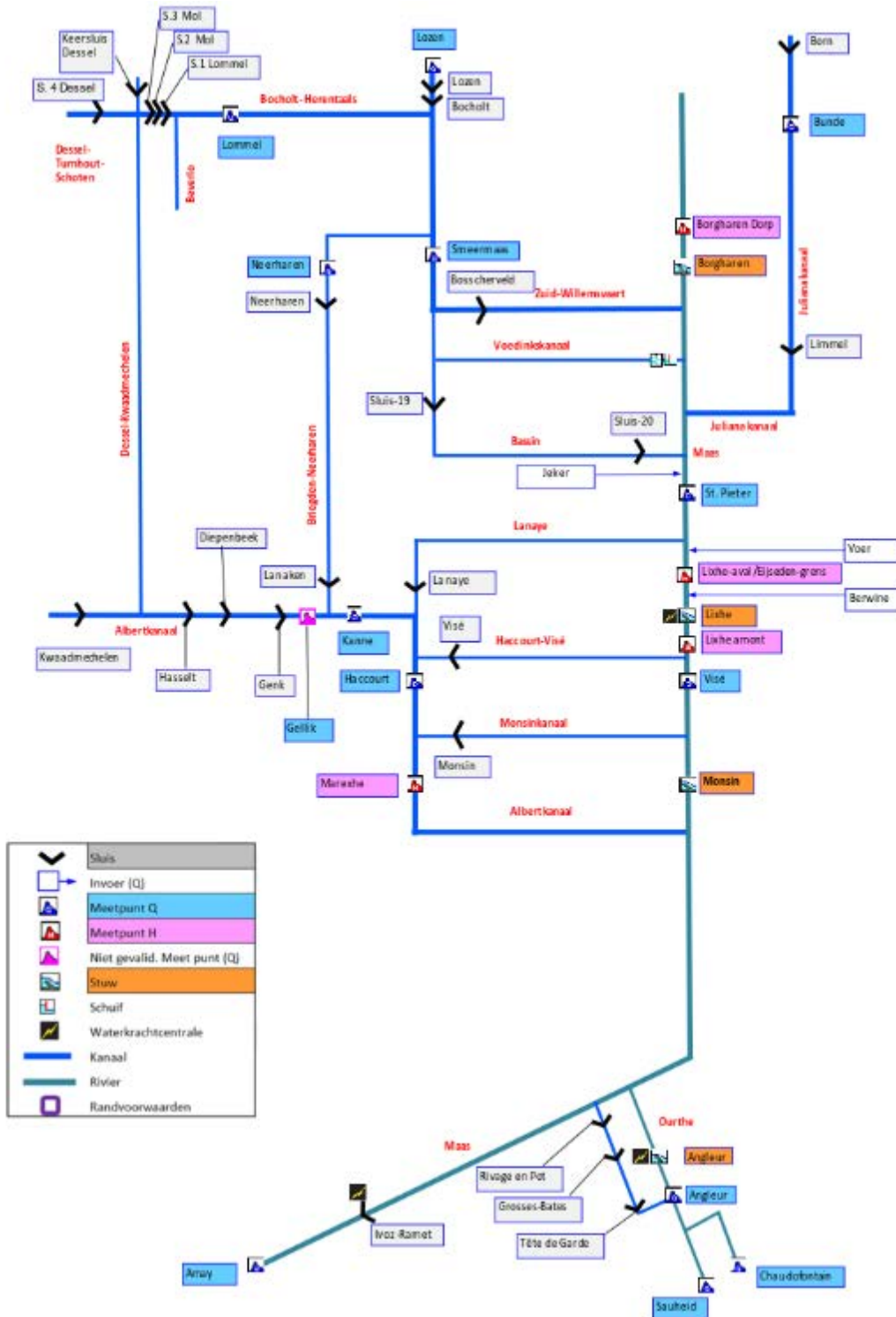


Figuur 222: Kanalen in provincies Limburg en Antwerpen: Albertkanaal en Kempische kanalen: locaties en benamingen van de verschillende sluizen.



Figuur 223: Kanalen in provincies Limburg en Antwerpen: Albertkanaal en Kempische kanalen: locaties en benamingen van de panden beschouwd in het waterbalansmodel.

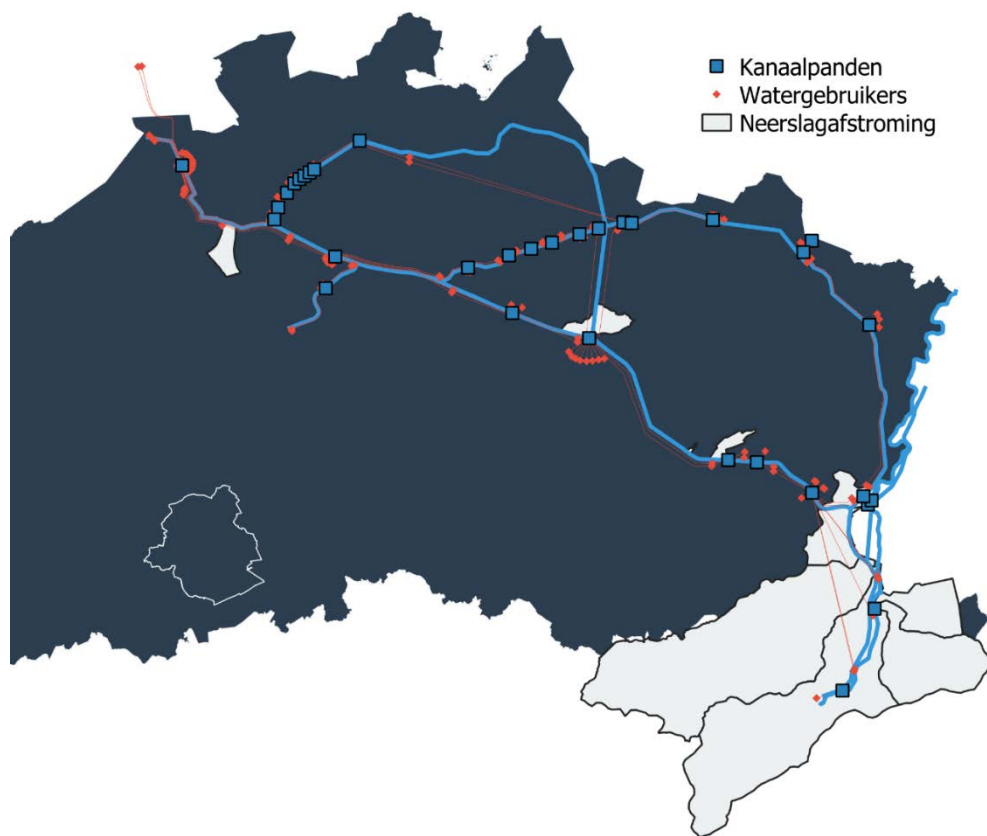
In Figuur 224 wordt de gedetailleerdere hydraulische structuur van het bevaarbare waterloppennetwerk van Albertkanaal en Kempische kanalen geschematiseerd. Essentieel hier is de verdelingsknoop Luik-Maastricht, die de voeding bepaalt van het Albertkanaal en het netwerk van Kempische kanalen. Het Albertkanaal en de Zuid-Willemsvaart worden gevoed door de Maas. De Maas ontspringt in Frankrijk en stroomt België binnen in de provincie Namen. Belangrijke zijrivieren in Wallonië zijn de Samber en de Ourthe en het debiet wordt bepaald door een complexe interactie van verschillende stuwen, sluisen, waterkrachtcentrales en reservoirs (Pereira et al., 2016). Ter hoogte van Monsin (Luik) wordt er Maaswater afgeleid naar het Albertkanaal, onmiddellijk opwaarts van een waterkrachtcentrale en stuw met als functie het water op een streefpeil van 60 m TAW te houden. Hier vormt het eerste pand van het Albertkanaal dus een geheel met de Maas vanaf de stuw van Ivoz-Ramet in Wallonië. Water kan vanuit dit eerste pand terug de Maas bereiken langs de verschillende sluisen van Monsin, Haccourt-Visé en Lanaye (Ternaaien). Het Albertkanaal stroomt langs verschillende sluisen door naar Antwerpen. Verder afwaarts volgens de loop van de Maas kan er langs drie verschillende wegen water geleid worden naar de Zuid-Willemsvaart, alsook naar het Julianakanaal (Nederland), stroomt het water verder over de stuw van Borgharen en volgt het de natuurlijke loop van de Maas. De Zuid-Willemsvaart wordt onmiddellijk opwaarts van de sluis in Bocholt afgetakt door het kanaal Bocholt-Herentals. Afwaarts van sluis 3 in Mol staat dit kanaal in rechtstreekse verbinding met het pand Hasselt-Kwaadmechelen van het Albertkanaal.



Figuur 224. Schematisatie van de verdelingsknoop Luik-Maastricht (Pereira et al., 2016).

De waterverdeling over de verschillende aftakkingen wordt bepaald door een samenspel van deze verschillende hydraulische structuren, waarvan de operatie en het beheer onder verschillende (grensgebonden) overheden, bedrijven en agentschappen valt. Een benadering zou kunnen zijn om het instromend debiet naar het Albertkanaal te bepalen in functie van het opwaartse Maasdebiet. Deze aanname is echter een te grove vereenvoudiging, zoals ook aangetoond in Pereira et al. (2016). In werkelijkheid wordt het debiet naar een pand bepaald door een peildaling in dit pand, als gevolg van onttrekkingen door watergebruikers en schuttingen aan de sluizen. Wanneer de daling te groot wordt, wordt er via de omloopriolen aan de sluizen water vanuit het opwaartse pand aangevoerd. De inname van water uit de Maas te Monsin wordt dus bepaald door de volledige afwaartse vraag.

Figuur 228 schematiseert de structuur van het waterbalansmodel voor dit systeem met de beschouwde kanaalpanden, de locaties van de beschouwde watergebruikers en de beschouwde neerslagafstromingsgebieden buiten Vlaanderen en de op- en afwaartse randen voor de Maas. De Maas is hierbij gemodelleerd vanaf de splitsing met het Albertkanaal in Monsin, tot het overgaan in de grensmaas vanaf de stuw van Borgharen.

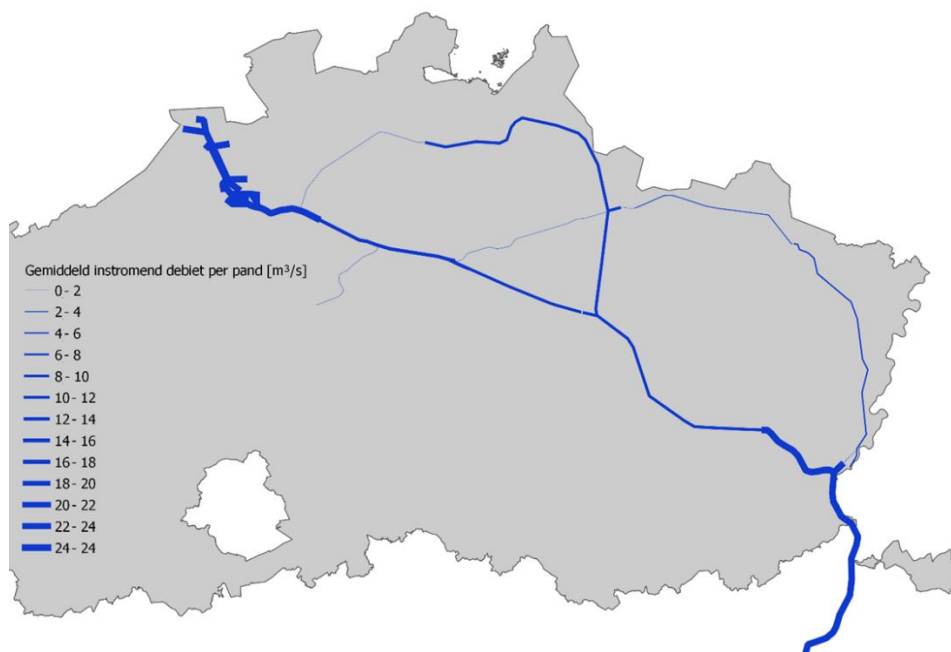


Figuur 225: Het beschouwde oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen, met aanduiding van de beschouwde kanaalpanden, de locaties van de beschouwde watergebruikers en de beschouwde neerslagafstromingsgebieden buiten Vlaanderen en de op- en afwaartse randen voor de Maas.

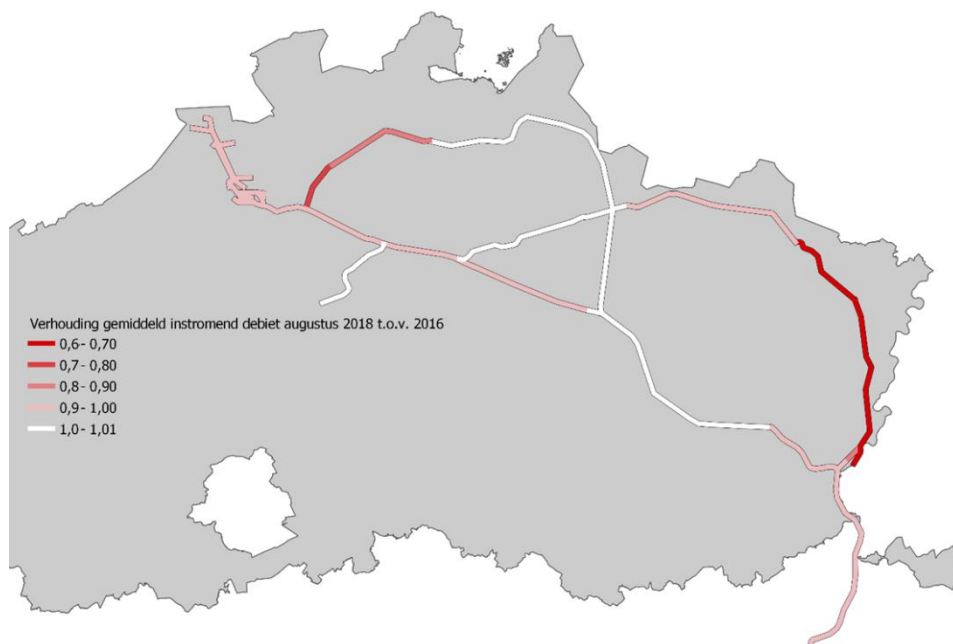
De opwaartse randvoorwaarde wordt hierbij gevormd door het debiet dat aangevoerd wordt door de Maas te Monsin in Luik. De afwaartse randvoorwaarden zijn de gevraagde debieten naar het Julianakanaal en de Zuid-Willemsvaart in Lozen, welke voornamelijk door de scheepvaart worden bepaald, en de gevraagde debieten in de afwaartse panden van het Albertkanaal en de Kempische kanalen, welke door de scheepvaart en ook grotendeels door de drinkwaterproductie in Antwerpen worden bepaald. In totaal gaat het om 15 verschillende panden. Voor de inkomende en uitgaande fluxen (lozingen en captaties) werd een onderscheid gemaakt tussen de betrokken economische sectoren. Lozingen en captaties binnen eenzelfde sector werden wel geaggregeerd.

Omdat captaties niet worden toegelaten wanneer het waterpeil een bepaalde drempel onder het streefpeil onderschrijft, is er rekening gehouden met het verschil tussen de gevraagde en de werkelijke uitgewisselde volumes.

Figuur 226 en Figuur 227 tonen voorbeeldresultaten van het gemiddeld inkomende debiet per pand en het relatieve verschil in toestand tussen de droge maand van augustus 2018 t.o.v. de nattere maand van augustus 2016.



Figuur 226: Gemiddeld inkomende debiet per pand (dus van opwaartse schuttingen, lozingen bedrijven, peilregulatie, neerslagafstroming etc.) per pand van de bevaarbare waterlopen en kanalen, voor voorbeeld deel Albertkanaal en de Kempische kanalen.



Figuur 227: Verhouding van het gemiddelde instromend debiet voor augustus 2018 t.o.v. augustus 2016, per pand van de bevaarbare waterlopen en kanalen, voor voorbeeld deel Albertkanaal en de Kempische kanalen.

Waterbalans

In Tabel 68 wordt de totale waterbalans getoond voor dat systeem o.b.v. de periode 2005-2019, voor verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag, in Mm^3/jaar . Alle watertoevoer is afkomstig van de Maas, aangevoerd via het Albertkanaal opwaarts ($630 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$) en via de Zuid-Willemsvaart ($305 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$). Verder is er ongeveer $52 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ afkomstig van neerslagafstroming en $687 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ van lozingen, waaronder $582 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ koelwaterlozingen, $53 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ effluentwater van bedrijfslozingen en $52 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ effluentwater van RWZI's. Dat brengt het totale wateraanbod op $1677 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$.

Het watergebruik en –verbruik zijn verder gedetailleerd in Tabel 68 en gevisualiseerd in Figuur 228 en Figuur 229 voor de deelcomponenten van wateraanbod en watervraag in deze waterbalans (in Figuur 228 voor het totaal watergebruik en in Figuur 229 voor het totaal waterverbruik). De hoofdwatergebruiker en –verbruiker is de sector industrie en de energieproductie, vooral afwaarts in de Haven van Antwerpen en langs het Albertkanaal. Het totale watergebruik is $997 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$, waarvan $558 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ terug geloosd worden. Het netto waterverbruik bedraagt dus $439 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$. De leidingwaterproductie door water-link neemt hierin een totaal aandeel van $143 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$. De sector industrie heeft een totaal netto waterverbruik van $163 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$, waarvan $144 \text{ Mm}^3/\text{jaar}$ door de chemische nijverheid.

Verder heeft de scheepvaart nood aan heel wat watergebruik langs de niet minder dan 36 verschillende sluizen. Vooral de sluizen van Genk, Diepenbeek, Hasselt, Kwaadmechelen, Olen en Wijnegem hebben

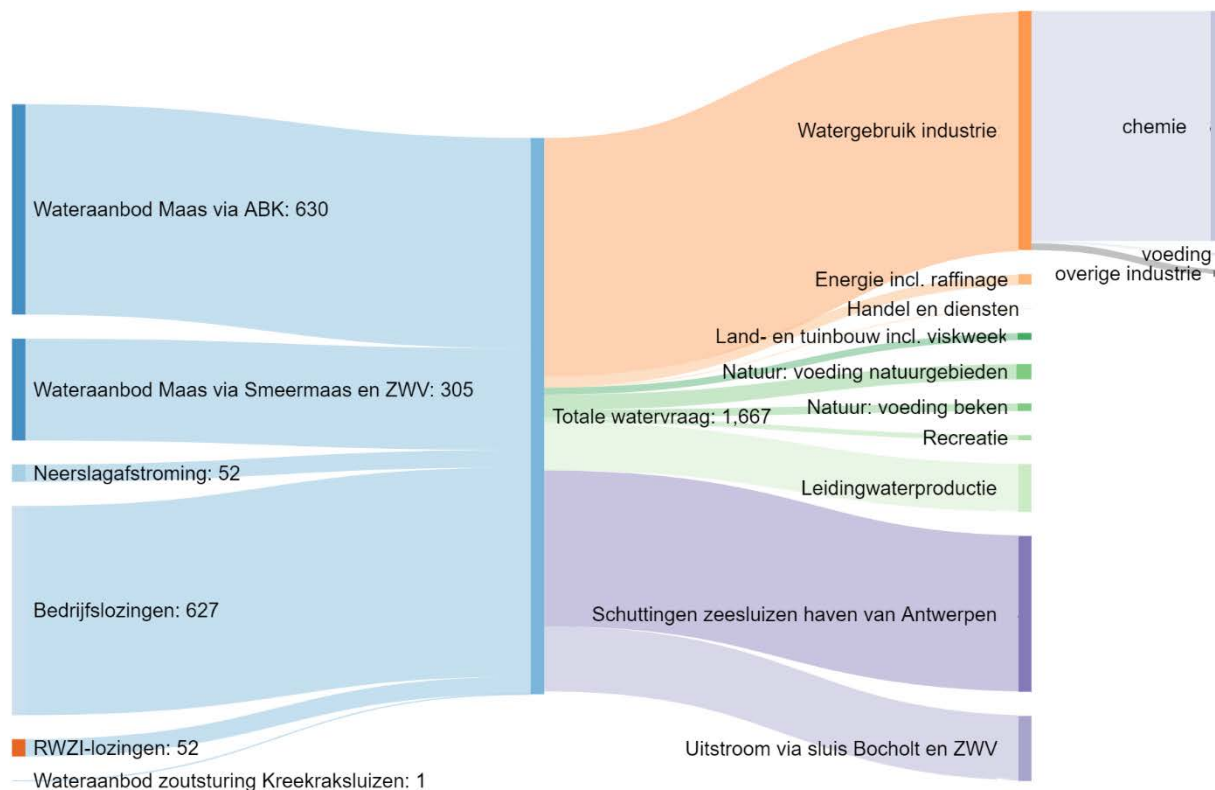
een groot watergebruik voor het groot aantal schuttings, tussen de 400 en 600 Mm³/jaar voor elk van deze locaties. Dit watergebruik door de scheepvaart is het grootst te Olen (605 Mm³/jaar). Wanneer de schuttingsvolumes voor alle sluizen worden opgeteld bekomt men een totaal watergebruik door de scheepvaart van 3122 Mm³/jaar. Dit water gaat echter niet verloren want zorgt voor waterverplaatsingen tussen de panden, dus blijft beschikbaar. Hetzelfde schuttingswater kan zo bijvoorbeeld in de meer afwaartse sluis opnieuw gebruikt worden, ev. zelfs voor dezelfde schepen. Het water is wel nodig.

In de Haven van Antwerpen is er een totale netto uitstroom naar de Zeeschelde van 469 Mm³/jaar via de zeesluizen; via de sluis van Bocholt naar Nederland is dat 195 Mm³/jaar. De som van de totale watervraag en de totale uitstroom bedraagt daardoor 1661 Mm³/jaar. Vergelijking van dit cijfer met het totale wateraanbod geeft een waterbalanssluitfout van 16 Mm³/jaar.

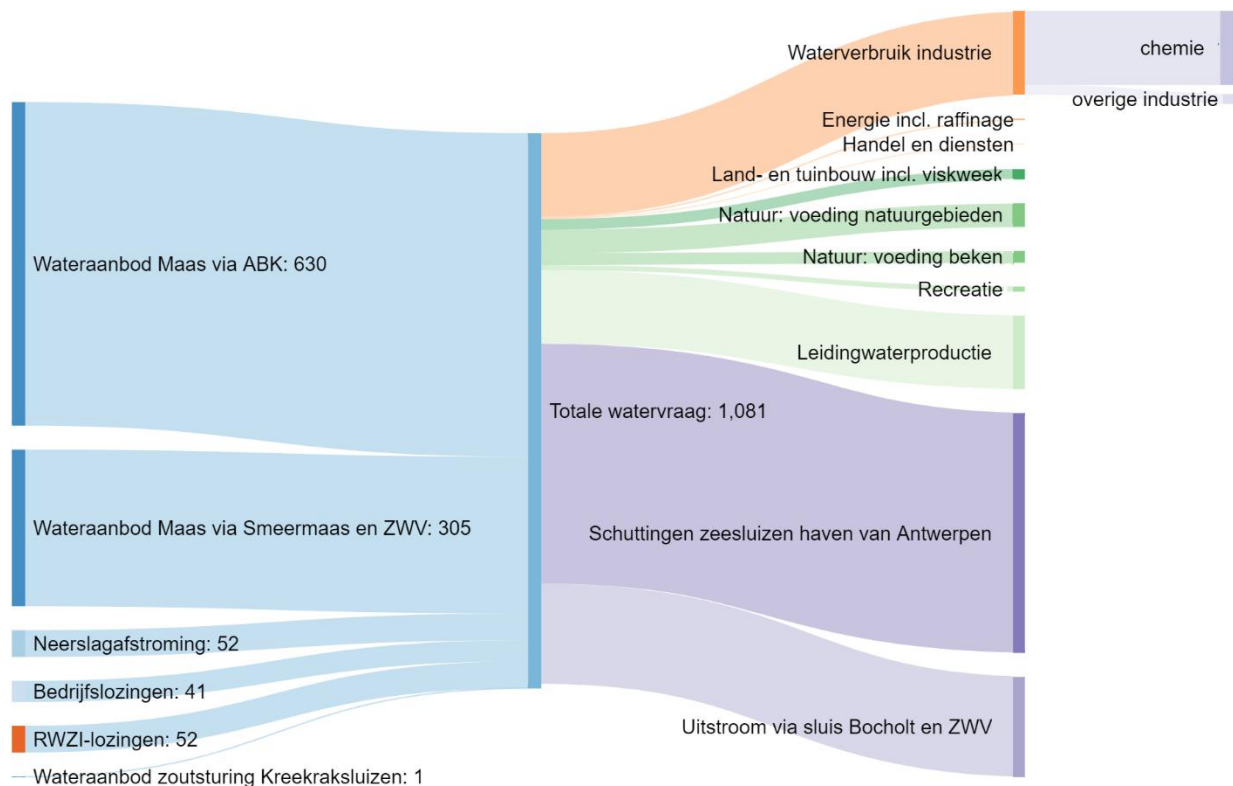
Deze cijfers zijn ook ter beschikking per kanaalpand, en voor kleinere tijdschalen (per maand, per week of zelfs per dag; alhoewel de nauwkeurigheid voor die kleinere tijdschalen natuurlijk heel wat lager is dan op jaarbasis). Door de resultaten te bekijken voor de droge zomerperiodes in 2018 en 2019 wordt wel een beeld bekomen van de verminderde waterbeschikbaarheid tijdens zulke droogteperiodes. De waterbalans is ook gebruikt worden voor de scenarioanalyses, om het effect van de mogelijke reactieve maatregelen op de waterbalans in te schatten.

Waterbalans Albertkanaal en Kempische Kanalen 2005-2019										
Mm3/jaar										
Aanbod	Instroom oppervlaktewater									937
	<i>Instroom via Albertkanaal</i>									630
	<i>Instroom via Zuid-Willemsvaart</i>									305
	<i>Zoutsturing Kreekraksluizen</i>									1
	Neerslagafstroming: totaal									52
	Lozingen									680
	<i>Koelwater- en afvalwaterlozingen bedrijven</i>									627
<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>									52	
Totaal aanbod									1669	
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	OW excl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. koelwater	Totaal excl. koelwater	
	Totaal watergebruik of -verbruik	996	410	1,8	21,1	1,8	34,2	1055	469	
Industrie	716	163	1,2	12,0	0,7	28,0	758	205		
<i>industrie, deelsector chemie</i>	689	144	0,9	11,4	0,5	15,2	717	172		
<i>industrie, deelsector voeding</i>	7,0	0,3	0,2	0,3	0,0	0,3	7,8	1,1		
<i>overige industrie</i>	19,8	18,7	0,2	0,3	0,2	12,5	32,9	31,9		
Energie incl. raffinage	30,6	3,1	0,0	8,8	0,7	6,1	46,3	18,7		
Land- en tuinbouw + viskweek	21,3	21,3	0,3	0,0	0,0	0,0	21,7	21,7		
Natuur: voeding natuurgebieden	46,1	46,1	-	-	-	-	46,1	46,1		
Natuur: voeding beken	22,7	22,7	-	-	-	-	22,7	22,7		
Recreatie	14,8	9,8	-	-	-	-	14,8	9,8		
Handel en diensten	1,1	1,1	0,2	0,3	0,4	0,2	2,2	2,2		
Leidingwaterproductie	143	143	-	-	-	-	143	143		
Scheepvaart: schuttingswater totaal alle sluizen	3122									
<i>Scheepvaart: schuttingswater max. per sluis</i>	605									
<i>Vijzels aan sluizen</i>	35									
Uitstroom	662									
<i>uitstroom via zeesluizen Haven van Antwerpen</i>	467									
<i>uitstroom via sluis Bocholt</i>	195									
Totaal waterverbruik + uitstroom	1658									
Balans	Rest									12

Tabel 68: Totale waterbalans voor het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen o.b.v. de periode 2005-2019, voor verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag, in Mm³/jaar.



Figuur 228: Visualisatie totaal watergebruik in het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen o.b.v. de periode 2005-2019 (alle cijfers in Mm³/jaar).



Figuur 229: Visualisatie totaal waterverbruik in het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen o.b.v. de periode 2005-2019 (alle cijfers in Mm³/jaar).

Binnen de sector industrie wordt water in het gebied van Albertkanaal en Kempische kanalen gebruikt in volgende deelsectoren:

- elektriciteitsproductie (gasturbine)
- raffinaderijen
- productie van welfsels, keramische bouwmaterialen, tegels, gevelstenen
- betonproductie
- prefab betonproducten
- gres-componenten (afvalwaterbuizen)
- bouwaggregaten
- cement
- asfaltcentrale
- algemene aanneming
- winning of verdeling zand en grind
- glasproductie
- waterdichting en isolatie
- papierproductie
- zinksmelting
- plaatmaterialen

- staalproductie
- recyclage non-ferro materialen
- recyclage materialen
- afvalverwerking door metalen en chemicaliën te herwinnen uit industriële afvalstromen
- hoogtechnologische materialen
- chemisch industrie: polymeren, petrochemische producten, acetaatvezels, PVC, furfuryl alcohol, PTA of gezuiverd teraftaalzuur, oleochemicaliën, chemische additieven en halffabricaten, kunststoffen en synthetische rubber, ..., meststoffen, gewasbescherming, gelatine, ...
- petrochemische opslag
- andere havenopslag
- bioafbreekbaar piepschuim
- industriële gassen
- verwerking slachtafval
- reinigen van rioleringen
- reinigen van wegkanten en straatkolken
- grondreiniging, fysisch-chemische reiniging en saneringswerken
- industriële reiniging
- afvalophaling en -verwerking
- waterbehandeling
- afvalverzameling en verwerking: stofbestrijding opgeslagen houtafval
- scheepsherstelling
- nucleair onderzoek
- voeding: koekjes
- voeding: suiker
- voedingssupplementen: oliën, vetten, granen, oliezaden, cacao en chocolade

De geïdentificeerde toepassingen van het water gaan hierbij van gebruik als koelwater en proceswater tot sproeiwater, voor dakbesproeiing, als reinigingswater, voor stofbestrijding, als bluswater voor brandbestrijding, en voor sanitair gebruik.

Het totaal waterverbruik en –gebruik per deelsector is bekend, maar worden niet afzonderlijk gerapporteerd omdat bepaalde deelsectoren slechts uit 1 bedrijf bestaan; door het rapporteren per deelsector zou de gemaakte belofte om de waterverbruikscijfers enkel geanonimiseerd te gebruiken, niet nagekomen worden.

Binnen de sector landbouw werd onderscheid gemaakt tussen de volgende deelsectoren en toepassingen:

- irrigeren van landbouwgewassen; de irrigatievraag werd ingeschat zoals onder Watervraag – Land en tuinbouw beschreven via het bodemwaterbalansmodel van de BDB. Er is rekening gehouden met de specifieke % teelten en bodemtypes volgens de landbouwgebruikspcelen (versie ALV, 2018) en de bodemassociatiekaart. Het gaat hier vooral om gebieden in de zandige Kempen ter noordoosten van het gebied (vooral onttrekking uit het kanaalpand KBH pand 1 en ook ZWV).
- beregenen van boomgaarden
- besproeien van bomen en planten, waaronder aardbeienplanten
- besproeien van planten in serres

- drenken van vee

Daarnaast zijn er in de streek heel wat visvijvers, gebruikt voor viskweek. Oppervlaktewater wordt hier gebruikt voor het voeden van deze visvijvers.

Binnen de sector recreatie werden in deze regio volgende waterverbruikstoepassingen geïdentificeerd:

- besproeien van voetbalvelden
- besproeien van golfterreinen
- voeden van recreatiedomeinen (zwembijvers, recreatievijvers)
- jachthaven

Ook zijn er heel wat natuurreservaten en andere natuurgebieden die ook door recreanten gebruikt worden. In vooral het noordoosten van het gebied worden de zandgronden van de Kempen op meerdere plaatsen gevoed via beken en kanaaltjes via watervangen vanuit de kanalen. Deze hebben meerdere gebruikers: natuur, landbouw, recreatie, soms ook viskweek. Via het gedeeltelijk of volledig dichtzetten van deze watervangen als maatregel (zie verder) worden al deze sectoren of gebruikers dus geïmpacteerd.

Binnen de sector natuur wordt onderscheid gemaakt tussen:

- bevoeien van vloeiveides en natuurreservaten, dus voor natuurbehoud
- voeding van beken

Zo worden bijvoorbeeld de weides in de watering van Lommel-kolonie in het voorjaar (maart) bevoeid door handmatig alle grachten (zouwen) open te maken en de stijghoogte in de Grote Fossé te verhogen tot 39,9 cm. Elk perceel wordt gedurende vijf dagen bevoeid; om de 4 ha vloeiveides in Lommel te bevoeien is 364 l/s nodig, ook de nabije populierenteelt vraagt extra water (droogtestudie prov. Limburg).

Naast de hiervoor vermelde sectoren wordt oppervlaktewater gebruikt door meerdere lokale besturen zoals steden en gemeenten en door particulieren voor:

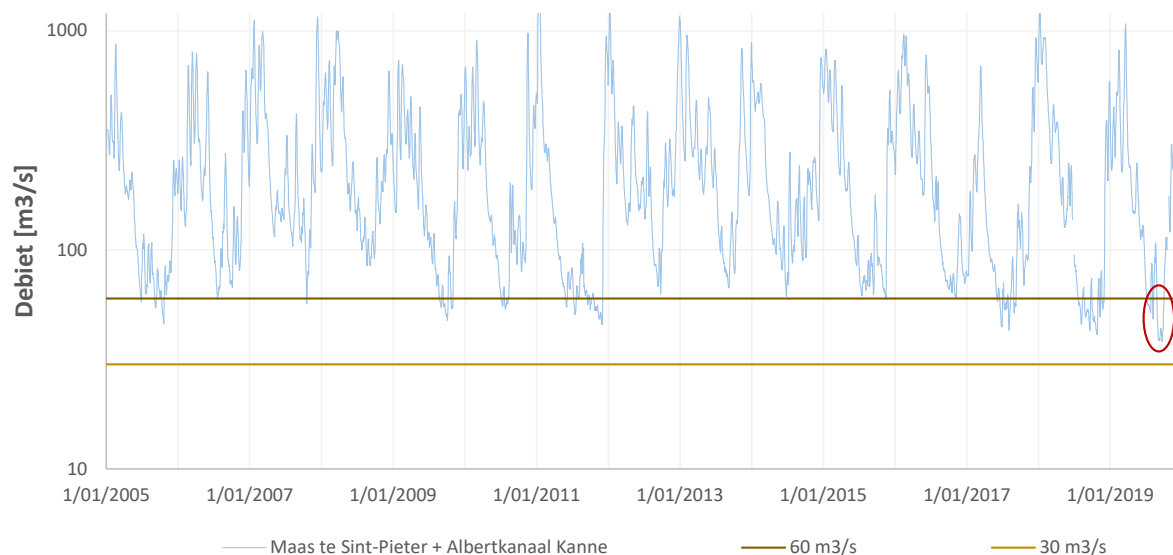
- bevoeien van planten en bomen
- besproeien van tuinen
- bevoeiing van slotgrachten
- afvalverzameling en verwerking: stofbestrijding opgeslagen houtafval

Huishoudens en bedrijven maken verder gebruik van een aanzienlijke hoeveelheid leidingwater die ook rechtstreeks of onrechtstreeks uit het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen gewonnen wordt: rechtstreeks uit het Albertkanaal (pand ABK pand 6) en uit het Netekanaal (pand NEK) door water-link, en onrechtstreeks door Pidpa door oppervlaktewater te onttrekken en te gebruiken voor grondwateraanvulling en drinkwaterproductie uit grondwater. Ook deze oppervlaktewaterverbruiken worden beschouwd.

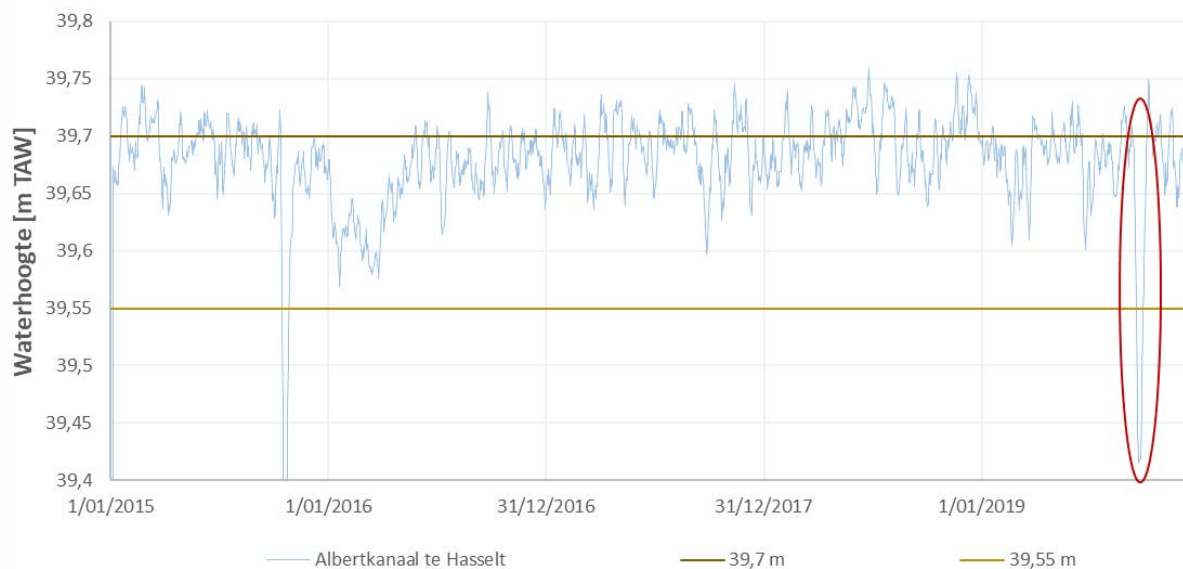
Via de waterbalans is per pand en per dag de waterbeschikbaarheid ingeschat en hoe deze bepaald wordt door het opwaartse wateraanbod, d.i. instroom vanuit de Maas, en de verschillende wateronttrekkingen (het totale watergebruik via de captaties, de teruglozingen, en het netto waterverbruik en dit per deelsector of relevante toepassing, zoals hiervoor opgelijst). Tijdens droge periodes is de maximale

mogelijke instroom vanuit de Maas, zoals bepaald door het Maasafvoeroverdrag, als randvoorwaarde beschouwd voor het wateraanbod.

De waterbalans wordt hierna getoond voor de jaargemiddelde waarden o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de periode 13-22 september 2019 als voorbeeld van droge periode met waterschaarste. De keuze voor deze periode is gebaseerd op de droogte- en waterschaarste-indicatoren. De belangrijkste is deze voor het debiet van de onverdeelde Maasafvoer, omdat deze het wateraanbod voor het ganse systeem bepaald. Eind augustus en september 2019 komt overeen met de periode met de laagste Maasafvoer en de sterkste onderschrijding van droogteniveau 1 sinds 2005 (Figuur 230). Die onderschrijding hield 38 dagen aan, met de sterkste onderschrijding in de periode 13-22 september 2019. Droogteniveau 2 werd niet bereikt voor het 7-dagen debiet, wel gedurende enkele dagen. Het drempeldebiet van 40 m³/s dat ook als kritiek beschouwd kan worden, werd gedurende 9 dagen onderschreden. Dat leidde op dat ogenblik zowel tot meerdere waterbesparende maatregelen langs het Albertkanaal en de Kempische kanalen als tot lage waterpeilen, in bepaalde kanaalpanen zelfs tot ver onder het minimumpeil zoals aangegeven in het voorbeeld van Figuur 231 voor het pand opwaarts van de sluizen van Hasselt. De maatregelen ter toetsing van het afwegingskader (zie hierna) kunnen, bij toepassing op deze periode, dus zowel geïnterpreteerd worden als te nemen maatregelen bij dreigende waterschaarste, om effectieve waterschaarste te vermijden, maar evengoed als maatregelen tijdens periode van effectieve waterschaarste om de negatieve gevolgen te beperken (afhankelijk wanneer ze toegepast worden). De beschouwde droogteperiode bevindt zich immers tussen de droogteniveaus 1 en 2 (en zeer dicht bij droogteniveau 2). Het is dus een ideale historische periode om de toepassing van het afwegingskader op te testen.



Figuur 230: Tijdsverloop van de 7-dagen debietsom van de Maas te Sint-Pieter en het Albertkanaal te Kanne, met aanduiding van de extreme laagwaterperiode in september 2019.



Figuur 231: Tijdsverloop van de 7-dagen waterhoogte in het Albertkanaal opwaarts van de sluisen te Hasselt, met aanduiding van de extreme laagwaterperiode in september 2019.

In Tabel 69 wordt op basis van die analyse de waterbeschikbaarheid samengevat per kanaalpand of deelgebied in het watersysteem van het Albertkanaal en Kempische Kanalen, enerzijds jaargemiddeld o.b.v. de periode 2005-2019 en anderzijds voor de droge periode 13-22 september 2019. Ook voor de droge periode werd de eenheid Mm^3 /jaar aangehouden (de waterbeschikbaarheidscijfers werden dus herschaald naar die eenheid), dit om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken. Dergelijke cijfers zijn beschikbaar voor elke deelperiode in 2005-2019. Uiteraard is de nauwkeurigheid voor de kleinere tijdschalen lager dan op jaarbasis. Door de resultaten te bekijken voor de droge zomerperiode wordt wel een beeld bekomen van de verminderde waterbeschikbaarheid tijdens zulke droogteperiode. Naast deze toestand van de kwantitatieve waterbeschikbaarheid is het ook van belang om de toestand van de waterkwaliteit te bekijken. Bij een lage waterbeschikbaarheid en zeker bij het sterk bijkomend terugpompen van water aan de sluisen van Wijnegem als reactieve maatregel, treden hoge zoutconcentraties op in het pand afwaarts van de sluis van Wijnegem, of eventueel zelfs in ABK pand 6. In september 2019 bereikte deze verhoogde zoutconcentraties zelfs de waterinname locatie van waterlink. Er is vooralsnog geen waterkwaliteitsmodel beschikbaar dat zulke impact op de waterkwaliteit kan simuleren; in deze opdracht wordt zulke impact daarom ingeschat via (welswaar eerder beperkte) expertkennis op basis van de vroegere ervaringen (zoutconcentratieverhogingen i.f.v. debieten en andere randvoorwaarden).

De waterbalans wordt hierna gebruikt voor scenarioanalyses, om het effect van de mogelijke reactieve maatregelen op de waterbalans in te schatten, en daarna de toepassing van de voorgestelde methodologie en principes voor afweging voor te testen. Merk op dat er voor de waterbalanscijfers in Tabel 69 nog geen waterbesparende maatregelen zijn toegepast, tenzij het standaard aanzetten van de vjzels aan de sluisen van Ham en Olen. Daardoor zijn er op een groot aantal locaties watertekorten. De

toepassing van het afwegingskader hierop heeft dus als doel om deze tekorten op een meest efficiënte wijze te verminderen en de impact tijdens de waterschaarstecrisis te beperken, rekening houdend met de kosten en baten.

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019
Albertkanaal			
<i>Instream uit Maas</i>	630	261	
<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-23	
<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-132	
<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-114	
<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-220	
<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-316	
<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-200	
Haven van Antwerpen			
<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	
<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	
<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	
Kanaal Briegden-Neerharen en Zuid-Willemsvaart			
<i>Instream uit Maas</i>	305	173	
<i>Kanaal Briegden-Neerharen (tussen sluizen van Lanaken en Neerharen)</i>	-1,2	-2,9	
<i>Uitstroom naar Nederland via sluis Bocholt</i>	1	2	
<i>Uitstroom naar Nederland via Zuid-Willemsvaart</i>	300	165	
Kanaal Bocholt-Herentals			
<i>KBH pand 1 (opwaarts sluis 1 te Lommel)</i>	28,6	-37,2	
<i>KBH pand 2 (opwaarts sluis 2 te Mol)</i>	29,3	-37,6	
<i>KBH pand 3 (opwaarts sluis 3 te Mol)</i>	28,8	-38,4	
<i>KBH pand 4 (opwaarts sluis 4 te Dessel)</i>	9,5	3,7	
<i>KBH pand 5 (opwaarts sluis 5 te Dessel)</i>	8,7	3,7	
<i>KBH pand 6 (opwaarts sluis 6 te Mol)</i>	5,9	1,0	
<i>KBH pand 7 (opwaarts sluis 7 te Geel)</i>	5,5	1,0	
<i>KBH pand 8 (opwaarts sluis 8 te Geel)</i>	5,7	0,9	
<i>KBH pand 9 (opwaarts sluis 9 te Geel)</i>	5,9	0,9	
<i>KBH pand 10 (opwaarts sluis 10 te Herentals)</i>	0,0	0,0	
Kanaal Dessel-Schoten			
<i>KDS pand 1 (= opwaarts sluis 1 te Rijkevorsel)</i>	5,2	4,5	
<i>KDS pand 2 (= opwaarts sluis 2 te Brecht)</i>	1,8	3,8	
<i>KDS pand 3 (= opwaarts sluis 3 te Brecht)</i>	4,6	3,8	
<i>KDS pand 4 (= opwaarts sluis 4 te St.Job in't Goor)</i>	4,5	3,6	
<i>KDS pand 5 (= opwaarts sluis 5 te St.Job in't Goor)</i>	4,7	3,9	
<i>KDS pand 6 (= opwaarts sluis 6 te Schoten)</i>	0,6	-0,3	
<i>KDS pand 7 (= opwaarts sluis 7 te Schoten)</i>	1,0	0,7	
<i>KDS pand 8 (= opwaarts sluis 8 te Schoten)</i>	1,1	0,8	
<i>KDS pand 9 (= opwaarts sluis 9 te Schoten)</i>	1,1	0,8	
<i>KDS pand 10 (= opwaarts sluis 10 te Schoten)</i>	0,0	0,0	

Tabel 69: Waterbeschikbaarheid per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische Kanalen: jaargemiddeld o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode 13-22

september 2019, in Mm³/jaar (voor de droge periode werden de waarden herschaald naar dezelfde eenheid om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken).

Om hierna de waterbeschikbaarheid of het watertekort voor het ganse gebied samen te vatten is een “watertekortindicator” geïntroduceerd. Deze telt de watertekorten in alle panden van het kanalsysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen op. Uiteraard gebeurt dat enkel voor de panden waarvoor er effectief een watertekort bestaat; dus deze die in Tabel 69 in het rood staan aangeduid. Het watertekort is voor deze panden het verschil tussen de watervraag en het wateraanbod en is uitgedrukt in miljoen m³ per jaar (Mm³/jaar).

Hierna wordt eerst voor de verschillende beschouwde maatregelen de impact beschreven, zowel de impact op de waterbeschikbaarheid als de socio-economische impact. Voor de details bij de socio-economische impact wordt verwezen naar het deel Bouwstenen voor afweging – socio-economische impactindicatoren. De socio-economische impact bestaat hierbij zowel uit de kosten van de maatregelen als de overblijvende schade wanneer de maatregelen niet of onvoldoende toegepast worden en/of er waterschaarste ontstaat waarbij streefpeilen niet langer gehaald kunnen worden in één of meerdere panden. Dit laatste leidt tot diepgangbeperkingen en eventueel ook innamebeperkingen voor bepaalde bedrijven met een vast innamepeil. Bij sterke peildalingen tot of onder het minimumpeil dient de scheepvaart gestremd te worden en bestaat er gevaar op instabiliteit van de dijken. Dat laatste moet uiteraard absoluut vermeden worden (zie toegepaste principes en beperkingen). Beneden het minimumpeil krijgen de waterbesparende maatregelen dus absolute voorrang. Boven dit peil wordt het toelaten van schade mee afgewogen t.o.v. de waterbesparende maatregelen.

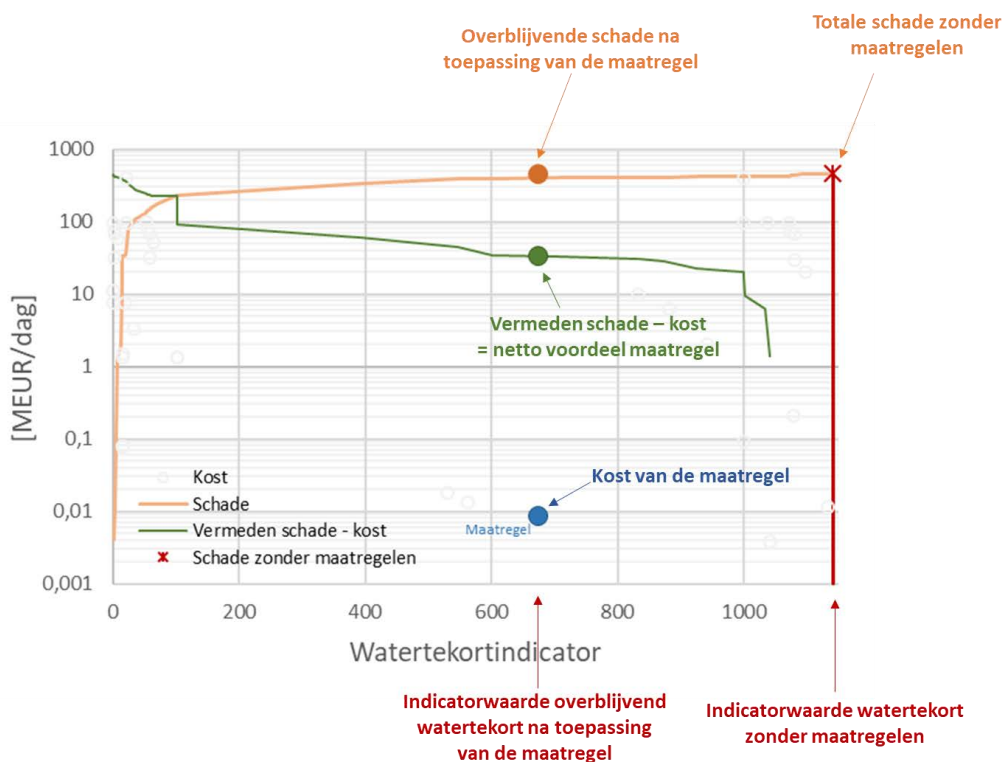
Impact mogelijke maatregelen

Hierna wordt de impact van de mogelijke maatregelen besproken, dit per deelset van maatregelen uit de shortlist, beperkt tot deze die van toepassing zijn voor het beschouwde gebied. Ze zijn geklasseerd per sector waarop de maatregel van toepassing is. Per maatregel is hierna een beschrijving gegeven van de maatregel en de wijze waarop de impact op de waterbeschikbaarheid en de kost van de maatregel berekend werd, met verwijzing naar de Waterbalans en de Socio-economische impactindicatoren zoals hiervoor beschreven. Ook wordt toegelicht hoe de schade voor elk van de sectoren berekend werd in geval van een overblijvend watertekort. Zoals hiervoor toegelicht krijgen de maatregelen beneden het minimumpeil absolute voorrang. Boven dit peil wordt het toelaten van schade mee afgewogen t.o.v. de waterbesparende maatregelen.

De socio-economische impactindicatoren zoals hiervoor besproken en hierna toegepast werden tijdens en na workshop W3 afgetoetst bij de belanghebbenden. Ze werden op basis van de ontvangen opmerkingen en suggesties zo veel als mogelijk, rekening houdend met wat haalbaar was binnen het bestek van deze opdracht, bijgestuurd. Maar er is nog heel wat ruimte voor verdere toekomstige verfijningen zoals hierna per maatregel en sector ook samengevat wordt. De huidige versie van afweging houdt bijvoorbeeld nog geen rekening met de ketenwerking; enkel de primaire of directe kosten en schades werden beschouwd. Naast deze directe kosten en schades zijn er – o.a. door de ketenwerking –

heel wat indirecte gevolgen mogelijk. En wat de impact op ecologie betreft, is voorlopig gerekend met het verlies aan baten door de ecosysteemdiensten. Impact op natuur gaat uiteraard ruimer dan dit verlies aan ecosysteemdiensten, zoals de waarde van de natuurelementen zelf. Ook dit geeft ruimte voor toekomstige verfijningen. De impactresultaten die hierna worden voorgesteld moeten dus niet beschouwd worden als absoluut correct, maar zijn dus richtinggevend.

De impact wordt hierna eerst per maatregel samengevat. O.a. de volgende grafiek (Figuur 232) wordt hiervoor gebruikt, die hier eerst verder toegelicht wordt.



Figuur 232: Toelichtingen bij de grafiek die hierna wordt gebruikt om de impact en de effectiviteit van de maatregelen samen te vatten.

Deze grafiek bevat volgende variabelen:

- De **watertekortindicator** geeft een samenvattend beeld van het totale watertekort in het beschouwde gebied, door optelling van de watertekorten in Mm^3 /jaar in alle panden van het kanalsysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Ze is uitgedrukt in Mm^3 /jaar maar deze eenheid wordt in de figuur niet vermeld vermits de interpretatie ervan niet zo eenvoudig is. Een watersysteem gedraagt zich immers niet zo lineair dat $X Mm^3$ /jaar waterbesparing door een maatregel leidt tot $X Mm^3$ /jaar vermindering van de watertekortindicator. Door de eenheid erbij te vermelden bestaat het risico dat men de indicator zo zal gaan interpreteren. De watertekortindicator heeft enkel als doel om de watertekorten langs de verschillende panden in

1 waarde samen te vatten. Details over hoe dit totale watertekort verdeeld is over de verschillende panden kunnen teruggevonden worden in een grafiek zoals deze van Tabel 69.

- De **kost van de maatregel** wordt weergegeven in MEUR/dag. Meestal wordt deze kost door één van de sectoren gedragen. Wanneer voor bepaalde maatregelen de kost niet per dag wordt berekend, maar voor de ganse waterschaarsteperiode, wordt deze totale kost gedeeld door de duur van de waterschaarsteperiode om de kost per dag te bepalen. Door de kost voor alle maatregelen terug te brengen naar eenzelfde eenheid kunnen de kosten bij de verschillende maatregelen vergeleken worden en ook afgewogen t.o.v. de overblijvende schade.
- De **overblijvende schade** door het watertekort in MEUR/dag. Dit is de totale schade voor alle sectoren samen. Hier geldt dezelfde beschouwing als bij de kost van de maatregel: wanneer de schade niet per dag wordt berekend, maar voor de ganse waterschaarsteperiode, wordt de totale schade gedeeld door de duur van de waterschaarsteperiode om de schade per dag te bepalen.
- Het **netto voordeel van de maatregel** in MEUR/dag, berekend als de vermeden schade door de maatregel (verschil tussen de schade voor en na toepassing van de maatregel) min de kost van de maatregel.

Zonder toepassing van maatregelen zou er een totaal watertekort bestaan, zoals aangeduid aan de rechterzijde van de grafiek. Ook de totale schade staat er aangeduid. Deze kan verder opgedeeld worden over de betrokken sectoren. De grafiek geeft per maatregel, of voor een bepaalde set aan maatregelen, weer:

- ✓ hoe sterk deze het totale watertekort vermindert
- ✓ hoe sterk deze de schade vermindert en hoe groot de overblijvende schade is
- ✓ wat het netto voordeel van de maatregel is

Er dient dus gezocht naar een maatregel of set van maatregelen die het totale watertekort tot nul herleid en dit met een zo laag mogelijke kost of een zo groot mogelijk netto voordeel, tenzij beneden een bepaalde waarde voor de watertekortindicator het netto voordeel van de maatregel niet langer daalt. In dat laatste geval kan een beperkte overblijvende schade toegelaten worden.

De curves in Figuur 232 van overblijvende schade versus watertekortindicator en van netto voordeel van de maatregel versus watertekortindicator zijn weergegeven als continue functies, maar de verbanden zijn niet noodzakelijk eenduidig. Verschillende maatregelen kunnen immers leiden tot eenzelfde daling in watertekortindicator, maar tot een andere overblijvende schade en ander netto voordeel. De continue curves weergegeven in de figuur zijn bepaald door uitmiddeling over de beschouwde maatregelen. Dit maakt dat de bollen, die de cijfers per maatregel weergeven, niet noodzakelijk op de curven hoeven te liggen. Het zijn de resultaten weergegeven door de bollen die van belang zijn; de curven zijn enkel bedoeld ter visuele referentie. Wanneer voor een bepaalde maatregel de bol boven de curve ligt gaat het om een maatregel die relatief t.o.v. de andere maatregelen meer overblijvende schade geeft (voor de oranje bol) of een lagere kost of groter netto voordeel geeft (voor de groene bol). Wanneer de bol onder de curve ligt gaat het om een maatregel die t.o.v. de andere maatregelen relatief minder overblijvende schade geeft (voor de oranje bol) of een hoger netto voordeel geeft (voor de groene bol).

Hierna wordt via die samenvattende grafiek voor elk van de beschouwde maatregelen de impact weergegeven.

Maatregelen waterbeheerder – Water terugpompen aan sluizen

In september 2019 waren de waterkrachtcentrales aan de sluizen van Ham en Olen stilgelegd en werden deze permanente pompen ingezet om water terug te pompen aan deze sluizen (om de schuttingsverliezen te compenseren). Dit behoort tot het standaard beheer van De Vlaamse Waterweg en werd hier dus niet als maatregel beschouwd. Ook werden er aan bepaalde andere sluizen mobiele pompen geplaatst, maar dit wordt hier niet als standaard beheer beschouwd; bovendien zijn er hier vele andere opties dan deze die in 2019 toegepast werd (andere sluizen, andere pompcapaciteiten). De opties die hier beschouwd werden als maatregelen zijn de volgende: tijdelijk (tijdens de waterschaarsteperioden) plaatsen van mobiele pompen aan de sluizen van Wijnegem en/of Olen (extra t.o.v. de vaste pompen) en/of Ham (extra) en/of Hasselt en/of Diepenbeek en/of Genk, telkens met volgende opties voor de maximale pompcapaciteit: 2,5 of 5 of 7,5 of 10 of 12 m³/s.

De kost voor de waterbeheerder is, zoals bij de Socio-economische impactindicatoren aangegeven, geraamd op 90 kEUR per sluis voor de ganse waterschaarsteperioden voor de huur van de mobiele pomp. Bij een waterschaarsteperioden van 10 dagen zoals hier beschouwd (13-22 september 2019) komt dat neer op 9 kEUR/dag. De impact op de waterbeschikbaarheid is via het waterbalansmodel doorgerekend, waarbij er netto geen water bijkomt maar het water anders verdeeld wordt over de kanaalpannen. Het is evident dat de pompstrategie hierbij belangrijk is, rekening houdend met zowel het wateraanbod als de watervraag per kanaalpan. Er werden daarom meerdere scenario's doorgerekend en de meest optimale bepaald, d.i. 2,5 m³/s maximale pompcapaciteit te Genk, 7,5 m³/s te Diepenbeek, 5 m³/s te Hasselt, 7,5 m³/s te Ham, 12 m³/s te Olen en 7,5 m³/s te Wijnegem, kortom kleinere mobiele pompen opwaarts en grotere pompen afwaarts. De optimale strategie is uiteraard afhankelijk van de concrete waterschaarsteperioden. Naast deze optimale mobiele pompstrategie is ter vergelijking ook een strategie beschouwd waarbij aan elk van de sluizen langs het Albertkanaal een pomp met een maximale capaciteit van 12 m³/s wordt voorzien.

Wanneer het volume kanaalwater dat alzo herverdeeld wordt ter hoogte van alle sluizen opgeteld wordt, zorgt de optimale strategie voor een herverdeling van 1263 Mm³/jaar met de maximale herverdeling aan de sluis van Olen van 316 Mm³/jaar. De maximale mobiele pompstrategie zorgt voor een totale herverdeling van 2272 Mm³/jaar (alle sluizen samen) en een maximale herverdeling van 379 Mm³/jaar per sluis. Tabel 70 toont de impact op de waterbeschikbaarheid per pan langs het Albertkanaal. De watertekorten kunnen dus in dit geval via de inzet van mobiele pompen geheel weggewerkt worden. De inzet van pompen met maximale pompcapaciteit aan alle sluizen is niet nodig want zorgt voor grote wateroverschotten in bepaalde pannen. Wanneer de droogte extremer is of langer aanhoudt zullen de watertekorten nog groter zijn en zijn eventueel bijkomende maatregelen nodig. De afweging van deze tegenover de andere mogelijke maatregelen zal later besproken worden nadat de impact voor elk van de afzonderlijke maatregelen geanalyseerd is.

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	17
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	65
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	4
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	16
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	61
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	35

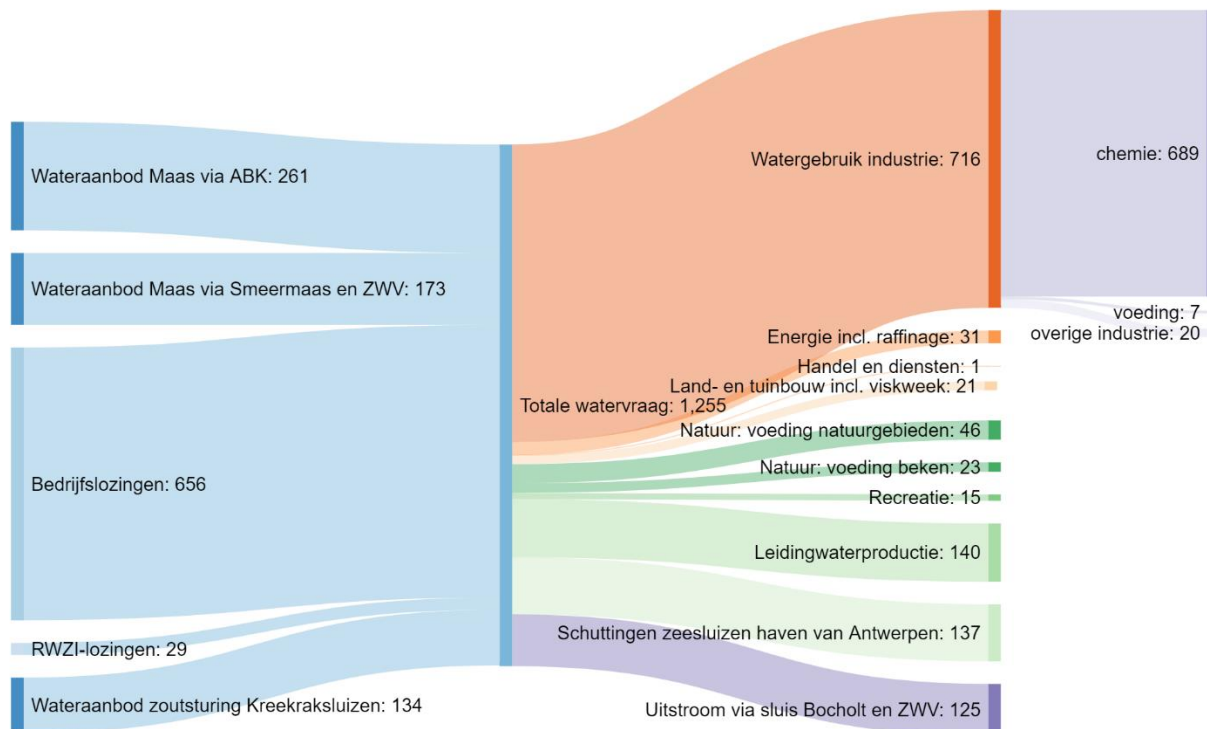
Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	317
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	207
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	225
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	158
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	61
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	177

Tabel 70: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand van het Albertkanaal. Scenario tabel boven = resultaten na optimale strategie van water terugpompen aan de sluizen via mobiele pompen voor 13-22 sept. 2019; Scenario tabel onder = resultaten na maximale strategie van mobiele pompen aan alle sluizen; Kolom 13-22 sept 2019 = resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.

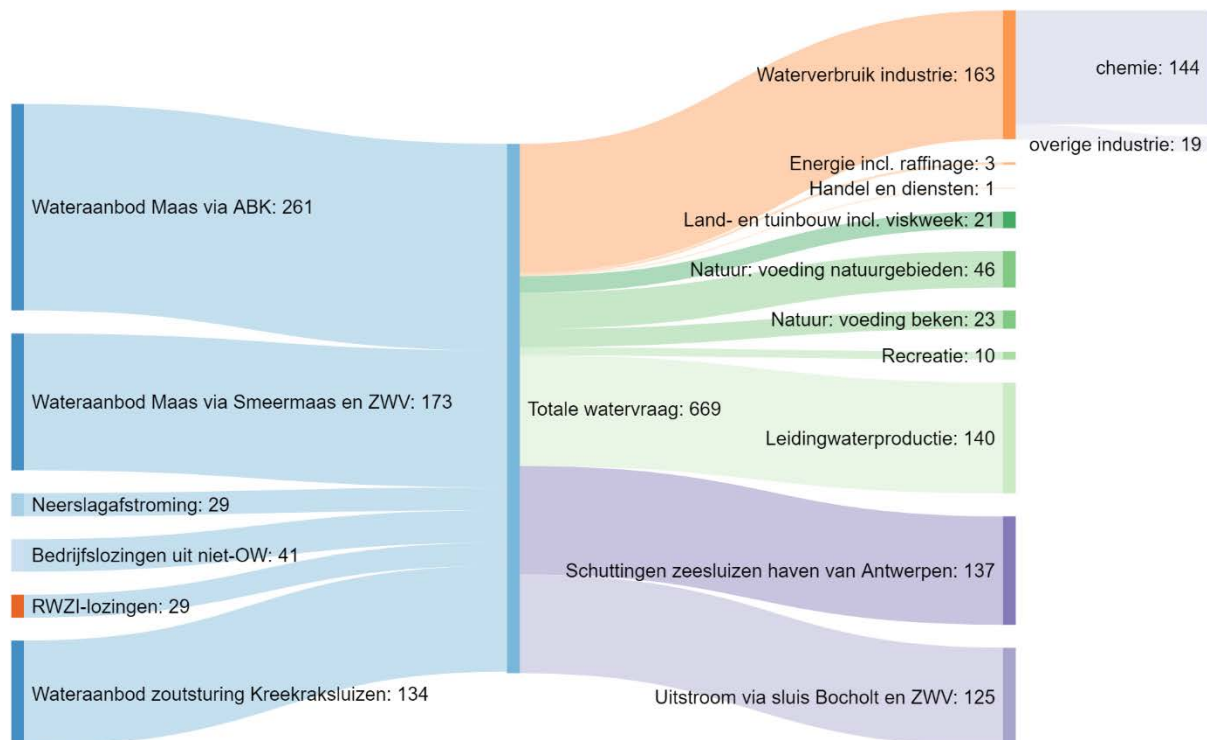
De waterbalans voor het ganse oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen voor de droogteperiode 13-22 september 2019 is weergegeven in Tabel 71. De deelcomponenten van wateraanbod en watervraag in deze waterbalans zijn gevisualiseerd in Figuur 233 voor het totaal watergebruik en in Figuur 234 voor het totaal waterverbruik. Deze balans blijft na de hier beschouwde maatregel dezelfde vermits de mobiele pompen enkel het water intern optimaler herverdelen.

Waterbalans Albertkanaal en Kempische Kanalen		Mm3/jaar							
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	568							
	<i>Instroom via Albertkanaal</i>	261							
	<i>Instroom via Zuid-Willemsvaart</i>	173							
	<i>Zoutsturing Kreekraksluizen</i>	134							
	Neerslagafstroming: totaal	29							
	Lozingen	718							
	<i>Koelwater- en afvalwaterlozingen bedrijven</i>	689							
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>	29							
Totaal aanbod	1315								
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	OW excl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. koelwater	Totaal excl. koelwater
	Totaal watergebruik of -verbruik	1054	406	1,8	21,1	1,8	34,2	1113	465
Industrie	777	162	1,2	12,0	0,7	28,0	819	204	
<i>industrie, deelsector chemie</i>	751	143	0,9	11,4	0,5	15,2	779	171	
<i>industrie, deelsector voeding</i>	7,0	0,3	0,2	0,3	0,0	0,3	7,8	1,1	
<i>overige industrie</i>	19,8	18,7	0,2	0,3	0,2	12,5	32,9	31,9	
Energie incl. raffinage	30,6	3,1	0,0	8,8	0,7	6,1	46,3	18,7	
Land- en tuinbouw + viskweek	21,3	21,3	0,3	0,0	0,0	0,0	21,7	21,7	
Natuur: voeding natuurgebieden	46,1	46,1	-	-	-	-	46,1	46,1	
Natuur: voeding beken	22,7	22,7	-	-	-	-	22,7	22,7	
Recreatie	14,8	9,8	-	-	-	-	14,8	9,8	
Handel en diensten	1,1	1,1	0,2	0,3	0,4	0,2	2,2	2,2	
Leidingwaterproductie	140	140	-	-	-	-	140	140	
Scheepvaart: schuttingswater totaal alle sluizen	2482								
Scheepvaart: schuttingswater max. per sluis	593								
Vijzels aan sluizen	-120								
Uitstroom	263								
<i>uitstroom via zeesluizen Haven van Antwerpen</i>	138								
<i>uitstroom via sluis Bocholt</i>	125								
Totaal waterverbruik + uitstroom	1317								
Balans	Rest	-2							

Tabel 71: Totale waterbalans voor het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen voor de droogteperiode 13-22 september 2019.

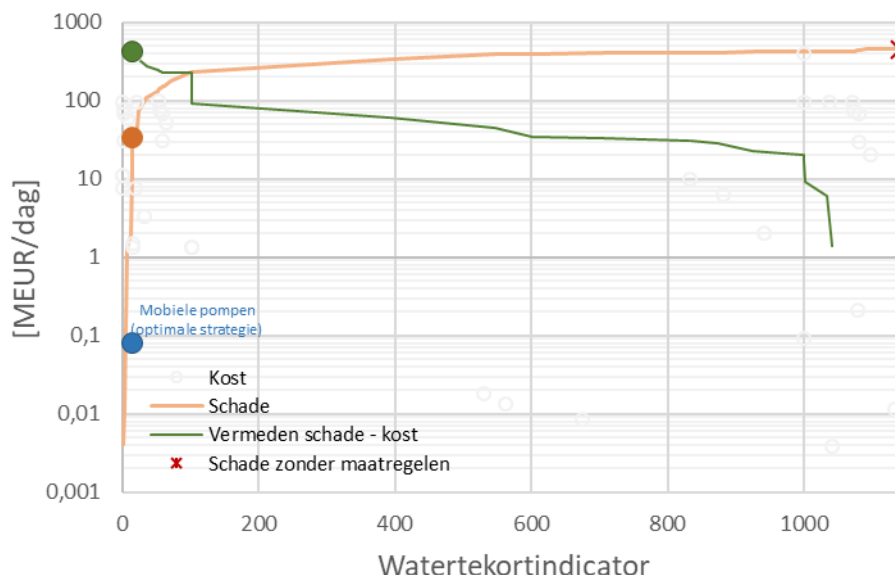


Figuur 233: Visualisatie totaal watergebruik in het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen voor de droogteperiode 13-22 september 2019 (alle cijfers in Mm³/jaar).



Figuur 234: Visualisatie totaal waterverbruik in het oppervlaktewatersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen voor de droogteperiode 13-22 september 2019 (alle cijfers in Mm³/jaar).

De totale kost van de maatregel is de huur van de 6 pompen, wat een totale kostprijs geeft van 0,5 MEUR. Figuur 235 vat samen dat de maatregel (optimale strategie) de totale schade vermindert van 456 MEUR/dag tot 34 MEUR/dag. Het netto voordeel is nagenoeg dit verschil aangezien de kost relatief zeer klein is t.o.v. de vermindering in overblijvende schade. Het plaatsen van mobiele pompen is dus een zeer kostenefficiënte maatregel. Na toepassing van de maatregel is er slechts een beperkt overblijvend watertekort en overblijvende schade, wat met herverdeling van water langs het Albertkanaal niet opgelost kan worden. De watertekortindicator daalt door de maatregel (optimale strategie) van 1142 Mm³/jaar naar 15 Mm³/jaar.



Figuur 235: Samenvatting van de impact van de maatregel (water terugpompen aan de sluizen via mobiele pompen, optimale strategie) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

In de grafieken hiervoor wordt de kost gedragen door de betrokken sector (waterbeheerder bij deze maatregel), maar de schade en baten van de verminderde schade hebben betrekking op meerdere sectoren. In Tabel 72 wordt de kost van de maatregel en de totale schade opgedeeld over de sectoren. Tabel 73 toont hoe voor de industrie de totale schade zonder maatregelen samengesteld is door de verschillende oorzaken en waterbron, in dit geval oppervlaktewatertekort en leidingwatertekort.

	Totaal	Scheepvaart	Waterbeheer	Bedrijven	Handel	Huishoudens	DWM	Landbouw	Recreatie	Natuur
Kost van maatregel	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Schade zonder maatregel	456,8	1,3	0,0	436,6	3,0	0,9	14,9	0,1	0,0	0,0
Schade na maatregel	33,9	0,0	0,0	31,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 72: Verdeling van de totale kost van de maatregel (water terugpompen aan de sluizen via mobiele pompen) en de totale schade (voor en na de maatregel) over de betrokken sectoren.

	Bedrijven
door oppervlaktewatertekort	46,6
door leidingwatertekort	390,0
Totaal	436,6

Tabel 73: Verdeling van de totale schade zonder maatregelen voor de industrie, opgedeeld in schade door oppervlaktewatertekort en door leidingwatertekort.

Naast de economische schade die vermindert door de maatregel is er een ander type schade die toeneemt: de zoutinrusie langs het Albertkanaal. In een lopende studie door KU Leuven voor water-link wordt dit momenteel verder onderzocht. Zodra die resultaten beschikbaar zijn, kan bij deze maatregel (en bij andere maatregelen waar dezelfde problematiek speelt) de impact op de toenemende zoutinrusie toegevoegd worden. Wanneer de zouttong de waterinname locatie van water-link bereikt, dan dient de schade door innameproblemen bij hoge zoutconcentraties toegevoegd te worden. Idem voor de eventuele impact van de verzilting op het grondwater in de omgeving en de ecologische impact; over dat laatste is er evenwel nog geen kennis beschikbaar.

Verder zijn er in de Haven van Antwerpen ook mogelijkheden om via mobiele pompen tijdelijk extra water terug te pompen aan de zeesluizen. Maatregelen gerelateerd aan de zeesluizen werden in deze opdracht nog niet beschouwd, vermits dit een afzonderlijk, dieper onderzoek vergt (momenteel lopend voor Port of Antwerp). Verder werd de schade door een watertekort in de haven in deze opdracht beperkt tot de schade aan de bedrijven. Bij een watertekort wordt er via de zeesluizen bijkomend water in gelaten vanuit de Zeeschelde. Dit zorgt voor een bijkomende kost voor het Havenbedrijf, zoals extra baggerkosten door de verhoogde inname van sediment en extra maatregelen om verzilting tegen te gaan zoals bellenschermen. Ook zijn er dan extra kosten voor Rijkswaterstaat om zoet water te verpompen naar de dokken.

Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten

Het betreft hier het gegroepeerd schutten van schepen aan de sluisen om schuttingsverliezen, d.i. water dat van het opwaartse naar het afwaartse kanaalpand gaat, te beperken, wanneer dit schuttingswater in het afwaartse pand niet nodig is om aan de andere watervraag te voldoen of de afweging de voorkeur geeft aan de watervraag in de opwaartse pand(en). Gegroepeerd schutten betekent dat men schepen even laat wachten om meerdere schepen tegelijkertijd te kunnen schutten en alzo het aantal schuttingen en de schuttingsverliezen te beperken. Omdat in de praktijk maximale wachttijden tot 4 uur als haalbaar en zinvol worden beschouwd, werden 4 mogelijke maatregelen van gegroepeerd schutten beschouwd: voor maximale wachttijden van 1, 2, 3 en 4 uur. Bij wachttijden langer dan 4 uur wordt het relatieve voordeel meestal beperkter omdat langs de druk bevaren kanalen, zoals het Albertkanaal, er binnen een maximale wachttijd van 4 uur meestal voldoende schepen zijn om ze met volle sluisen te schutten.

Om de impact van deze maatregel te kunnen doorrekenen werd er door KU Leuven een scheepvaartverkeersmodel opgesteld. Dit model vertrekt van de registraties van de schuttingen langs de sluisen door De Vlaamse Waterweg en de Havenbedrijven. Via die registraties wordt een beeld bekomen van het aantal schepen per eenheid van tijd en per sluis, met onderscheid tussen zeeschepen, binnenvaartschepen voor beroepsvaart, pleziervaart en andere schepen waarvoor het type schip niet werd geregistreerd. Deze aantallen zijn sterk tijdsvariabel, met sterke verschillen vooral tijdens de zomermaanden en in het weekend. Vele sluisen zijn bovendien gesloten op zondag. Via het verkeersmodel worden deze schepen opgehouden aan de sluisen, en wordt er pas een schutting gesimuleerd wanneer ofwel het aantal wachtende schepen de capaciteit van de sluis bereikt, ofwel de maximale wachttijd wordt bereikt. Hierbij wordt uiteraard ook rekening gehouden met de afmetingen van de typen schepen en de afmetingen van de sluiskolken. Een aantal grote sluisen hebben meerdere kolken, bijvoorbeeld duwvaartsas, middensas en noordersas voor de grote sluisen langs het Albertkanaal. Tabel 74 geeft een voorbeeld van het aantal schepen die geschut werden voor enkele voorbeeldsluisen langs het Albertkanaal en de Kempische Kanalen in de periode 1-31 juli 2018, totaal en afzonderlijk voor de zeeschepen, schepen van de beroepsbinnenvaart, schepen van de recreatieve vaart en andere schepen. In deze tabel werden voor de grote sluisen langs het Albertkanaal het aantal schepen door de drie afzonderlijke sassen per sluis samengeteld.

Sluis	Totaal aantal schepen	Aantal schepen beroepsbinnenvaart	Aantal schepen recreatieve vaart	Aantal zeeschepen	Aantal andere schepen
Wijnegem	3016	2674	165	42	135
Olen	2781	2535	77	31	138
Kwaadmechelen / Ham	2326	2049	104	34	139
Genk	2084	1810	99	26	149
Lanaken	176	55	111	0	10
Neerharen	204	63	118	6	17
Sluis 1N Lommel	661	360	272	12	17
Bocholt	359	143	187	9	20
Sluis 4 Dessel	253	35	203	2	13
Sluis 10 Herentals	291	79	204	4	4
Sluis 1 Rijkevorsel	198	88	100	0	10
Sluis 10 Schoten	90	36	52	1	1

Tabel 74: Aantal schepen die geschut werden voor enkele voorbeeldsluisen langs het Albertkanaal en de Kempische Kanalen in de periode 1-31 juli 2018, totaal en afzonderlijk voor de zeeschepen, schepen van de beroepsbinnenvaart, schepen van de recreatieve vaart en andere schepen.

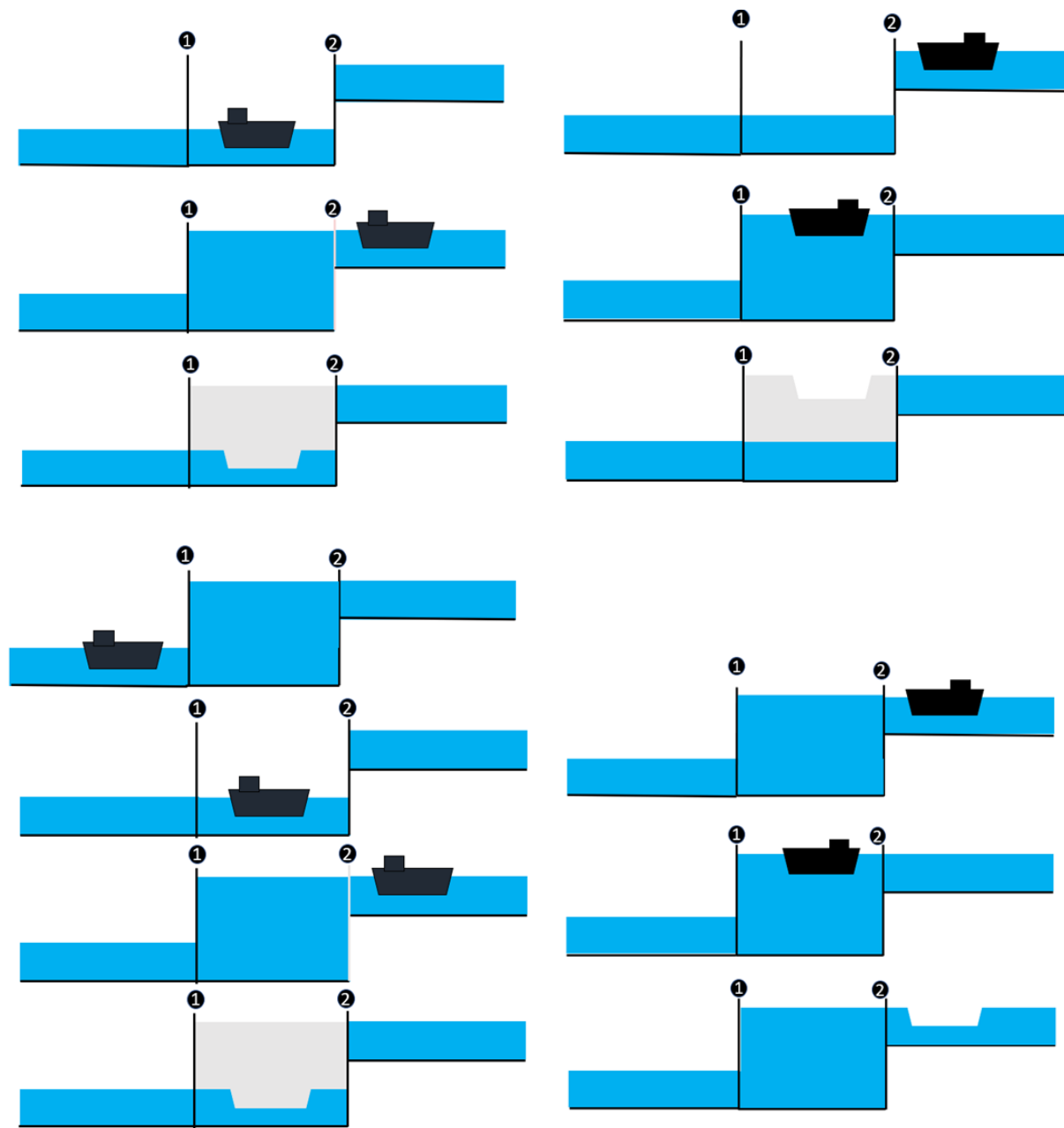
Om de schuttingsverliezen te berekenen werd de uitwisseling van water tussen het opwaartse pand en de kolk beschouwd. Wanneer water via het opwaartse pand de schutkolk binnenstroomt, is dit volume beschouwd als een schuttingsverlies. Water dat vanuit de kolk naar het afwaartse pand stroomt, heeft

geen invloed op de berekening van de schuttingsvolumes; een schuttingsverlies ontstaat immers enkel door de interactie tussen kolk en opwaartse pand. Afhankelijk van de beginvoorwaarde zijn er vier scenario's voor de schuttingen, zoals geschetst in Figuur 236. Door voor alle scheepvaartbewegingen telkens het scenario te bepalen en het schuttingsvolume te berekenen, wordt het totaal schuttingsvolume berekend over een bepaalde tijdsperiode. Na toepassing van het scheepvaart-verkeersmodel wordt het verminderd totaal schuttingsvolume berekend en dit voor elk van de beschouwde scenario's van gegroepeerd schutten. De nieuwe schuttingsvolumes worden dan toegepast op het waterbalansmodel om de invloed op de waterbeschikbaarheid te bestuderen.

De kost van de maatregel voor de scheepvaartsector werd ingeschat – zoals gemotiveerd bij de beschrijving van de Socio-economische impactindicatoren in Tabel 58 – als 1,33 kEUR/dag langs het Albertkanaal bij een maximale wachttijd van 1 uur, 5,32 kEUR/dag bij een maximale wachttijd van 2 uur, 9,31 kEUR/dag bij 3 uur en 13,29 kEUR/dag bij 4 uur. Langs de Kempische kanalen zijn deze kostcijfers 0,23 kEUR/dag bij 1 uur maximale wachttijd, 0,91 kEUR/dag bij 2 uur, 1,6 kEUR/dag bij 3 uur en 2,28 kEUR/dag bij 4 uur. Verdere verfijning van deze kostberekening is mogelijk door deze berekening door te voeren per schip eerder dan de gemiddelde raming door het De Nocker et al. (2020) te gebruiken. Samen met de scheepvaartsector dient dan bekeken te worden of alternatieve kostenramingen per schip en rederij, incl. de extra kosten door de ketenwerking, bekomen kunnen worden. Dezelfde opmerking geldt ook voor de andere maatregelen voor de scheepvaart zoals hierna beschreven.

De watertekortindicator daalt door het gegroepeerd schutten van 1142 Mm³/jaar naar 1042 Mm³/jaar bij een maximale wachttijd van 1 uur, 674 Mm³/jaar bij een maximale wachttijd van 2 uur, 562 Mm³/jaar bij een maximale wachttijd van 3 uur, 531 Mm³/jaar bij een maximale wachttijd van 4 uur. De daling van het watertekort wordt dus kleiner voor de langere wachttijden. Het beschouwen van wachttijden langer dan 4 uur heeft dus weinig zin. Tabel 75 geeft een overzicht van de daling in het watertekort per pand langs het Albertkanaal voor elk van de vier beschouwde maximale wachttijden.

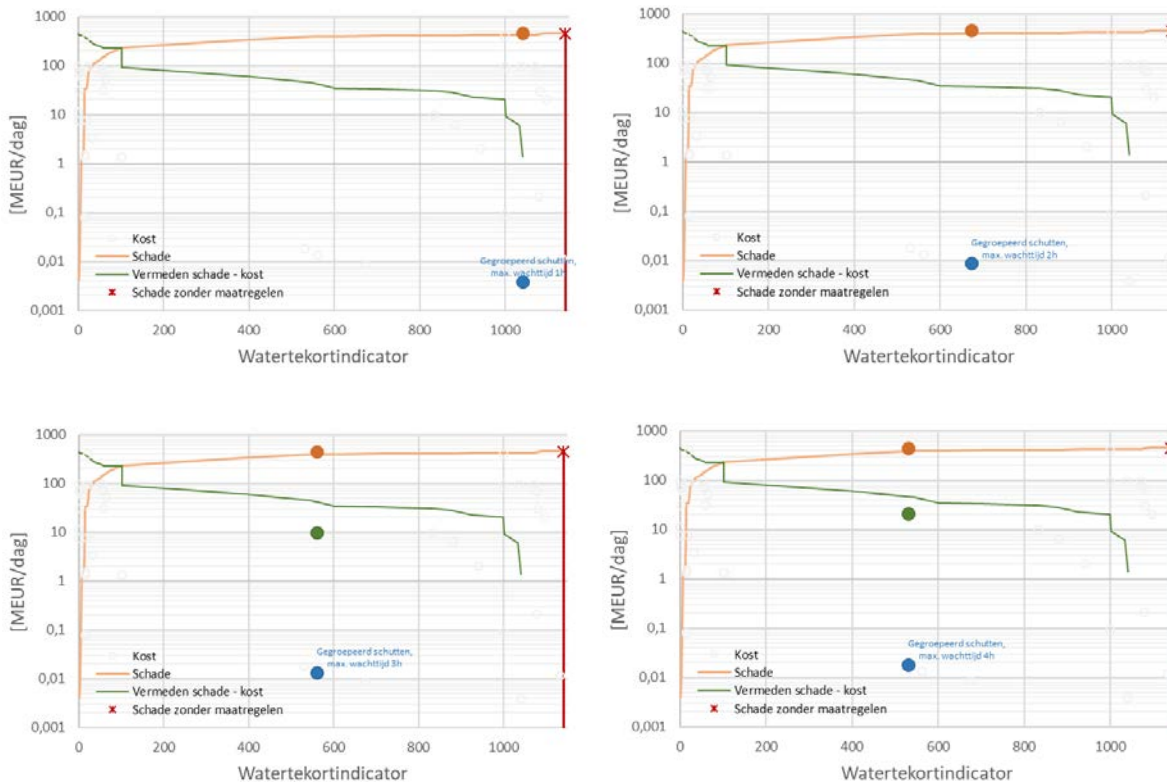
Doordat het overblijvend watertekort bij een maximale wachttijd van 4 uur toch nog meer dan 500 Mm³/jaar bedraagt voor de watertekortindicator, blijft er nog heel wat schade over: 435 MEUR/dag bij een maximale wachttijd van 4 uur (Figuur 237). De kost van het gegroepeerd schutten voor de scheepvaart stijgt van 3840 EUR/dag bij een maximale wachttijd van 1 uur tot 17850 EUR/dag bij een maximale wachttijd van 4 uur. Tabel 74 geeft aan dat alhoewel de economische kost relatief beperkt is, de maatregel een zeer groot aantal schuttingen van schepen treft.



Figuur 236: Vier mogelijke scenario's voor de schuttingen. Linksboven: Initiële toestand kolk = leeg, richting = opwaarts, versast volume = volume kolk + volume schip/schepen. Rechtsboven: Initiële toestand kolk = leeg, richting = afwaarts, versast volume = volume kolk - volume schip/schepen. Linksonder: Initiële toestand kolk = vol, richting = opwaarts, versast volume = volume kolk + volume schip/schepen. Rechtsonder: Initiële toestand kolk = vol, richting = afwaarts, versast volume = 0 - volume schip/schepen.

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-49
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-154
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-137
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-202
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-295
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-191
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-5
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-94
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-79
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-128
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-205
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-149
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	10
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-74
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-60
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-103
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-175
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-136
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	14
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-68
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-55
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-96
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-166
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-132

Tabel 75: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand van het Albertkanaal. Scenario, tabellen van boven naar onder = resultaten na gegroepeerd schutten met maximale wachttijden van 1, 2, 3 en 4 uur; Kolom 13-22 sept 2019 = resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.



Figuur 237: Samenvatting van de impact van de maatregel (gegroepeerd schutten met maximale wachttijden van 1, 2, 3 en 4 uur) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Linkerbovengrafiek: 1 uur max. wachttijd; rechterondergrafiek: 4 uur max. wachttijd. In de bovenste twee grafieken wordt de groene bol niet getoond omdat de vermeden schade – kost negatief is.

Maatregelen scheepvaart – Diepgangbeperkingen

Bij (overblijvende) watertekorten langs één of meerdere van de beschouwde panden, kan het streefpeil niet langer gehaald worden. Om redenen van veiligheid van de scheepvaart worden dan diepgangbeperkingen opgelegd.

De kost van de diepgangbeperking kan beschouwd worden als de schade voor de scheepvaartsector bij het optreden van waterschaarste. Zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren in Tabel 60 bedraagt dit economisch verlies 27,7 kEUR/dag (volgens de hoge impact transportkosten) langs het Albertkanaal en 3,4 kEUR/dag langs de Kempische kanalen.

Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod

Wanneer het waterpeil daalt tot of onder het minimumpeil, wordt om redenen van veiligheid een volledig vaarverbod opgelegd. Dit gebeurt conform de minimumpeilen die bij de Droogte- en waterschaarste-indicatoren in Tabel 5 staan opgelijst voor de verschillende bevaarbare kanaalpanden.

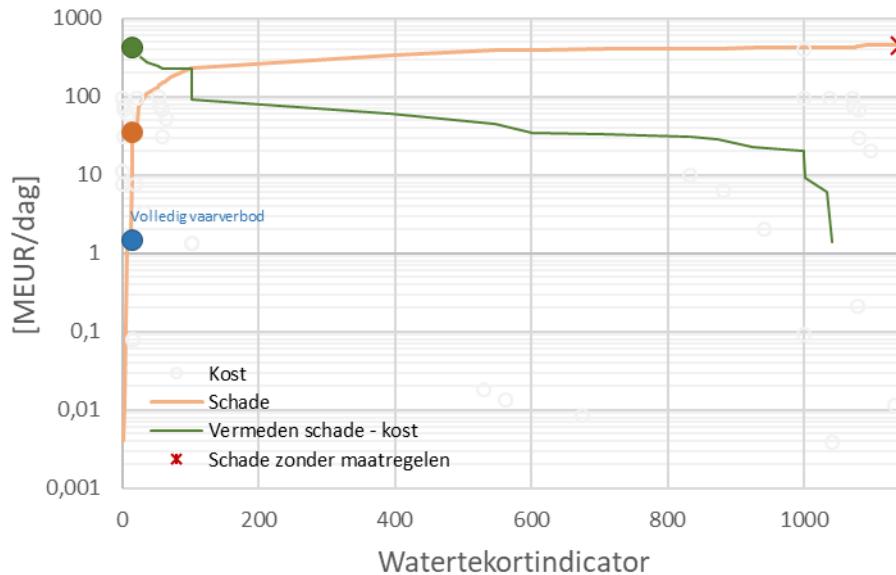
Om de waterbesparing te berekenen door het stilleggen van de scheepvaart wordt in de waterbalans het totaal schuttingsvolume aan elk van de betrokken sluizen tot nul herleid. De schuttingsvolumes zijn hierbij bepaald zoals hiervoor beschreven bij de maatregel Gegroepeerd schutten.

De kost van het vaarverbod kan beschouwd worden als de schade voor de scheepvaartsector bij het optreden van waterschaarste. Zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren in Tabel 61 bedraagt dit economisch verlies 1297 kEUR/dag (volgens de hoge impact transportkosten) langs het Albertkanaal en 160 kEUR/dag langs de Kempische kanalen.

De watertekortindicator daalt door het vaarverbod zeer sterk: van 1142 Mm³/jaar tot 14 Mm³/jaar. Tabel 76 geeft een overzicht van de daling in het watertekort per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Ook de overblijvende schade daalt sterk: van 456 MEUR/dag tot 35 MEUR/dag.

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	62	236
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	236
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	236
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	271
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	277
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	72
Haven van Antwerpen				
	<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	134
	<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	152
	<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	-14
Kanaal Briegden-Neerharen en Zuid-Willemsvaart				
	<i>Instream uit Maas</i>	305	173	173
	<i>Kanaal Briegden-Neerharen (tussen sluizen van Lanaken en Neerharen)</i>	-1,2	36,7	30,2
	<i>Zuid-Willemsvaart</i>		81,2	68,7
	<i>Uitstroom naar Nederland via sluis Bocholt</i>	1	2	2
	<i>Uitstroom naar Nederland via Zuid-Willemsvaart</i>	300	205	193
Kanaal Bocholt-Herentals				
	<i>KBH pand 1 (opwaarts sluis 1 te Lommel)</i>	28,6	1,2	0,0
	<i>KBH pand 2 (opwaarts sluis 2 te Mol)</i>	29,3	0,8	0,0
	<i>KBH pand 3 (opwaarts sluis 3 te Mol)</i>	28,8	0,0	0,0
	<i>KBH pand 4 (opwaarts sluis 4 te Dessel)</i>	9,5	3,7	3,5
	<i>KBH pand 5 (opwaarts sluis 5 te Dessel)</i>	8,7	3,7	3,5
	<i>KBH pand 6 (opwaarts sluis 6 te Mol)</i>	5,9	1,0	0,7
	<i>KBH pand 7 (opwaarts sluis 7 te Geel)</i>	5,5	1,0	0,7
	<i>KBH pand 8 (opwaarts sluis 8 te Geel)</i>	5,7	0,9	0,6
	<i>KBH pand 9 (opwaarts sluis 9 te Geel)</i>	5,9	0,9	0,6
	<i>KBH pand 10 (opwaarts sluis 10 te Herentals)</i>	0,0	0,0	0,0
Kanaal Dessel-Schoten				
	<i>KDS pand 1 (= opwaarts sluis 1 te Rijkevorsel)</i>	5,2	4,5	4,1
	<i>KDS pand 2 (= opwaarts sluis 2 te Brecht)</i>	1,8	3,8	4,1
	<i>KDS pand 3 (= opwaarts sluis 3 te Brecht)</i>	4,6	3,8	4,1
	<i>KDS pand 4 (= opwaarts sluis 4 te St.Job in't Goor)</i>	4,5	3,6	4,1
	<i>KDS pand 5 (= opwaarts sluis 5 te St.Job in't Goor)</i>	4,7	3,9	4,1
	<i>KDS pand 6 (= opwaarts sluis 6 te Schoten)</i>	0,6	-0,3	0,0
	<i>KDS pand 7 (= opwaarts sluis 7 te Schoten)</i>	1,0	0,7	0,0
	<i>KDS pand 8 (= opwaarts sluis 8 te Schoten)</i>	1,1	0,8	0,0
	<i>KDS pand 9 (= opwaarts sluis 9 te Schoten)</i>	1,1	0,8	0,0
	<i>KDS pand 10 (= opwaarts sluis 10 te Schoten)</i>	0,0	0,0	0,0

Tabel 76: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Scenario = resultaten na volledig vaarverbod; Kolom 13-22 sept 2019 = resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.



Figuur 238: Samenvatting van de impact van de maatregel (volledig vaarverbod) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod pleziervaart

Om de waterbesparing te berekenen door het stilleggen van enkel de pleziervaart wordt in de waterbalans het aandeel van de pleziervaart in het totaal schuttingsvolume aan elk van de betrokken sluizen tot nul herleid. De schuttingsvolumes zijn hierbij bepaald zoals hiervoor beschreven bij de maatregel Gegroepeerd schutten.

De kost van het vaarverbod kan beschouwd worden als de schade voor de recreatieve scheepvaartsector bij het optreden van waterschaarste. Zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren wordt dit economisch verlies geraamd op 110 EUR per schip per dag, d.i. 88 EUR/dag vaste kosten en een vierde van de toegevoegde waarde van de bestedingen aan gemiddeld 22 EUR/dag. Voor boottochten is dit verlies 2982 EUR/dag per boot bij een hoge schatting van de toegevoegde waarde van de bestedingen. Het aantal boottochten is evenwel niet bekend; enkel het totaal aantal schepen recreatieve vaart is bekend. Daarom werd voorlopig enkel gerekend met 110 EUR economisch verlies per schip recreatieve vaart per dag.

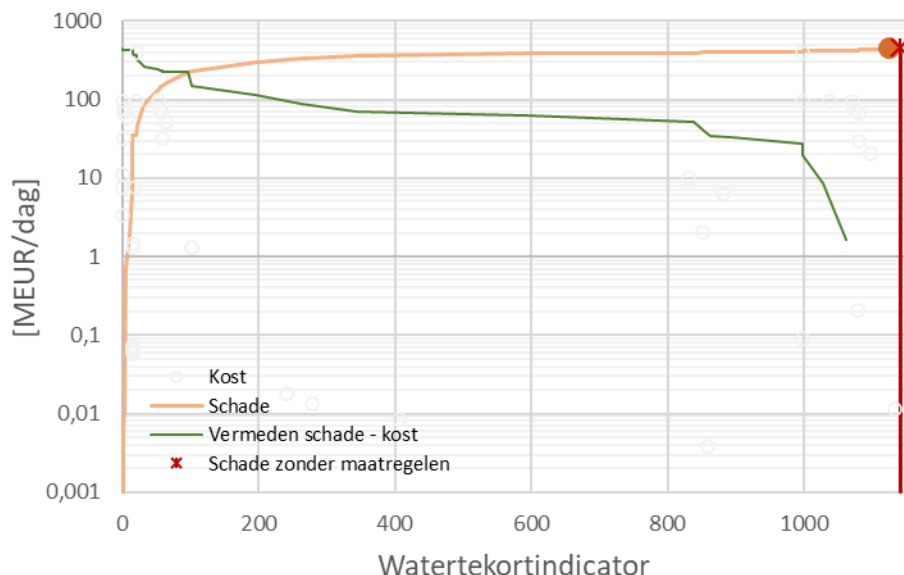
De watertekortindicator daalt door het stilleggen van de pleziervaart slechts zeer beperkt: van 1142 Mm³/jaar tot 1118 Mm³/jaar. Tabel 77 geeft een overzicht van de daling in het watertekort per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Ook de overblijvende schade daalt nauwelijks (Figuur 239). De voordelen van het verbod op pleziervaart situeren zich vooral langs de Kempische kanalen, maar daar is het watertekort voor de beschouwde droogteperiode beperkt. Omwille van het principe om eerst de niet- of minder-essentiële toepassingen een verbod of beperking op te

leggen (zie principe 2) wordt deze maatregel wel best eerst opgelegd voor de beroepsvaart wordt stilgelegd of beperkt.

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-57
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-166
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-148
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-218
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-314
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-200
Haven van Antwerpen				
	<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	134
	<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	152
	<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	-14
Kanaal Briegden-Neerharen en Zuid-Willemsvaart				
	<i>Instream uit Maas</i>	305	173	173
	<i>Kanaal Briegden-Neerharen (tussen sluizen van Lanaken en Neerharen)</i>	-1,2	36,7	35,6
	<i>Zuid-Willemsvaart</i>		81,2	77,0
	<i>Uitstroom naar Nederland via sluis Bocholt</i>	1	2	2
	<i>Uitstroom naar Nederland via Zuid-Willemsvaart</i>	300	205	201
Kanaal Bocholt-Herentals				
	<i>KBH pand 1 (opwaarts sluis 1 te Lommel)</i>	28,6	1,2	0,8
	<i>KBH pand 2 (opwaarts sluis 2 te Mol)</i>	29,3	0,8	0,5
	<i>KBH pand 3 (opwaarts sluis 3 te Mol)</i>	28,8	0,0	0,0
	<i>KBH pand 4 (opwaarts sluis 4 te Dessel)</i>	9,5	3,7	3,5
	<i>KBH pand 5 (opwaarts sluis 5 te Dessel)</i>	8,7	3,7	3,6
	<i>KBH pand 6 (opwaarts sluis 6 te Mol)</i>	5,9	1,0	0,8
	<i>KBH pand 7 (opwaarts sluis 7 te Geel)</i>	5,5	1,0	0,7
	<i>KBH pand 8 (opwaarts sluis 8 te Geel)</i>	5,7	0,9	0,7
	<i>KBH pand 9 (opwaarts sluis 9 te Geel)</i>	5,9	0,9	0,7
	<i>KBH pand 10 (opwaarts sluis 10 te Herentals)</i>	0,0	0,0	0,0
Kanaal Dessel-Schoten				
	<i>KDS pand 1 (= opwaarts sluis 1 te Rijkevorsel)</i>	5,2	4,5	4,4
	<i>KDS pand 2 (= opwaarts sluis 2 te Brecht)</i>	1,8	3,8	3,9
	<i>KDS pand 3 (= opwaarts sluis 3 te Brecht)</i>	4,6	3,8	3,9
	<i>KDS pand 4 (= opwaarts sluis 4 te St.Job in't Goor)</i>	4,5	3,6	3,8
	<i>KDS pand 5 (= opwaarts sluis 5 te St.Job in't Goor)</i>	4,7	3,9	4,0
	<i>KDS pand 6 (= opwaarts sluis 6 te Schoten)</i>	0,6	-0,3	-0,2
	<i>KDS pand 7 (= opwaarts sluis 7 te Schoten)</i>	1,0	0,7	0,4
	<i>KDS pand 8 (= opwaarts sluis 8 te Schoten)</i>	1,1	0,8	0,5
	<i>KDS pand 9 (= opwaarts sluis 9 te Schoten)</i>	1,1	0,8	0,5
	<i>KDS pand 10 (= opwaarts sluis 10 te Schoten)</i>	0,0	0,0	0,0

Tabel 77: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Scenario = resultaten na verbod op pleziervaart; Kolom 13-22 sept 2019

= resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.



Figuur 239: Samenvatting van de impact van de maatregel (verbod op pleziervaart) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

Maatregelen industrie – Beperking of verbod waterinname door bedrijven

Beperking of verbod op oppervlaktewaterinname uit de kanalen werd beschouwd bij innamebeperkingen van 50%, 80 en 100%. De impact van deze maatregel op de waterbeschikbaarheid is doorgerekend door in de waterbalans de innamehoeveelheid overeenkomstig te beperken. Dit gebeurt voor elk kanaalpand afzonderlijk. De innamebeperking werd beschouwd voor alle bedrijven die netto water verbruiken (dus meer capteren dan lozen) langs het ganse kanaalennetwerk van het Albertkanaal en Kempische kanalen, inclusief de haven van Antwerpen, of enkel langs het Albertkanaal inclusief of exclusief de bedrijven in de haven van Antwerpen. Dit laat de nodige flexibiliteit toe, rekening houdend met de precieze deelgebieden waar de watertekorten zich situeren. Vermits de waterbalansresultaten tijdens de beschouwde droogteperiode in Tabel 69 aantonen dat de watertekorten zich vooral situeren langs het Albertkanaal en toenemen voor de meer afwaartse panden, en langs de meest opwaartse panden van het Kanaal Bocholt-Herentals, maar beperkt zijn in het havengebied, werd naast een algemene innamebeperking van alle bedrijven in het gebied ook een gerichtere innamebeperking langs het Albertkanaal met of zonder de bedrijven in het havengebied onderzocht. Langs het Albertkanaal zijn de watertekorten immers vooral veroorzaakt door enerzijds de schuttingsverliezen aan de sluizen en anderzijds de waterinname door bedrijven. De impact van het beperken van de schuttingsverliezen of het meer optimaal verdelen van het water over de panden door het schuttingswater gedeeltelijk terug te pompen werd hoger reeds onderzocht via de scheepvaartmaatregelen. Langs het pand met de grootste watertekorten, d.i. het pand

van het Albertkanaal tussen Olen en Wijnegem, is de ruwwaterinname door water-link de grootste onttrekking. Een beperking van deze ruwwaterinname wordt verder afzonderlijk besproken bij maatregelen voor de drinkwatermaatschappij. De watertekorten in de opwaartse panden van het kanaal Bocholt-Herentals zijn vooral het gevolg van de grote inname ter hoogte van de watervangen op dit kanaal, d.i. gecombineerd oppervlaktewaterverbruik door natuur, visvangst en landbouw. Maatregelen om deze laatste inname te beperken worden hierna ook afzonderlijk bekeken.

Naast een deelgebiedspecifieke differentiatie van de waterinnamebeperking, bv. enkel Albertkanaal of ook de andere kanalen en inclusief of exclusief de Haven van Antwerpen, is er ook differentiatie mogelijk over de sectoren of toepassingen of eventueel zelfs per bedrijf afhankelijk van de grootte van het waterverbruik. Voorlopig werd de innamebeperking voor alle bedrijven toegepast. Enkel de elektriciteitscentrales en raffinaderijen werden afzonderlijk beschouwd, dit omwille van hun beperkt netto waterverbruik en hun belang in de energievoorziening. Verder zijn handel en diensten (NACE-codes 61-66) afzonderlijk van de andere bedrijven beschouwd.

De kost van de innamebeperking door bedrijven werd ingeschat zoals besproken bij de Socio-economische impactindicatoren. Per bedrijf wordt gerekend met de bij de waterbalans gebruikte beste schatting van het watergebruik, -verbruik en -lozing. Er wordt onderscheid gemaakt tussen beperkt en significant waterverbruik (onder of boven 30 m³ waterverbruik per dag). Bij beperkt waterverbruik wordt de kost berekend als 1,8 EUR/m³. Bij significant waterverbruik wordt gebruik gemaakt van de EBITDA, d.i. de bedrijfsomzet min de variabele kost op basis van het gemiddelde van de voorbije 3 jaar, per bedrijf en van het aantal werknemers #FTE per bedrijf. De kost voor de onderneming wordt berekend door toepassing van de factoren R1 en R2 als de som van het productieverlies, ingeschat als EBITDA * R1, en de kost van de tijdelijke werkloosheid, ingeschat als 3994 EUR/maand * #FTE * R2. Wat de kost van de tijdelijke werkloosheid betreft, komt 777 EUR/maand op rekening van de onderneming en 3217 EUR/maand op rekening van de overheid. Voor bedrijven waarvoor de gegevens van EBITDA of #FTE niet beschikbaar zijn wordt gewerkt met een gemiddelde EBITDA en/of gemiddelde #FTE i.f.v. het waterverbruik per sector volgens de NACE-codes. Hiervoor worden de regressieverbanden van Figuur 206 gebruikt.

Voor de schadebepaling bij (overblijvende) watertekorten wordt dezelfde berekeningsmethode gevolgd. Voor elk kanaalpand wordt het optredend watertekort vergeleken met de totale netto watervraag (niet enkel door de industrie maar door alle sectoren samen). Wanneer de totale watervraag gelijk of groter is dan het totale volume watertekort, dan wordt voor elk van de sectoren die water onttrekken uit dat pand 100% watertekort toegepast. Dit gaat voor elk van de sectoren gepaard met een schade die dezelfde is als de kost bij een 100% innameverbod. Wanneer het totaal watertekort kleiner is dan de totale watervraag (door alle sectoren samen), dan wordt voor elk van de sectoren die water onttrekken uit het pand een % watertekort toegepast conform het % volume watertekort t.o.v. het totaal onttrekkingsvolume. Dit gaat voor elk van de sectoren gepaard met een schade die dezelfde is als de kost bij datzelfde % innameverbod.

Bij een volledig innameverbod van oppervlaktewater door alle bedrijven samen (enkel de netto waterverbruikers) gedurende de waterschaarsteperiode van 13-22 september 2019 daalt de watertekortindicator van 1142 Mm³/jaar slechts tot 1074 Mm³/jaar. Dit gaat gepaard met een groot

berekend economisch verlies van 74 MEUR/dag. De overblijvende schade daalt van 456 tot 406 Mm³/jaar. De kost is dus groter dan de vermindering in de schade. Voor andere periodes of bij andere watertekortsituaties, of deze maatregel toegepast in combinatie met andere maatregelen, kan de kost wel lager zijn dan de vermindering in schade. Toepassing van het innameverbod op alle bedrijven maar zonder de elektriciteitscentrales en raffinaderijen en zonder de bedrijven in het havengebied geeft een vergelijkbare vermindering in het watertekort maar een veel lagere kost (Figuur 240). Innameverbod van de bedrijven in het havengebied draagt immers niet bij tot het verminderen van het watertekort langs het Albertkanaal; het is onnodig want zorgt voor een wateroverschot in de haven en onnodige lozing in de Schelde (Tabel 78), tenzij in combinatie met scheepvaartmaatregelen langs het Albertkanaal minder water naar afwaarts getransporteerd wordt. Het innameverbod kan in dit specifieke geval dus beperkt worden tot de bedrijven met een netto waterverbruik langs het Albertkanaal.

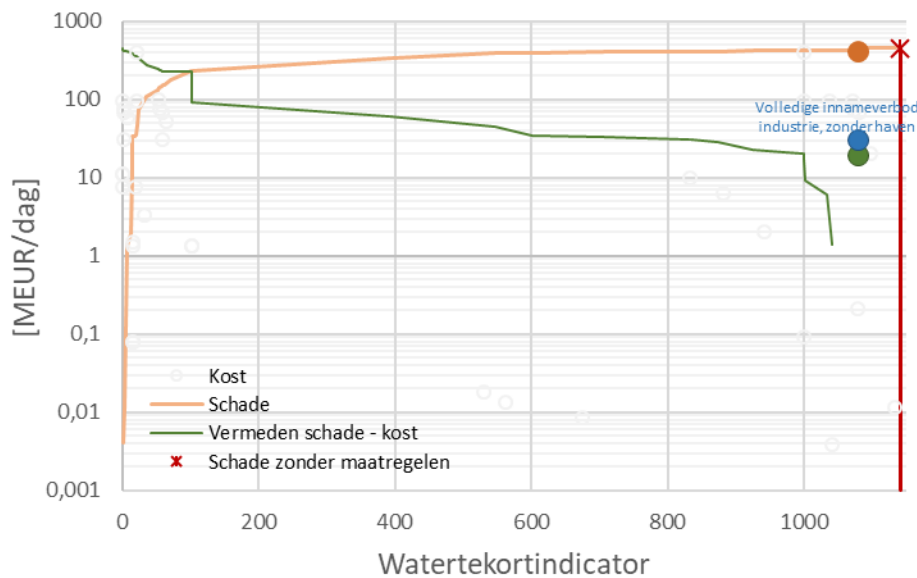
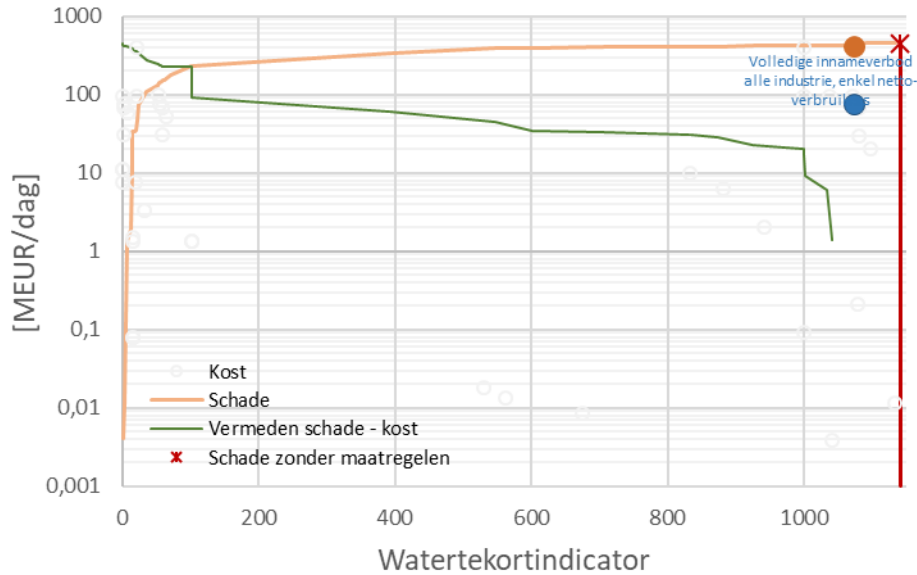
Ook hier is i.s.m. de sector industrie verdere verfijning van de kostenraming van waterbeperkingen per (type) bedrijf mogelijk. Ook zou de innamebeperking niet algemeen, maar per deelsector, of type toepassing bekeken kunnen worden, bijvoorbeeld:

- voor gebruik als water voor stofbestrijding, dakbesproeiing en reinigingswater
- voor proceswater
- voor koelwater

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-60
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-169
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-152
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-206
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-300
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-184
Haven van Antwerpen				
	<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	134
	<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	152
	<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	140

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-60
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-169
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-152
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-210
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-304
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-188
Haven van Antwerpen				
	<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	134
	<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	152
	<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	-1

Tabel 78: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand van het Albertkanaal. Scenario tabel boven = resultaten na volledig innameverbod alle bedrijven met netto waterverbruik voor 13-22 sept. 2019; Scenario tabel onder = resultaten na volledig innameverbod enkel voor de bedrijven met een netto waterverbruik langs het Albertkanaal; Kolom 13-22 sept 2019 = resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.



Figuur 240: Samenvatting van de impact van de maatregel (innameverbod industrie) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: innameverbod alle bedrijven met netto waterverbruik; ondergrafiek: innameverbod zonder bedrijven in de haven.

Maatregelen landbouw – Beperking of verbod irrigatie van landbouwgewassen

De beschouwde waterschaarsteperiode situeert zich in september wanneer er geen significante irrigatievraag meer is in deze regio. Deze maatregel werd daarom in dit geval niet beschouwd. Hoe de

impact van een irrigatieverbod wordt doorgerekend voor andere periodes en gebieden, wordt hierna verder beschreven bij het IJzerbekken en het Demerbekken.

Maatregelen viskweekvijvers – Beperking of verbod waterinname

De viskweekvijvers langs de Zuid-Willemsvaart en opwaarts langs het Kanaal Bocholt-Herentals worden gevoed via meerdere watervangen. Deze watervangen leveren oppervlaktewater voor meerdere sectoren gecombineerd: voor bevloeiing van natuurgebieden, voeding van beken, voeding van vijvers, ook recreatievijvers en voor irrigatie of ander oppervlaktewaterverbruik in de landbouw. De innamebeperking kan hier moeilijk afzonderlijk voor de individuele toepassingen opgelegd worden, tenzij via een verbod op het waterverbruik in bepaalde toepassingen zoals een irrigatieverbod, maar dat laatste is hier niet aan de orde. Daarom werd voor de watervangen een innamebeperking beschouwd van 50%, 80% en 100%, wat een invloed heeft op alle gerelateerde oppervlaktewatergebruikers, dus zowel natuur, landbouw incl. viskweek, als recreatie. Er werd verondersteld dat een innamebeperking van X% aan de watervang eenzelfde % reductie geeft in de waterbeschikbaarheid voor elk van de oppervlaktewatergebruikers. Naast beperkingen van 50% en 100% zoals beschouwd bij de industrie, is hier een bijkomend scenario van 80% innamebeperking toegepast omdat 20% versus 0% innameverschil slechts een beperkt verschil geeft in waterbesparing maar wel een groot verschil inzake impact op de viskweek. Toevoer van water is voor de visvijvers immers van groot belang voor zowel de waterstanden als de verversing. Na 1 dag stopzetting kan dit al leiden tot onomkeerbare schade (vissterfte). De doorlooptijd per productie bedraagt 5 tot 6 jaar, naargelang de soort. Een beperkte inname van 20% kan wel nog een groot verschil maken. Viskweekvijvers ten behoeve van het natuurbehoud zijn wel minder gevoelig dan de professionele viskweekvijvers.

De kost werd ingeschat als 5 EUR/m³ waterinname, dit op basis van de dagomzet en gemiddeld waterverbruik door de betrokken professionele viskweekerijen. De waterbesparing bij volledige sluiting van alle watervangen langs de Zuid-Willemsvaart en het Kanaal Bocholt-Herentals wordt geraamd als 2,9 Mm³/jaar tegen een totale kost voor de viskweekers van 0,3 MEUR.

Maatregelen natuur – Beperking of verbod waterinname

De innamebeperking is hier dezelfde als voor de watervangen zoals hiervoor beschreven, dus 50%, 80% of 100% innamebeperking voor zowel natuur als landbouw, viskweek en recreatie.

De impact van de innamebeperking op de ecologie is uiteraard zeer moeilijk in te schatten. Voorlopig werd hiervoor een bepaald percentage toegepast op het totale mogelijke verlies aan ecosystemendiensten. Vanuit de veronderstelling dat het volledig verlies pas ontstaat na jarenlange aanhoudende droogte, grootteorde na een 3000tal dagen, werd voor de hier beschouwde droogteperiode met een duur van 30 dagen innamebeperking 1% verlies aan ecosystemendiensten beschouwd. Voorlopig werd de analyse beperkt tot het verlies aan ecosystemendiensten in de bevloeiende Natura 2000 gebieden. Het totale mogelijke verlies aan ecosystemendiensten werd hierbij gelijkgesteld aan een permanent verlies van de baten van Natura 2000 gebieden, door irreversibele schade en teloorgang van alle voordelen. Bij de beschrijving van de Socio-economische impactindicatoren werd hiervoor aangeduid dat dit overeenkomt met een schade van 165 tot 300 kEUR per hectare natuurgebied. De kost van de maatregel werd derhalve

ingeschat door het aantal hectare bevoeid natuurgebied te vermenigvuldigen met 300 kEUR per hectare en met 1% verlies door de innamebeperking gedurende 1 maand.

De waterbesparing die optreedt bij een volledig innameverbod bedraagt 46 Mm³/jaar tegen een totale “kost” voor de natuur van 2,5 MEUR/dag. Bij een volledig innameverbod voor de watervangen bedraagt de totale waterbesparing 105 Mm³/jaar. De watertekortindicator vermindert dan van 1142 tot 833 en daalt de schade van 456 tot 379 MEUR/Dag (Figuur 241). Vooral langs de Kempische kanalen verhoogt de waterbeschikbaarheid sterk, wat een overschot geeft die ook langs het Albertkanaal de watertekorten vermindert (Tabel 79 en Tabel 80). In deze innamebeperking voor de watervangen is ook de voeding van (minder kwetsbare) beken vervat. Deze bedraagt 23 Mm³/jaar. De grootste inname hier is deze voor de voeding van het Antitankkanaal, d.i. 4,1 Mm³/jaar. Afzonderlijke innamebeperkingen voor elk van de kanaalpannen specifiek is een optie, door rekening te houden met de waterbeschikbaarheid per deelzone van het kanalenennetwerk, maar is moeilijker communiceerbaar en daarom hier niet beschouwd.

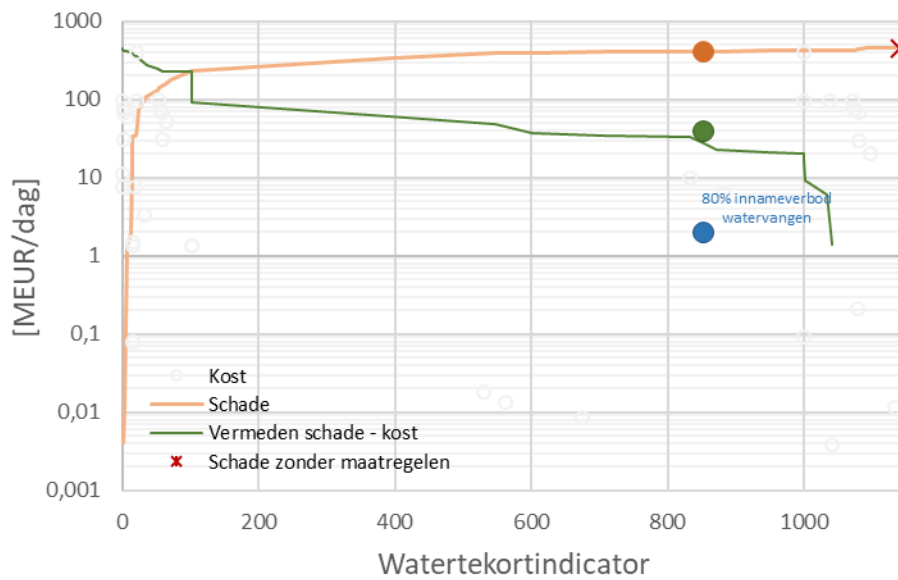
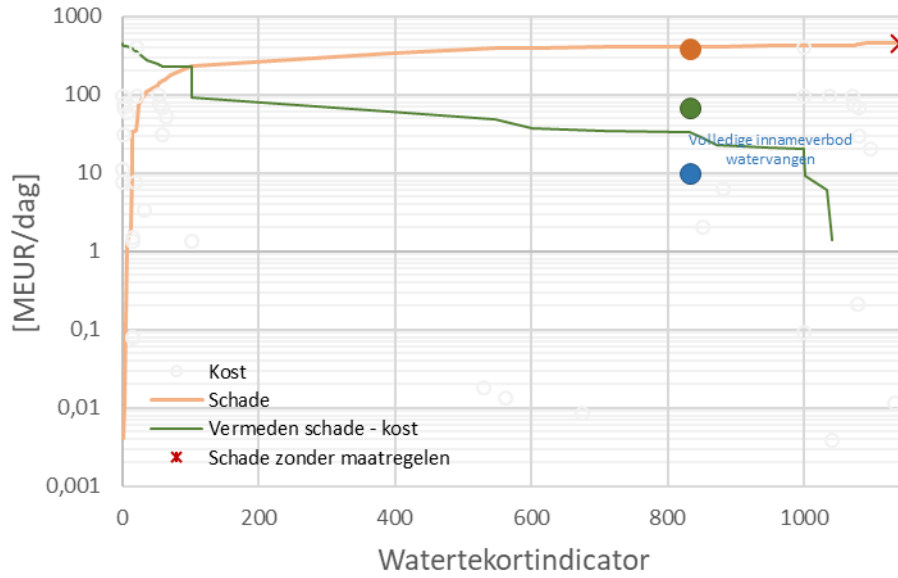
De schade die aan de natuurgebieden ontstaat in geval van een (overblijvend) watertekort werd op eenzelfde manier berekend, dus voor alle natuurgebieden die bevoeid worden vanuit watervangen aan kanalen en dit voor alle pannen met een watertekort. Hier wordt dezelfde aanpak toegepast als voor de schade door watertekort bij bedrijven: Voor elk kanaalpannd wordt het optredend watertekort vergeleken met de totale netto watervraag (niet enkel voor de natuur via de watervangen alleen maar door alle sectoren samen). Wanneer de totale watervraag gelijk of groter is dan het totale volume watertekort, dan wordt voor elk van de sectoren die water onttrekken uit dat pand 100% watertekort toegepast, en wordt de bijhorende schade aan de natuurgebieden berekend via het verlies aan ecosystemendiensten zoals hoger beschreven. Wanneer het totaal watertekort kleiner is dan de totale watervraag (door alle sectoren samen), dan wordt een % watertekort toegepast conform het % volume watertekort t.o.v. het totaal onttrekkingsvolume. Voor de impact op de natuurgebieden wordt dan datzelfde % toegepast t.o.v. de impact bij 100% watertekort.

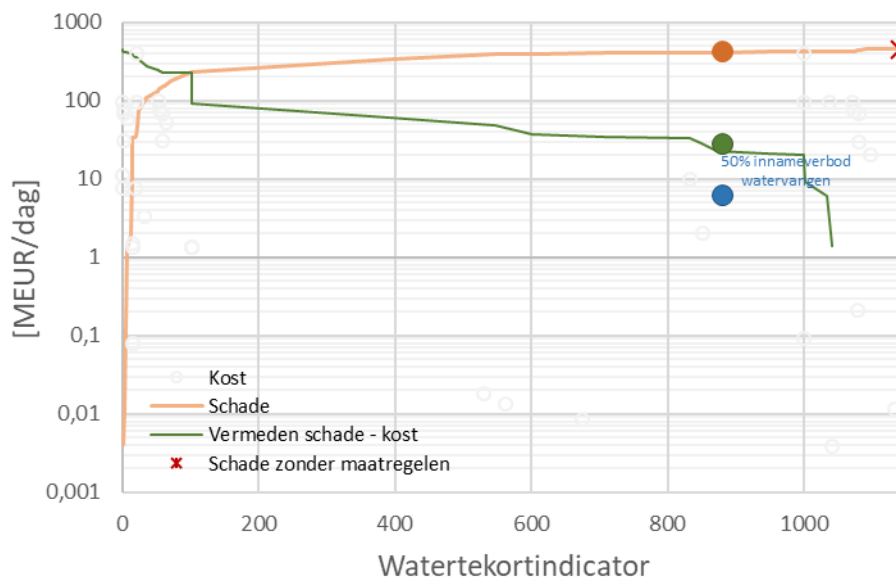
Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-25
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-135
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-117
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-157
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-254
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-124
Haven van Antwerpen				
	<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	134
	<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	152
	<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	82
Kanaal Briegden-Neerharen en Zuid-Willemsvaart				
	<i>Instream uit Maas</i>	305	173	173
	<i>Kanaal Briegden-Neerharen (tussen sluizen van Lanaken en Neerharen)</i>	-1,2	36,7	0,0
	<i>Zuid-Willemsvaart</i>		81,2	51,7
	<i>Uitstroom naar Nederland via sluis Bocholt</i>	1	2	2
	<i>Uitstroom naar Nederland via Zuid-Willemsvaart</i>	300	205	175
Kanaal Bocholt-Herentals				
	<i>KBH pand 1 (opwaarts sluis 1 te Lommel)</i>	28,6	1,2	40,3
	<i>KBH pand 2 (opwaarts sluis 2 te Mol)</i>	29,3	0,8	39,9
	<i>KBH pand 3 (opwaarts sluis 3 te Mol)</i>	28,8	0,0	39,1
	<i>KBH pand 4 (opwaarts sluis 4 te Dessel)</i>	9,5	3,7	24,0
	<i>KBH pand 5 (opwaarts sluis 5 te Dessel)</i>	8,7	3,7	24,0
	<i>KBH pand 6 (opwaarts sluis 6 te Mol)</i>	5,9	1,0	24,2
	<i>KBH pand 7 (opwaarts sluis 7 te Geel)</i>	5,5	1,0	24,2
	<i>KBH pand 8 (opwaarts sluis 8 te Geel)</i>	5,7	0,9	24,2
	<i>KBH pand 9 (opwaarts sluis 9 te Geel)</i>	5,9	0,9	24,2
	<i>KBH pand 10 (opwaarts sluis 10 te Herentals)</i>	0,0	0,0	23,3
Kanaal Dessel-Schoten				
	<i>KDS pand 1 (= opwaarts sluis 1 te Rijkevorsel)</i>	5,2	4,5	16,2
	<i>KDS pand 2 (= opwaarts sluis 2 te Brecht)</i>	1,8	3,8	15,4
	<i>KDS pand 3 (= opwaarts sluis 3 te Brecht)</i>	4,6	3,8	15,4
	<i>KDS pand 4 (= opwaarts sluis 4 te St.Job in't Goor)</i>	4,5	3,6	15,2
	<i>KDS pand 5 (= opwaarts sluis 5 te St.Job in't Goor)</i>	4,7	3,9	15,5
	<i>KDS pand 6 (= opwaarts sluis 6 te Schoten)</i>	0,6	-0,3	15,5
	<i>KDS pand 7 (= opwaarts sluis 7 te Schoten)</i>	1,0	0,7	16,5
	<i>KDS pand 8 (= opwaarts sluis 8 te Schoten)</i>	1,1	0,8	16,6
	<i>KDS pand 9 (= opwaarts sluis 9 te Schoten)</i>	1,1	0,8	16,6
	<i>KDS pand 10 (= opwaarts sluis 10 te Schoten)</i>	0,0	0,0	15,8

Tabel 79: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Scenario = resultaten na volledig innameverbod watervangen voor 13-22 sept. 2019; Kolom 13-22 sept 2019 = resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.

Waterbeschikbaarheid Albertkanaal en Kempische Kanalen		Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
		Jaargem 2005-2019	13-22 sept 2019	Scenario
Albertkanaal				
	<i>Instream uit Maas</i>	630	261	261
	<i>ABK pand 1 (= opwaarts sluizen Genk)</i>	145	-62	-25
	<i>ABK pand 2 (= opwaarts sluizen Diepenbeek)</i>	155	-172	-135
	<i>ABK pand 3 (= opwaarts sluizen Hasselt)</i>	160	-154	-117
	<i>ABK pand 4 (= opwaarts sluizen Kwaadmechelen-Ham)</i>	56	-221	-176
	<i>ABK pand 5 (= opwaarts sluizen Olen)</i>	41	-317	-272
	<i>ABK pand 6 (= opwaarts sluizen Wijnegem)</i>	123	-201	-155
Haven van Antwerpen				
	<i>Instream zoutsturing Kreekraksluizen</i>	1	134	134
	<i>Uitstroom naar Zeeschelde via zeesluizen</i>	487	152	152
	<i>Rest uitstroom Haven</i>	-19	-14	35
Kanaal Briegden-Neerharen en Zuid-Willemsvaart				
	<i>Instream uit Maas</i>	305	173	173
	<i>Kanaal Briegden-Neerharen (tussen sluizen van Lanaken en Neerharen)</i>	-1,2	36,7	0,0
	<i>Zuid-Willemsvaart</i>		81,2	48,1
	<i>Uitstroom naar Nederland via sluis Bocholt</i>	1	2	2
	<i>Uitstroom naar Nederland via Zuid-Willemsvaart</i>	300	205	172
Kanaal Bocholt-Herentals				
	<i>KBH pand 1 (opwaarts sluis 1 te Lommel)</i>	28,6	1,2	2,4
	<i>KBH pand 2 (opwaarts sluis 2 te Mol)</i>	29,3	0,8	2,0
	<i>KBH pand 3 (opwaarts sluis 3 te Mol)</i>	28,8	0,0	1,2
	<i>KBH pand 4 (opwaarts sluis 4 te Dessel)</i>	9,5	3,7	2,9
	<i>KBH pand 5 (opwaarts sluis 5 te Dessel)</i>	8,7	3,7	2,9
	<i>KBH pand 6 (opwaarts sluis 6 te Mol)</i>	5,9	1,0	1,6
	<i>KBH pand 7 (opwaarts sluis 7 te Geel)</i>	5,5	1,0	1,6
	<i>KBH pand 8 (opwaarts sluis 8 te Geel)</i>	5,7	0,9	1,6
	<i>KBH pand 9 (opwaarts sluis 9 te Geel)</i>	5,9	0,9	1,6
	<i>KBH pand 10 (opwaarts sluis 10 te Herentals)</i>	0,0	0,0	0,7
Kanaal Dessel-Schoten				
	<i>KDS pand 1 (= opwaarts sluis 1 te Rijkevorsel)</i>	5,2	4,5	2,9
	<i>KDS pand 2 (= opwaarts sluis 2 te Brecht)</i>	1,8	3,8	2,2
	<i>KDS pand 3 (= opwaarts sluis 3 te Brecht)</i>	4,6	3,8	2,2
	<i>KDS pand 4 (= opwaarts sluis 4 te St.Job in't Goor)</i>	4,5	3,6	2,0
	<i>KDS pand 5 (= opwaarts sluis 5 te St.Job in't Goor)</i>	4,7	3,9	2,3
	<i>KDS pand 6 (= opwaarts sluis 6 te Schoten)</i>	0,6	-0,3	0,2
	<i>KDS pand 7 (= opwaarts sluis 7 te Schoten)</i>	1,0	0,7	1,2
	<i>KDS pand 8 (= opwaarts sluis 8 te Schoten)</i>	1,1	0,8	1,3
	<i>KDS pand 9 (= opwaarts sluis 9 te Schoten)</i>	1,1	0,8	1,3
	<i>KDS pand 10 (= opwaarts sluis 10 te Schoten)</i>	0,0	0,0	0,5

Tabel 80: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per kanaalpand in het watersysteem van Albertkanaal en Kempische kanalen. Scenario = resultaten na 50% innamebeperking watervangen voor 13-22 sept. 2019; Kolom 13-22 sept 2019 = resultaten zonder maatregelen; Jaargem 2005-2019 = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.





Figuur 241: Samenvatting van de impact van de maatregel (beperking of verbod inname aan watervangen) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: 100% innameverbod; middengrafiek: 80% innamebeperking; ondergrafiek: 50% innamebeperking.

Maatregelen recreatie – Beperking of verbod waterinname

Zoals hiervoor toegelicht is een afzonderlijk innameverbod voor de sectoren die water verbruiken vanuit de oppervlaktewaterinname van watervangen praktisch moeilijk uitvoerbaar. De beperking of verbod van waterinname voor de voeding van de vijvers in recreatiedomeinen, zoals de zwembijvers en vijvers voor ander recreatief gebruik, is dus vervat in de vorige maatregel. De afzonderlijke bijdrage van de recreatiesector in de totale waterbesparing bedraagt 15 Mm³/jaar.

Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Beperking ruwwaterinname door water-link

Voor de ruwwaterinname door water-link langs het pand Olen-Wijnegem en het Netekanaal werd een gehele en gedeeltelijke innamebeperking beschouwd. Dit vermindert het watertekort in die panden, wat leidt tot een daling van de watertekortindicator, bij een volledige innamestop van 1142 tot 1000 (Figuur 242). Het overblijvend watertekort blijft relatief groot omdat het watertekort in de meer opwaartse panden langs het Albertkanaal door deze maatregel niet vermindert, tenzij de maatregel gecombineerd wordt met het terugpompen van water aan de sluisen (zie hoger).

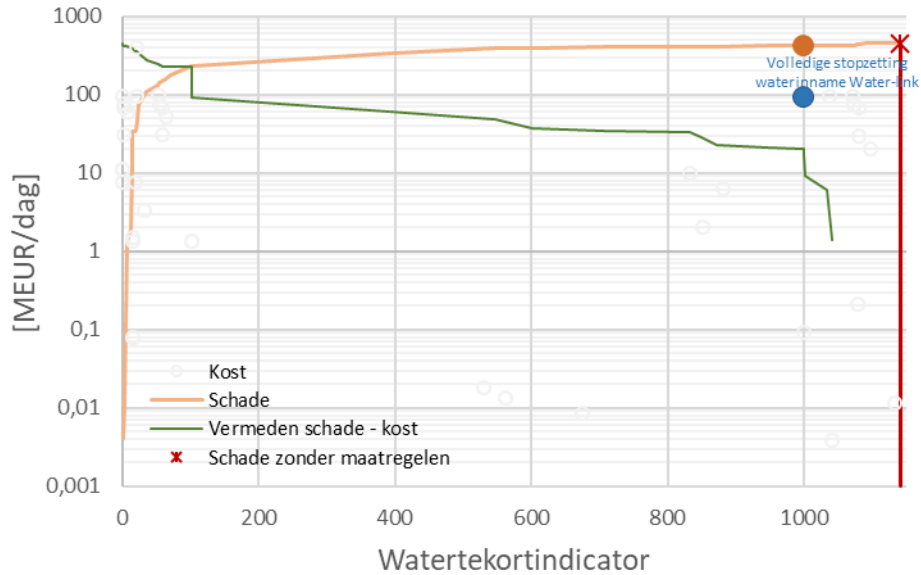
Een volledige innamebeperking voor water-link leidt niet meteen tot een sterke vermindering in hun drinkwaterproductie en -levering. Drinkwatermaatschappij water-link heeft immers enkele spaarbekkens die een beperkte periode kunnen overbruggen. Uiteraard daalt tijdens de innamebeperking wel de reservecapaciteit in die spaarbekkens, wat op termijn (bij aanhoudende droogte) het risico doet

toenemen op leveringstekorten van leidingwater. Er werd verondersteld dat de omvang van het tekort in leidingwaterproductie gelijk toeneemt met de afname van de reserves. Een innamebeperking van 50% gedurende 1 dag voor water-link leidt tot een tekort aan reservecapaciteit van 2,4 % van de leidingwaterproductiehoeveelheid per dag. Er wordt daarom verondersteld dat het tekort aan leidingwater door zulke innamebeperking toeneemt met 2,4% per dag. Na 10 dagen innamebeperking is de leidingwaterproductie dus gedaald met 24%. Hoe langer de innamebeperking duurt, hoe groter het tekort wordt. De leveringszekerheid bij een volledig innameverbod is 31 dagen voor het WPC langs het Albertkanaal en 9 dagen langs het Netekanaal.

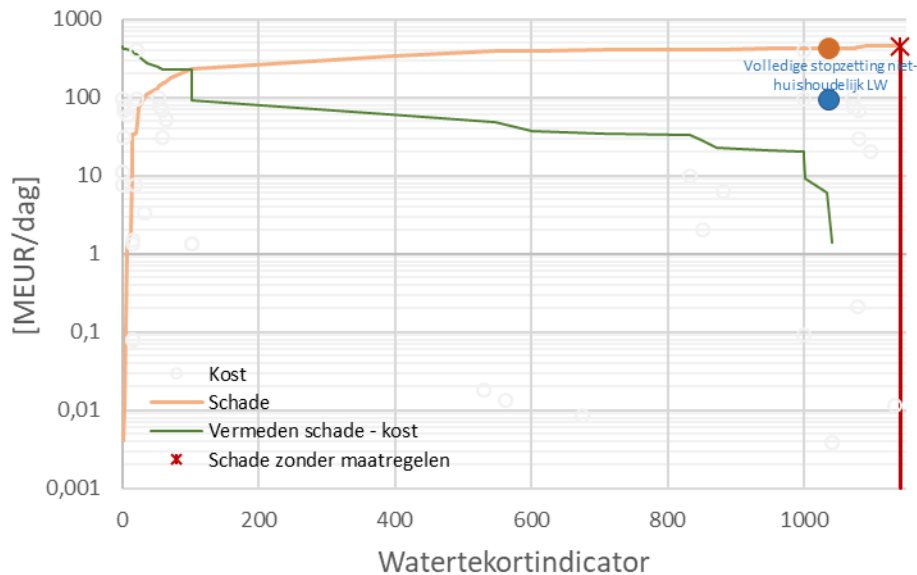
Om de kost te berekenen van een verminderde leidingwaterlevering werd voor het ganse bevoorradingsgebied van water-link (zie Figuur 155) het aantal huishoudelijke en niet-huishoudelijke leidingwaterverbruikers beschouwd. Merk op dat dit bevoorradingsgebied niet samenvalt met het gebied waarvoor de waterbeschikbaarheid beschouwd wordt (Albertkanaal en Netekanaal in dit geval). Voor de niet-huishoudelijke leidingwaterverbruikers werd per bedrijf het leidingwaterverbruik beschouwd en kost van een verminderde leidingwaterbeschikbaarheid berekend volgens dezelfde methode als hiervoor beschreven bij innamebeperking voor bedrijven, dus op basis van de EBITDA, d.i. de bedrijfsomzet min de variabele kost op basis van het gemiddelde van de voorbije 3 jaar, per bedrijf en van het aantal werknemers #FTE per bedrijf. Voor de huishoudens is gerekend met de waarde van leidingwater, wat afhankelijk is van de fractie reductie zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren: 4,3 EUR/m³ bij een vermindering met 11%, 10 EUR/m³ bij verdere vermindering tot 23%, 41 EUR/m³ bij vermindering tot 56%, 250 EUR/m³ bij verdere vermindering tot 100%.

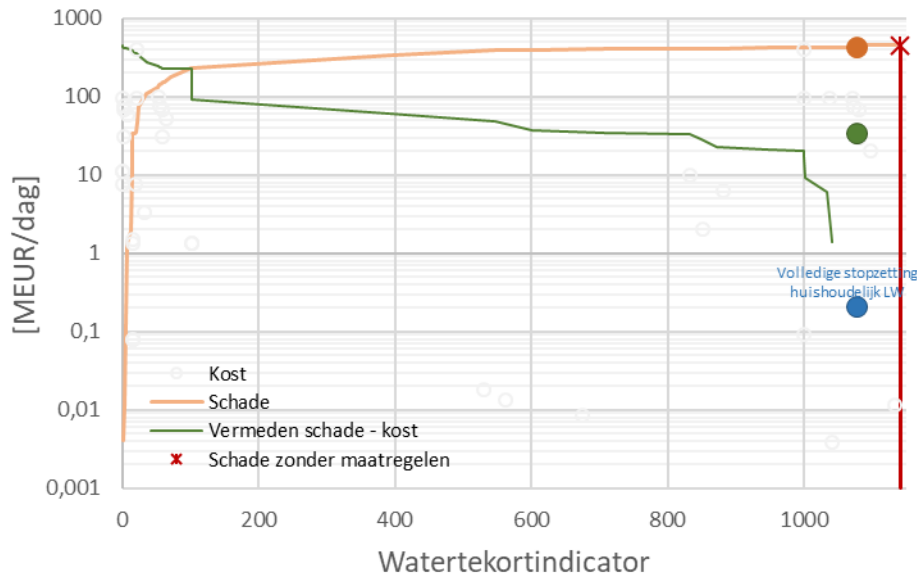
Bij een volledig innameverbod voor water-link langs zowel het Albertkanaal als het Netekanaal gedurende 10 dagen, zorgt dat voor een totale kost van 93,8 MEUR dat in hoofdzaak op rekening van de bedrijven komt (Figuur 242): 93,6 MEUR/dag voor de niet-huishoudelijke verbruikers en 0,2 MEUR/dag voor de huishoudelijke verbruikers (Figuur 243). Bij een langdurigere droogte zal het relatieve aandeel van de huishoudelijke verbruikers uiteraard sterk toenemen. Bij een beperkt % reductie in “water uit de kraan” is de kostprijs beperkt (4,3 EUR/m³ bij 11% leidingwaterreductie), terwijl dat voor bedrijven meteen een grote economische impact geeft. Rekening houdend met alle bedrijven in het ganse bevoorradingsgebied van water-link, waaronder een aantal zeer waterintensieve bedrijven en met een zeer grote omzet, zorgt de waterinnamestop gedurende 10 dagen voor een gemiddelde kost bij deze bedrijven van 1574 EUR/m³.

Bevoorradingsproblemen doordat de ruwwaterreserves uitgeput geraken is bij dit voorbeeld van droogteperiode niet aan de orde, maar indien dat bij een langdurigere droogte (en de connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden geen soelaas bieden) dan stijgt de kost van de verminderde leidingwaterbevoorrading tot 395 MEUR/dag. Omdat de totale schade vooral bepaald wordt door de leidingwaterproductie- en leveringsproblemen, is de kost van de maatregel nagenoeg gelijk aan de schade die zou ontstaan indien de maatregel niet opgelegd zou worden (Figuur 244). Dit bevestigt het belang om de leidingwaterlevering zo lang als mogelijk te blijven garanderen en maatregelen m.b.t. leidingwaterinname een laagste prioriteit te geven.

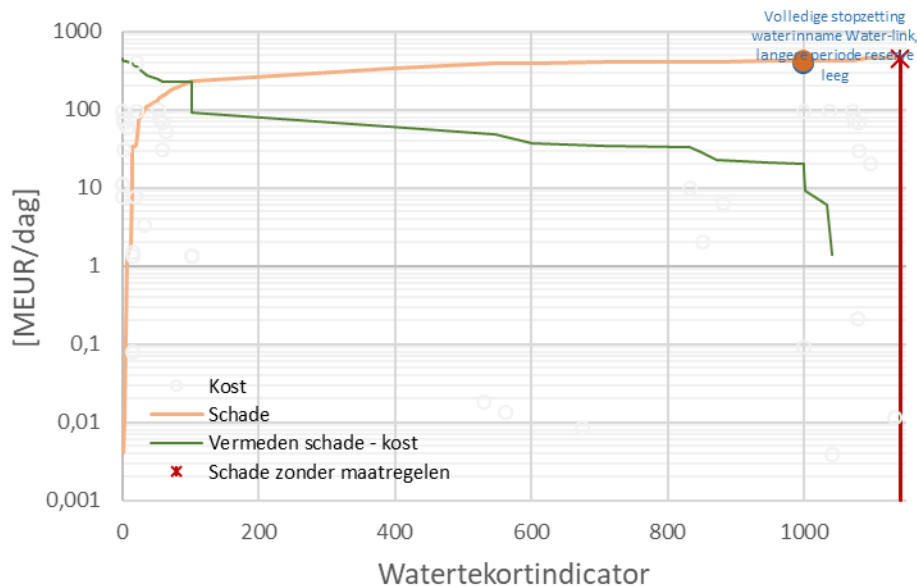


Figuur 242: Samenvatting van de impact van de maatregel (volledige stopzetting inname water-link) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.





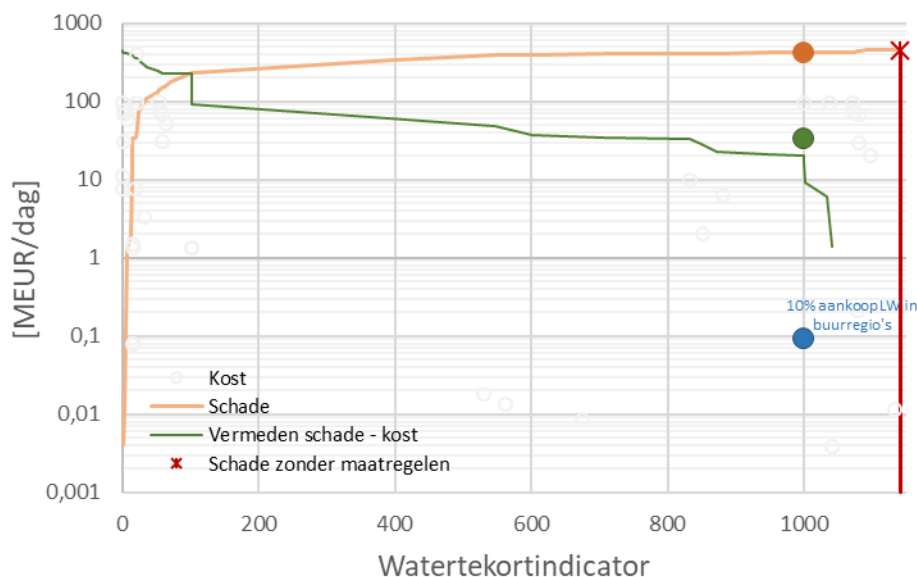
Figuur 243: Samenvatting van de impact van de maatregel (volledige stopzetting inname water-link) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: bijdrage niet-huishoudelijk leidingwaterverbruik; ondergrafiek: bijdrage huishoudelijk leidingwaterverbruik.



Figuur 244: Samenvatting van de impact van de maatregel (volledige stopzetting ruwwaterinname water-link voor langere periode en leegstand spaarbekkens) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Aankoop ruwwater of drinkwater van andere regio's

Bij een leidingwaterproductietekort of ter compensatie van de ruwwaterinnamebeperking zou ruwwater of leidingwater aangekocht kunnen worden uit de buurregio's. De kost daarvoor is – zoals toegelicht bij de Socio-economische impactindicatoren – gerekend aan 1 EUR/m³ aankoop. Of zulke aankoop en voor welke hoeveelheid haalbaar is dient uiteraard op het ogenblik van de waterschaarste bekeken worden, maar 10% aankoop wordt als een zeer hoog percentage beschouwd. Indien zulke maximale aankoop van 10% hier verondersteld wordt, dan zorgt dit voor een reductie van de watertekortindicator van 1142 tot ongeveer 1000 aan een relatief beperkte kostprijs van 0,1 MEUR/dag (Figuur 245). Deze maatregel dient dus zeker overwogen te worden bij waterschaarste wanneer mogelijk.



Figuur 245: Samenvatting van de impact van de maatregel (verminderde ruwwaterinname water-link door 10% aankoop leidingwater in buurregio's) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

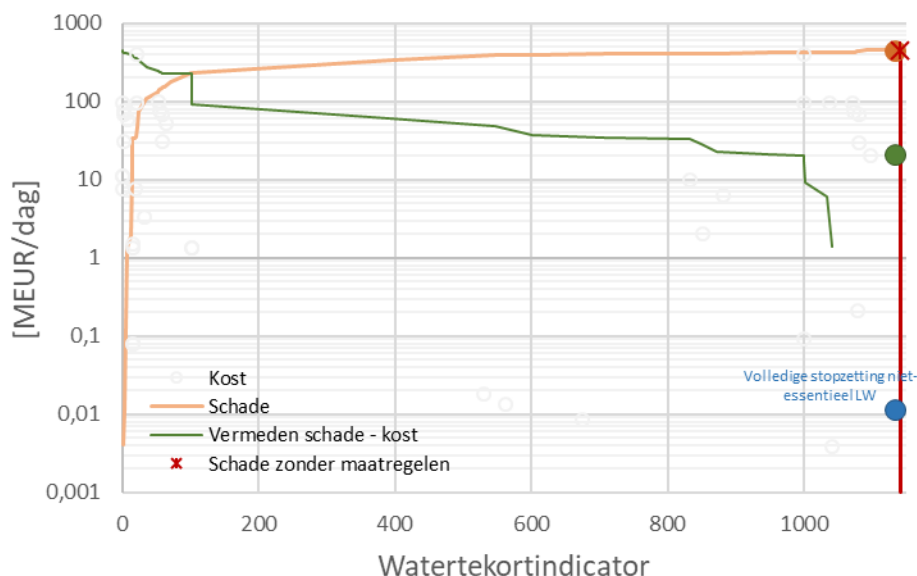
Maatregelen huishoudens – Sproeiverbod: verbod op niet-essentieel leidingwaterverbruik

Via een verbod op niet-essentieel leidingwaterverbruik door huishoudens, het zogenaamde sproeiverbod, kan de leidingwaterproductie en dus ook de ruwwaterinname verminderd worden. Meer specifiek gaat het om het verbod om leidingwater te gebruiken voor volgende toepassingen:

- verbod op afspritzen van voertuigen, aanhangwagens en opleggers
- verbod op vullen of bijvullen van zwem- en plonsbaden (met meer dan 100 liter), van vijvers en het bevoorraden van fontein
- verbod op reinigen van verhardingen zoals straten, straatgreppels, voetpaden, terrassen, opritten, parkings en pleinen

- verbod op besproeien van terreinen (sportterrein en festivalweide), van velden, grasvelden, parken en tuinen
- verbod op besproeien en reinigen van daken, gevels, tenten, luifels

Deze maatregel heeft een zeer beperkte impact op de waterbeschikbaarheid: de watertekortindicator daalt van 1142 tot slechts 1134, maar ook een lage kost voor de huishoudens: 0,01 MEUR/dag (Figuur 246). Gegeven deze lage kost kan ze beschouwd worden als een zinvolle maatregel, niet omwille van de impact op de waterbeschikbaarheid maar omwille van principe 2.



Figuur 246: Samenvatting van de impact van de maatregel (verminderde ruwwaterinname water-link door verbod op niet-essentieel huishoudelijk leidingwaterverbruik) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

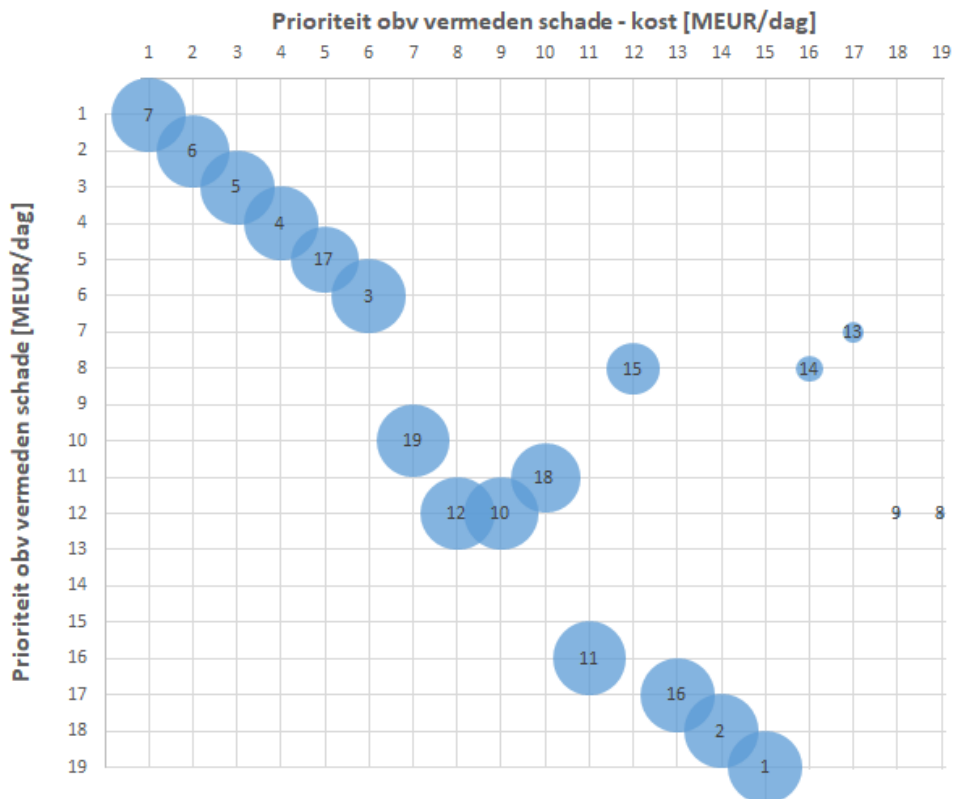
Maatregelen handel en diensten – Beperking of verbod waterinname

De oppervlaktewaterinname door handel en diensten uit het kanalenennetwerk is zeer beperkt: slechts 1,1 Mm³/jaar. Ze heeft een verwaarloosbare impact op de watertekortindicator. Deze maatregel wordt daarom weggelaten.

Resultaten afweging

In Figuur 247 worden de impactresultaten van de hiervoor beschouwde maatregelen samengebracht en geprioriteerd o.b.v. het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade, d.i. de schade voor en na elk van de maatregelen, min de kost van de maatregel. De maatregel die prioriteit “1” krijgt in deze met het grootste netto voordeel. Dit zijn de nummers van de maatregelen gebruikt in de figuur:

- 1: Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod pleziervaart
- 2: Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, max. wachttijd 1h
- 3: Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, max. wachttijd 2h
- 4: Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, max. wachttijd 3h
- 5: Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, max. wachttijd 4h
- 6: Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod
- 7: Maatregelen waterbeheerder – Water terugpompen aan sluizen (optimale strategie)
- 8: Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Stopzetting ruwwaterinname door water-link
- 9: Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Stopzetting ruwwaterinname door water-link, deel niet-huishoudelijk leidingwaterverbruik
- 10: Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Stopzetting ruwwaterinname door water-link, deel huishoudelijk leidingwaterverbruik
- 11: Maatregelen huishoudens – Sproeiverbod: verbod op niet-essentieel leidingwaterverbruik
- 12: Maatregelen drinkwatermaatschappijen – 10% aankoop ruw water of drinkwater van andere regio's
- 13: Maatregelen industrie – Verbod waterinname door bedrijven, enkel de netto waterverbruikers
- 14: Maatregelen industrie – Verbod waterinname door bedrijven, zonder elektriciteitscentrales en raffinaderijen
- 15: Maatregelen industrie – Verbod waterinname door bedrijven, zonder haven
- 16: Maatregelen handel en diensten – Verbod waterinname
- 17: Maatregelen natuur, recreatie, landbouw incl. viskweek gecombineerd – Verbod waterinname aan watervangen
- 18: Maatregelen natuur, recreatie, landbouw incl. viskweek gecombineerd – 50% beperking waterinname aan watervangen
- 19: Maatregelen natuur, recreatie, landbouw incl. viskweek gecombineerd – 80% beperking waterinname aan watervangen



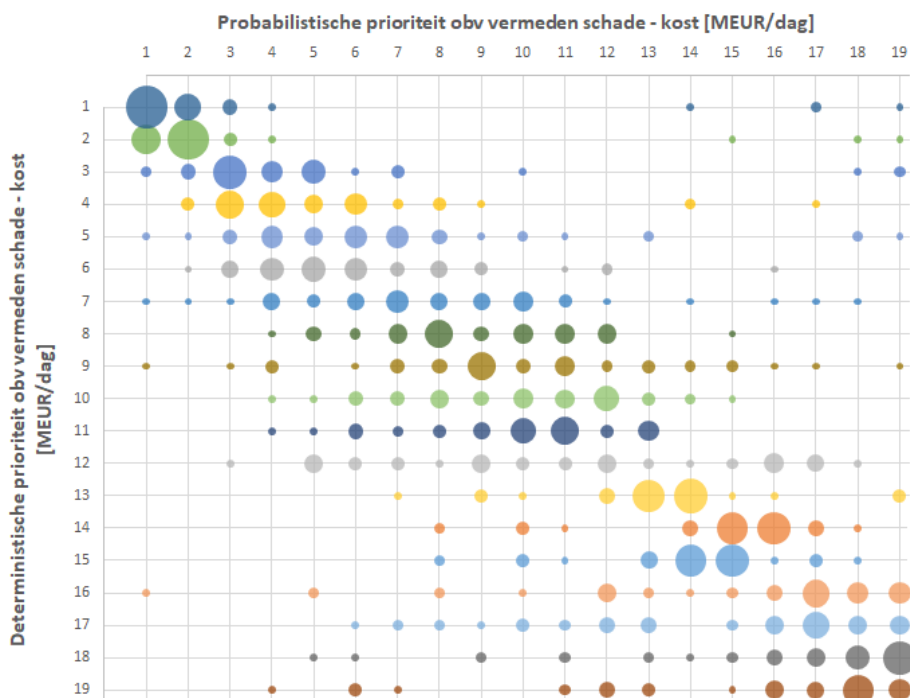
Figuur 247: Prioritering van de beschouwde maatregelen o.b.v. vermeden schade – kost versus o.b.v. vermeden schade. Prioriteit “1” = de maatregel met het grootste voordeel. De nummers in de bollen zijn de nummers van de maatregelen. De grootte van de bollen zijn invers proportioneel met de kost van de maatregel (kleine bollen zijn maatregelen met een zeer grote kost).

Om de robuustheid van de prioritering na te gaan werd de invloed onderzocht van een veronderstelde onzekerheid op de inschatting van de kost en de schade. Deze onzekerheid is niet onderzocht in deze opdracht en dus onbekend. Daarom werden twee voorbeelden van mogelijke grootteordes van onzekerheid beschouwd: standaarddeviatie van de relatieve fout op elk van de kost- en schadebedragen van 50% en 100% (dus standaarddeviatie van 50% of 100% van de beschouwde waardes). Via een Monte Carlo methode werd nagegaan hoe deze onzekerheid de prioritering wijzigt. De resultaten daarvan worden in Figuur 248 en Figuur 249 getoond. Per maatregel, met bijhorende prioriteit volgens de deterministische methode van Figuur 247, is het relatief aantal keer bepaald dat deze maatregel een bepaalde prioriteit krijgt in de Monte Carlo methode. Dit geeft voor elke maatregel resultaten voor de relatieve fracties per prioriteit, die in Figuur 248 en Figuur 249 zijn weergegeven via de grootte van de bollen. De resultaten geven aan dat de prioritering redelijk robuust is, in de zin dat maatregelen met een hoge prioriteit volgens de deterministische methode ook na het in rekening brengen van de onzekerheden op de kost- en schadeberekening een hoge prioriteit behouden. Idem voor de maatregelen met een lagere prioriteit. Wel kan de precieze prioriteit wat wijzigen, bv. van 1 naar 2 of 3. Zo blijkt de maatregel met de

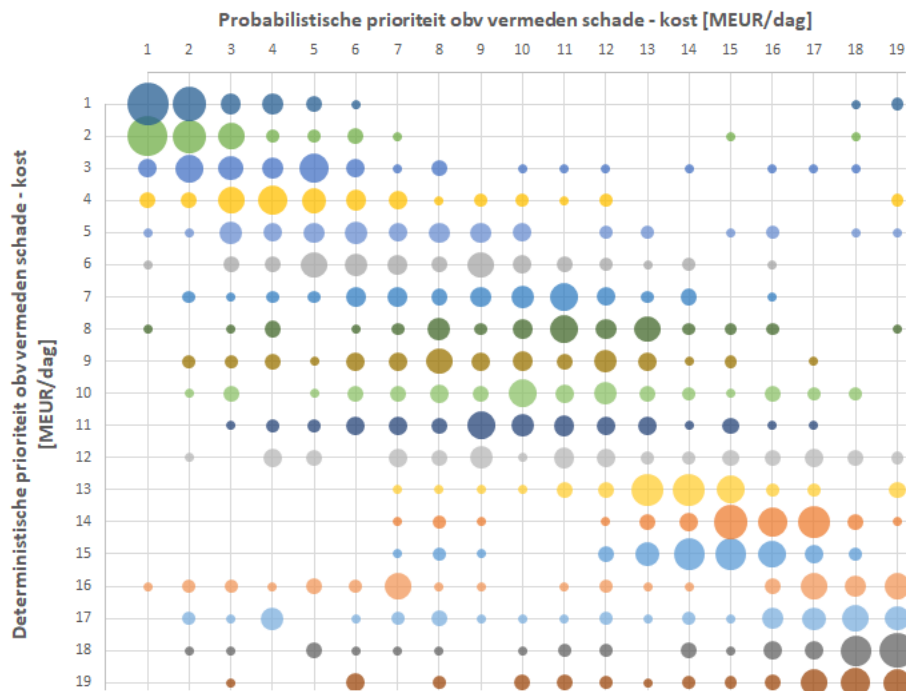
hoogste deterministische prioriteit in Figuur 248 na probabilistische prioritering met een kans van 60% deze hoogste prioriteit te behouden; met 25% kans krijgt deze de tweede hoogste prioriteit; met 10% kans de derde hoogste prioriteit. Na de probabilistische prioritering kan men maatregelen identificeren waarvoor de prioriteit robuuster is dan andere. Zo blijkt de maatregel met deterministische prioriteit 12, d.i. innameverbod industrie, de minst robuuste prioritering te kennen.

Het is duidelijk dat deze onzekerheidsanalyse heel wat bijkomende nuttige informatie aanlevert, maar vermits de precieze grootte van de onzekerheid op de kost- en schadeberekeringen niet bekend is, is deze probabilistische prioriteringsaanpak voorlopig niet weerhouden voor verder gebruik in het reactief afwegingskader. Na verder onderzoek kan dat in volgende versies van het afwegingskader eventueel wel weerhouden worden.

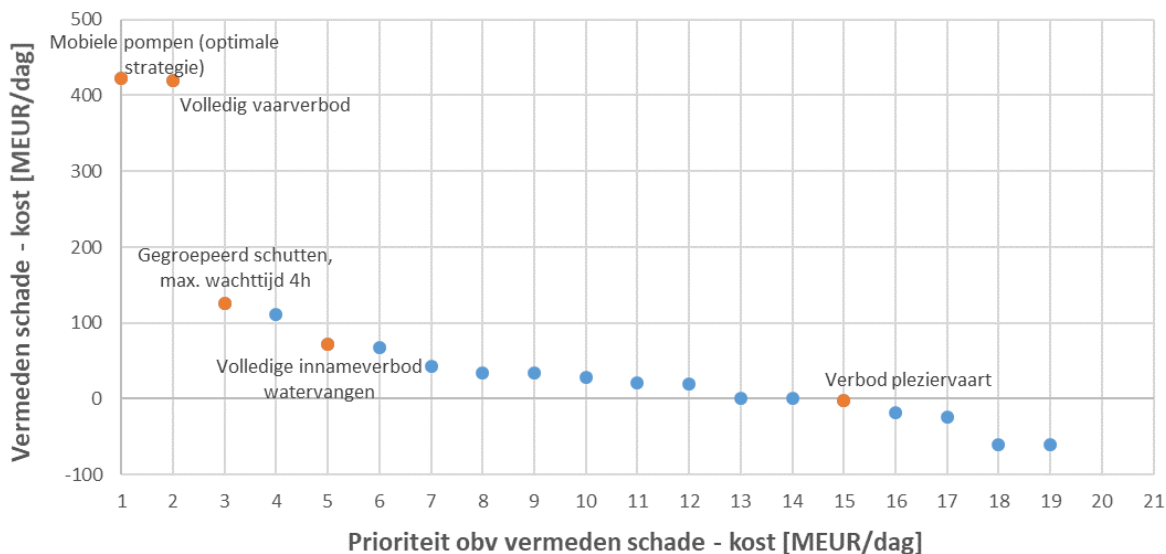
Figuur 250 vat de resultaten van de deterministische prioritering nog op een andere manier samen. De grootte van de verticale verschillen in het netto voordeel van elke maatregel is een andere manier om visueel na te gaan hoe duidelijk de prioritering zich aandient, dus hoe robuust ze is. Zo blijken in Figuur 250 de twee maatregelen met de hoogste prioriteit, mobiele pompen en vaarverbod, een netto voordeel te kennen dat heel wat groter is dan dat van de andere maatregelen. De onzekerheid op de kost- en schadewaarden zou dus al erg groot moeten zijn om voor die twee maatregelen een lagere prioriteit te bekomen.



Figuur 248: Probabilistische prioritering (fractie per prioriteit) van de beschouwde maatregelen o.b.v. vermeden schade – kost versus de deterministische prioritering. De grootte van de bollen is proportioneel met de fractie toegekend aan elke prioriteit. De standaarddeviatie van de onzekerheid op de kost- en schade-inschatting is voor deze figuur verondersteld als 50%.



Figuur 249: Probabilistische prioritering (fractie per prioriteit) van de beschouwde maatregelen o.b.v. vermeden schade – kost versus de deterministische prioritering. De grootte van de bollen is proportioneel met de fractie toegekend aan elke prioriteit. De standaarddeviatie van de onzekerheid op de kost- en schade-inschatting is voor deze figuur verondersteld als 100%.



Figuur 250: Prioritering van de beschouwde maatregelen o.b.v. vermeden schade – kost, met aanduiding van bepaalde maatregelen. Prioriteit “1” = de maatregel met het grootste vermeden schade - kost.

De visualisering met de bollen zoals in Figuur 247 werd tijdens en na workshop W4 als helder bevonden door de belanghebbenden maar heeft het nadeel de perceptie te geven dat de prioritering statisch is (lijkt op een verdringingsreeks), terwijl de resultaten afhangen van de beschouwde droogtetoestand (dus dynamisch zijn), en de finale prioritering ook deels een politieke keuze is van de beslissingsnemers waarbij ook de niet-kwantificeerbare gevolgen in rekening worden gebracht. Idem voor de toepassing van de principes. Daarom zullen de impactresultaten voor de beslissingsnemers op een andere manier gevisualiseerd worden; dit wordt verderop in het rapport besproken bij Dashboard.

De impactresultaten verder geïnterpreteerd en gecombineerd met de toepassing van de principes en verder opgedeeld in maatregelen anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1) en maatregelen na effectieve waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 2) leidt tot volgende prioritering van de hiervoor beschouwde maatregelen (hoogste prioriteit eerst).

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen waterbeheerder – Water terugpompen aan sluizen i.f.v. verwachte tekort per pand
- Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod pleziervaart
- Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, eerst voor maximale wachttijd van 1 uur, daarna 2, 3 en maximaal 4 uur

Bij effectieve waterschaarste (droogteniveau 2):

- Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod

- Maatregelen natuur, recreatie, landbouw incl. viskweek gecombineerd – Beperking of verbod waterinname aan watervangen: eerst 50%, daarna 80%, daarna (indien echt noodzakelijk) 100%
- Maatregelen industrie & handel en diensten – Beperking of verbod (indien echt noodzakelijk) waterinname door bedrijven, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen; dit laatste wordt in het korte-termijn vervolgtraject samen met de sector verder bekeken
- Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Innamebeperking water-link + aankoop ruw water of drinkwater van andere regio's (connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden moet hier uiteraard maximaal worden benut). Bij een beperking van de inname door water-link wordt steeds gegarandeerd dat de leveringszekerheid niet in het gedrang komt. Bij onderbreking van de levering van drinkwater treedt aanzienlijke schade op (o.m. gevolgen voor volksgezondheid en veestapel). Deze gevolgen wegen niet op tegen mogelijke voordelen. Het garanderen van de levering van drinkwater werd ook reeds via de beperkingen beschreven.

Volgende maatregelen worden in de vorige lijst ingeschoven zodra de drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren (en uiteraard enkel indien de betrokken maatregel nog niet via de hogere prioritering van toepassing is):

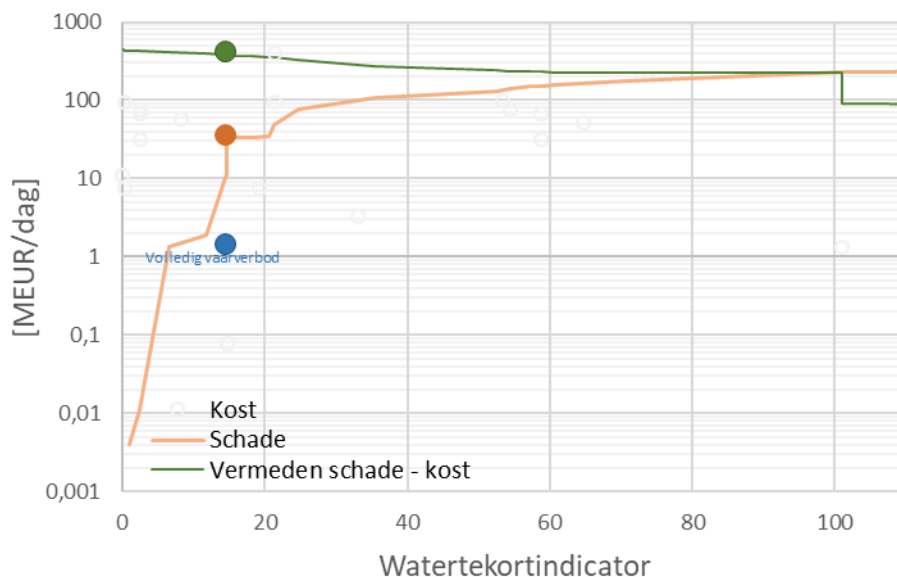
- Streefpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Diepgangbeperkingen
- Minimumpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod

Voor de hier beschouwde droogteperiode wordt de waterschaarste opgelost via de maatregelen met de hoogste prioriteit. Dit zijn dus de maatregelen anticiperend op dreigende waterschaarste en zijn dus 100% effectief. Wanneer de droogteperiode extremer zou zijn of de droogteperiode langer zou aanhouden, dan komen de maatregelen met volgende prioriteit in beeld. Bij deze maatregelen zijn de verschillen in impact en kost kleiner en zijn er ook meerdere combinaties van maatregelen mogelijk met een in grootteorde vergelijkbare impact en kost. Omwille van de onzekerheid betrokken bij zowel de waterbalansanalyse als de socio-economische impactindicatoren, is het weinig zinvol om in dat geval de prioritering te baseren op de precieze impact- en kostcijfers. Bovendien zijn er een aantal niet economisch kwantificeerbare impacten die ook in rekening gebracht kunnen worden door de beslissingsnemer (dus deels politieke keuze). De impactresultaten geven wel indicatieve informatie m.b.t. de grootteorde van de effectiviteit van de maatregel op de watertekorten, de schade door overblijvende watertekorten, en de kost van de maatregel en dit voor de verschillende betrokken sectoren.

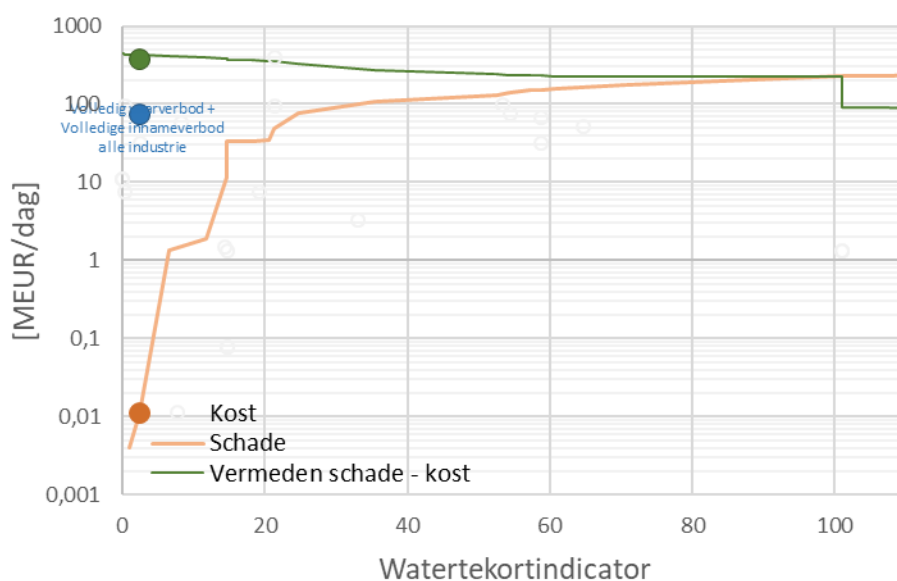
De beperkingen of verbod op waterinname door bedrijven gelden enkel voor de netto-oppervlaktewaterverbruikers, behalve wanneer het gaat om beperkingen of verbod door wettelijke lozingsbeperkingen (bv. grenswaarden voor temperatuur; in dit laatste geval gaat het wel eerder om vergunde voorwaarden dan om reactieve maatregelen). Er werd in deze studie geen onderscheid gemaakt tussen bedrijven die veel versus weinig verbruiken, wel bij de kosten- en schadeberekeningen, maar niet bij het opleggen van de maatregel. Differentiatie in bedrijven met een verschillende klasse voor het netto

volume is niet wenselijk aangezien niet enkel de netto-onttrekking per bedrijf een rol speelt, maar ook het totaal aantal onttrekkers.

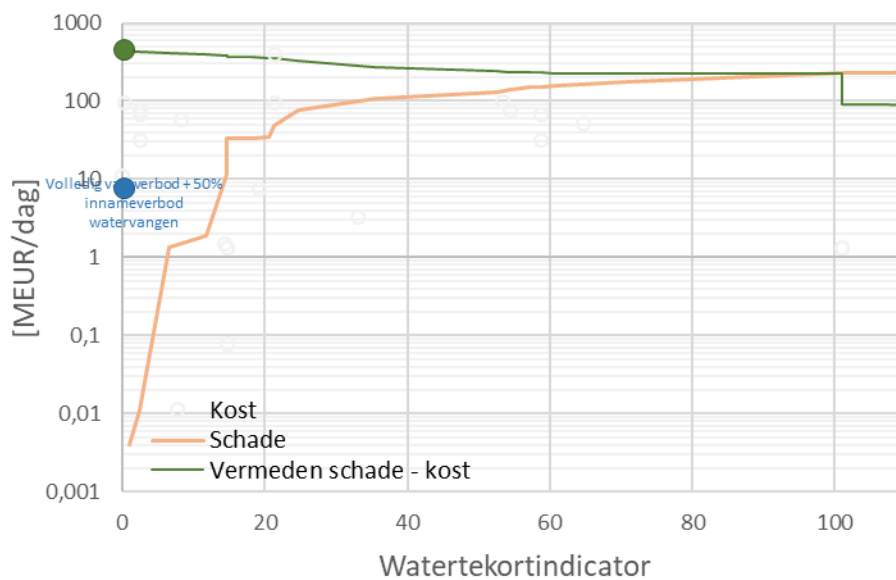
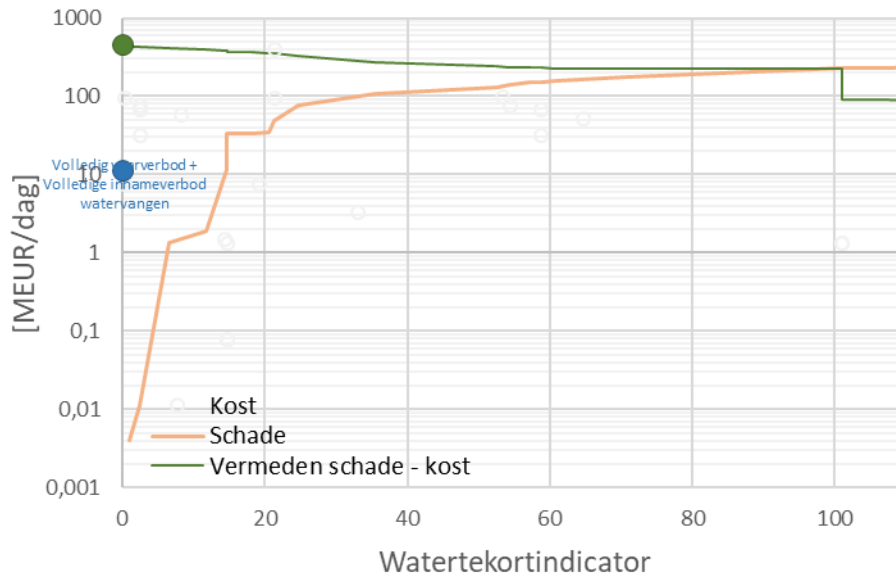
Hierna worden enkele bijkomende impactberekeningen getoond waarbij hypothetisch het terugpompen van water aan de sluizen buiten beschouwing wordt gelaten. Gedeeltelijk vaarverbod is dan de meest prioritaire maatregel. Bij volledig vaarverbod geeft Figuur 251 (grafiek ingezoomd tot de lagere waarden van de watertekortindicator) aan dat er een overblijvend watertekort is. Door deze maatregel te combineren met een innameverbod voor de bedrijven die netto oppervlaktewater onttrekken wordt het watertekort nagenoeg volledig weggewerkt (haast geen overblijvende schade meer) (Figuur 252). Ook in combinatie met innameverbod aan de watervangen, zelfs bij 50% innamebeperking, wordt het watertekort tot 0 herleid (Figuur 253). De kost van innamebeperking aan de watervangen is een grootteorde kleiner dan deze van de bedrijven. Bovendien is er slechts 50% innamebeperking nodig aan de watervangen t.o.v. 100% innameverbod voor de bedrijven. Het volledig vaarverbod dat hier toegepast wordt heeft een relatief beperkte kost, maar heeft wel belangrijke secundaire impacten die hier niet ingerekend zijn zoals sociale gevolgen en moeilijkheden inzake bevoorrading van bedrijven. Wanneer de vaarbeperking wordt verminderd tot 50% en gecombineerd met innamebeperkingen, dan worden de resultaten van Figuur 254 en Figuur 255 gevonden. 50% vaarverbod en 100% innameverbod bedrijven volstaat niet om het watertekort weg te werken. 50% vaarverbod en 80% innamebeperking watervangen volstaat wel. Om het evenredigheidsprincipe toe te passen (elke sector een deel van de lasten laten dragen) zou men overwegen om 50% vaarverbod te combineren met 50% innamebeperking bedrijven en 50% innamebeperking watervangen. Deze combinatie is minder optimaal: er is overblijvend watertekort terwijl de kost van de maatregel relatief hoog is (Figuur 256). Bovendien draagt het principe van evenredigheid (zie principe 9) niet de voorkeur van vele belanghebbenden.



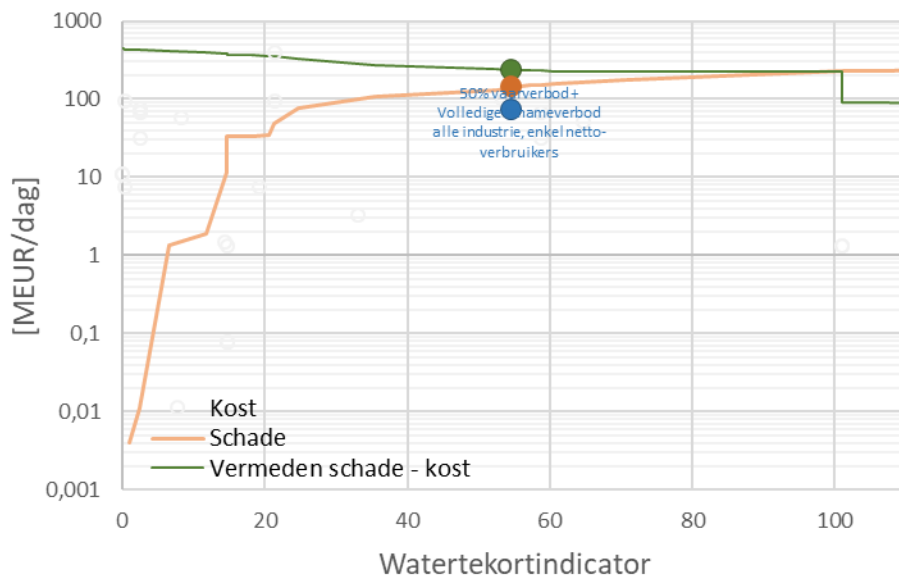
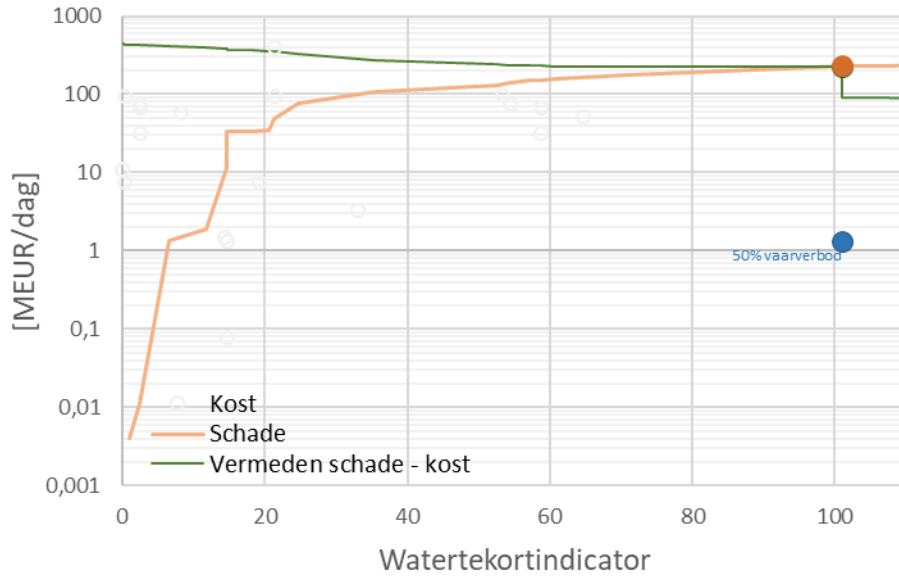
Figuur 251: Samenvatting van de impact van de maatregel (volledig vaarverbod) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

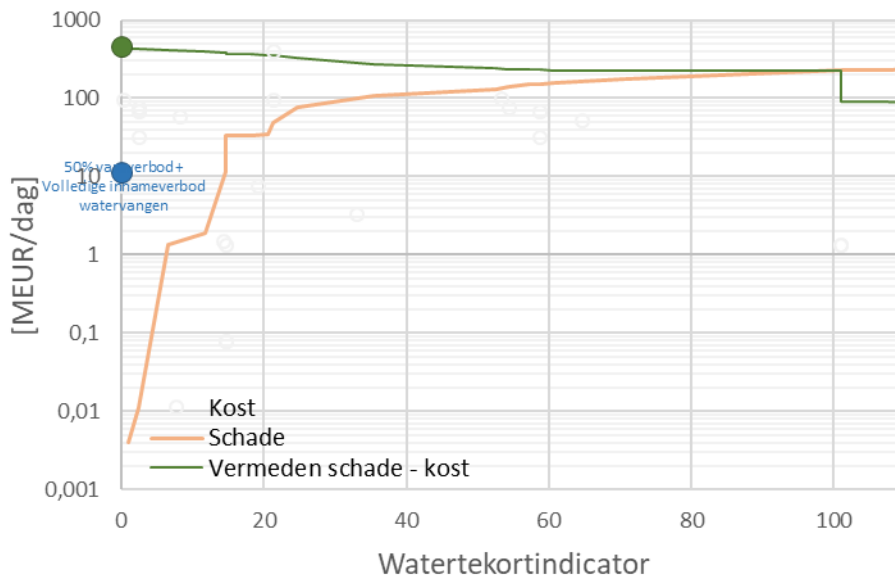


Figuur 252: Samenvatting van de impact van de combinatie van volledig vaarverbod en innameverbod door industrie op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

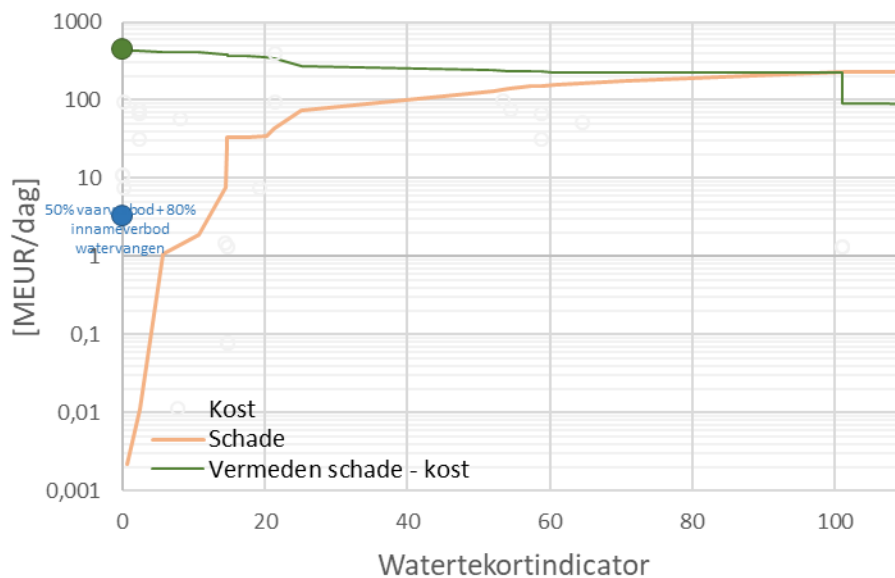


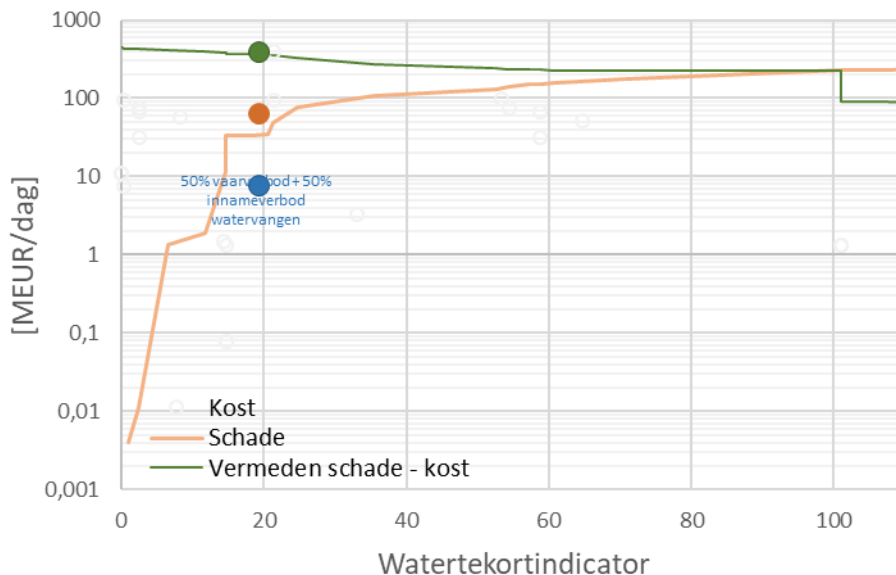
Figuur 253: Samenvatting van de impact van de combinatie van volledig vaarverbod en 100% (bovengrafiek) en 50% (ondergrafiek) innamebeperking watervangen op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.



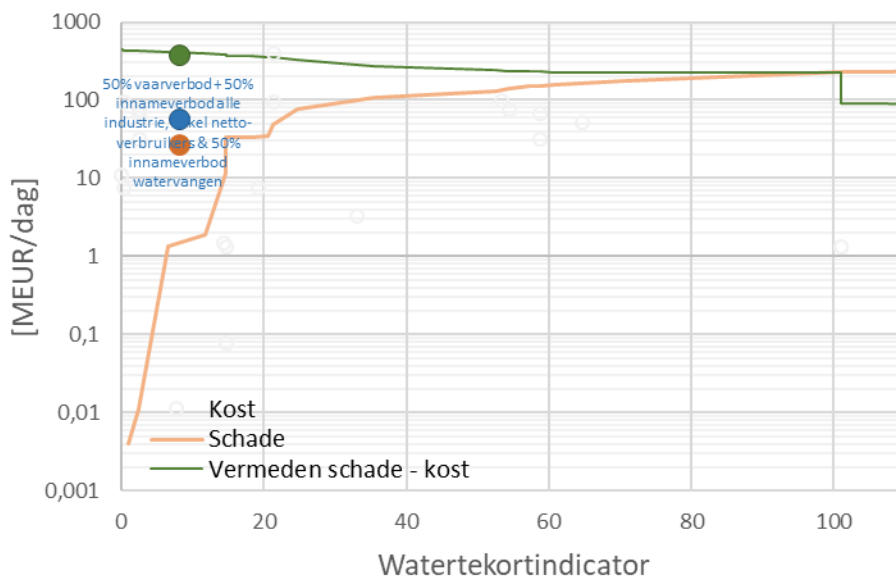


Figuur 254: Samenvatting van de impact van de combinatie van 50% vaarverbod met andere maatregelen (bovengrafiek: geen andere maatregelen; middengrafiek: 100% innamebeperking industrie; ondergrafiek: 100% innamebeperking watervangen) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.





Figuur 255: Samenvatting van de impact van de combinatie van 50% vaarverbod met andere maatregelen (80% en 50% innamebeperking watervangen) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

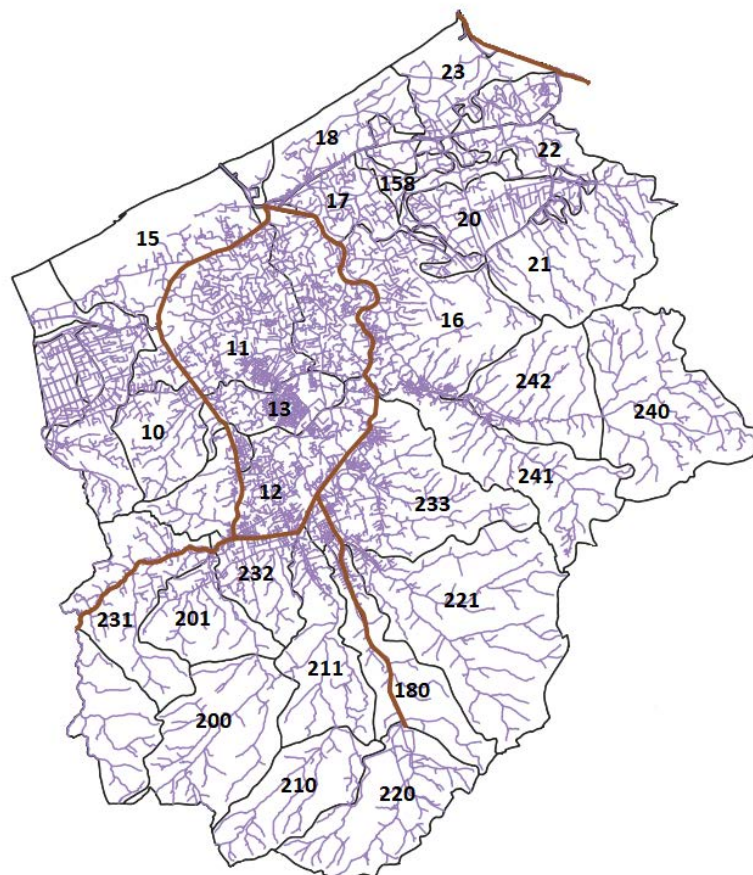


Figuur 256: Samenvatting van de impact van de combinatie van 50% vaarverbod met 50% innamebeperking industrie en 50% innamebeperking watervangen op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

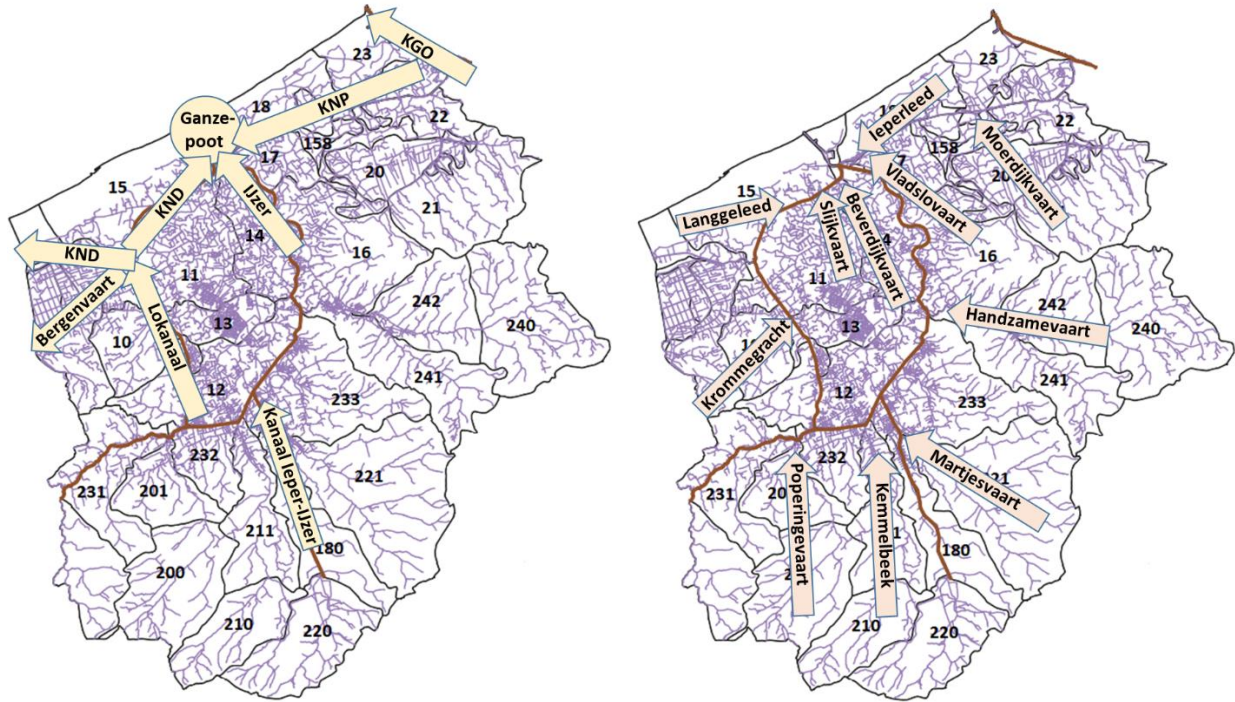
9.2. IJzerbekken

Situering gebied

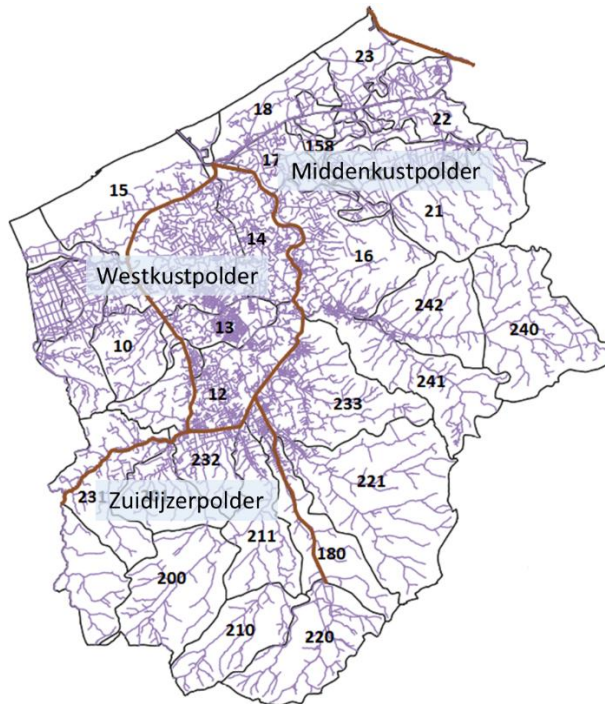
Het IJzerbekken komt grotendeels overeen met de kustzone “West” ten westen van Oostende en omvat volledig de Westkustpolder en Zuidijzerpolder, en ook een groot deel van de Middenkustpolder (Figuur 259). Het gebied bestrijkt 25 VHA-zones zoals aangeduid in Figuur 257. In Figuur 258 is schematisch de hoofdstructuur van bevaarbare waterlopen en kanalen en onbevaarbare hoofdwaterlopen aangeduid. De structuur van het bevaarbare kanalenetwerk is schematisch weergegeven in Figuur 260.



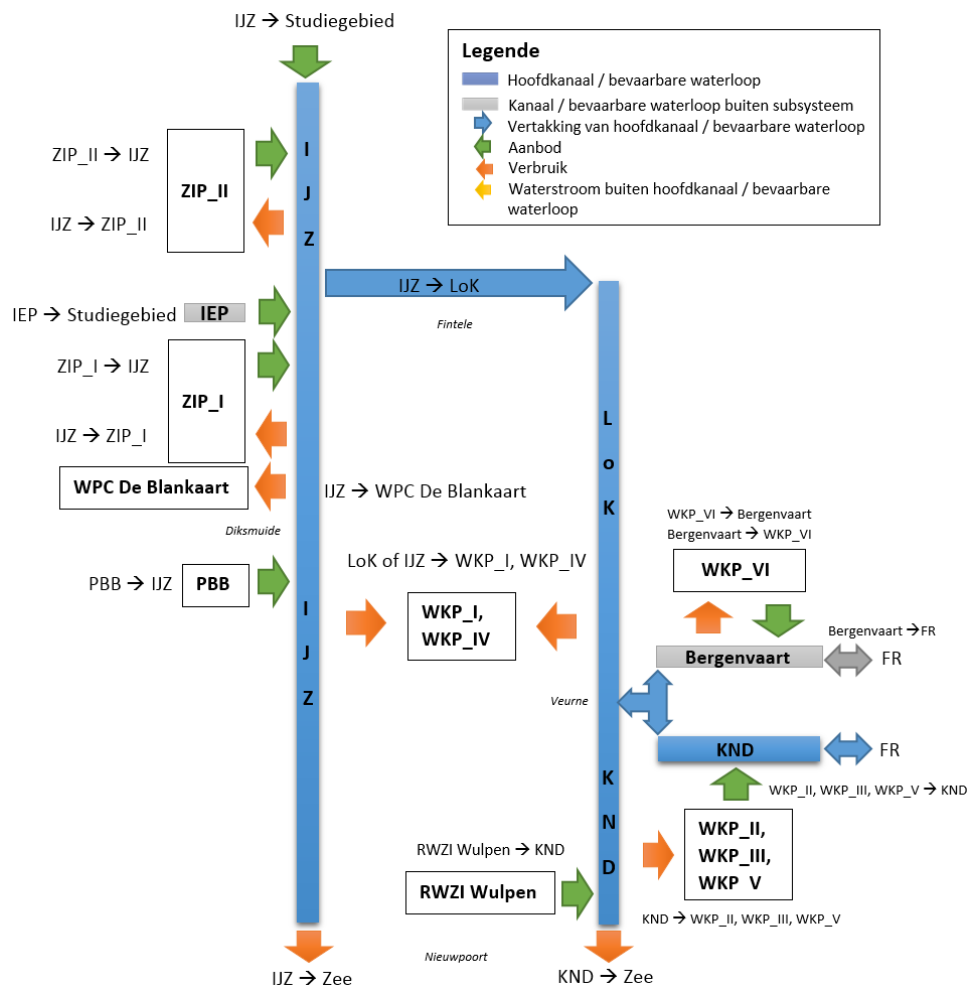
Figuur 257: Overzicht van de waterlopen, kanalen en VHA-zones in het IJzerbekken (VHA-zonenummers zijn weergegeven).



Figuur 258: Schematisch overzicht van de bevaarbare kanalen (links) en hoofdwaterlopen (rechts) in het IJzerbekken.



Figuur 259: Poldergebieden in het IJzerbekken.



Figuur 260. Schema van het bevaarbare waterlopenstelsel in het IJzerbekken (waterbalansstudie kust).

Waterbalans

Tabel 81 vat de totale waterbalans voor het ganse IJzerbekken samen o.b.v. de periode 2005-2019 en dit voor de verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag voor het oppervlaktewatersysteem. Het totale watergebruik en waterverbruik door de verschillende sectoren en verdeeld over de verschillende typen waterbronnen staat ook aangeduid. Voor grondwater werd enkel het freatisch grondwater beschouwd.

Het gemiddelde wateraanbod in de periode 2005-2019 bedroeg 457 Mm³/jaar. Dit aanbod is vooral afkomstig van lokale neerslag en afstroming in het bekken (321 Mm³/jaar) en opwaartse instroom via de IJzer uit Frankrijk (107 Mm³/jaar). Verder is er instroom vanuit het Kanaal Gent-Oostende (8 Mm³/jaar, in het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort) en zijn er lozingen voor een totaal van 28 Mm³/jaar. Deze lozingen zijn vooral afkomstig van RWZI-effluentwater (24 Mm³/jaar) en bedrijfslozingen (4 Mm³/jaar), vooral afvalwaterlozingen.

De totale watervraag in het gebied – gespannen grondwater niet meegerekend – bedraagt gemiddeld 61 Mm³/jaar voor het watergebruik en 57 Mm³/jaar voor het waterverbruik. Aan het grootste deel van deze watervraag wordt tegemoetgekomen via het oppervlaktewater (40 Mm³/jaar), de rest via grondwater (7 Mm³/jaar), leidingwater (8 Mm³/jaar), ander water (11 Mm³/jaar) en een beperkt deel via hemelwater (2 Mm³/jaar). In de oppervlaktewatervraag is de leidingwaterproductie door De Watergroep (De Blankaart, Zillebekevijver, Dikkebusvijver) de grootste waterverbruiker (18 Mm³/jaar), gevolgd door de natuur (10 Mm³/jaar), de landbouw (7 Mm³/jaar) en de industrie (4 Mm³/jaar). Drinkwatermaatschappij IWVA hergebruikt RWZI-effluentwater (3 Mm³/jaar).

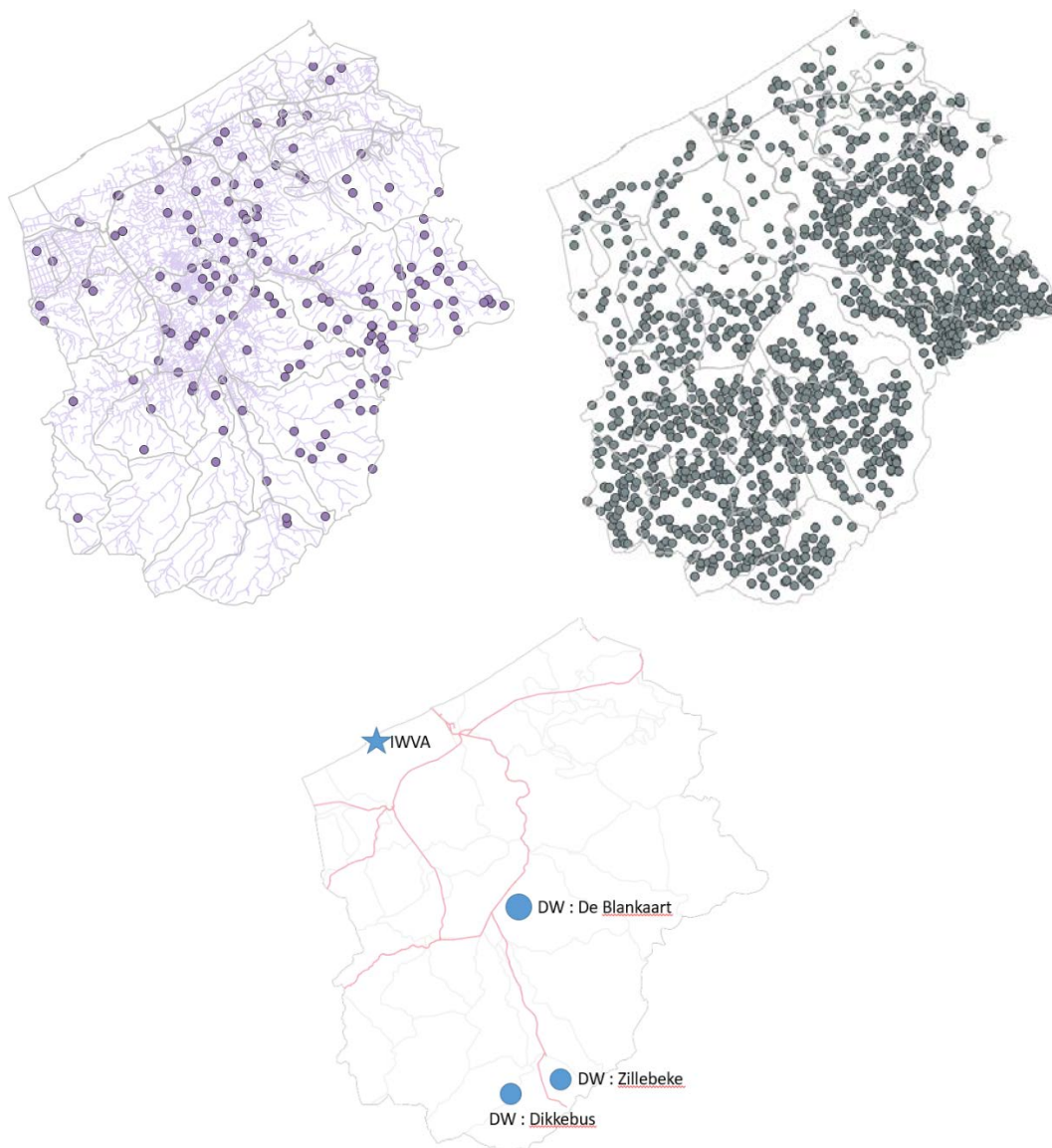
Tijdens natte periodes is er heel wat uitstroom naar de Noordzee via de Ganzepoot: 408 Mm³/jaar. Wanneer verderop de waterbalans wordt bekeken voor een extreem droge periode, dan blijkt dat tijdens zulke periode de uitstroom tot nagenoeg 0 wordt herleid, wat meteen ook aangeeft wat de oplossing hier is voor een proactief waterbeleid: meer water vasthouden of stockeren tijdens de natte periodes van het jaar. Indien 10% meer water zou vastgehouden worden, dan kan daarmee in de totale oppervlaktewatervraag voorzien worden.

Waterbalans IJzerbekken jaargem 2005-2019								Mm ³ /jaar	
Aanbod	Instroom oppervlaktewater							107	
	<i>Instroom langs IJzer te Haringe</i>							100	
	<i>Instroom langs Kanaal Plassendale-Nieuwpoort</i>							8	
	Neerslagafstroming: totaal							321	
	Lozingen							28	
	<i>Effluentwater: bedrijfslozingen</i>							4	
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>							24	
	Totaal wateraanbod							457	
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing	Totaal excl. Lozing	
	Totaal watergebruik	40	7	8	2	11	61	57	
	Industrie	4	0,1	4	0,8	8	19	15	
	<i>industrie, deelsector voeding</i>	3	0,1	4	0,3	1	9	5	
	<i>overige industrie</i>	1	0,1	0,5	0,5	7	10	9	
	Land- en tuinbouw	7	3,1	1,2	1,5	0,2	8	8	
	Natuur: ecologisch minimale debieten	10	-	-	-	-	10	10	
	Handel en diensten	0,1	0,1	2,1	0,1	0	2	2	
	Leidingwaterproductie	18	0	0	0	3	21	21	
	<i>De Watergroep - De Blankaart</i>	15							
	<i>De Watergroep - Zillebekevijver</i>	2							
	<i>De Watergroep - Dikkebusvijver</i>	1							
	<i>IWVA</i>								
	Uitstroom	419							
	<i>uitstroom via Ganzepoot Nieuwpoort</i>	408							
	<i>uitstroom via Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke</i>	3							
	<i>uitstroom via Bergenvaart</i>	7							
Totaal watergebruik + uitstroom	459								
Balans Rest							-2		

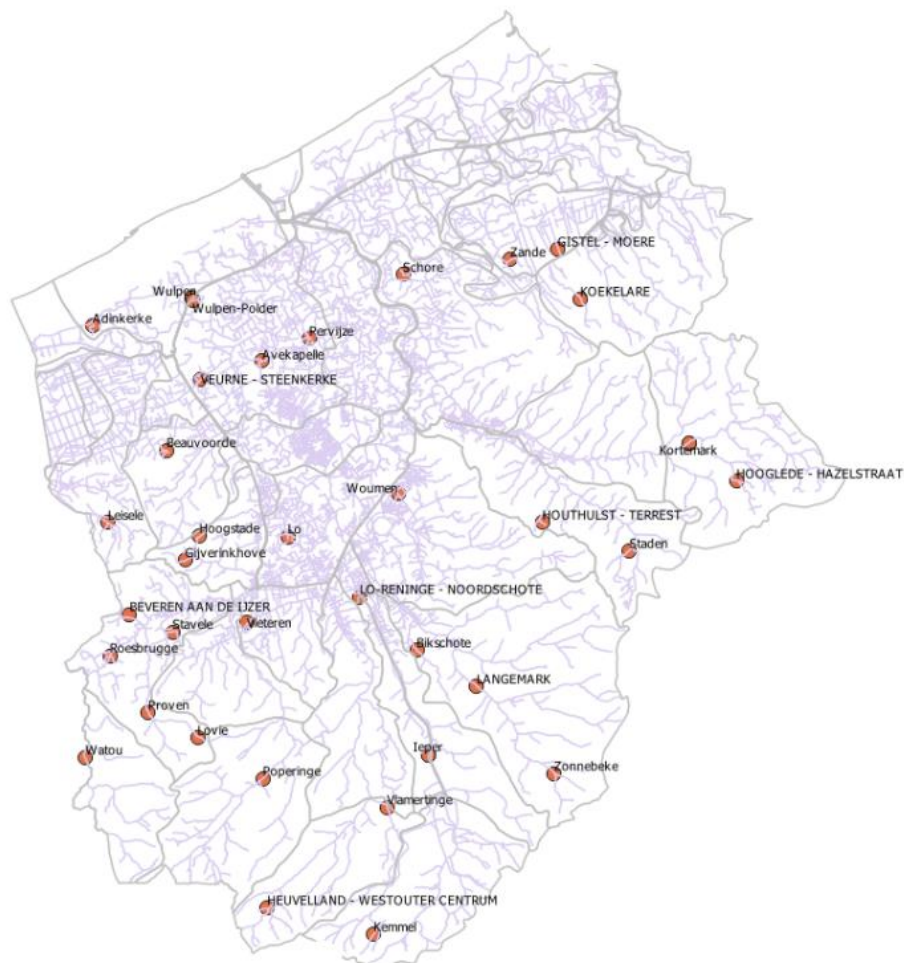
Tabel 81: Totale waterbalans voor het IJzerbekken o.b.v. de periode 2005-2019, voor verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag, in Mm³/jaar.

Binnen de sector industrie wordt water voor 46% gebruikt en voor 37% verbruikt door de voedingsnijverheid. Deze is in hoofdzaak afkomstig van ander water, leidingwater en oppervlaktewater. Oppervlaktewater wordt vooral gebruikt voor irrigatie in de landbouw (zie de berekening van de irrigatiebehoefte verder).

In Figuur 261 staan de locaties van alle oppervlaktewater- en grondwateronttrekkingen en de onttrekkingen voor drinkwaterproductie aangeduid; in Figuur 262 de bedrijfs- en RWZI-lozingslocaties.



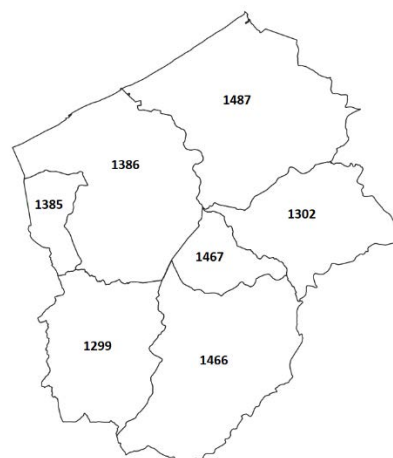
Figuur 261: Locaties van de oppervlaktewateronttrekkingen (links boven), grondwateronttrekkingen (rechts boven) en onttrekkingen voor drinkwaterproductie (onder) in het IJzerbekken.



Figuur 262: Locaties van de RWZI's in het IJzerbekken.

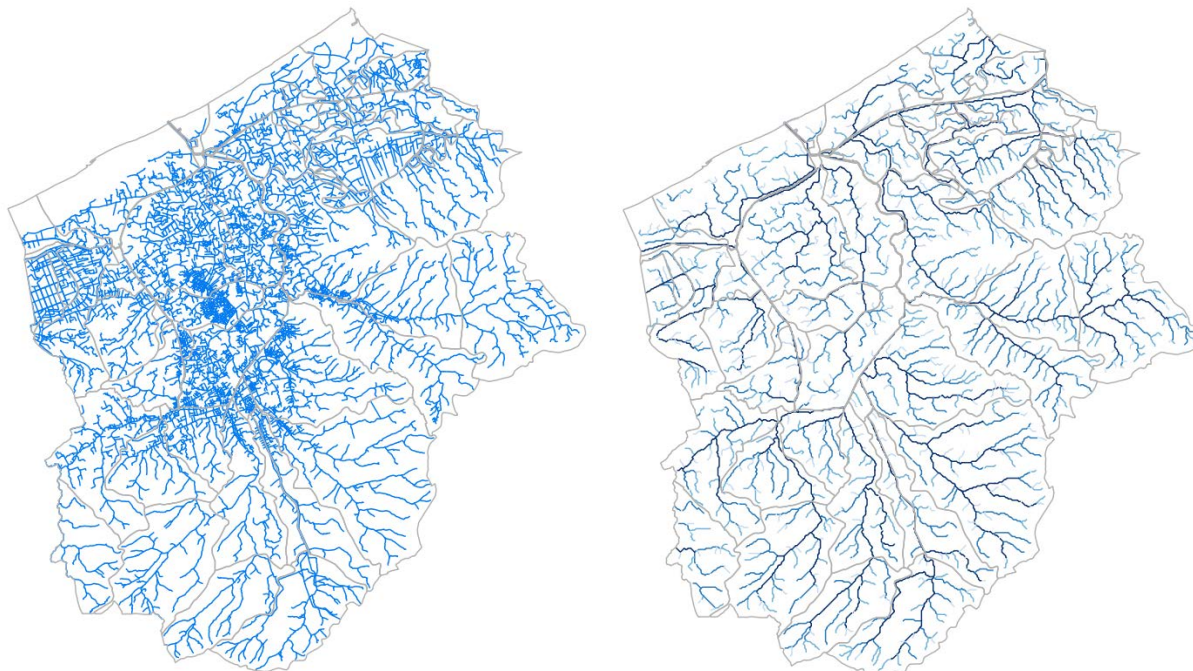
De irrigatievraag door de landbouw werd ingeschat zoals beschreven onder Watervraag – Land en tuinbouw via het bodemwaterbalansmodel van de BDB. Er is rekening gehouden met de specifieke % teelten en bodemtypes voor het IJzerbekken volgens de landbouwgebruikspcelen (versie ALV, 2018) en de bodemassociatiekaart. De resultaten van deze berekening staan samengevat in Tabel 82 voor de totale irrigatiebehoefte en per teelt voor het ganse IJzerbekken en per deelbekken o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode juni 2017. Zoals voor de case van het Albertkanaal en Kempische kanalen werden de waarden voor de droge periode herschaald naar dezelfde eenheid (Mm^3 /jaar) om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken. De cijfers vermeld in Tabel 82 zijn na aftrekking van 36% om rekening te houden met het water dat infiltreert in de bodem en niet opgenomen wordt of verdampt via de landbouwgewassen.

Irrigatiebehoefte landbouw IJzerbekken			
irrigatiebehoefte [Mm ³ /jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juni 2017
Totale irrigatiebehoefte ganse IJzerbekken			
Totaal	4,6	39,8	
Aardappelen	1,4	11,2	
Bloemkool	1,5	14,0	
Boon	0,1	0,0	
Erwt	0,4	5,8	
Fruit en noten	0,0	0,1	
Grasland	0,0	0,1	
Maïs	0,1	0,8	
Suikerbieten	0,0	0,3	
Wortel	1,0	7,4	
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
deelbekken 1299	0,6	3,8	
deelbekken 1302	1,8	11,7	
deelbekken 1385	0,1	1,0	
deelbekken 1386	0,3	1,9	
deelbekken 1466	1,7	11,2	
deelbekken 1467	0,5	3,0	
deelbekken 1487	0,9	6,3	



Tabel 82: Irrigatiebehoefte voor de landbouw, totaal en per teelt voor het ganse IJzerbekken en per deelbekken o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode juni 2017, in Mm³/jaar (voor de droge periode werden de waarden herschaald naar dezelfde eenheid om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken). De cijfers zijn na aftrekking van 36% om rekening te houden met het water dat infiltreert in de bodem en niet opgenomen wordt of verdampt via de landbouwgewassen. De kaart (rechts) geeft de deelbekkens weer.

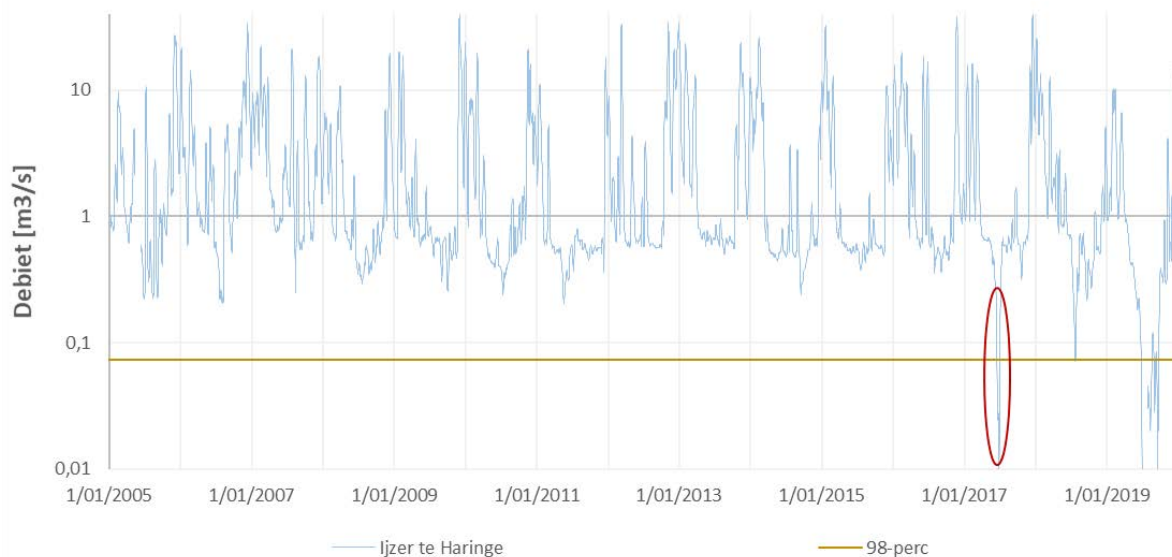
Door per deelgebied, rivier- of kanaalpand het totale waterverbruik af te trekken van het totale wateraanbod wordt een kwantificering bekomen van de waterbeschikbaarheid. Deze werd bepaald per VHA-zone en per waterloopsegment volgens ons vereenvoudigd waterlopenmodel waarvan de ruimtelijke netwerkstructuur is weergegeven in Figuur 263 samen met de jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de simulatieperiode 2005-2019. In Figuur 263 is ter vergelijking naast de ruimtelijke netwerkstructuur van het vereenvoudigd waterlopenmodel ook de werkelijke netwerkstructuur getoond (o.b.v. de VHAS-waterloopsegmenten). De kanalen en hoofdwaterlopen zijn in het vereenvoudigd model volledig gemodelleerd. Dit is ook het geval voor de grootste beken. Enkel in de polderdeelgebieden waar er gemaasde en ruimtelijke dichte netwerken van een groot aantal kleine waterwaterlopen voorkomen is er een vereenvoudiging doorgevoerd door enkel de hoofdafstromingstakken ruimtelijke benaderend te beschouwen.



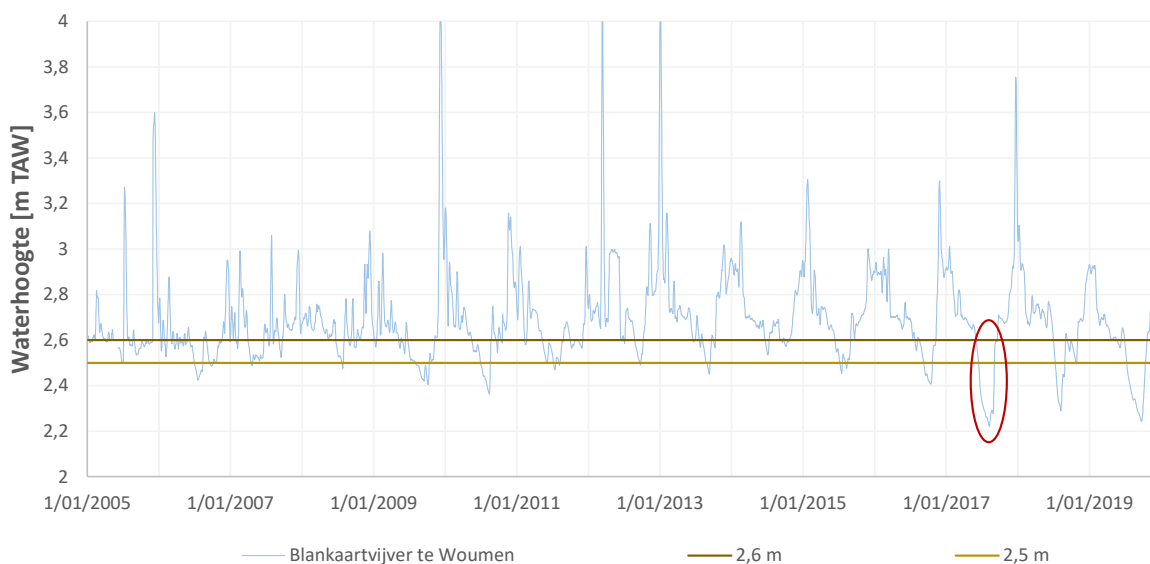
Figuur 263: Alle waterlopen (VHAS-waterloopsegmenten: links) en vereenvoudigd waterlopenmodel met resultaat van het jaargemiddeld debiet voor 2005-2019 (rechts) in het IJzerbekken.

Grondwater is in het model ingerekend via de neerslagafstroming via de conceptuele hydrologische modellen in de natuurlijk afstromende deelstroomgebieden in de de Zuidijzerpolder (VHA-zones 200, 201, 210, 211, 220, 221 en 180) en de Handzamevaart-deelstroomgebieden (PBB-polder, VHA-zones 240, 241 en 242). In de Westkustpolder en de Middenkustpolder werd de interacties tussen het oppervlaktewater en het freatisch grondwater ingerekend door per poldergebied een freatisch grondwaterreservoir te beschouwen. De interactie tussen de polderwaterlopen en het freatisch grondwaterreservoir geeft een debietflux van de waterloop naar het grondwater tijdens de droge zomerperiodes, en omgekeerd tijdens de natte periodes. Beperking van de freatische grondwateronttrekking zorgt daarbij voor gereduceerde nood inzake grondwatervoeding vanuit de waterlopen.

De totale waterbalans voor het IJzerbekken wordt hierna getoond voor de jaargemiddelde waarden o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droge junimaand 2017 als voorbeeld van droge periode met waterschaarste. De keuze voor deze periode is ook voor dit gebied gebaseerd op de droogte- en waterschaarste-indicatoren. Figuur 264 toont het opwaarts instroomdebiet van de IJzer te Haringe. Het 98-percentieldebiet voor droogteniveau 1 werd onderschreden in juni 2017 en langduriger in de zomer van 2019. In de zomer van 2018 werd dit drempeldebiet op deze locatie net bereikt. Deze droogteperiodes zorgen voor waterschaarste in grote delen van het IJzerbekken; zie bv. de lage waterpeilen in de Blankaartvijver te Woumen in Figuur 265.



Figuur 264: Tijdsverloop van het 7-dagen debiet van de IJzer te Haringe, met aanduiding van de extreme laagwaterperiode in juni 2017.



Figuur 265: Tijdsverloop van het 7-dagen waterpeil in de Blankaartvijver te Woumen, met aanduiding van de extreme laagwaterperiode in juni-augustus 2017.

In Tabel 83 staan de resultaten samengevat voor de jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode van juni 2017. De waterbalanscijfers zijn ook ter beschikking voor kleinere tijdschalen (per maand, per week of zelfs per dag; alhoewel de nauwkeurigheid voor die kleinere tijdschalen natuurlijk heel wat lager is dan op jaarbasis). Door de resultaten te bekijken

voor bepaalde droogteperiodes wordt een beeld bekomen van de verminderde waterbeschikbaarheid tijdens zulke periodes. De waterbalans wordt in deze opdracht gebruikt voor scenarioanalyses, om het effect van de mogelijke reactieve maatregelen op de waterbalans in te schatten. Merk op dat er ook in deze waterbalans nog geen waterbesparende maatregelen zijn toegepast. Daardoor zijn er op een groot aantal locaties watertekorten. De toepassing van het afwegingskader hierop heeft dus als doel om deze tekorten op een meest efficiënte wijze te verminderen en de impact tijdens de waterschaarstecrisis te beperken, rekening houdend met de kosten en baten.

Naast de lage waterbeschikbaarheid is er tijdens de droogteperiodes ook een verhoging van de zoutconcentraties. In juni 2017 bereikten deze concentraties op meerdere locaties waarden boven kritieke drempelwaarden. Er is vooralsnog geen waterkwaliteitsmodel beschikbaar dat zulke impact op de waterkwaliteit kan simuleren.

Waterbeschikbaarheid IJzerbekken		
Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
	Jaar	juni 2017
IJzer		
<i>instroom uit Frankrijk te Haringe</i>	100	4
<i>afwaarts VHA-zone 231</i>	144	0
<i>afwaarts VHA-zone 232</i>	127	2
<i>afwaarts VHA-zone 12</i>	289	-7
<i>naar Ganzepoot</i>	289	-7
Westkustpolder (WKP)		
<i>afwaarts VHA-zone 15 Langgeleed, naar Ganzepoot</i>	13	0
<i>afwaarts VHA-zone 10 Krommegracht</i>	7	0
<i>afwaarts VHA-zone 11 Slijkvaart</i>	23	-1
<i>afwaarts VHA-zone 13 Beverdijkvaart</i>	5	0
<i>afwaarts VHA-zone 14 Beverdijkvaart, naar Ganzepoot</i>	48	-1
Zuidijzerpolder (ZIP)		
<i>afwaarts VHA-zone 200 Poperingevaart</i>	20	-2
<i>afwaarts VHA-zone 201 Poperingevaart, naar IJzer</i>	30	-4
<i>afwaarts VHA-zone 210 Kemmelbeek</i>	8	-1
<i>afwaarts VHA-zone 211 Kemmelbeek, naar IJzer</i>	22	-3
<i>afwaarts VHA-zone 220 Ieperlee</i>	2	-3
<i>afwaarts VHA-zone 221 Martjesvaart</i>	31	1
<i>afwaarts VHA-zone 180 Kanaal Ieper-IJzer & Ieperlee, naar IJzer</i>	46	-1
<i>afwaarts VHA-zone 233, naar IJzer</i>	45	-3
Handzamevaart (PBB)		
<i>afwaarts VHA-zone 240</i>	28	0
<i>afwaarts VHA-zone 242</i>	41	-1
<i>afwaarts VHA-zone 241, naar IJzer</i>	58	-2
Middenkustpolder (MKP)		
<i>afwaarts VHA-zone 20 Grootgeleed</i>	2	-1
<i>afwaarts VHA-zone 21 Moerdijkvaart</i>	5	0
<i>afwaarts VHA-zone 23 Moerdijkvaart</i>	3	-1
<i>afwaarts VHA-zone 22 Moerdijkvaart, naar KNP</i>	12	-2
<i>afwaarts VHA-zone 16 Vladslovaart</i>	5	-1
<i>afwaarts VHA-zone 17 Vladslovaart, naar Ganzepoot</i>	6	-2
<i>afwaarts VHA-zone 18 Ieperleed, naar Ganzepoot</i>	2	-1
Kanalen		
<i>instroom uit Kanaal Gent-Oostende naar Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP)</i>	8	21
<i>Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP) naar Ganzepoot</i>	27	19
<i>instroom in Lokanaal uit IJzer</i>	24	-3
<i>uitstroom Bergenvaart naar Frankrijk</i>	7	1
<i>uitstroom Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Frankrijk</i>	3	7
<i>Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Ganzepoot</i>	46	-7
Uitstroom naar Noordzee		
<i>via Ganzepoot uitstroom naar Noordzee</i>	408	1

Tabel 83: Waterbeschikbaarheid per deelgebied (deelstroomgebied of rivier- of kanaalpand) in het IJzerbekken o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode juni 2017, in Mm³/jaar

(voor de droge periode werden de waarden herschaald naar dezelfde eenheid om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken).

Impact mogelijke maatregelen

Maatregelen landbouw – Beperking of verbod irrigatie van landbouwgewassen

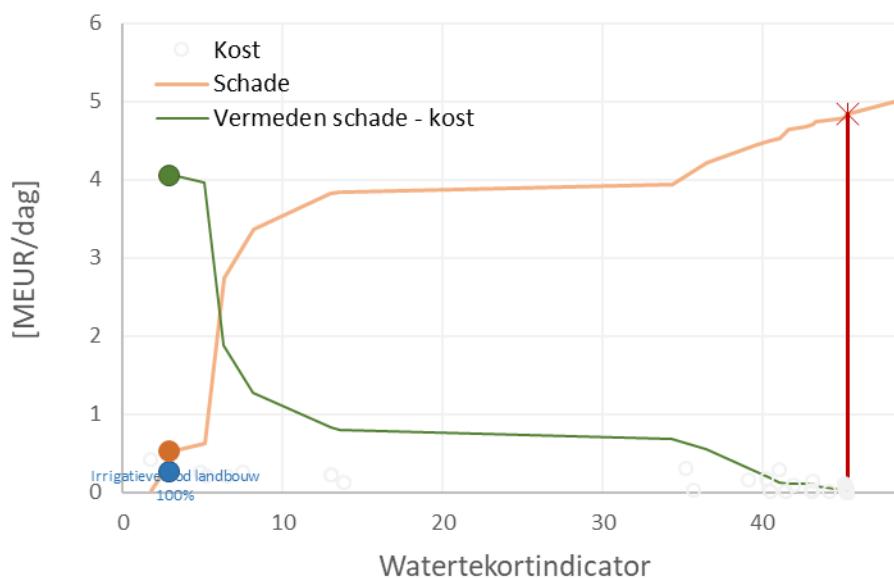
Zowel een volledig irrigatieverbod gedurende de ganse droogteperiode (duurtijd van 1 maand in dit geval) als een irrigatieverbod gedurende 80% en 50% van de tijd werden beschouwd. Vraag is natuurlijk wel of een 80% of 50% verbod wel voldoende helder communiceerbaar en controleerbaar is. X% verbod zou kunnen betekenen dat het verbod beperkt wordt tot bepaalde teelten, bv. eerst gras en maïs, daarna de reguliere teelten zoals aardappelen en bieten, en daarna pas 100% inclusief de kapitaalintensieve groenteteelt; zie Tabel 82 voor de raming van de bijhorende % in de totale irrigatievraag. Een andere optie is, om zoals in Frankrijk, het verbod progressief toe te passen via het aantal dagen in de week dat het irrigatieverbod wordt opgelegd, samen met een toegelaten % onttrekking relatief t.o.v. wat bij het begin van het seizoen wordt afgesproken.

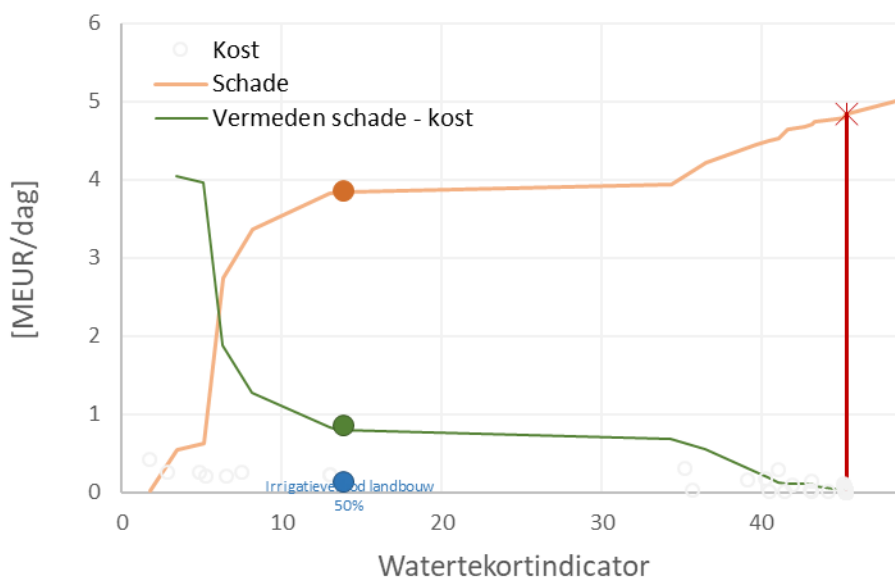
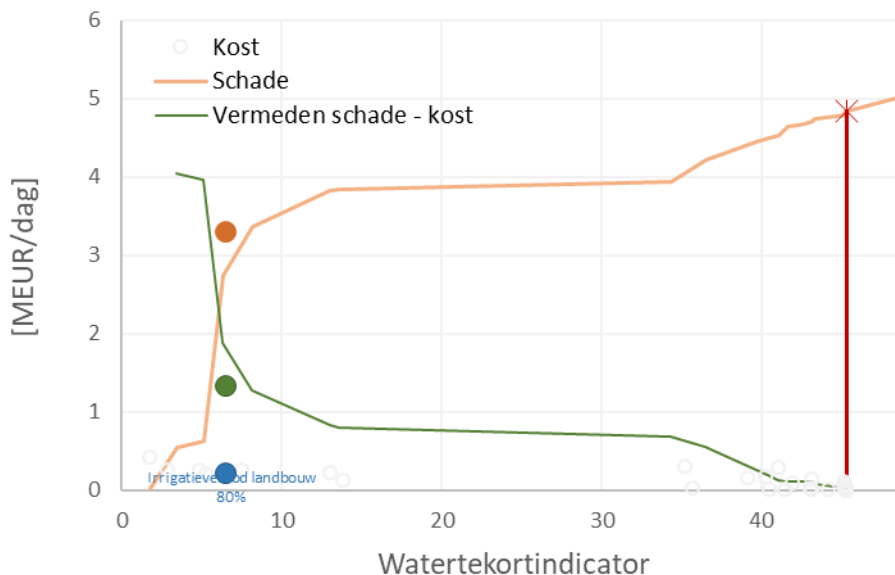
De impact van deze maatregel op de waterbalans werd ingeschat door de bijhorende wateronttrekking, berekend volgens de irrigatievraag zoals hiervoor bij de waterbalans toegelicht, te verminderen. Hierbij is rekening gehouden met de tijdsvariabele irrigatiebehoefte door het tijdsmoment van het irrigatieverbod in het groeiseizoen afhankelijk van het gewasstadium (zie Figuur 176 bij de bodemwaterbalansberekening). De kost van de maatregel is berekend zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren via het verlies aan productieopbrengst (ton/ha) berekend per teelttype en toepassing van de marktprijs van elk teelttype volgens Tabel 47 om het opbrengstverlies te berekenen. Bij een volledig irrigatieverbod gedurende de maand juni 2017 in het ganse IJzerbekken wordt in totaal 39,8 Mm³/jaar minder water onttrokken. Dit gaat gepaard met een berekend economisch verlies van 7,84 MEUR of verdeeld over de 30 dagen van het irrigatieverbod komt dat op een kost van 0,26 MEUR/dag. Tabel 84 geeft de deelresultaten bij deze berekening. Verdere verfijningen van de kostberekening i.s.m. de landbouwsector zijn mogelijk door ook secundaire en indirecte kosten in rekening te brengen, zoals de impact binnen de agrovoedingsketen en kosten op lange termijn. Ook kosten ten gevolge van tijdelijke werkloosheid zouden in rekening gebracht kunnen worden.

Kosten irrigatieverbod gewassen IJzerbekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	383068	76250	44180	7847945
Aardappelen	191385	172870	18515	2314374
Bloemkool	16245	3373	12871	4067367
Boon	0	0	0	0
Erwt	2435	852	1583	475020
Fruit en noten	8256	7893	363	145068
Grasland	49375	49357	18	0
Mais	39245	39017	228	26445
Suikerbieten	21184	20667	517	12919
Wortel	54943	44859	10084	806752

Tabel 84: Deelresultaten bij de berekening van de economische kost van een volledig irrigatieverbod in juni 2017 voor het IJzerbekken.

Bij een volledig irrigatieverbod daalt de watertekortindicator in sterke mate van 45 tot 3 (Figuur 266). Het verbod geeft een daling van het watertekort in vele deelgebieden van het bekken (Tabel 85). Bij 80% irrigatiebeperking daalt de watertekortindicator tot 7; bij 50% irrigatiebeperking gaat deze tot 14. De overblijvende schade daalt van 4,8 tot 0,5 MEUR/dag bij een volledig irrigatieverbod, tot 3,3 MEUR/dag bij 80% irrigatiebeperking, tot 3,9 MEUR/dag bij 50% irrigatiebeperking.





Figuur 266: Samenvatting van de impact van de maatregel (irrigatieverbod of -beperking) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: 100% irrigatieverbod; middengrafiek: 80% irrigatiebeperking; ondergrafiek: 50% irrigatiebeperking.

Waterbeschikbaarheid IJzerbekken			
Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]			
	Jaar	juni 2017	scenario
IJzer			
<i>instroom uit Frankrijk te Haringe</i>	100	4	4
<i>afwaarts VHA-zone 231</i>	144	0	4
<i>afwaarts VHA-zone 232</i>	127	2	7
<i>afwaarts VHA-zone 12</i>	289	-7	24
<i>naar Ganzepoot</i>	289	-7	24
Westkustpolder (WKP)			
<i>afwaarts VHA-zone 15 Langgeleed, naar Ganzepoot</i>	13	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 10 Krommegracht</i>	7	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 11 Slijkvaart</i>	23	-1	0
<i>afwaarts VHA-zone 13 Beverdijkvaart</i>	5	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 14 Beverdijkvaart, naar Ganzepoot</i>	48	-1	0
Zuidijzerpolder (ZIP)			
<i>afwaarts VHA-zone 200 Poperingevaart</i>	20	-2	-1
<i>afwaarts VHA-zone 201 Poperingevaart, naar IJzer</i>	30	-4	-1
<i>afwaarts VHA-zone 210 Kemmelbeek</i>	8	-1	0
<i>afwaarts VHA-zone 211 Kemmelbeek, naar IJzer</i>	22	-3	0
<i>afwaarts VHA-zone 220 Ieperlee</i>	2	-3	-1
<i>afwaarts VHA-zone 221 Martjesvaart</i>	31	1	6
<i>afwaarts VHA-zone 180 Kanaal Ieper-IJzer & Ieperlee, naar IJzer</i>	46	-1	7
<i>afwaarts VHA-zone 233, naar IJzer</i>	45	-3	0
Handzamevaart (PBB)			
<i>afwaarts VHA-zone 240</i>	28	0	5
<i>afwaarts VHA-zone 242</i>	41	-1	7
<i>afwaarts VHA-zone 241, naar IJzer</i>	58	-2	10
Middenkustpolder (MKP)			
<i>afwaarts VHA-zone 20 Grootgeleed</i>	2	-1	0
<i>afwaarts VHA-zone 21 Moerdijkvaart</i>	5	0	1
<i>afwaarts VHA-zone 23 Moerdijkvaart</i>	3	-1	0
<i>afwaarts VHA-zone 22 Moerdijkvaart, naar KNP</i>	12	-2	1
<i>afwaarts VHA-zone 16 Vladslovaart</i>	5	-1	0
<i>afwaarts VHA-zone 17 Vladslovaart, naar Ganzepoot</i>	6	-2	0
<i>afwaarts VHA-zone 18 Ieperleed, naar Ganzepoot</i>	2	-1	0
Kanalen			
<i>instroom uit Kanaal Gent-Oostende naar Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP)</i>	8	21	18
<i>Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP) naar Ganzepoot</i>	27	19	19
<i>instroom in Lokanaal uit IJzer</i>	24	-3	-3
<i>uitstroom Bergenvaart naar Frankrijk</i>	7	1	1
<i>uitstroom Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Frankrijk</i>	3	7	7
<i>Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Ganzepoot</i>	46	-7	-6
Uitstroom naar Noordzee			
<i>via Ganzepoot uitstroom naar Noordzee</i>	408	1	36

Tabel 85: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per deelgebied in het IJzerbekken. Scenario = resultaten na 100% irrigatieverbod voor 1-30 juni 2017; Kolom juni 2017 = resultaten zonder maatregelen; Kolom jaar = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.

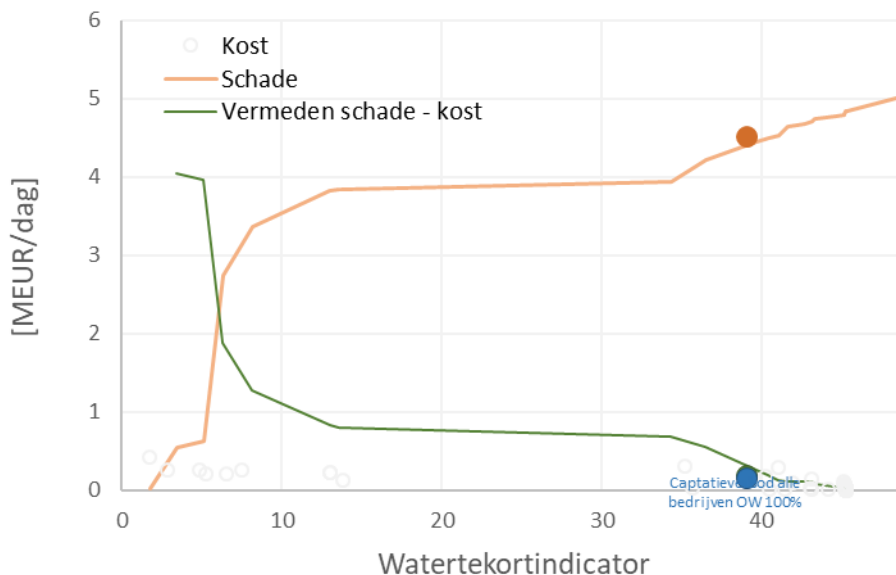
Maatregelen industrie – Beperking of verbod oppervlaktewaterinname door bedrijven

Voor de industrie werd een innamebeperking van 50% en van 100% beschouwd als mogelijke maatregel en dit voor het ganse IJzerbekken voor alle bedrijven samen, of voor één of meerdere sectoren (volgens de NACE-codes 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 31-raffinage. Ook de handel en diensten (NACE-codes 61-66) werden afzonderlijk beschouwd. Ook werd een onderscheid gemaakt tussen het type waterbron: oppervlaktewater en freatisch grondwater. Beperking in de diepe grondwateronttrekking werd niet beschouwd omdat de reactietijd van het diepe, gespannen grondwater te lang is voor reactieve maatregelen. Ook beperking in het verbruik van hemelwater werd niet beschouwd, enerzijds omdat het om beperkte volumes gaat en anderzijds omwille van het principe 4. Idem voor de beperking in het verbruik van ander water, tenzij het om tijdelijk hergebruik van RWZI-effluentwater gaat dat normaal in de waterloop geloosd wordt; het verbod op dit type hergebruik wordt verder als een afzonderlijke maatregel beschouwd.

De kost van deze maatregel en de schade voor de sector industrie bij een watertekort werden berekend zoals beschreven bij het Albertkanaal en Kempische kanalen.

Bij een volledig innameverbod van oppervlaktewater door alle bedrijven samen gedurende de maand juni 2017 in het ganse IJzerbekken wordt in totaal 5 Mm³/jaar minder water onttrokken. Dit gaat gepaard met een berekend economisch verlies van 3,8 MEUR of verdeeld over de 31 dagen van het irrigatieverbod komt dat op een kost van 0,12 MEUR/dag. De chemische nijverheid (NACE 24) neemt daarin een waterbesparing van 2,9 Mm³/jaar voor hun rekening tegen een kost van 1 MEUR voor de ganse maand. De metaalnijverheid (NACE 25) levert bij een volledig innameverbod slechts een beperkte waterbesparing van 0,05 Mm³/jaar maar heeft een relatief grote kost van 1,9 MEUR. Daarom is het aangewezen om voor het IJzerbekken bij een innamebeperking voor bedrijven de metaalsector van alle industriële sectoren die laagste prioriteit te geven. De (afval)watersector levert een waterbesparing van 1,1 Mm³/jaar tegen een relatief beperkte kost van 0,24 MEUR. De handel en diensten zorgen voor een veel beperktere waterbesparing van 0,03 Mm³/jaar tegen een kost van 0,2 MEUR.

Figuur 267 toont dat de watertekortindicator slechts beperkt daalt door dergelijk innameverbod: van 45 tot 39; ook de overblijvende schade blijft groot: 4,5 MEUR/dag t.o.v. 4,8 MEUR/dag zonder maatregelen. Het verbod geeft slechts een beperkte daling in enkele deelgebieden van het bekken (Tabel 86).



Figuur 267: Samenvatting van de impact van de maatregel (oppervlaktewaterinnameverbod industrie) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

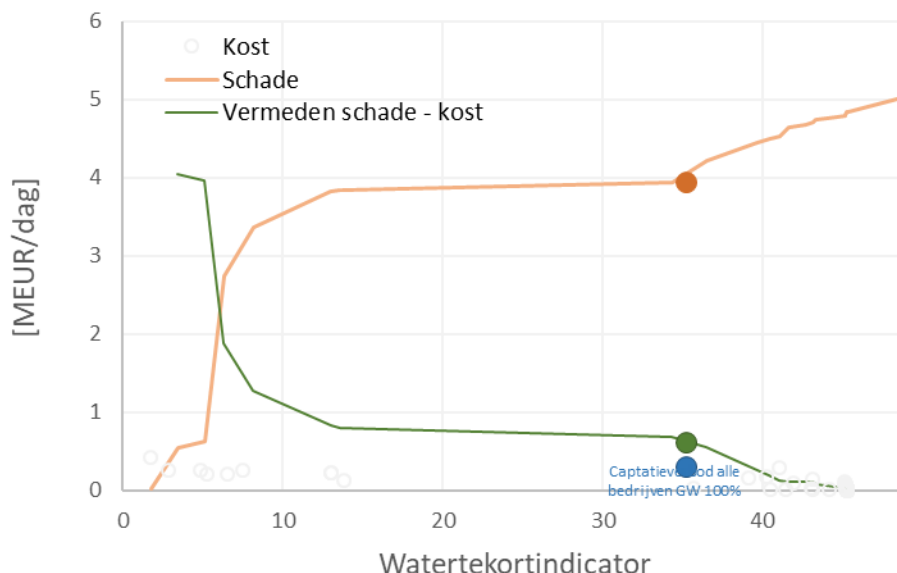
Waterbeschikbaarheid IJzerbekken			
Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]			
	Jaar	juni 2017	scenario
IJzer			
<i>instroom uit Frankrijk te Haringe</i>	100	4	4
<i>afwaarts VHA-zone 231</i>	144	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 232</i>	127	2	2
<i>afwaarts VHA-zone 12</i>	289	-7	-6
<i>naar Ganzepoot</i>	289	-7	-6
Westkustpolder (WKP)			
<i>afwaarts VHA-zone 15 Langgeleed, naar Ganzepoot</i>	13	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 10 Krommegracht</i>	7	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 11 Slijkvaart</i>	23	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 13 Beverdijkvaart</i>	5	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 14 Beverdijkvaart, naar Ganzepoot</i>	48	-1	-1
Zuidijzerpolder (ZIP)			
<i>afwaarts VHA-zone 200 Poperingevaart</i>	20	-2	-2
<i>afwaarts VHA-zone 201 Poperingevaart, naar IJzer</i>	30	-4	-4
<i>afwaarts VHA-zone 210 Kemmelbeek</i>	8	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 211 Kemmelbeek, naar IJzer</i>	22	-3	-3
<i>afwaarts VHA-zone 220 Ieperlee</i>	2	-3	-2
<i>afwaarts VHA-zone 221 Martjesvaart</i>	31	1	1
<i>afwaarts VHA-zone 180 Kanaal Ieper-IJzer & Ieperlee, naar IJzer</i>	46	-1	1
<i>afwaarts VHA-zone 233, naar IJzer</i>	45	-3	-3
Handzamevaart (PBB)			
<i>afwaarts VHA-zone 240</i>	28	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 242</i>	41	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 241, naar IJzer</i>	58	-2	-2
Middenkustpolder (MKP)			
<i>afwaarts VHA-zone 20 Grootgeleed</i>	2	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 21 Moerdijkvaart</i>	5	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 23 Moerdijkvaart</i>	3	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 22 Moerdijkvaart, naar KNP</i>	12	-2	-2
<i>afwaarts VHA-zone 16 Vladslovaart</i>	5	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 17 Vladslovaart, naar Ganzepoot</i>	6	-2	-2
<i>afwaarts VHA-zone 18 Ieperleed, naar Ganzepoot</i>	2	-1	-1
Kanalen			
<i>instroom uit Kanaal Gent-Oostende naar Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP)</i>	8	21	21
<i>Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP) naar Ganzepoot</i>	27	19	19
<i>instroom in Lokanaal uit IJzer</i>	24	-3	-3
<i>uitstroom Bergenvaart naar Frankrijk</i>	7	1	1
<i>uitstroom Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Frankrijk</i>	3	7	7
<i>Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Ganzepoot</i>	46	-7	-7
Uitstroom naar Noordzee			
<i>via Ganzepoot uitstroom naar Noordzee</i>	408	1	2

Tabel 86: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per deelgebied in het IJzerbekken. Scenario = resultaten na 100% irrigatieverbod voor 1-30 juni 2017; Kolom juni 2017 = resultaten zonder maatregelen; Kolom jaar = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.

Maatregelen industrie – Beperking of verbod freatische grondwaterinname door bedrijven

Bij een volledig innameverbod van freatisch grondwater door alle bedrijven samen is de waterbesparing 0,47 Mm³/jaar tegen een kost van 5,7 MEUR. In vergelijking met de oppervlaktewateronttrekking is de besparing dus kleiner, maar heeft ze een grotere kost. Hier neemt de voedingsnijverheid het grootste aandeel met een totale waterbesparing van 0,39 Mm³/jaar en een kost van 3,1 MEUR. De handel en diensten zorgen voor een beperkte waterbesparing van 0,09 Mm³/jaar tegen een kost van 2,4 MEUR.

Figuur 268 toont dat de watertekortindicator sterker daalt dan bij het oppervlaktewaterinnameverbod maar de daling blijft relatief beperkt: van 45 tot 35; ook de overblijvende schade blijft relatief groot: 3,9 MEUR/dag t.o.v. 4,8 MEUR/dag zonder maatregelen.



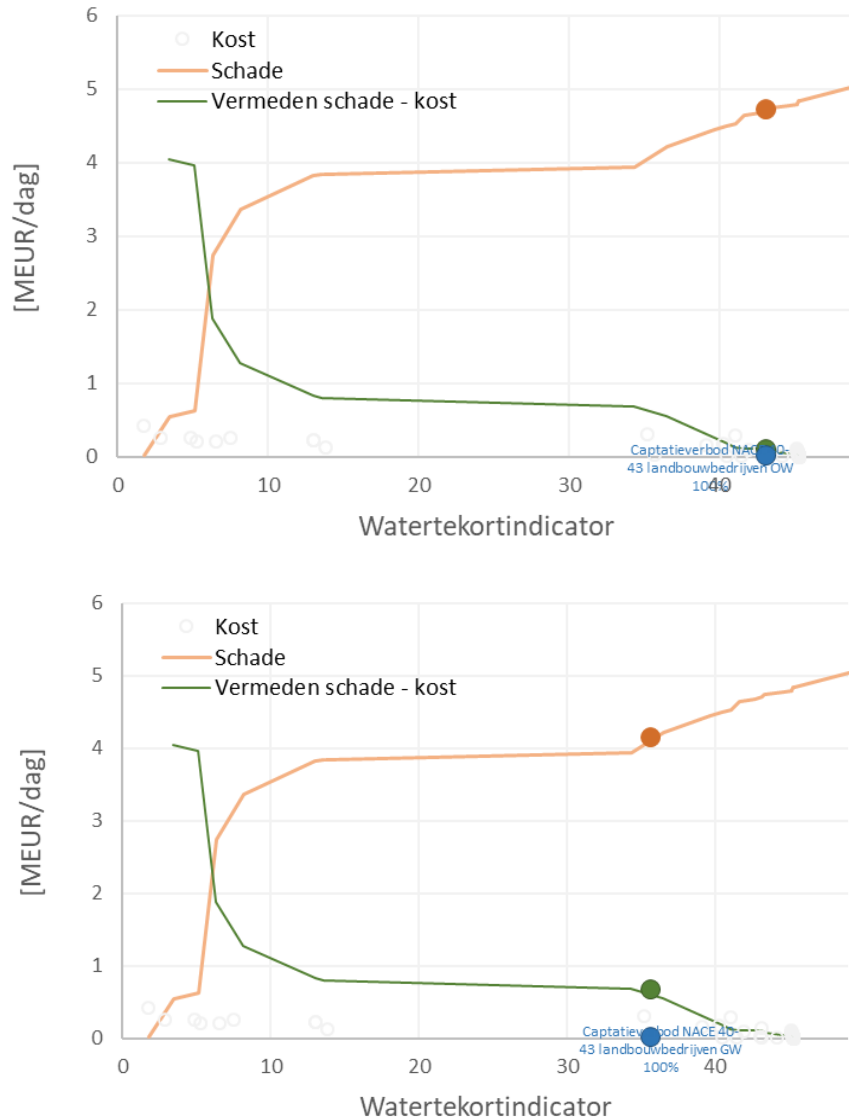
Figuur 268: Samenvatting van de impact van de maatregel (grondwaterinnameverbod industrie) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

Maatregelen landbouw – Beperking of verbod oppervlaktewater- en/of grondwaterinname door landbouwbedrijven, andere dan voor irrigatie

Naast het verbruik voor irrigatie zijn er heel wat landbouwbedrijven die vergund of gemeld oppervlaktewater en freatisch grondwater gebruiken voor andere toepassingen. Zoals voor de industriële bedrijven wordt hier ook gedeeltelijk (50%) en volledig (100%) innameverbod van oppervlaktewater en freatisch grondwater beschouwd. Een volledig innameverbod van oppervlaktewater door alle landbouwbedrijven samen gedurende de maand juni 2017 in het ganse IJzerbekken levert een totale waterbesparing van 0,8 Mm³/jaar op. Dit gaat gepaard met een berekend economisch verlies van 0,5 MEUR of verdeeld over de 31 dagen van het irrigatieverbod komt dat op een kost van 0,02 MEUR/dag. Bij

een volledig innameverbod van freatisch grondwater door alle landbouwbedrijven samen is de waterbesparing groter: 4,2 Mm³/jaar tegen een kost van 0,7 MEUR.

Figuur 269 toont dat de watertekortindicator ook hier, zoals bij de industrie, sterker daalt bij een grondwaterinnameverbod dan bij een oppervlaktewaterinnameverbod maar de daling blijft relatief beperkt: van 45 tot 43 bij een oppervlaktewaterinnameverbod en tot 36 bij een grondwaterinnameverbod. Ook de overblijvende schade blijft relatief groot: 4,7 bij een oppervlaktewaterinnameverbod en 4,1 MEUR/dag bij een grondwaterinnameverbod t.o.v. 4,8 MEUR/dag zonder maatregelen.



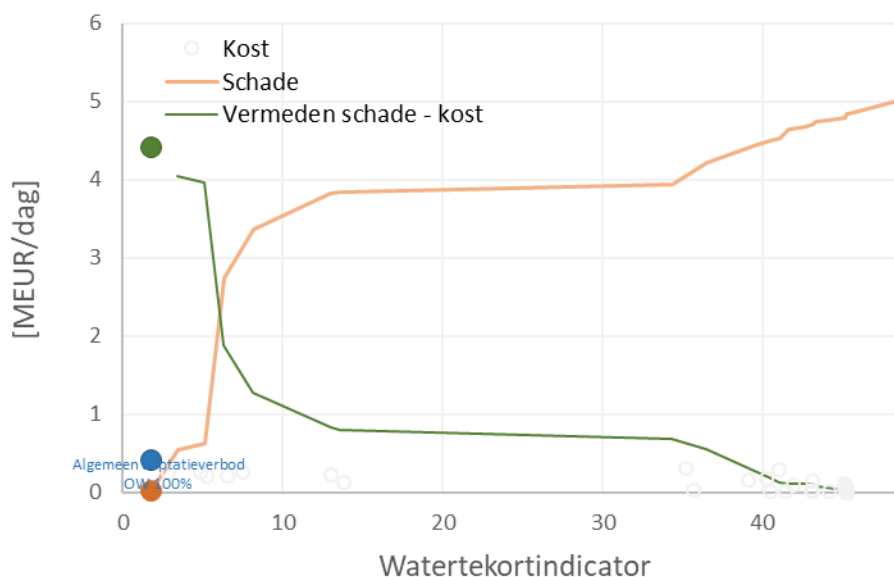
Figuur 269: Samenvatting van de impact van de maatregel (oppervlaktewater- en/of grondwaterinnameverbod landbouwbedrijven andere toepassingen dan irrigatie) op de

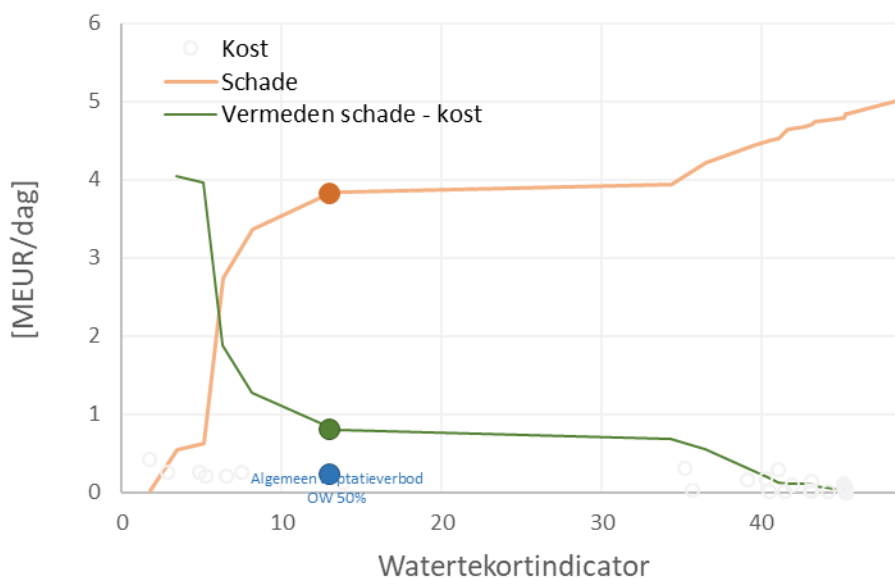
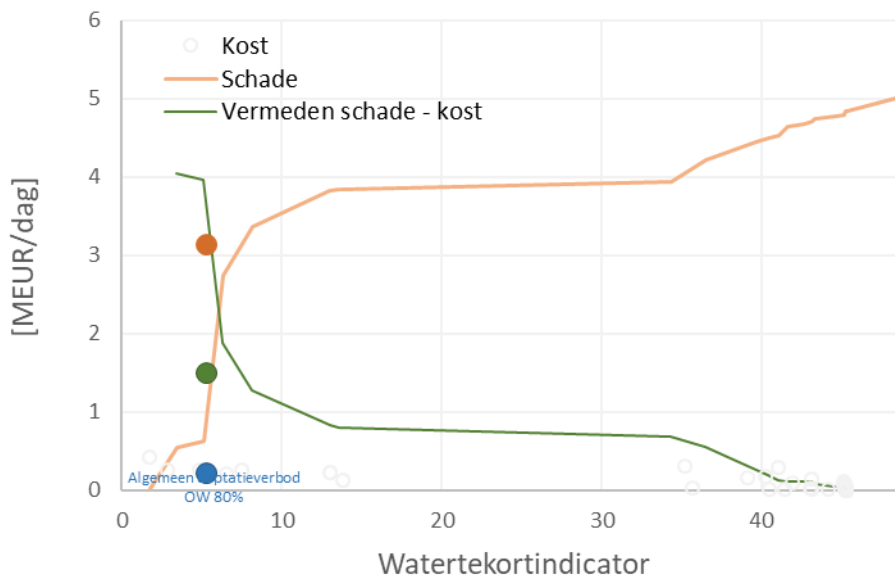
watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: oppervlaktewaterinnameverbod; ondergrafiek: grondwaterinnameverbod.

Maatregelen alle oppervlaktewateronttrekkers – Algemeen captatieverbod of -beperking

Wanneer een algemeen captatieverbod wordt uitgevaardigd voor oppervlaktewater, dus voor alle oppervlaktewateronttrekkers, dus incl. gebruik voor irrigatie, dan wordt het volledige watertekort zo goed als weggewerkt.

De watertekortindicator daalt dan van 45 tot 1,7 bij een volledig captatieverbod, tot 5 bij 80% captatiebeperking en tot 13 bij 50% captatiebeperking (Figuur 270). Dit gaat gepaard met een totale kost van 0,4 MEUR/dag bij een volledig captatieverbod en 0,2 MEUR/dag bij 50% captatiebeperking. De overblijvende schade daalt sterk van 4,8 tot 0,02 MEUR/dag bij een volledig captatieverbod, tot 3,1 MEUR/dag bij 80% captatiebeperking en tot 3,8 bij 50% captatiebeperking.

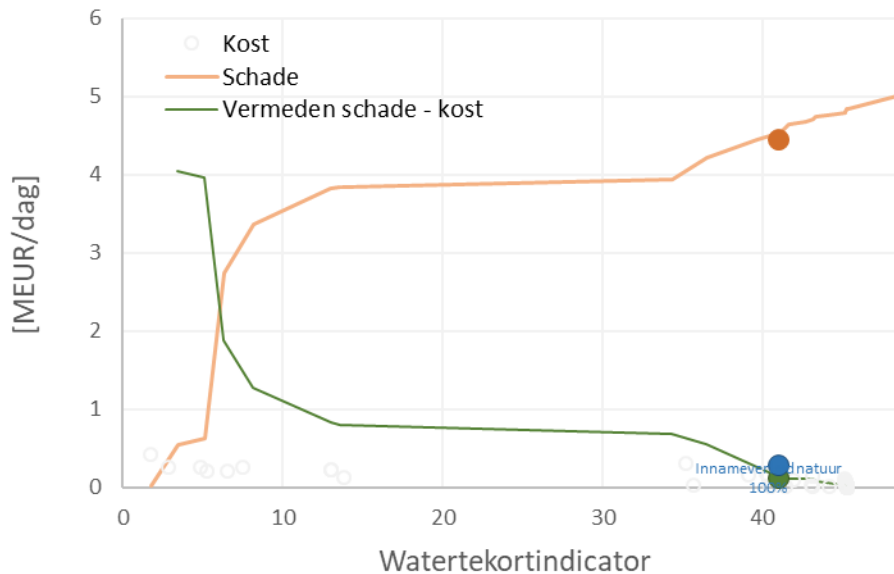




Figuur 270: Samenvatting van de impact van de maatregel (oppervlaktewaterinnameverbod of -beperking voor alle oppervlaktewateronttrekkers) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: volledig captatieverbod; middengrafiek: 80% captatiebeperking; ondergrafiek: 50% captatiebeperking.

Maatregelen natuur – Beperking of verbod waterinname

Innamebeperkingen van 50%, 80% en 100% werden beschouwd voor bevoeiing van natuurgebieden en plassen zoals de Blankaartvijver. In het IJzerbekken is voor een totaal van 5136 ha Natura 2000 gebieden gesitueerd. Vermits het in deze gebieden gaat om kwetsbare natuur, wordt hier geen innamebeperking of -verbod beschouwd, dit conform principe 5. Mocht dat wel gebeuren, dan worden de resultaten van Figuur 271 bekomen, met een daling van de watertekortindicator van 45 tot 41 en een overblijvende schade van 4,4 MEUR/dag.



Figuur 271: Samenvatting van de impact van een innameverbod in natuurgebieden op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

Wat wel ingerekend werd, is de schade aan deze natuur in geval van watertekorten. Bij geen maatregelen werd deze schade geraamd – conform de methode zoals hiervoor besproken bij Albertkanaal en Kempische kanalen – op een totale schade van 0,3 MEUR/dag voor het IJzerbekken door verlies aan ecosysteemdiensten.

Verder zijn er de ecologisch minimale debieten langs de ecologisch kwetsbare en zeer kwetsbare waterlopen (zie kaart in Figuur 38). Deze worden volgens principe 5 beschouwd om het watertekort te bepalen. Wanneer de waterbeschikbaarheid per waterloopsegment lager wordt dan dit ecologisch minimale debiet, dan wordt de waterbeschikbaarheid negatief, wat dus anticiperend op dreigende waterschaarste maximaal via de andere maatregelen vermeden moet worden. In het IJzerbekken is het aantal kwetsbare waterlopen beperkt, maar er zijn er wel een aantal aanwezig, vooral in de Zuidijzerpolder. In het Demerbekken (zie verder) speelt deze problematiek veel sterker. Wij verwijzen daarom naar dat bekken voor verdere toelichting hierbij. Voor de schadebepaling aan de natuur, wordt

naast de schade aan de terrestrische natuurgebieden (zoals hoger toegelicht) ook de schade door het eventueel niet halen van de ecologisch minimale debieten, hetzij om de uitgangssituatie te bepalen (d.i. de schade wanneer er geen of onvoldoende maatregelen worden genomen) en dus om de schade te bepalen die door maatregelen vermeden kan worden, hetzij omdat alle andere maatregelen uitgeput zijn.

De ecologische schadebepaling door het niet halen van de ecologisch minimale debieten gebeurt zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren: via de kost van het terugzetten van het visbestand. Deze kost werd geraamd op 10 kEUR per kilometer getroffen waterloop.

Maatregelen leidingwaterproductie en -verbruik

Zoals hiervoor al aangehaald wordt er tijdens deze droogteperiode geen oppervlaktewater gecapteerd door De Watergroep. Maatregelen m.b.t. de ruwwaterinname voor leidingwaterproductie door De Watergroep vanuit het hier beschouwde watersysteem zijn dus niet aan de orde.

Dat wil uiteraard niet zeggen dat er geen maatregelen m.b.t. leidingwatergebruik beschouwd moeten worden. Wanneer er dreigend watertekort ontstaat voor leidingwaterproductie door leegstand van de spaarbekkens in combinatie met onvoldoende productie vanuit andere waterbronnen, en dit onvoldoende gecompenseerd kan worden door de connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden en via aankoop uit de buurregio's, dienen er maatregelen genomen te worden om het leidingwatergebruik te beperken. Bij een effectief leidingwatertekort dient het gebruik geprioriteerd te worden. Dit laatste wordt afzonderlijk bekeken op Vlaamse niveau. Zoals hoger al verduidelijkt is er hier geen rechtstreekse interactie met het hier beschouwde watersysteem van het IJzerbekken, toch zeker niet voor de leidingwaterproductie. Voor het leidingwatergebruik is er een beperkte interactie, in die zin dat bepaalde leidingwatergebruikers bij een leidingwatertekort zouden kunnen overschakelen op alternatief watergebruik. De mogelijkheden daartoe zijn omwille van zowel de oppervlaktewater- en freatische grondwatertekorten als omwille van de slechte waterkwaliteit uiterst beperkt.

Naast de leidingwaterproductie door De Watergroep is er in het IJzerbekken de leidingwaterproductie door IWVA. Zij maken gebruik van RWZI-effluentwater (3 Mm³/jaar) dat in de duinen wordt geïnfiltreerd en terug als grondwater gewonnen. In de waterwinning St-André (Koksijde) is er ook infiltratie via hergebruik van rioolwatereffluent (WPC Torreële). Bij voldoende reservecapaciteit voor de leidingwaterproductie en een oppervlaktewatertekort in de regio, zou men het ter beschikking stellen van dat effluentwater voor andere watergebruikers als maatregel kunnen beschouwen. In juni 2017 was deze reservecapaciteit niet voorhanden, mede door het hoge watergebruik in de kustregio tijdens de warme en droge zomerperiode. Principe 6 volgend, werd deze mogelijke maatregel hier niet overwogen.

Maatregelen scheepvaart

In het IJzerbekken zijn er een reeks kleinere sluizen die vooral voor pleziervaart gebruikt worden. In tegenstelling met het Albertkanaal en de Kempische kanalen zijn de cijfers van de scheepvaartbewegingen minder volledig, en de schuttingsvolumes dus onzekerder, maar de waterbalans toont aan dat de

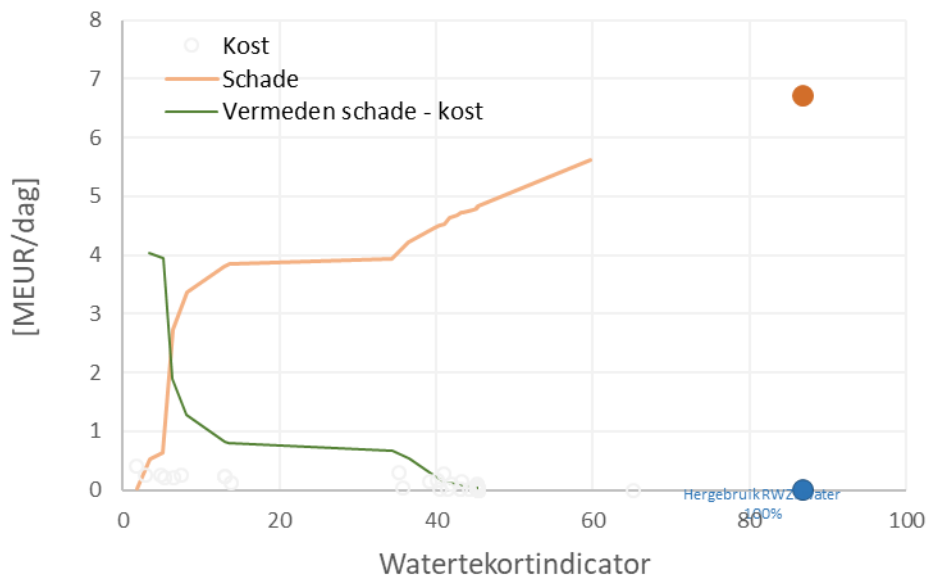
schuttingsvolumes in ieder geval beperkt zijn en kleiner dan het volume dat ter hoogte van de sluizen dient doorgelaten te worden om aan de afwaartse watervraag te voldoen. Maatregelen zoals gegroepeerd schutten of teruggpompen van schuttingswater aan de sluizen werden hier daarom niet beschouwd. Diepgangbeperkingen en vaarverbod zijn wel toegepast langs de kanaalpanden met een watertekort zodra het streefpeil niet meer gehaald kan worden (diepgangbeperking) of het minimumpeil bereikt wordt (vaarverbod).

Verbod op hergebruik RWZI-effluentwater

In voorgaande maatregelen werd telkens bij de waterbalans verondersteld dat al het RWZI-effluentwater dat niet permanent hergebruikt wordt maar normaal geloosd wordt in de waterlopen of kanalen, ook tijdens de droge periode volledig geloosd wordt. Tijdens droge periodes stelt Aquafin zulk effluentwater echter standaard ter beschikking voor tijdelijk hergebruik, bv. in de landbouw. Daarom wordt een verbod op zulke ter beschikking stelling hier als maatregel beschouwd. Belangrijke opmerking is dat het hier niet gaat om het RWZI-effluentwater dat permanent ter beschikking wordt gesteld, zoals aan IWVA.

Omdat in de waterbalans bij de vorige maatregelen verondersteld werd dat al het RWZI-effluentwater dat niet-permanent hergebruikt wordt, geloosd werd in de waterlopen en kanalen, ook tijdens de droge periode, wordt het effect van de maatregel hier ingeschat door de maatregel om te keren en het effect na te gaan van 100% en 50% hergebruik van het RWZI-effluentwater. Uiteraard zijn dit percentages die in de praktijk niet snel gehaald zullen worden. Momenteel wordt er immers tijdens droogteperiodes slechts een zeer kleine fractie tijdelijk afgehaald. Ook is de kwaliteit van het effluentwater niet altijd voldoende hoog voor landbouwtoepassingen.

Figuur 272 toont dat 100% hergebruik van al het RWZI-effluentwater dat normaal in het IJzerbekken geloosd wordt in waterlopen of kanalen, voor een aanzienlijke toename zorgt van de watertekortindicator, zelfs bijna een verdubbeling: van 45 tot 87 bij 100% hergebruik en tot 65 bij 50% hergebruik. Voor vele deelgebieden stijgt het watertekort in het oppervlaktewatersysteem aanzienlijk; zie Tabel 87. De kost van de maatregel werd voorlopig op 0 gezet, maar dit kan nog verder bekeken worden met de sector; zo is er bijvoorbeeld de transportkost (afhalen van het effluentwater aan de aftappunten van de RWZI's). De impactresultaten geven aan dat de schade sterk stijgt van 4,8 tot 6,7 MEUR/dag bij 100% hergebruik en tot 5,9 MEUR/dag bij 50% hergebruik.



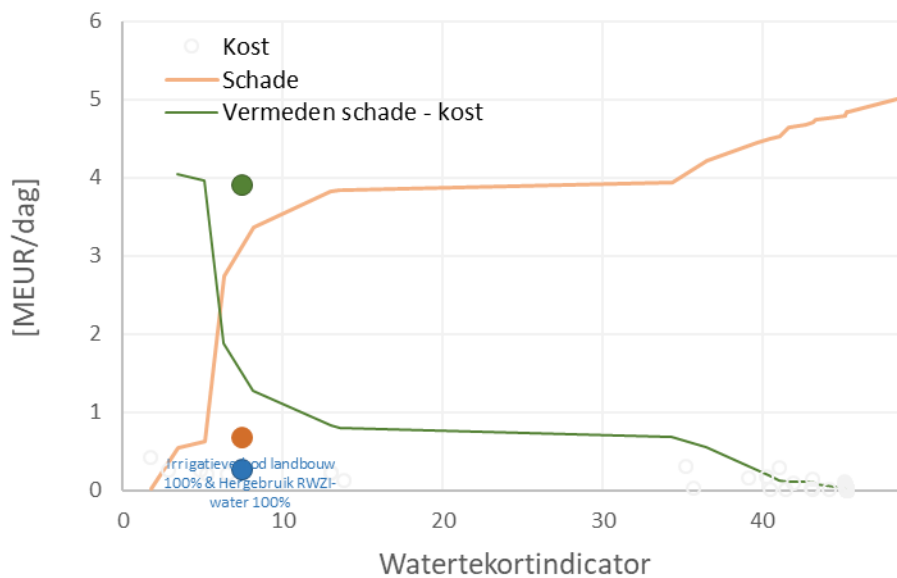
Figuur 272: Samenvatting van de impact van een 100% hergebruik van het RWZI-effluentwater dat normaal geloosd wordt in waterlopen of kanalen, op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

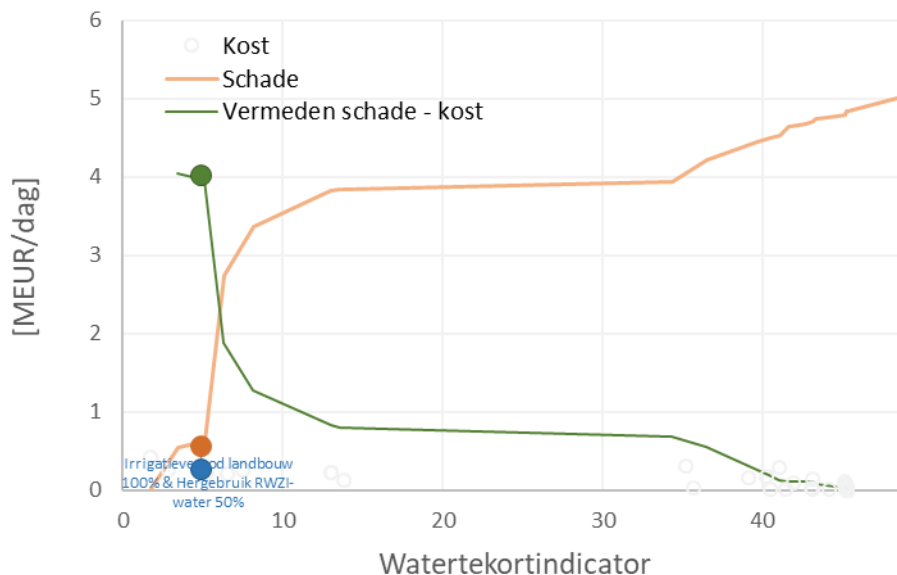
Waterbeschikbaarheid IJzerbekken			
Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]			
	Jaar	juni 2017	scenario
IJzer			
<i>instroom uit Frankrijk te Haringe</i>	100	4	4
<i>afwaarts VHA-zone 231</i>	144	0	-2
<i>afwaarts VHA-zone 232</i>	127	2	1
<i>afwaarts VHA-zone 12</i>	289	-7	-15
<i>naar Ganzepoot</i>	289	-7	-15
Westkustpolder (WKP)			
<i>afwaarts VHA-zone 15 Langgeleed, naar Ganzepoot</i>	13	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 10 Krommegracht</i>	7	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 11 Slijkvaart</i>	23	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 13 Beverdijkvaart</i>	5	0	0
<i>afwaarts VHA-zone 14 Beverdijkvaart, naar Ganzepoot</i>	48	-1	-1
Zuidijzerpolder (ZIP)			
<i>afwaarts VHA-zone 200 Poperingevaart</i>	20	-2	-3
<i>afwaarts VHA-zone 201 Poperingevaart, naar IJzer</i>	30	-4	-4
<i>afwaarts VHA-zone 210 Kemmelbeek</i>	8	-1	-2
<i>afwaarts VHA-zone 211 Kemmelbeek, naar IJzer</i>	22	-3	-4
<i>afwaarts VHA-zone 220 Ieperlee</i>	2	-3	-3
<i>afwaarts VHA-zone 221 Martjesvaart</i>	31	1	0
<i>afwaarts VHA-zone 180 Kanaal Ieper-IJzer & Ieperlee, naar IJzer</i>	46	-1	-2
<i>afwaarts VHA-zone 233, naar IJzer</i>	45	-3	-5
Handzamevaart (PBB)			
<i>afwaarts VHA-zone 240</i>	28	0	-2
<i>afwaarts VHA-zone 242</i>	41	-1	-3
<i>afwaarts VHA-zone 241, naar IJzer</i>	58	-2	-4
Middenkustpolder (MKP)			
<i>afwaarts VHA-zone 20 Grootgeleed</i>	2	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 21 Moerdijkvaart</i>	5	0	-1
<i>afwaarts VHA-zone 23 Moerdijkvaart</i>	3	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 22 Moerdijkvaart, naar KNP</i>	12	-2	-4
<i>afwaarts VHA-zone 16 Vladslovaart</i>	5	-1	-1
<i>afwaarts VHA-zone 17 Vladslovaart, naar Ganzepoot</i>	6	-2	-2
<i>afwaarts VHA-zone 18 Ieperleed, naar Ganzepoot</i>	2	-1	-1
Kanalen			
<i>instroom uit Kanaal Gent-Oostende naar Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP)</i>	8	21	22
<i>Kanaal Nieuwpoort-Plassendale (KNP) naar Ganzepoot</i>	27	19	19
<i>instroom in Lokanaal uit IJzer</i>	24	-3	-3
<i>uitstroom Bergenvaart naar Frankrijk</i>	7	1	0
<i>uitstroom Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Frankrijk</i>	3	7	7
<i>Kanaal Nieuwpoort-Duinkerke (KNP) naar Ganzepoot</i>	46	-7	-11
Uitstroom naar Noordzee			
<i>via Ganzepoot uitstroom naar Noordzee</i>	408	1	-10

Tabel 87: Waterbeschikbaarheid in Mm³/jaar per deelgebied in het IJzerbekken. Scenario = resultaten na 100% hergebruik van RWZI-effluentwater voor 1-30 juni 2017; Kolom juni 2017 = resultaten

zonder maatregelen; Kolom jaar = jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019.

Omdat hergebruik van RWZI-effluentwater vooral nuttig is tijdens droogteperiodes en zeker wanneer er een irrigatieverbod geldt, voor hergebruik als irrigatiewater, werd ook de combinatie van een irrigatieverbod en 100% en 50% hergebruik van RWZI-effluentwater doorgerekend: Figuur 273. De effectiviteit van het irrigatieverbod op de vermindering van het watertekort vermindert erdoor, maar de vermeden schade blijft vergelijkbaar. Hergebruik van RWZI-effluentwater in combinatie met een irrigatieverbod maakt het verbod op het hergebruik van RWZI-effluentwater dus minder nodig. Dit is een voorbeeld dat duidelijk aangeeft dat het watersysteem niet lineair reageert op maatregelen: eenzelfde maatregel kan een sterk verschillende relatieve impact geven afhankelijk van de uitgangssituatie.





Figuur 273: Samenvatting van de impact van een combinatie van irrigatieverbod met 100% en 50% hergebruik van RWZI-effluentwater op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: 100% hergebruik; ondergrafiek: 50% hergebruik.

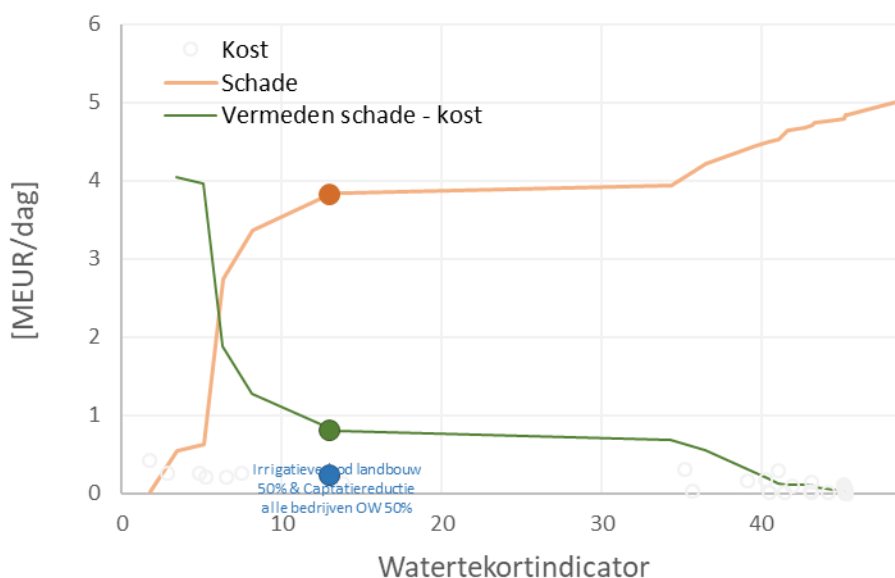
Resultaten afweging

Voor de hier beschouwde droogteperiode wordt de waterschaarste opgelost via de maatregelen met de hoogste prioriteit. Dit zijn dus de maatregelen anticiperend op dreigende waterschaarste en zijn dus 100% effectief. Indien de droogteperiode extremer zou zijn of de droogteperiode langer zou aanhouden, dan komen de maatregelen met volgende prioriteit in beeld. Bij deze maatregelen zijn de verschillen in impact en kost kleiner en zijn er ook meerdere combinaties van maatregelen mogelijk met een in grootteorde vergelijkbare impact en kost. Omwille van de onzekerheid betrokken bij zowel de waterbalansanalyse als de socio-economische impactindicatoren, is het weinig zinvol om in dat geval de prioritering te baseren op de precieze impact- en kostcijfers. Bovendien zijn er een aantal niet economisch kwantificeerbare typen impact die ook in rekening gebracht kunnen worden door de beslissingsnemer (dus deels politieke keuze). De impactresultaten geven wel indicatieve informatie m.b.t. de grootteorde van de effectiviteit van de maatregel op de watertekorten, de schade door overblijvende watertekorten, en de kost van de maatregel en dit voor de verschillende betrokken sectoren.

Omdat de verschillen van de kosten en baten van de verschillende soorten van mogelijke captatiebeperkingen (industrie, deelsectoren, landbouwbedrijven; vanuit oppervlaktewater, vanuit freatisch grondwater) niet erg groot zijn, wordt om redenen van duidelijkheid voorgesteld om het captatieverbod meteen voor alle onttrekkers van oppervlaktewater en freatisch grondwater samen uit te vaardigen. Eventueel kan wel overwogen worden om X% algemeen captatieverbod uit te vaardigen, bv.

voor bepaalde deelsectoren en bedrijven, opnieuw bepaald via de kosten-baten afweging, en indien nodig later te verstrengen naar 100%. Vraag hierbij is natuurlijk wel of een X% captatieverbod controleerbaar is; dus of een 100% verbod niet meteen aan de orde is. Voor het irrigatieverbod kan wel overwogen worden om eerst een captatieverbod op te leggen voor bepaalde teeltgroepen, i.f.v. de waterbehoefte en het productieverlies door het irrigatieverbod zoals per teeltgroep ingeschat in Tabel 82 en Tabel 84. Zo zou eerst een irrigatieverbod overwogen kunnen worden voor gras, maïs en bieten, daarna voor aardappelen en andere reguliere teelten maar niet voor de kapitaalintensieve teelten, en pas indien echt noodzakelijk voor 100% inclusief de kapitaalintensieve groenteteelt. De impactresultaten zoals hiervoor getoond voor 50% en 80% zijn hiervoor indicatief. Een andere progressieve aanpak is zoals men in Frankrijk toepast: eerst 2 dagen per week verbod op onttrekking, vermindering van het toegelaten onttrekkingsvolume per week met 15% tot 30%, daarna 3,5 dagen per week verbod op onttrekking, vermindering van het toegelaten onttrekkingsvolume per week met 50%, en pas indien echt noodzakelijk een volledig onttrekkingsverbod. Er wordt voorgesteld om deze opties in het korte-termijn vervolgtraject samen met de sector te bekijken.

Hieronder is in Figuur 274 ter illustratie van de verdere mogelijkheden ter onderbouwing van de besluitvorming de impactresultaten getoond voor een combinatie van 50% irrigatieverbod en 50% beperking van de onttrekking van oppervlaktewater door bedrijven. Opnieuw geldt de opmerking hier dat deze resultaten specifiek voor de beschouwde droogteperiode gelden en dus kunnen wijzigen voor andere periodes. Het ontwikkelde afwegingskader is voldoende dynamisch om die invloed in rekening te brengen.



Figuur 274: Samenvatting van de impact van de combinatie van 50% irrigatieverbod en 50% beperking van de onttrekking van oppervlaktewater door bedrijven op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

De impactresultaten van de verschillende beschouwde maatregelen en combinaties van maatregelen verder geïnterpreteerd en gecombineerd met de toepassing van de principes en verder opgedeeld in maatregelen anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1) en maatregelen na effectieve waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 2) leidt tot volgende prioritering van de hiervoor beschouwde maatregelen (hoogste prioriteit eerst):

- Maatregelen landbouw – Innameverbod waterlopen en freatisch grondwater voor irrigatie van vollegrondsteelten, ev. stapsgewijs via % of teeltgroepen: eerst gras, suikerbieten en maïs, daarna aardappelen en andere reguliere teelten maar niet de kapitaalintensieve groenten, daarna (indien echt noodzakelijk) de intensieve groenteteelt; dit laatste wordt in het korte-termijn vervoltraject samen met de sector verder bekeken
- Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Beperking of verbod andere oppervlaktewateronttrekkingen, dus algemeen captatieverbod, behalve voor drenken van vee en wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen; dit laatste wordt in het korte-termijn vervoltraject samen met de sector verder bekeken
- (innameverbod De Watergroep is niet aan de orde aangezien zij tijdens droogteperiodes geen water kunnen intrekken in dit gebied)

Daarnaast wordt geadviseerd om volgende maatregelen van kracht te laten gaan (dus in te schuiven in de bekomen volgorde van maatregelen) zodra droogteniveau 1 of de volgende drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren (en uiteraard enkel indien de betrokken maatregel nog niet via de hogere prioritering van toepassing is):

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen alle waterverbruikers – Verbod op niet-essentieel waterverbruik:
 - o verbod op afspuiten van voertuigen, aanhangwagens en opleggers;
 - o verbod op vullen of bijvullen van zwem- en plonsbaden (met meer dan 100 liter), van vijvers en het bevoorraden van fonteinen;
 - o verbod op reinigen van verhardingen zoals straten, straatgreppels, voetpaden, terrassen, opritten, parkings en pleinen;
 - o verbod op besproeien van terreinen (sportterrein en festivalweide), van velden, grasvelden, parken en tuinen;
 - o verbod op besproeien en reinigen van daken, gevels, tenten, luifels.
- Bij bereiken van droogteniveau 1 voor de ruwwaterbeschikbaarheidsindicatoren voor leidingwater in een bepaald gebied:
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Optimaal benutten van connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Aankoop ruwwater of drinkwater van andere regio's

- o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Uitzonderlijk en tijdelijk bijkomend oppompen van grondwater, bv. uit de Carboonkalkwaterlaag. Het gaat hier om het tijdelijk aanspreken van een strategische reserve in de waterlaag. Het spreekt voor zich dat deze strategische grondwatervoorraad zeer duurzaam beheerd moet worden (als onderdeel van proactief beheer) en dit in nauwe afstemming tussen de overheden in Vlaanderen, Wallonië en Frankrijk (cf. overleg i.k.v. Transhennuyère-overeenkomst en binnen de Internationale Scheldec commissie).

Bij effectieve waterschaarste, zodra de drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren:

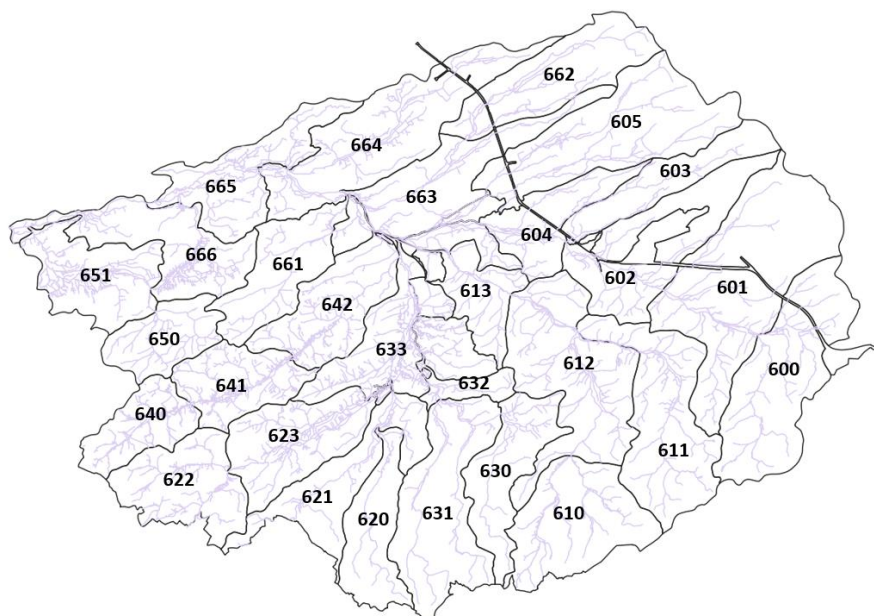
- Streefpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Diepgangbeperkingen
- Minimumpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod
- Melding blauwalgenbloei – Geen captatie voor besproeiing van voedings- en voedergewassen en veedrenking; captatie afgeraden voor andere toepassingen
- Melding blauwalgenbloei – Geen waterrecreatie voor waterski, jetski, zwemmen, duiken, waterpolo, triatlon, windsurfen, waadpak- en bellyboatvissen; afgeraden voor kajakken, kanovaren, roeien, zeilen, hengelen, waterfietsen, ...
- Waterkwaliteit of melding botulisme voor recreatiewateren en zwemvijvers – Geen recreatie voor recreatiewateren en zwemvijvers
- Zoutconcentratie langs de IJzer, Kanaal Plassendale – Nieuwpoort en/of Nieuwpoort – Duinkerke wanneer omgekeerd spuibeheer toegepast zou worden in Nieuwpoort: Stopzetten omgekeerd spuibeheer
- Minimale ecologische debieten: Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Totaal innameverbod langs het waterloopsegmenten met onderschrijding van het ecologisch minimale debiet en/of waterpeil
- Minimale ecologische freatische grondwaterstanden in buurt van de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen (GWATES-gebieden) – Totaal innameverbod freatisch grondwater in de GWATES-gebieden.

Bepaalde van deze maatregelen zouden best meteen ook op Vlaams niveau bekeken worden om eventueel een algemeen Vlaams verbod uit te vaardigen, bijvoorbeeld voor niet-essentieel waterverbruik wanneer droogtetoestand 1 zich gelijktijdig zou voordoen in meerdere Vlaamse deelgebieden.

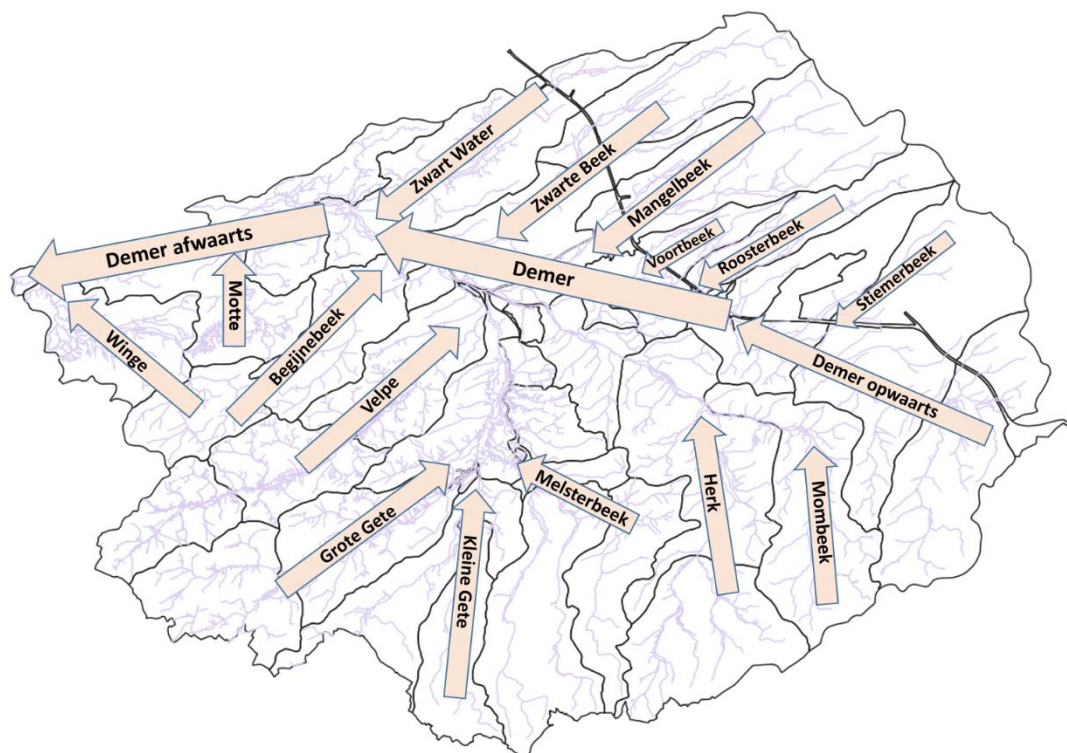
9.3. Demerbekken

Situering gebied

Voor het Demerbekken werd het systeem van onbevaarbare waterlopen beschouwd, zoals weergegeven in Figuur 275 samen met de VHA-zones. Het Albertkanaal dat het gebied doorkruist werd hier niet beschouwd aangezien het onderdeel vormt van het ruimere gebied van Albertkanaal en Kempische kanalen. De hoofdstructuur van het beschouwde onbevaarbare waterlopenstelsel is via de hoofdwaterlopen aangeduid in Figuur 276.



Figuur 275: Overzicht van de onbevaarbare waterlopen en VHA-zones in het Demerbekken (VHA-zonenummers zijn weergegeven).



Figuur 276: Schermatisch overzicht van de hoofdwaterlopen in het onbevaarbare waterlopenstelsel van het Demerbekken.

Waterbalans

Tabel 88 vat de totale waterbalans voor het Demerbekken samen o.b.v. de periode 2005-2019 en dit voor de verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag voor het onbevaarbare oppervlaktewatersysteem. Het totale watergebruik en waterverbruik door de verschillende sectoren en verdeeld over de verschillende typen waterbronnen staat ook aangeduid. Veruit het meeste wateraanbod is afkomstig van neerslag en afstroming in het bekken zelf: 339 Mm³/jaar. Dit wordt aangevuld met 80 Mm³/jaar opwaartse instroom langs waterlopen vanuit Wallonië. Verder zijn er lozingen in het onbevaarbare oppervlaktewatersysteem voor een totaal van 96 Mm³/jaar, waarvan 87 Mm³/jaar afkomstig is van RWZI-effluentlozingen en 8 Mm³/jaar van bedrijfslozingen, vooral afvalwaterlozingen.

De totale watervraag in het gebied – gespannen grondwater niet meegerekend – bedraagt 202 Mm³/jaar voor het watergebruik, dus inclusief de lozingen en 194 Mm³/jaar voor het waterverbruik. Aan het grootste deel van deze watervraag wordt tegemoetgekomen via het oppervlaktewater (142 Mm³/jaar), de rest via het leidingwater (43 Mm³/jaar), het freatisch grondwater (6 Mm³/jaar), hemelwater (6 Mm³/jaar) en ander water (4,3 Mm³/jaar).

De totale oppervlaktewatervraag in het gebied bedraagt 142 Mm³/jaar, waarvan 10 Mm³/jaar door de industrie. Veruit de grootste oppervlaktewatervraag gaat naar de ecologisch minimale debieten en voor

natuurgebieden zoals de 1001 vijvers in het gebied van de Wijers maar ook de andere Natura 2000 gebieden, samen goed voor 131 Mm³/jaar.

Drinkwaterproductie door De Watergroep is haast uitsluitend afkomstig van gespannen grondwater. Vermits het gespannen grondwater niet beschouwd wordt voor de reactieve maatregelen, zijn in dit gebied maatregelen m.b.t. leidingwaterverbruik minder aan de orde (niet rechtstreeks, tenzij de connectiviteit met andere gebieden in Vlaanderen in rekening gebracht wordt).

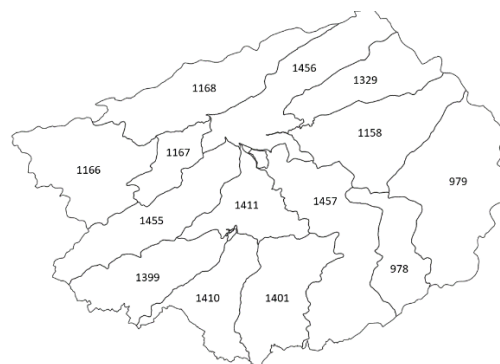
Gemiddeld loopt er op jaarbasis netto 372 Mm³/jaar water dat door geen van de watergebruikers, ook niet voor de ecologisch minimale debieten, gebruikt wordt via de Demer te Werchter uit het Demerbekken (instroom in de Dijle).

Waterbalans Demerbekken jaargem 2005-2019								Mm ³ /jaar	
Aanbod	Instream oppervlaktewater							80	
	Neerslagafstroming: totaal							339	
	Lozingen							96	
	Effluentwater: bedrijfslozingen							8	
	Effluentwater: RWZI-lozingen							87	
	Totaal wateraanbod							514	
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW	
	Totaal watergebruik	142	6	43	6,0	4,3	202	194	
	Industrie	10,3	1,0	1,8	0,6	4,3	18	10	
	Land- en tuinbouw	0,0	3,5	0,6	0,05	0,03	6	6	
	Natuur: ecologisch minimale debieten	131	-	-	-	-	131	131	
	Handel en diensten	0,0	0,5	2,7	0,1	0,01	4	4	
	Huishoudens	0	1	38	5	0	44	44	
	Uitstroom = Demer afwaarts Werchter	372							
		Totaal watergebruik + uitstroom	514						
	Balans	Rest							0

Tabel 88: Totale waterbalans voor het Demerbekken o.b.v. de periode 2005-2019, voor verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag, in Mm³/jaar.

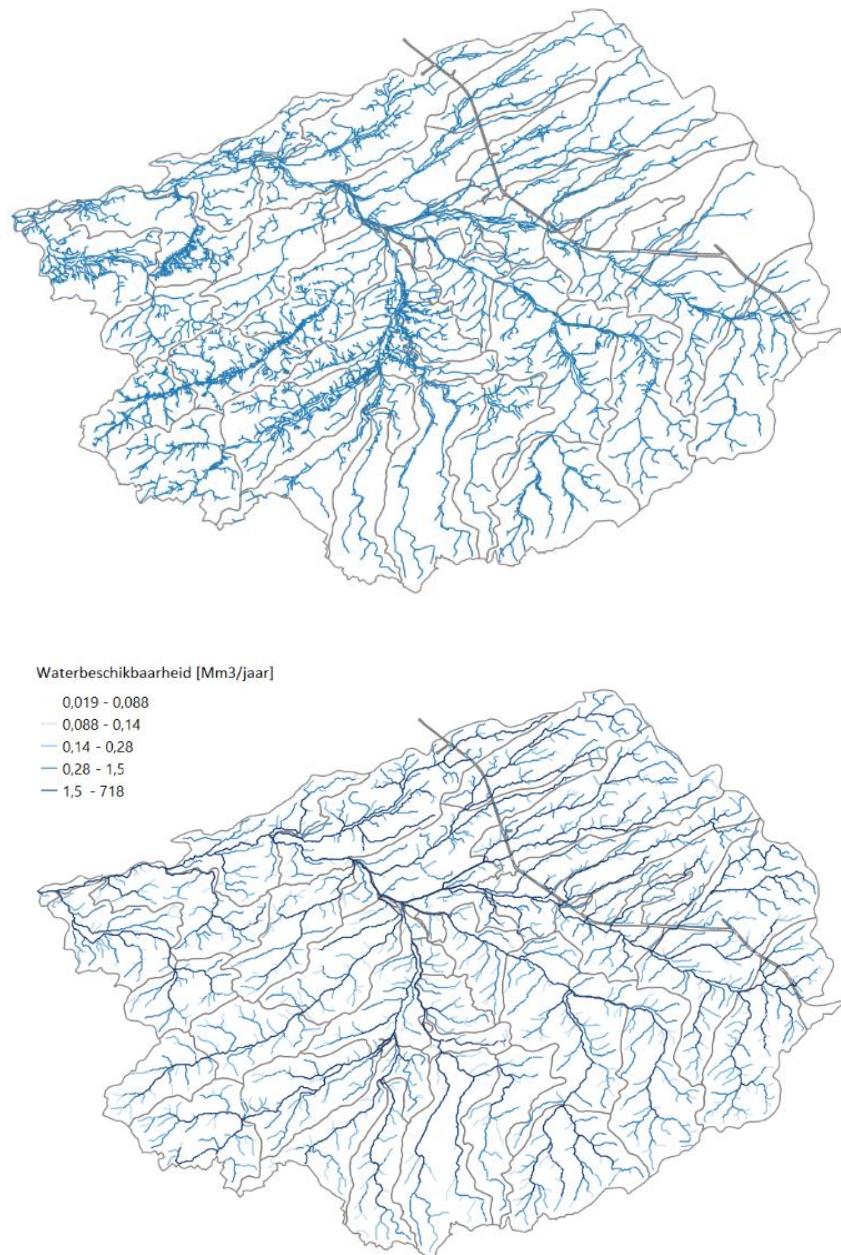
De gekende (vergunde en/of gemelde) oppervlaktewateronttrekkingen langs de onbevaarbare waterlopen zijn relatief beperkt; enkel in beperkte mate door kleinere bedrijven, voor landbouwdoeleinden, recreatie en vooral voor natuur. In Figuur 277 staan de locaties van alle vergunde of gemelde oppervlaktewater- en grondwateronttrekkingen door bedrijven; in Figuur 278 de RWZI-lozingslocaties.

Irrigatiebehoefte landbouw Demerbekken		
irrigatiebehoefte [Mm ³ /jaar]		
Jaargem 2005-2019 juli 2018		
Totale irrigatiebehoefte ganse Demerbekken		
Totaal	2	30
Aardappelen	0,5	7,8
Bloemkool	0,0	0,1
Boon	0,0	0,0
Erwt	0,1	2,2
Fruit en noten	1,1	14,1
Grasland	0,0	0,2
Maïs	0,1	1,3
Suikerbieten	0,0	0,1
Wortel	0,3	4,6
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken		
deelbekken 978	0,1	2,1
deelbekken 979	0,1	1,5
deelbekken 1158	0,0	0,5
deelbekken 1166	0,1	1,3
deelbekken 1167	0,1	1,1
deelbekken 1168	0,1	0,9
deelbekken 1329	0,0	0,2
deelbekken 1399	0,2	2,3
deelbekken 1401	0,6	5,7
deelbekken 1410	0,3	3,3
deelbekken 1411	0,2	2,3
deelbekken 1455	0,3	2,7
deelbekken 1456	0,1	0,7
deelbekken 1457	0,5	5,6



Tabel 89: Irrigatiebehoefte voor de landbouw, totaal en per teelt voor het ganse Demerbekken en per deelbekken o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode juli 2018, in Mm³/jaar (voor de droge periode werden de waarden herschaald naar dezelfde eenheid om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken). De cijfers zijn na aftrekking van 36% om rekening te houden met het water dat infiltreert in de bodem en niet opgenomen wordt of verdampst via de landbouwgewassen. De kaart (rechts) geeft de deelbekkens weer.

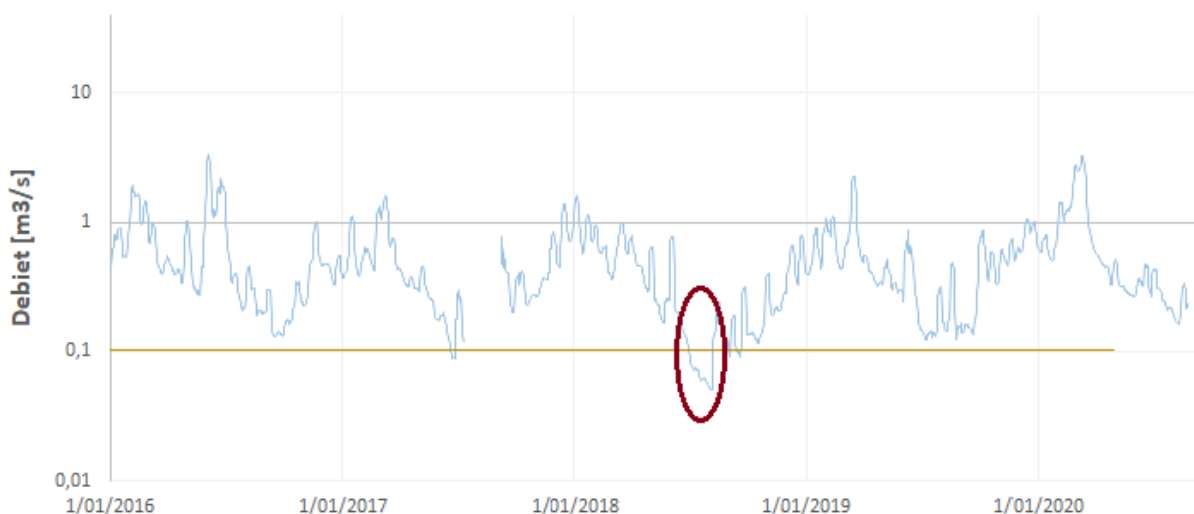
Zoals voor het IJzerbekken werd de waterbeschikbaarheid gekwantificeerd per VHA-zone en per waterloopsegment, volgens een waterlopenmodel waarvan de ruimtelijke netwerkstructuur is weergegeven in Figuur 263 samen met de jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de simulatieperiode 2005-2019. In Figuur 263 is ter vergelijking naast de ruimtelijke netwerkstructuur van het vereenvoudigd waterlopenmodel ook de werkelijke netwerkstructuur getoond (o.b.v. de VHAS-waterloopsegmenten). De hoofdwaterlopen en grootste beken zijn in het model beschouwd.



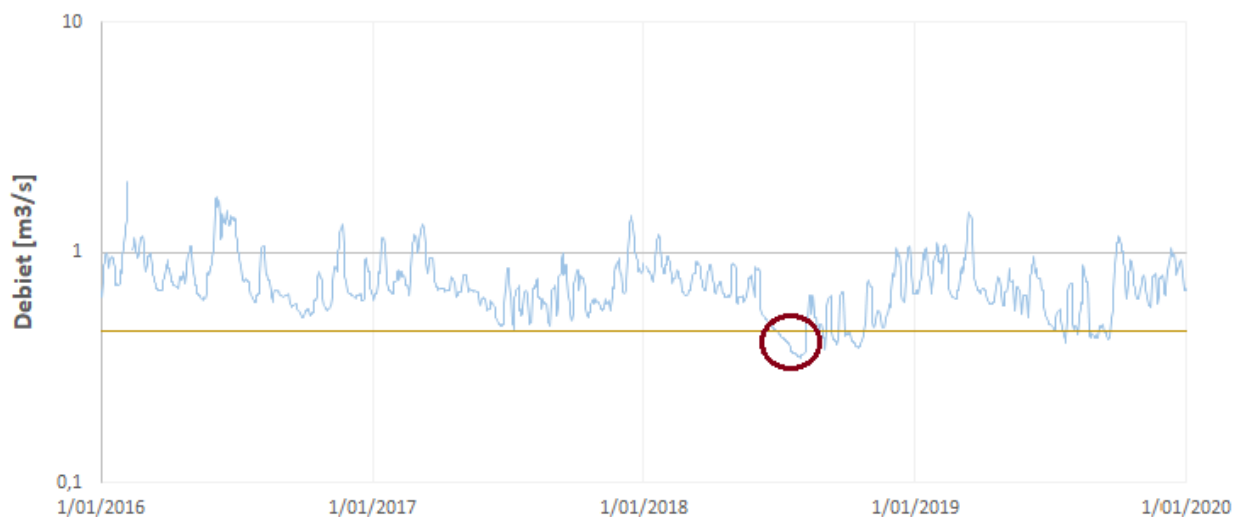
Figuur 279: Alle waterlopen (VHAS-waterloopsegmenten: boven) en vereenvoudigd waterlopenmodel met resultaat van het jaargemiddeld debiet voor 2005-2019 (onder) in het Demerbekken.

Grondwater is in het model ingerekend via de neerslagafstroming via de conceptuele hydrologische modellen van de afstromende deelstroomgebieden. Tijdens zeer droge periodes is het natuurlijk debiet in de waterloop hoofdzakelijk afkomstig van freatisch afstromend grondwater. Beperking van de freatische grondwateronttrekking zorgt dus voor verhoogde grondwaterstanden en verhoogde laagwaterdebieten in de waterlopen.

De totale waterbalans voor het Demerbekken werd hiervoor getoond voor de jaargemiddelde waarden o.b.v. de periode 2005-2019 en hierna ook voor een droge voorbeeldperiode. De keuze voor deze periode is ook voor dit gebied gebaseerd op de droogte- en waterschaarste-indicatoren. Figuur 280 toont het debiet langs de Demer te Bilzen; in Figuur 281 het debiet langs de Stiemerbeek te Diepenbeek. Het 95-percentieldebit werd gedurende de afgelopen droge zomers sterkst onderschreden in de periode van 4 juli tot 9 augustus 2018. Deze droogteperiode zorgde voor zeer lage debieten in grote delen van het Demerbekken.



Figuur 280: Tijdsverloop van het 7-dagen debiet van de Demer te Bilzen, met aanduiding van de extreme laagwaterperiode in juli 2018.



Figuur 281: Tijdsverloop van het 7-dagen debiet op de Stiemerbeek te Diepenbeek, met aanduiding van de extreme laagwaterperiode in juli 2018.

In Tabel 90 staan de resultaten samengevat voor de jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode van 4 juli tot 9 augustus 2018. In deze waterbalans werden nog geen waterbesparende maatregelen toegepast. Daardoor zijn er op een groot aantal locaties watertekorten. De toepassing van het afwegingskader hierop heeft dus als doel om deze tekorten op een meest efficiënte wijze te verminderen en de impact tijdens de waterschaarstecrisis te beperken, rekening houdend met de kosten en baten.

De resultaten in Tabel 90 geven aan dat de watertekorten vooral gesitueerd zijn langs de bovenlopen. Indien de droogteperiode langer zou aanhouden, dan zouden ook de meer afwaarts gelegen waterloopsegmenten getroffen worden.

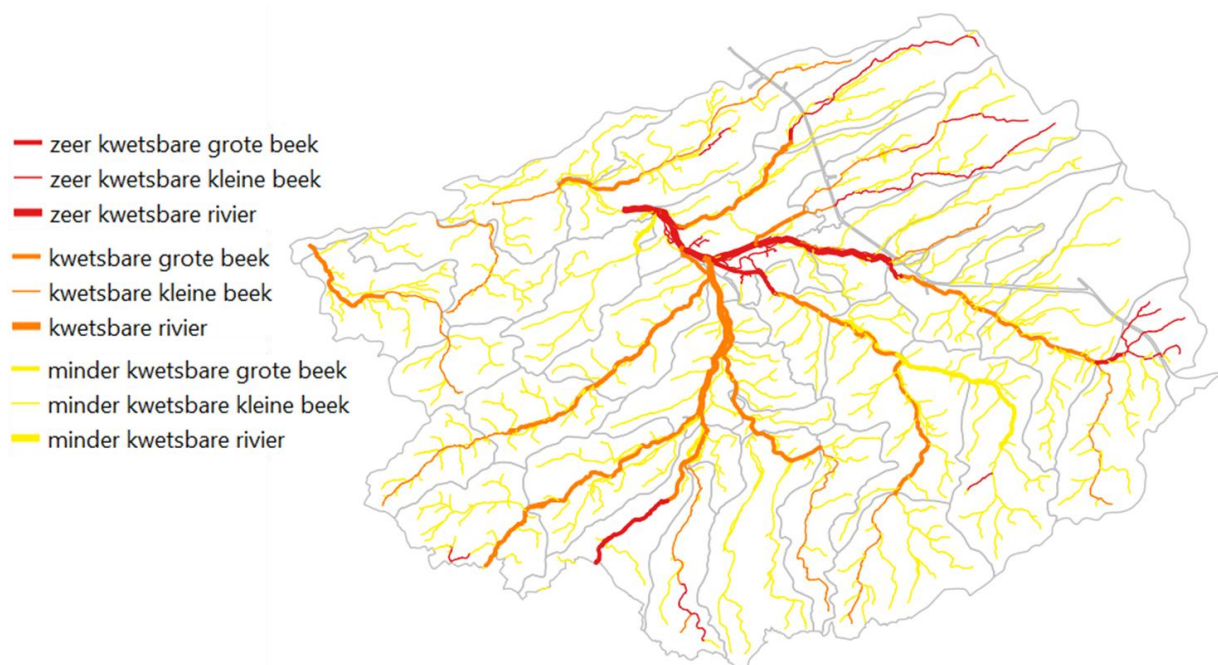
In het Demerbekken zijn er veel ecologisch kwetsbare waterlopen aanwezig (Figuur 282). De ecologisch minimale debieten hierbij werden in rekening gebracht om de watertekorten per waterloopsegment te bepalen. De waterbeschikbaarheid die in Tabel 90 per deelgebied wordt opgeteld is dus het resultaat van de beschikbare waterloopdebieten per waterloopsegment min de ecologisch minimale debieten. De ecologisch minimale debieten werden hierbij bepaald via de percentielwaarden vermeld in Tabel 4 en dit conform de typologie van waterlopen in Figuur 38. In Figuur 283 wordt voor de onbevaarbare waterlopen in het Demerbekken getoond welke waterlopen zich precies in een laagwaterdebittoestand bevinden onder 90-, 95- of 98-percentielwaarden bij het begin en het in midden van de beschouwde droogteperiode. In het Demerbekken zijn er een groot aantal waterlopen waarbij de ecologisch minimale debieten worden onderschreden in deze periode; voor dewelke dat wel/niet het geval is, wordt hierna ook weergegeven in Figuur 299.

Wat de kwetsbare natuurgebieden (terrestrische ecosystemen) betreft, gaven de droogte- en waterschaarste-indicatoren aan dat de freatische grondwaterstanden in de buurt van die gebieden indicatief zijn. Omdat er in de meeste van de betrokken gebieden een sterk verband bestaat tussen enerzijds de tijdstmomenten waarbij lage percentielwaarden van de waterloopdebieten in de buurt onderschreden worden en anderzijds de tijdstmomenten waarbij lage percentielwaarden voor de freatische grondwaterstanden bereikt worden, werd er voorlopig gewerkt met de waterloopdebieten en deze ook als representatief beschouwd voor de terrestrische ecosystemen in de buurt.

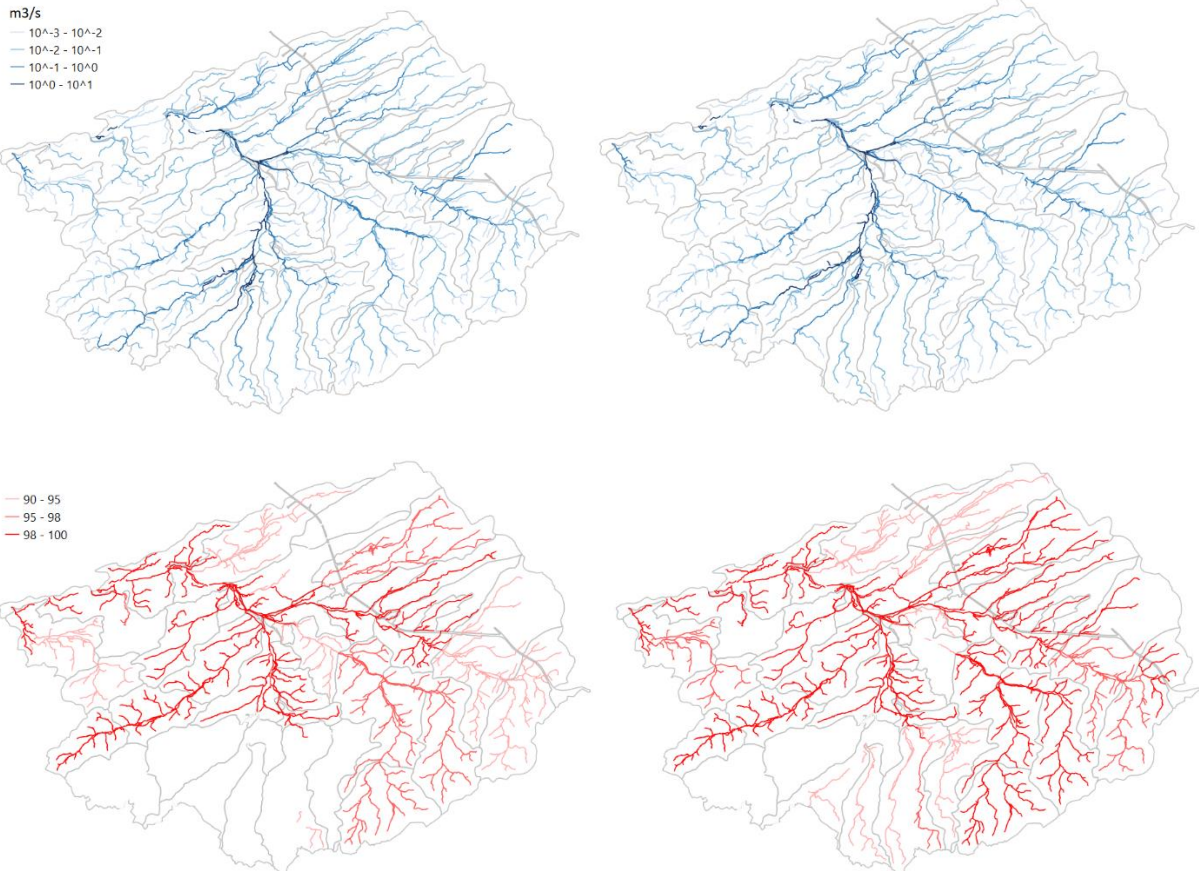
Waterbeschikbaarheid Demerbekken		
Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]		
	Jaar	juli 2018
Demer		
afwaarts VHA zone 600	12	-2
afwaarts VHA-zone 601	39	-1
afwaarts VHA-zone 602	59	1
afwaarts VHA-zone 604	73	0
afwaarts VHA-zone 663	0	0
afwaarts VHA-zone 664	327	41
afwaarts VHA-zone 665	335	41
afwaarts VHA-zone 666	372	38
Herk		
instroom Herk uit Wallonië	4	-5
afwaarts VHA-zone 610 Herk	9	-9
afwaarts VHA-zone 612 Herk	19	-9
afwaarts VHA-zone 611 Mombeek	6	1
afwaarts VHA-zone 613 Herk	38	-2
Kleine Gete		
instroom Kleine Gete uit Wallonië	22	13
afwaarts VHA-zone 621 Kleine Gete	29	17
Grote Gete		
instroom Grote Gete uit Wallonië	11	-3
afwaarts VHA-zone 622 Grote Gete	16	-3
afwaarts VHA-zone 623 Grote Gete	22	-3
afwaarts VHA-zone 632b Houwersbeek	9	4
afwaarts VHA-zone 633 Gete	100	18
Melsterbeek		
afwaarts VHA-zone 630 Melsterbeek	5	-3
afwaarts VHA-zone 631 Melsterbeek	10	-5
afwaarts VHA-zone 632a Melsterbeek	26	-4
Velpe		
afwaarts VHA-zone 640 Velpe	4	0
afwaarts VHA-zone 641 Velpe	8	-1
afwaarts VHA-zone 642 Velpe	13	-2
afwaarts VHA-zone 660 Demer	15	-1
Zwarte Beek		
afwaarts VHA-662 Zwarte Beek	13	-3
afwaarts VHA-zone 663 Zwarte Beek	32	-4
Winge		
afwaarts VHA-zone 650 Winge	5	0
afwaarts VHA-zone 651 Winge	28	-3
Andere		
afwaarts VHA-zone 661 Begijnebeek	7	1
afwaarts VHA-zone 605 Mangelbeek	21	6
afwaarts VHA-zone 603 Slangbeek en Roosterbeek	10	3
afwaarts VHA-zone 620 Dormaalbeek	5	0

Tabel 90: Waterbeschikbaarheid per deelgebied (deelstroomgebied) in het Demerbekken o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode van 4 juli tot 9 augustus 2018, in Mm³/jaar

(voor de droge periode werden de waarden herschaald naar dezelfde eenheid om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken).



Figuur 282: Ecologische kwetsbaarheid van de onbevaarbare waterlopen in het Demerbekken.



Figuur 283: Ecologisch kwetsbare onbevaarbare waterlopen in het Demerbekken: debieten en waterlopen met 90, 95 en 98 percentieldebieten op 4 en 25 juli 2018. Bovengrafiek: debieten; ondergrafiek: percentielen; linkergrafiek: op 4 juli 2018; rechtergrafiek: op 25 juli 2018.

Impact mogelijke maatregelen

Hierna wordt de impact van de beschouwde maatregelen beschreven. Aangezien alle maatregelen reeds aan bod kwamen bij het Albertkanaal en Kempische kanalen en/of het IJzerbekken, wordt verwezen naar deze gebieden voor verdere details bij de berekening. Hieronder worden enkel samenvattende beschouwingen en resultaten gegeven.

Maatregelen landbouw – Beperking of verbod irrigatie van landbouwgewassen

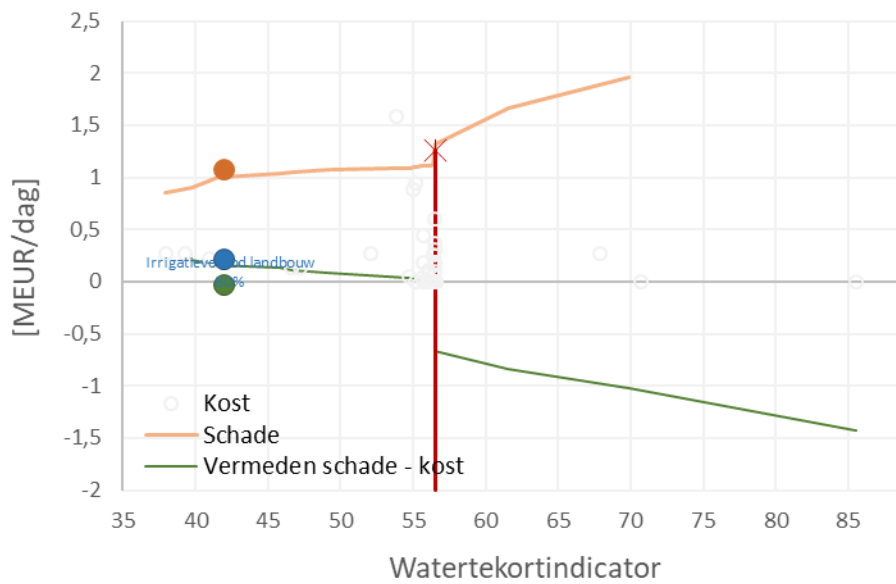
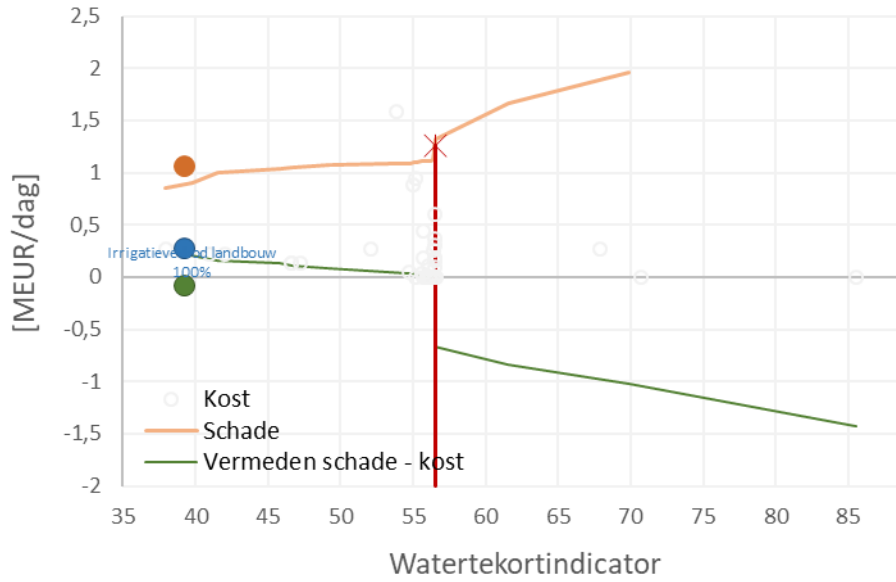
Bij een volledig irrigatieverbod gedurende de maand juli 2018 in het ganse Demerbekken wordt in totaal 30,3 Mm³/jaar minder water onttrokken. Dit gaat gepaard met een berekend economisch verlies van 10 MEUR of verdeeld over de 31 dagen van het irrigatieverbod komt dat op een kost van 0,27 MEUR/dag. Tabel 91 geeft de deelresultaten bij deze berekening.

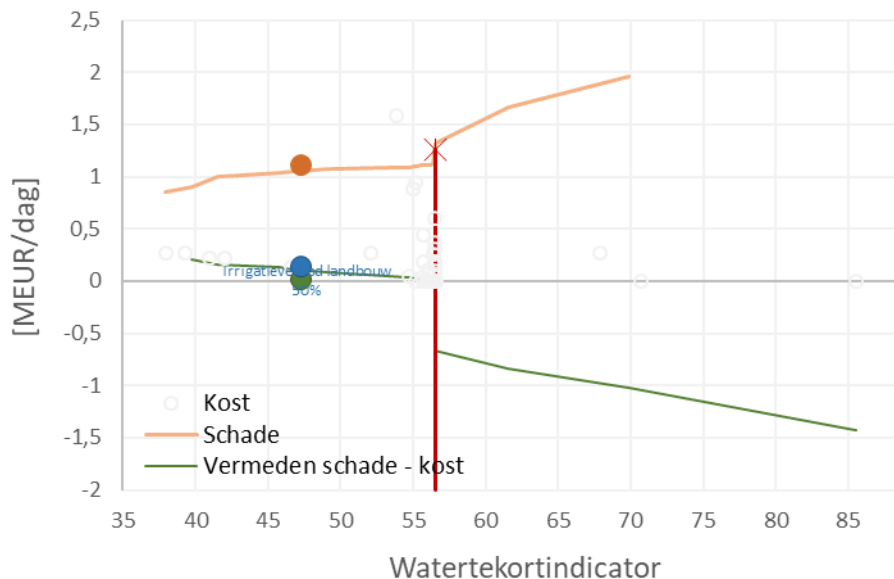
Kost irrigatieverbod gewassen Demerbekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	546482	338888	34197	10149858
<i>Aardappelen</i>	69820	60572	9249	1156083
<i>Bloemkool</i>	77	28	50	15734
<i>Boon</i>	3	3	0	0
<i>Erwt</i>	147	121	25	7511
<i>Fruit en noten</i>	337455	315658	21797	8718775
<i>Grasland</i>	40312	40299	13	0
<i>Mais</i>	40723	40356	367	42583
<i>Suikerbieten</i>	42221	42103	118	2959
<i>Wortel</i>	15723	13146	2578	206213

Tabel 91: Deelresultaten bij de berekening van de economische kost van een volledig irrigatieverbod in juli 2018 voor het Demerbekken.

Bij een volledig irrigatieverbod (wat in dit bekken vooral reductie geeft in de grondwateronttrekkingen, maar via de grondwaterafstroming ook op de laagwaterdebiëten langs de waterlopen) daalt de watertekortindicator in sterke mate van 57 tot 39 (Figuur 284). Bij 80% irrigatiebeperking daalt de watertekortindicator tot 42; bij 50% irrigatiebeperking gaat deze tot 47. De overblijvende schade daalt van 1,3 tot 1,06 MEUR/dag bij een volledig irrigatieverbod, tot 1,07 MEUR/dag bij 80% irrigatiebeperking, en tot 1,1 MEUR/dag bij 50% irrigatiebeperking. Het irrigatieverbod is dus effectief, maar zorgt voor onvoldoende stijging van de freatische grondwaterstanden en van de waterloopdebiëten opdat ze hoger worden dan de ecologisch minimale waarden. Daarom blijft de schade hoog.

Tabel 89 geeft aan welke percentages van de totale irrigatievraag volgens de raming toegeschreven worden aan bepaalde teeltgroepen. Zo kan X% irrigatieverbod gerealiseerd worden door het irrigatieverbod eerst op te leggen voor de minder kapitaalintensieve teelten. Een andere optie is om, zoals in Frankrijk, het irrigatieverbod op te leggen voor bepaalde dagen van de week, samen met een % van het op voorhand afgesproken toegelaten onttrekkingsvolume.

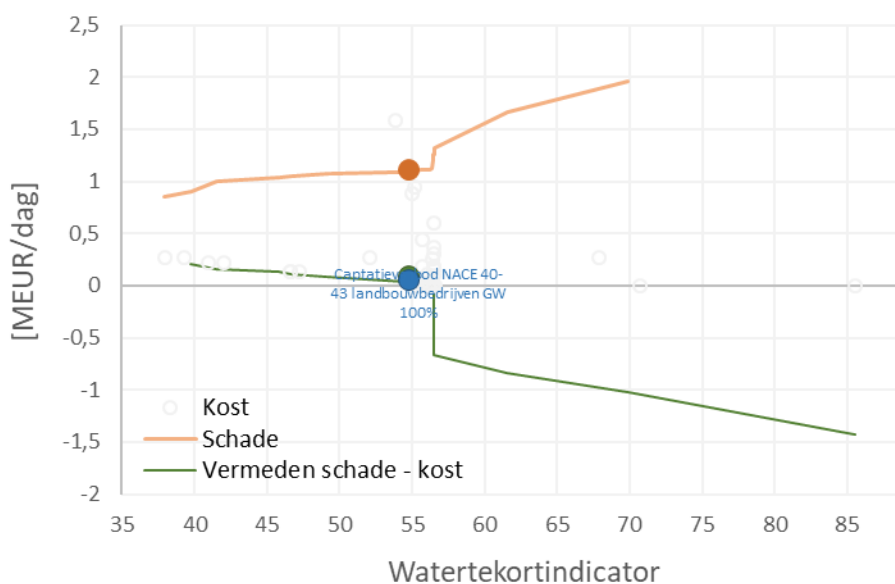
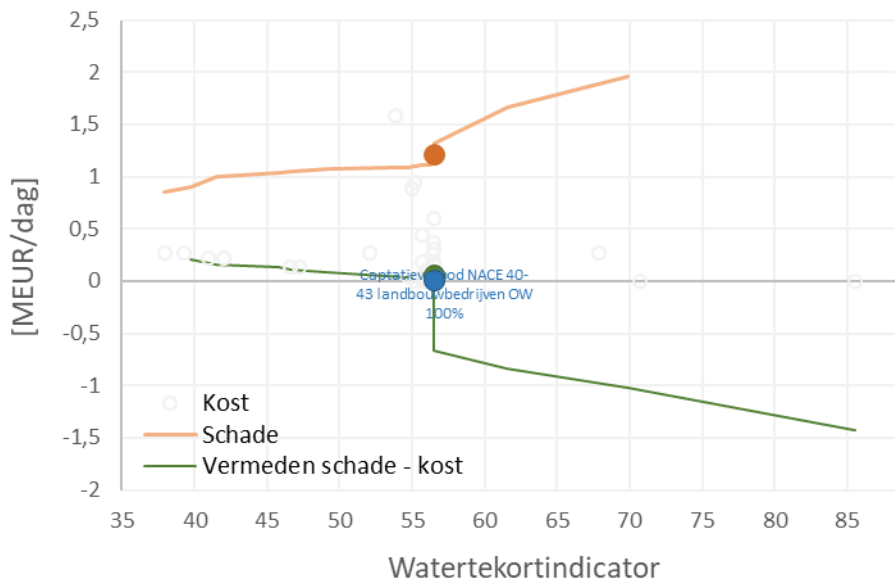




Figuur 284: Samenvatting van de impact van de maatregel (irrigatieverbod of -beperking) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: 100% irrigatieverbod; middengrafiek: 80% irrigatiebeperking; ondergrafiek: 50% irrigatiebeperking.

Maatregelen landbouw – Beperking of verbod oppervlaktewater- en/of freatische grondwaterinname door landbouwbedrijven, andere dan voor irrigatie

Een volledig innameverbod van de gekende oppervlaktewateronttrekkingen door alle landbouwbedrijven samen gedurende de droogteperiode van 4 juli tot 9 augustus 2018 in het ganse Demerbekken zorgt slechts voor een marginaal kleine daling van de watertekortindicator: ze blijft afgerond 57 (Figuur 285). Dit heeft te maken met het zeer beperkt aantal landbouwbedrijven die oppervlaktewater gebruiken voor toepassingen andere dan irrigatie. De landbouwbedrijven gebruiken vooral grondwater. Verder zijn niet alle oppervlaktewateronttrekkingen gekend door het ontbreken van een meldingsplicht in het verleden. Wanneer in de toekomst een vollediger zicht wordt bekomen op de onttrekkingen, dan kan ook de impact van deze maatregel verbeterd worden. Bij een 100% innameverbod van freatisch grondwater door landbouwbedrijven daalt de watertekortindicator van 57 tot 55. Dit gaat gepaard met een berekend economisch verlies van 2 MEUR of verdeeld over de 37 dagen van het irrigatieverbod komt dat op een kost van 0,05 MEUR/dag. De overblijvende schade daalt van 1,3 tot 1,1 MEUR/dag. De kostenefficiëntie van de maatregel is bij deze cijfers dus beperkt positief.

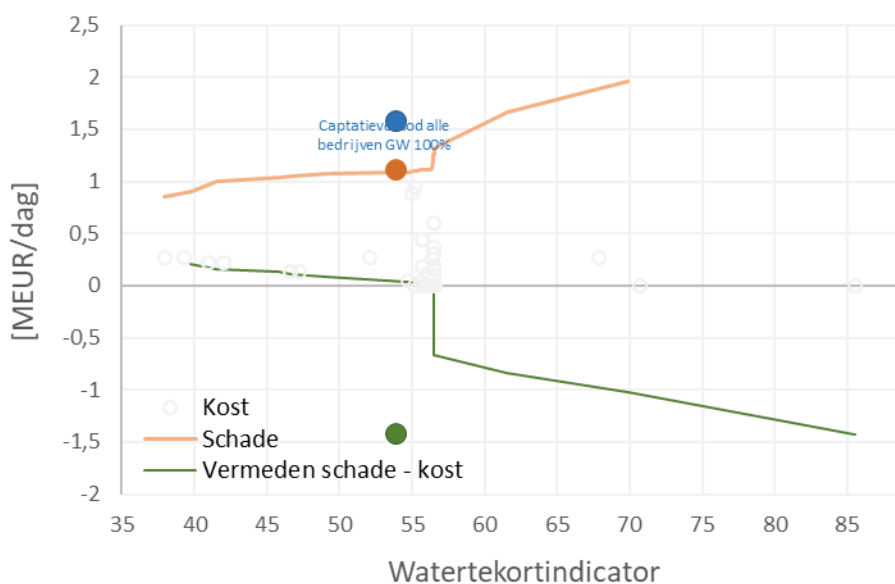
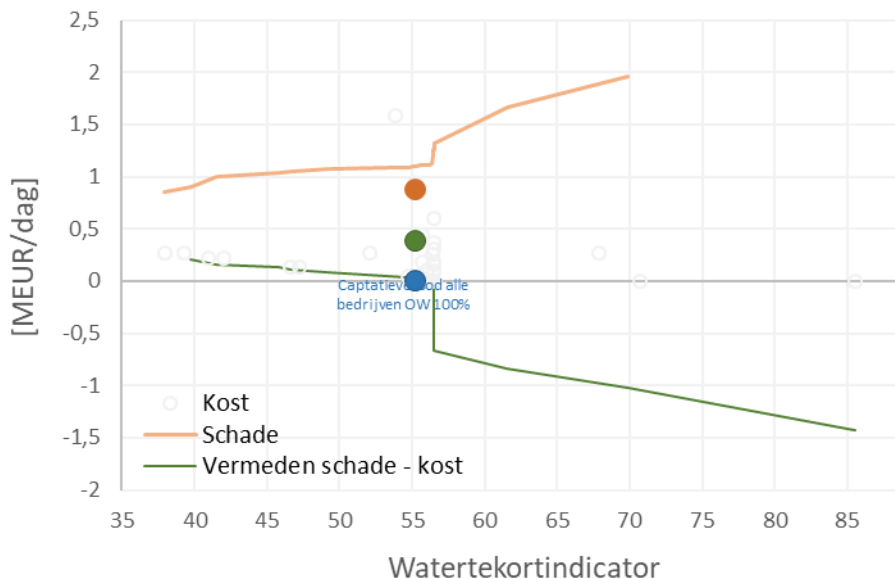


Figuur 285: Samenvatting van de impact van de maatregel (oppervlaktewater- en/of freatisch grondwaterinnameverbod landbouwbedrijven andere toepassingen dan irrigatie) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: oppervlaktewaterinnameverbod; ondergrafiek: freatisch grondwaterinnameverbod.

Maatregelen bedrijven – Beperking of verbod oppervlaktewater- en/of freatische grondwaterinname door bedrijven

Bij een volledig innameverbod van oppervlaktewater door alle bedrijven samen gedurende de beschouwde droogteperiode in het ganse Demerbekken daalt de watertekortindicator slechts in zeer beperkte mate; ze blijft afgerond 57 (Figuur 286). Opnieuw heeft dat te maken met de zeer beperkte (gekende) oppervlaktewateronttrekking door bedrijven. De grootgebruikers van oppervlaktewater in de regio onttrekken immers vooral uit de bevaarbare kanalen; deze werden reeds beschouwd langs het Albertkanaal. Anderzijds is de oppervlaktewateronttrekking langs de onbevaarbare waterlopen slechts onvolledig gekend. Daarom dienen bij het overwegen van deze maatregel de impactresultaten zoals hier voorgesteld aangevuld te worden met lokale terreinkennis en ervaring m.b.t. de grootte van de regionale onttrekkingen tijdens droogteperiodes.

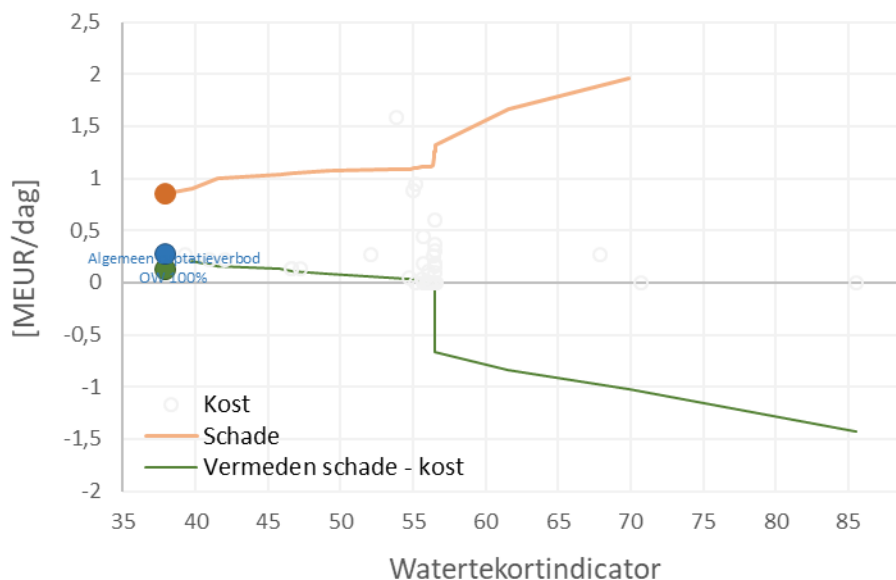
Bij een volledig innameverbod van freatisch grondwater door alle bedrijven samen gedurende de beschouwde droogteperiode in het ganse Demerbekken daalt de watertekortindicator van 57 tot 54 (Figuur 286). Dit gaat gepaard met een socio-economische kost voor de betrokken sectoren van 1,6 MEUR/dag. De overblijvende schade daalt van 1,3 tot 1,1 MEUR/dag. In dit geval en bij deze cijfers is de maatregel dus niet kostenefficiënt; de kost is groter dan de vermeden schade.

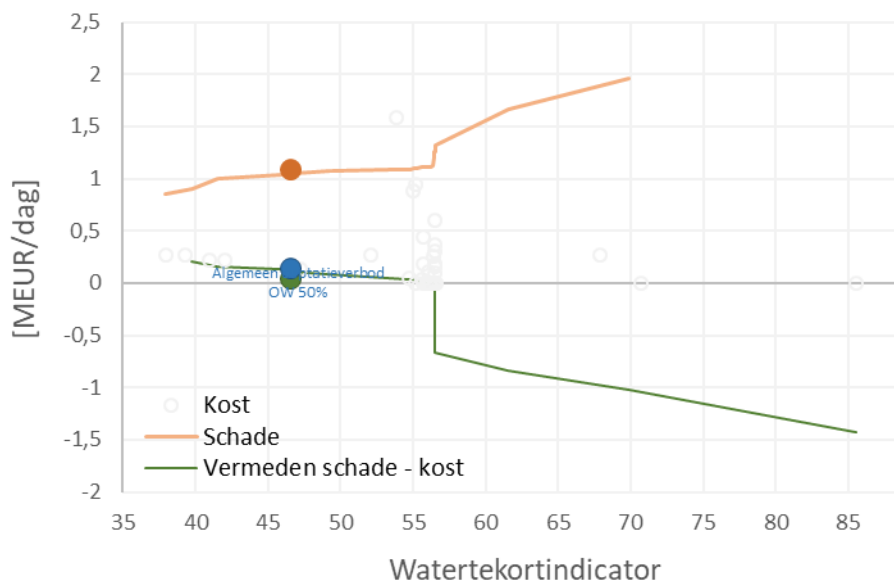


Figuur 286: Samenvatting van de impact van de maatregel (oppervlaktewater- en/of freatisch grondwaterinnameverbod bedrijven) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: oppervlaktewaterinnameverbod; ondergrafiek: freatisch grondwaterinnameverbod.

Maatregelen alle oppervlaktewateronttrekkers – Algemeen captatieverbod of -beperking

Wanneer een algemeen captatieverbod wordt uitgevaardigd voor oppervlaktewater, dus voor alle oppervlaktewateronttrekkers, dus incl. gebruik voor irrigatie, dan daalt de watertekortindicator van 57 tot 38 bij een volledig captatieverbod en tot 47 bij 50% captatiebeperking (Figuur 287). Dit gaat gepaard met een totale kost van 0,3 MEUR/dag bij een volledig captatieverbod en 0,14 MEUR/dag bij 50% captatiebeperking. De overblijvende schade daalt van 1,3 tot 0,85 MEUR/dag bij een volledig captatieverbod en tot 1,09 bij 50% captatiebeperking.





Figuur 287: Samenvatting van de impact van de maatregel (oppervlaktewaterinnameverbod of -beperking voor alle oppervlaktewateronttrekkers) op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: volledig captatieverbod; ondergrafiek: 50% captatiebeperking.

Maatregelen natuur – Beperking of verbod waterinname

Innamebeperkingen van 50%, 80% en 100% werden beschouwd voor bevloeiing van de natuurgebieden, vloeiwelides en voor inname in de vele vijvers van het vijvergebied De Wijers; dit laatste is tevens een Natura 2000 gebied. Een afdoend debiet voor het vijvercomplex is een debiet dat voldoende is om de helft van de vijvers op 2 maanden te kunnen vullen (Belmans et al., 2013; droogtestudie prov. Limburg). Vermits het in deze gebieden gaat om kwetsbare natuur, wordt hier geen innamebeperking of -verbod beschouwd, dit conform principe 5.

Wat wel ingerekend werd, is de schade aan deze natuur in geval van watertekorten. Bij geen maatregelen werd deze schade geraamd – conform de methode voor de berekening van het verlies aan ecosystemendiensten zoals hiervoor besproken bij de andere cases. Verder zijn er de ecologisch minimale debieten langs de ecologisch kwetsbare en zeer kwetsbare waterlopen (zie kaart in Figuur 38). Deze worden volgens principe 5 beschouwd om het watertekort te bepalen. Wanneer de waterbeschikbaarheid per waterloopsegment lager wordt dan dit ecologisch minimale debiet, dan wordt de waterbeschikbaarheid negatief, wat dus anticiperend op dreigende waterschaarste maximaal via de andere maatregelen vermeden moet worden. In het Demerbekken zijn er een groot aantal ecologisch kwetsbare waterlopen, wat verklaart waarom de ecologische schade hier groter is dan bijvoorbeeld in het IJzerbekken.

Voor de schadebepaling aan de natuur, werd dus naast de schade aan de terrestrische natuurgebieden (zoals hoger toegelicht) ook de schade door het eventueel niet halen van de ecologisch minimale debieten, hetzij om de uitgangssituatie te bepalen (d.i. de schade wanneer er geen of onvoldoende maatregelen worden genomen) en dus om de schade te bepalen die door maatregelen vermeden kan worden, hetzij omdat alle andere maatregelen uitgeput zijn. De ecologische schadebepaling door het niet halen van de ecologisch minimale debieten gebeurt zoals beschreven bij de Socio-economische impactindicatoren: via de kost van het terugzetten van het visbestand. Deze kost werd geraamd op 10 kEUR per kilometer getroffen waterloop.

Maatregelen leidingwaterproductie en -verbruik

In de regio van het Demerbekken onttrekt De Watergroep haast uitsluitend ruwwater uit de gespannen grondwaterlagen. Maatregelen m.b.t. de ruwwaterinname voor leidingwaterproductie door De Watergroep vanuit het hier beschouwde watersysteem zijn dus niet aan de orde. Zoals voor het IJzerbekken wil dit uiteraard niet zeggen dat er geen maatregelen m.b.t. leidingwatergebruik beschouwd moeten worden. Wanneer er dreigend watertekort ontstaat voor leidingwaterproductie, en dit onvoldoende gecompenseerd kan worden door de connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden en via aankoop uit de buurregio's, dienen er maatregelen genomen te worden om het leidingwatergebruik te beperken. Omdat de regio rijk is aan grondwater is de kans daarop veel beperkter dan in het IJzerbekken. Ook de eventuele overschakeling van leidingwatergebruik op alternatieve waterbronnen is om dezelfde reden niet aan de orde.

Maatregelen scheepvaart

Scheepvaartmaatregelen zijn hier niet aan de orde; deze langs het Albertkanaal werden afzonderlijk beschouwd.

Maatregelen waterbeheerder

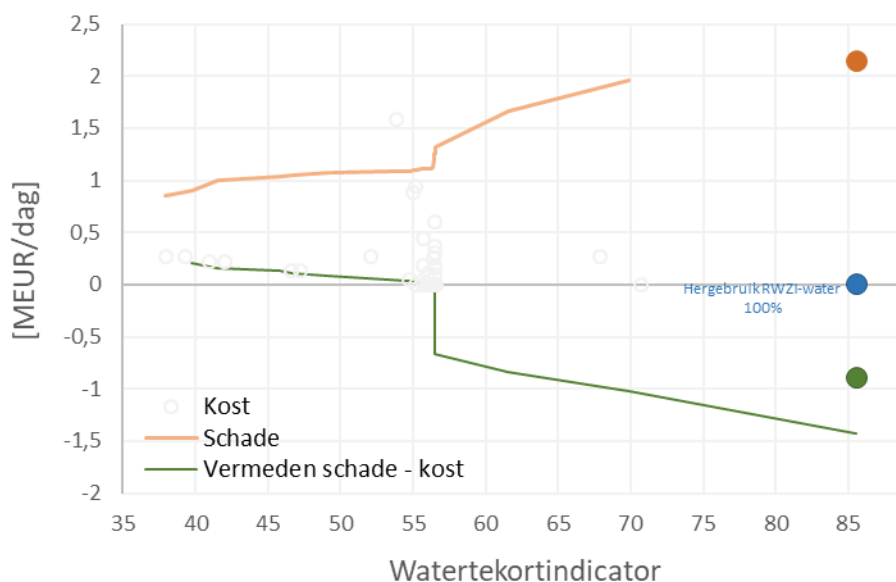
Wat wel aan de orde is, is de interactie tussen het onbevaarbare waterlopendsysteem van het Demerbekken en het bevaarbare waterlopen- en kanalsysteem van het Albertkanaal en Kempische kanalen. Een voorbeeld is het vervangen van oppervlaktewateronttrekkingen uit de onbevaarbare waterlopen en/of freatische grondwateronttrekkingen door oppervlaktewater uit naburige kanalen. Dit is echter meestal niet toepasbaar, tenzij voor irrigatiewater in de landbouw. Het evalueren van dergelijke maatregelen vraagt een koppeling tussen de waterbalansen van beide gebieden. Dit wordt in het kortetermijn vervolgetraject verder bekeken.

Verbod op tijdelijk hergebruik van RWZI-effluentwater

In voorgaande maatregelen werd telkens bij de waterbalans verondersteld dat al het RWZI-effluentwater dat normaal geloosd wordt in de onbevaarbare waterlopen, ook tijdens de droge periode in deze waterlopen geloosd wordt. Er werd dus verondersteld dat dit water niet hergebruikt wordt, bv. in de

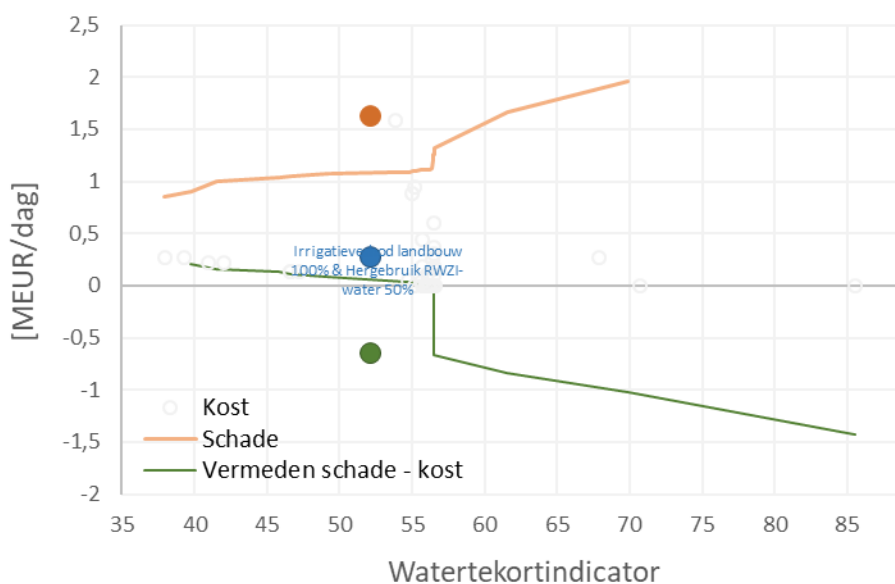
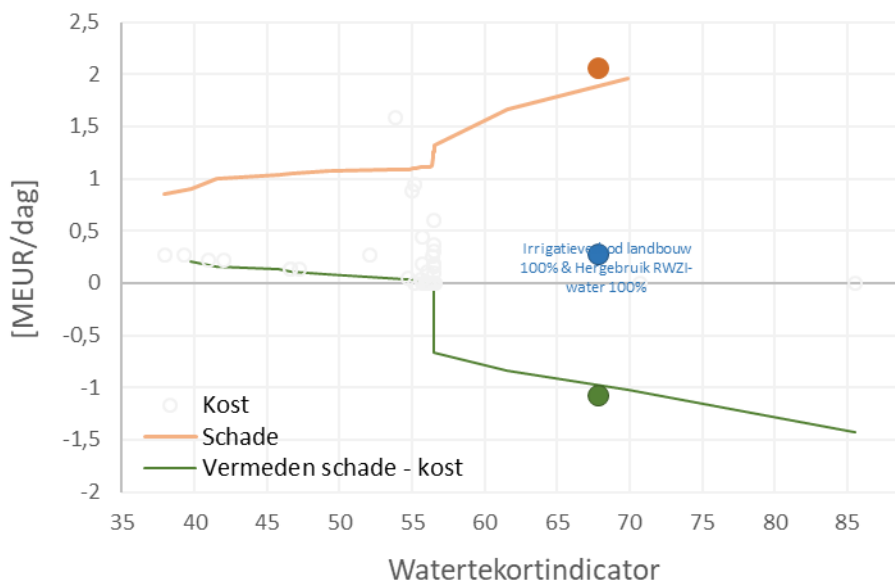
landbouw. Het ter beschikking stellen van zulk effluentwater wordt standaard voorzien door Aquafin. Daarom wordt een verbod op zulke ter beschikking stelling hier als maatregel beschouwd. Omdat in de waterbalans bij de vorige maatregelen geen RWZI-hergebruik verondersteld werd, wordt het effect van de maatregel hier ingeschat door de maatregel om te keren en het effect na te gaan van 100% en 50% hergebruik van het RWZI-effluentwater.

Figuur 288 toont dat 100% hergebruik van al het RWZI-effluentwater in het Demerbekken voor een aanzienlijke toename zorgt van de watertekortindicator: van 57 tot 86 bij 100% hergebruik en tot 71 bij 50% hergebruik. Voor vele deelgebieden stijgt het watertekort in het oppervlaktewatersysteem aanzienlijk. De kost van de maatregel werd voorlopig op 0 gezet, maar dit kan nog verder bekeken worden met de sector. De schade stijgt sterk van 1,3 tot 2,1 MEUR/dag bij 100% hergebruik en tot 1,7 MEUR/dag bij 50% hergebruik.



Figuur 288: Samenvatting van de impact van een 100% hergebruik van het RWZI-effluentwater op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag.

Omdat hergebruik van RWZI-effluentwater vooral nuttig is tijdens droogteperiodes en zeker wanneer er een irrigatieverbod geldt, voor hergebruik als irrigatiewater, werd ook de combinatie van een irrigatieverbod en 100% en 50% hergebruik van RWZI-effluentwater doorgerekend: Figuur 289. De effectiviteit van het irrigatieverbod op de vermindering van het watertekort vermindert erdoor; de vermeden schade stijgt zelfs: van 1,3 tot 2,1 MEUR/dag bij 100% hergebruik en tot 1,6 MEUR/dag bij 50% hergebruik. Verbod op hergebruik van RWZI-effluentwater is dus duidelijk een zinvol te beschouwen maatregel. In de vorige analyse werd het verbod beschouwd voor al de RWZI's in het bekken. Uiteraard wordt dit best specifiek per waterloopsegment bekeken. Die analyse wordt in het korte-termijn vervolgetraject nog toegevoegd.



Figuur 289: Samenvatting van de impact van een combinatie van irrigatieverbod met 100% en 50% hergebruik van RWZI-effluentwater op de watertekortindicator en de overblijvende schade, samen met de kost en het netto voordeel van de maatregel in MEUR/dag. Bovengrafiek: 100% hergebruik; ondergrafiek: 50% hergebruik.

Resultaten afweging

Voor het hier beschouwde gebied en de beschouwde droogteperiode geldt dat waterschaarste enkel optreedt voor de natuur. De watertekorten worden veroorzaakt door onderschrijding van de ecologisch minimale debieten (en gerelateerde problematisch lage freatische grondwaterstanden). Door de relatief beperkte onttrekkingen door bedrijven in het gebied zorgt deze voor slechts een zeer beperkte daling van de watertekorten aan de relatief grote kost. Verbod op onttrekking van water voor irrigatie is effectiever en heeft een lagere kost, maar de watertekorten en overblijvende ecologische gevolgen blijven belangrijk. Geen enkele van de maatregelen slaagt erin om de watertekorten en overblijvende ecologische schade volledig tot nul te herleiden. Hergebruik van RWZI-effluentwater vergroot de ecologische watertekorten en ecologische schade in sterke mate. Verbod op zulk hergebruik is dus een primaire maatregel.

Deze analyse geeft volgende prioritering van de hiervoor beschouwde maatregelen (hoogste prioriteit eerst).

Anticiperend bij dreigende waterschaarste (droogteniveau 1):

- Maatregelen Aquafin – Verbod op het gebruik (tijdelijk niet lozen in waterloop) van het effluent van de RWZI's langs waterlopen met dreigende watertekort

Bij effectieve waterschaarste (droogteniveau 2):

- Maatregelen landbouw – Innameverbod waterlopen en freatisch grondwater voor irrigatie van vollegrondsteelten, ev. stapsgewijs via % of teeltgroepen: eerst gras, suikerbieten en maïs, daarna aardappelen en andere reguliere teelten maar niet de kapitaalintensieve groenten, daarna (indien echt noodzakelijk) de intensieve groenteteelt; dit laatste wordt in het korte-termijn vervolgtraject samen met de sector verder bekeken
- Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Beperking of verbod andere oppervlaktewateronttrekkingen, dus algemeen captatieverbod, behalve voor drinken van vee en wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen; dit laatste wordt in het korte-termijn vervolgtraject samen met de sector verder bekeken
- (innameverbod De Watergroep is niet aan de orde aangezien zij in deze regio diep grondwater onttrekken)

Eventueel kunnen hier nog andere maatregelen ingeschoven worden door de interactie met het Albertkanaal te beschouwen. Dit laatste wordt in het korte-termijn vervolgtraject nog verder bekeken.

Daarnaast wordt geadviseerd om volgende maatregelen van kracht te laten gaan (dus in te schuiven in de bekomen volgorde van maatregelen) zodra droogteniveau 1 of de volgende drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren (en uiteraard enkel indien de betrokken maatregel nog niet via de hogere prioritering van toepassing is):

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen alle waterverbruikers – Verbod op niet-essentieel waterverbruik; zie lijst hiervoor

Bij effectieve waterschaarste, zodra de drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren:

- Melding blauwalgenbloei – Geen captatie voor besproeiing van voedings- en voedergewassen en veedrenking; captatie afgeraden voor andere toepassingen
- Melding blauwalgenbloei – Geen waterrecreatie voor waterski, jetski, zwemmen, duiken, waterpolo, triatlon, windsurfen, waadpak- en bellyboatvissen; afgeraden voor kajakken, kanovaren, roeien, zeilen, hengelen, waterfietsen, ...
- Waterkwaliteit of melding botulisme voor recreatiewateren en zwembijvers – Geen recreatie voor recreatiewateren en zwembijvers
- Minimale ecologische debieten: Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Totaal innameverbod langs het waterloopsegment met onderschrijding van het ecologisch minimale debiet en/of waterpeil
- Minimale ecologische freatische grondwaterstanden in buurt van de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen (GWATES-gebieden) – Totaal innameverbod freatisch grondwater in de GWATES-gebieden.

9.4. Andere bekken

Dezelfde analyse als hiervoor beschreven voor de drie pilotgebieden Albertkanaal en Kempische kanalen, IJzerbekken en Demerbekken, werd uitgevoerd voor de andere Vlaamse bekken: Liebekken, Bovenscheldebekken, Benedenscheldebekken, Bekken van Gentse kanalen, Bekken van Brugse polders, Denderbekken, Dijle- en Zennebekken, Netebekken, en de verschillende deelstroomgebieden in het Maasbekken. Als voorbeelddroogteperiode werd voor al deze andere gebieden juli 2018 beschouwd. Ook voor het IJzerbekken werden de maatregelen opnieuw, maar voor deze periode, doorgerekend.



Figuur 290: De verschillende Vlaamse bekken, VHA-deelstroomgebieden, waterloopsegmenten en kanaalpanen beschouwd in het reactief afwegingskader.

Waterbalans

In Tabel 92 worden voor elk van de andere bekken de totale waterbalans samengevat o.b.v. de periode 2005-2019 en dit voor de verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag voor het onbevaarbare oppervlaktewatersysteem. Het totale watergebruik en waterverbruik door de verschillende sectoren en verdeeld over de verschillende typen waterbronnen staat ook aangeduid. Dit gebeurde conform de methode zoals hiervoor beschreven voor de pilotgebieden.

Waterbalans Leiebekken		Mm3/jaar									
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	755									
	<i>Instroom oppervlaktewater vanuit FR</i>	744									
	<i>Instroom vanuit Bovenschelde te Bossuit</i>	11									
	Neerslagafstroming: totaal	256									
	Lozingen	81									
	<i>Effluentwater: bedrijfslozingen</i>	11									
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>	71									
	Totaal wateraanbod	1092									
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW			
	Totaal watergebruik	34	6	29	5,4	2,0	77	66			
	Industrie	31	1,4	6,8	1,7	1,9	43	32			
	Land- en tuinbouw	2	4,2	0,6	0,72	0,09	8	8			
	Natuur	1	-	-	-	-	1	1			
	Handel en diensten	0	0,3	2,0	0,2	0,00	3	3			
	Huishoudens	0	0	20	3	0	23	23			
	Leidingwaterproductie	11									
	Totale uitstroom naar Benedenscheldebekken	1058									
	<i>Uitstroom naar Afleidingskanaal van de Leie</i>	888									
	<i>Uitstroom naar Ringvaart om Gent</i>	168									
	Nodig voor ecologisch minimale debieten	1030									
	Totaal watergebruik + uitstroom	1092									
	Balans	Rest	0								

Waterbalans Bovenscheldebekken		Mm3/jaar								
Aanbod	Instroom oppervlaktewater: Bovenschelde opw	916								
	Neerslagafstroming: totaal	156								
	Lozingen	26								
	<i>Effluentwater: bedrijfslozingen</i>	4								
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>	22								
	Totaal wateraanbod	1098								
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW		
	Totaal watergebruik	10	1	9	1,5	0,0	21	17		
	Industrie	7	0,3	1,0	0,4	0,0	9	5		
	Land- en tuinbouw	0	1,0	0,2	0,15	0,03	1	1		
	Natuur	2	-	-	-	-	2	2		
	Handel en diensten	0	0,0	0,5	0,0	0,00	1	1		
	Huishoudens	0	0	7	1	0	8	8		
	Leidingwaterproductie	0								
	Uitstroom	1089								
	<i>Uitstroom naar Ringvaart om Gent</i>	1065								
	<i>Debiet naar Kanaal Bossuit-Kortrijk</i>	11								
	<i>Uitstroom Rone naar Frankrijk</i>	12								
	Nodig voor ecologisch minimale debieten	276								
	Totaal watergebruik + uitstroom	1098								
	Balans	Rest	0							

Waterbalans Benedenscheldebekken		Mm3/jaar						
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	3169						
	<i>Opwaartse instroom Zeeschelde in Gent</i>	1280						
	<i>Opwaartse instroom Rupel (vanuit Dijle, Zenne, Kanalen Brussel - Rupel & Leuven - Dijle)</i>	1327						
	<i>Instroom schuttingsvolumes Zeesluizen PoA</i>	468						
	<i>Instroom Dender</i>	364						
	<i>Instroom in Antitankkanaal vanuit Kanaal Dessel - Schoten</i>	4						
	Neerslagafstroming: totaal	391						
	Lozingen	1096						
	<i>Effluentwater: bedrijfslozingen</i>	937						
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>	158						
	Totaal wateraanbod	4655						
	Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW
Totaal watergebruik		1050	13	79	10,2	2,9	1155	218
Industrie		1044	8,8	20,5	2,2	2,7	1079	141
<i>Haven van Antwerpen (steken)</i>		86	-	-	-	-	86	86
Land- en tuinbouw		0	3,0	0,3	0,09	0,10	4	4
Natuur		5	-	-	-	-	5	5
Handel en diensten		0	0,3	4,4	0,5	0,08	5	5
Huishoudens		0	1	54	7	0	62	62
Leidingwaterproductie		0						
Totale uitstroom		3605						
<i>Uitstroom Zeeschelde naar NL</i>		3503						
<i>Pompstations Schijns</i>		103						
Nodig voor ecologisch minimale debieten		158						
Totaal watergebruik + uitstroom	4655							
Balans	Rest	0						

Waterbalans Diile- en Zennebekken		Mm3/jaar
Aanbod	Instream oppervlaktewater	386
	<i>Instream Dijle opwaarts vanuit Wallonië</i>	128
	<i>Instream Zenne opwaarts vanuit Wallonië</i>	86
	<i>Instream KBC opwaarts vanuit Wallonië</i>	76
	<i>Instream in Brussel</i>	96
	Neerslagafstroming: totaal	278
	Lozingen	150
	<i>Effluentwater: bedrijfslozingen</i>	78
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>	72
	Totaal wateraanbod	815
Verbruik	OW incl. lozing	
	Type waterbron	
	Totaal watergebruik	149
	Industrie	144
	Land- en tuinbouw	0
	Natuur	5
	Handel en diensten	0
	Huishoudens	0
	Leidingwaterproductie	0
	Uitstroom naar Rupel en Zeeschelde	666
	<i>Uitstroom Zenne, Kanaal Leuven - Dijle en Dijle naar Rupel</i>	643
	<i>Uitstroom Kanaal Brussel - Rupel naar Zeeschelde</i>	23
	<i>Nodig voor ecologisch minimale debieten</i>	232
	Totaal watergebruik + uitstroom	815
	Balans Rest	0

	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW
Totaal watergebruik	42	39	4,7	1,3	236	157
Industrie	1,8	2,7	0,3	0,7	149	71
Land- en tuinbouw	0,9	0,2	0,04	0,02	1	1
Natuur	-	-	-	-	5	5
Handel en diensten	0,5	5,2	0,2	0,63	7	7
Huishoudens	1	30	4	0	35	35

Waterbalans Netebekken		Mm3/jaar
Aanbod	Instream oppervlaktewater	0
	Neerslagafstroming: totaal	596
	Lozingen	80
	<i>Effluentwater: bedrijfslozingen</i>	4
	<i>Effluentwater: RWZI-lozingen</i>	76
Totaal wateraanbod	675	
Verbruik	OW incl. lozing	
	Type waterbron	
	Totaal watergebruik	14
	Industrie	5
	Land- en tuinbouw	1
	Natuur	7
	Handel en diensten	0
	Huishoudens	0
	Leidingwaterproductie	0
	Uitstroom Grote Nete in Rupel	661
	<i>Nodig voor ecologisch minimale debieten</i>	210
	Totaal watergebruik + uitstroom	675
	Balans Rest	0
	Uitstroom naar Rupel en Zeeschelde	666
	<i>Uitstroom Zenne, Kanaal Leuven - Dijle en Dijle naar Rupel</i>	643
<i>Uitstroom Kanaal Brussel - Rupel naar Zeeschelde</i>	23	
<i>Nodig voor ecologisch minimale debieten</i>	232	
Totaal watergebruik + uitstroom	815	
Balans Rest	0	

	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW
Totaal watergebruik	9	32	4,2	2,8	62	58
Industrie	3,2	4,4	0,5	2,7	16	12
Land- en tuinbouw	4,9	1,0	0,16	0,04	7	7
Natuur	-	-	-	-	7	7
Handel en diensten	0,7	2,6	0,2	0,05	4	4
Huishoudens	0	24	3	0	28	28

Waterbalans Denderbekken								Mm3/jaar		
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	149								
	Instroom Dender opwaarts vanuit Wallonië	139								
	Instroom Marke opwaarts vanuit Wallonië	10								
	Neerslagafstroming: totaal	190								
	Lozingen	55								
	Effluentwater: bedrijfslozingen	15								
	Effluentwater: RWZI-lozingen	40								
	Totaal wateraanbod	393								
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW		
	Totaal watergebruik	30	2	20	2,6	1,2	56	41		
	Industrie	27	0,2	3,6	0,3	1,0	32	18		
	Land- en tuinbouw	0	1,9	0,4	0,25	0,13	3	3		
	Natuur	1	-	-	-	-	1	1		
	Handel en diensten	1	0,2	2,3	0,2	0,04	4	3		
	Huishoudens	0	0	14	2	0	16	16		
	Leidingwaterproductie	0								
	Uitstroom Dender naar Zeeschelde	364								
	Nodig voor ecologisch minimale debieten	40								
	Totaal watergebruik + uitstroom	393								
	Balans	Rest	0							

Waterbalans bekken van de Gentse Kanalen								Mm3/jaar	
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	1056							
	Instroom via Afleidingskanaal van de Leie	888							
	Instroom via Leie	168							
	Neerslagafstroming: totaal	197							
	Lozingen	153							
	Effluentwater: bedrijfslozingen	101							
	Effluentwater: RWZI-lozingen	52							
Totaal wateraanbod	1407								
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW	
	Totaal watergebruik	225	4	24	4,3	4,3	262	161	
	Industrie	220	0,7	4,2	1,0	4,2	231	129	
	Land- en tuinbouw	0	3,0	0,3	0,19	0,05	4	4	
	Natuur	2	-	-	-	-	2	2	
	Handel en diensten	3	0,1	3,0	0,7	0,07	6	6	
	Huishoudens	0	0	17	2	0	19	19	
	Leidingwaterproductie	15							
	Totale uitstroom	1182							
	Uitstroom naar Zeeschelde	215							
	Uitstroom via Kanaal Gent-Terneuzen naar NL	716							
	Uitstroom naar Brugse Polders	251							
	Nodig voor ecologisch minimale debieten	0							
Totaal watergebruik + uitstroom	1407								
Balans	Rest	0							

Waterbalans bekken van de Brugse Polders		Mm ³ /jaar							
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	251							
	Instroom via Kanaal Gent-Oostende	86							
	Instroom via Afleidingskanaal van de Leie	151							
	Instroom via Leopoldkanaal	14							
	Neerslagafstroming: totaal	238							
	Lozingen	132							
	Effluentwater: bedrijfslozingen	51							
	Effluentwater: RWZI-lozingen	81							
Totaal wateraanbod		620							
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW	
	Totaal watergebruik	107	4	19	3,0	1,2	134	82	
	Industrie	99	0,6	1,7	0,6	1,1	103	53	
	Land- en tuinbouw	1	2,6	0,4	0,35	0,08	4	4	
	Natuur	4	-	-	-	-	4	4	
	Handel en diensten	3	0,2	2,6	0,2	0,03	6	5	
	Huishoudens	0	0	14	2	0	16	16	
	Leidingwaterproductie	0							
	Totale uitstroom	514							
	Uitstroom Kanaal Gent - Oostende te Oostende	278							
	Naar Kanaal Plassendale - Nieuwpoort	-17							
	Uitstroom Boudewijnkanaal te Zeebrugge	20							
	Afleidingskanaal van de Leie & Leopoldkanaal te Zeebrugge	232							
	Uitstroom naar Nederland	0							
	Nodig voor ecologisch minimale debieten	5							
	Totaal watergebruik + uitstroom		620						
	Balans	Rest	0						

Waterbalans Maasbekken		Mm ³ /jaar							
Aanbod	Instroom oppervlaktewater	69							
	Neerslagafstroming: totaal	299							
	Lozingen	55							
	Effluentwater: bedrijfslozingen	19							
	Effluentwater: RWZI-lozingen	36							
Totaal wateraanbod		424							
Verbruik	Type waterbron	OW incl. lozing	GW	LW	HW	AW	Totaal incl. lozing OW	Totaal excl. lozing OW	
	Totaal watergebruik	20	37	19	2,8	5,2	84	65	
	Industrie	7	4,4	0,9	0,3	5,0	17	-2	
	Land- en tuinbouw	3	12,5	0,8	0,15	0,07	17	17	
	Natuur	10	-	-	-	-	10	10	
	Handel en diensten	0	0,6	1,2	0,1	0,04	2	2	
	Leidingwaterproductie	0	19	0	0	0	19	19	
	Huishoudens	0	0	16	2	0	19	19	
	Uitstroom naar Nederland	404							
	Nodig voor ecologisch minimale debieten	138							
	Totaal watergebruik + uitstroom		424						
	Balans	Rest	0						

Tabel 92: Totale waterbalans voor de verschillende andere Vlaamse bekkens o.b.v. de periode 2005-2019, voor verschillende deelcomponenten van wateraanbod en watervraag, in Mm³/jaar.

Conform de aanpak gevolgd voor de andere pilootgebieden staan in Tabel 93 de resultaten samengevat voor de jaargemiddelde waterbeschikbaarheid o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode van juli 2018. In deze waterbalans werden nog geen waterbesparende maatregelen toegepast. Daardoor zijn er op een groot aantal locaties watertekorten. De toepassing van het afwegingskader hierop heeft dus als doel om deze tekorten op een meest efficiënte wijze te verminderen en de impact tijdens de waterschaarstecrisis te beperken, rekening houdend met de kosten en baten.

Waterbeschikbaarheid Leiebekken		
	Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
	Jaar	juli 2018
Leie		
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 300</i>	8	-1
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 301</i>	11	0
<i>Leie opwaartse instroom</i>	533	61
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 311</i>	767	255
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 330</i>	816	252
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 331</i>	866	252
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 350</i>	746	48
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 351 = afwaarts Afleidingskanaal van de Leie</i>	108	4
<i>Leie, afwaarts VHA-zone 352 = uitstroom Ringvaart om Gent</i>	117	3
Zijwaterlopen opwaarts Leie		
<i>Geluwebeek, afwaarts VHA-zone 310</i>	6	-1
<i>Heulebeek, afwaarts VHA-zone 312</i>	31	-3
<i>Gaverbeek, afwaarts VHA-zone 320</i>	18	-2
<i>Gaverbeek, afwaarts VHA-zone 321</i>	32	0
Mandel		
<i>Mandel opwaarts & Krommebeek, afwaarts VHA-zone 340</i>	8	-3
<i>Roobeek, afwaarts VHA-zone 341</i>	10	-2
<i>Mandel, afwaarts VHA-zone 342</i>	35	0
<i>Devebeek, afwaarts VHA-zone 343</i>	18	-3
<i>Mandel, afwaarts VHA-zone 344</i>	53	-10
<i>Kanaal Roeselare - Leie, afwaarts VHA-zone 121</i>	9	-2
Kanaal Bossuit - Kortrijk		
<i>Kanaal Bossuit - Kortrijk, afwaarts VHA-zone 120</i>	1	0

Waterbeschikbaarheid Bovenscheldebekken		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaar	juli 2018
Bovenschelde			
	<i>Bovenschelde opwaartse instroom</i>	656	59
	<i>Bovenschelde, afwaarts VHA-zone 440</i>	668	60
	<i>Bovenschelde, afwaarts VHA-zone 441</i>	677	49
	<i>Bovenschelde, afwaarts VHA-zone 452</i>	815	150
	<i>Bovenschelde, afwaarts VHA-zone 470</i>	967	264
	<i>Bovenschelde, afwaarts VHA-zone 471</i>	982	266
Zijwaterlopen Bovenschelde			
	<i>Rone, afwaarts VHA-zone 442</i>	9	0
	<i>Molenbeek / Beiaardbeek, afwaarts VHA-zone 450</i>	3	-1
	<i>Maarkebeek, afwaarts VHA-zone 451</i>	11	-1
	<i>Zwalmbeek, afwaarts VHA-zone 460</i>	11	-1
	<i>Zwalmbeek, afwaarts VHA-zone 461</i>	25	0

Waterbeschikbaarheid Benedenscheldebekken		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaar	juli 2018
Zeeschelde			
	<i>Zeeschelde opwaarts (afwaarts VHA-zone 473)</i>	1131	277
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 472</i>	884	10
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 481</i>	943	21
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 483</i>	987	32
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 484</i>	1356	79
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 810</i>	1372	85
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 811</i>	1377	86
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 812</i>	1382	86
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 813</i>	1422	95
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 814</i>	1427	95
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 815</i>	1441	100
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 842</i>	2928	754
	<i>Zeeschelde, afwaarts VHA-zone 850 = uitstroom naar Nederland</i>	3345	935
Rupel			
	<i>Rupel, afwaarts VHA-zone 824 = uitstroom naar Zeeschelde</i>	1324	572
Kanalen Brussel - Charleroi, Brussel - Rupel en Leuven - Dijle			
	<i>Kanaal Brussel - Charleroi, opwaartse instroom</i>	76	47
	<i>Kanaal Brussel - Charleroi (VHA-zone 112)</i>	23	48
	<i>Kanaal Brussel - Rupel (VHA zone 112) = uitstroom naar Zeeschelde</i>	91	58
	<i>Kanaal Leuven - Dijle = uitstroom naar Rupel</i>	0	0
Zijwaterlopen opwaarts Zeeschelde			
	<i>Molenbeek / Gondebeek, afwaarts VHA-zone 474</i>	12	1
	<i>Molenbeek / Kottebeek, afwaarts VHA-zone 480</i>	16	1
	<i>Molenbeek / Grote Beek, afwaarts VHA-zone 482</i>	19	2
	<i>Zielbeek / Bosbeek, afwaarts VHA-zone 822</i>	16	2
	<i>Polder van het Land van Waas, afwaarts VHA-zone 861</i>	21	2
	<i>Polder van het Land van Waas, afwaarts VHA-zone 862</i>	37	1
	<i>Polder van het Land van Waas, afwaarts VHA-zone 863</i>	6	-1
	<i>De Vliet / Grote Molenbeek, afwaarts VHA-zone 113</i>	18	2
	<i>De Vliet / Grote Molenbeek, afwaarts VHA-zone 114</i>	31	4
	<i>De Vliet / Grote Molenbeek, afwaarts VHA-zone 115</i>	43	3
Durme (Polder Schelde Durme Oost)			
	<i>Lede, afwaarts VHA-zone 800</i>	12	0
	<i>Bovendurme, afwaarts VHA-zone 801</i>	25	4
	<i>Benendurme, afwaarts VHA-zone 802</i>	32	4
Bovenvliet & Barbierbeek			
	<i>Bovenvliet, afwaarts VHA-zone 840</i>	25	7
	<i>Barbierbeek, afwaarts VHA-zone 841</i>	7	0
Groot Schijn & Antitankkanaal			
	<i>Groot Schijn, afwaarts VHA-zone 830</i>	6	0
	<i>Groot Schijn, afwaarts VHA-zone 831</i>	18	2
	<i>Groot Schijn, afwaarts VHA-zone 832</i>	38	10
	<i>Groot Schijn, afwaarts VHA-zone 833</i>	15	3
	<i>Groot Schijn, afwaarts VHA-zone 834</i>	26	7
	<i>Groot Schijn, afwaarts VHA-zone 835</i>	51	19
	<i>Antitankkanaal, afwaarts VHA-zone 108</i>	5	4

Waterbeschikbaarheid Dijle- en Zennebekken		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaar	juli 2018
Zenne			
Zenne, opwaartse instroom	57		4
Zenne, afwaarts VHA-zone 700	71		6
Zenne, afwaarts VHA-zone 702 = opwaarts Brussel	89		6
Zenne, afwaarts Brussel	154		22
Zenne, afwaarts VHA-zone 704	180		27
Zenne, afwaarts VHA-zone 705	186		26
Dijle			
Dijle, opwaartse instroom	22		-14
Dijle, afwaarts VHA-zone 710	33		-22
Dijle, afwaarts VHA-zone 713	88		18
Dijle, afwaarts VHA-zone 720	105		28
Dijle, afwaarts VHA-zone 721	119		41
Dijle, afwaarts VHA-zone 727	225		41
Zuunbeek			
Zuunbeek, afwaarts VHA-zone 701	17		3
Woluwe			
Woluwe, afwaarts VHA-zone 703	10		2
Zijwaterlopen Dijle			
Ijse, afwaarts VHA-zone 711	13		3
Molenbeek / Parkbeek, afwaarts VHA-zone 712	6		-2
Leibeek / Laakbeek, afwaarts VHA-zone 722	26		2
Weesbeek, afwaarts VHA-zone 723	27		2
Barebeek, afwaarts VHA-zone 724	11		3
Vrouwvliet, afwaarts VHA-zone 725	26		0
Vrouwvliet, afwaarts VHA-zone 726	43		0

Waterbeschikbaarheid Netebekken		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaar	juli 2018
Grote Nete			
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA zone 500</i>	16	-3
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 502</i>	17	-10
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 510</i>	61	5
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 513</i>	84	-12
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 514</i>	90	-19
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 520</i>	103	-16
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 522</i>	158	10
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 560</i>	178	18
	<i>Grote Nete, afwaarts VHA-zone 561</i>	451	-15
Kleine Nete			
	<i>Kleine Nete, afwaarts VHA-zone 532</i>	53	-30
	<i>Kleine Nete, afwaarts VHA-zone 552</i>	226	-68
De Aa			
	<i>De Aa, afwaarts VHA-zone 540</i>	77	-24
	<i>De Aa, afwaarts VHA-zone 541</i>	105	-59
Kleine Neet & Wamp			
	<i>Kleine Neet, afwaarts VHA-zone 530</i>	26	-2
	<i>Wamp, afwaarts VHA-zone 531</i>	15	0
Molse Nete & Grote Laak			
	<i>Molse Nete, afwaarts VHA-zone 501</i>	18	-2
	<i>Grote Laak, afwaarts VHA-zone 511</i>	10	1
	<i>Grote Laak, afwaarts VHA-zone 512</i>	35	5
Wimp			
	<i>Wimp, afwaarts VHA-zone 521</i>	21	4
Molenbeek / Bollaak			
	<i>Molenbeek / Bollaak, afwaarts VHA-zone 550</i>	19	1
	<i>Molenbeek / Bollaak, afwaarts VHA-zone 551</i>	27	0

Waterbeschikbaarheid Denderbekken		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaar	juli 2018
Dender			
<i>Dender opwaartse instroom</i>	123	3	
<i>Dender, afwaarts VHA-zone 410</i>	169	2	
<i>Dender, afwaarts VHA-zone 420</i>	194	0	
<i>Dender, afwaarts VHA-zone 423</i>	261	8	
<i>Dender, afwaarts VHA-zone 433 = uitstroom naar Zeeschelde</i>	330	12	
Marke			
<i>Marke, opwaartse instroom</i>	9	0	
<i>Marke, afwaarts VHA-zone 400</i>	19	-1	
<i>Marke, afwaarts VHA-zone 401</i>	34	-3	
Andere zijwaterlopen Dender			
<i>Molenbeek / Pachtbosbeek, afwaarts VHA-zone 411</i>	13	0	
<i>Wolfputbeek, afwaarts VHA-zone 421</i>	12	1	
<i>Bellebeek, afwaarts VHA-zone 422</i>	22	-2	
<i>Molenbeek / Graadbeek, afwaarts VHA-zone 430</i>	6	0	
<i>Molenbeek / Plankebeek, afwaarts VHA-zone 431</i>	19	1	
<i>Molenbeek / Plankebeek, afwaarts VHA-zone 432</i>	8	0	

Waterbeschikbaarheid bekken van de Gentse Kanalen		
	Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
	Jaar	juli 2018
Ringvaart om Gent		
<i>Ringvaart om Gent, VHA-zone 138</i>	215	83
<i>Ringvaart om Gent, VHA-zone 151</i>	663	193
Kanaal Gent - Terneuzen		
<i>Kanaal Gent - Terneuzen, afwaarts VHA-zone 132</i>	276	-201
<i>Kanaal Gent - Terneuzen, afwaarts VHA-zone 137</i>	294	-233
Waterlopen Meetjesland		
<i>Poekebeek, afwaarts VHA-zone 140</i>	35	10
<i>Oude Kale, afwaarts VHA-zone 130</i>	12	1
<i>T'Liefken, afwaarts VHA-zone 130</i>	22	-2
<i>Sleidingsvaardeken & Brakeleike, afwaarts VHA-zone 131</i>	6	0
<i>Burggravenstroom & Avrijevaart, afwaarts VHA-zone 137</i>	19	1
Polders Meetjesland		
<i>Zwartesluisbeek, afwaarts VHA-zone 80 (Zwarte Sluispolder Assenede)</i>	4	1
<i>Isabellastroom, afwaarts VHA-zone 81 (Isabellapolder)</i>	12	2
<i>Spelonkvardeken, afwaarts VHA-zone 73 (Moerbekepolder)</i>	7	2
Polder Moervaart en Zuidlede & Polder Sinaai-Daknam:		
<i>Zuidlede, afwaarts VHA-zone 133</i>	10	2
<i>Moervaart, afwaarts VHA-zone 134</i>	15	4
<i>Moervaart & Kanaal van Stekene, afwaarts VHA-zone 135</i>	37	11
<i>Moervaart, afwaarts VHA-zone 136</i>	55	16

Waterbeschikbaarheid bekken van de Brugse Polders		
	Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
	Jaar	juli 2018
Kanaal Gent - Oostende		
<i>Kanaal Gent - Oostende, afwaarts VHA-zone 154</i>	733	262
<i>Kanaal Gent - Oostende, afwaarts VHA-zone 155</i>	130	40
<i>Kanaal Gent - Oostende, afwaarts VHA-zone 157 = uitstroom naar Noordzee</i>	278	47
Boudewijnkanaal		
<i>Boudewijnkanaal, afwaarts (VHA-zone 160) = uitstroom naar Noordzee</i>	20	-22
Afleidingskanaal van de Leie		
<i>Afleidingskanaal opwaartse instroom vanuit Leie</i>	888	278
<i>Afleidingskanaal, afwaarts VHA-zone 141</i>	899	281
<i>Afleidingskanaal, afwaarts VHA-zone 142</i>	151	-2
<i>Afleidingskanaal, afwaarts VHA-zone 143</i>	164	2
<i>Afleidingskanaal, afwaarts VHA-zone 144</i>	164	2
<i>Afleidingskanaal, afwaarts VHA-zone 147 = uitstroom naar Noordzee</i>	164	2
Leopoldkanaal		
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 82 (Isabellapolder & Generale Vrije Polders)</i>	6	1
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 83 (Slependammepolders & Generale Vrije Polders)</i>	0	0
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 84 (Slependammepolders)</i>	27	7
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 85 (Polder van Maldegem & Oostkustpolder)</i>	34	9
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 87 (Oostkustpolder)</i>	38	10
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 88 (Oostkustpolder)</i>	44	11
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 92 (Oostkustpolder)</i>	46	11
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 93 (Oostkustpolder)</i>	58	15
<i>Leopoldkanaal, afwaarts VHA-zone 96 (Oostkustpolder)</i>	68	22
Kanaal van Brugge naar Sluis		
<i>Kanaal van Brugge naar Sluis, afwaarts VHA-zone 145</i>	0	0
<i>Kanaal van Brugge naar Sluis, afwaarts VHA-zone 146</i>	0	0
Nieuwe Polder van Blankenberge		
<i>Blankenbergse Vaart, afwaarts VHA-zone 50</i>	6	-1
<i>Blankenbergse Vaart, afwaarts VHA-zone 51</i>	6	1
<i>Lissewegevaart, afwaarts VHA-zone 60</i>	17	1
<i>Jabbeekse Beek, afwaarts VHA-zone 30</i>	5	1
<i>Geleedbeek, afwaarts VHA-zone 31</i>	11	2
<i>Noordede, afwaarts VHA-zone 32</i>	3	0
<i>Noordede, afwaarts VHA-zone 33</i>	10	1
<i>Noordede, afwaarts VHA-zone 34</i>	17	2
Andere deelstroomgebieden Oostkustpolder		
<i>Hoge Watering, afwaarts VHA-zone 86</i>	3	1
<i>Zuidervaartje, afwaarts VHA-zone 91</i>	3	1
<i>Eienbroekvaart, afwaarts VHA-zone 94</i>	8	3
<i>Isabellavaart, afwaarts VHA-zone 95</i>	8	6
Waterlopen zuiden van Brugge		
<i>Rivierbeek, afwaarts VHA-zone 156</i>	41	-2
<i>Kerkebeek, afwaarts VHA-zone 90</i>	24	2

Waterbeschikbaarheid Demerbekken		Waterbeschikbaarheid [Mm3/jaar]	
		Jaar	juli 2018
Demer			
	afwaarts VHA zone 600	6	-9
	afwaarts VHA-zone 601	42	-1
	afwaarts VHA-zone 602	68	4
	afwaarts VHA-zone 604	85	5
	afwaarts VHA-zone 663	0	0
	afwaarts VHA-zone 664	362	50
	afwaarts VHA-zone 665	372	50
	afwaarts VHA-zone 666	411	48
Herk			
	instroom Herk uit Wallonië	7	-4
	afwaarts VHA-zone 610 Herk	13	-8
	afwaarts VHA-zone 612 Herk	25	-9
	afwaarts VHA-zone 611 Mombeek	6	0
	afwaarts VHA-zone 613 Herk	44	-3
Kleine Gete			
	instroom Kleine Gete uit Wallonië	23	13
	afwaarts VHA-zone 621 Kleine Gete	29	16
Grote Gete			
	instroom Grote Gete uit Wallonië	14	-1
	afwaarts VHA-zone 622 Grote Gete	20	-1
	afwaarts VHA-zone 623 Grote Gete	29	1
	afwaarts VHA-zone 632b Houwersbeek	10	5
	afwaarts VHA-zone 633 Gete	109	20
Melsterbeek			
	afwaarts VHA-zone 630 Melsterbeek	5	-4
	afwaarts VHA-zone 631 Melsterbeek	9	-6
	afwaarts VHA-zone 632a Melsterbeek	25	-5
Velpe			
	afwaarts VHA-zone 640 Velpe	4	-1
	afwaarts VHA-zone 641 Velpe	8	-2
	afwaarts VHA-zone 642 Velpe	14	-3
	afwaarts VHA-zone 660 Demer	15	-2
Zwarte Beek			
	afwaarts VHA-662 Zwarte Beek	15	-2
	afwaarts VHA-zone 663 Zwarte Beek	36	-2
Winge			
	afwaarts VHA-zone 650 Winge	5	0
	afwaarts VHA-zone 651 Winge	29	-3
Andere			
	afwaarts VHA-zone 661 Begijnebeek	7	1
	afwaarts VHA-zone 605 Mangelbeek	21	6
	afwaarts VHA-zone 603 Slangbeek en Roosterbeek	9	3
	afwaarts VHA-zone 620 Dormaalbeek	5	-1

Waterbeschikbaarheid Maasbekken		
	Waterbeschikbaarheid [Mm ³ /jaar]	
	Jaar	juli 2018
Maasbekken noorden prov. Antwerpen		
<i>A, afwaarts VHA zone 933 = uitstroom naar Nederland</i>	10	0
<i>Leyloop, afwaarts VHA-zone 934 = uitstroom naar Nederland</i>	4	0
<i>Mark, afwaarts VHA-zone 940</i>	14	-1
<i>Mark, afwaarts VHA-zone 941</i>	32	2
<i>Mark, afwaarts VHA-zone 945 = uitstroom naar Nederland</i>	42	-1
<i>Weehagensebeek, afwaarts VHA-zone 942 = uitstroom naar Nederland</i>	5	0
<i>Kleine A / Weerijksebeek, afwaarts VHA-zone 943 = uitstroom naar Nederland</i>	12	0
<i>Sluiskensbeek, afwaarts VHA-zone 944 = uitstroom naar Nederland</i>	7	0
<i>Kleine Aa, afwaarts VHA-zone 950 = uitstroom naar Nederland</i>	30	14
Maasbekken oosten en zuiden prov. Limburg		
<i>Dommel, afwaarts VHA-zone 935 = uitstroom naar Nederland</i>	26	2
<i>Keersop-Elzenloop, afwaarts VHA-zone 930 = uitstroom naar Nederland</i>	2	0
<i>Warmbeek, afwaarts VHA-zone 931 = uitstroom naar Nederland</i>	9	-4
<i>Erkbeek, afwaarts VHA-zone 932 = uitstroom naar Nederland</i>	3	0
<i>Lozerbroekbeek, afwaarts VHA-zone 923 = uitstroom naar Nederland</i>	6	0
<i>Abeek, afwaarts VHA-zone 921 = uitstroom naar Nederland</i>	11	-3
<i>afwaarts VHA-zone 922 = uitstroom naar Grensmaas</i>	17	-11
<i>o.a. Vrietselbeek, afwaarts VHA-zone 920 = uitstroom naar Grensmaas</i>	12	-1
<i>Jeker, opwaartse instroom uit Wallonië</i>	17	-4
<i>Jeker, afwaarts VHA-zone 901 = uitstroom naar Maas (Wallonië)</i>	24	-6
<i>Voer, opwaartse instroom uit Wallonië</i>	9	5
<i>Berwijn, opwaartse instroom uit Wallonië</i>	6	-3
<i>Voer, afwaarts VHA-zone 900 = uitstroom naar Maas (Wallonië)</i>	31	14
<i>Gulp, afwaarts VHA-zone 910 = uitstroom naar Maas (Wallonië)</i>	13	2

Tabel 93: Waterbeschikbaarheid per deelgebied (deelstroomgebied) voor de verschillende andere Vlaamse bekkens o.b.v. de periode 2005-2019 en voor de droogteperiode van juli 2018, in Mm³/jaar (voor de droge periode werden de waarden herschaald naar dezelfde eenheid om cijfers gemakkelijker te kunnen vergelijken).

Impact mogelijke maatregelen

De impactresultaten worden hierna voor al deze bekkens en voor die droogteperiode van juli 2018 samengevat. Aangezien alle maatregelen al aan bod kwamen bij de toepassing op de pilootgebieden, wordt verwezen naar die gebieden voor verdere details bij de berekening. Hieronder worden enkel samenvattende beschouwingen en resultaten gegeven.

Maatregelen landbouw – Beperking of verbod irrigatie van landbouwgewassen

Bij een volledig irrigatieverbod gedurende de maand juli 2018 in de andere Vlaamse bekkens varieert de totale waterbesparing van 5 Mm³/jaar in het Denderbekken tot 34 Mm³/jaar in het Leiebekken. Dit gaat gepaard met een berekend economisch verlies van 0,6 MEUR in het Denderbekken tot 3,2 MEUR in het Leiebekken of verdeeld over de 37 dagen van het irrigatieverbod komt dat op een kost van 0,02 tot 0,09 MEUR/dag. Tabel 91 geeft de deelresultaten bij deze berekening.

Irrigatiebehoefte landbouw Leiebekken			
irrigatiebehoefte [Mm ³ /jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekkens			
<i>Totaal</i>		3	34
<i>Aardappelen</i>		0,7	10,4
<i>Bloemkool</i>		1,0	10,8
<i>Boon</i>		0,1	0,5
<i>Erwt</i>		0,1	1,0
<i>Fruit en noten</i>		0,0	0,4
<i>Grasland</i>		0,0	0,1
<i>Mais</i>		0,1	1,0
<i>Suikerbieten</i>		0,0	0,1
<i>Wortel</i>		0,6	9,7
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
<i>deelbekken 1054</i>		0,4	4,4
<i>deelbekken 1216</i>		0,5	4,9
<i>deelbekken 1317</i>		0,9	9,3
<i>deelbekken 1394</i>		0,5	6,2
<i>deelbekken 1429</i>		0,5	5,1
<i>deelbekken 1479</i>		0,5	4,1

Kost irrigatieverbod gewassen Leiebekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	236398	212926	23472	3299298
<i>Aardappelen</i>	121639	107153	14486	1810709
<i>Bloemkool</i>	4056	1704	2352	743389
<i>Boon</i>	88	88	0	0
<i>Erwt</i>	69	64	5	1464
<i>Fruit en noten</i>	9443	8797	646	258458
<i>Grasland</i>	25601	25593	7	0
<i>Mais</i>	38212	37862	350	40602
<i>Suikerbieten</i>	7027	6929	98	2450
<i>Wortel</i>	30262	24734	5528	442225

Irrigatiebehoefte landbouw Bovenscheldebekken			
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken			
<i>Totaal</i>		1	10
<i>Aardappelen</i>		0,3	5,8
<i>Bloemkool</i>		0,0	0,1
<i>Boon</i>		0,0	0,3
<i>Erwt</i>		0,0	0,6
<i>Fruit en noten</i>		0,0	0,2
<i>Grasland</i>		0,0	0,0
<i>Maïs</i>		0,0	0,4
<i>Suikerbieten</i>		0,0	0,0
<i>Wortel</i>		0,1	2,5
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
<i>deelbekken 142</i>		0,0	0,1
<i>deelbekken 939</i>		0,2	3,0
<i>deelbekken 1412</i>		0,1	1,9
<i>deelbekken 1432</i>		0,1	1,5
<i>deelbekken 1462</i>		0,3	3,5

Kost irrigatieverbod gewassen Bovenscheldebekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	98158	89338	8819	1116659
<i>Aardappelen</i>	54696	47625	7071	883855
<i>Bloemkool</i>	67	25	42	13154
<i>Boon</i>	38	38	0	0
<i>Erwt</i>	31	28	2	683
<i>Fruit en noten</i>	3637	3383	254	101532
<i>Grasland</i>	9481	9479	2	0
<i>Maïs</i>	15798	15645	153	17768
<i>Suikerbieten</i>	7723	7651	72	1795
<i>Wortel</i>	6687	5464	1223	97872

Irrigatiebehoefte landbouw Benedenscheldebekken		
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]		
	Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken		
<i>Totaal</i>	1	19
<i>Aardappelen</i>	0,4	5,6
<i>Bloemkool</i>	0,2	1,4
<i>Boon</i>	0,0	0,2
<i>Erwt</i>	0,0	0,1
<i>Fruit en noten</i>	0,1	1,0
<i>Grasland</i>	0,0	0,3
<i>Mais</i>	0,1	1,7
<i>Suikerbieten</i>	0,0	0,1
<i>Wortel</i>	0,5	8,2
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken		
<i>deelbekken 1278</i>	0,3	3,0
<i>deelbekken 1393</i>	0,0	0,0
<i>deelbekken 1424</i>	0,5	4,4
<i>deelbekken 1426</i>	0,0	0,5
<i>deelbekken 1472</i>	0,2	1,4
<i>deelbekken 1473</i>	0,0	0,4
<i>deelbekken 1474</i>	0,2	1,4
<i>deelbekken 1475</i>	0,1	0,6
<i>deelbekken 1476</i>	0,0	0,3
<i>deelbekken 1477</i>	0,1	1,2
<i>deelbekken 1489</i>	0,2	3,9
<i>deelbekken 1490</i>	0,2	1,6

Kosten irrigatieverbod gewassen Benedenscheldebekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	235376	218143	17233	2529534
<i>Aardappelen</i>	68277	59838	8439	1054876
<i>Bloemkool</i>	714	267	447	141331
<i>Boon</i>	35	35	0	0
<i>Erwt</i>	6	5	1	172
<i>Fruit en noten</i>	29994	27945	2049	819535
<i>Grasland</i>	40423	40410	13	0
<i>Mais</i>	59338	58715	623	72283
<i>Suikerbieten</i>	5538	5329	209	5232
<i>Wortel</i>	31050	25598	5451	436106

Irrigatiebehoefte landbouw Dijle- en Zennebekken			
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken			
<i>Totaal</i>		1	8
<i>Aardappelen</i>		0,2	4,0
<i>Bloemkool</i>		0,0	0,4
<i>Boon</i>		0,0	0,1
<i>Erwt</i>		0,0	0,2
<i>Fruit en noten</i>		0,0	0,3
<i>Grasland</i>		0,0	0,0
<i>Mais</i>		0,0	0,4
<i>Suikerbieten</i>		0,0	0,0
<i>Wortel</i>		0,2	3,0
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
<i>deelbekken 1219</i>		0,1	1,2
<i>deelbekken 1324</i>		0,1	1,0
<i>deelbekke 1343</i>		0,1	0,7
<i>deelbekken 1344</i>		0,1	0,7
<i>deelbekken 1398</i>		0,0	0,2
<i>deelbekken 1415</i>		0,1	0,7
<i>deelbekken 1416</i>		0,1	0,7
<i>deelbekken 1449</i>		0,0	0,3
<i>deelbekken 1480</i>		0,1	1,7
<i>deelbekken 1481</i>		0,1	0,5
<i>deelbekken 1482</i>		0,1	0,8
<i>deelbekken 1483</i>		0,0	0,1

Kost irrigatieverbod gewassen Dijle- en Zennebekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	96753	89137	7616	997284
<i>Aardappelen</i>	37369	32296	5073	634147
<i>Bloemkool</i>	93	47	46	14514
<i>Boon</i>	6	6	0	0
<i>Erwt</i>	24	20	4	1252
<i>Fruit en noten</i>	6846	6396	449	179794
<i>Grasland</i>	16023	16021	1	0
<i>Mais</i>	15209	15077	132	15286
<i>Suikerbieten</i>	10208	10198	10	258
<i>Wortel</i>	10975	9075	1900	152031

Irrigatiebehoefte landbouw Netebekken			
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken			
<i>Totaal</i>		1	14
<i>Aardappelen</i>		0,4	4,6
<i>Bloemkool</i>		0,0	0,2
<i>Boon</i>		0,0	0,2
<i>Erwt</i>		0,0	0,1
<i>Fruit en noten</i>		0,0	0,3
<i>Grasland</i>		0,0	0,4
<i>Maïs</i>		0,2	2,8
<i>Suikerbieten</i>		0,0	0,2
<i>Wortel</i>		0,5	5,3
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
<i>deelbekken 1357</i>		0,1	1,0
<i>deelbekken 1402</i>		0,2	1,4
<i>deelbekken 1403</i>		0,5	3,7
<i>deelbekken 1434</i>		0,1	0,9
<i>deelbekken 1440</i>		0,2	1,8
<i>deelbekken 1442</i>		0,0	0,4
<i>deelbekken 1463</i>		0,1	0,8
<i>deelbekken 1464</i>		0,1	0,6
<i>deelbekken 1484</i>		0,1	1,0
<i>deelbekken 1485</i>		0,1	0,7
<i>deelbekken 1486</i>		0,0	0,3
<i>deelbekken 1491</i>		0,1	1,1
<i>deelbekken 1492</i>		0,1	0,6

Kost irrigatieverbod gewassen Netebekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	259860	244159	15701	1881812
<i>Aardappelen</i>	67142	58853	8289	1036110
<i>Bloemkool</i>	137	52	85	27006
<i>Boon</i>	46	46	0	0
<i>Erwt</i>	11	11	0	57
<i>Fruit en noten</i>	10409	9730	679	271727
<i>Grasland</i>	57382	57360	21	0
<i>Maïs</i>	85759	84773	986	114386
<i>Suikerbieten</i>	7885	7547	338	8460
<i>Wortel</i>	31089	25788	5301	424065

Irrigatiebehoefte landbouw Denderbekken		
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]		
	Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken		
<i>Totaal</i>	0,3	5,1
<i>Aardappelen</i>	0,2	3,2
<i>Bloemkool</i>	0,0	0,2
<i>Boon</i>	0,0	0,0
<i>Erwt</i>	0,0	0,0
<i>Fruit en noten</i>	0,0	0,2
<i>Grasland</i>	0,0	0,0
<i>Mais</i>	0,0	0,2
<i>Suikerbieten</i>	0,0	0,0
<i>Wortel</i>	0,0	1,2
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken		
<i>deelbekken 1058</i>	0,1	0,7
<i>deelbekken 1059</i>	0,0	0,7
<i>deelbekken 1347</i>	0,1	1,2
<i>deelbekken 1348</i>	0,0	0,4
<i>deelbekken 1350</i>	0,0	0,5
<i>deelbekken 1413</i>	0,1	0,9
<i>deelbekken 1414</i>	0,0	0,8

Kost irrigatieverbod gewassen Denderbekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	54177	49862	4315	600118
<i>Aardappelen</i>	24214	20748	3466	433214
<i>Bloemkool</i>	32	17	15	4785
<i>Boon</i>	4	4	0	0
<i>Erwt</i>	0	0	0	0
<i>Fruit en noten</i>	3897	3608	289	115500
<i>Grasland</i>	11315	11314	0	0
<i>Mais</i>	10393	10309	84	9739
<i>Suikerbieten</i>	1898	1898	0	0
<i>Wortel</i>	2425	1964	461	36880

Irrigatiebehoefte landbouw bekken Gentse Kanalen		
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]		
	Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken		
<i>Totaal</i>	2	17
<i>Aardappelen</i>	0,5	7,8
<i>Bloemkool</i>	0,0	1,0
<i>Boon</i>	0,0	0,1
<i>Erwt</i>	0,1	0,1
<i>Fruit en noten</i>	1,1	0,4
<i>Grasland</i>	0,0	0,3
<i>Mais</i>	0,1	2,4
<i>Suikerbieten</i>	0,0	0,5
<i>Wortel</i>	0,3	4,1
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken		
<i>deelbekken 1420</i>	0,1	4,2
<i>deelbekken 1436</i>	0,1	2,4
<i>deelbekken 1437</i>	0,0	1,6
<i>deelbekken 1458</i>	0,1	5,4
<i>deelbekken 1459</i>	0,1	2,5
<i>deelbekken 1470</i>	0,1	0,5
<i>deelbekken 1471</i>	0,0	0,1

Kost irrigatieverbod gewassen Gentse Kanalen				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	276630	257078	19552	2477969
<i>Aardappelen</i>	109874	96503	13371	1671356
<i>Bloemkool</i>	338	145	193	60918
<i>Boon</i>	15	15	0	0
<i>Erwt</i>	6	6	0	63
<i>Fruit en noten</i>	12592	11736	856	342366
<i>Grasland</i>	39242	39226	16	0
<i>Mais</i>	77578	76732	845	98046
<i>Suikerbieten</i>	15822	15158	664	16594
<i>Wortel</i>	21163	17555	3608	288626

Irrigatiebehoefte landbouw bekken Brugse Polders			
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken			
<i>Totaal</i>		2	17
<i>Aardappelen</i>		0,5	8,0
<i>Bloemkool</i>		0,0	2,2
<i>Boon</i>		0,0	0,2
<i>Erwt</i>		0,1	0,9
<i>Fruit en noten</i>		1,1	0,1
<i>Grasland</i>		0,0	0,2
<i>Mais</i>		0,1	1,7
<i>Suikerbieten</i>		0,0	0,0
<i>Wortel</i>		0,3	3,8
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
<i>deelbekken 1089</i>		0,1	6,2
<i>deelbekken 1206</i>		0,1	2,0
<i>deelbekken 1306</i>		0,0	1,1
<i>deelbekken 1418</i>		0,1	1,0
<i>deelbekken 1419</i>		0,1	0,0
<i>deelbekken 1468</i>		0,1	2,0
<i>deelbekken 1469</i>		0,0	1,5
<i>deelbekken 1488</i>		0,2	3,2

Kost irrigatieverbod gewassen bekken Brugse Polders				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	268481	248283	20198	2583968
<i>Aardappelen</i>	121485	106468	15017	1877179
<i>Bloemkool</i>	1422	523	899	284192
<i>Boon</i>	46	46	0	0
<i>Erwt</i>	88	83	5	1519
<i>Fruit en noten</i>	2674	2502	172	68651
<i>Grasland</i>	56964	56942	22	0
<i>Mais</i>	65467	64711	756	87720
<i>Suikerbieten</i>	712	687	24	612
<i>Wortel</i>	19621	16320	3301	264096

Irrigatiebehoefte landbouw Maasbekken			
irrigatiebehoefte [Mm3/jaar]			
		Jaargem 2005-2019	juli 2018
Totale irrigatiebehoefte ganse bekken			
<i>Totaal</i>		2	20
<i>Aardappelen</i>		0,4	4,5
<i>Bloemkool</i>		0,1	0,6
<i>Boon</i>		0,0	0,4
<i>Erwt</i>		0,2	1,8
<i>Fruit en noten</i>		0,1	1,4
<i>Grasland</i>		0,0	0,4
<i>Mais</i>		0,3	3,6
<i>Suikerbieten</i>		0,0	0,5
<i>Wortel</i>		0,7	7,1
Totale irrigatiebehoefte per deelbekken			
<i>deelbekken 967</i>		0,1	0,4
<i>deelbekken 994</i>		0,2	2,1
<i>deelbekken 1123</i>		0,1	0,7
<i>deelbekken 1192</i>		0,1	0,9
<i>deelbekken 1232</i>		0,2	1,8
<i>deelbekken 1256</i>		0,2	1,2
<i>deelbekken 1336</i>		0,2	1,3
<i>deelbekken 1405</i>		0,7	5,4
<i>deelbekken 1406</i>		0,0	0,3
<i>deelbekken 1407</i>		0,3	2,5
<i>deelbekken 1465</i>		0,4	3,5

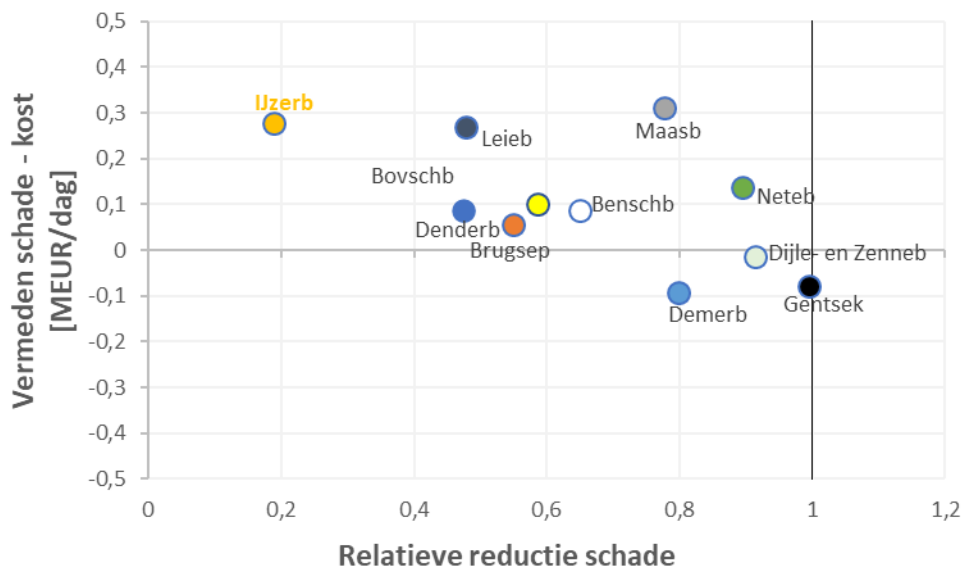
Kost irrigatieverbod gewassen Maasbekken				
	Opbrengst zonder irrigatieverbod (ton)	Opbrengst na irrigatieverbod (ton)	Opbrengstverlies (ton)	Opbrengstverlies (EUR)
Totaal	356387	336528	19859	2907518
<i>Aardappelen</i>	62164	54345	7819	977397
<i>Bloemkool</i>	330	122	208	65642
<i>Boon</i>	74	74	0	0
<i>Erwt</i>	224	205	19	5556
<i>Fruit en noten</i>	44039	41209	2831	1132316
<i>Grasland</i>	65199	65179	20	0
<i>Mais</i>	113335	112055	1280	148534
<i>Suikerbieten</i>	28631	27967	664	16608
<i>Wortel</i>	42390	35372	7018	561465

Tabel 94: Deelresultaten bij de berekening van de economische kost van een volledig irrigatieverbod in juli 2018 voor de verschillende andere bekkens.

Bij een volledig irrigatieverbod, gebaseerd op de watervraag berekend met het model van BDB, wat een reductie geeft in de oppervlaktewater- en grondwateronttrekkingen, en via de grondwaterafstroming ook een reductie geeft op de laagwaterdebieten langs de waterlopen daalt de watertekortindicator in de meeste bekkens in belangrijke mate, maar de daling is sterk afhankelijk van bekken tot bekken (Figuur 291) en uiteraard ook van droogteperiode tot droogteperiode. Voor het IJzerbekken is de impact het grootst; een groot deel van het volledige oppervlaktewatertekort kan er voor die periode worden weggewerkt. Voor de andere bekkens blijft er een belangrijk oppervlaktewatertekort over. Voor bepaalde bekkens zoals Demerbekken, Netebekken, Maasbekken, Dijle- en Zennebekken, ... is dit het gevolg van het groot aantal ecologisch kwetsbare waterlopen en het voorkomen van laagwaterdebieten die zich ver onder de ecologische debieten situeren. Een vermindering van de oppervlaktewater- en freatische grondwateronttrekkingen heeft er slechts een beperkte impact op. Voor het Bekken van de Gentse kanalen is de impact beperkt omdat de irrigatiebehoefte in dat gebied relatief beperkt is.

Het netto voordeel (de vermeden schade min de kost van de maatregel) situeert zich tussen de -0,1 MEUR/dag en 0,3 MEUR/dag. Ze zijn positief voor bepaalde bekkens en negatief voor andere bekkens, afhankelijk van het precieze verschil tussen de verminderde schade en de kost. Omdat hier twee waarden van elkaar worden afgetrokken (vermeden schade en kost) die beide erg onzeker zijn, relatief klein en van dezelfde grootteorde zijn, kan men niet zomaar stellen dat irrigatieverbod niet kostenefficiënt is voor de bekkens met een negatief netto voordeel en wel kostenefficiënt voor de andere bekkens. Bovendien kan ingezoomd worden op de resultaten per deelstroomgebied omdat dit deelgebieden in beeld brengt waarvoor het verbod wel kosteneffectief is t.o.v. andere. Voor de ecologisch kwetsbare waterlopen geldt bovendien dat bij overschrijding van het ecologisch minimaal debiet als beperking het irrigatieverbod in ieder geval voorgesteld wordt onafhankelijk of het netto voordeel positief of negatief is.

Zoals voor het IJzerbekken en Demerbekken al aangehaald, kan voor alle bekkens via de resultaten van Tabel 91 verder bekeken worden of het wenselijk is om het irrigatieverbod stapsgewijs toe te passen, bijvoorbeeld door – zoals in Frankrijk – het verbod progressief toe te passen via een % onttrekkingsverbod en een bepaald aantal dagen onttrekkingsverbod per week, hetzij voor bepaalde teeltgroepen. Zo kan X% irrigatieverbod gerealiseerd worden door het irrigatieverbod eerst op te leggen voor de minder kapitaalintensieve teelten, bv. gras, maïs en bieten.

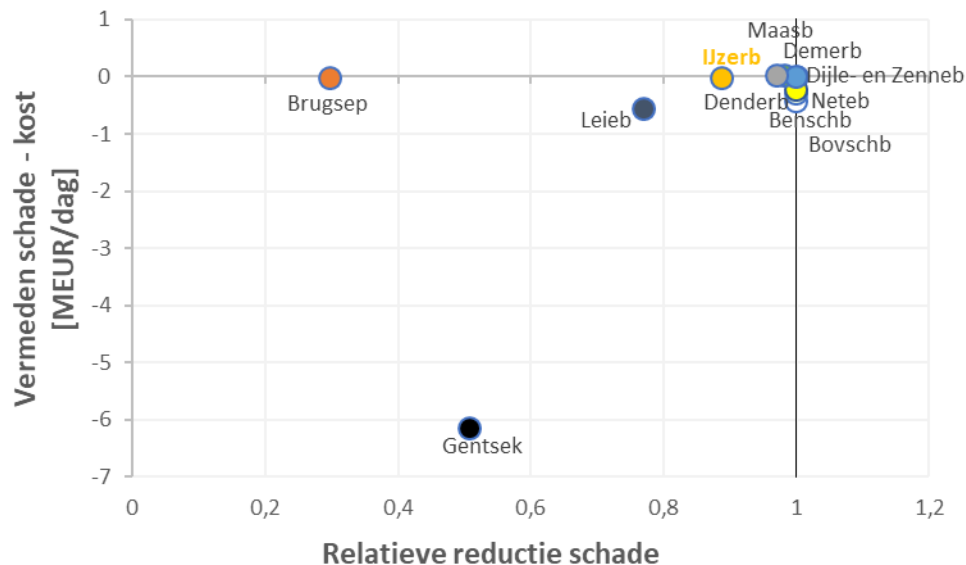


Figuur 291: Samenvatting van de impact van de maatregel (irrigatieverbod) op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekkens, totaal per bekken.

Maatregelen bedrijven – Beperking of verbod op oppervlaktewateronttrekking andere dan irrigatie

Wanneer een verbod wordt uitgevaardigd op oppervlaktewatercaptatie, door alle bedrijven inclusief landbouwbedrijven, voor alle gekende (vergunde of gemelde) capacities andere dan voor irrigatie, dan daalt de watertekortindicator voor vele bekkens minder (Figuur 292) dan bij het irrigatieverbod, maar in belangrijke mate voor het Bekken van de Brugse Polders, Bekken van de Gentse kanalen, Leiebekken en IJzerbekken. De impact die hier ingeschat wordt voor het verbod op oppervlaktewateronttrekking andere dan voor irrigatie is een onderschatting van de werkelijkheid aangezien er in het verleden geen meldingsplicht bestond voor de oppervlaktewatercaptaties uit de onbevaarbare waterlopen. Voor het Bekken van de Gentse kanalen, Bekken van de Brugse Polders, Leiebekken, IJzerbekken, ... is die onderschatting relatief t.o.v. de totale onttrekking minder het geval omwille van de aanwezigheid van kanalen waarvoor de onttrekkingen beter gekend zijn. De hier getoonde impactresultaten dienen dus voorzichtig geïnterpreteerd te worden en gecombineerd met lokale terreinkennis over de typische onttrekkingshoeveelheden tijdens droge periodes. Deze voor irrigatie werden wel volledig ingerekend, via het model van BDB (zie vorige maatregel). Het netto voordeel van het verbod op oppervlaktewateronttrekking door bedrijven incl. landbouwbedrijven, maar andere dan voor irrigatie, is voor de meeste bekkens negatief (Figuur 292). Dit betekent evenwel niet dat de maatregel best niet uitgevaardigd wordt. Voor de ecologisch kwetsbare waterlopen geldt immers dat bij overschrijding van het ecologisch minimaal debiet als beperking dat de maatregel in ieder geval voorgesteld wordt onafhankelijk of het netto voordeel positief of negatief is.

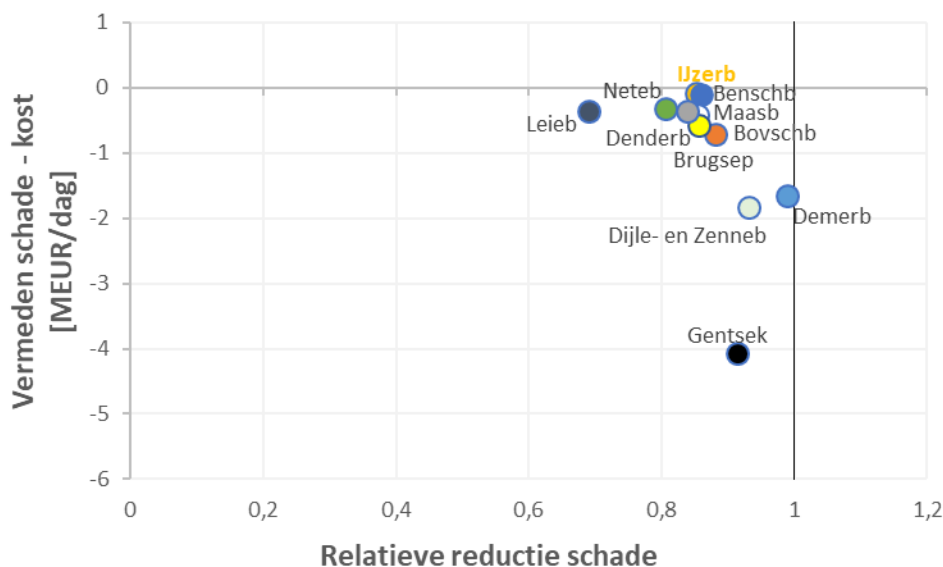
Voor het Bekken van de Gentse kanalen valt het zeer negatieve netto voordeel op in Figuur 292. Het watertekort is hier vooral veroorzaakt door het niet halen van de drempelwaarde voor het minimale debiet van 13 m³/s over 2 maanden langs het Kanaal Gent – Terneuzen zoals opgenomen in het verdrag met Nederland. Zoals bij de waterschaarste-indicatoren besproken is dit geen absolute voorwaarde en is er geen werkelijke schade aan gekoppeld. Er is voor deze droogteperiode immers nog voldoende water langs het kanaal beschikbaar om aan de totale watervraag te voldoen, maar niet om het zoutbezwaar tegen te gaan. De nul-schade die hier beschouwd werd en de hoge economische kost van een onttrekkingsverbod zorgen voor het zeer sterk negatieve netto voordeel. Bovendien stelt het verdrag “De Belgische regering zal ervoor zorgdragen dat de door het Belgische aan het Nederlandse gedeelte van het kanaal gebruikelijke minimaal toegevoegde hoeveelheid zoet water niet wordt onderschreden, tenzij een eventuele onderschrijding van deze voeding ondervangen wordt door andere maatregelen die eenzelfde effect hebben op de beperking van het zoutbezwaar”. Door tijdens de natte periode die volgt op de droge periode het kanaal te “spoelen” kan mogelijk ook aan het verdrag voldaan worden. Dit wordt best via een afzonderlijke studie bestudeerd. Het onttrekkingsverbod om zoutbezwaar tegen te gaan langs het Kanaal Gent – Terneuzen werd daarom hier niet weerhouden als maatregel.



Figuur 292: Samenvatting van de impact van de maatregel (verbod op oppervlaktewateronttrekking door bedrijven incl. landbouwbedrijven, andere dan voor irrigatie) op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekken, totaal per bekken.

Maatregelen bedrijven – Beperking of verbod op freatische grondwateronttrekking andere dan irrigatie

Wanneer een verbod wordt uitgevaardigd op freatische grondwatercaptatie, door alle bedrijven inclusief landbouwbedrijven, voor alle gekende (vergunde of gemelde) captaties andere dan voor irrigatie, dan daalt de watertekortindicator voor alle bekken (Figuur 293). De kosten van de maatregel zijn voor alle bekken groter dan de kosten verbonden aan verbod op oppervlaktewateronttrekkingen omdat een relatief groter aantal bedrijven met een grotere economische impact betrokken worden. Dit zorgt ervoor dat het netto voordeel van de maatregel voor alle bekken negatief is (Figuur 293) wat de maatregel minder prioritair en voor de meeste gebieden niet aanbevolen wordt. Wel wordt ze voorgesteld voor de freatische grondwateronttrekkingen in de buurt van de GWATES-gebieden in geval van overschrijding van de ecologisch minimale freatische grondwaterstanden als beperking.

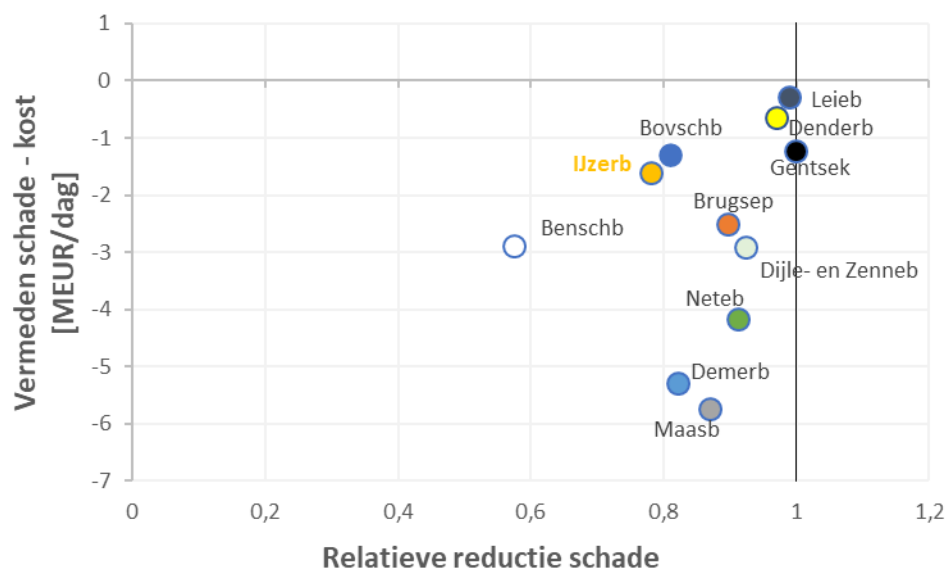


Figuur 293: Samenvatting van de impact van de maatregel (verbod op freatische grondwateronttrekking door bedrijven incl. landbouwbedrijven, andere dan voor irrigatie) op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekken, totaal per bekken.

Maatregelen natuur – Beperking of verbod waterinname in natuurgebieden

Innameverbod werd beschouwd voor bevoeiing van de natuurgebieden, vloeiveides en voor inname in vijvers in natuurgebieden. Vermits een deel hiervan bestaat uit Natura 2000 gebieden en kwetsbare natuur, wordt hier geen innamebeperking of -verbod beschouwd, dit overeenkomstig de wettelijke bepalingen. Mocht dat wel gebeuren, dan worden de resultaten van Figuur 294 bekomen.

Een volledig verbod van alle waterinnames voor natuurgebieden geeft voor de meeste bekkens een significante daling van de watertekortindicator. Het doet enerzijds de oppervlaktewaterbeschikbaarheid stijgen, maar geeft anderzijds ecologische schade aan de kwetsbare terrestrische ecosystemen. Het netto voordeel is daardoor voor alle bekkens negatief. Ze loopt voor enkele bekkens met veel aanwezige kwetsbare natuurgebieden zoals het Maasbekken, Demerbekken en Netebekken op tot -5 à -6 MEUR/dag. De negatieve impact op de kwetsbare terrestrische ecosystemen is dus groter dan de positieve impact op de oppervlaktewaterbeschikbaarheid. Beide impactberekeningen zijn wel erg onzeker, dus moeten met de nodige omzichtigheid gebruikt worden. Eventueel kan een gedeeltelijke innamebeperking overwogen worden voor de locaties waar de waterinname geen schade aan kwetsbare natuur geeft.



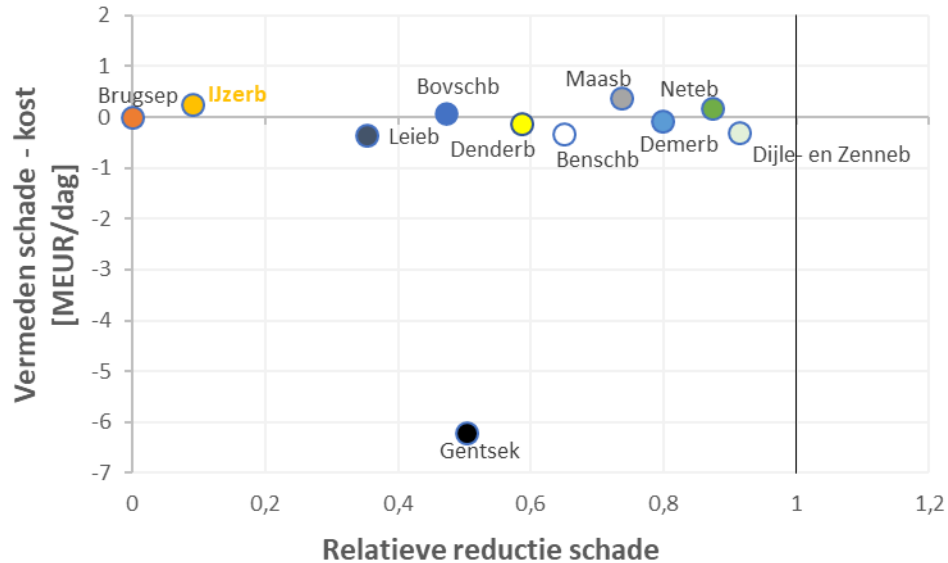
Figuur 294: Samenvatting van de impact van de maatregel (verbod op waterinname in natuurgebieden) op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekkens, totaal per bekken.

Merk op dat de natuur veel meer water gebruikt dan wat bij deze maatregel wordt beschouwd. Zo is er de opname van bodemwater en verdamping door natuurlijke vegetatie. Op dit waterverbruik kan natuurlijk geen beperking worden opgelegd. Ze is wel ingerekend als intrinsiek onderdeel van de hydrologie van het stroomgebied.

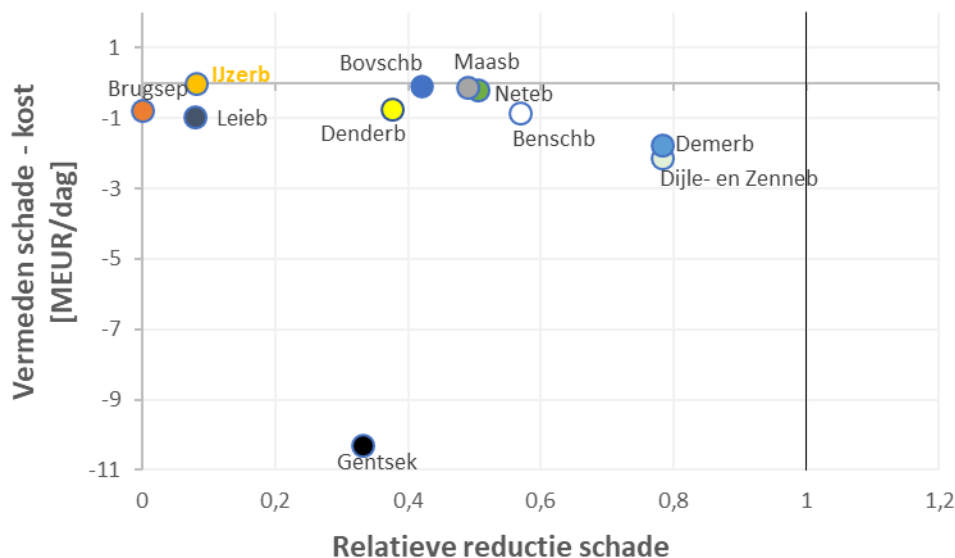
Maatregelen alle oppervlaktewater- en/of freatische grondwateronttrekkers – Algemeen captatieverbod of -beperking

Wanneer het irrigatieverbod wordt uitgebreid tot een algemeen captatieverbod voor alle oppervlaktewateronttrekkingen door bedrijven incl. landbouwbedrijven, dan wordt voor alle bekkens een

sterke daling in de watertekortindicator gevonden (Figuur 295). Het netto voordeel is voor enkele bekken positief, terwijl het voor andere negatief is. Wanneer bijkomend hieraan ook een verbod op de freatische grondwateronttrekkingen door bedrijven incl. landbouwbedrijven wordt toegevoegd, dan wordt het netto voordeel voor alle bekken negatief terwijl de watertekortindicator verder daalt, maar deze laatste daling is eerder beperkt (Figuur 296). Dezelfde opmerkingen als hiervoor gemaakt bij het irrigatieverbod en het verbod op oppervlaktewateronttrekkingen door bedrijven, gelden ook hier.



Figuur 295: Samenvatting van de impact van de maatregel (irrigatieverbod uitgebreid tot verbod op oppervlaktewateronttrekkingen door alle bedrijven) op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekken, totaal per bekken.



Figuur 296: Samenvatting van de impact van de maatregel (irrigatieverbod uitgebreid tot verbod op oppervlaktewater- en freatische grondwateronttrekkingen door alle bedrijven) op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekkens, totaal per bekken.

Maatregelen scheepvaart

Ter hoogte van elk van de sluisen werden de schuttingsverliezen ingeschat en vergeleken met de totale waterbehoefte meer afwaarts van de sluis. Behalve langs het Albertkanaal en het Kanaal Brussel – Charleroi zorgen de schuttingsverliezen tijdens de bestudeerde droogteperiodes niet voor een watertekort opwaarts en een wateroverschot afwaarts van de sluis. Voor de sluisen langs de andere kanalen is het schuttingswater ofwel nodig om aan de afwaartse watervraag te voldoen en/of genereert ze geen watertekort opwaarts³⁷.

Voor het Kanaal Brussel – Charleroi geldt dezelfde prioritering als bekomen voor het Albertkanaal en Kempische kanalen.

Maatregelen waterbeheerder

Wat nog niet bestudeerd werd zijn gecombineerde maatregelen langs het onbevaarbare waterlopendsysteem en langs het bevaarbare waterlopen- en kanalsysteem, dit voor de bekkens die doorkruist worden door kanalen. Een voorbeeld is het vervangen van oppervlaktewateronttrekkingen uit

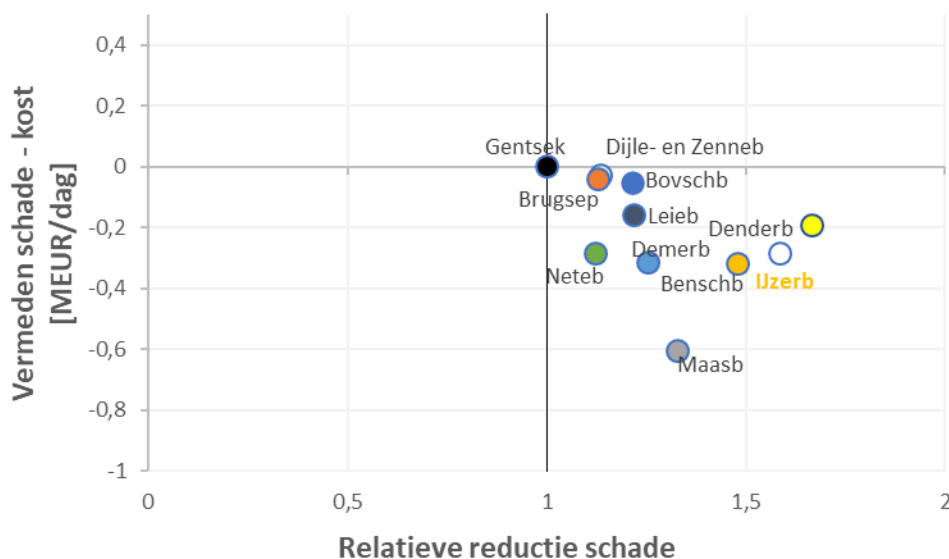
³⁷ Gelet dat deze conclusie enkel op basis van één droogteperiode is, betekent dit niet noodzakelijk dat investeringen in waterbesparende maatregelen (zoals pompinstallaties voor het terugpompen van shutwater) ten behoeve van de scheepvaart voor deze gebieden niet noodzakelijk zou zijn

de onbevaarbare waterlopen en/of freatische grondwateronttrekkingen door oppervlaktewater uit naburige kanalen. Dit is echter meestal niet toepasbaar, tenzij voor irrigatiewater in de landbouw.

Verbod op tijdelijk hergebruik van RWZI-effluentwater

In voorgaande maatregelen werd voor alle bekkens, zoals bij het Demerbekken, bij de waterbalans verondersteld dat al het RWZI-effluentwater dat normaal geloosd wordt in de waterlopen, ook tijdens de droge periode geloosd wordt. Er werd dus verondersteld dat dit water niet hergebruikt wordt, bv. voor irrigatiedoeleinden in de landbouw. Het ter beschikking stellen van zulk effluentwater wordt standaard voorzien door Aquafin. Daarom wordt een verbod op zulke ter beschikking stelling hier als maatregel beschouwd. Omdat in de waterbalans bij de vorige maatregelen geen RWZI-hergebruik verondersteld werd, wordt het effect van de maatregel hier ingeschat door de maatregel om te keren en het effect na te gaan van X% hergebruik van het RWZI-effluentwater.

Figuur 297 toont de impact van 50% hergebruik van al het RWZI-effluentwater in de verschillende bekkens. Het zorgt in de meeste bekkens voor een aanzienlijke toename van de watertekortindicator. De kost van de maatregel werd voorlopig op 0 gezet, maar dit kan in het korte-termijn vervolgtraject nog verder verfijnd worden. Onafhankelijk van die kost en van de precieze netto toename van de schade door het hergebruik zou het hergebruik voor een daling zorgen in de laagwaterdebieten. Daarom wordt voorgesteld om langs de waterlopen met een watertekort of waar het hergebruik verder afwaarts een watertekort zou veroorzaken, dit hergebruik tijdelijk niet toe te laten, en dit als anticiperende maatregel bij het bereiken van droogteniveau 1.

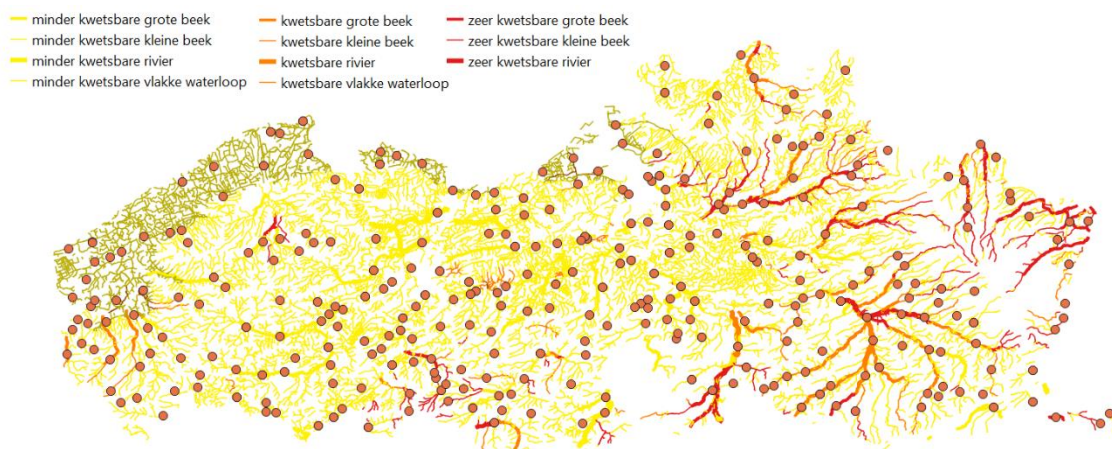


Figuur 297: Samenvatting van de impact van 50% hergebruik van al het RWZI-effluentwater op de relatieve toename van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de

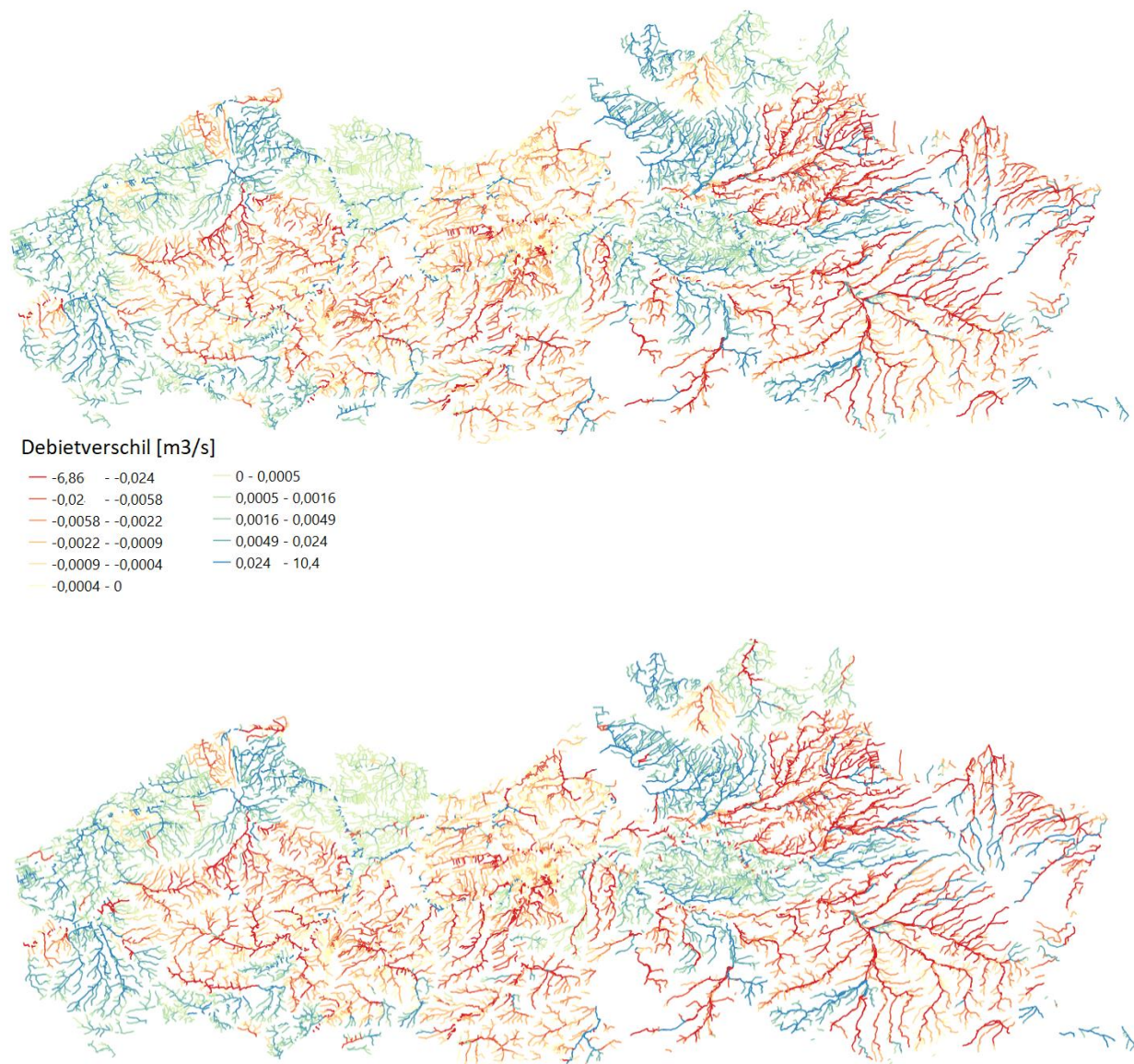
watertekortindicatorwaarde zonder hergebruik) en het netto nadeel van de maatregel berekend als de toename in de schade, voor alle Vlaamse bekkens, totaal per bekken.

De precieze lokalisatie van de RWZI's t.o.v. de ecologische kwetsbare waterlopen is daarbij uiteraard belangrijk; zie Figuur 298 voor de locaties. Het zullen vooral de RWZI's gelegen langs bovenlopen en die tijdens droge periodes een significante bijdrage leveren tot het totale waterloopdebiet, die in beeld komen voor verbod op hergebruik. Hetzelfde geldt voor de RWZI's waarbij het effluentdebiet een belangrijke rol speelt in het tegengaan van verzilting, zoals de RWZI van Brugge langs het Boudewijnkanaal.

In Figuur 299 zijn de resultaten weergegeven van een voorlopige analyse, waarbij aangeduid werd welke waterloopsegmenten in Vlaanderen volgens het model einde juli 2018 een debiet kennen lager dan het ecologisch minimale debiet, zonder en na hergebruik van al het RWZI-effluentwater. Het laat toe om de locaties te identificeren waarbij het hergebruik van RWZI-effluentwater voor bijkomende ecologisch problemen zorgt. Dergelijke analyse zal in het korte-termijn vervolgtraject verder gedetailleerd worden.



Figuur 298: Locaties van de RWZI's t.o.v. de ecologisch zeer kwetsbare, kwetsbare en minder kwetsbare waterlopen.

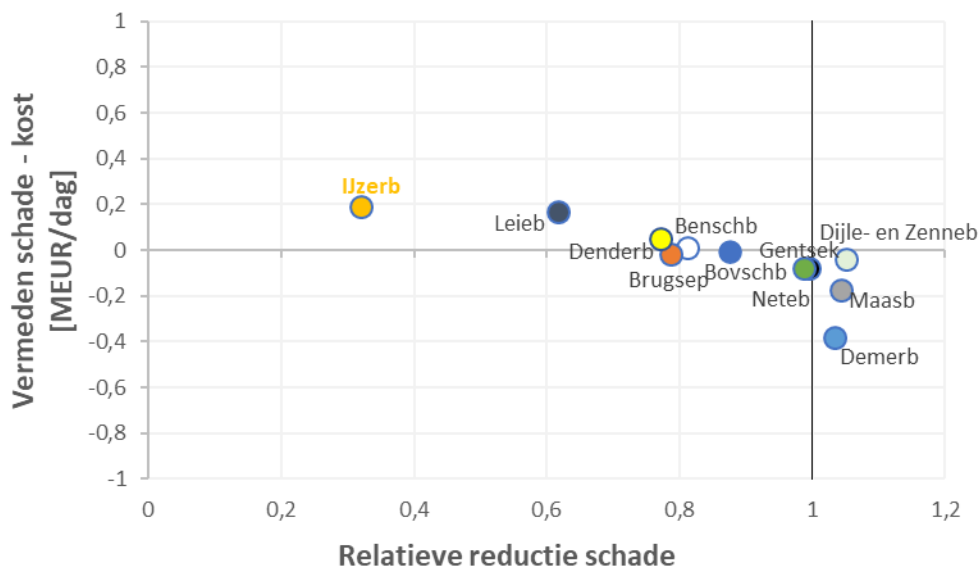


Figuur 299: Verschil tussen de waterloopdebieten voor einde juli 2018 en de ecologisch minimale debieten (groen-blauwe kleuren betekenen een positief verschil, dus waterloopdebieten groter dan de ecologisch minimale debieten; rode-oranje-gele kleuren betekenen een negatief verschil). Bovengrafiek: zonder RWZI-hergebruik; Ondergrafiek: bij 100% RWZI-hergebruik.

Een totaal hergebruik van 50% of al het RWZI-effluentwater, zoals beschouwd in het hier doorgerekend scenario, is een zeer hoog percentage, dat momenteel niet aan de orde is. Het huidige hergebruik tijdens droge zomers is immers zeer beperkt. Dit betekent dus dat de maatregel op dit ogenblik zeer weinig

impact heeft. In de toekomst, wanneer meer effluentwater hergebruikt zou worden, kan dat belangrijker worden.

Omdat hergebruik van RWZI-effluentwater vooral nuttig is tijdens droogteperiodes en zeker wanneer er een irrigatieverbod geldt, voor hergebruik als irrigatiewater, werd ook de combinatie van een irrigatieverbod en 50% hergebruik van RWZI-effluentwater doorgerekend. De resultaten in Figuur 300 tonen dat dit de negatieve impact van het hergebruik sterk vermindert. Voor bepaalde bekkens blijft de effectiviteit van het irrigatieverbod gunstig, terwijl dat voor andere bekkens omgekeerd is. Opnieuw dient dit niet in zijn globaliteit per bekken bekeken te worden maar specifiek i.f.v. de locaties van de RWZI's.



Figuur 300: Samenvatting van de impact van volledig irrigatieverbod in combinatie met 50% hergebruik van RWZI-effluentwater op de relatieve reductie van de watertekortindicator (relatief t.o.v. de watertekortindicatorwaarde zonder maatregelen) en het netto voordeel van de maatregel berekend als de vermeden schade min de kost van maatregel, voor alle Vlaamse bekkens, totaal per bekken.

Naast de RWZI-effluentlozingen zijn er ook nog andere lozingen zoals bedrijfslozingen die normaal geloosd maar tijdens droogte hergebruikt zouden kunnen worden. De vraag stelt zich of er ook een verbod moet komen op zulk hergebruik. Een voorbeeld is het effluentdebiet van Ardo; het hergebruik ervan vermindert het debiet op de Veldbeek die uitmondt in de Mandel, welke gevoelig is aan het onderschrijden van het ecologisch minimaal debiet (de RWZI Roeselare lost in deze waterloop). Net zoals voor het RWZI-hergebruik wordt voorgesteld om enkel voor de effluentlozingen die tijdelijk tijdens droogte hergebruikt worden een verbod in overweging te nemen. Het is logisch om hiervoor het verbod onder dezelfde condities toe te passen als voor het RWZI-effluentwater.

10. Conclusies eerste versie van afweging

De toepassing van het in eerste versie ontwikkelde reactief afwegingskader op elk van de Vlaamse deelgebieden voor een voorbeelddroogteperiode, d.i. 13-22 september 2019 voor het Albertkanaal en Kempische kanalen, juni 2017 voor het IJzerbekken, 4 juli – 9 augustus 2018 voor het Demerbekken en juli 2018 voor alle Vlaamse bekkens, leverde volgende prioritering op (de actie of maatregel met de hoogste prioriteit wordt eerst vermeld):

Langs het Albertkanaal en Kempische kanalen en langs het Kanaal Brussel – Charleroi:

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen waterbeheerder – Water terugpompen aan sluizen i.f.v. verwachte tekort per pand
- Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod pleziervaart
- Maatregelen scheepvaart – Gegroepeerd schutten, eerst voor maximale wachttijd van 1 uur, daarna 2, 3 en maximaal 4 uur

Bij effectieve waterschaarste (droogteniveau 2):

- Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod
- Maatregelen natuur, recreatie, landbouw incl. viskweek gecombineerd – Beperking of verbod waterinname aan watervangen: eerst 50%, daarna 80%, daarna (indien echt noodzakelijk) 100%
- Maatregelen industrie & handel en diensten – Beperking of verbod (indien echt noodzakelijk) waterinname door bedrijven, behalve wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen; dit laatste wordt in het korte-termijn vervolgtraject samen met de sector verder bekeken
- Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Innamebeperking water-link (langs het Albertkanaal en Netekanaal), aanspreken reserves + aankoop ruw water of drinkwater van andere regio's (connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden moet hier uiteraard maximaal worden benut)
- (Innameverbod drinkwatermaatschappijen is niet aan de orde aangezien de kost even groot is als de schade die ontstaat door het optredend watertekort)

Bij het vaarverbod dient wel nog de belangrijke kanttekening gemaakt te worden dat de kosten in de verdere logistieke keten en de kosten ten gevolge van een shift in transportmodus niet in rekening werden gebracht.

Andere Vlaamse bekkens:

Anticiperend bij dreigende waterschaarste (droogteniveau 1):

- Maatregelen Aquafin – Verbod op het gebruik (tijdelijk niet lozen in waterloop) van het effluent van de RWZI's langs waterlopen met dreigende watertekort

Bij effectieve waterschaarste (droogteniveau 2):

- Maatregelen landbouw – Innameverbod waterlopen en freatisch grondwater voor irrigatie van vollegrondsteelten, ev. stapsgewijs via % of teeltgroepen: eerst gras, suikerbieten en maïs, daarna aardappelen en andere reguliere teelten maar niet de kapitaalintensieve groenten, daarna (indien echt noodzakelijk) de intensieve groenteteelt; dit laatste wordt in het korte-termijn vervoltraject samen met de sector verder bekeken
- Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Beperking of verbod andere oppervlaktewateronttrekkingen, dus algemeen captatieverbod, behalve voor drenken van vee en wanneer de opname vereist is om de veiligheid te waarborgen; dit laatste wordt in het korte-termijn vervoltraject samen met de sector verder bekeken
- Verminderde inname ruwwater drinkwatermaatschappijen

Algemene maatregelen, van toepassing op alle Vlaamse bekkens en deelgebieden:

Daarnaast wordt geadviseerd om volgende maatregelen van kracht te laten gaan (dus in te schuiven in de bekomen volgorde van maatregelen) zodra droogteniveau 1 of de volgende drempelwaarden voor droogteniveau 2 gebiedsspecifiek worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren (en uiteraard enkel indien de betrokken maatregel nog niet via de hogere prioritering van toepassing is):

Anticiperend op dreigende waterschaarste (dus na bereiken van droogteniveau 1):

- Maatregelen alle waterverbruikers – Verbod op niet-essentieel waterverbruik; zie lijst hiervoor
- Bij bereiken van droogteniveau 1 voor de ruwwaterbeschikbaarheidsindicatoren voor leidingwater in een bepaald gebied:
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Optimaal benutten van connectiviteit en mogelijke transfers tussen de verschillende drinkwatermaatschappijen en bevoorradingsgebieden
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Aankoop ruwwater of drinkwater van andere regio's
 - o Maatregelen drinkwatermaatschappijen – Uitzonderlijk en tijdelijk bijkomend oppompen van grondwater, bv. uit de Carboonkalkwaterlaag in ZW-Vlaanderen. Het gaat hier om het tijdelijk aanspreken van een strategische reserve in de waterlaag. Het spreekt voor zich dat deze strategische grondwatervoorraad zeer duurzaam beheerd moet worden (als onderdeel van proactief beheer) en dit in nauwe afstemming tussen de overheden in Vlaanderen, Wallonië en Frankrijk (cf. overleg i.k.v. Transhennuyère-overeenkomst en binnen de Internationale Scheldec commissie).

Bij effectieve waterschaarste, zodra de drempelwaarden voor droogteniveau 2 worden bereikt voor volgende waterschaarste-indicatoren:

- Streefpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Diepgangbeperkingen
- Minimumpeil bevaarbare waterlopen en kanalen: Maatregelen scheepvaart – Vaarverbod
- Melding blauwalgenbloei – Geen captatie voor besproeiing van voedings- en voedergewassen en veedrenking; captatie afgeraden voor andere toepassingen
- Melding blauwalgenbloei – Geen waterrecreatie voor waterski, jetski, zwemmen, duiken, waterpolo, triatlon, windsurfen, waadpak- en bellyboatvissen; afgeraden voor kajakken, kanovaren, roeien, zeilen, hengelen, waterfietsen, ...
- Waterkwaliteit of melding botulisme voor recreatiewateren en zwemvijvers – Geen recreatie voor recreatiewateren en zwemvijvers
- Zoutconcentratie langs kanalen waar omgekeerd spuibeheer wordt toegepast aan zeesluizen – Stopzetten omgekeerd spuibeheer
- Minimale ecologische debieten: Maatregelen meerdere oppervlaktewatergebruikers – Totaal innameverbod langs het waterloopsegment met onderschrijding van het ecologisch minimale debiet en/of waterpeil
- Minimaal ecologisch debiet Zeeschelde - Stopzetten van baggeren bij te hoge turbiditeit
- Minimale ecologische freatische grondwaterstanden in buurt van de grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen (GWATES-gebieden) – Totaal innameverbod freatisch grondwater in de GWATES-gebieden

Bepaalde van deze algemene maatregelen zouden best meteen ook op Vlaams niveau bekeken worden om eventueel een algemeen Vlaams verbod uit te vaardigen, bijvoorbeeld voor niet-essentieel waterverbruik wanneer droogtetoestand 1 zich gelijktijdig zou voordoen in meerdere Vlaamse deelgebieden.

De hiervoor opgelijste gebiedsspecifieke voorbeeldresultaten gelden voor de beschouwde voorbeelddroogteperiode en kunnen dus wijzigen voor andere droogteperiodes. Daarom zullen in het korte-termijn vervoltraject ook andere droogteperiodes doorgerekend worden, waaronder meer extreme droogteperiodes dan deze die zich de afgelopen jaren hebben voorgedaan. Dit moet ook meer zicht geven op het belang om op termijn naar een systeem te gaan dat zowel de waterbalans als de afweging in real time aanpast aan de actuele situatie. Dit laatste vraagt de nodige IT-ontwikkelingen.

Een belangrijke vaststelling die bij de toepassing voor de voorbeeldperiodes gedaan werd is dat tijdens extreme droogteperiodes langs heel wat ecologisch kwetsbare waterlopen in Vlaanderen onderschrijdingen van de ecologisch minimale debieten voorkomen die niet volledig weggewerkt kunnen worden door reactieve maatregelen. Het is duidelijk dat een doortastend proactief waterbeheer, waarbij tijdens natte periodes opwaarts meer water wordt vastgehouden, geïnfiltreerd en vertraagd afgevoerd (zie maatregelen i.k.v. de Blue Deal) essentieel is om de droogterisico's beperkt te houden.

11. Aanbevelingen bij gebruik en voor vervoltraject

Het reactief afwegingskader zoals in deze opdracht werd ontwikkeld is een eerste versie die in de toekomst nog verder verfijnd kan worden. In overleg met de kerngroep wordt voorgesteld om de huidige versie deze zomer toe te passen, er op die manier verdere praktijkervaring mee op te doen, en in parallel een vervoltraject op te zetten om het afwegingskader verder te verfijnen. Ook wordt geadviseerd om de toepassing van het reactief afwegingskader deze zomer te ondersteunen met de nodige begeleiding en provinciale toelichtingen.

Er wordt voorgesteld om twee vervoltrajecten in te plannen: een korte-termijn vervoltraject om enkele verfijningen door te voeren die mede door de belanghebbenden als belangrijk werden aangestipt en binnen een kort tijdsbestek haalbaar zijn, maar die niet meer konden meegenomen worden in de huidige opdracht. Daarna zouden in een ruimer vervoltraject bijkomende verfijningen doorgevoerd kunnen worden. Deze laatste zullen mede afhankelijk zijn van de bevindingen tijdens de toepassing deze zomer.

Voor het **korte-termijn vervoltraject** (komende 6 maanden in 2021) worden volgende ondersteuning en verfijningen als haalbaar beschouwd en reeds afgesproken met de opdrachtgevers:

- Uitbreiding en operationeel maken van het dashboard voor de real-time toepassing van de geselecteerde droogte/waterschaarste-indicatoren
- Provinciale toelichtingen bij het afwegingskader, en verdere validering van zowel de waterbalans als de impactanalyse van de maatregelen, mede o.b.v. lokale kennis van experts die tot nog toe niet betrokken waren bij het belanghebbendenoverleg. Dit laatste kan gebeuren door een toelichting en consultatie per provincie of per bekken aan/van experts met lokale terreinkennis.
- Doorrekenen van een groter aantal droogteperiodes, waaronder ook droogtecondities die extremer zijn dan de historische droogteperiodes van de afgelopen zomers zoals die in deze opdracht werden beschouwd. Zie ook hierna voor de verdere toelichting van het belang daarvan.
- Verdere analyse van de impact van het irrigatieverbod per teeltgroep of door toepassing van een % verbod (zoals in Frankrijk) en van irrigatie- versus captatieverbod, in overleg met de sector landbouw.
- Doorrekenen van de impact van meerdere mogelijke combinaties van maatregelen en de mogelijke interacties tussen de deelgebieden
- Implementeren van verfijningen aan de waterbalans o.b.v. de lokale validering en de resultaten van recente of nieuw beschikbaar gekomen lokale waterbalansstudies, zoals voor de Haven van Antwerpen, en eventueel het doorrekenen van maatregelen aan de zeesluizen
- Inventarisatie van de voornaamste kwalitatieve impactinformatie, om bijkomend aan de kwantitatieve impactresultaten mee te geven aan de beslissingsnemers. Het gaat hier bijvoorbeeld om de veiligheidsrisico's van bedrijven, aantallen van getroffen personen, bedrijven,

schepen, aantal ha getroffen natuurgebied, etc. De veiligheidsrisico's van de bedrijven zullen in kaart worden gebracht in samenwerking met de sector industrie.

- In geval zich opnieuw een droge zomer zou aandienen:
 - o Real-time berekenen van de waterbeschikbaarheid, de impact van de maatregelen en de afweging, dit om na te gaan hoe nuttig en belangrijk het is om op termijn in te zetten op verdere IT-ontwikkelingen waarbij zulke real-time toepassing geoperationaliseerd kan worden. Indien de resultaten van de afweging gebiedsspecifiek zijn, maar niet sterk afhankelijk zijn van het type droogteperiode, en/of die afhankelijkheid van het type droogteperiode na scenario-analyses beschreven kunnen worden, dan zijn zulke IT-ontwikkelingen niet nodig. Dit laatste is momenteel nog onvoldoende duidelijk. Daarom wordt voorgesteld om tijdens het korte-termijn vervolgtraject een groter aantal droogteperiodes door te rekenen en de resultaten van het afwegingskader ervoor te vergelijken.
 - o Expertondersteuning bij de interpretatie van de impactcijfers bij toepassing van het afwegingskader en beslissingsondersteuning.

Voor het **lange-termijn vervolgtraject** wordt tentatief voorgesteld om volgende bijkomende verfijningen te overwegen:

- Verfijningen aan de socio-economische impactanalyse waaronder de voornaamste keteneffecten bijkomend beschouwen, zoals de doorwerking van opbrengstverlies van landbouwgewassen naar de agrovoedingsindustrie of de doorwerking van een verbruiksbeperking in de industrie naar andere bedrijven die afnemen van de door de verbruiksbeperking getroffen bedrijven) of secundaire effecten zoals het potentieel verlies aan klanten en marktaandeel, de impact van waterschaarste voor energieproductie op de beschikbaarheid van energie en leveringszekerheid van elektriciteit, de impact van vaarverbod of gegroepeerd schutten op de toelevering van bedrijven, de kosten in de verdere logistieke keten, de kosten ten gevolge van een shift in transportmodus, de impact van water terugpompen aan de sluizen langs het Albertkanaal op de extra kosten voor de haven van Antwerpen zoals de verhoogde baggerkosten door verhoogde inname van sediment, de extra kosten voor Rijkswaterstaat om zoet water te verpompen naar de dokken, etc.

Wanneer later de keteneffecten toegevoegd zouden worden en/of andere verfijningen van de socio-economische impactanalyse doorgevoerd zouden worden, kan dit de afweging en geadviseerde prioritering van maatregelen wijzigen. Maar dat laatste hoeft niet noodzakelijk het geval te zijn; het toevoegen van de keteneffecten en de andere verfijningen hebben niet noodzakelijk een significante impact op de afweging. Het zijn immers vooral de relatieve verschillen in de grootteordes van de kost- en schadecijfers die de afweging bepalen, en niet de absolute waarden van deze cijfers. Zoals ook tijdens het overleg met de belanghebbenden toegelicht is het belangrijk dat men zich niet blind staart op bepaalde details. Elk model of benadering van de realiteit is immers onderhevig aan onzekerheden. Verdere verfijningen zijn

enkel zinvol indien ze de impact op het watertekort, de kosten en schade per maatregel en sector relatief t.o.v. elkaar sterk (in grootteorde) wijzigen.

- Waterkwaliteitsaspecten werden in de huidige opdracht deels beschouwd via maatregelen die geadviseerd worden wanneer de drempelwaarden van bepaalde waterkwaliteitsgerelateerde waterschaarste-indicatoren overschreden worden. Een gebiedsdekkend Vlaams waterkwaliteitsmodel dat toelaat om de impact op waterkwaliteit door te rekenen is momenteel niet beschikbaar en zal hoogstwaarschijnlijk ook al middellange termijn niet beschikbaar komen. Daarom wordt voorgesteld om in afwachting van de ontwikkeling van zulk model met empirische verbanden te werken. Een voorbeeld is het verband dat er vermoedelijk bestaat tussen waterkwaliteit en laagwaterdebiet voor een groot aantal locaties in Vlaanderen. Het afleiden van dergelijke verbanden vraagt verder onderzoek.
- De economische waardering van de impact op natuur bleek in deze opdracht een moeilijke taak. Momenteel worden de ecologische gevolgen aan terrestrische natuurgebieden ingeschat als een percentage van de ecosysteemdiensten die deze gebieden leveren; deze aan het aquatisch leven in de waterloop via de kost voor het herintroduceren van de gestorven vissoorten. Het is duidelijk dat hiermee niet alle ecologische gevolgen ingerekend zijn. Ook de inschatting van het percentage verlies aan ecosysteemdiensten bij een bepaalde droogte is erg onzeker. Dit vraagt een diepgaander onderzoek in samenwerking met ecologische experts.
- Bij de principes voor afweging werd in de huidige versie van het afwegingskader het aspect “beloning”, bv. wanneer men reeds inspanningen geleverd heeft, beperkt tot geen maatregelen voor de bedrijfseigen opslagbekkens. Er zou onderzocht kunnen worden of men hierin nog een stap verder kan gaan, bv. door rekening te houden met hoe duurzaam de betrokkenen omgaan met de beschikbare watervoorraden.
- Verder zijn er een aantal droogte/waterschaarste-indicatoren waarvoor in deze opdracht nog geen drempelwaarden gedefinieerd konden worden. Er is wel reeds overleg opgestart op deze de komende maanden af te leiden. Van zodra deze beschikbaar komen, kunnen deze toegevoegd worden aan het afwegingskader. Het gaat hierbij o.a. om de volgende drempelwaarden en indicatoren:
 - o De streefpeilen van de polderwaterlopen;
 - o De ecologisch minimale debieten langs de ecologisch kwetsbare bevaarbare waterlopen;
 - o Indicatoren en drempelwaarden (freatische grondwaterstanden en waterlooppeilen) voor de veengebieden.
- Ook zou het nuttig zijn om een grootteorde inschatting te maken van de betrokken onzekerheden in zowel de waterbalans als de impactramingen, en deze te gebruiken om de robuustheid van de afweging verder te bestuderen. In dit rapport werd hier een aanzet toe gegeven (zie bespreking van de resultaten van de afweging voor het Albertkanaal en Kempische kanalen). Dit geeft dan meteen ook een beter beeld van welke toekomstige verfijningen meer of minder zinvol zijn.

- In functie van die onzekerheden, maar ook om duidelijker te maken dat het uitdrukken van de impactramingen van de economische, sociale en ecologische gevolgen in euros zijn beperkingen heeft en er voorzichtig omgegaan moet worden met het eenvoudig optellen van die drie soorten gevolgen om een afweging te maken, wordt geadviseerd om samen met de belanghebbenden alternatieve visualisering van de impactresultaten in het dashboard te onderzoeken. Ook dient onderzocht te worden hoe de gemaakte veronderstellingen en wat wel en niet in beschouwing werd genomen in het huidig afwegingskader voldoende helder gecommuniceerd kunnen worden, ook visueel via het dashboard.
- Eventueel (afhankelijk van resultaten korte-termijn analyse deze zomer): IT-ontwikkelingen om de waterbalans, waterbeschikbaarheid en afweging in real-time en stapsgewijs tijdens een droogteperiode te kunnen updaten.
- Verder zijn er uiteraard continu verdere verfijningen mogelijk aan alle bouwstenen van het reactief afwegingskader, ook aan de waterbalans en de droogte- en waterschaarsteindicatoren en drempelwaarden, o.b.v. bijkomende valideringen en bijkomende kennis die gaandeweg beschikbaar zal komen.
- Tenslotte is het belangrijk dat er een goede afstemming met het proactief beheer georganiseerd wordt. Zo dient erover gewaakt te worden dat wettelijke en beleidsmatige regelingen vanuit het pro- en reactief beleid, maar evengoed vanuit andere beleidsdomeinen, elkaar niet tegenwerken of inconsistent zijn, en dat de rechtszekerheid gegarandeerd blijft.

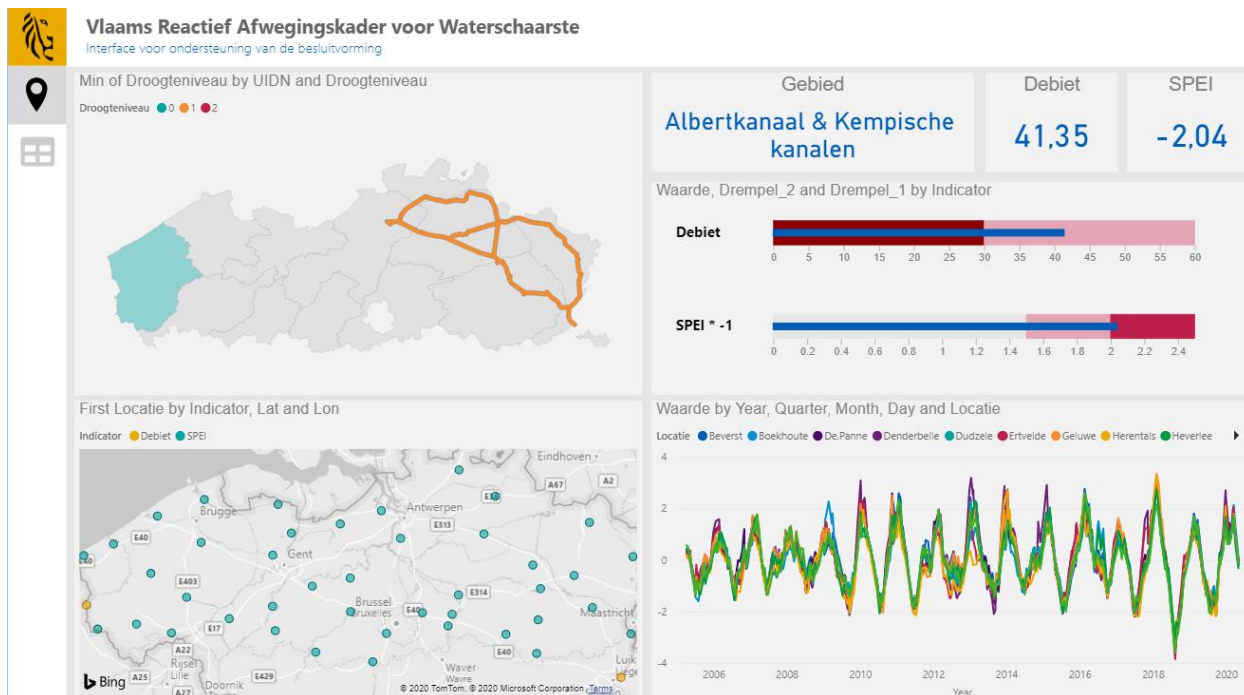
12. Dashboard

Via een interactief dashboard kunnen de inzichten van het afwegingskader transparant ter beschikking worden gesteld aan beslissingsnemers. Binnen de scope van dit project werd een eerste versie van het dashboard uitgewerkt waarin historische data opgenomen zijn. Onderstaande figuren en gegevens zijn bijgevolg niet finaal en kunnen/zullen in het vervolgtraject nog wijzigen.

In de eerste versie van het interactieve dashboard wordt de informatie van de verschillende deelgebieden weergegeven. Het dashboard laat toe om de historische crisissituaties beter te begrijpen en zicht te krijgen op de mogelijke acties en maatregelen en hun impact, zoals berekend via de methodiek van het afwegingskader. Hoewel op deze wijze de inzichten van het afwegingskader tastbaar kunnen worden gemaakt, is het uiteraard voornamelijk belangrijk om tijdens een actuele crisissituatie een goede inschatting te kunnen maken. Na afloop van dit project volgt dan ook de implementatie van het afwegingskader, waarbij actuele gegevens ontsloten zullen worden opdat het dashboard steeds toelaat de huidige situatie te evalueren tijdens een crisis.

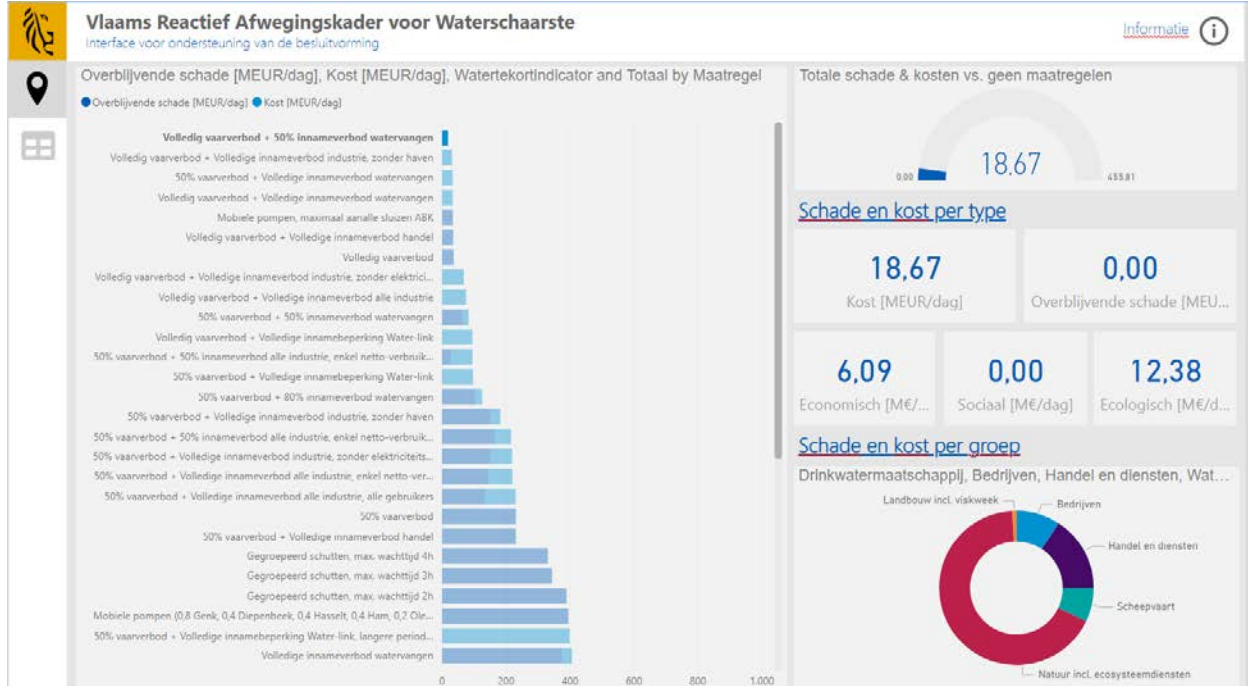
Het interactieve dashboard wordt ontwikkeld in Microsoft Power BI, een technologie die toelaat om een grote hoeveelheid aan gegevens te visualiseren en inzicht te verkrijgen uit de data. Het dashboard zal bestaan uit verschillende pagina's, waarin de bouwstenen van het afwegingskader worden weergegeven. Zo wordt onder meer een pagina ontwikkeld voor de indicatoren, de mogelijke maatregelen en de waterbalans. Figuur 301 en Figuur 302 geven een voorlopige blik op het dashboard van de indicatoren en de mogelijke maatregelen. Zoals reeds aangegeven wordt binnen deze opdracht slechts een eerste aanzet van het dashboard voorzien, en is verdere ontwikkeling gewenst. De inhoud en vormgeving van deze pagina's zal bijgevolg nog wijzigen.

De pagina over de droogte-indicatoren geeft enerzijds de actuele waarde van verschillende indicatoren weer (bovenaan), maar biedt anderzijds ook zicht op de historiek om te evalueren in welke mate de huidige droogte uitzonderlijk is (onderaan). Illustratief werden voorlopig twee droogte-indicatoren opgenomen in het dashboard: het debiet ter hoogte van bepaalde waterlopen en de SPEI. Rechtsboven wordt visueel voorgesteld hoe de huidige waarde van de droogte-indicator zich verhoudt ten opzichte van de drempelwaarden 1 en 2. Linksboven wordt de evaluatie van de verschillende droogte-indicatoren verwerkt tot een algemeen droogteniveau per zone. In de figuur werd het gebied van het Albertkanaal en de Kempische kanalen geselecteerd. Indien een andere zone geselecteerd wordt binnen het dashboard, bv. het IJzerbekken, dan worden automatisch de droogte-indicatoren en drempels voor dit gebied weergegeven. Onderaan het dashboard worden de verschillende meetlocaties weergegeven en de tijdreeks van de droogte-indicatoren. Selecteren van een bepaalde locatie laat toe om in detail de tijdreeks van een bepaalde droogte-indicator te onderzoeken.



Figuur 301: Voorlopige versie van de dashboardpagina over de indicatoren. Aangezien het dashboard nog volop in ontwikkeling is, kan deze pagina nog wijzigen.

De evaluatie van de verschillende mogelijke maatregelen wordt weergegeven binnen een afzonderlijk dashboard. Aan de linkerkant van het dashboard wordt een lijst weergegeven van de verschillende mogelijke maatregelen, inclusief het ondernemen van 'geen actie'. Per maatregel wordt de kost gerapporteerd, alsook de overblijvende schade. In de rechterkant van het dashboard wordt meer inzicht geboden in de schade en kost. Zowel de inschatting van economische, sociale als ecologische kosten, als de distributie van kosten per belanghebbendengroep wordt weergegeven. Bovendien wordt rechtsboven binnen het dashboard weergegeven hoe de overblijvende schade en de kost van de maatregelen zich verhoudt ten opzichte van het uitblijven van maatregelen. Deze grafiek biedt een zicht op het belang van het nemen van welbepaalde acties tijdens de droogtecrisis.



Figuur 302: Voorlopige versie van de dashboardpagina over mogelijke maatregelen. Aangezien het dashboard nog volop in ontwikkeling is, kan deze pagina nog wijzigen.

Belangrijk in het dashboard is de 'informatie'-knop, die toelichting geeft bij het gebruik en de interpretatie van het dashboard. Bij de schadeberekening en inschatting van de kosten zijn er immers bepaalde aspecten die niet in rekening worden gebracht, denk bv. aan keteneffecten. In het dashboard wordt dan ook de nodige informatie ter beschikking gesteld om de gebruiker hierop te wijzen.

Het dashboard zorgt ervoor dat de inzichten van het afwegingskader op transparante wijze ter beschikking worden gesteld aan de beslissingsnemers. Hoe dit beslissingsproces er vervolgens uitziet, wordt binnen de scope van deze opdracht niet uitgewerkt. In een parallel onderzoekstraject wordt momenteel bekeken hoe het beslissingsproces optimaal verloopt. Daarin komt aan bod op welk niveau bepaalde beslissingen genomen worden, wie geïnformeerd wordt en welk overleg plaatsvindt tijdens een crisis. Aangewezen is om lokaal overleg te voorzien om de resultaten op basis van de methodes gehanteerd binnen het afwegingskader te toetsen aan de lokale realiteit.

13. Referenties

Aggenbach, C.J.S., Groenendijk, D., Kemmers, R.H., van Kleef, H.H., Smolders, A.J.P., Verberk, C.E.P., Verdonschot, P.F.M., 2008. Preadvies Beekdallandschappen. Knelpunten, kennislacunes en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen. KWR/Alterra/Bargerveen/Biware/De Vlinderstichting

Alley, W.M., 1984. The Palmer Drought Severity Index: limitations and assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 1100-1109

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper no. 56, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 333 p.

Antea, 2013. Studie Milieukwantiteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater. Studie i.o.v. Departement MOW, Afdeling Haven- en Waterbeleid en VMM, CIW WG Waterkwantiteit, door Anteagroup, 2013

Baetens, J., Peeters, P., Van Eerdenbrugh, K., 2006. Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen. Opmaak van Laagwaterstrategieën – Opstellen van verschillende mogelijke laagwaterstrategieën. Waterbouwkundig Laboratorium

Batelaan, O., Meyus, Y., De Smedt, F., 2007. De grondwatervoeding van Vlaanderen. tijdschrift Water, speciaal nummer Congres Watersysteemkennis 2006-2007, 8 p.

Bateman, I.J., 1999. Environmental impact assessment, cost-benefit analysis and the valuation of environmental impacts. In: Petts, J. (ed.) *Handbook of Environmental Impact Assessment*, vol.1, BlackwellScience, Oxford, 93-120

Belmans, S., Schomaker, T., Wiegant, W., Casteleyn, K. Staes, W., 2013. Uitwerken van ecohydrologische inzichten in het Midden-Limburgs Vijvergebied in functie van het behoud en herstel van oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren. HaskoningDHV Belgium

Bless, R., 1983. Untersuchungen zur Substratpräferenz der Groppe, *Cottus gobio* Linnaeus 1758 (Pisces Cottidae). *Senckenbergiana Biol.*, 63(3/4), 161-165

Bless, R., 1990. Die Bedeutung von gewässerbaulichen Hindernissen im Raum-ZeitSystem der Groppe (*Cottus gobio* L.). *Natur und Landschaft*, 65, Heft 12, 581-585

Boeckx, L., Deschamps, M., Mostaert, F., 2019. Laagwaterseizoen 2018: Samenvatting seizoen en gepubliceerde laagwaterberichten waterwegen. WL Rapporten PA006_8, Waterbouwkundig Laboratorium, 50 p. + bijlagen

Broekx, S., De Nocker, L., Liekens, I., Poelmans, L., Staes, J., Van der Biest, K., Meire, P., Verheyen, K., 2013. Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk. VITO, Universiteit Antwerpen en Universiteit Gent i.o.v. Agentschap Natuur & Bos

Brouwers, J., Peeters, B., Van Steertegem, M., van Lipzig, N., Wouters, H., Beullens, J., Demuzere, M., Willems, P., De Ridder, K., Maiheu, B., De Troch, R., Termonia, P., Vansteenkiste, Th., Craninx, M., Maetens, W., Defloor, W., Cauwenberghs, K., 2015. MIRA Klimaatrapport 2015 – Over waargenomen en nog verwachte klimaatveranderingen. Vlaamse Milieumaatschappij i.s.m. KU Leuven, VITO en KMI, Aalst, september 2015, 147 p.

Buysse D., Van Wichelen J., Baeyens R., Coeck J., 2017. Ecologisch afwegingskader voor beoordeling laagwaterproblematiek in periodes van langdurige droogte. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, 35 p.

Callebaut, J., De Bie, E., Huybrechts, W., De Becker, P., 2007. NICHE-Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2007.3, 252 p.

CIW, 2018. Evaluatierapport droogte 2017. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer, 45 p.

CIW, 2018. Monitoring geleidbaarheid in de kustpolders, zomerperiode 2018. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer, Bakkensecretariaten Brugse Polders en IJzer, September 2018, 17 p.

CIW, 2019. Evaluatierapport waterschaarste en droogte 2018. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer, 37 p. + bijlagen per provincie

CIW, 2019. Draaiboek coördinatie waterschaarste en droogte - Reactieve pijler waterschaarste- en droogterisicobeheer (Versie 4.0). Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer, 61 p.

CIW, 2020. Afsprakenkader gecoördineerde aanpak blauwalgen. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, Nota CIW 79/25.06.2020/pt.6.2

CIW, 2020. Evaluatierapport waterschaarste en droogte 2019. Coördinatiecommissie Integraal Waterbeheer, 53 p.

Cha, Y., Cho, K.H., Lee, H., Kang, T., Kim, J.H., 2017. The relative importance of water temperature and residence time in predicting cyanobacteria abundance in regulated rivers. Water Research, 124, 11–19

Chadd, R.P., England, J.A., Constable, D., Dunbar, M.J., Extence, C.A., Leeming, D.J., Murray-Bligh, J.A., Wood, P.J., 2017. An index to track the ecological effects of drought development and recovery on riverine invertebrate communities. Ecological Indicators, 82, 344–356

Coussement T., Willems P., Bertels D., Huysmans M., Vaessens A., Vanrespaille H., Reynaert S, Elsen F., Demuijnck M., 2020. Opmaak van een dynamische waterbalans met afwegingskader en instrumenten voor een reactief en proactief waterbeleid. Bodemkundige Dienst van België, KU Leuven, Vrije Universiteit Brussel, Provincie Limburg, mei 2020, 274+19p.

CREG, 2017. Studie over de operationele winstgevendheid van de bestaande STEG-centrales in België. Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas.

De Gijt, J.G., 2010. A history of quay walls: techniques, types, costs and future. Doctoraatsmanuscript TU Delft, sept. 2010.

- De Jode, W., 2018. Het mensenrecht 'toegang tot water' en eventuele implicaties hierop van de privatisering. Masterproef Master in de Rechten, Universiteit Gent
- De Nocker, L., Craninx, M., Broekx, S., 2020. Droogteschade scheepvaart. VITO, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij
- de Vries, H., Kort, B., Teunis, B., 2015. Landelijk draaiboek waterverdeling en droogte: Watermanagementcentrum Nederland (WMCN) - Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling (WMCN-LCW), 54 p.
- Deltares, Stratelligence en LEI, 2015. Doorontwikkeling van de economische analyse van de zoetwatervoorziening in Nederland. Ontwikkeling van een economisch instrumentarium om de risico's van watertekorten te bepalen. Deltares rapport 1220104-004 in opdracht van RWS-WVL
- Dep. Ruimte Vlaanderen, 2016. Ruimtelijke Staat Vlaanderen in thema's en indicatoren. Departement Ruimte Vlaanderen, Brussel, 58 p.
- Danckaert, S., Lenders, S., 2018. Waterverbruik en -beschikbaarheid in landbouw en agrovoeding, Departement Landbouw en Visserij, Brussel.
- DLV, 2016. Ontwerpnota laagwaterindicatoren landbouw. Departement Landbouw en Visserij - Afdeling Beleidscoördinatie en Omgeving, Nota n.a.v. Task Force Milieukwantiteitsdoelstellingen, juni 2016
- DLV, 2018. Uitdagingen voor de Vlaamse land- en tuinbouw. Departement Landbouw & Visserij
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper no. 33, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Forrester, D.I., Bonal, D., Dawud, S., Gessler, A., Granier, A., Pollastrini, M., Grossiord, C., 2016. Drought responses by individual tree species are not often correlated with tree species diversity in European forests. *Journal of Applied Ecology*, 53(6), 1725–1734
- Garcia, C., Gibbins, C.N., Pardo, I., Batalla, R.J. 2017. Long term flow change threatens invertebrate diversity in temporary stream: evidence from an island. *Science of the Total Environment*, 580, 1453-1459
- Gobin, A., 2010. Modelling climate impacts on crop yields in Belgium. *Climate Research*, 44, 55–68
- Gobin, A., 2012. Impact of heat and drought stress on arable crop production in Belgium. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 1911–1922
- Gobin, A., 2018. Weather related risks in Belgian arable agriculture. *Agricultural Systems*, 159, 225–236
- Hao, Z., Aghakouchak, A., 2013. Multivariate standardized drought index: a parametric multi-index model. *Advances in Water Resources*, 57, 12–18

IEEP, 2010. Costs and Socio-Economic Benefits associated with the Natura 2000 Network. Output of the EC project PREPARATORY ACTIONS FOR NATURA 2000 - Lot 1: The Economic and Social Benefits associated with the Natura 2000 Network, Contract No.: ENV.B.2/SER/2008/0038

IMDC, 2009. Haalbaarheidsstudie Seine-Schelde West, Verkennend onderzoek over de waterbeschikbaarheid en verzilting aspecten. IMDC voor Waterwegen en Zeekanaal NV, Afdeling Bovenschelde

Inagro, Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen, Proefstation voor de Groenteteelt, Bodemkundige Dienst van België, Universiteit Gent, Vakgroep Bodembeheer, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Proefstation voor Sierteelt, Proefcentrum voor de Fruitteelt, & Proefcentrum Hoogstraten (2014). Het documenteren en milieukundig bijstellen van het KNS en andere bemestingsadviessystemen in de tuinbouw met het oog op een ruimere toepassing in de tuinbouw zoals voorzien in het Actieprogramma 2011-2014, voor Vlaamse Landmaatschappij, Afdeling Platteland en Mestbeleid, Eindrapport 14/11/2014, 233 p.

Janssens, P., Elsen, F., 2013. Benadering van de grondwaterrestitutiefactor bij berekening in vollegrondse teelten in Vlaanderen. Onderzoek in opdracht van Studiedienst van de Belgische Boerenbond, Leuven, 37 p.

Jonkeren, O.E., 2009. Adaptation to climate change in inland waterway transport. Doctoraatsthesis VU Amsterdam, no. 460, Tinbergen Institute Research Series

KIM, 2013. De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag

LARA, 2014. Landbouwrapport 2014. Departement Landbouw en Visserij, december 2014, 321 p.

Maasland, E., de Hek, P., Bhaskarabhatla, A., van der Toorn, A.-J., 2018. Prijselasticiteit van de vraag naar leidingwater in Vlaanderen. SEOR Erasmus School of Economics in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij

Maris, T., Cox, T., Meire, P., 2018. Nota Minimaal debiet voor ecologie in de Boven-Zeeschelde. U.Antwerpen – ECOBE, nota 018-R227, 17 p.

Maris, T., Meire, P., 2020. Aanvullingen op de nota Minimaal debiet voor ecologie in de Boven-Zeeschelde. U.Antwerpen – ECOBE, nota 020-R252, 3 p.

McKee, T., Doesken, N., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, California, 179-183

Meert, P., Wolfs, V., Willems, P., 2018. Risico- en kwetsbaarheidsanalyse voor het Meetjesland onder klimaatverandering. Sumaqua voor Veneco en Provincie Oost-Vlaanderen, september 2018, 80 p.

Meert, P., Wolfs, V., Willems, P., 2019. Regionaal klimaatadaptatieplan Meetjesland. Sumaqua voor Veneco en Provincie Oost-Vlaanderen, maart 2019, 107 p.; beknopte samenvatting, 22 p.

Messely, L., Lenders, S., Carels, K., 2008. Watergebruik in de Vlaamse land- en tuinbouw: Inventarisatie en alternatieven, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie, Brussel.

Minaraad, 2018. Achtergrondnota Hemelwater. Minaraad 25/01/2018, 60 p.

Ntegeka, V., Wolfs, V., Willems, P., 2017. Impact van klimaatverandering op meteorologische droogte. Sumaqua voor Vlaamse Milieumaatschappij, september 2017, 30 p.

Ntegeka, V., Wolfs, V., Willems, P., 2018. Aanpassen historische Ukkelreeksen aan huidig klimaat. Sumaqua voor Vlaamse Milieumaatschappij, januari 2018, 43 p.

Peeters, L., Haerens, B., Van der Sluys, J., Dassargues, A., 2004. Modelling seasonal variations in nitrate and sulphate concentrations in a vulnerable alluvial aquifer. Environmental Geology, 46, 951-961

Pereira, F., Mostaert, F., 2012. Waterbalans Seine-Schelde West: Advies Waterbouwkundig Laboratorium. Waterbouwkundig Laboratorium, Adviezen 765_55

Pereira, F., Nossent, J., Verwaest, T., Mostaert, F., 2016. Verlaging van de waterstanden in het Albertkanaal juli 2011: advies. Waterbouwkundig Laboratorium Adviezen, 14_074, 33 p.

RA, 2008. Haalbaarheidsstudie Seine-Schelde West. RA, IMDC, Tritel, TTE voor Waterwegen en Zeekanaal NV, Afdeling Bovenschelde

RA, 2008. Plan-MER voor de binnenvaartverbinding Seine-Schelde West. RA, IMDC, Tritel, TTE voor Waterwegen en Zeekanaal NV, Afdeling Bovenschelde

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2017. AquaCrop Version 6. Reference manual, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2018. AquaCrop 6.1. Reference manual Chapter 1: FAO Crop-water productivity model to simulate yield response to water, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Romo, S., Soria, J., Fernandez, F., et al., 2013. Water residence time and the dynamics of toxic cyanobacteria. Freshwater Biology, 58(3), 513-522

Sepulcre-Canto, G., Horion, S., Singleton, A., Carrao, H., Vogt, J., 2012. Development of a combined drought indicator to detect agricultural drought in Europe. Natural Hazards and Earth System Sciences, 12, 3519 – 3531

Spikmans, F.M., Schiphouwer, M., Kranenbarg, J., Breeuwer, H., 2013. Naar duurzame populaties beekprik in Noord-Brabant. Voorbereidingsstudie herintroductie. Stichting RAVON, Nijmegen & IBED – Universiteit van Amsterdam

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Raes, D. 2012. Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper no. 66, FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Technum, 2001. Maatschappelijke Impactstudie voor de ontsluiting van de Vlaamse Kusthavens, Technum, IMDC, RA voor Waterwegen en Zeekanaal NV, Afdeling Bovenschelde

TOPSOIL, 2016. Verziltingsstoestand van het oostelijk kustgebied - Resultaten van het elektromagnetisch onderzoek vanuit de lucht. VMM-rapport TOPSOIL Interreg North Sea Region project, 77 p.

TOPSOIL, 2019. TOPSOIL Airborne EM kartering van zoet en zout grondwater in Vlaanderen (FRESHM Vlaanderen). Rapport TOPSOIL Interreg North Sea Region project, 144 p.

UKTAG, 2008. UKTAG Guidance on the Classification of Ecological Potential for Heavily Modified Water Bodies and Artificial Water Bodies – 2008. UK Department of Agriculture, Environment and Rural Affairs.

Vaerten J., Janssens P., Elsen A., Elsen F., Vandendriessche H., 2019. 30 jaar irrigatieproeven bij de Bodemkundige Dienst van België. Bodemkundige Dienst van België, Heverlee, 102 p.

Van Dam, H., Van Apeldoorn, R.C., 1978. De droogte van 1976 en de natuur in Nederland. H₂O, 13, 278-281

van der Veen, G.J., Garritsen, A.C., 1994. Kennisoverzicht ecohydrologie – Een inventarisatie van kennis en expertise op het gebied van ecohydrologie en verdroging. Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging (NOV-rapport 7), Nederland

Van Minh, H., Nguyen-Viet, H., Thanh, N.H. et al., 2013. Assessing willingness to pay for improved sanitation in rural Vietnam. Environmental Health and Preventive Medicine, 18, 275-284

Vannevel, R., Goethals, P.L.M., 2020. Identifying ecosystem key factors to support sustainable water management. Sustainability, 12, 1148

Verdonschot, R., Verdonschot, P., Knol, B., Schmidt, G., Scheepens, M., Brugmans, B., van Beers, P., Lenssen, J., 2020. Effecten van de droge zomer van 2018 op de macrofauna in laaglandbeken. H₂O, online 2 juni 2020; https://www.h2owaternetwerk.nl/images/2020/Mei/H2O-Online_200602_Droogte_en_macrofauna.pdf

Vansteenkiste, Th., Tavakoli, M., Ntegeka, V., De Smedt, F., Batelaan, O., Pereira, F., Willems, P., 2014. Intercomparison of hydrological model structures and calibration approaches in climate scenario impact projections. Journal of Hydrology, 519, 743-755

Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S., López-Moreno, J.I., 2010. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. Journal of Climate, 23(7), 1696-1718

VITO, 2017. Watergebruik 2016 door huishoudens in Vlaanderen. VITO in samenwerking met GfK Belgium, in opdracht van de WaterRegulator, februari 2016.

Vlakwa, 2019. Socio-economisch belang van water in Vlaanderen. Vlakwa

VMM, 2016. Opstellen van richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen. Studie IMDC in samenwerking met de Bodemkundige Dienst van België voor Vlaamse Milieumaatschappij, 423 p.

VMM, 2017. Watermeter 2016-2017. Vlaamse Milieumaatschappij

VMM, 2018. Watergebruik door huishoudens – het watergebruik in 2016 bij de Vlaming thuis. Vlaamse Milieumaatschappij, 41 p

VMM, 2018. Drinkwaterbalans voor Vlaanderen 2017. Vlaamse Milieumaatschappij

VMM, 2018. Drinkwatervoorziening in Vlaanderen: organisatie en een blik vooruit. Vlaamse Milieumaatschappij, 65 p.

VMM, 2018. Advies WaterRegulator: De kost van waterverlies bij Vlaamse watermaatschappijen. Vlaamse Milieumaatschappij, 21 p.

VMM, 2019. Drinkwaterbalans voor Vlaanderen 2018. Vlaamse Milieumaatschappij

VMM & Sumaqua, 2018. Impact van klimaatverandering op meteorologische droogte in Vlaanderen. Vlaamse Milieumaatschappij & Sumaqua, maart 2018, 44 p.

Watermaatschappijen en VMM, 2019. Afsprakenkader opvolging bevoorrading leidingwater. Vlaamse Milieumaatschappij, mei 2019, 49 p.

Wamelink, G.W.W., Frissel, J.Y., Krijnen, W.H.J., Verwoert, M.R., Goedhart, P.W., 2014. Can Plants Grow on Mars and the Moon: A Growth Experiment on Mars and Moon Soil Simulants. PLoS ONE, 9(8), e103138

Willems, P., 2013. Waterloopmodellering. Acco Leuven & Den Haag, 268 p., ISBN 978-90-334-9296-9, D/2013/0543/132, NUR 955

Willems, P., Wolfs, V., 2019. Analyse drinkwaterverbruik. Sumaqua voor VMM, januari 2019, 67 p.

WL, 2009. Effect van klimaatwijzigingen op afvoerdebieten in hoog- en laagwatersituaties en op de globale waterbeschikbaarheid. Waterbouwkundig Laboratorium, rapporten projecten 706_13a en 706_18:

- ✓ Vansteenkiste, T., Holvoet, K., Willems, P., Vanneuville, W., Ven Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2009. Effect van klimaatwijzigingen op afvoerdebieten in hoog- en laagwatersituatie en op de globale waterbeschikbaarheid: Deelrapport 1 - Gevalstudie voor Leie en Bovenschelde bekken. WL Rapporten, project 706/13a_1, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, juni 2009
- ✓ Vansteenkiste, T., Holvoet, K., Willems, P., Vanneuville, W., Ven Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2009. Effect van klimaatwijzigingen op afvoerdebieten in hoog- en laagwatersituatie en op de globale waterbeschikbaarheid: Deelrapport 2 - Gevalstudie voor Maasbekken. WL Rapporten, 706/13a_1, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, juni 2009

- ✓ Vansteenkiste, T., Holvoet, K., Willems, P., Vanneuville, W., Ven Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2009. Effect van klimaatwijzigingen op afvoerdebieten in hoog- en laagwatersituatie en op de globale waterbeschikbaarheid: Deelrapport 3 - Literatuuroverzicht hydrologische modellering van laagwaterscenario's. WL Rapporten, project 706/13a_1, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, december 2009, 59 p.
- ✓ Vansteenkiste, T., Pereira, F., Willems, P., Vanneuville, W., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2010. Effect van klimaatwijzigingen op afvoerdebieten in hoog- en laagwatersituatie en op de globale waterbeschikbaarheid: Deelrapport 4 - Opmaak van een ruimtelijk verdeeld model met MIKE SHE en WetSpa. WL Rapporten, project 706/13a, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, oktober 2010, 94 p.
- ✓ Vansteenkiste, T., Pereira, F., Willems, P., Vanneuville, W., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2011. Effect of climate change on the hydrological regime of navigable water courses in Belgium. Subreport 1 - Literature review of the climate research in Belgium. WL Rapporten, project 706_18, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, September 2011, 43 p.
- ✓ Vansteenkiste, T., Pereira, F., Willems, P., Mostaert, F., 2011. Effect of climate change on the hydrological regime of navigable water courses in Belgium. Subreport 2 – Climate change impact analysis by conceptual models. WL Rapporten, project 706_18, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, December 2011, 57 p.
- ✓ Vansteenkiste, T., Pereira, F., Willems, P., Mostaert, F., 2012. Effect of climate change on the hydrological regime of navigable water courses in Belgium. Subreport 3 – Climate change impact analysis by distributed models. WL Rapporten, project 706_18, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, February 2012, 71 p.
- ✓ Van Hoey, S., Vansteenkiste, T., Pereira, F., Nopens, I., Seuntjens, P., Willems, P., Mostaert, F., 2012. Effect of climate change on the hydrological regime of navigable water courses in Belgium. Subreport 4 - Flexible model structures and ensemble evaluation. WL Rapporten, project 706_18, Waterbouwkundig Laboratorium, KU Leuven, VITO & U.Gent, September 2012, 29 p.
- ✓ Vansteenkiste, T., Pereira, F., Willems, P., Mostaert, F., 2012. Effect of climate change on the hydrological regime of navigable water courses in Belgium. Subreport 5 – Comparison of lumped and distributed models in the climate change impact assessment. WL Rapporten, project 706_18, Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven, August 2012, 33 p.
- ✓ Vansteenkiste, T., Pereira, F., Willems, P., Mostaert, F., 2012. Effect of climate change on the hydrological regime of navigable water courses in Belgium. Subreport 6 - Urban expansion impact analysis by distributed models. WL Rapporten, 706_18. Waterbouwkundig Laboratorium & KU Leuven: Antwerpen, September 2012, 17 p.

WL, 2012. Opmaak van modellen voor waterbeschikbaarheid en allocatiestrategieën. Waterbouwkundig Laboratorium, rapporten project 724_04:

- ✓ Michielsens, S., Pereira, F., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2012. Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 1 - Inventarisatie
- ✓ Michielsens, S., Pereira, F., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2012. Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 2 - Analyse van het huidige watergebruik
- ✓ De Boeck, K., Pereira, F., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2012. Modellerings van waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën: Deelrapport 3 - Analyse van het huidige wateraanbod
- ✓ De Boeck, K., Michielsens, S., Pereira, F., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2012. Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 4 - Modellerings van de huidige toestand op regionaal niveau
- ✓ Vanderkimpen, P., Pereira, F., Van Eerdenbrugh, K., Mostaert, F., 2012. Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 7 - Zoutintrusie kanaal Gent-Terneuzen

WL, 2017. Waterbeschikbaarheidsmodellerings en allocatiestrategieën in het stroomgebied van de Schelde. Waterbouwkundig Laboratorium, rapporten project 00_162:

- ✓ Michielsens, S., Degrande, L., Elyahyioui, J., Vereycken, K., Pereira, F., Verwaest, T., Mostaert, F., 2016. Modellerings van waterbeschikbaarheid en waterallocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 1 – Verbeteren van het modelinstrumentarium. WL Rapporten, 00_162. Waterbouwkundig Laboratorium & Antea Group
- ✓ Crespo del Granado, P., Maroy, E., Rocabado, I., Pereira, F., Mostaert, F., 2017. Waterbeschikbaarheidsmodellerings en allocatiestrategieën in het stroomgebied van de Schelde: Deelrapport 3 – Modellerings van de huidige watervraag op regionale schaal. WL Rapporten, 00_162_3. Waterbouwkundig Laboratorium & Antea Group

WL, 2020. Laagwaterseizoen 2019 - Samenvatting seizoen en gepubliceerde laagwaterberichten waterwegen. WL Rapporten, PA006_9, Waterbouwkundig Laboratorium, 197 p.

WMO, 2016. Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda & B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. World Meteorological Organization (WMO) & Global Water Partnership (GWP)

WTCB, 2018. Scheurvorming in gebouwen door het krimpen of zwellen van plastische gronden. WTCB, TC Ruwbouw en algemene aanneming, WTCB-Dossiers 2018/3.2

Wolfs, V., Ntegeka, V., Willems, P., Francken, W., 2018. Impact van het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen op rioleringen. Sumaqua voor VLARIO, april 2018, 86 p.

Wolfs, V., Meert, P., Willems, P., 2019. Risico- en kwetsbaarheidsanalyse voor de historische binnenstad van Brugge onder klimaatverandering. Sumaqua voor Stad Brugge, Interreg - Water Resilient Cities & Provincie West-Vlaanderen, maart 2019, 55 p.

Wolfs, V., Meert, P., Willems, P., 2019. Klimaatadaptatieplan historische binnenstad Brugge. Sumaqua voor Stad Brugge, Interreg - Water Resilient Cities & Provincie West-Vlaanderen, maart 2019, 132 p.

Wouters, J., 2011. Beoordeling van de gevoeligheid van soorten en habitattypes van Europees belang bij verstoringingen. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.A.2011.127

Wouters, J., Vanderhaeghe, F., 2019. Ontwerp van een early-warning meetnet voor droogte in natuurgebieden. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Wouters, J., Denys, L., Vanden Borre, J., 2018. Advies over droogte-indicatoren voor grondwaterafhankelijke vegetaties en stilstaande wateren met belangrijke natuurwaarden. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek aan Agentschap voor Natuur- en Bos, INBO.A.3630

WWL, 2020. Waterwijzer Landbouw, STOWA – Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort, Nederland; <https://waterwijzer.nl/>

Zomlot, Z., Verbeiren, B., Huysmans, M., Batelaan, O., 2015. Spatial distribution of groundwater recharge and base flow: Assessment of controlling factors. Journal of Hydrology: Regional Studies, 4(B), 349-368

14. Bijlagen

Volgende documenten zijn bijgevoegd bij dit eindrapport bij de eerste versie van het reactief afwegingskader:

- ✓ Verslagen van de workshops met de belanghebbenden
- ✓ Analyse van het reactief droogtebeleid in Nederland en Frankrijk
- ✓ Excel-bestand "VRAG-Inventaris.xlsx":
 - Overzicht van de soorten watergebruik, geklasseerd volgens sector, deelsector, type toepassing van het watergebruik, type waterlichaam of waterbron waaruit onttrokken wordt, mogelijke oorzaken van waterschaarste en typen problematieken, mogelijke indicatoren voor droogte en waterschaarste, drempelwaarden voor droogniveau 1 en droogteniveau 2, de eventuele gebiedsspecificiteit van de drempelwaarden, wijze van bepaling van de indicatorwaarden in real time, aanduiding of de waterschaarste of problematiek zich recent voordeed (waar, wanneer, hoe)
 - Evaluatie en selectie van de droogte- en waterschaarste-indicatoren
 - Lijst van recente waterschaarstegebeurtenissen
 - Overzicht van mogelijke en beschouwde maatregelen en acties
 - Lijst betrokken vertegenwoordigers van de opdrachtgevers, projectuitvoerders en genodigden voor de workshops met de belanghebbenden
- ✓ Dashboard met de resultaten van de eerste toetsing van het afwegingskader op historische droogteperiodes.