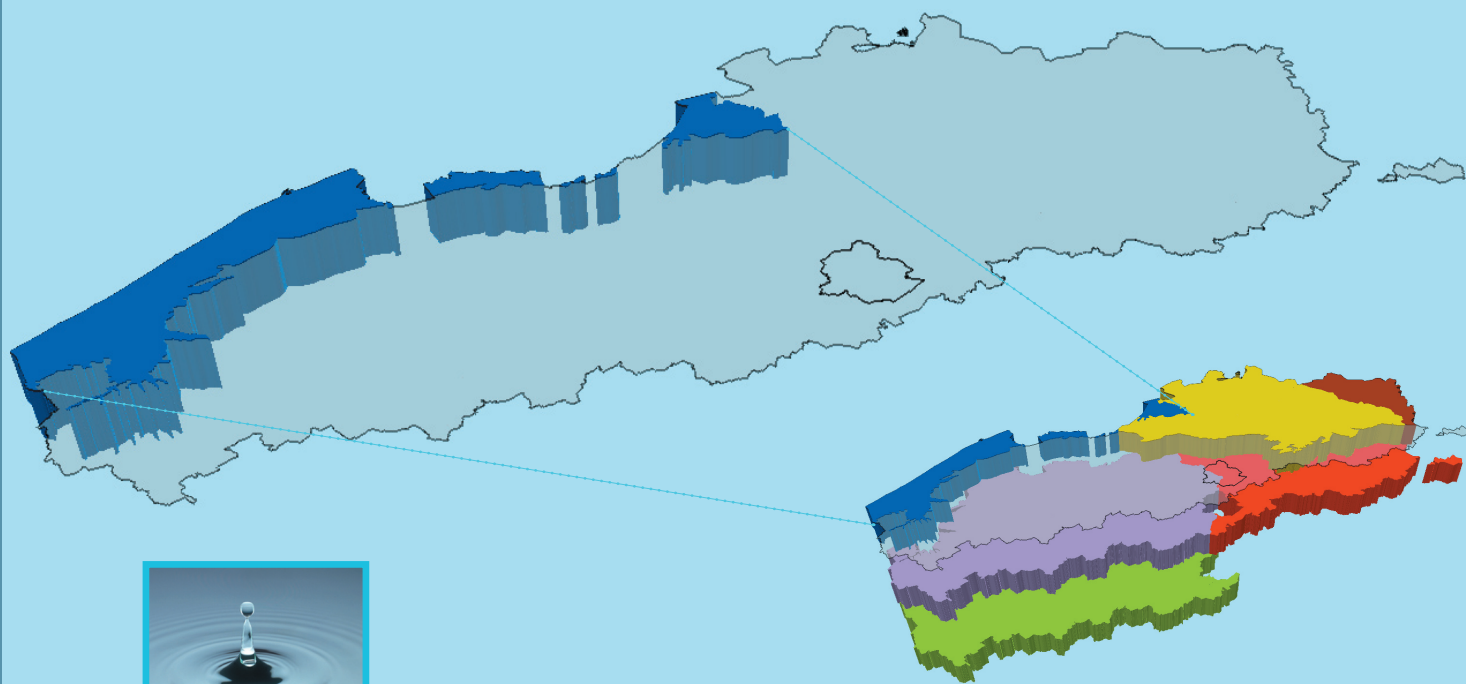




VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



Het Kust- en Poldersysteem

Grondwater in Vlaanderen

Titel

Grondwater in Vlaanderen: het Kust- en Poldersysteem

Samenstellers

VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer, dienst Grondwaterbeheer: Dieter Vandeveld, Cis Slenter, Didier D'hont en Paul Thomas

Afdeling

Afdeling Operationeel Waterbeheer, VMM

Samenvatting

Het Kust- en Poldersysteem, afgebakend in grondwaterlichamen, wordt hydrogeologisch beschreven. De grondwatervoeding, de neerslag, de bodemgesteldheid en het landgebruik komen kort aan bod.

Vervolgens wordt de toestand van het grondwater in het Kust- en Poldersysteem omschreven. Op basis van de resultaten van het freatisch en primair grondwatermeetnet worden kwantitatieve en kwalitatieve aspecten behandeld.

Dit rapport maakt deel uit van een reeks van 6 rapporten over de grondwatersystemen in Vlaanderen.

Wijze van refereren

VMM (2008). Grondwater in Vlaanderen: het Kust- en Poldersysteem. Vlaamse Milieumaatschappij. Aalst. 93 p.

Verantwoordelijke uitgever

Philippe D'Hondt, Afdelingshoofd Lucht, Milieu en Communicatie, Vlaamse Milieumaatschappij

Rapporten te bestellen bij

VMM-Infoloket

A. Van de Maelestraat 96

9320 Erembodegem

Tel: 053 72 64 45

Fax: 053 71 10 78

info@vmm.be

Depotnummer

D/2008/6871/014

Het Kust- en Poldersysteem

Grondwater in Vlaanderen

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	5
Hoofdstuk 1: Het Kust- en Poldersysteem omschreven	7
1.1 De Kaderrichtlijn Water	8
1.2 HCOV	9
1.3 De afbakening van het grondwatersysteem	9
1.3.1 Wat is een grondwatersysteem?	9
1.3.2 Begrenzing van het Kust- en Poldersysteem	11
1.3.3 De hydrogeologische opbouw van het Kust- en Poldersysteem	12
1.4 De afbakening van de grondwaterlichamen	17
1.4.1 Naamgeving van de grondwaterlichamen	18
1.4.2 Grondwaterlichamen in het Kust- en Poldersysteem	19
1.4.3 Grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_1	20
1.4.4 Grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_2	20
1.4.5 Grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_1	22
1.4.6 Grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_2	23
1.4.7 Grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_3	24
1.5 Grondwatervoeding, neerslag, bodemtextuur en landgebruik	27
1.5.1 Grondwatervoeding	27
1.5.2 Neerslag	28
1.5.3 Bodemtextuur	29
1.5.4 Landgebruik	30
Hoofdstuk 2: De toestand van het grondwater in het Kust- en Poldersysteem	33
2.1 Grondwatermonitoring	34
2.1.1 De grondwatermeetnetten	34
2.1.2 Grondwatermonitoring in het Kust- en Poldersysteem	36
2.2 Het grondwater gepeild	36
2.2.1 De grondwaterpeilen	36
2.2.2 Het grondwater gebruikt	39
2.2.3 Problemen en maatregelen	40
2.3 Het grondwater ontleed	41
2.3.1 Algemene kwaliteitskenmerken	41
2.3.2 Watertype	41
2.3.3 Normering	43
2.3.4 Nitraat	44
2.3.5 Nitriet	49
2.3.6 Ammonium	55
2.3.7 Pesticiden	59
2.3.8 Geleidbaarheid en chloride	63
2.3.9 Fosfaat	71
2.3.10 Zware metalen	74
2.3.11 Problemen en maatregelen	78
Bijlage 1: Selectie van aan grondwatergerelateerde wetgeving	81
Bijlage 2: Hydrogeologische codering van de ondergrond in Vlaanderen	85
Bijlage 3: Referentielijst	91

VOORWOORD

Op 12 december 2006 werd een grondwatersymposium georganiseerd door VMM afdeling Operationeel Waterbeheer. Op dat moment werd het rapport “Grondwaterbeheer in Vlaanderen: het onzichtbare water doorgrond” voorgesteld. In dat rapport werd een overzicht gegeven van het belang, de kenmerken en de kwantitatieve en kwalitatieve problemen van grondwater in Vlaanderen.

Het rapport dat u nu in handen heeft, borduurt verder op datgene wat op het grondwatersymposium werd naar voren gebracht. Het Vlaamse grondwater is in 6 grondwatersystemen ingedeeld. In dit rapport maakt u dieper en grondiger kennis met één van deze systemen, met name het Kust- en Poldersysteem. De overige grondwatersystemen worden in gelijkaardige rapporten behandeld. Op deze manier krijgt u een antwoord op de vele vragen over de kwalitatieve en kwantitatieve toestand van het grondwater.

Grondwater in Vlaanderen krijgt - terecht - meer en meer aandacht. Als zoetwaterreserve is grondwater immers onovertroffen. Maar grondwater is géén onuitputtelijke bron en is bovendien kwetsbaar voor verontreiniging. Het herstel van verdroogde of verontreinigde watervoerende lagen kost veel geld en tijd, en brengt een duurzaam gebruik van grondwater in gevaar. Voorkomen is zoals altijd beter dan genezen.

De Vlaamse Milieumaatschappij schenkt veel aandacht aan ons grondwater, dat eigenlijk ons erfgoed is. Een goed beheer gebaseerd op een goede kennis is ons streefdoel. Deze kerntaak zullen we in de toekomst blijven behartigen.

Meer informatie kunt u vinden op www.vmm.be en op dov.vlaanderen.be.

Hoofdstuk 1

Het Kust - en Poldersysteem omschreven

- De Kaderrichtlijn Water
- HCOV
- De afbakening van het grondwatersysteem
- De afbakening van de grondwaterlichamen
- Grondwatervoeding, neerslag, bodemgesteldheid en landgebruik

1.1 De Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water en de Grondwaterrichtlijn (als dochterrichtlijn hiervan) willen zoet oppervlaktewater, overgangswater (estuaria), kustwater en grondwater beschermen en stellen zich tot doel dat alle Europese wateren eind 2015 een goede toestand hebben. Daarbij staan een integrale aanpak, een duurzaam gebruik en bescherming van de (grond)watervoorraden, de bescherming van de ecosystemen en het garanderen van voldoende water voor een multifunctioneel gebruik voorop. Deze doelstellingen worden op stroomgebiedniveau, en voor wat betreft grondwater, op grondwaterlichaamsniveau aangepakt.

Voor het grondwater geldt eveneens dat tegen eind 2015 een 'goede grondwatertoestand' moet worden bereikt. Dit houdt in dat:

- achteruitgang van de toestand van het grondwater moet worden voorkomen;
- het grondwater moet worden hersteld;
- er moet worden gezorgd voor een evenwicht tussen aanvulling en onttrekking;
- elke aanhoudende stijging van de concentratie van een verontreinigende stof ten gevolge van menselijke activiteiten moet worden omgeboogen.

Het Decreet Integraal Waterbeleid zet de Kaderrichtlijn Water om in Vlaamse wetgeving en vormt het uitgangspunt voor het Vlaamse waterbeleid.

Een selectie van aan grondwatergerelateerde wetgeving is weergegeven in bijlage 1.

Vlaanderen maakt deel uit van twee internationale stroomgebiedsdistricten: het internationale stroomgebiedsdistrict van de Schelde en het internationale stroomgebiedsdistrict van de Maas (figuur 1.1).

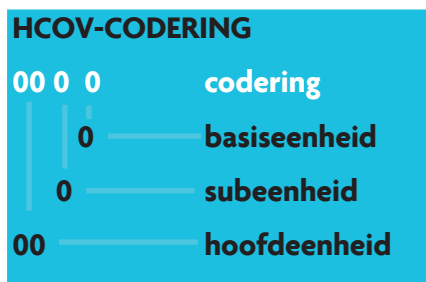
Het Vlaams deel van het internationale stroomgebiedsdistrict van de Schelde bestaat uit het in Vlaanderen gelegen deel van het stroomgebied van de Schelde (88% van de oppervlakte van Vlaanderen), het stroomgebied van de IJzer en het stroomgebied van de Brugse Polders (tabel 1.1).

Het Vlaams deel van het internationale stroomgebiedsdistrict van de Maas (12% van de oppervlakte van Vlaanderen) bestaat alleen uit het in Vlaanderen gelegen deel van het stroomgebied van de Maas

Tabel 1.1: Oppervlakte van de stroomgebieden in Vlaanderen

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Stroomgebiedsdistrict (SGD)	Oppervlakte	Stroomgebied	Oppervlakte
SGD Schelde	11.991 km ²	Stroomgebied van de Schelde	9.599 km ²
		Stroomgebied van de IJzer	1.365 km ²
		Stroomgebied van de Brugse Polders	1.026 km ²
SGD Maas	1.596 km ²	Stroomgebied van de Maas	1.596 km ²



1.2 HCOV

Vlaanderen is opgebouwd uit een opeenvolging van watervoerende (zand, grind, krijt, vast gesteente, ...) en niet-watervoerende lagen (klei, leem, ...). De opeenvolging van deze aquifers (watervoerende lagen) en aquitards (slecht-doorlatende of afsluitende lagen) heeft in Vlaanderen een eigen codering: de Hydrogeologische Codering van de Ondergrond van Vlaanderen (HCOV-codering).

De HCOV-codering is opgebouwd uit hydrogeologische hoofd-, sub- en basiseenheden.

Het hoogste niveau (eerste twee cijfers) groepeerd een opeenvolging van geologische lagen die globaal dezelfde hydrogeologische eigenschappen hebben en zo één gekoppeld geheel vormen. Het betreft hier de globale aquifer- en aquitardsystemen die de opbouw van Vlaanderen kenmerken. Het tweede niveau, de subeenheden (derde cijfer), geeft het fijnste onderscheid weer tussen watervoerende en afsluitende lagen. Tenslotte staan de hydrogeologische basiseenheden voor een verdere opdeling van de beschouwde subeenheden in lagen met een herkenbaar verschil in hydrologische eigenschappen, zoals een verschil in korrelgrootte of hydraulische geleidbaarheid (vierde cijfer).

Er worden 14 hydrologische hoofdeenheden onderscheiden, voorgesteld door de codes 0000 tot en met 1300 (hoe lager het cijfer hoe jonger het systeem):

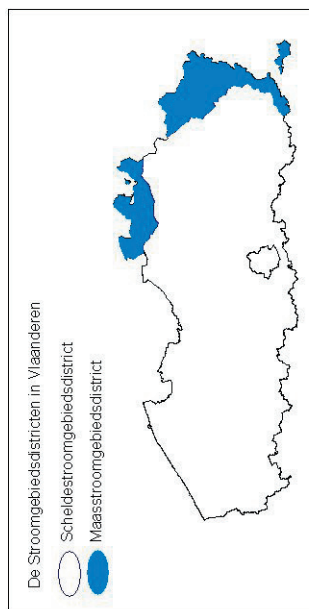
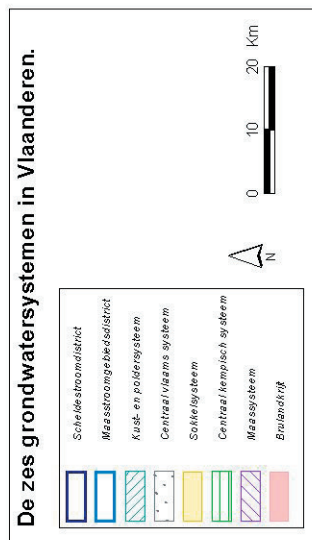
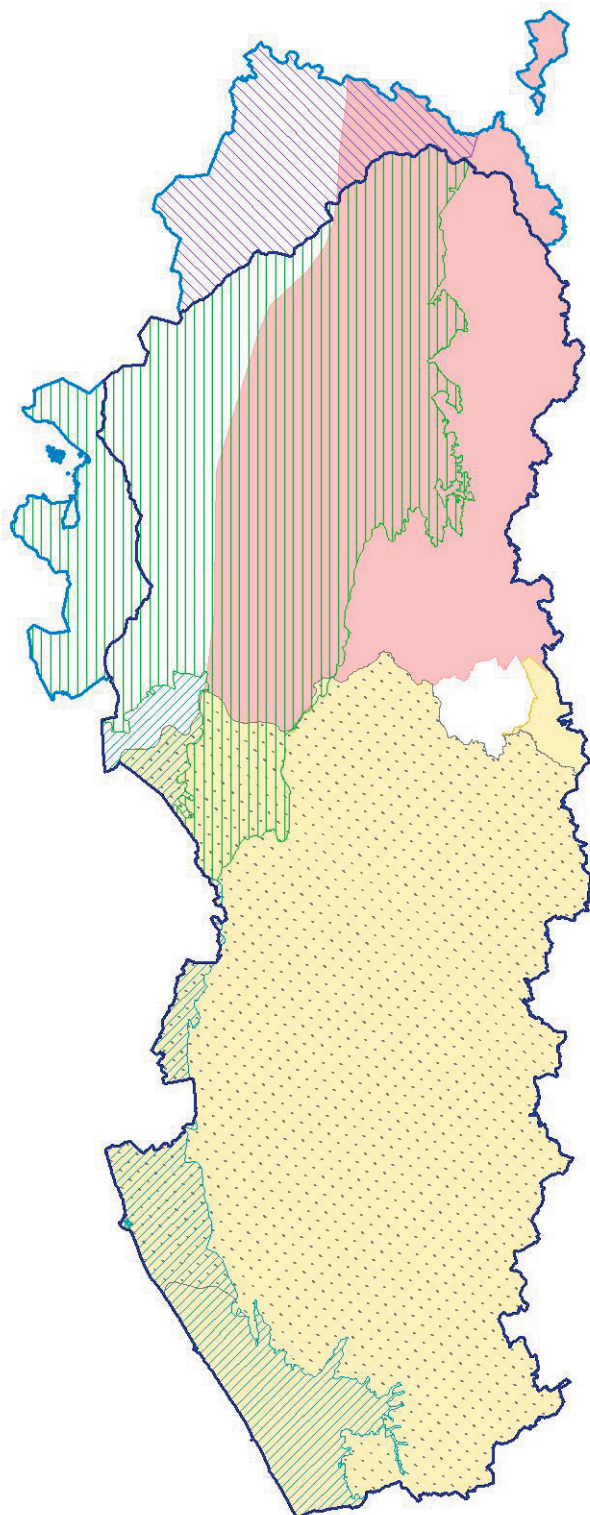
- 0000 Onbepaald
- 0100 Quartaire Aquifersystemen
- 0200 Kempens Aquifersysteem
- 0300 Boom Aquitard
- 0400 Oligoceen Aquifersysteem
- 0500 Bartoon Aquitardsysteem
- 0600 Ledo Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem
- 0700 Paniseliaan Aquitard
- 0800 Ieperiaan Aquifer
- 0900 Ieperiaan Aquitardsysteem
- 1000 Paleoceen Aquifersysteem
- 1100 Krijt Aquifersysteem
- 1200 Jura-Trias-Perm
- 1300 Sokkel

Voor een volledige HCOV-codering wordt verwezen naar bijlage 2.

1.3 De afbakening van het grondwatersysteem

1.3.1. Wat is een grondwatersysteem?

Op basis van de regionale grondwaterstroming worden verschillende opeenvolgende HCOV-eenheden afgebakend die als één geïsoleerd geheel beschouwd worden: dit zijn de grondwatersystemen. Naast enkele pragmatische grenzen in de vorm van gewest- en landsgrenzen, is de indeling gebaseerd op de fysische kenmerken van het grondwaterreservoir: duidelijke barrières voor de grondwaterstroming zoals dikke kleilagen, geologische begrenzingen, grondwaterscheidingen, sterk drainerende



Figuur 1.1: De zes grondwatersystemen in Vlaanderen

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

rivieren, verziltinggrenzen enz. begrenzen de verschillende grondwatersystemen. De verschillende grondwatersystemen staan dus onderling nauwelijks met elkaar in verbinding.

Het Vlaams Gewest kent zes grondwatersystemen, die op verschillende dieptes boven en naast elkaar voorkomen (figuur 1.1).

In het westen vindt men van ondiep naar diep:

- Het Kust- en Poldersysteem
- Het Centraal Vlaams Systeem
- Het Sokkelsysteem

In het oosten vindt men van ondiep naar diep:

- Het Maassysteem
- Het Centraal Kempisch Systeem
- Het Brulandkrijtsysteem

Vijf van de genoemde grondwatersystemen behoren tot het stroomgebiedsdistrict van de Schelde. Enkel het volledige Maassysteem, een klein oostelijk deel van het Brulandkrijt Systeem en het noordelijk deel van het Centraal Kempisch Systeem behoren tot het stroomgebiedsdistrict van de Maas.

1.3.2 Begrenzing van het Kust- en Poldersysteem

Het Kust- en Poldersysteem omvat de kustvlakte samen met de Oostvlaamse polders en de Scheldepolders. Het grondwatersysteem kan als één langgerekte band worden beschouwd van De Panne tot Antwerpen, maar wordt door Nederlands grondgebied onderbroken waardoor de Oostvlaamse polders geïsoleerd liggen tussen de kustvlakte en de Scheldepolders in.

Geografisch kunnen dus 3 regio's onderscheiden worden:

Kustvlakte

De kustvlakte heeft als zuidoostelijke grens de verziltingsgrens (nagenoeg de poldergrens), als noordwestelijke grens de Noordzee, als noordoostelijke grens Nederland en als zuidwestelijke grens Frankrijk. Naar de diepte toe wordt deze regio begrensd door de doorlatende lagen van Tertiaire ouderdom (Bartoon, Paniseliaan en Leperiaan Aquitardsystemen). De Quartaire Aquifersystemen (HCOV 0100) vormen plaatselijk met de doorlatende afzettingen van het Tertiair (Ledo Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem - HCOV 0600 - en het Leperiaan Aquitard - HCOV 0800) de freatische watervoerende laag. Het gebied bestaat uit hooggelegen duinen en laaggelegen polders. De hoogteligging in de duinen kan oplopen tot meer dan +30 mTAW terwijl de hoogteligging in het poldergebied schommelt tussen de +2 mTAW en +5 mTAW. Lokaal kan de topografie verstoord zijn door ophogingen of afgravingen. De kustvlakte maakt deel uit van het Bekken van de Brugse Polders en het IJzerbekken. Grote waterlopen die het gebied doorkruisen zijn de IJzer, het kanaal Plassendale-Duinkerke, het kanaal Gent-Oostende, het Boudewijnkanaal, het Afleidingskanaal van de Leie en het Leopoldkanaal. Daarnaast wordt het gebied doorsneden door verschillende kleine waterlopen met als voornaamste doel de polders droog te houden.

Oostvlaamse polders

Dit gebied bevat de polders van het Meetjesland met inbegrip van de kleinere poldergebieden gelegen in de gemeenten Zelzate, Wachtebeke en Moerbeke. Dit gebied heeft als noordelijke, westelijke en oostelijke grens Nederland, en als zuidelijke grens de verziltingsgrens (nagenoeg de poldergrens). De Quartaire Aquifersystemen vormen plaatselijk samen met de goed doorlatende afzettingen van het Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0400) de freatische watervoerende laag. Naar de diepte toe wordt dit systeem begrensd

door Eocene kleilagen, waaronder het Bartoon Aquitardsysteem (HCOV 0500). De hoogteligging van dit poldergebied schommelt tussen de +2 mTAW en +4 mTAW. In het zuiden grenst dit gebied aan een stuifzandruggengebied die de waterscheidingskam vormt tussen een noordelijk gebied met de Oostvlaamse polders en de zuidelijk gelegen zandstreek. De Oostvlaamse polders zijn gelegen in het Bekken van de Gentse Kanalen. Het oppervlaktewater wordt voornamelijk afgevoerd via het Leopoldkanaal, dat in westelijke richting afwatert en ter hoogte van Zeebrugge uitmondt in zee.

Scheldepolders

Dit gebied bevat de polders van het Waasland, de Antwerpse polders en het poldergebied van Stabroek. Een groot deel van dit gebied wordt ingenomen door de Antwerpse haven. In het noorden en westen wordt dit gebied begrensd door Nederland. De oostelijke en zuidelijke grens komt overeen met de verziltingsgrens. De Quartaire Aquifersystemen (HCOV 0100) vormen samen met het Kempens Aquifersysteem (HCOV 0200) de freatisch watervoerende laag. Naar de diepte toe wordt dit systeem begrensd door de Boom Aquitard (HCOV 0300). De hoogteligging varieert er van 0 mTAW tot +4 mTAW. Plaatselijk kan de hoogteligging beïnvloed zijn door ophogingen of ontgravingen. Het gebied behoort tot het Beneden-Scheldebekken. De belangrijkste waterloop is de (Beneden-)Schelde.

Uit voorgaande blijkt dat het Kust- en Poldersysteem voornamelijk is opgebouwd uit Quartaire afzettingen, die op hun beurt opgebouwd zijn uit Holocene (HCOV 0120 en 0130) en Pleistocene afzettingen (HCOV 0160). Lokaal vormen zandige Tertiaire afzettingen de basis van het systeem (HCOV 0200, 0400, 0600 en 0800). De Holocene afzettingen worden gekenmerkt door goed doorlatende kreek- en duinafzettingen (respectievelijk HCOV 0134 en 0120) en slecht doorlatende polderafzettingen

(HCOV 0131, 0132, 0133 en 0135). De Pleistocene afzettingen zijn voornamelijk goed doorlatend.

Aangezien dit grondwatersysteem geologisch gezien vrij jong is, ligt het als een deken over grondwatersystemen met oudere afzettingen (het Sokkelsysteem en het Centraal Vlaams Systeem). De basis van het grondwatersysteem wordt gevormd door de jongste betekenisvolle Tertiaire kleilaag.

Het Kust- en Poldersysteem werd van alle systemen het meest recent beïnvloed door de zee. Deze mariene invloed weerspiegelt zich vandaag nog steeds in de grondwaterkwaliteit van de verschillende grondwaterlichamen in het systeem. Kenmerkend is de aanwezigheid van verzilt grondwater. Grondwater wordt als verzilt beschouwd wanneer het minstens 1500 ppm aan opgeloste stoffen bevat (De Moor & De Breuck, 1969). Op basis van het chloridegehalte kan een indeling worden gemaakt in zoet, brak en zout grondwater (Stuyfzand, 1986). De grens tussen zoet en brak water ligt op 300 mg/l chloride. De grens tussen brak en zout water ligt op 10.000 mg/l chloride.

1.3.3 De hydrogeologische opbouw van het Kust- en Poldersysteem

Het Kust- en Poldersysteem bestaat voornamelijk uit Quartaire Aquifersystemen en gedeeltelijk uit Tertiaire aquifersystemen (Kempens, Oligoceen en Ledo Paniseliaan Brusseliaan Aquifersystemen en Ieperiaan Aquifer). Gelet op de subhorizontale helling van de Tertiaire lagen naar het noord-noordoosten, wordt de basis van het grondwatersysteem van zuidwest naar noordoost gevormd door respectievelijk het Ieperiaan Aquitardsysteem (0900), de Paniseliaan Aquitard (0700), het Bartoon Aquitardsysteem (0500) en de Boom Aquitard (0300).

Tabel 1.2.: De relevante HCOV hoofd-, sub- en basiseenheden voor het Kust- en Poldersysteem

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Hoofdeenheid	Subeenheid		Basiseenheid	
0100 Quartaire Aquifersystemen	0110	Ophogingen		
	0120	Duinen		
	0130	Polderafzettingen	0131	Kleiige polderafzettingen van de kustvlakte
			0132	Kleiige polderafzettingen van het Meetjesland
			0133	Kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen
			0134	Zandige kreekruigen
			0135	Veen-kleiige poelgronden
	0160	Pleistocene afzettingen	0161	Pleistoceen van de kustvlakte
			0162	Pleistoceen van de Vlaamse Vallei
			0163	Pleistoceen van de Riviervalleien
0200 Kempens Aquifersysteem	0230	Pleistoceen en Pliocene Aquifer	0233	Zandige top van Lillo
	0240	Pliocene kleiige laag	0241	Kleilig deel van Lillo en/of van de overgang Lillo-Kattendijk
	0250	Mioceen Aquifersysteem	0251	Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo
			0254	Zanden van Berchem en/of Voort
0400 Oligoceen Aquifersysteem	0430	Ruisbroek-Berg Aquifer	0435	Zand van Ruisbroek
	0440	Tongeren Aquitard	0442	Klei van Watervliet
	0450	Onder-Oligoceen Aquifersysteem	0453	Kleilig zand van Bassevelde
0600 Ledo Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem	0610	Wemmel-Lede Aquifer	0611	Zand van Wemmel
	0630	Afzettingen van het Boven-Paniseliaan	0631	Zanden van Aalter en/of Oedelem
			0632	Zandige klei van Beernem
	0640	Zandige afzettingen van het Onder-Paniseliaan		Zand van Vlierzele en/of Aalterbrugge
0800 Ieperiaan aquifer				Zand van Egem en/of Mont-Panisel

Tabel 1.2. toont de hoofd-, sub- en basiseenheden die in het Kust- en Poldersysteem voorkomen. De verschillende basiseenheden worden hieronder verder besproken. De slecht doorlatende Tertiaire afzettingen, die de grens vormen met de dieperliggende grondwatersystemen, worden buiten beschouwing gelaten (HCOV 0300, 0500, 0700 en 0900).

1.3.3.1 HCOV 0100 – De Quartaire Aquifersystemen

Algemeen

De Quartaire Aquifersystemen omvatten zeven subeenheden waarvan er vier voorkomen binnen het Kust- en Poldersysteem: Ophogingen (HCOV 0110), Duinen (HCOV 0120), Polderafzettingen (HCOV 0130) en Pleistocene afzettingen (HCOV 0160).

De subeenheid Polderafzettingen wordt onderverdeeld in vijf basiseenheden: de kleiige polderafzettingen van de kustvlakte (HCOV 0131), de kleiige polderafzettingen van het Meetjesland (HCOV 0132), de kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen (HCOV 0133), de zandige kreekruigen (HCOV 0134) en de veen-kleiige poelgronden (HCOV 0135).

De subeenheid Pleistocene afzettingen bestaat in het Kust- en Poldersysteem verder nog uit de basiseenheden Pleistoceen van de Kustvlakte (HCOV 0161), Pleistoceen van de Vlaamse Vallei (HCOV 0162) en Pleistoceen van de Riviervalleien (HCOV 0163).

De Quartaire Aquifersystemen komen overal voor in het Kust- en Poldersysteem. De subeenheid Ophogingen (HCOV 0110) komt voornamelijk voor in haven- en verstedelijkt gebied. De subeenheid Duinen (HCOV 0120) komt voor aan de kust. De subeenheid Polderafzettingen (HCOV 0130) komt samen met de subeenheid Pleistocene afzettingen (HCOV 0160) nagenoeg overal voor in het studiegebied.

Lithologie

HCOV 0110: Ophogingen

Alle niet natuurlijke, door de mens aangebrachte ophogingen.

HCOV 0120: Duinen

Alle duinafzettingen, zowel kust- als landduinen (mariene of rivierduinen).

Middelmatig tot fijne zanden (kustduinen) en geelbeige, humusarm, kalkloos, goed gesorteerd, fijn zand (landduinen). Goed doorlatend.

HCOV 0130: Polderafzettingen

Recente kleiige en venige polderafzettingen, onderverdeeld in vijf basiseenheden.

HCOV 0131: Kleiige polderafzettingen van de kustvlakte: fijnzandige tot zware klei met subhorizontale lamella-

tie, op sommige plaatsen humeus, met roestconcreties en reductievlekken. Plaatselijk met mariene schelpen. Slecht doorlatend.

HCOV 0132: Kleiige polderafzettingen van het Meetjesland: fijnzandige klei tot zware klei met subhorizontale lamellatie, op sommige plaatsen humeus met roestconcreties en reductievlekken. Slecht doorlatend.

HCOV 0133: Kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen: zeer fijn tot half fijn zand met een leemfractie naar boven toe en met kleiige oppervlakesedimenten. Slecht doorlatend.

HCOV 0134: Zandige kreekruigen: grijs kalkrijk, plaatselijk kleiig tot silteus, middelmatig fijn zand. De basis is grover en rijk aan schelpgrind. Goed doorlatend.

HCOV 0135: Veen-kleiige poelgronden: donkerbruin veen, tot venige klei, soms met weinig zand, met lokaal zandige of kleiige lenzen. Slecht doorlatend.

HCOV 0160: Pleistocene afzettingen

Voornamelijk zandige en lemige afzettingen.

HCOV 0161: Pleistoceen van de kustvlakte: zand, laagjes zandleem en klei aan de top, met een grover niveau in het midden en een afwisseling fijnzandige en lemige sedimenten naar de basis toe. Aan de basis veelal met grindrijk niveau: gerolde silexkeien, zandstenen en gere-manieerde tertiaire schelpen. Goed doorlatend.

HCOV 0162: Pleistoceen van de Vlaamse Vallei: zandige lagen met tangentiële of kruisgewijze interne gelaagdheid afgewisseld met lemige lagen. Goed doorlatend.

HCOV 0163: Pleistoceen van de Riviervalleien: middelmatig fijn tot middelmatig grof zand (zwak glauconiethoudend), met grindelementen en schelpresten aan de basis, een lemig complex in het midden en aan de top middelmatig tot fijn zand met laminae of lenzen van middelmatig zand. Goed doorlatend.

Dikte en basis

De dikte van de Quartaire Aquifersystemen neemt over het algemeen toe in noordwestelijke richting met een dikte die in duingebied kan oplopen tot meer dan 30m. De gemiddelde dikte bedraagt ongeveer 13m. De basis van de Quartaire Aquifersystemen kan aangetroffen worden tot op circa -25 mTAW.

1.3.3.2 HCOV 0200 – Kempens Aquifersysteem

Algemeen

De hydrogeologische hoofdeenheid Kempens Aquifersysteem wordt gevormd door Tertiaire en Quartaire afzettingen boven de Boom Aquitard (HCOV 0300). Deze hoofdeenheid wordt verder opgedeeld in vijf subeenheden waarvan enkel de Pleistoceen en Pliocene Aquifer (HCOV 0230), de Pliocene kleiige laag (HCOV 0240) en het Mioceen Aquifersysteem (HCOV 0250) voorkomen binnen het grondwatersysteem.

De subeenheid Pleistoceen en Pliocene Aquifer bestaat uit vier basiseenheden waarvan er één voorkomt binnen het grondwatersysteem: de Zandige top van Lillo (HCOV 0233).

De subeenheid Pliocene kleiige laag bestaat uit twee basiseenheden waarvan er één voorkomt binnen het grondwatersysteem: het Kleiig deel van Lillo en/of van de overgang Lillo-Kattendijk (HCOV 0241).

De subeenheid Mioceen Aquifersysteem bestaat uit zes basiseenheden waarvan er twee voorkomen binnen het grondwatersysteem: het Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo (HCOV 0251) en de Zanden van Berchem en /of Voort (HCOV 0254).

Het Kempisch Aquifersysteem komt in het Kust- en Poldersysteem enkel voor in het gebied van de Scheldepolders. Ze vormt er samen met de er bovenliggende Quartaire Aquifersystemen één watervoerend pakket tot op de Boom Aquitard (HCOV 0300).

Lithologie

De Zandige top van Lillo (HCOV 0233), het kleiig deel van Lillo en/of van de overgang Lillo-Kattendijk (HCOV 0241) en het Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo (HCOV 0251) bevatten de afzettingen van de Formaties van Lillo en Kattendijk en bestaan uit groene en grijsbruine,

licht glauconiethoudende, fijne zanden met schelpen aan de basis en bleekgroene tot bruine kleihoudende fijne zanden, micahoudend en licht glauconiethoudend met enkele paarse kleihorizonten (Formatie van Kattendijk).

De Zanden van Berchem en/of Voort (HCOV 0254) bevatten de afzettingen van het Lid van Antwerpen en bestaan uit zwartgroene glauconietrijke en kleirijke middelfijne zanden met mica en schelpen. Er komen ook grovere zanden en beenderresten in voor.

De afzettingssomstandigheden waren marien.

Dikte en basis

De dikte bedraagt ongeveer 12m in het zuidelijke deel van de Scheldepolders en loopt op tot maximaal 50m in het noordelijk deel. De basis van de laag helt naar het noord-noordoosten en komt voor tot op een diepte van circa -45 mTAW.

1.3.3.3 HCOV 0400- Oligoceen Aquifersysteem

Algemeen

De hydrogeologische hoofdeenheid Oligoceen Aquifersysteem wordt gevormd door Tertiaire afzettingen boven het Bartoon Aquitardsysteem (HCOV 0500). Deze hoofdeenheid wordt verder opgedeeld in vijf subeenheden waarvan enkel de Ruisbroek-Berg aquifer (HCOV 0430), de Tongeren Aquitard (HCOV 0440) en het Onder-Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0450) in het grondwatersysteem voorkomen.

De subeenheid Ruisbroek-Berg Aquifer is opgebouwd uit zes basiseenheden waarvan er één voorkomt binnen het studiegebied: het Zand van Ruisbroek (HCOV 0435).

De subeenheid Tongeren Aquitard is opgebouwd uit twee basiseenheden waarvan er één voorkomt binnen het studiegebied: de Klei van Watervliet (HCOV 0442).

De subeenheid Onder-Oligoceen Aquifersysteem is opgebouwd uit drie basiseenheden waarvan er één voorkomt binnen het studiegebied: het Kleiig zand van Bassevelde (HCOV 0453).

In het Kust- en Poldersysteem komt het Oligoceen Aquifersysteem enkel voor in de Oostvlaamse polders waar ze samen met de er bovenopliggende Quartaire Aquifersystemen één watervoerend pakket vormt tot op het Bartoon Aquitardsysteem.

Lithologie

Het Oligoceen Aquifersysteem bestaat binnen het studiegebied voornamelijk uit zandige afzettingen en wordt beschouwd als (goed) doorlatend.

Het Zand van Ruisbroek (HCOV 0435) bevat de afzettingen van het Lid van Ruisbroek en is opgebouwd uit licht groengrijs, fossielrijk zand, soms met grote oesterschelpen.

De Klei van Watervliet (HCOV 0442) bevat de afzettingen van het Lid van Watervliet en is opgebouwd uit donkergroene zandige glauconiet- en glimmerhoudende niet kalkhoudende klei.

Het kleiige zand van Bassevelde (HCOV 0453) bevat de afzettingen van het Lid van Bassevelde en is opgebouwd uit donkergrijs, middelmatig fijn, glauconiet- en glimmerhoudend, siltig zand tot zand.

De afzettingssomstandigheden waren marien.

Dikte en basis

De dikte van het Oligoceen Aquifersysteem neemt toe in noordoostelijke richting en bereikt maximaal een dikte van circa 35m. De basis van de laag helt naar het noord-noordoosten en bereikt een diepte van -40 mTAW.

1.3.3.4 HCOV 0600 – Ledo Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem

Algemeen

Dit aquifersysteem wordt gevormd door de zandige basis van de Formatie van Maldegem (Lid van Wemmel), de Formatie van Lede, de Formatie van Brussel, de Formatie van Aalter en het bovenste zandige gedeelte van de Formatie van Gent (Lid van Vlierzele). Deze hydrogeologische hoofdeenheid wordt verder opgedeeld in vier min of meer te onderscheiden subeenheden. De exacte grens tussen de verschillende eenheden is soms moeilijk te bepalen, maar in sommige gebieden is deze opdeling wenselijk.

Binnen het Kust- en Poldersysteem komen 3 subeenheden voor.

De subeenheid Wemmel-Lede Aquifer (HCOV 0610) is opgebouwd uit twee basiseenheden: Zand van Wemmel (HCOV 0611).

De subeenheid Afzettingen van het Boven-Paniseliaan (HCOV 0630) is opgebouwd uit 2 basiseenheden: de Zanden van Aalter en/of Oedelem (HCOV 0631) en de Zandige Klei van Beernem (HCOV 0632).

De Zandige afzettingen van het Onder-Paniseliaan (HCOV 0640) bestaan uit het Zand van Vlierzele en/of Aalterbrugge).

Het Ledo Paniseliaan Brusseliaan Aquifer-systeem komt voor in het oostelijk deel van de kustvlakte. Het vormt er samen met de er bovenliggende Quartaire Aquifersystemen één watervoerend pakket.

Lithologie

Het Ledo-Paniseliaan-Brusseliaan Aquifer-systeem bestaat voornamelijk uit glauconiet- en fossielhoudend kleiig fijn zand, met kalkzandsteenbanken, en wordt beschouwd als doorlatend.

Het Zand van Wemmel (HCOV 0611) bevat de

afzettingen van het Lid van Wemmel en bestaat uit grijs glauconiethoudend, fijn zand dat kleiiger wordt naar boven toe met een basisgordel van Nummilites Wemmelensis.

De Zanden van Aalter en/of Oedelem (HCOV 0631) bevatten de afzettingen van het Lid van Oedelem en bestaan uit bleekgrijs matig fijn tot fijn zand, bovenaan sterk fossilhoudend, onderaan fossilarm; soms met drie gescheiden niveaus kalkzandsteen; kalkhoudend, soms zeer fossilrijk.

De Zandige Klei van Beernem (HCOV 0632) bevat de afzettingen van het Lid van Beernem en bestaat uit grijsgroen glauconiethoudend- en glimmerhoudend, weinig kalkhoudend kleiig zand, met kleilaagjes en veldsteenfragmenten.

Het Zand van Vlierzele en/of Aalterbrugge (HCOV 0640) bevat de afzettingen van het Lid van Vlierzele en bestaat uit grijsgroen glauconiethoudend fijn zand, met kleilagen en bovenaan humeuze tussenlagen en plaatselijk dunne zandsteenbankjes, naar beneden toe overgaand in homogeen kleiig zeer fijn zand.

De afzettingssomstandigheden waren marien.

Dikte en basis

De dikte van het Ledo-Paniseliaan-Brusseliaan Aquifersysteem kan oplopen tot 55m. Ze neemt globaal gezien toe in noordoostelijke richting. De basis van de laag helt naar het noord-noordoosten en wordt aangetroffen tot op een diepte van -77 mTAW.

1.3.3.5 HCOV 0800 – Ieperiaan Aquifer

Algemeen

Deze hydrogeologische hoofdeenheid is eerder beperkt in omvang en bevat de zanden behorende tot de Formatie van Tielt. De Ieperiaan Aquifer wordt als hoofdeenheid beschouwd omdat het van groot hydrogeologisch belang is in

sommige delen van West- en Oost-Vlaanderen, maar wordt niet verder opgesplitst. Deze hydrogeologische hoofdeenheid wordt gevormd door het Zand van Egem en dat van Mont-Panisel, beide behorend tot het Lid van Egem. Binnen het Kust- en Poldersysteem komt de Ieperiaan Aquifer voor in het centraal gedeelte van de kustvlakte. Ze vormt er samen met de bovenliggende Quartaire Aquifersystemen één watervoerend pakket.

Lithologie

De Ieperiaan Aquifer bestaat voornamelijk uit kleiig, zeer fijn zand en wordt in zijn geheel beschouwd als doorlatend. Er komen evenwel enkele slecht doorlatende horizonten voor.

Het Zand van Egem bevat de afzettingen van het Lid van Egem en bestaat uit glimmer- en glauconiethoudend, zeer fijn zand, duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd, afwisselend met dunne kleilagen. Naar het zuiden gaat het Lid van Egem geleidelijk over in een kleiigere facies. Het onderscheidt zich door een meer kleiig karakter en door de aanwezigheid van verschillende zandsteenbanken.

De afzettingssomstandigheden waren marien.

Dikte en basis

De maximale dikte van de Ieperiaan Aquifer binnen het studiegebied bedraagt ongeveer 15m. De basis van de laag helt naar het noord-noordoosten en wordt aangetroffen op een diepte van maximaal -15 mTAW.

1.4 De afbakening van grondwaterlichamen

De zes grondwatersystemen zijn verder opgedeeld in verschillende grondwaterlichamen. De afbakening van grondwaterlichamen is verplicht gesteld in de Europese Kaderrichtlijn Water 2000/60/EG. Een grondwaterlichaam

wordt hierin gedefinieerd als “een afzonderlijke watermassa in één of meer watervoerende lagen”. Aquitards worden dus nooit opgenomen binnen een grondwaterlichaam.

Naast “een afzonderlijke watermassa” vormen “barrières van grondwaterstroming” een begrenzing, zodat voor de op deze manier afgebakende grondwaterlichamen op een eenduidige wijze de status/toestand (goede of slecht toestand, conform de Kaderrichtlijn Water) kan worden aangeduid. Hoofddoel van de Kaderrichtlijn Water is een goede toestand te halen tegen 2015. Welk risico een bepaald grondwaterlichaam loopt om tegen 2015 de kwalitatieve en/of kwantitatieve doelstellingen niet te halen wordt beoordeeld op basis van de initiële karakterisatie en de monitoringgegevens.

Om de grondwaterlichamen af te bakenen, wordt uitgegaan van de HCOV-eenheden en de indeling van Vlaanderen in grondwatersystemen: grondwaterstroming, geologische barrières of grondwaterscheidingen vormen immers een belangrijk uitgangspunt. Al naar gelang een status eenduidig kan worden opgesteld, worden de HCOV-aquifers verder samengevoegd of opgesplitst.

Wat betreft de verdere samenvoeging of opsplitsing worden in Vlaanderen enkele pragmatische keuzes gemaakt:

- Bepaalde probleemgebieden zijn als apart grondwaterlichaam geïsoleerd. Hierdoor worden grote problemen in een klein deel van een bepaalde HCOV-eenheid niet zomaar uitgemiddeld. Ook hoeft het overige deel van de betreffende HCOV-eenheid niet onnodig een slechte status te krijgen;
- Indien een aquifer zowel een gespannen als een freatisch gedeelte bevat, worden deze delen ondergebracht in verschillende grondwaterlichamen: dit omdat de

mogelijke problemen in beide types van lagen zeer verschillend kunnen zijn;

- Indien een eerste freatische laag binnen een grondwatersysteem bestaat uit verschillende freatische aquifers, zijn deze als één grondwaterlichaam afgebakend: ze vormen namelijk één watervoerend geheel;

- Een aquifer dat grensoverschrijdend is met de stroomgebiedsdistrictgrens tussen de Maas en de Schelde, wordt gesplitst in twee grondwaterlichamen.

1.4.1 Naamgeving van de grondwaterlichamen

De naamgeving van een grondwaterlichaam is steeds gebaseerd op de HCOV-code van de belangrijkste watervoerende laag. Elk grondwaterlichaam heeft eveneens een betekenisvolle code “GWS_HCOV_GWL_NR” meegekregen.

De code bestaat uit een afkorting van het grondwatersysteem waarin het grondwaterlichaam gelegen is (bv KPS, Kust- en Poldersysteem), gevolgd door de HCOV-code, die overeenstemt met de belangrijkste watervoerende laag (0160 staat bv. voor Pleistocene afzettingen).

Dan wordt de afkorting “GWL” toegevoegd, waarna een volgnummer NR wijst op de verdere ruimtelijke indeling van de watervoerende laag in verschillende regio's.

Tenslotte wordt in sommige gevallen de letter “s” en “m” toegevoegd. Daarmee wordt aangegeven dat een grondwaterlichaam is opgesplitst in een deel dat in het Schelgedistrict ligt en een deel dat in het Maasdistrict ligt.

1.4.2 Grondwaterlichamen in het Kust- en Poldersysteem

De onderverdeling van het Kust- en Poldersysteem in verschillende grondwaterlichamen gebeurde op basis van de zoet-zoutwaterverdeling in dit grondwatersysteem. Op basis van de verziltingskaart (De Breuck et al, 1974 & 1989) werden alle zoetwaterlenzen met een minimale dikte van 15m weerhouden en per geografische regio (kustvlakte, Oostvlaamse polders, Scheldepolders) in één grondwaterlichaam ondergebracht. Aangezien de grootste zoetwaterlenzen onder duingebieden liggen worden deze grondwaterlichamen met de HCOV-code 0120 (Duinen) aangeduid. Rekening houdend met de geografische regio's konden er in eerste instantie drie "zoete" grondwaterlichamen afgebakend worden. Deze grondwaterlichamen zijn een verzameling van geïsoleerde en sterk versnipperde zoetwaterlenzen. In de Scheldepolders zijn de zoetwaterlenzen echter te beperkt in omvang om enige rol van betekenis te kunnen spelen. Het 0120-grondwaterlichaam van de Scheldepolders werd daarom niet weerhouden zodat er uiteindelijk slechts twee

0120-grondwaterlichamen werden afgebakend. Het overige deel van het Kust- en Poldersysteem is verzilt en werd per geografische eenheid in één grondwaterlichaam ondergebracht. Het grootste verzilt grondwaterlichaam bevindt zich in de kustvlakte en bestaat voornamelijk uit Pleistocene afzettingen. Aan de verzilte grondwaterlichamen werd daarom de HCOV-code 0160 (Pleistocene afzettingen) toegekend. Samengevat kunnen in het Kust- en Poldersysteem twee zoete grondwaterlichamen (HCOV 0120) en drie verzilte grondwaterlichamen (HCOV 0160) onderscheiden worden. De zoete grondwaterlichamen liggen bovenop de verzilte grondwaterlichamen.

Aangezien de afbakening van de grondwaterlichamen in het Kust- en Poldersysteem gebaseerd is op de verdeling van zoet en zout grondwater, is dit een systeem met dynamische grenzen. Immers, met een significante verandering in grondwaterkwaliteit door bijvoorbeeld voortschrijdende verzilting als gevolg van overbemaling, wijzigt ook de grens van het grondwaterlichaam. Daarnaast zijn de grondwaterlichamen in het Kust- en

Tabel 1.3: De grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem (opm: som van de afzonderlijke grondwaterlichamen is groter dan het totaal van het Kust- en Poldersysteem)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Grondwaterlichaam	Beschrijving	Oppervlakte (km ²)
KPS_0120_GWL_1	Duin- en kreekgebieden in de kustvlakte	197
KPS_0120_GWL_2	Duin- en kreekgebieden in de Oostvlaamse polders	48
KPS_0160_GWL_1	Verzilt Quartair en Eoceen van de kustvlakte	822
KPS_0160_GWL_2	Verzilt Quartair en Oligoceen van Oostvlaamse polders	91
KPS_0160_GWL_3	Verzilt Quartair, Pliocene en Mioceen van Scheldepolders	197
Kust- en Poldersysteem		1110

Poldersysteem grensoverschrijdend. Concreet betekent dit dat voor het bereiken van de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water en in het kader van een goed beheer van dit grondwaterlichaam grensoverschrijdend overleg noodzakelijk is.

Verder moet vermeld worden dat alle grondwaterlichamen binnen het Kust- en Poldersysteem freatisch van aard zijn.

In tabel 1.3 wordt de oppervlakte van de afzonderlijke grondwaterlichamen, en de oppervlakte van het totale Kust- en Poldersysteem weergegeven. Door overlapping van de verzilte grondwaterlichamen door de zoete grondwaterlichamen is de totale oppervlakte van het systeem kleiner dan de som van de oppervlakten van alle grondwaterlichamen samen.

1.4.3 Grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_1

Het grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_1 (figuur 1.2; tabel 1.4) bestaat voornamelijk uit Quartaire Aquifersystemen (HCOV 0100) en komt voor in de kustvlakte. Ze is opgebouwd uit zoetwaterlenzen met een minimale dikte van 15m en vormt een verzameling van de grootste zoetwaterlichamen

in het Kust- en Poldersysteem. Naar het beheer van de zoetwaterlichamen toe is dit lichaam dan ook het belangrijkste van het systeem. Lokaal kunnen de zandige afzettingen van het Tertiair de basis vormen van het lichaam.

1.4.4 Grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_2

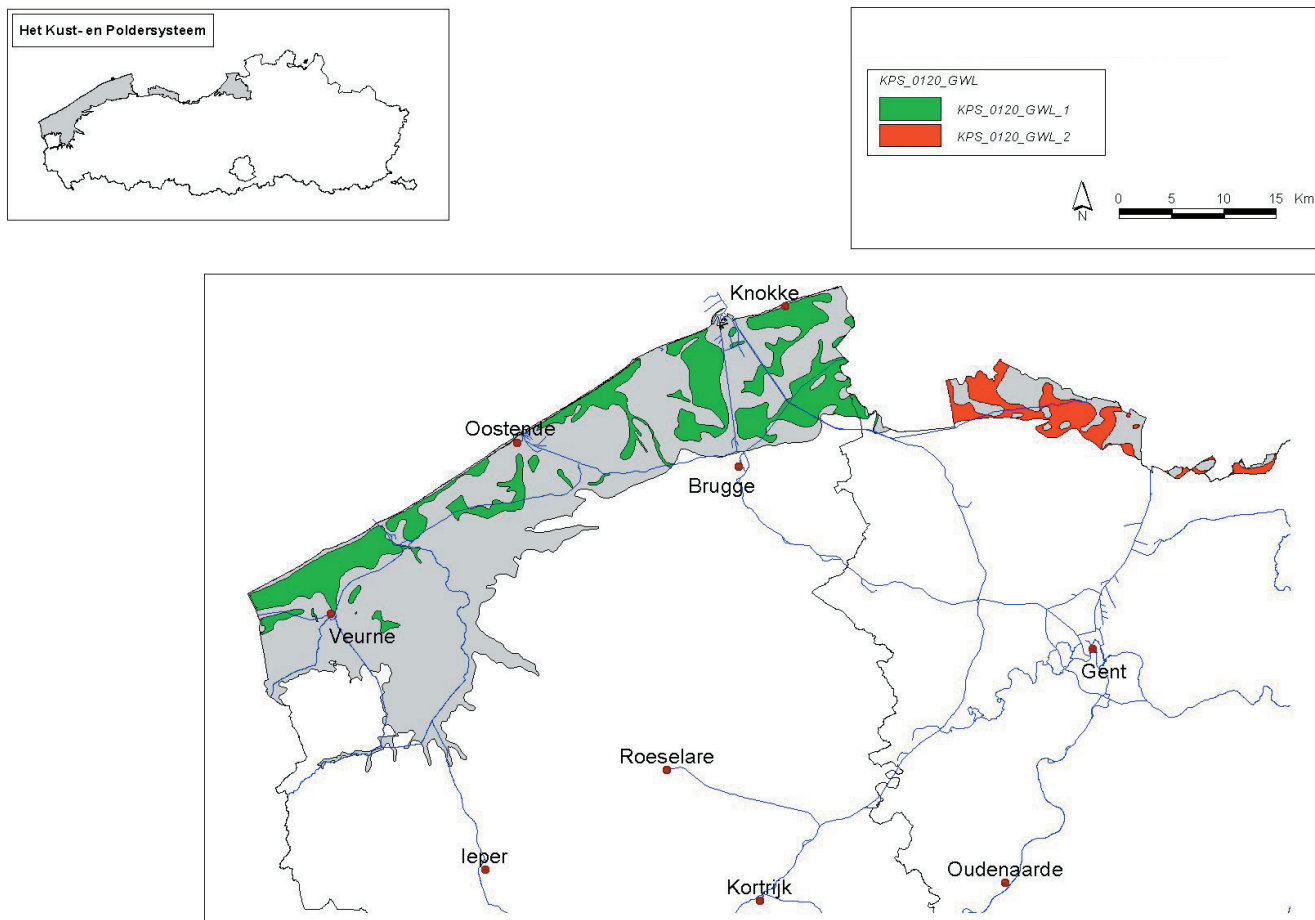
Het grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_2 (figuur 1.2; tabel 1.5) bestaat uit de Quartaire Aquifersystemen (HCOV 0100) en komt voor in de Oostvlaamse polders. Het gebied kent, in vergelijking met de kustvlakte, een recentere inpolderingsgeschiedenis en de talrijke krekens vormen de restanten van getijdegeulen. Sommige krekens zijn echter geen oude getijdegeulen, maar door overstromingen uitgesuurde en verbrede turfputten. Lokaal kunnen Tertiaire zanden de basis vormen van het lichaam.

Het freatisch reservoir bestaat voor het grootste gedeelte uit zandige Quartaire sedimenten. Het maakt deel uit van een opgevuld valleistelsel, de Vlaamse Vallei, dat uitgesuurd werd in de Eocene lagen. Deze laatste duiken naar het noordnoordoosten en vertonen een afwisseling van kleiige en zandige sedimenten. Daar waar een zandig tertiair substraat voorkomt, heeft het grondwaterreservoir een grotere dikte.

Tabel 1.4: Kenmerken van KPS_0120_GWL_1

Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen

KPS_0120_GWL_1			
0100: QUARTAIRE AQUIFERSYSTEMEN			
0120	Duinen		Zand
0130	Polderafzettingen		
	0131	Kleiige polderafzettingen van de kustvlakte	Klei, veen en zand
	0134	Zandige kreekruggen	Zand
0160	Pleistocene afzettingen		
	0161	Pleistoceen van de Kustvlakte	Voornamelijk zandige afzettingen



Figuur 1.2: Ligging van de zoete grondwaterlichamen KPS_0120_GWL1 en 2

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Tabel 1.5: Kenmerken van KPS_0120_GWL_2

Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen

KPS_0120_GWL_2			
0100: QUARTAIRE AQUIFERSYSTEMEN			
0130	Polderafzettingen		
	0132	Kleiige polderafzettingen van het Meetjesland	Klei, veen en zand
	0134	Zandige kreekruggen	Zand
0160	Pleistocene afzettingen		
	0162	Pleistoceen van de Vlaamse Vallei	Voornamelijk zandige afzettingen

De zoetwaterlenzen zijn het dikst op plaatsen waar geulen en afgesloten kommen worden aangetroffen. Rond Bassevelde dringt een diepe zoetwatergeul ver naar het noorden door. Deze sluit aan op een diepe geul in de basis van de Vlaamse Vallei ten zuiden van de verziltingsgrens (De Moor et al., 1969).

1.4.5 Grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_1

Het grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_1 (figuur 1.3; tabel 1.6) bevat het verzilt gedeelte van de Quartaire Aquifersystemen (HCOV 0100) en de hierop aansluitende zandige Tertiaire afzettingen in de kustvlakte. De afzettingen bestaan uit zand, klei en veen, met een Eocene, Pleistocene,

Tabel 1.6: Kenmerken van KPS_0160_GWL_1

Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen

KPS_0160_GWL_1			
0100: QUARTAIRE AQUIFERSYSTEMEN			
0130	Polderafzettingen		
	0131	Kleiige polderafzettingen van de kustvlakte	Klei, veen en zand
	0135	Veen-kleiige poelgronden	Klei, veen en zand
0160	Pleistocene afzettingen		
	0161	Pleistoceen van de Kustvlakte	Voornamelijk zandige afzettingen
0600: LEDO-PANISELIAAN-BRUSSELIAAN AQUIFERSYSTEEM			
0610	Wemmel-Lede Aquifer		
	0611	Zand van Wemmel	Grijs tot groen fijn zand, kleihoudend, glauconiethoudend, basisgordel met Nummulites wemmelensis.
0630	Afzettingen van het Boven-Paniseliaan		
	0631	Zanden van Aalter en/of Oedelem	Donkergrijs tot bleekgrijs zeer fijn zand, kleiige eenheden, kalkzandsteenbanken, kalkhoudend, schelpen (soms zeer veel) o.a. Cardita, Turritella, Venericardia planicosta.
	0632	Zandige klei van Beernem	Grijsgroen glauconiethoudend- en glimmerhoudend, weinig kalkhoudend kleiig zand, met kleilaagjes en veldsteenfragmenten
0640	Afzettingen van het Onder-Paniseliaan		
		Zand van Vlierzele	Groen tot grijsgroen fijn zand, soms kleihoudend, plaatselijk dunne zandsteenbankjes, glauconiethoudend, glimmerhoudend.
0800: IEPERIAAN AQUIFERSYSTEEM			
0800	Zand van Egem		Grijsgroen zeer fijn zand, kleilagen, zandsteenbanken, glauconiet- en glimmerhoudend.

en Holocene ouderdom. Een beperkt deel van dit lichaam is verzoet; de zoetwaterlenzen zijn echter minder dan 15m dik.

De ondergrens wordt gevormd door de Tertiaire kleien, zoals het Ieperiaan Aquitardsysteem (HCOV 0900), de kleiige lagen van de Paniseliaan Aquitard (HCOV 0700) en het Bartoon Aquitardsysteem (HCOV 0500). De bovengrens is de watertafel of de basis van de zoetwaterlens op plaatsen waar dit grondwaterlichaam wordt bedekt door KPS_0120_GWL_1.

1.4.6 Grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_2

Het grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_2 (figuur 1.3; tabel 1.7) bevat het verzilt gedeelte van de Holocene, Pleistocene en Oligocene afzettingen van de Oostvlaamse polders. Deze afzettingen bestaan uit zand, klei en veen, met een Oligocene, Pleistocene of Holocene ouderdom. Een beperkt deel van dit lichaam is verzoet. De zoetwaterlenzen zijn echter minder dan 15m dik.

Tabel 1.7: Kenmerken van KPS_0160_GWL_2

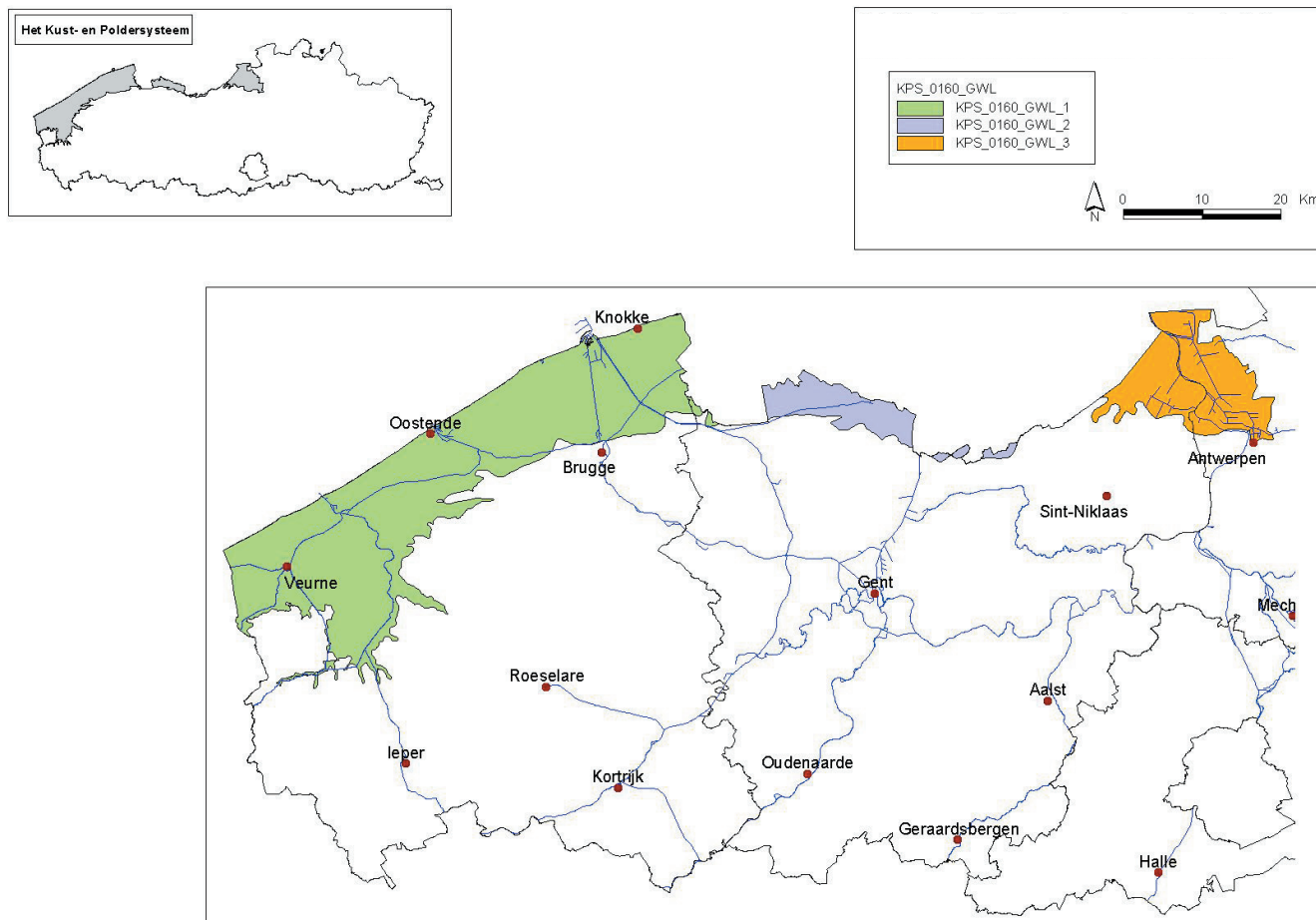
Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen

KPS_0160_GWL_2			
0100: QUARTIAIRE AQUIFERSYSTEMEN			
0130	Polderafzettingen		
	0132	Kleiige polderafzettingen van het Meetjesland	Klei, veen en zand
0160	Pleistocene afzettingen		Voornamelijk zandig
0400: OLIGOCEEN AQUIFERSYSTEEM			
0430	Ruisbroek-Berg Aquifer		
	0435	Zand van Ruisbroek	Licht groengrijs tot grijsbruin zand, sterk fossielhoudend (soms grote oesterschelpen)
	0453	Zand van Bassevelde	Donkergrijs, middelmatig fijn, glauconiet- en glimmerhoudend, siltig zand tot zand

Tabel 1.8: Kenmerken van KPS_0160_GWL_3

Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen

KPS_0160_GWL_3			
0100: QUARTIAIRE AQUIFERSYSTEMEN			
0130	Polderafzettingen		
	0131	Kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen	Klei, veen en zand
0200: KEMPENS AQUIFERSYSTEEM			
0230	Pleistocene en Pliocene Aquifer		Voornamelijk zandig
0250	Mioceen Aquifersysteem		Voornamelijk zandig



Figuur 1.3: Ligging van de zilte grondwaterlichamen KPS_0160_GWL1, 2 en 3

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

De ondergrens wordt gevormd door de Tertiaire kleien, zoals het Kleilig zand van Bassevelde (HCOV 0453), de Klei van Watervliet (HCOV 0442) en het Bartoon Aquitardsysteem (HCOV 0500). De bovengrens is de grondwatertafel of de basis van de zoetwaterlens op plaatsen waar dit grondwaterlichaam wordt bedekt door KPS_0120_GWL_2.

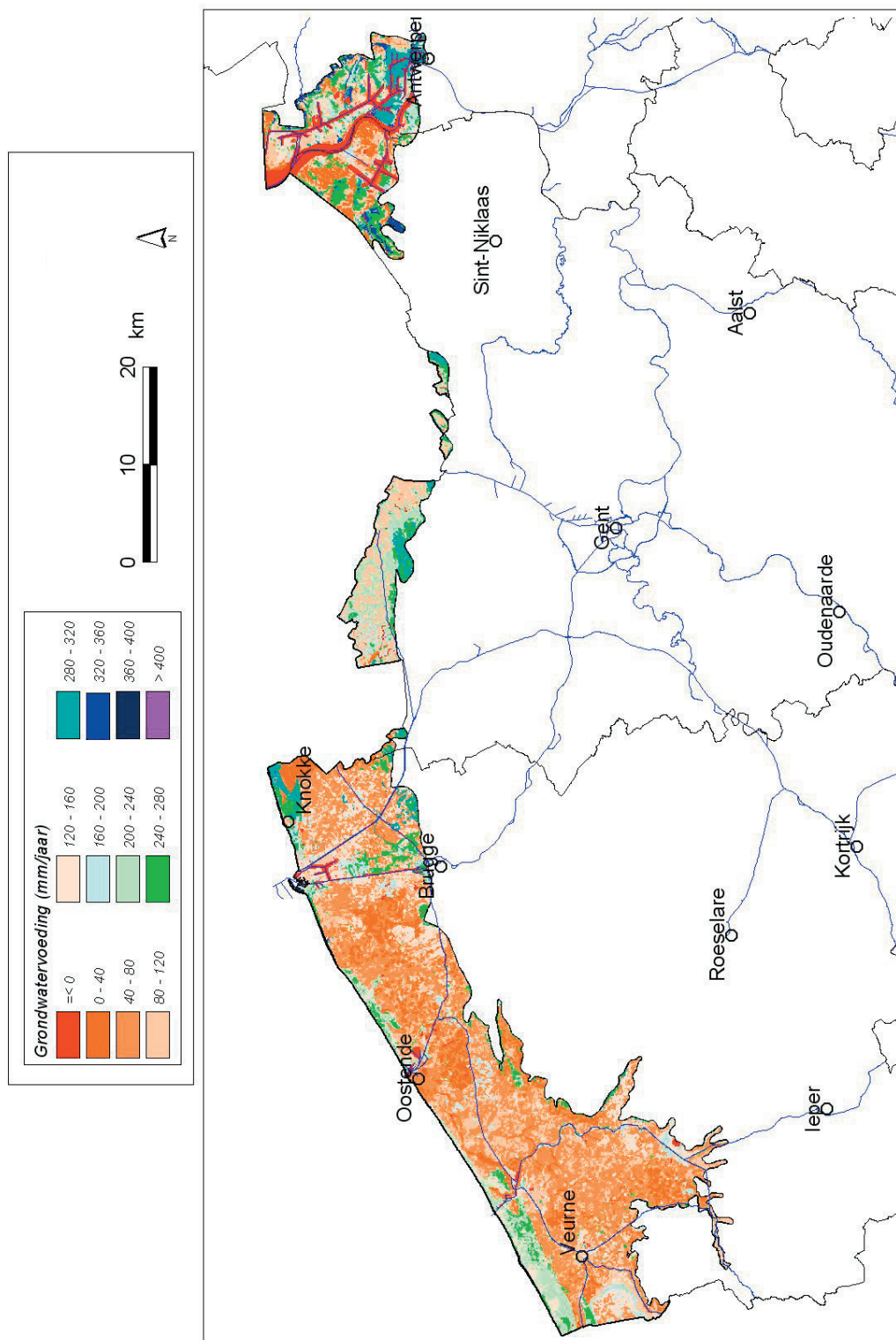
1.4.7 Grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_3

Het grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_3 (figuur 1.3; tabel 1.8) bevat het verzilt gedeelte

van de Holocene, Pleistocene, Pliocene en Miocene afzettingen van de Scheldepolders. Deze afzettingen bestaan uit zand, klei en veen. Een beperkt deel van dit lichaam is verzoet. De zoetwaterlensen zijn echter minder dan 15m dik.

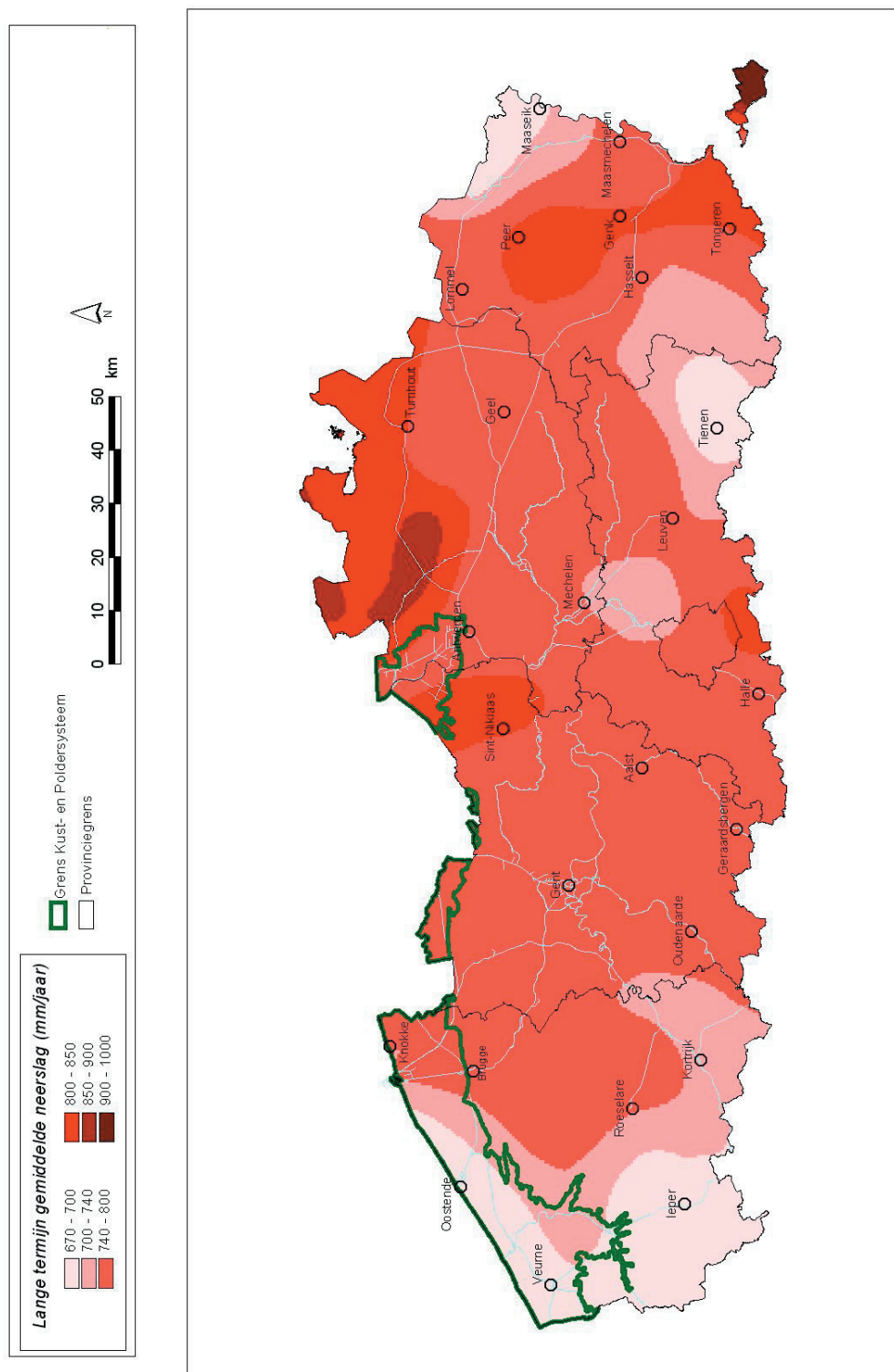
De ondergrens wordt gevormd door de Boom Aquitard (HCOV 0300), terwijl de bovengrens gevormd wordt door de watertafel.

Tot op heden werd de verzilting van de rechter Scheldeoevers niet in kaart gebracht. De diepte van het grensvlak tussen zoet en zout grondwater is in dit gebied nog onbekend.



Figuur 1.4: Grondwatervoeding in de bovenste grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 1.5: Lange termijn gemiddelde neerslag over Vlaanderen

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

1.5 Grondwatervoeding, neerslag, bodemtextuur en landgebruik

1.5.1 Grondwatervoeding

Grondwatervoeding is de aanvulling van het grondwater door neerslag of door grondwaterstroming uit aangrenzende lagen. De freatische watervoerende lagen worden voornamelijk door neerslag gevoed. Gespannen watervoerende lagen zijn daarentegen afhankelijk van de aanvulling van de omliggende lagen (horizontaal en verticaal).

Uit het Vlaams Grondwatervoedingsmodel blijkt dat de ruimtelijke spreiding van de jaarlijkse grondwatervoeding in Vlaanderen vrij groot is: waarden variëren van < 0 mm/jr (netto verlies) tot circa 500 mm/jr, met een gemiddelde van 222 mm/jr (Meyus et al., 2004). Een negatieve waarde in grondwatervoeding betekent dat de som van

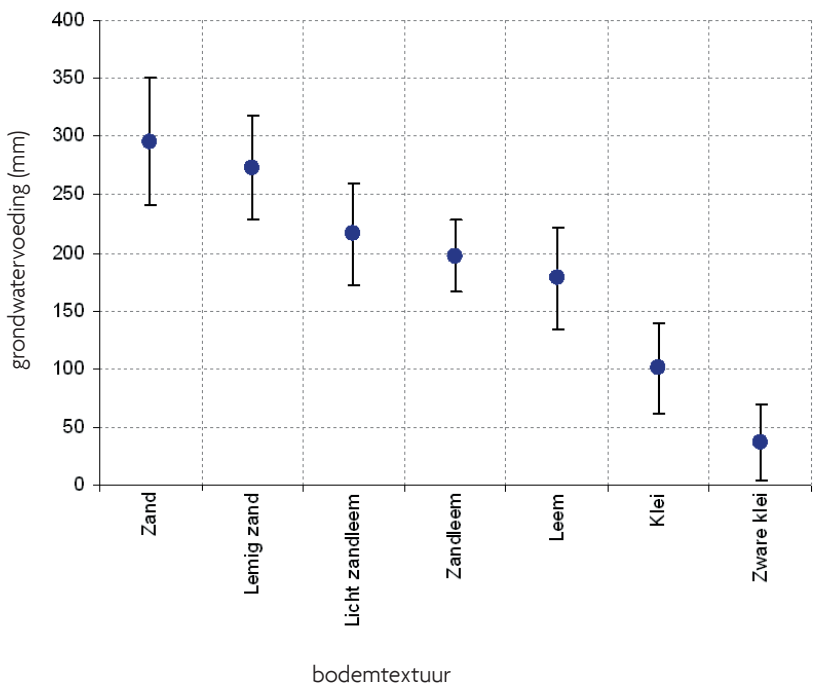
oppervlakkige afvoer en evapotranspiratie groter is dan de neerslag.

De ruimtelijke en temporele variatie van de grondwatervoeding is te verklaren door de verschillende factoren die de

Tabel 1.6: Gemiddelde grondwatervoeding voor de bovenste grondwaterlichamen (voor KPS_0160_GWL_1 en _2 geldt dat alleen die stukken zijn meegenomen waar geen KPS_0120_GWL_1 of _2 bovenop liggen)

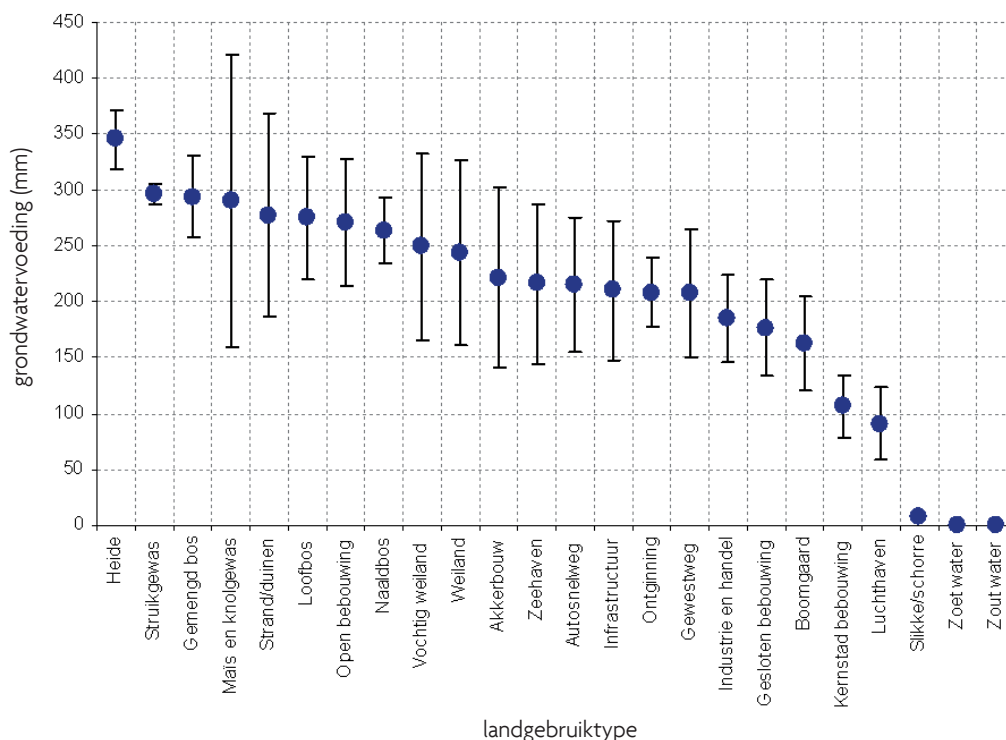
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Grondwaterlichaam	Grondwatervoeding mm/jaar
KPS_0120_GWL_1	128
KPS_0120_GWL_2	183
KPS_0160_GWL_1	85
KPS_0160_GWL_2	158
KPS_0160_GWL_3	130



Figuur 1.6: Verband tussen gemiddelde jaarlijkse grondwatervoeding en bodemtextuur (Vlaanderen)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 1.7: Verband tussen gemiddelde jaarlijkse grondwatervoeding en landgebruik (Vlaanderen)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

grootte van de grondwatervoeding bepalen. Grondwatervoeding is vooral afhankelijk van topografie, bodem(textuur), landgebruik, neerslag en temperatuur. Deze factoren bepalen hoeveel van de neerslag effectief in de bodem kan infiltreren. Neerslag, bodemtextuur en landgebruik blijken het grondwatervoedingspatroon sterk te beïnvloeden. Belangrijk hierbij is dat de combinatie van de verschillende parameters het uiteindelijke voedingspatroon bepaalt.

De grondwatervoeding in de bovenste grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem is weergegeven in tabel 1.6 en figuur 1.4. De gemiddelde waarden liggen beneden het Vlaamse gemiddelde van 222 mm/jaar. De gemiddelde grondwatervoeding is het grootst in het KPS_0120_GWL_2 en het

kleinst in het KPS_0160_GWL_1. Merk op dat de grondwatervoeding van de eerste freatische grondwaterlichaam weergegeven is: het KPS_0120_GWL_1 ligt bovenop het KPS_0160_GWL_1 en het KPS_0120_GWL_2 ligt bovenop het KPS_0160_GWL_2. Voor de grondwaterlichamen KPS_0160_GWL_1 en het KPS_0120_GWL_2 zijn alleen die gebieden meegenomen waar géén KPS_0120_GWL_1 of KPS_0120_GWL_2 bovenop liggen.

1.5.2 Neerslag

De neerslagverdeling over Vlaanderen is een belangrijke parameter voor grondwatervoeding, deze bepaalt namelijk de maximale input. Het lange-termijn gemiddelde van de neerslag over Vlaanderen varieert tussen 650 mm/jaar aan de

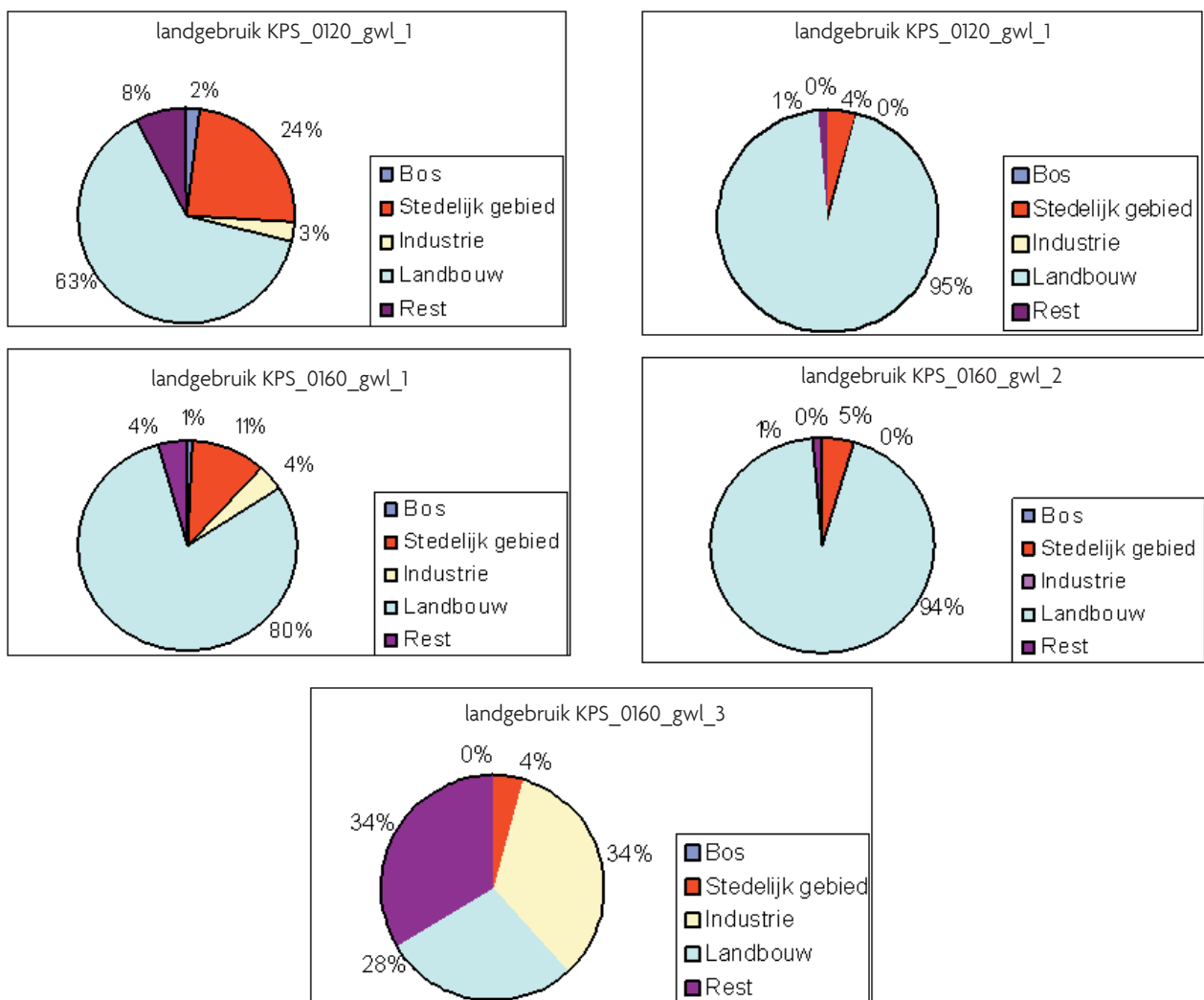
kust/westhoek tot maximaal 1000 mm/jaar in Voeren en 800-900 mm/jaar in het noorden van de Kempen (figuur 1.5).

1.5.3 Bodemtextuur

Als voorbeeld wordt in figuur 1.6 het verband weergegeven tussen grondwatervoeding en bodemtextuur in Vlaanderen. Voor de lichte bodemsoorten (zand en lemig zand) is er een

hoge grondwatervoeding merkbaar. De iets zwaardere bodems (lichte zandleem, zandleem en leem) bevinden zich tussen de waarden van de zandige en de kleiige gronden in. Voor klei daalt de grondwatervoeding zeer sterk, naar ongeveer de helft van de waarde van de intermediaire bodemtexturen en voor zware klei ten slotte wordt de grondwatervoeding bijzonder klein.

In het Kust- en Poldersysteem vormen duin- en kreekgebieden door hun voornamelijk zandige



Figuur 1.8: Landgebruik per grondwaterlichaam in het Kust- en Poldersysteem

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

samenstelling en topografisch hogere ligging de belangrijkste voedingsgebieden. De lageregelegen poldergebieden worden daarentegen gekenmerkt door het ondiep voorkomen van kleiige afzettingen, wat de lage waarden voor de grondwatervoeding verklaart.

1.5.4 Landgebruik

Figuur 1.7 geeft het verband weer tussen grondwatervoeding en landgebruikstype in Vlaanderen. Uit de figuur blijkt dat vooral de verstedelijking, industrialisering en intensivering van de landbouw aansprakelijk kunnen gesteld worden voor een vermindering van de grondwatervoeding.

Voor de grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem zijn de soorten landgebruik bepaald aan de hand van Corine Landcover. In vier grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem is landbouw de grootste landgebruiker, gaande van 63% tot 94% (figuur 1.8).

Alleen in het verzilt grondwaterlichaam van de Scheldepolders (KPS_0160_GWL_3) is het landgebruik gelijk verdeeld over landbouw (28%), de industrie (33%) en “overige” (natuur en waterlopen e.d.) (34%). Stedelijk gebied is in drie grondwaterlichamen rond de 4% (KPS_0120_GWL_2, KPS_0160_GWL_2 en KPS_0160_GWL_3) en is het grootst (24%) voor het lichaam KPS_0120_GWL_1. De industrie neemt geen land in gebruik in de Oostvlaamse polders (KPS_0120_GWL_2 als KPS_0160_GWL_2). Het verstedelijkt gebied komt duidelijk naar voren in de grondwatervoedingskaart van het Kust- en Poldersysteem (figuur 1.4).

Hoofdstuk 2

De toestand van het grondwater in het Kust- en Poldersysteem

- Grondwatermonitoring
- Het grondwater gepeild
- Het grondwater ontleed

2.1 Grondwatermonitoring

2.1.1 De grondwatermeetnetten

De VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer beheert twee grondwatermeetnetten; het primair grondwatermeetnet en het freatisch grondwatermeetnet. Deze meetnetten zijn multifunctioneel. Regelmatig worden metingen uitgevoerd voor verschillende doeleinden: peilmetingen (maandelijks) en kwaliteitsmetingen (zesmaandelijks). Het doel van deze metingen is inzicht te krijgen in de kwantiteit en de kwaliteit van de verschillende watervoerende lagen in de ondergrond van Vlaanderen. Naast de meetnetten in eigen beheer kunnen we gebruik maken van de resultaten van verschillende andere grondwatermeetnetten: controleputten van drinkwaterwinningen, meetnetten van natuurgebieden (INBO, Natuurpunt, ...), SCK-meetnet, VLM, MOW, BGD, OVAM, Er moet echter aandacht besteed worden aan de representativiteit en aan de vergelijkbaarheid om de resultaten van deze meetnetten te koppelen aan de meetnetten van de VMM. Deze zijn immers allen volgens specifieke richtlijnen en randvoorwaarden geïnstalleerd.

De diverse monitoringsverplichtingen, zoals opgegeven in de Kaderrichtlijn Water en het Decreet Integraal Waterbeleid, worden door de meetnetten van de VMM ingevuld.

Merk op dat een grondwatermeetnet nooit af is; door bijkomende kennis en scherpere richtlijnen zullen er steeds meetpunten vervallen of bijkomen.

Peilmetingen

Om per grondwaterlichaam de (regionale) grondwaterreserve en de kwantiteitsevolutie te bepalen wordt het primair grondwatermeetnet ingezet. Dit meetnet bestaat uit 860 filters die gelijkmatig verspreid zijn over de verschillende

grondwaterlichamen van Vlaanderen. Sinds de jaren tachtig worden maandelijks grondwaterpeilen gemeten. Deze metingen worden aangevuld met gegevens van het freatische grondwatermeetnet en van de externe meetnetten.

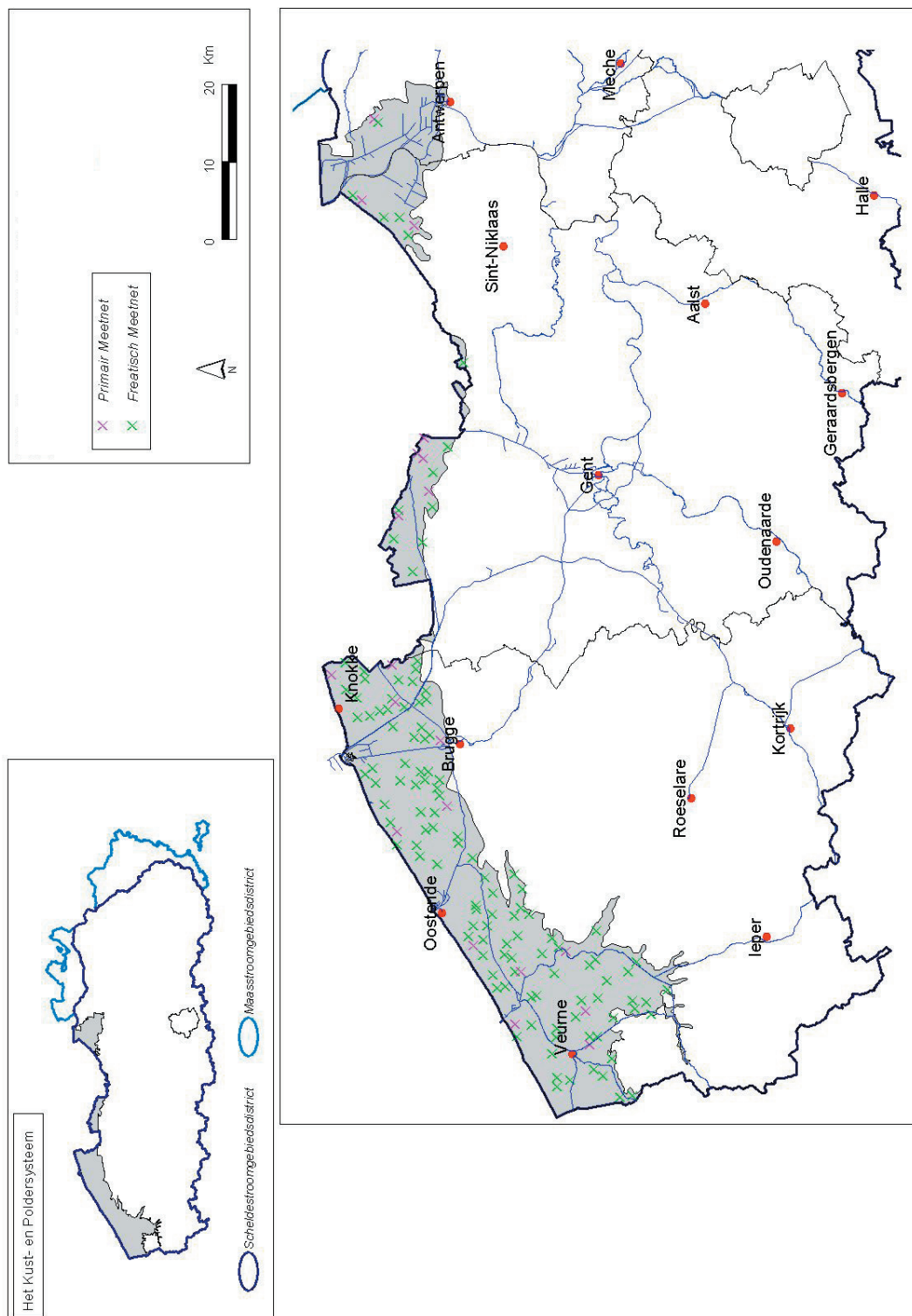
Kwaliteitsmetingen

Voor het bepalen van de kwaliteit van het grondwater in de verschillende grondwaterlichamen wordt zowel het primair als het freatisch grondwatermeetnet gebruikt. Het freatisch grondwatermeetnet bestaat uit meer dan 2100 putten en wordt sinds 2004 twee tot vier keer per jaar bemonsterd. Het primair grondwatermeetnet wordt sinds 2006 gebruikt om lokale en diepere kwaliteitsproblemen in kaart te brengen. Tenslotte worden voor gebieden met speciale doelstellingen ook metingen van externe meetnetten gebruikt.

De opzet van het freatisch grondwatermeetnet

Bij het opstellen van het freatisch grondwatermeetnet is gebruik gemaakt van een conceptueel model. De kans op verspreiding van verontreinigende stoffen (landgebruik), het gedrag van de verontreinigende stoffen (parameter specifiek gedrag) en hoe deze verontreinigingen zich gedragen in het grondwater (waar ze voorkomen) hebben de verdeling van de peilbuizen over de verschillende grondwaterlichamen bepaald.

In 2003 werd gestart met de installatie van het freatisch grondwatermeetnet. Vooral de specifieke vereisten van de nitraatrichtlijn maken het onderzoeken van de diffuse verspreiding van nutriëntenconcentraties in grondwater onder landbouwgebied noodzakelijk. Gezien de mogelijke verontreiniging van het grondwater in de eerste plaats in de bovenste watervoerende laag te verwachten is, bestaat dit freatisch grondwatermeetnet momenteel uit meer dan 2100 ondiepe multi-level putten in landbouwgebied. Deze multi-levelputten



Figuur 2.1: Ligging van de meetlocaties van het freatisch en primair grondwatermeetnet in het Kust- en Poldersysteem

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

zijn putten met meetpunten op verschillende diepteniveaus (meestal 3), waarbij de bovenste filter(s) in de oxidatiezone geplaatst is/zijn. De diepste filter bevindt zich steeds in de reductiezone. De spreiding, densiteit en diepte van de putten (en meetfilters) zijn gekoppeld aan de nitraatgevoeligheid van de ondiepe watervoerende systemen. Hiervoor werd Vlaanderen in 33 hydrogeologisch homogene zones (HHZ's) ingedeeld. Dat zijn zones waarbinnen een vergelijkbare manier van transport en afbraak van nitraat in de bovenste watervoerende lagen wordt verwacht. In 2007 werd dit meetnet uitgebreid met een aantal putten in natuurgebieden.

Doordat het freatisch grondwatermeetnet niet alleen gebaseerd is op het gedrag van nitraten maar ook op landgebruik kan dit meetnet ook gebruikt worden om andere stoffen te meten. Sommige stoffen kunnen echter ook naar het diepere grondwater doorstromen. Hiervoor kan plaatselijk het primair grondwatermeetnet gebruikt worden. Sinds 2006 worden dan ook op een selectie van de putten van het primair grondwatermeetnet metingen uitgevoerd.

Het freatisch- en het primair grondwatermeetnet zijn dus complementair; de oppervlakkige kwaliteit wordt met het freatisch meetnet gemeten, de kwaliteit van het diepere grondwater kan door middel van het primair meetnet in kaart gebracht worden. Voor aanvullende informatie, vooral over gebieden met speciale doelstellingen, zoals drinkwaterwingebieden en grondwaterafhankelijke terrestrische en aquatische ecosystemen kunnen indien nodig bestaande grondwatermeetnetten van andere organisaties worden ingeschakeld. Bij vastgestelde hiaten is de implementatie van nieuwe putten een bijkomende optie. Verontreiniging door puntbronnen wordt door OVAM opgevolgd.

2.1.2 Grondwatermonitoring in het Kust- en Poldersysteem

In figuur 2.1 zijn de meetlocaties van zowel het primair als het freatisch grondwatermeetnet die in het Kust- en Poldersysteem liggen, weergegeven. Bij de installatie van de peilputten en hun filters in dit systeem is rekening gehouden met de zoet-zoutwaterverdeling in het grondwaterreservoir. Verschillende watertypes (zoet, brak of zout) mogen niet door eenzelfde filter worden aangesneden. De grens tussen verschillende watertypes is bepaald door geofysische metingen in het boorgat uit te voeren.

2.2 Het grondwater gepeild

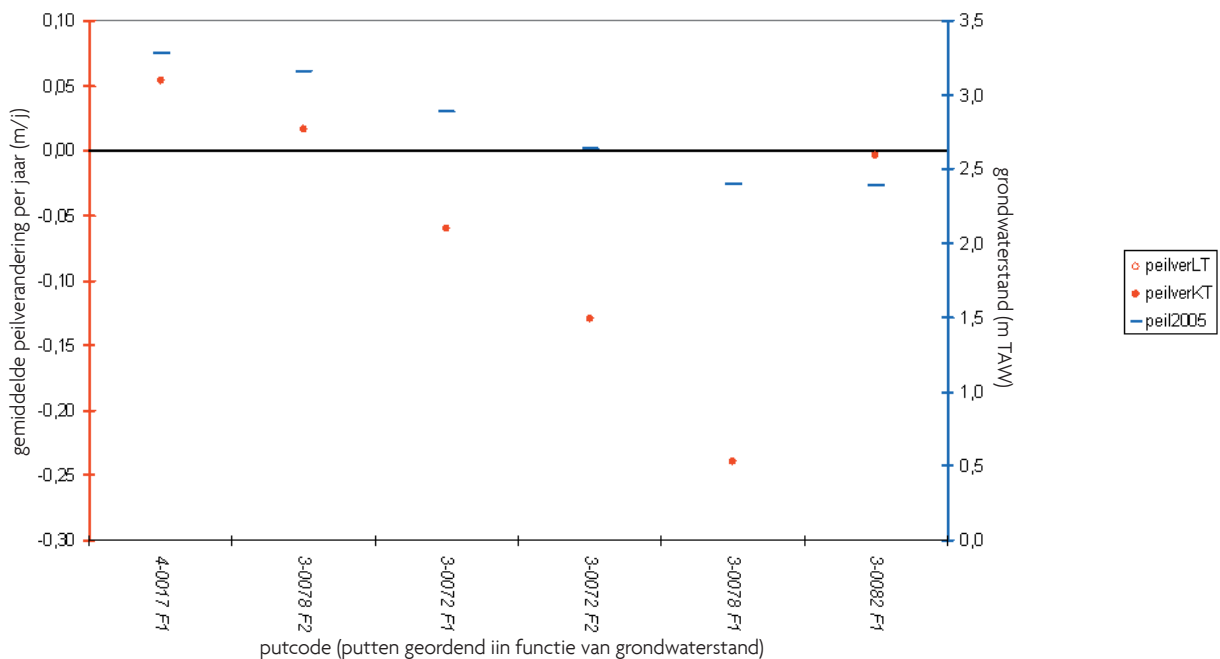
2.2.1 De grondwaterpeilen

Getijdeninvloed

Zowel de Schelde als de Noordzee staan onder invloed van getijden. Dit betekent een cyclus van eb (laagwater) en vloed (hoogwater). Deze drukverschillen zetten zich voort in het grondwaterreservoir waardoor de invloed van het getij in het stijghoogtepatroon merkbaar is. De amplitude neemt echter af met de afstand tot het getijdengevoelige watersysteem en is eveneens afhankelijk van de hydraulische eigenschappen van het grondwaterreservoir.

Zoetwaterstijghoogten

Stijghoogtemetingen (peilmetingen) worden o.a. gebruikt om grondwaterstromingspatronen te berekenen. De stijghoogtes zijn alleen met elkaar te vergelijken als het grondwater uit de verschillende meetfilters dezelfde dichtheid hebben. Grondwater in het Kust- en Poldersysteem varieert echter van dichtheid (zoet, zout of brak water) en dus moeten de metingen van de verschillende meetfilters worden omgerekend



Figuur 2.2: Peilveranderingen in het Kust- en Poldersysteem

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

naar de zogenaamde 'zoetwaterstijghoogten'. Een waterkolom met een bepaalde dichtheid wordt dan omgerekend naar een waterkolom met de dichtheid van zoetwater. De hoogte van deze laatste kolom is de zoetwaterstijghoogte. Bij grondwaterreservoirs die gevuld zijn met zoet, zout en brak water is het daarom niet voldoende om alleen het grondwaterpeil te meten. Voor het bepalen van een zoetwaterstijghoogte moet ook het specifieke gewicht van de waterkolom in rekening worden gebracht.

Evolutie van de grondwaterpeilen

Op de tijdsreeksen van verschillende meetfilters van het primair meetnet is een analyse uitgevoerd. De tijdsreeksen beslaan de periode 1995 tot en met 2005. Gezien de pas recente uitbreiding van het primair- en het freatisch grondwatermeetnet waarvan nog geen lange tijdsreeksen bestaan, werd de meetreeks aangevuld met enkele relevante meetpunten van externe meetnetten.

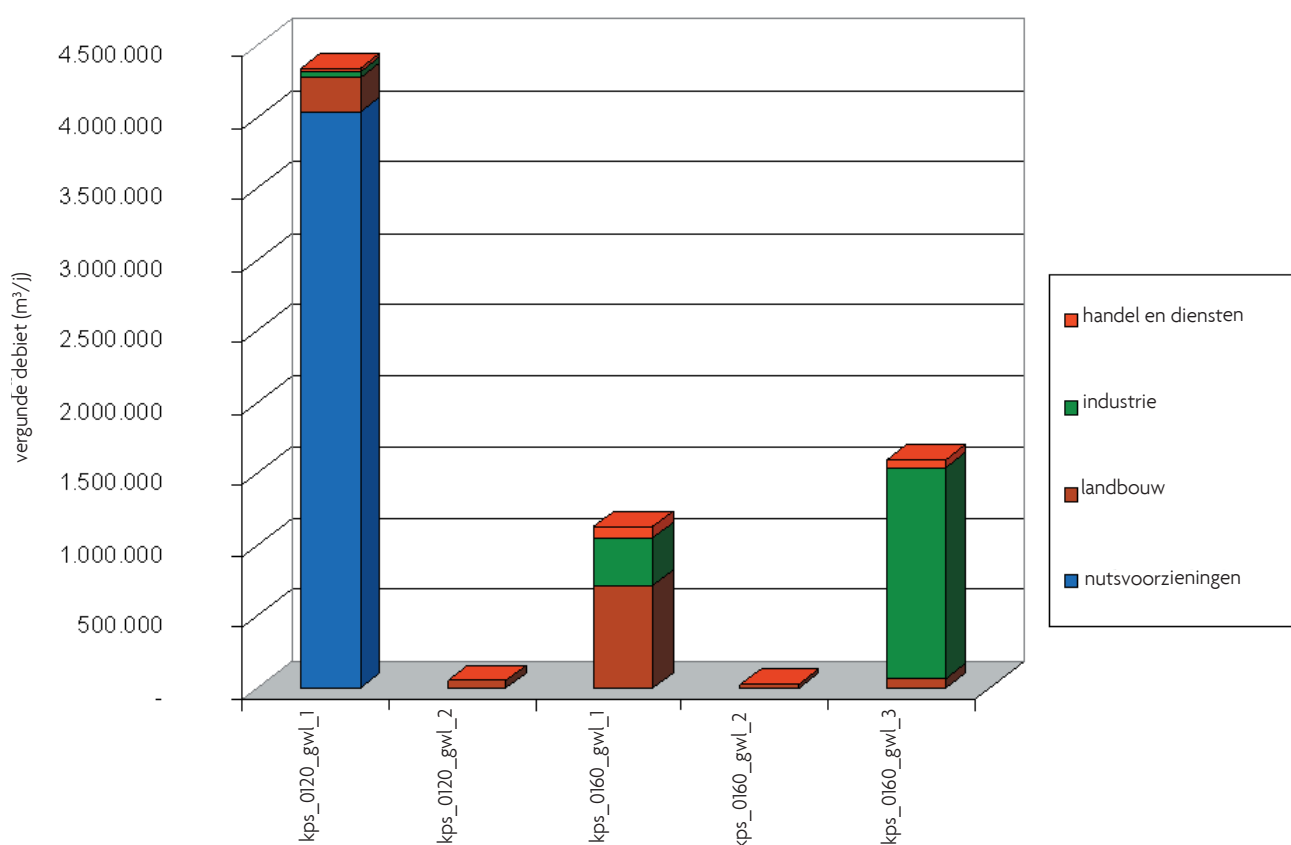
In het Kust- en Poldersysteem zijn weinig meetfilters met lange meetreeksen gekend. De meetreeksen zijn meestal korter dan 10 jaar. Per meetreeks is een korte termijntrend bepaald (de drie laatste jaren tot december 2005). Deze trendbepaling wordt voorgesteld in figuur 2.2 waarin naast de trend ook het waterpeil uit december 2005 is opgenomen.

Merk op dat de interpretatie van deze figuur steeds met de volledige geschiedenis van het grondwaterlichaam in het achterhoofd moet gebeuren. Zo worden bij het opstellen van de reeksen slechts twee momentopnames met elkaar vergeleken en worden lokale problemen uitgemiddeld. Ook kan de beginsituatie niet uit de grafieken worden afgeleid. Zo zijn de dalende korte termijnveranderingen in de freatische watervoerende lagen voor de meeste meetreeksen waarschijnlijk het gevolg van het vergelijken van een natte periode (eind 2002) met een eerder droge periode (eind 2005).

Tabel 2.1: Het vergunde grondwatergebruik (m³/jaar) in de lichamen van het Kust- en Poldersysteem in 2005

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Grondwaterlichaam	Totaal vergund debiet (m³/j)	Handel en diensten	Industrie	Landbouw	Nutsvoorzieningen
KPS_0120_gwl_1	4.338.000	25.000	38.000	244.000	4.031.000
KPS_0120_gwl_2	55.000			55.000	
KPS_0160_gwl_1	1.133.000	79.000	339.000	715.000	
KPS_0160_gwl_2	24.000			24.000	
KPS_0160_gwl_3	1.593.000	50.000	1.477.000	66.000	
Totaal	7.143.000	154.000	1.854.000	1.104.000	4.031.000



Figuur 2.3: Vergunde hoeveelheden opgepompt grondwater (m³/jaar) per grondwaterlichaam in het Kust- en Poldersysteem verdeeld over de 4 sectoren (2005)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Rekening houdend met de beschikbare meetreeksen in het Kust- en Poldersysteem wordt een stabiele tot licht dalende trend vastgesteld.

2.2.2 Het grondwater gebruikt

In het Kust- en Poldersysteem bedroeg de vergunde hoeveelheid voor het oppompen van grondwater circa 7 miljoen m³ voor het jaar 2005. Figuur 2.5 toont het vergund debiet per grondwaterlichaam en per sector (tabel 2.1) voor datzelfde jaar. Hieruit blijkt dat de winning van grondwater het grootst is in het zoet grondwaterlichaam gelegen in de kustvlakte (KPS_0120_GWL_1). De sector nutsvoorziening heeft hier het grootste aandeel. De duingebieden aan de kust lenen zich voor het winnen van een zoet freatisch grondwater en verklaren waarom een aantal drinkwaterwinningen in dit gebied gelegen zijn. Er is ongeveer 4 miljoen m³ vergund voor de productie van drinkwater, dat is meer dan

helft van het totaal vergunde debiet in het Kust- en Poldersysteem. Hieruit kan worden afgeleid dat een aanzienlijke hoeveelheid freatisch grondwater in het Kust- en Poldersysteem gebruikt wordt voor drinkwaterproductie. In hetzelfde grondwaterlichaam wordt grondwater naast drinkwater voornamelijk gebruikt voor de landbouw.

In het verzilt grondwaterlichaam van de kustvlakte (KPS_0160_GWL_1) wordt freatisch grondwater voornamelijk aangewend voor landbouwdoeleinden. Dit grondwaterlichaam ligt voornamelijk in poldergebied waar landbouw de belangrijkste economische activiteit is. Een deel van het vergund debiet wordt ingenomen door industrie die zich voornamelijk rond stedelijke centra situeert.

Opmerkelijk is het laag vergund debiet voor de Oostvlaamse polders (KPS_0120/0160_GWL_2) in vergelijking met de kustvlakte en de Scheldepolders (KPS_0120/0160_GWL_1 en_3).

Tabel 2.2: Indeling in sectoren met bijhorende activiteiten

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Sectoren	
Onbepaald	Code niet toegekend aan het bedrijf
Landbouw	Land-, tuinbouw, Bosexploitatie en Visserij
Handel en Diensten	
Industrie	Chemie, Rubber- en Kunststofnijverheid en Productie Geraffineerde Producten
	Energie
	Metallurgie excl. Recuperatie Afvalstoffen
	Mijnbouw en Minerale Producten, Bouw- en Afvalrecuperatie
	Papier- en grafische Nijverheid, Hout- en Meubelnijverheid
	Textiel, Kleding, Schoeisel en Leder
	Voedings- en genotsmiddelen
Nutsvoorzieningen	Watercollectie en –zuivering
	Winning, Zuivering en Distributie van water

De Oostvlaamse polders zijn een relatief klein gebied waarin een beperkt aantal grondwaterwinningen gelegen zijn. Het grondwater wordt er voornamelijk aangewend als drinkwater voor de veestapel en eventuele beregening van gewassen.

In de Scheldepolders (KPS_0160_GWL_3) wordt freatisch grondwater voornamelijk aangewend voor industriële doeleinden. Dit is ook niet verwonderlijk gezien het geïndustrialiseerd landschap op beide oevers van de Schelde. Een aanzienlijk deel van het lichaam is verzilt waardoor het zonder behandeling ongeschikt is voor de meeste doeleinden.

In tabel 2.2 zijn de verschillende activiteiten die bij de sectoren horen weergegeven.

2.2.3 Problemen en maatregelen

Het is belangrijk om het totale vergund debiet af te stemmen op de draagkracht van het grondwaterlichaam. Wanneer deze draagkracht wordt overschreden kan immers verzilting optreden van zoete grondwaterlichamen. Gelet op het belang van zoetwaterreserves in de kustvlakte moeten maatregelen getroffen worden om verdere verzilting van zoete grondwaterlichamen tegen te gaan. Via het vergunde debiet kan ingegrepen worden op de impact van een individuele winning. Grondwatermonitoring en modellering volgen het grondwatersysteem van nabij op en lokaliseren probleemgebieden. Belangrijk is een sensibilisatie van lokale overheden en van exploitanten van grondwaterwinningen aangewezen om samen een mogelijke verzilting of verdroging tegen te gaan.

Vergunningen worden als instrument gebruikt om de kwaliteit én kwantiteit van grondwater te waarborgen én te herstellen. Voor het winnen van grondwater zijn er slechts twee

uitzonderingen niet ingedeeld in VLAREM (winningen met een handpomp en winningen minder dan 500 m³/jaar waarvan het water alleen voor huishoudelijke doeleinden wordt gebruikt). De overige grondwaterwinningen zijn ingedeeld als klasse 1, 2 of 3, waarbij er voor klasse 1 en 2 een vergunningsplicht geldt en voor klasse 3 een meldingsplicht. De indelingslijst is terug te vinden als bijlage bij VLAREM I, waarbij het winnen van grondwater is opgenomen onder de rubriek 53.

Bij de adviesverlening voor vergunningsaanvragen wordt rekening gehouden met onder meer de basisdoelstellingen uit de Kaderrichtlijn Water. Er geldt:

- het standstill-principe: géén verdere daling van het waterpeil en kwaliteitsdegradatie ten gevolge van winningen;
- het rationeel watergebruik: zo efficiënt mogelijk en waar mogelijk, maximaal gebruik makend van water van lage kwaliteit;
- het duurzaamheidsprincipe: het streven naar een duurzaam evenwicht zodat ook op lange termijn nog grondwater kan gewonnen worden met minimale negatieve effecten.

Met deze basisprincipes in het achterhoofd wordt de draagkracht van de watervoerende laag onderzocht en wordt bepaald of de aangevraagde winning voldoende duurzaam watergebruik nastreeft.

Voor grondwaterlichamen die, conform de Kaderrichtlijn Water, als bedreigd of kwetsbaar gekarakteriseerd zijn, worden via de vergunning beperkingen opgelegd. Mogelijke beperkingen zijn het verkorten van de looptijd van de vergunningen (2 - 5 jaar) zodat tijdig bijgestuurd kan worden, het vergunde debiet beperken of het opleggen van bijzondere voorwaarden (zoals het inzetten van alternatieve bronnen, het uitvoeren van een wateraudit of waterbalansstudie en/of het monitoren van de grondwaterpeilen). De

opgelegde beperkingen zijn aangepast aan de specifieke omstandigheden van de betrokken activiteit en van de locatie waar deze plaatsvindt. De beperkingen komen bovenop de sectorale voorwaarden (zie VLAREM II).

Het heffingenbeleid is een toevoeging aan het vergunningenbeleid en moet zowel sturend als financierend zijn. Een verscherpt heffingenbeleid moet de sectoren aanzetten tot het investeren in een duurzaam watergebruik, het aanwenden van alternatieve bronnen en het investeren in best beschikbare technieken (BBT) en waterbesparende technieken. De inkomsten uit het heffingenbeleid worden aangewend om collectieve voorzieningen te bekostigen.

In de heffingsformule is een laag- en gebiedsfactor ingebouwd. De laagfactor heeft betrekking op een hydrogeologische hoofdeenheid en kan gebruikt worden voor lagen die in hun geheel een verscherpt heffingenbeleid vereisen. Met de gebiedsfactor kan in een laag lokaal een differentiatie in de heffing aangebracht worden.

2.3 Het grondwater ontleed

Om aan de Kaderrichtlijn Water en het Decreet Integraal Waterbeleid te kunnen voldoen werd in de loop van het jaar 2006 een uitgebreide kwalitatieve toestandsmonitoring van het Vlaamse grondwater uitgevoerd. Het doel van deze monitoring is een actuele toestandsbeschrijving (2006). Aangezien lange tijdsreeksen ontbreken, kunnen nog geen trends bepaald worden. Voor de doorlichting van de grondwaterkwaliteit werd gebruik gemaakt van de grondwatermeetnetten in het beheer van de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer. In het Kust- en Poldersysteem zijn voor 128 meetlocaties met in totaal 250 meetfilters analysegegevens beschikbaar.

Onderzoek werd uitgevoerd naar de in tabel 2.3 parameters.

Op bijna alle meetlocaties van het Kust- en Poldersysteem is het merendeel van de bovengenoemde parameters bepaald. Voor de pesticidenmeting heeft men gekozen voor een steekproef van 33 meetlocaties van het freatisch grondwatermeetnet.

2.3.1 Algemene kwaliteitskenmerken

Het Kust- en Poldersysteem en zijn vijf grondwaterlichamen worden gekenmerkt door sterk variërende watertypes. Dit is voornamelijk te wijten aan het voorkomen van zoet, zout en brak grondwater. Van alle grondwatersystemen werd dit systeem immers het meest recent beïnvloed door de zee. Twee grondwaterlichamen zijn volledig verzoet, terwijl de overige drie grondwaterlichamen zowel een zoet, zout als brak grondwater kunnen bevatten. Naast natuurlijke oorzaken wordt de grondwaterkwaliteit in belangrijke mate beïnvloed door antropogene factoren.

2.3.2 Watertype

Als gevolg van het voorkomen van zoet, zout en brak grondwater kan geen algemeen watertype worden toegekend aan het Kust- en Poldersysteem. Er ontstaan laterale en verticale veranderingen van de grondwaterkwaliteit omwille van redox-, sorptie-, oplosings- en kationuitwisselingsreacties of dispersie langs stromingsbanen. Een rechtstreekse of onrechtstreekse antropogene input kan eveneens aanleiding geven tot een wijziging van de grondwaterkwaliteit. Ook hangt de vastgestelde kwaliteit van de ligging van de meetlocaties (voornamelijk landbouwgebied) en van de meetdiepte binnen de grondwaterlichamen af. Een evaluatie van de freatische meetlocaties binnen het Kust- en Poldersysteem geven een beeld van de variatie op de grondwaterkwaliteit.

Tabel 2.3: Geanalyseerde parameters

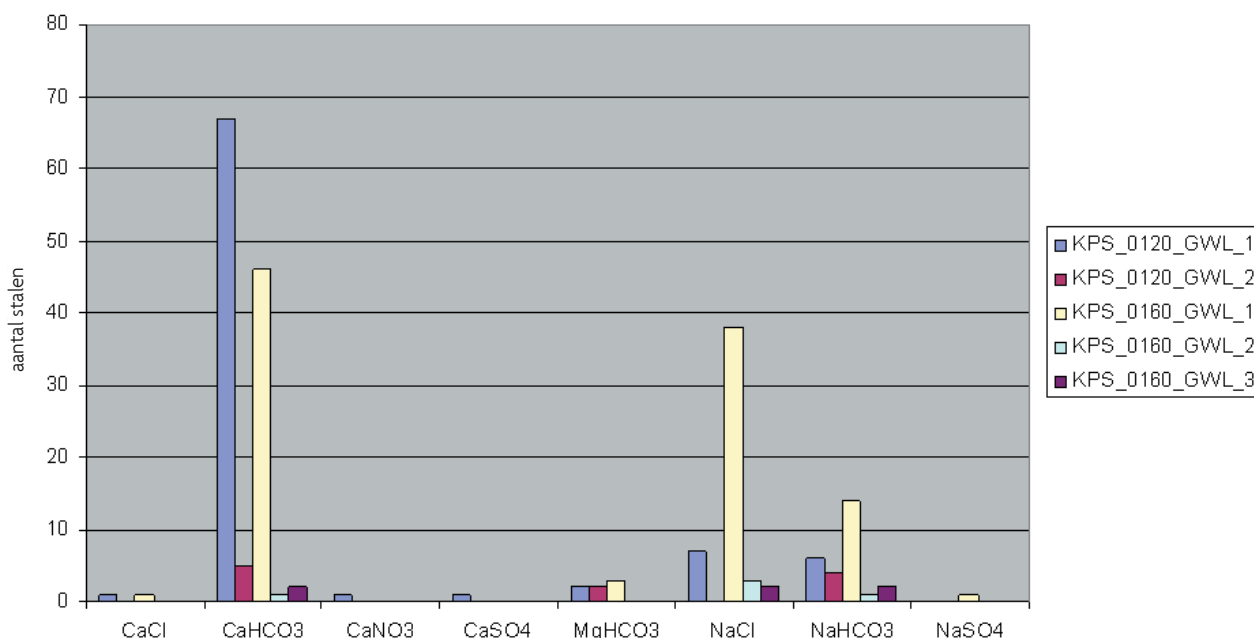
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Hoofdbestanddelen			
Kationen		Anionen	
Natrium	mg/l	Chloride	mg/l
Kalium	mg/l	Sulfaat	mg/l
Calcium	mg/l	Nitraat	mg/l
Magnesium	mg/l	Nitriet	mg/l
Ijzer	mg/l	Bicarbonaat	mg/l
Mangaan	mg/l	Carbonaat	mg/l
Ammonium	mg/l	Fosfaat	mg/l
Aluminium	mg/l		
Fysico-chemische parameters			
Zuurtegraad (pH)	(-)Sörensens	Zuurstofgehalte	mg/l
Geleidbaarheid	µS/cm	Temperatuur	°C
Redoxpotentiaal	V	Hardheid	°F
Zware metaalionen + andere zoutionen			
Arseen	µg/l	Chroom	µg/l
Cadmium	µg/l	Koper	µg/l
Nikkel	µg/l	Kwik	µg/l
Zink	µg/l	Lood	µg/l
Fluoride	µg/l		
Pesticiden en hun metabolieten			
AMPA	µg/l	Glyfosaat	µg/l
Atrazine	µg/l	Isoproturon	µg/l
Bentazon	µg/l	Linuron	µg/l
Chloortoluron	µg/l	Metolachloor	µg/l
Desethylatrazine	µg/l	Simazine	µg/l
Diuron	µg/l		

Het grondwatertype wordt toegekend op basis van het belangrijkste kation en het belangrijkste anion, bepaald aan de hand van de milliequivalent concentraties.

Tabel 2.4 geeft de variatie van de waterkwaliteit weer voor de ondiepe zones van de grondwaterlichamen onder landbouwgebied in het Kust- en Poldersysteem. In figuur 2.4 wordt het aantal watertypes per grondwaterlichaam voorgesteld. De meest voorkomende watertypes in het Kust- en Poldersysteem

blijken calciumbicarbonaat, natriumchloride en natriumbicarbonaat te zijn. Hierbij staat een natriumchloride watertype voor een verzilt grondwater en een calciumbicarbonaat type voor een zoet grondwater. Natriumbicarbonaat vormt een overgangsvorm tussen beide watertypes. De dominantie van het calciumbicarbonaat watertype kan toegeschreven worden aan het vrij ondiep karakter van de meetfilters. Verzilt grondwater wordt namelijk vooral in de diepere gedeelten van het grondwaterreservoir aangetroffen.



Figuur 2.4: Het voorkomen van grondwatertypes in het Kust- en Poldersysteem op basis van het freatisch grondwatermeetnet (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

In mindere mate wordt een magnesiumbicarbonaat-, calciumsulfaat-, calciumchloride-, calciumnitraat- en een natriumsulfaat-watertype aangetroffen. Bepaalde watertypes, zoals calciumnitraat, kunnen hierbij gelinkt worden aan antropogene beïnvloeding.

In wat volgt wordt de kwalitatieve toestand van het grondwater in het Kust- en Poldersysteem beschreven. De kwaliteit van grondwaterlichamen of van afgelijnde zones (hydrogeologisch homogene zones – HHZ's) wordt beoordeeld op basis van de diffuse verspreiding van stoffen. Puntverontreinigingen worden dus in het kader van dit rapport buiten beschouwing gelaten. De parameters die worden besproken zijn nitraat, nitriet, pesticiden, geleidbaarheid, chloride, ammonium, fosfaat en arseen.

2.3.3 Normering

De gemeten concentraties worden in deze paragraaf getoetst aan verschillende normen: normen vastgelegd in het Besluit van de Vlaamse regering houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water, bestemd voor menselijke consumptie (B.S. 13/12/2002; kortweg de drinkwaternormen), de bodemsaneringsnorm, de richtwaarde en de maximaal toelaatbare concentratie. Deze normen hebben een decretale basis in respectievelijk het drinkwaterdecreet, het bodemsaneringsdecreet en het milieuvergunningendecreet.

De drinkwaternormen duiden aan of het water drinkbaar is en in hoeverre het water behandeld moet worden voor het gebruikt kan worden voor onder andere de drinkwaterproductie en de voedingsindustrie. Water dat de drinkwaternorm overschrijdt wordt als niet-drinkbaar beschouwd.

Tabel 2.4: Kwaliteitsvariatie voor de verschillende grondwaterlichamen in het Kust- en Poldersysteem op basis van de meetresultaten van het freatisch grondwatermeetnet (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

grondwaterlichaam	CaCl	CaHCO ₃	CaNO ₃	CaSO ₄	MgHCO ₃	NaCl	NaHCO ₃	NaSO ₄	Eindtotaal
KPS_0120_GWL_1	1	67	1	1	2	7	6		85
KPS_0120_GWL_2		5			2		4		11
KPS_0160_GWL_1	1	46			3	38	14	1	103
KPS_0160_GWL_2		1				3	1		5
KPS_0160_GWL_3		2				2	2		6
Eindtotaal	2	121	1	1	7	50	27	1	210
%	1,0%	57,6%	0,5%	0,5%	3,3%	23,8%	12,9%	0,5%	100,0%

Voor een indicatorparameter uit het besluit geldt dat bij overschrijding nader onderzoek vereist is.

De bodemsaneringsnormen voor grondwater staan beschreven in bijlage 4 van het Gecoördineerd besluit van de Vlaamse regering dd. 5 maart 1996 houdende Vlaams reglement betreffende de bodemsanering. 'Bodemsaneringsnormen beantwoorden aan een niveau van bodemverontreiniging bij overschrijding waarvan ernstige nadelige effecten kunnen optreden voor de mens of het milieu, gelet op de kenmerken van de bodem en de functies die deze vervult'.

De richtwaarde en de maximaal toelaatbare concentratie voor grondwater zijn beide milieukwaliteitsnormen uit de Vlarem II-wetgeving. Milieukwaliteitsnormen zijn minimumnormen die bepalen welke kwaliteit het milieu minstens moet bereiken. De milieukwaliteitsnormen voor grondwater werden geïmplementeerd in Vlarem II. In Vlarem II wordt een onderscheid gemaakt tussen een richtwaarde en maximaal toelaatbare concentratie. De richtwaarden gelden volgens Vlarem als de milieukwaliteitsnormen. Voor de Kaderrichtlijn Water daarentegen komen de maximaal toelaatbare concentraties overeen met de milieukwaliteitsnormen.

De bodemsaneringsnormen en de maximaal toelaatbare concentratie hebben een ecotoxicologische waarde. De maximaal toelaatbare concentratie is meestal het hoogste van de drie. Bij overschrijding van deze norm is er een potentieel eco-toxicologisch en humaan-toxicologisch risico.

2.3.4. Nitraat

Nitraat is één van de belangrijkste nutriënten die in het grondwater kan voorkomen. In principe gaat het bij nitraat om een natuurlijke stikstofverbinding die in ongerept grondwater alleen in lage concentraties voorkomt. Zodra externe invloeden een rol spelen, kan nitraat ook in hoge concentraties in het grondwater worden gemeten. Nitraat ontstaat bij de mineralisatie en nitrificatie van stikstofhoudende organische stoffen (bv organische mest) of wordt als kunstmest aan de bodemlaag toegevoegd. Via uitspoeling bereikt nitraat het grondwater. De aanwezigheid van opgelost zuurstof belet denitrificatieprocessen, zodat in de waterverzadigde oxidatiezone van het grondwaterlichaam nitraat metastabiel is en niet kan worden verwijderd. Voor denitrificatie zijn

immers reducerende omstandigheden nodig, waarbij anaerobe micro-organismen nitraat via nitriet tot lachgas en stikstofgas omvormen. Ook nitraatammonificatie is mogelijk. Nitraat kan dus potentieel alleen in hogere concentraties voorkomen in het freatische ondiepere gedeelte van de grondwaterlichamen. Om deze reden werd bij de evaluatie van de nitraatconcentraties in het Kust- en Poldersysteem geen rekening gehouden met de diepere meetpunten uit

het primair grondwatermeetnet. Gezien het verspreidingsmechanisme en het potentiële voorkomen is het bovendien aangeraden bij de interpretatie van de nitraatconcentraties het zonemodel van de hydrogeologisch homogene zones te gebruiken in plaats van de grondwaterlichamen. Het model van de hydrogeologisch homogene zones is specifiek ontworpen voor de kwetsbaarheidsbepaling in het kader van nitraatonderzoek. Binnen

Tabel 2.5: Normen voor nitraat in grondwater

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

	Drinkwaterrichtlijn	Milieukwaliteitsnormen Vlare II	
	drinkwaternorm (mg/l)	richtwaarde (mg/l)	maximaal toelaatbare concentratie (mg/l)
nitraat	50	25	50

Tabel 2.6: Nitraatconcentraties in de HHZ's van het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

HHZ	00	10	21	32	74
Benaming	Quartaire poldergebieden (verzilt)	Quartaire duinafzettingen	Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones	Dun Quartair dek boven Ieperse klei + Lid van Kortemark	Zanden van Egem
Aantal meetlocaties bemonsterd	38	2	55	12	7
Bovenste meetfilter bemonsterd	36	2	55	11	7
≥ 25mg/l op locatieniveau	1	1	5	2	0
≥ 25mg/l bovenste meetfilter	1	1	4	2	0
≥ 50mg/l op locatieniveau	0	1	5	1	0
≥ 50mg/l bovenste meetfilter	0	1	4	1	0
Percentage ≥ 25 mg/l op locatieniveau	2,6%	50%	9,0%	16,7%	0%
Percentage ≥ 25 mg/l bovenste meetfilter	2,8%	50%	7,3%	18,2%	0%
Percentage ≥ 50 mg/l op locatieniveau	0%	50%	9,0%	8,3%	0%
Percentage ≥ 50 mg/l bovenste meetfilter	0%	50%	7,3%	9,0%	0%
Mediaan (alle meetfilters)	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7
Gemiddelde bovenste meetfilter (mg/l)	1,8	156,9	6,9	13,2	5,6
Gemeten max (mg/l)	26,4	313,0	101,0	104,0	23,1
Gemiddelde maxima (mg/l)	1,9	156,9	7,7	12,2	5,7
Mediaan maxima (mg/l)	0,7	156,9	0,6	1,1	0,8

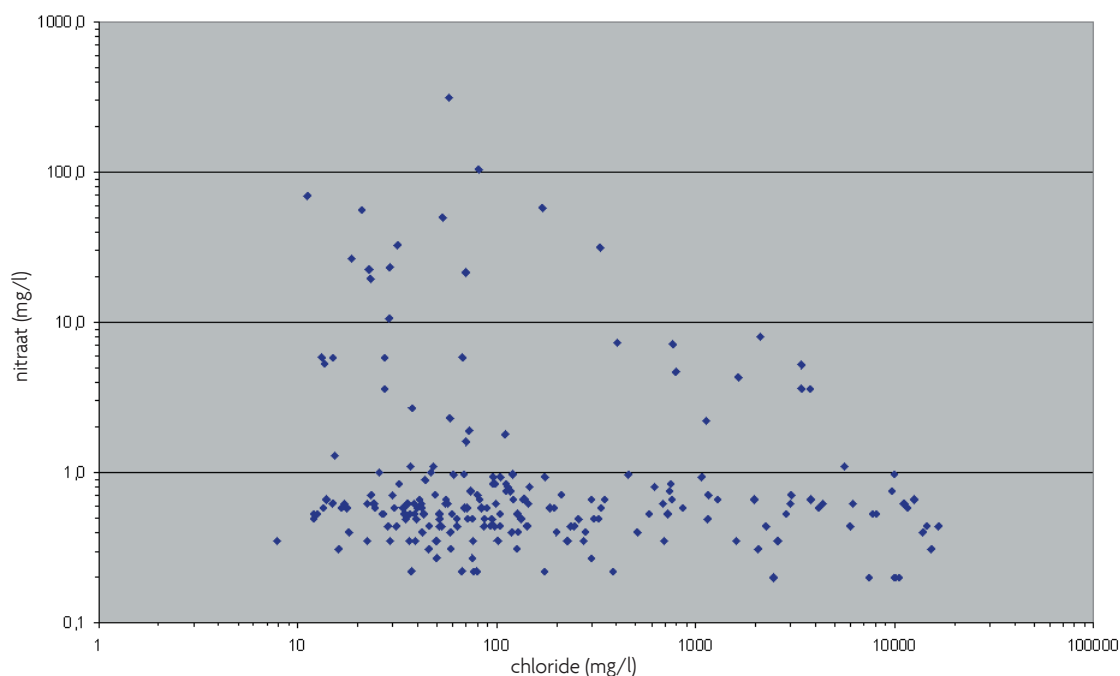
eenzelfde hydrogeologisch homogene zone bestaan vergelijkbare randvoorwaarden voor de verspreiding en de afbraak van nitraat in de hier voorkomende meest ondiepe watervoerende lagen.

In het Kust- en Poldersysteem komen 5 hydrogeologisch homogene zones voor. Het gaat hierbij om de zones van de Quartaire poldergebieden (code 00), de Quartaire duinafzettingen (code 10), de Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones (code 21), het dun Quartair dek boven de leperse klei met het Lid van Kortemark (code 32) en de Zanden van Egem (code 74). Voor deze evaluatie werd gebruik gemaakt van 114 meetlocaties van het freatisch grondwatermeetnet, verspreid over het Kust- en Poldersysteem.

De nitraatstatistiek in tabel 2.6 is gebaseerd op de voorjaarscampagne van 2006. Het aantal meetlocaties verschilt van zone tot

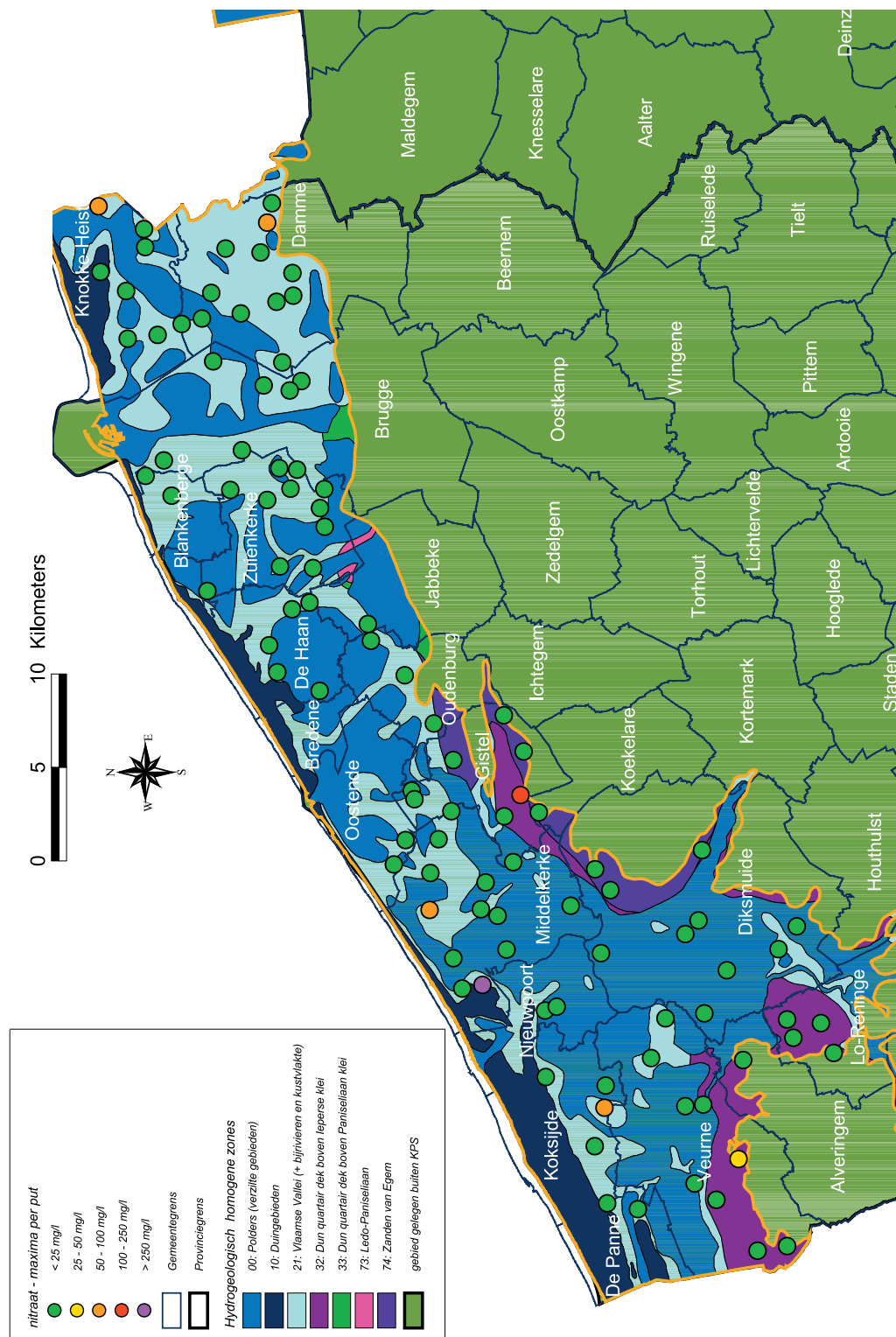
zone, afhankelijk van de grootte van het landbouwgebied en de kwetsbaarheid van de zone waarin de meetfilter ligt voor nitraat. Het grootste aantal bemonsterde meetlocaties bevinden zich in de Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones (HHZ 21) (55 meetlocaties), terwijl in de zone van de Quartaire duinafzettingen het kleinste aantal meetlocaties werd bemonsterd (2 meetlocaties). Bij het vergelijken van de procentuele resultaten tussen de verschillende HHZ's moet ermee dan ook rekening gehouden worden.

Uit tabel 2.6 valt af te leiden dat voor een aantal meetlocaties in het Kust- en Poldersysteem de 25 mg/l norm en zelfs de 50 mg/l norm wordt overschreden. Aangezien deze overschrijding voornamelijk in de bovenste meetfilter wordt vastgesteld, kan aangenomen worden dat deze nitraatverontreiniging zich in het bovenste gedeelte van het freatisch grondwaterreservoir bevindt (oxidatiezone). De drinkwaternorm (50



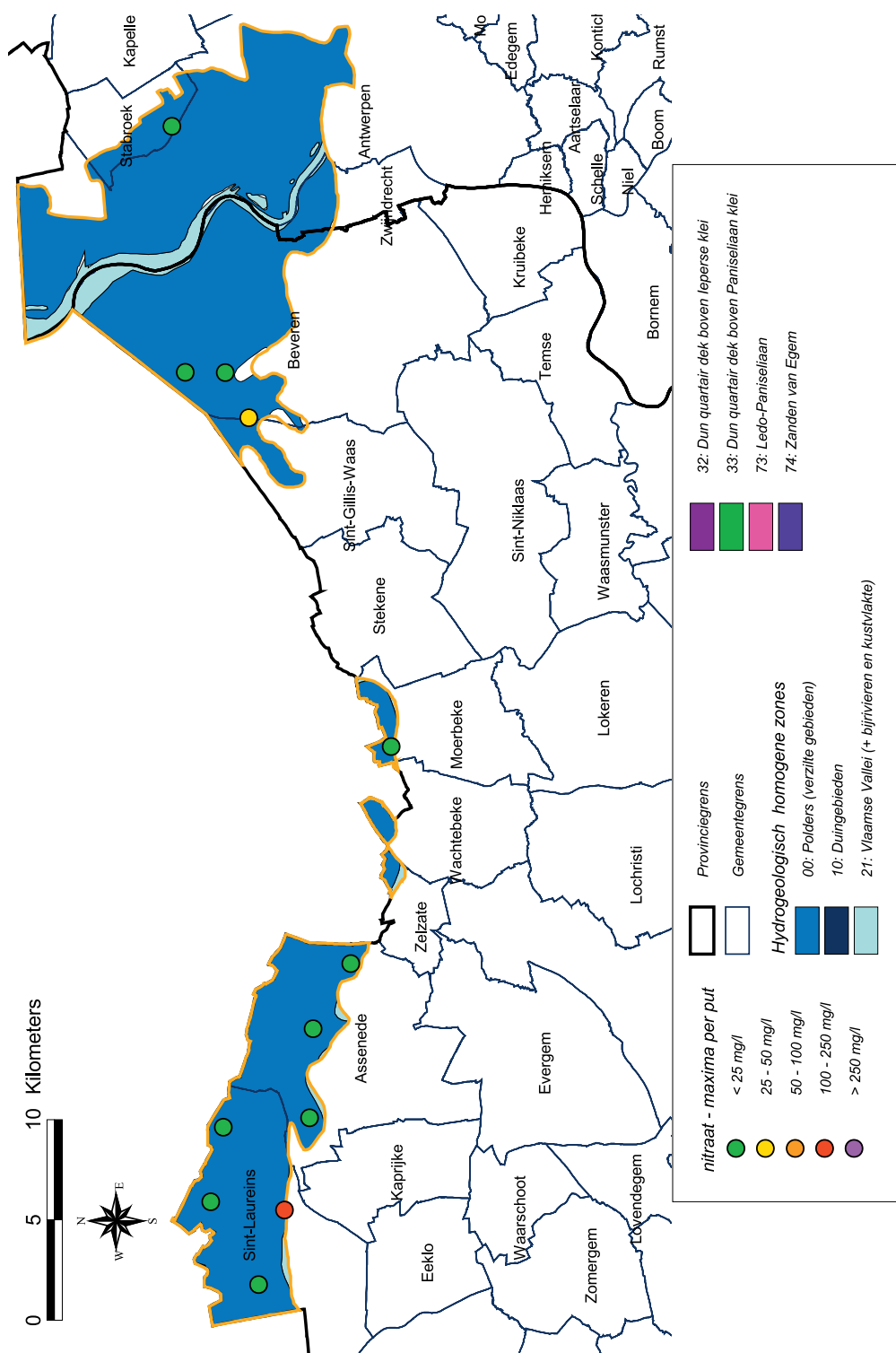
Figuur 2.5: Nitraatconcentraties ten opzichte van chlorideconcentraties in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.6: Maximale nitraatconcentraties op locatie-niveau in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar van 2006 (kustgebied)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.7: Maximale nitraatconcentraties op locatieniveau in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar van 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

mg/l) wordt overschreden in de volgende HHZ's: de Quartaire duinafzettingen, de Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones, en het dun Quartair dek boven de Ieperse klei. Hierbij wordt voor de Quartaire duinafzettingen een maximale waarde gemeten van meer dan 300 mg/l, terwijl in de twee overige gecontamineerde zones een maximale waarde gemeten wordt van circa 100 mg/l. Op één locatie na worden voor de zanden van Egem en de Quartaire poldergebieden de richtwaarde van 25 mg/l niet overschreden. Hierbij moet wel opgemerkt te worden dat het aantal meetpunten voor deze beide zones vrij beperkt zijn.

De lage waarden voor de Quartaire poldergebieden kunnen vermoedelijk in verband gebracht worden met het slecht doorlatend (kleiig) karakter van de toplaag waardoor een uitspoeling van nutriënten naar het grondwaterreservoir vertraagd wordt. Het Quartaire poldergebied wordt tevens gekenmerkt door de aanwezigheid van organische afzettingen (veen) die een actieve rol kunnen spelen bij de verwijdering van nitraat uit het grondwatersysteem (nitraatreductie).

De overschrijdingen voor nitraat worden voornamelijk aangetroffen in de Vlaamse vallei die grotendeels samenvalt met de verzoete grondwaterlichamen in het Kust- en Poldersysteem. Figuur 2.5 (logaritmische schaal) vertoont duidelijk een afname van het nitraatgehalte bij grondwater met hoog chloridegehalte. De zoete grondwaterlichamen vertonen dus een grotere contaminatie met nitraat in vergelijking met de verzilte grondwaterlichamen.

Geconcludeerd kan worden dat in het Kust- en Poldersysteem op een beperkt aantal plaatsen een contaminatie met nitraat voorkomt. Deze contaminatie manifesteert zich voornamelijk in het ondiepe, zoete gedeelte van het grondwaterreservoir.

2.3.5 Nitriet

Nitriet maakt deel uit van de stikstofketen en is een metastabiel tussenproduct bij het nitrificatie- en het denitrificatieproces.

Bij de microbiologisch gekatalyseerde nitrificatie wordt ammonium via nitriet tot nitraat omgezet. Onder normale omstandigheden wordt nitriet vlug tot nitraat geoxideerd, maar in het geval van storingen in de stikstofketen kan het tot een accumulatie van nitriet komen. Hogere concentraties aan nitriet kunnen dus in de oxidatiezone van een watervoerende laag voorkomen.

Bij de denitrificatie wordt omgekeerd nitraat via nitriet tot stikstofgas en lachgas gereduceerd. Ook hier komt het tot een accumulatie van nitriet, wanneer de microbiologisch gekatalyseerde reductieketen onderbroken wordt. Hogere nitrietconcentraties kunnen in dit geval in de nitraatreductiezone of de aanpalende ijzer- en mangaanreductiezone worden gemeten. Nitrietconcentraties boven de maximaal toelaatbare concentratie zijn dikwijls te wijten aan de onverwachte verandering van ammonium of nitraat, die niet vlug genoeg kunnen worden omgezet tijdens de nitrificatie of de denitrificatie.

In de meetlocaties van het primair meetnet wordt nagenoeg geen nitriet gemeten. Deze zijn dan ook niet in rekening gebracht voor het in beeld brengen van de nitrietconcentraties in het Kust- en Poldersysteem. De aanwezigheid van grotere nitrietconcentraties beperkt zich tot de oxidatiezone en de ondiepe reductiezone. Gezien de beperkte dieptespreiding van nitriet en de nauwe koppeling aan de nitraatconcentraties wordt voor de interpretatie van de meetwaarden dan ook gebruik gemaakt van het HHZ-model.

De nitrietstatistiek in tabel 2.8 is gebaseerd op de voorjaarscampagne van 2006. Het aantal meetlocaties verschilt van zone tot zone,

Tabel 2.7: Normen voor nitriet in grondwater

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

	Drinkwaterrichtlijn	Milieukwaliteitsnormen Vlare II	
	drinkwaternorm (mg/l)	richtwaarde (mg/l)	maximaal toelaatbare concentratie (mg/l)
nitriet	0,1	/	0,1

Tabel 2.8: Nitrietconcentraties in de HHZ's van het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

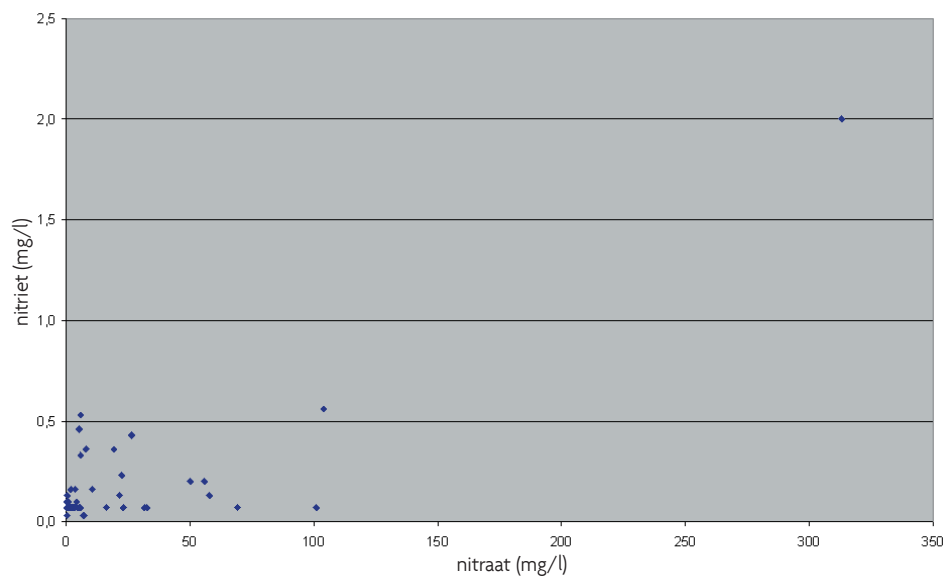
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

HHZ	00	10	21	32	74
Benaming	Quartaire poldergebieden (verzilt)	Quartaire duinafzettingen	Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones	Dun Quartair dek boven Ieperse klei + Lid van Kortemark	Zanden van Egem
Aantal meetlocaties bemonsterd	38	2	55	12	7
Bovenste meetfilter bemonsterd	36	2	55	11	7
≥ 0,1mg/l op locatieniveau	6	1	11	1	2
≥ 0,1mg/l bovenste meetfilter	2	1	7	1	2
Percentage ≥ 0,1 mg/l op locatieniveau	15,8%	50,0%	20,0%	8,3%	28,6%
Percentage ≥ 0,1 mg/l bovenste meetfilter	5,6%	50,0%	12,7%	9,0%	28,6%
Mediaan (alle meetfilters)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Gem. bovenste meetfilter (mg/l)	0,08	1,04	0,09	0,12	0,09
Gemeten max (mg/l)	0,43	2,00	0,53	0,56	0,16
Gemiddelde maxima (mg/l)	0,08	1,04	0,10	0,11	0,09
Mediaan maxima (mg/l)	0,07	1,04	0,07	0,07	0,07

afhankelijk van de grootte van het landbouwgebied en de gevoeligheid voor nitraat. Het grootste aantal bemonsterde meetlocaties bevinden zich in de Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones (55 meetpunten), terwijl in de zone van de Quartaire duinafzettingen het kleinste aantal meetlocaties werd bemonsterd (2 meetlocaties). Bij het vergelijken van de procentuele resultaten

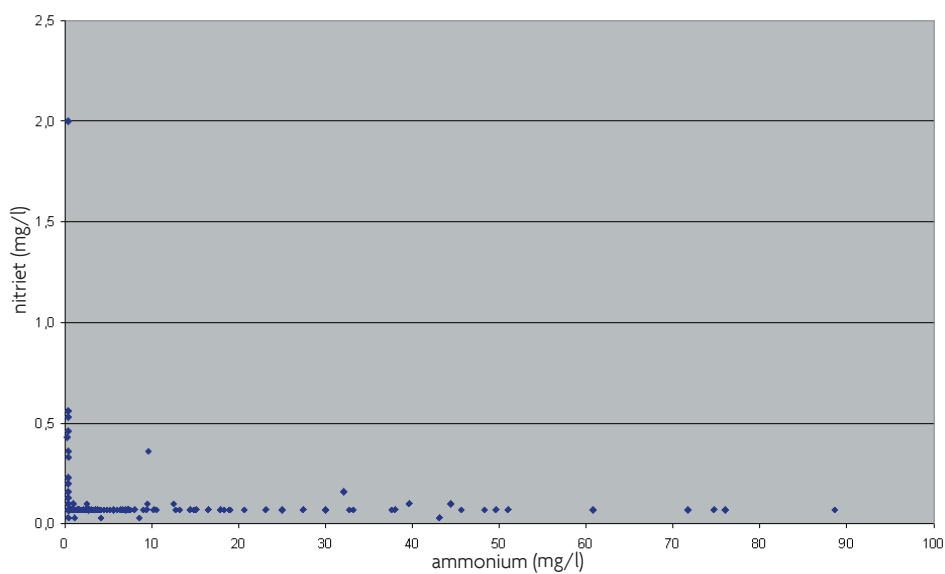
tussen de verschillende HHZ's moet dan ook met voorgaande rekening gehouden te worden.

In alle HHZ's worden, voor nitriet, één of meerdere overschrijdingen van de drinkwaternorm vastgesteld. In vergelijking met nitraat worden er echter op meer locaties overschrijdingen vastgesteld. Deze overschrijding wordt in de meeste gevallen in de bovenste filter



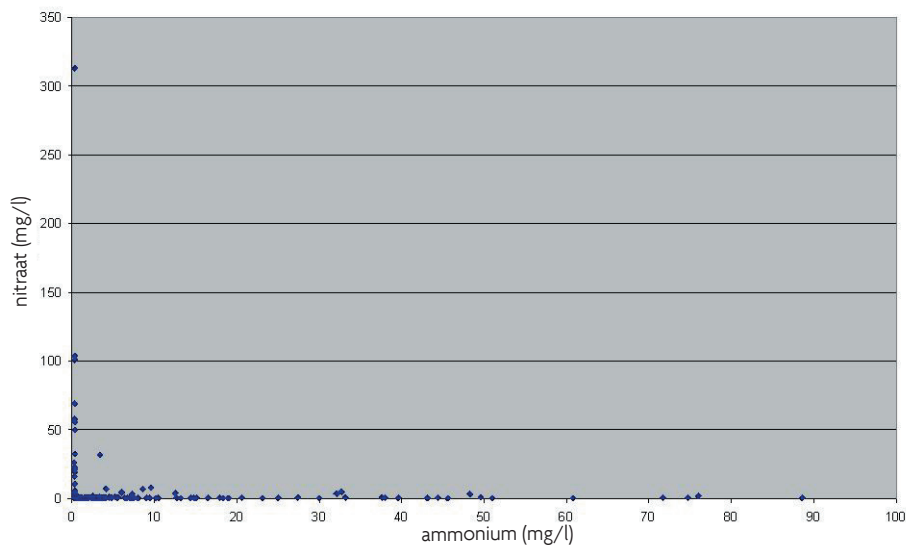
Figuur 2.8: Nitrietconcentraties t.o.v. nitraatconcentraties per meetfilter in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.9: Nitrietconcentraties t.o.v. ammoniumconcentraties per meetfilter in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.10: Nitraatconcentraties t.o.v. ammoniumconcentraties in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

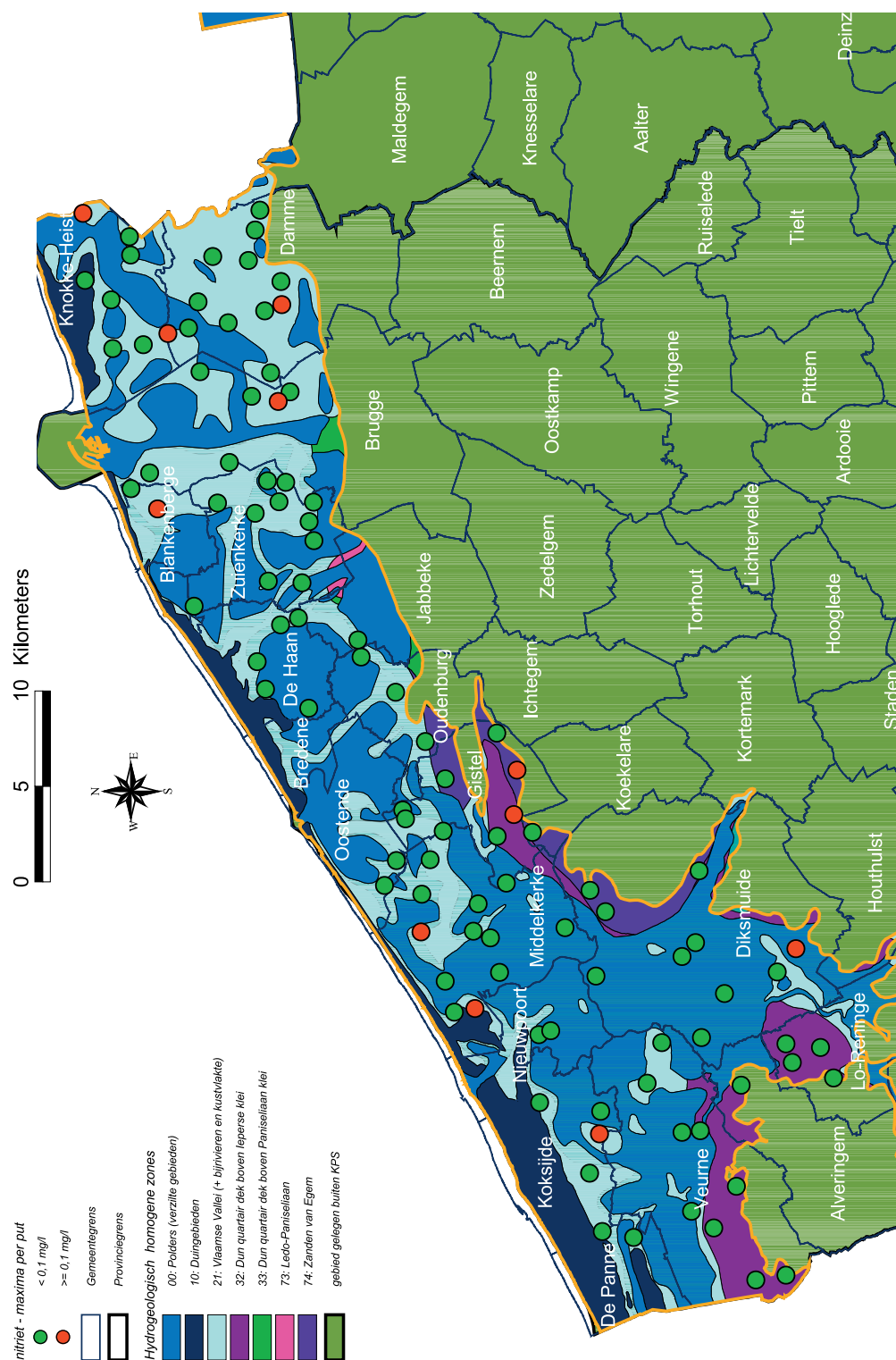
aangetroffen. De hoogste waarde, namelijk 2 mg/l, wordt gemeten in de Quartaire duinafzettingen (HHZ 10). Het is opmerkelijk dat ook voor nitraat in dezelfde HHZ de hoogste waarde van het Kust- en Poldersysteem wordt gemeten. In de Quartaire poldergebieden en de Zanden van Egem worden overschrijdingen van nitriet vastgesteld maar niet van nitraat.

Nitraat is alleen stabiel in de oxidatiezone van het grondwater, ammonium is daarentegen alleen in de reductiezone stabiel. Beiden kunnen dan ook niet samen voorkomen, tenzij water uit verschillende redoxzones wordt gemengd. Nitriet is een overgangsvorm tussen beiden en blijkt in sommige gevallen naast nitraat voor te komen (figuur 2.8). Nitraat en nitriet zijn vrijwel volledig afwezig bij hoge ammoniumconcentraties. Dit blijkt duidelijk uit figuren 2.9 en 2.10. Uit deze figuren is bovendien af te leiden dat de drinkwaternorm voor ammonium (0,5 mg/l) vaker

wordt overschreden dan de drinkwaternorm voor nitraat of nitriet. Het voorkomen van organische afzettingen in het Kust- en Poldersysteem kan een mogelijke oorzaak zijn voor de talrijk vastgestelde overschrijdingen voor ammonium.

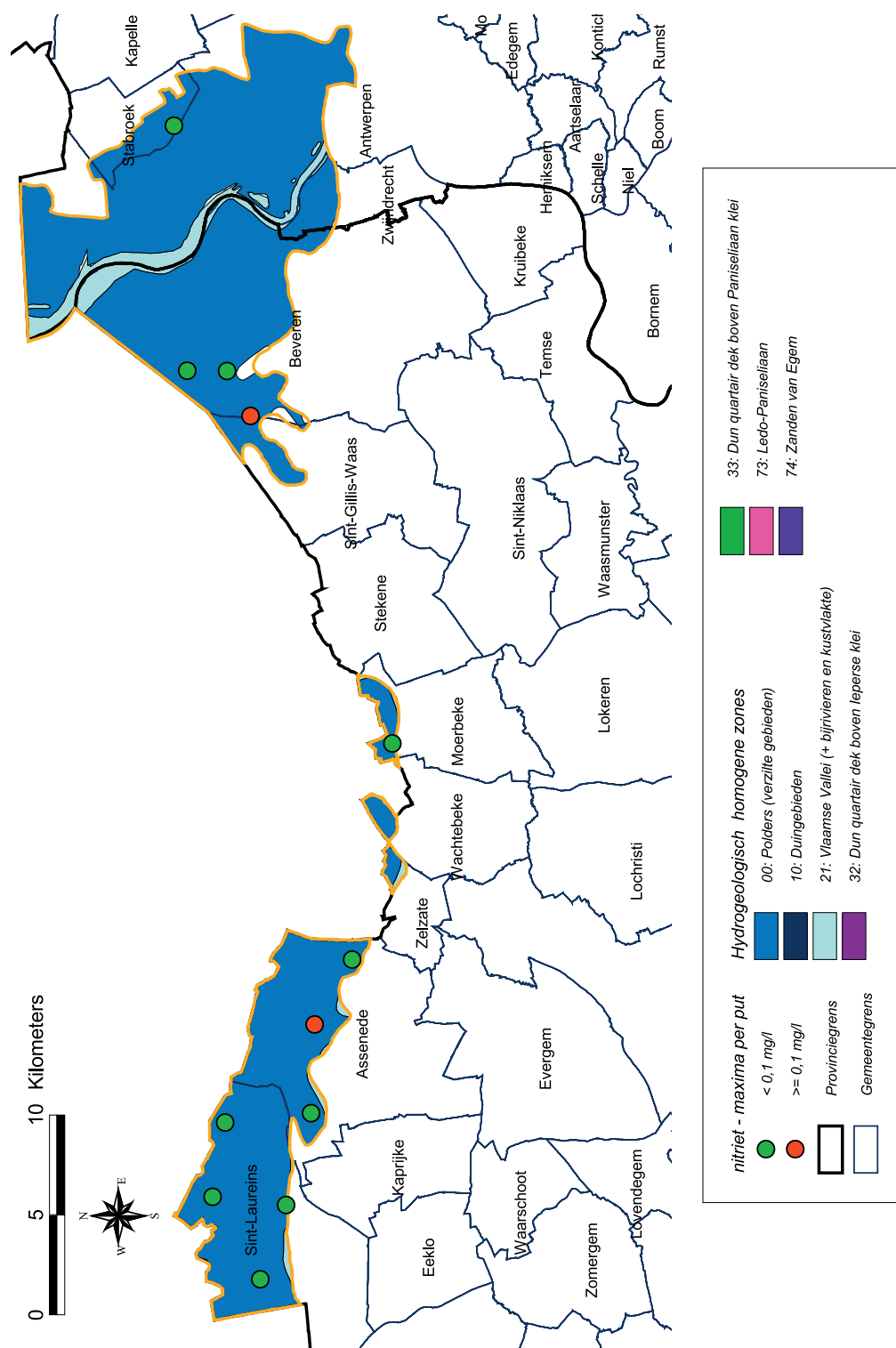
Net als in het geval met nitraat worden overschrijdingen voor nitriet vnl. aangetroffen in de Vlaamse vallei die grotendeels samenvalt met de verzoete grondwaterlichamen in het Kust- en Poldersysteem. De zoete grondwaterlichamen vertonen dus een grotere nitrietcontaminatie dan de verzilte grondwaterlichamen.

Samenvattend kan gesteld worden dat het Kust- en Poldersysteem op een beperkt aantal plaatsen een contaminatie met nitriet vertoont. Deze contaminatie manifesteert zich voornamelijk in het ondiepe, zoete gedeelte van het grondwaterreservoir.



Figuur 2.11: Maximale nitrietconcentraties op locatie-niveau in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Kustgebied)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.12: Maximale nitrietconcentraties op locatieniveau in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

2.3.6 Ammonium

Ammonium kan in tegenstelling tot nitraat en nitriet ook van nature in hogere concentraties in het grondwater voorkomen. Meestal wordt dit veroorzaakt door de aanwezigheid van een stikstofhoudende organische restfractie in de sedimenten, en door het voorkomen van kleimineralen waaruit gebonden ammonium via kationenuitwisseling in oplossing komen. In het Kust- en Poldersysteem kan deze stikstofhoudende organische fractie aanzienlijk zijn door het voorkomen van veenlagen in de ondergrond. Ook kan ammonium afkomstig van organische mest rechtstreeks via uitspoeling naar het grondwater worden getransporteerd. Een andere mogelijke herkomstbron is de

nitraatammonificatie waarbij nitraat tot ammonium wordt gereduceerd.

Ammonium kan dus ook in diepere sterker gereduceerde delen van de grondwaterlichamen worden aangetroffen, zodat voor de spreiding van ammonium in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem ook met de metingen in de diepere meetlocaties van het primair grondwatermeetnet rekening wordt gehouden.

Hierdoor wordt voor de interpretatie van de meetgegevens de indeling van de grondwaterlichamen gebruikt, gezien hier het HHZ-model niet volstaat.

In tabel 2.10 is de spreiding van het voorkomen van ammonium in de verschillende

Tabel 2.9: Normen voor ammonium in grondwater

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

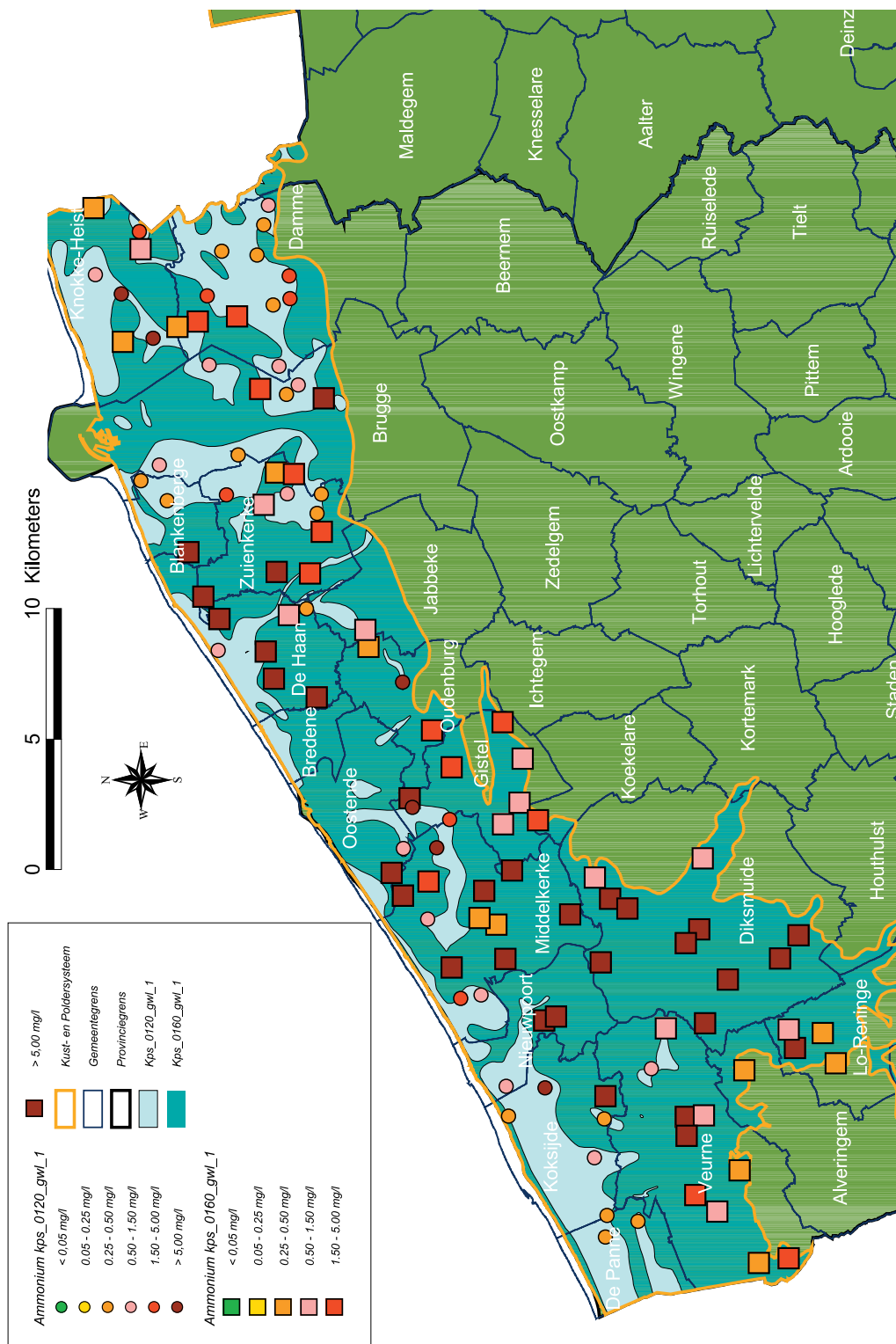
	Drinkwaterrichtlijn	Milieukwaliteitsnormen Vlare II	
	drinkwaternorm (mg/l)	richtwaarde (mg/l)	maximaal toelaatbare concentratie (mg/l)
Ammonium	0,5	0,05	0,5

Tabel 2.10: Ammoniumconcentraties in de grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

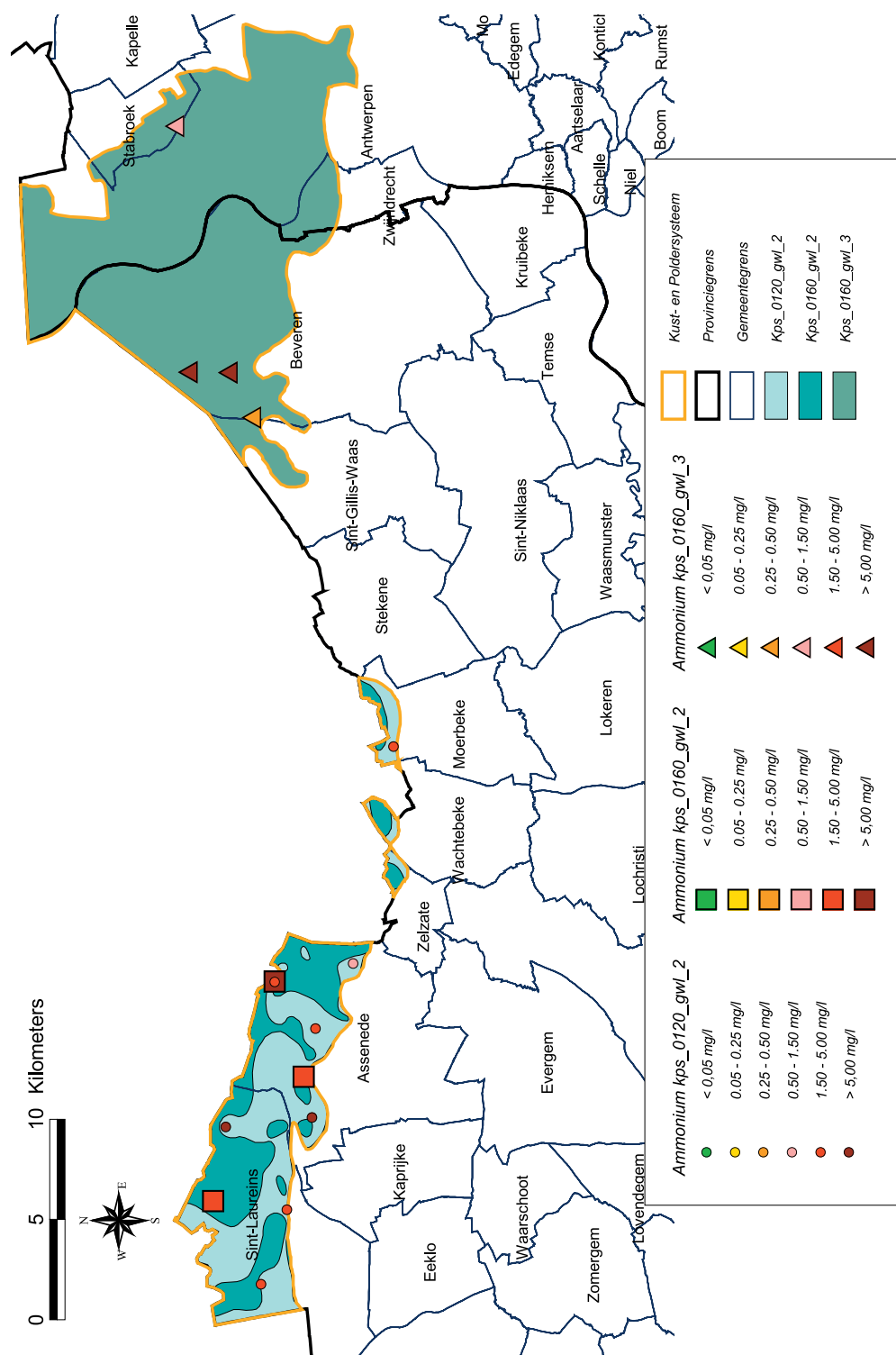
Grondwaterlichaam	KPS_0120_GWL_1	KPS_0120_GWL_2	KPS_0160_GWL_1	KPS_0160_GWL_2	KPS_0160_GWL_3
Aantal meetlocaties bemonsterd	43	8*	71	3*	4
≥ 0,05 mg/l op locatieniveau	43	8	71	3	4
≥ 0,5 mg/l op locatieniveau	27	8	61	3	3
Percentage ≥ 0,05 mg/l op locatieniveau	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Percentage ≥ 0,5 mg/l op locatieniveau	62,8%	100,0%	85,9%	100,0%	75,0%
Mediaan (alle meetfilters)	0,4	2,3	1,5	3,8	4,1
Gemeten max (mg/l)	60,8	6,7	88,6	9,4	43,1
Gemiddelde per lichaam (mg/l)	2,2	2,4	9,4	4,3	9,6
Gemiddelde maxima (mg/l)	3,7	3,5	14,3	5,7	13,3
Mediaan maxima (mg/l)	0,8	3,0	3,3	4,8	4,8

*: voor één locatie zijn de meetfilters gesitueerd in twee verschillende grondwaterlichamen waardoor het totaal aantal meetpunten op 129 komt, terwijl er maar 128 effectieve meetpunten zijn



Figuur 2.13: Ammoniumconcentraties op lichaamsniveau in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Kustgebied)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.14: Ammoniumconcentraties op lichaamsniveau in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

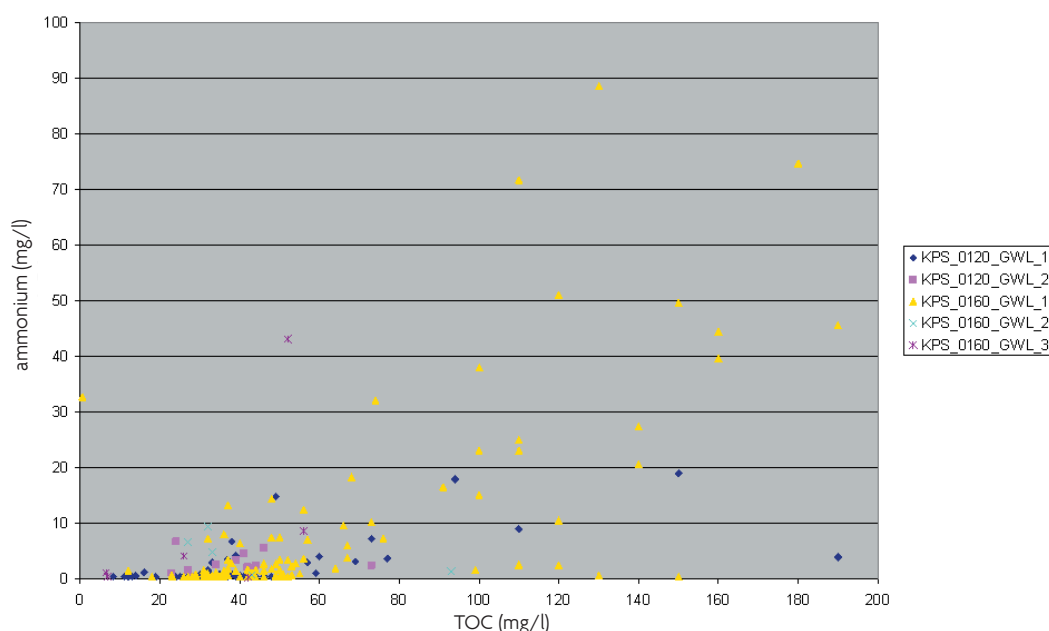
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem weergegeven. In totaal zijn 129 meetlocaties bemonsterd.

Op alle meetlocaties wordt de richtwaarde van 0,05 mg/l overschreden. In het zoete grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_2 en het verzilt grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_2 wordt de maximaal toelaatbare concentratie van 0,5 mg/l in alle meetfilters overschreden. Voor de overige lichamen wordt in meer dan de helft van de meetlocaties de 0,5 mg/l norm overschreden. De hoogste waarde werd gemeten in het verzilt

grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_1 (88,6 mg/l). Het laagste aantal overschrijdingen van de maximaal toelaatbare concentratie wordt aangetroffen in het zoet grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_1.

Opmerkelijk is dat vrijwel overal in de kustvlakte concentraties boven de 0,25 mg/l worden gemeten. De hoogste concentraties (> 5mg/l) worden aangetroffen in het centraal en westelijk deel van de kustvlakte (verzilt grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_1). In het oostelijk deel van de kustvlakte, waar de zoetwaterlenzen beter



Figuur 2.15: Ammoniumconcentraties t.o.v. het totale gehalte aan organische koolstof in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

ontwikkeld zijn, worden slechts sporadisch concentraties boven de 0,5mg/l aangetroffen.

Voor de Oostvlaamse polders worden zowel voor het verzilt als het zoet grondwaterlichaam ammoniumconcentraties vastgesteld boven de drinkwaternorm. Ook in de Scheldepolders worden hoge waarden voor ammonium vastgesteld.

Wanneer het totaal gehalte aan organische

koolstof (TOC) uitgezet wordt tegenover ammonium (figuur 2.15), wordt vastgesteld dat hoge waarden voor ammonium samen voorkomen met hoge waarden aan gehalte van totaal organische koolstof. Een hoog totaal organisch koolstofgehalte kan wijzen op het voorkomen van organisch rijke afzettingen, wat een mogelijke bron kan zijn van de hoge ammoniumconcentraties in het Kust- en Poldersysteem.

In tegenstelling met nitraat en nitriet wordt ammonium in hoge concentraties in vrijwel het volledige Kust- en Poldersysteem aangetroffen. Ammonium kan dus beschouwd worden als een parameter die kenmerkend is voor het Kust- en Poldersysteem. Deze parameter kan in verband gebracht worden met het voorkomen van organisch rijke afzettingen.

2.3.7 Pesticiden

Pesticiden worden op een diffuse manier in de landbouwgebieden van het Kust- en Poldersysteem verspreid. In tegenstelling tot de andere besproken parameters gaat het hierbij om kunstmatige stoffen, die van nature niet in het grondwater kunnen voorkomen. De gemeten pesticidenconcentraties zijn dus zonder uitzondering van externe bronnen afkomstig.

Daarnaast zijn de meeste gewasbeschermingsmiddelen niet op lange termijn stabiel en worden aëroob en anaëroob gedeeltelijk (metabolietvorming) of volledig afgebroken. De relatief trage stroming van het grondwater maakt het daarom overbodig om pesticidenonderzoek in grondwater op grote diepten uit te voeren. Het voorkomen van pesticiden en hun metabolieten beperkt zich vooral tot het ondiepe gedeelte van de freatische watervoerende lagen, meestal de oxidatiezone. Het onderzoek werd daarom uitgevoerd op een 33-tal meetlocaties verspreid over het Kust- en Poldersysteem, met meetfilter in het bovenste gedeelte van de aquifer. Van deze 33 meetlocaties werden er 7 gekozen waarbij naast de ondiepe ook een diepere meetfilter werd bemonsterd. Aangezien de pesticidenverspreiding een vergelijkbare systematiek volgt als de nitraatverspreiding, wordt voor de evaluatie van de pesticidenconcentraties in het grondwater gebruik gemaakt van het zonemodel van de hydrogeologisch homogene zones (HHZ).

In totaal werden de concentraties van de volgende 11 stoffen onderzocht:

Pesticiden: Atrazine, Bentazon, Chloortoluron, Diuron, Glyfosaat, Isoproturon, Linuron, Metolachloor, Simazine

Metabolieten: AMPA (metaboliet van Glyfosaat), Desethylatrazine (metaboliet van Atrazine)

Gezien het beperkte aantal staalnamepunten worden de analyseresultaten niet parameterspecifiek maar voor het totaal van de pesticiden geëvalueerd.

Voor pesticiden verschilt de maximaal toegelaten concentratie naar gelang men de aanwezigheid van één pesticide of het geheel aan pesticiden in één enkel staal beschouwt. Voor één enkel pesticide bedraagt de maximaal toegelaten concentratie 0,1 µg/l, voor de som van de pesticiden is dit 0,5 µg/l.

Tabel 2.11 toont de statistiek van de pesticidemetingen per HHZ. In totaal werden 33 meetlocaties bemonsterd waarvan het grootste deel in de Quartaire poldergebieden (HHZ 00) en de Vlaamse Vallei (HHZ 21).

Overschrijdingen voor de 0,1 µg/l-norm voor minstens één parameter op locatieniveau konden met uitzondering van dun Quartair dek boven de Ieperiaan Aquitard in alle HHZ's aangetroffen worden. Hierbij vertoonde op één locatie na steeds de bovenste meetfilter een overschrijding.

De overschrijding van de 0,5 µg/l-norm (som pesticiden) werd op één locatie in de Quartaire poldergebieden, één locatie in de Zanden van Egem en twee locaties in de Vlaamse Vallei vastgesteld. Op de meetlocatie van de Zanden van Egem na, betrof het steeds de bovenste meetfilter.

Ondanks het beperkt aantal metingen kan geconcludeerd te worden dat pesticiden duidelijk aanwezig zijn in het ondiepe freatisch gedeelte van het Kust- en Poldersysteem. In bijna de helft van de bemonsterde meetlocaties (49%) wordt de aanwezigheid van pesticiden in het grondwater vastgesteld.

Aangezien de pesticidenverspreiding een vergelijkbare systematiek volgt als de nitraatverspreiding, wordt verwacht dat bij hoge nitraatconcentraties ook pesticiden aanwezig

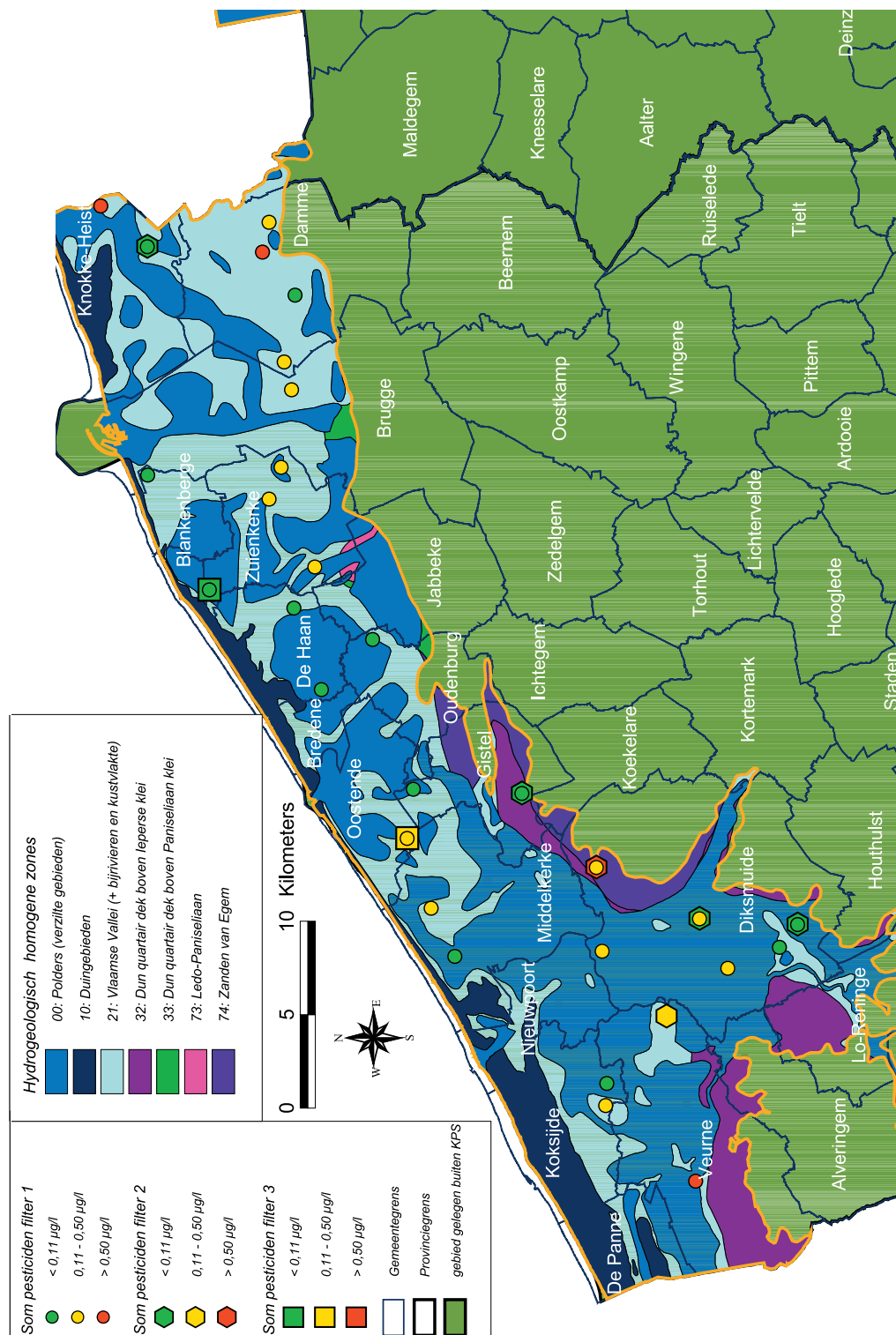
kunnen zijn. Dit is het geval voor een aantal meetlocaties in het Kust- en Poldersysteem, maar deze redenering kan niet consequent doorgetrokken worden. Dit betekent evenwel niet dat als er nitraten aanwezig zijn er ook pesticiden aangetroffen worden (en vice versa).

In figuur 2.18 wordt het totaal per pesticide voor het Kust- en Poldersysteem weergegeven. De meest voorkomende pesticiden blijken de herbiciden bentazon en isoproturon te zijn.

Tabel 2.II: Pesticidenconcentraties in de HHZ's van het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

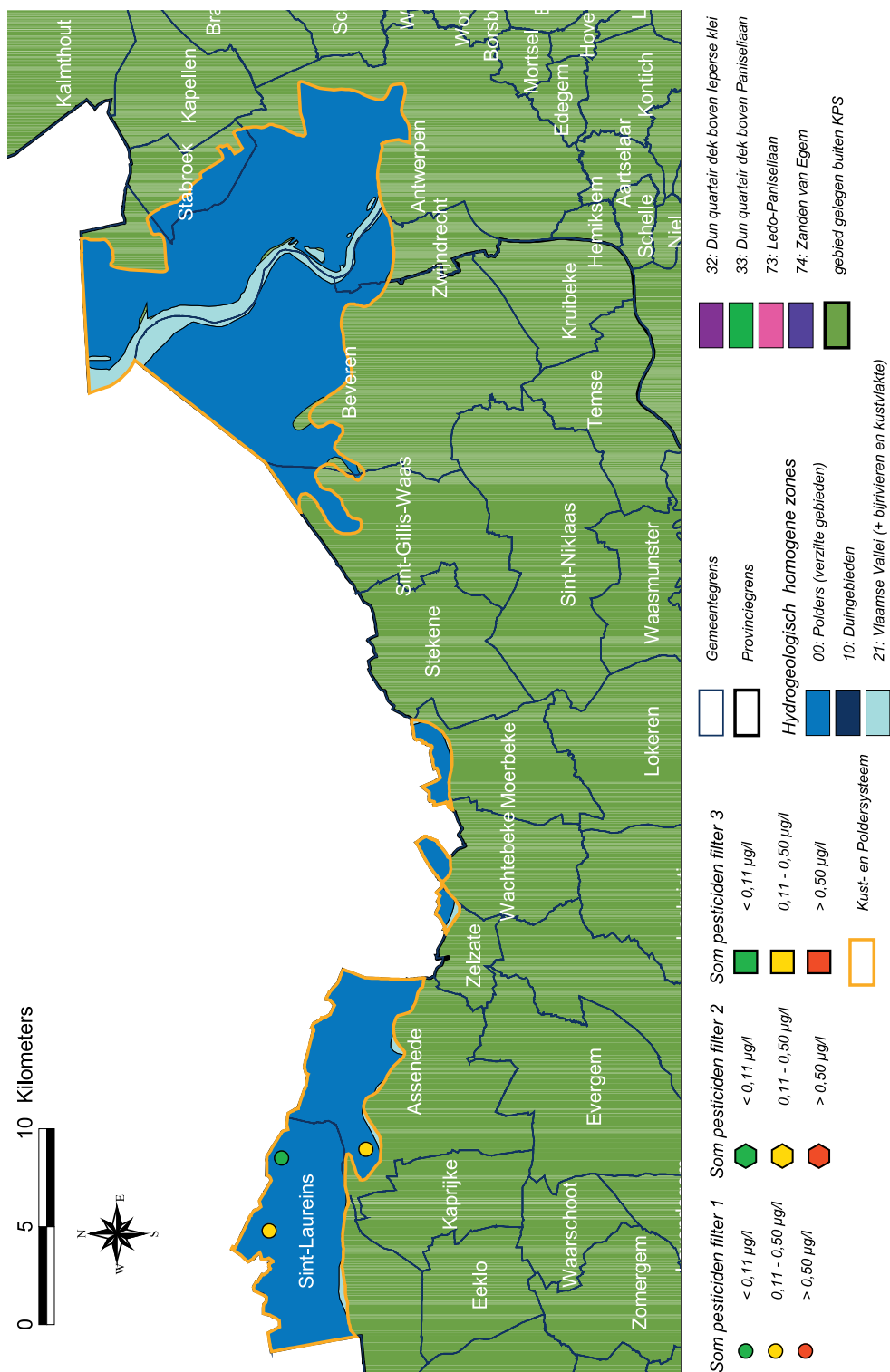
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

HHZ	00	10	21	32	74
Benaming	Quartaire poldergebieden (verzilt)	Quartaire duinafzettingen	Vlaamse Vallei en aangrenzende valleizones	Dun Quartair dek boven Ieperse klei + Lid van Kortemark	Zanden van Egem
Aantal meetlocaties bemonsterd	17	0	14	1	1
Bovenste meetfilter bemonsterd	17	0	13	1	1
≥ 0,1 µg/l voor minstens 1 parameter op locatieniveau	6	Nvt	9	0	1
≥ 0,1 µg/l voor minstens 1 parameter bovenste meetfilter	6	Nvt	8	0	1
≥ 0,5 µg/l voor totaal aantal parameters op locatieniveau	1	Nvt	2	0	1
≥ 0,5 µg/l voor totaal aantal parameters bovenste meetfilter	1	Nvt	2	0	0
Percentage ≥ 0,1 µg/l voor minstens 1 parameter op locatieniveau	35,3%	Nvt	64,3%	0,0%	100%
Percentage ≥ 0,1 µg/l voor minstens 1 parameter bovenste meetfilter	35,3%	Nvt	61,5%	0,0%	100%
Percentage ≥ 0,5 µg/l op locatieniveau	5,9%	Nvt	14,3%	0,0%	100%
Percentage ≥ 0,5 µg/l bovenste meetfilter	5,9%	Nvt	15,4%	0,0%	0,0%
Mediaan (alle meetfilters) (µg/l)	<0,01	Nvt	<0,01	<0,01	<0,01
Gemiddelde alle meetfilters (µg/l)	0,02	Nvt	0,03	<0,01	0,03
Gemiddelde bovenste meetfilter (µg/l)	0,67	Nvt	1,10	< 0,01	0,03
Gemeten max (µg/l)	0,67	Nvt	1,10	<0,01	0,41



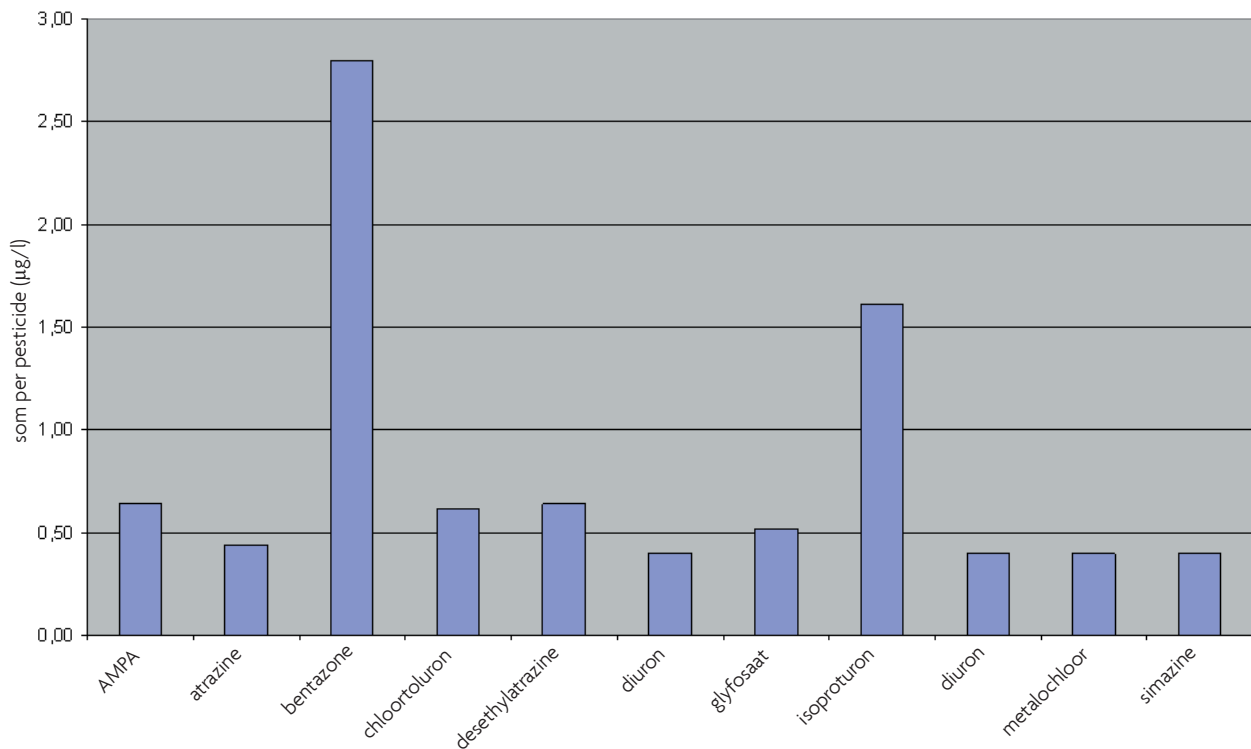
Figuur 2.16: Verspreiding van de pesticiden en hun metabolieten over het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Kustgebied; som pesticiden en metabolieten per meetfilter)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.17: Verspreiding van de pesticiden en hun metabolieten over het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Kustgebied; som pesticiden en metabolieten per meetfilter)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.18: Totaal concentratie per pesticide (µg/l) in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

2.3.8 Geleidbaarheid en chloride

De (elektrische) geleidbaarheid is een parameter die indicatief is voor de kwaliteit van het grondwater. De geleidbaarheid geeft aan hoe goed het water elektrische stroom geleid en wordt uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens per centimeter). De geleidbaarheid is dan ook een maat voor de hoeveelheid ionen in oplossing en kan omgerekend worden naar TDS (Total Dissolved Solids, het totaal aan opgeloste deeltjes). De geleidbaarheid neemt toe met de soort en het aantal ionen in oplossing. De geleidbaarheid is ook temperatuurafhankelijk, daarom worden de waarden herberekend tot de geleidbaarheid bij een vaste temperatuur (meestal 20°C of 25°C).

De normen voor elektrische geleidbaarheid zijn:

- $400 \mu\text{S}/\text{cm}$ als richtnorm van Vlare II (ondergrens) en
- $2100 \mu\text{S}/\text{cm}$ (en geen abnormale verandering) als indicatorparameter voor drinkwater.

De geleidbaarheid is dus een maat voor het gehalte aan opgeloste stoffen. De directe of indirecte inbreng door menselijke activiteiten van stoffen in grondwater kan daarom een stijging van de geleidbaarheid tot gevolg hebben, waardoor deze parameter een indicator kan zijn voor verontreiniging. Het Kust- en Poldersysteem wordt echter gekenmerkt door het van nature voorkomen van verzilt grondwater, waardoor de geleidbaarheid dus al van nature hogere waarden kan vertonen. De geleidbaarheid als ver

Tabel 2.12a: Elektrische geleidbaarheid en chlorideconcentraties in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

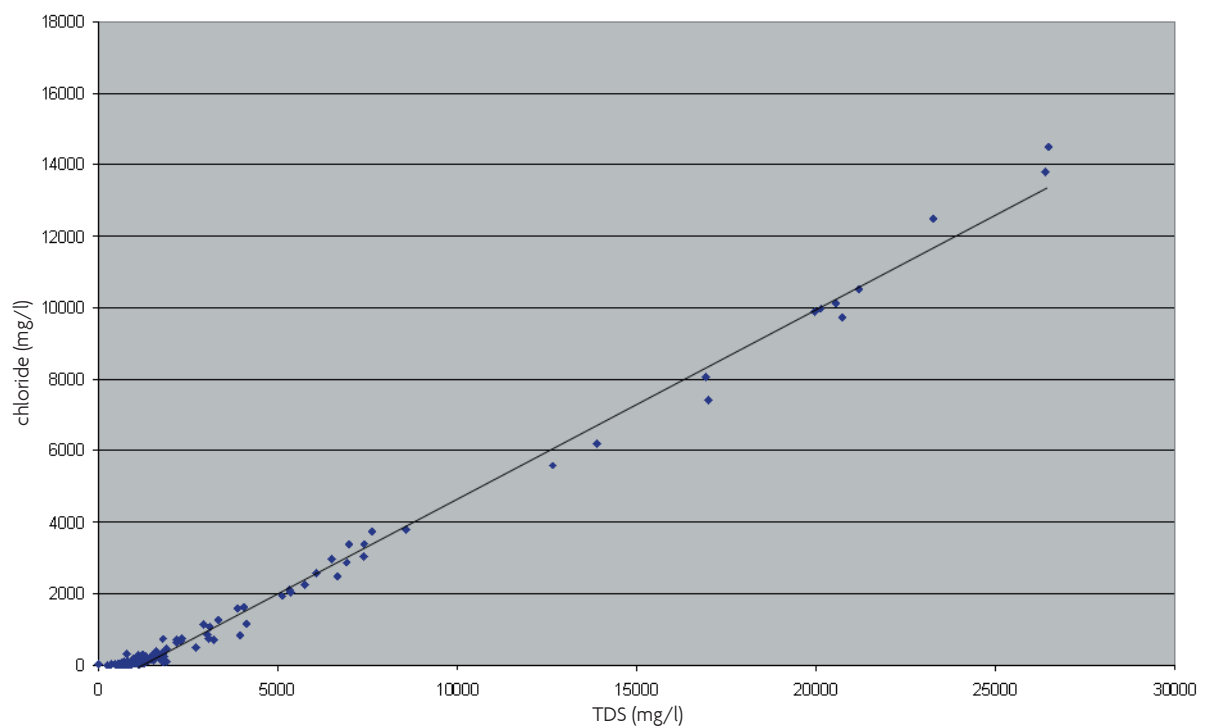
Grondwaterlichaam KPS_0120	GWL_1	GWL_2	Grondwaterlichaam KPS_0120	GWL_1	GWL_2
Aantal meetfilters bemonsterd	91	14	Aantal meetfilters bemonsterd	81	11
Ec 0-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0	0	<250 mg Cl ⁻ /l (drinkwaternorm)	76	11
Ec 200-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$	7	1	< 150 mg Cl ⁻ /l (Stuyfzand, 1986)	73	11
Ec 600-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	32	5	150-300 mg Cl ⁻ /l	5	0
Ec 1000-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	40	5	300-1.000 mg Cl ⁻ /l	5	0
Ec 1500-2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	4	3	1000-10.000 mg Cl ⁻ /l	3	0
Ec ≥ 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	8	0	10.000-20.000 mg Cl ⁻ /l	1	0
Max Ec ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	28900	2040	≥ 20.000 mg Cl ⁻ /l	0	0
Min Ec ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	283	521	Max chloride (mg/l)	10100	114
Gemiddelde Ec ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1622	1183	Min chloride (mg/l)	8	16
Mediaan Ec (alle meetfilters) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1059	1183	Gemiddelde chloride (mg/l)	270	69
			Mediaan chloride (mg/l)	49	72

Grondwaterlichaam	KPS_0160_GWL_1	KPS_0160_GWL_2	KPS_0160_GWL_3
Aantal meetfilters bemonsterd	132	6	7
Ec 0-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0	0	0
Ec 200-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1	0	0
Ec 600-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	20	0	1
Ec 1000-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	30	3	3
Ec 1500-2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	18	0	0
Ec ≥ 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	63	3	3
Max Ec ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	38400	40000	18930
Min Ec ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	540	1045	773
Gemiddelde Ec ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	6455	12658	4187
Mediaan Ec (alle meetfilters) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1873	2583	1212

Tabel 2.12b: Elektrische geleidbaarheid en chlorideconcentraties in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006) (vervolg)

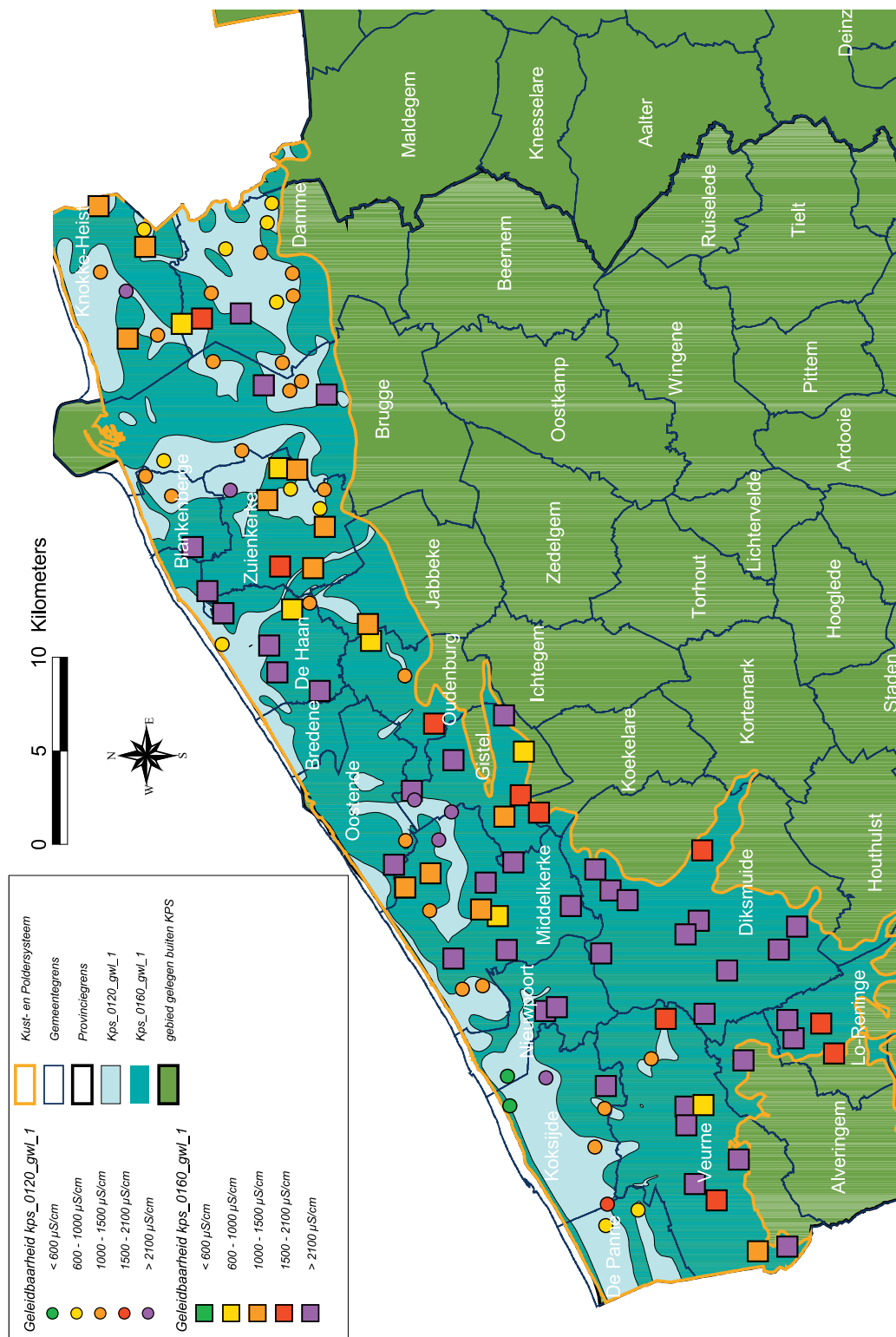
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Grondwaterlichaam	KPS_0160_GWL_1	KPS_0160_GWL_2	KPS_0160_GWL_3
Aantal meetfilters bemonsterd	112	5	6
<250 mg Cl ⁻ /l (drinkwaternorm)	63	2	3
< 150 mg Cl ⁻ /l (Stuyfzand, 1986)	49	2	3
150-300 mg Cl ⁻ /l	11	0	0
300-1.000 mg Cl ⁻ /l	14	0	2
1000-10.000 mg Cl ⁻ /l	26	1	1
10.000-20.000 mg Cl ⁻ /l	6	2	0
≥ 20.000 mg Cl ⁻ /l	0	0	0
Max chloride (mg/l)	16500	15200	5991
Min chloride (mg/l)	15	27	19
Gemiddelde chloride (mg/l)	1932	5604	1219
Mediaan chloride (mg/l)	213	1160	244,2



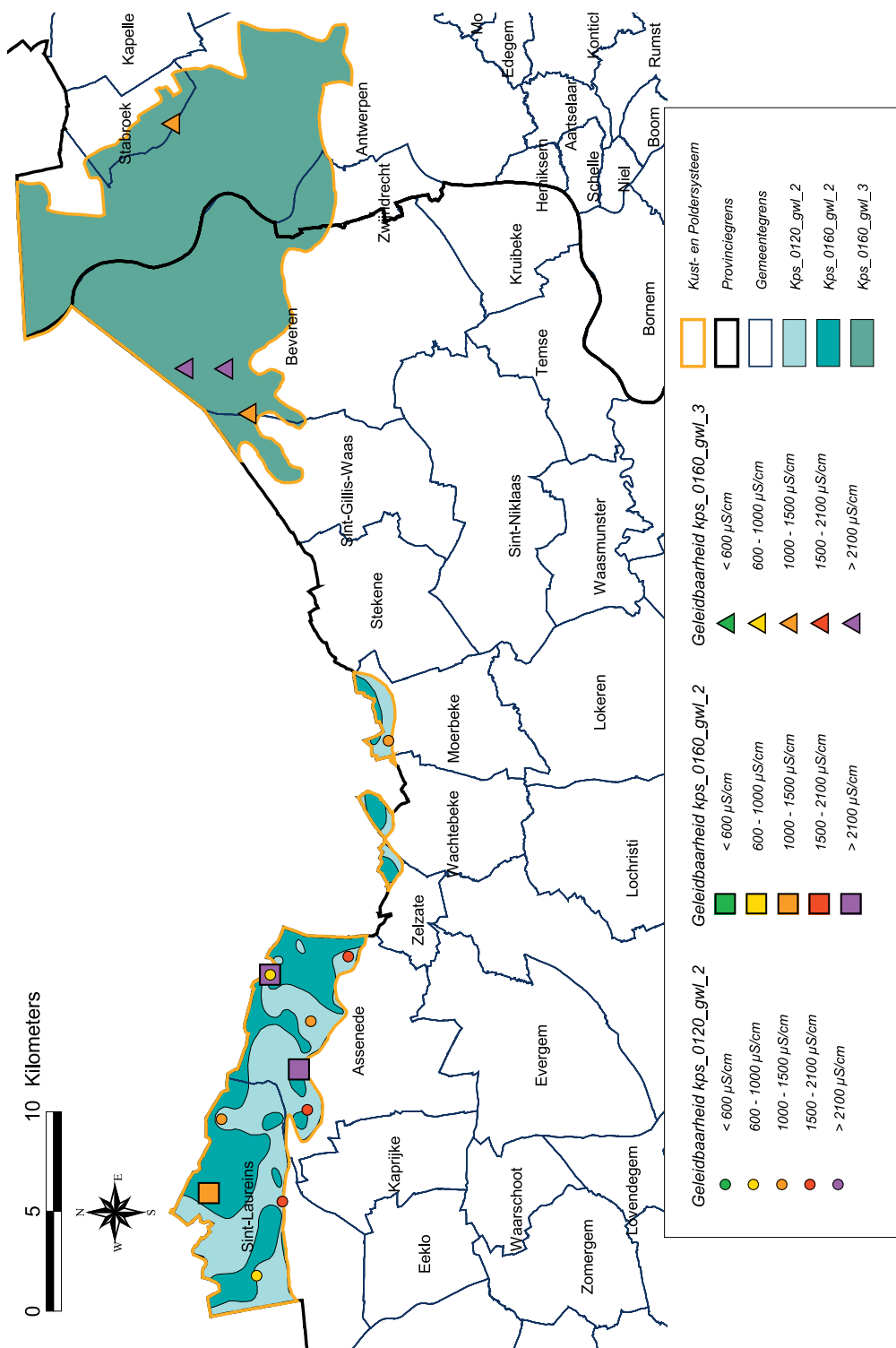
Figuur 2.19: Chlorideconcentraties t.o.v. het totaal gehalte aan opgeloste stoffen in het Kust- en Poldersysteem (voorjaar 2006)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



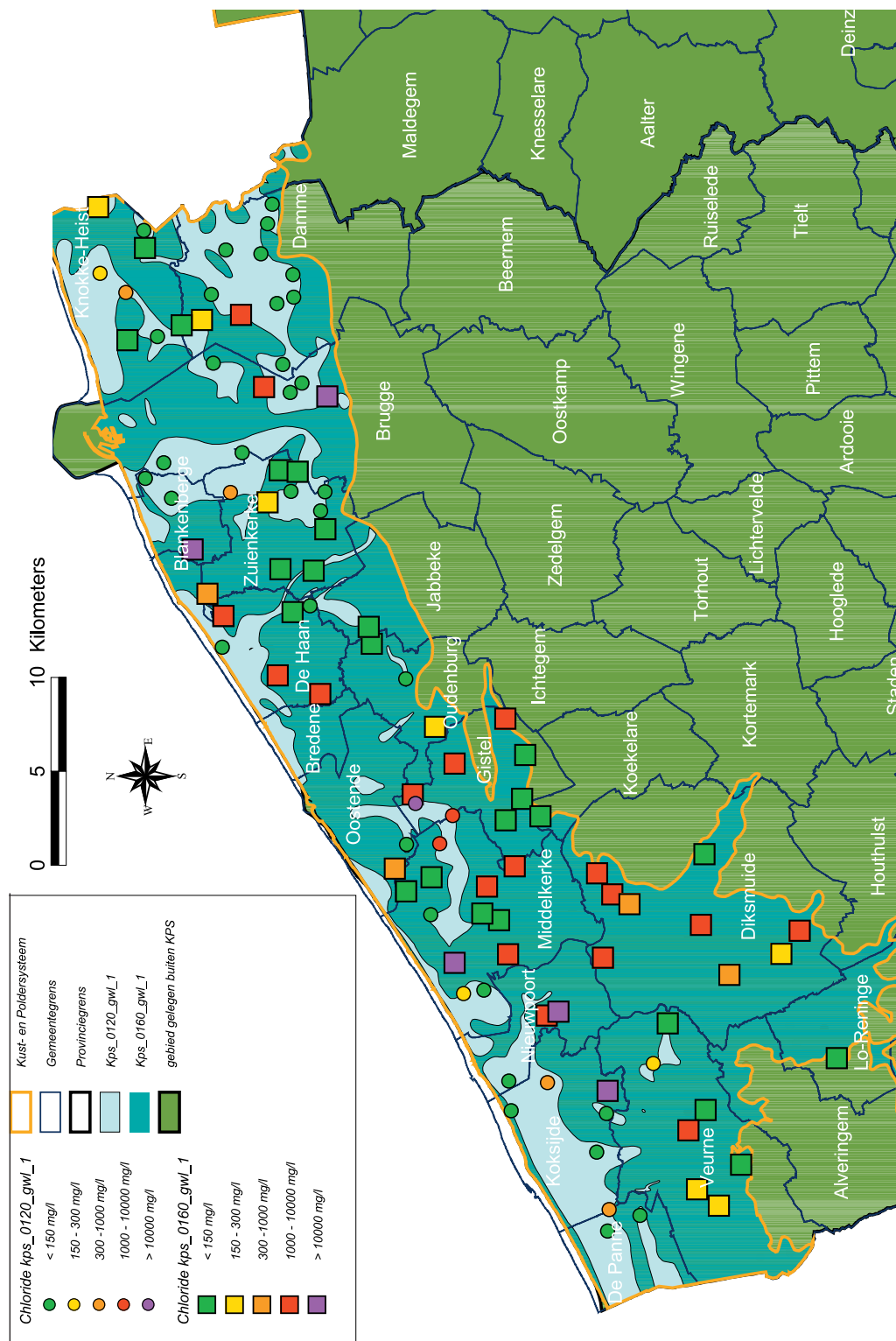
Figuur 2.20: Geleidbaarheid in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar van 2006 (Kustgebied)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



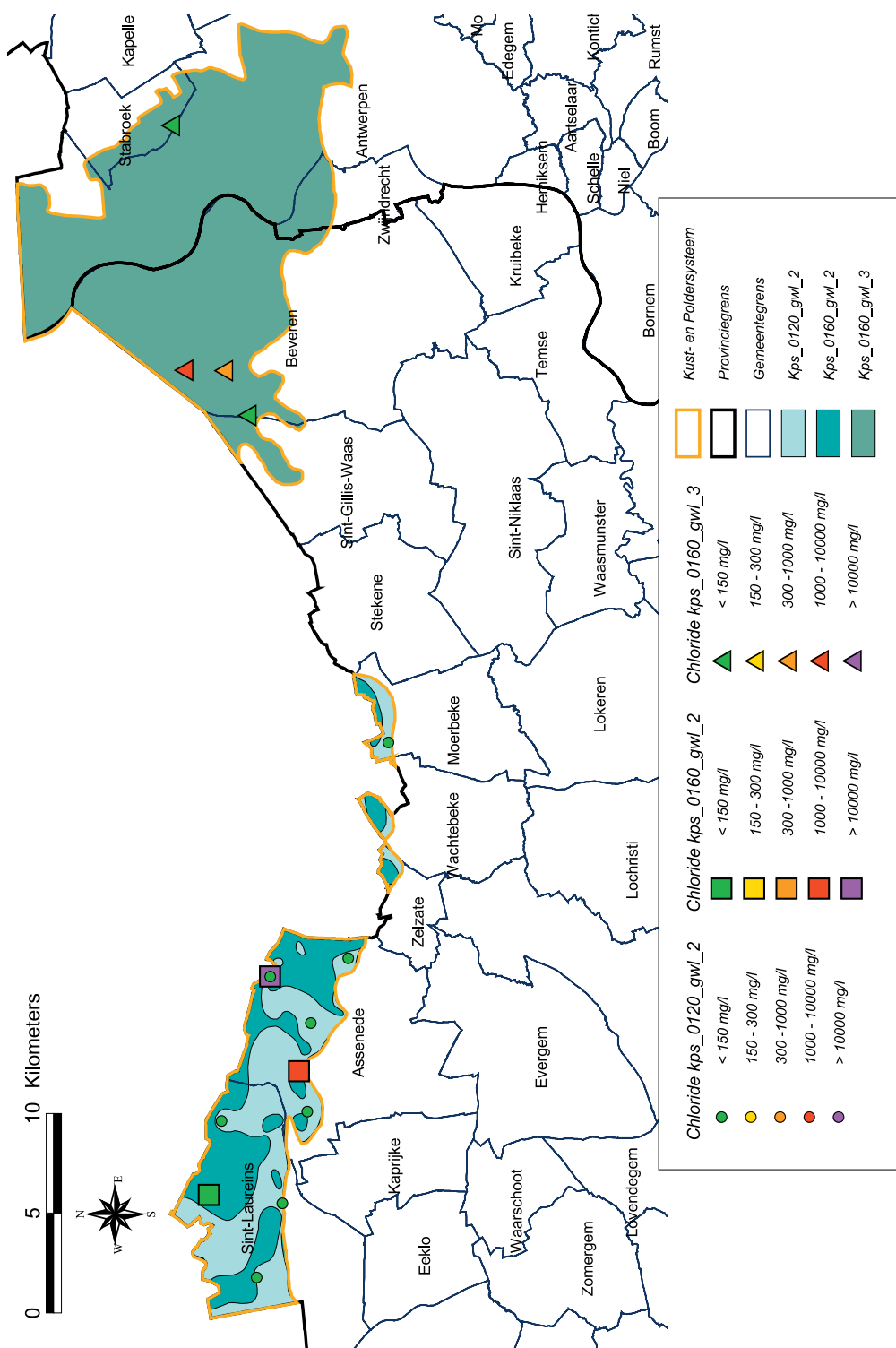
Figuur 2.21: Geleidbaarheid in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar van 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.22: Chlorideconcentraties in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar van 2006 (Kustgebied)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.23: Chlorideconcentraties in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar van 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

ontreinigingsparameter moet dan ook met enige voorzichtigheid voor het Kust- en Poldersysteem gebruikt worden.

De verzilte grondwaterlichamen vertonen hoge geleidbaarheden die over het algemeen toenemen met de diepte. Een verhoogde geleidbaarheid voor een zoet grondwaterlichaam kan enerzijds wijzen op een verontreiniging waarbij vreemde stoffen in het grondwater werden gebracht, anderzijds op een verzilting door bv overexploitatie van de watervoerende laag waarbij verzilt grondwater lateraal of vanuit het diepere gedeelte van de aquifer wordt aangetrokken. Om de oorzaak van een verandering in geleidbaarheid na te gaan, moeten daarom meerdere parameters bekeken worden. Eén van de belangrijkste parameters die wijzen op verzilting is het chloridegehalte. Voor het Kust- en Poldersysteem worden beide parameters dan ook samen geëvalueerd.

Chloride vormt één van de belangrijkste ionen in zeewater en definieert in de classificatie van Stuyfzand (1986) het hoofdtype voor grondwater (zoet, brak, zout of hyperhalien). Gezien de recente mariene invloed in het Kust- en Poldersysteem vormt ze samen met natrium de belangrijkste ionen binnen de verzilte grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem (NaCl-grondwatertype). Verzilt grondwater wordt dan ook gerelateerd aan een verhoogd chloridegehalte en dus aan een toename van het totaal aan opgeloste stoffen (TDS) en dus aan een toename in geleidbaarheid. Figuur 2.19 toont duidelijk een lineair verband tussen de TDS en het chloridegehalte bij chloridewaarden hoger dan 2000 mg/l (brak en zout grondwater). Bij lagere waarden spelen ook andere ionen een rol waardoor de TDS niet uitsluitend meer beïnvloed wordt door chloride.

De statistiek van de geleidbaarheid en het chloridegehalte voor het Kust- en Poldersysteem wordt weergegeven in de tabel 2.12. De evaluatie

gebeurt op filterniveau en op basis van de grondwaterlichamen aangezien deze laatste ingedeeld zijn op basis van het voorkomen van zoet en zout grondwater. De geleidbaarheid kon op meer locaties bepaald worden dan het chloridegehalte (resp. 250 meetfilters en 218 meetfilters). De geleidbaarheid wordt ten velde bepaald, terwijl voor de meting van het chloridegehalte een laboratoriumanalyse noodzakelijk is.

Bij het vergelijken van de maxima en minima van de resultaten van de metingen blijkt dat voor zowel de zoete als de verzilte grondwaterlichamen extremen in het chloridegehalte en de geleidbaarheid worden gemeten. De verzilte grondwaterlichamen bevatten zowel zoet, zout als brak grondwater. De zoete grondwaterlichamen daarentegen zijn afgebakend op basis van een lage geleidbaarheid en een laag chloridegehalte. Hoge waarden in deze laatste grondwaterlichamen wijzen dan ook op een uitbreiding van de verzilting of op een anomalie in de afbakening van het zoete grondwaterlichaam. De grenzen van de grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem zijn dan ook dynamisch, dat wil zeggen dat door voortschrijdende verzilting of verzoeting grondwaterlichamen groter of kleiner kunnen worden. Periodiek onderzoek is daarom noodzakelijk om een eventuele trend in verzilting of verzoeting te identificeren en de afbakening bij te sturen.

Wanneer naar de gemiddelden wordt gekeken per grondwaterlichaam wordt het verschil tussen de zoete en verzilte grondwaterlichamen duidelijk zichtbaar. De geleidbaarheid blijft voor de zoete grondwaterlichamen onder de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ terwijl het chloridegehalte onder de 300 mg/l blijft. Deze lage waarden wijzen duidelijk op een dominantie van een zoet grondwater in deze lichamen. Voor de verzilte grondwaterlichamen is de geleidbaarheid gemiddeld meer dan 6000

$\mu\text{S}/\text{cm}$ en van het chloridegehalte meer dan 1000 mg/l.

Er is weinig verschil merkbaar tussen de meetwaarden van de kustvlakte, de Oostvlaamse Polders en de Scheldepolders. Opvallend is wel het eerder zoet karakter van de meetlocaties in het verzilt grondwaterlichaam in het oostelijk deel van de kustvlakte. Vermoedelijk is dit te wijten aan een betere ontwikkeling van de zoetwaterlenzen in vergelijking met het centraal en westelijk deel van de kustvlakte.

2.3.9 Fosfaat

Fosfaat is een nutriënt dat, bij overmatige aanwezigheid in het grondwater sterk tot de eutrofiëring van grondwaterafhankelijke ecosystemen kan bijdragen. In de Vlarem-wetgeving zijn de milieukwaliteitsnormen voor grondwater als volgt vastgelegd:

- 0,54mg $\text{PO}_4^{X-}/\text{l}$ als richtnorm en

- 6,7mg $\text{PO}_4^{X-}/\text{l}$ als maximaal toelaatbare concentratie.

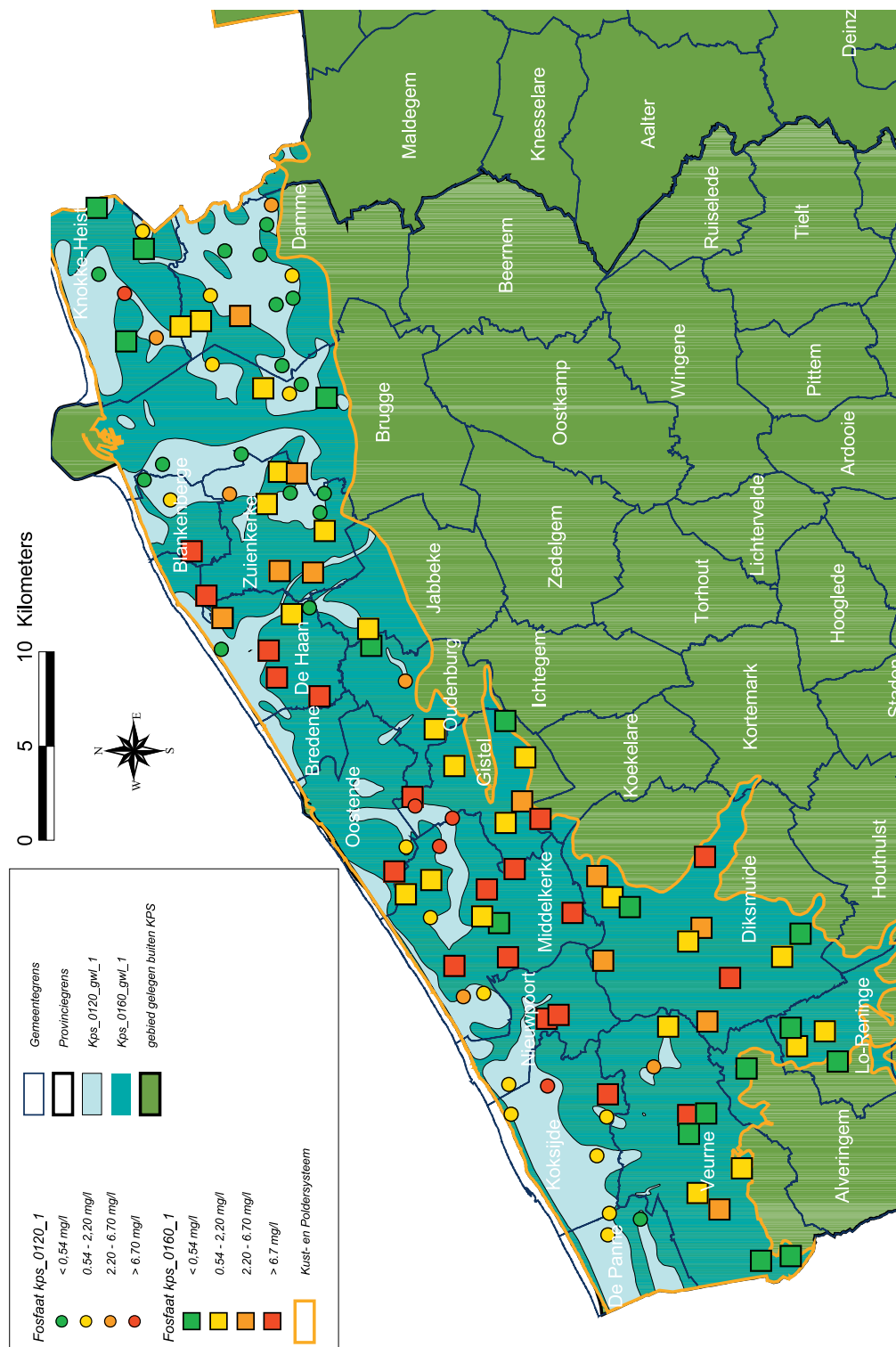
Deze waarden zijn vrij hoog en komen uit de oude drinkwaterreglementering (BS. 15 maart 1989). Gezien deze normen momenteel de enige zijn die voor de milieukwaliteit van het grondwater bestaan, moeten deze als vertrekpunt gelden voor de verdere evaluatie van de gemeten fosfaatconcentraties in de grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem.

Een antropogene input van fosfaathoudende stoffen zorgt voor een verhoging van deze stof in het grondwater. Daarnaast kan fosfaat, net als ammonium, ook van nature in hogere concentraties in het grondwater voorkomen. Vooral de aanwezigheid van organische afzettingen en fosfaathoudende mineralen kan tot hoge fosfaatconcentraties in het grondwater leiden. Om deze reden is het zonemodel van

Tabel 2.13: Fosfaatconcentraties in de grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006

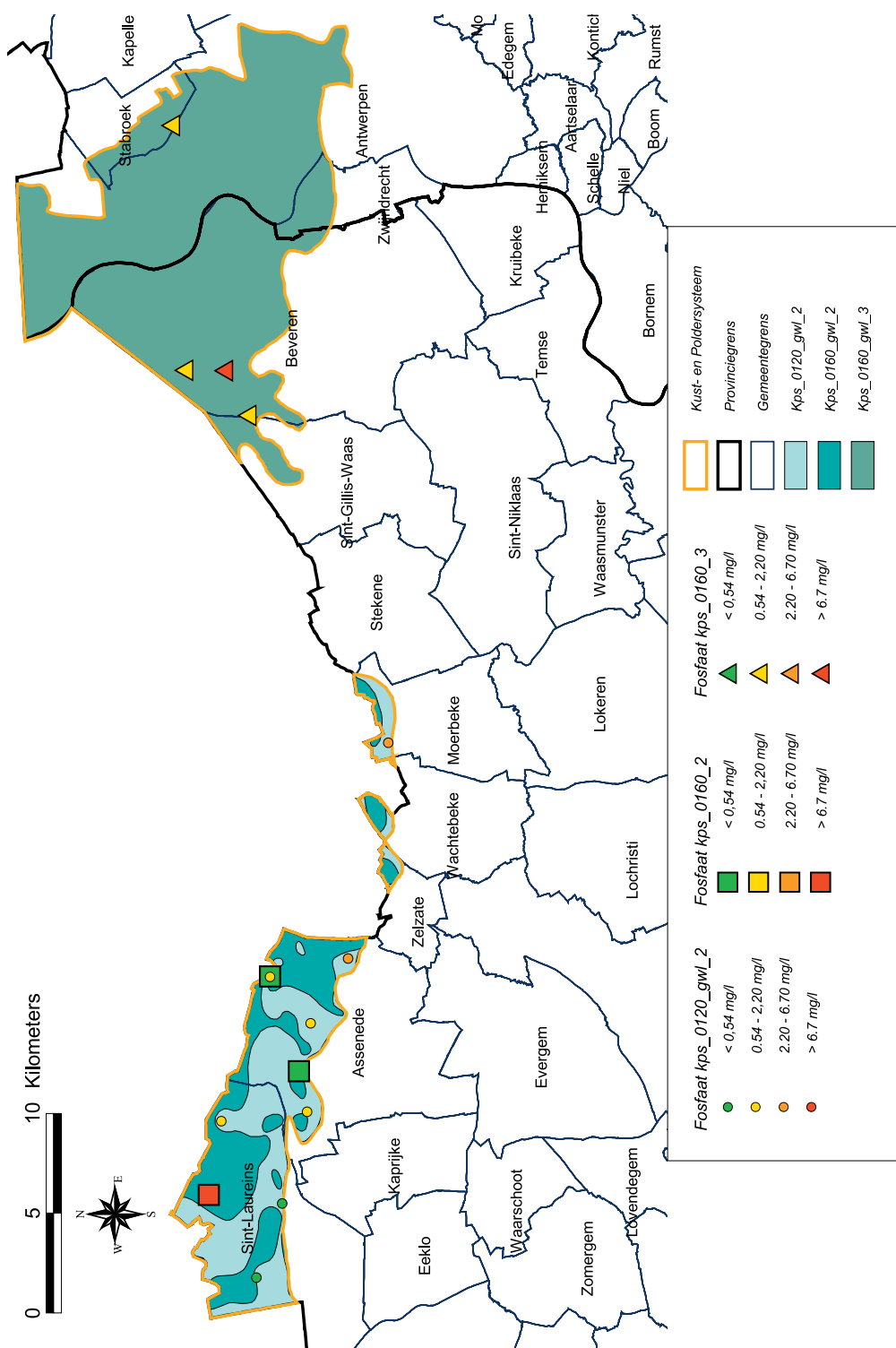
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

Grondwaterlichaam	KPS_0120_GWL_1	KPS_0120_GWL_2	KPS_0160_GWL_1	KPS_0160_GWL_2	KPS_0160_GWL_3
Aantal meetlocaties bemonsterd	43	8*	71	3*	4
$\geq 0,54 \text{ mg PO}_4^{X-}/\text{l}$ op locatieniveau	26	6	56	1	4
$\geq 6,7 \text{ mg PO}_4^{X-}/\text{l}$ op locatieniveau	5	0	20	1	1
Percentage $\geq 0,54 \text{ mg PO}_4^{X-}/\text{l}$ op locatieniveau	60,5%	75%	78,9%	33,3%	100%
Percentage $\geq 6,7 \text{ mg PO}_4^{X-}/\text{l}$ op locatieniveau	12,2%	0%	27,4%	33,3%	25%
Mediaan (alle meetfilters)	0,4	1,1	1,0	0,5	1,3
Gemeten maximum (mg $\text{PO}_4^{X-}/\text{l}$)	33,0	3,1	24,0	8,0	6,8
Gemiddelde per lichaam (mg $\text{PO}_4^{X-}/\text{l}$)	1,7	1,2	3,7	2,8	2,1
Gemiddelde maxima (mg $\text{PO}_4^{X-}/\text{l}$)	2,9	1,5	5,3	2,7	2,7
Mediaan maxima (mg $\text{PO}_4^{X-}/\text{l}$)	0,7	1,4	1,8	0,1	1,5



Figuur 2.24: Fosfaatconcentraties in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het najaar 2006 (Kustgebied)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.25: Fosfaatconcentraties in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het najaar 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

de HHZ's niet van toepassing en gebeurt de verdere beoordeling van de grondwaterkwaliteit op basis van de grondwaterlichamen. Voor de visualisatie van de fosfaatverspreiding over de grondwaterlichamen werden de analysegegevens van het najaar 2006 gebruikt.

In totaal werden 129 meetlocaties bemonsterd. Voor de zoete grondwaterlichamen wordt in meer dan 60% van de gevallen de 0,54 mg/l-norm overschreden. Voor de verzilte grondwaterlichamen varieert dit van 33% tot 100%. Opvallend is dat overschrijdingen van de 6,7 mg/l-norm voornamelijk aangetroffen worden in de verzilte grondwaterlichamen. In de zoete grondwaterlichamen bedraagt deze overschrijding slechts 0% tot 12,2%. De hoogste waarde werd echter aangetroffen in het zoet grondwaterlichaam KPS_0120_GWL_1 (33 mg/l).

In oostelijk deel van de kustvlakte komen in vergelijking met centraal en westelijk deel opvallend minder overschrijdingen voor fosfaat voor. Het verspreidingspatroon van fosfaat is vergelijkbaar met dat van ammonium, wat erop kan wijzen dat de hoge fosfaatgehalten in verband kunnen gebracht worden met de aanwezigheid van organische afzettingen in het Kust- en Poldersysteem.

2.3.10 Zware metalen

De concentratie van zware metalen wordt in deze bespreking getoetst aan verschillende normen zoals hieronder weergegeven, de drinkwaternormen, bodemsaneringsnormen en de Vlare II-milieukwaliteitsnormen (maximaal toelaatbare concentratie, MTC).

De natuurlijke concentraties van zware metalen in het grondwater zijn variabel en kunnen, in sommige gevallen boven de maximaal toelaatbare concentraties (MTC) zijn. De natuurlijke achtergrondwaarden en de drempelwaarden

worden pas in 2008 vastgelegd. Tot die tijd wordt gebruikt gemaakt van de bestaande normen. In eerste plaats geven de drinkwaternormen aan of het water drinkbaar is. Dit lijkt triviaal maar het geeft wel aan of het water gemakkelijk (met een minimale behandeling) gebruikt kan worden voor o.a. drinkwaterproductie en voedingsindustrie. De bodemsaneringsnormen en de maximaal toelaatbare concentraties (MTC) hebben een ecotoxicologische waarde. De MTC is de hoogste van de drie; bij overschrijding van deze norm is er een potentieel eco-toxicologisch en humaan-toxicologisch risico.

In het Kust- en Poldersysteem worden voornamelijk hoge concentraties voor arseen vastgesteld. De overige geanalyseerde zware metalen vertonen slechts plaatselijk hoge concentraties. Arseen is een metalloïde en kan in sedimentaire afzettingen voorkomen onder de vorm van arseenhoudende ijzermineralen zoals glauconiet en arsenopyriet. Wanneer arseenhoudende mineralen in oplossing gaan, komt arseen vrij. In tabel 2.15 en de figuren 2.26 en 2.27 wordt duidelijker hoe deze stof zich in het Kust- en Poldersysteem verspreidt.

In totaal werden 118 meetlocaties bemonsterd. Hiervan liggen de meeste meetlocaties in KPS_0120_GWL_1 en KPS_0160_GWL_1. Het grootste aantal overschrijdingen voor de 50 µg As/l-norm worden aangetroffen in de verzilte grondwaterlichamen. De hoogste waarde werd gemeten in KPS_0160_GWL_1 (94 µg/l). Wanneer het arseengehalte uitgezet wordt tegenover het chloridegehalte wordt vastgesteld dat bij verhoogd chloridegehalte ook een hoog arseengehalte wordt vastgesteld (zie figuur 2.28). Het omgekeerde blijkt echter niet altijd het geval te zijn; een laag chloridegehalte kan zowel met een hoog als een laag arseengehalte gepaard gaan.

Uit voorgaande kan afgeleid worden dat verzilte grondwater over het algemeen een verhoogd

Tabel 2.14: Normen voor zware metalen in grondwater

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

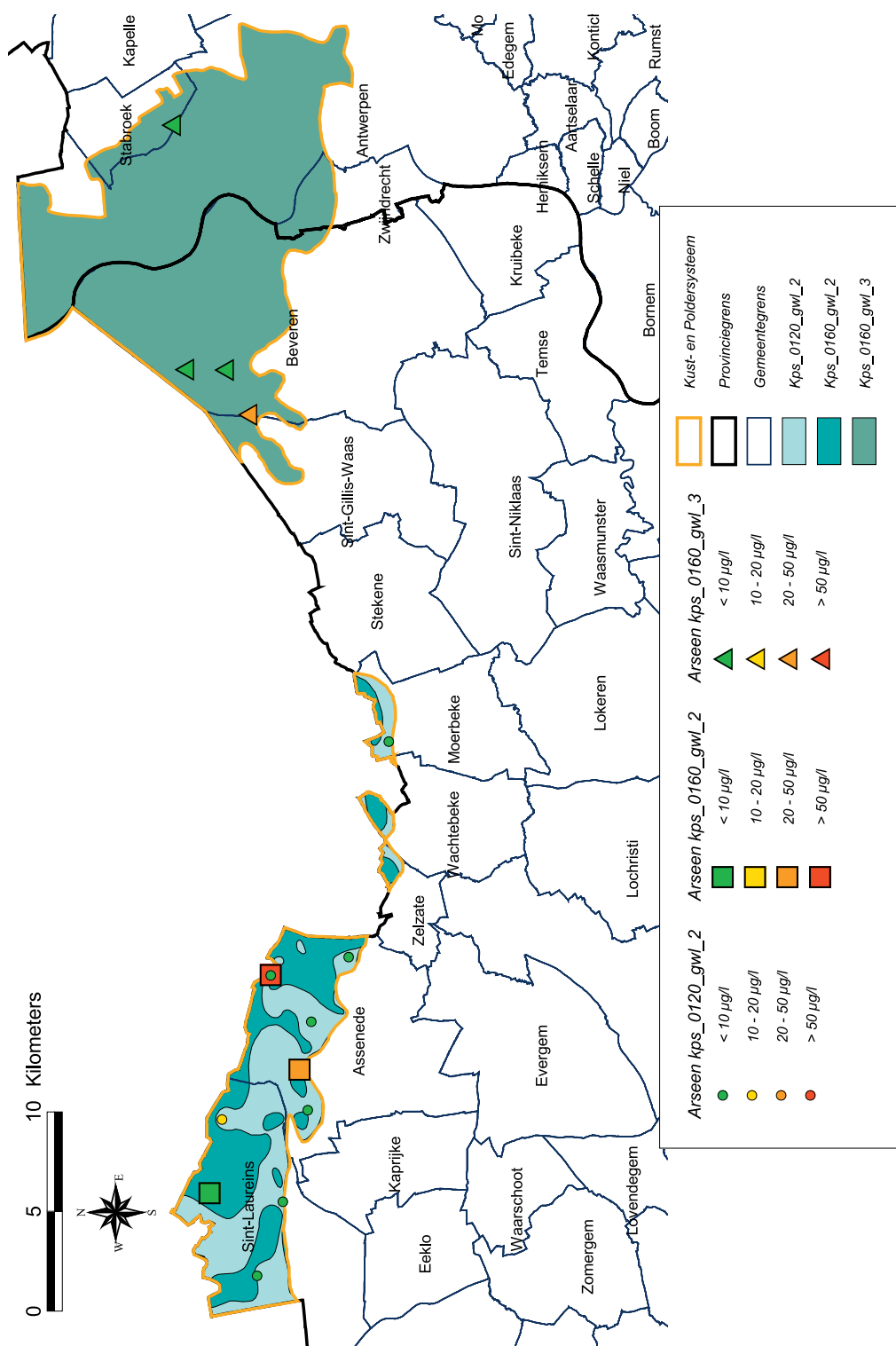
Metaal	Grenswaarde Drinkwater µg/l	Bodemsaneringsnorm µg/l	Milieukwaliteitsnorm, Vlare II, MTC in µg/l
Arseen	10	20	50
Cadmium	5	5	5
Chroom	50	50	50
Koper	2000 (100 bij ingang distributienet, 1000 bij ingang huishoudelijk net)	100	/
Kwik	1	1	1
Nikkel	20	40	50
Lood	10 (25 tot 24 dec. 2013)	20	50
Zink	5000 (200 bij ingang distributienet) (indicatorparameter)	500	/

Tabel 2.15: Arseenconcentraties in de grondwaterlichamen van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

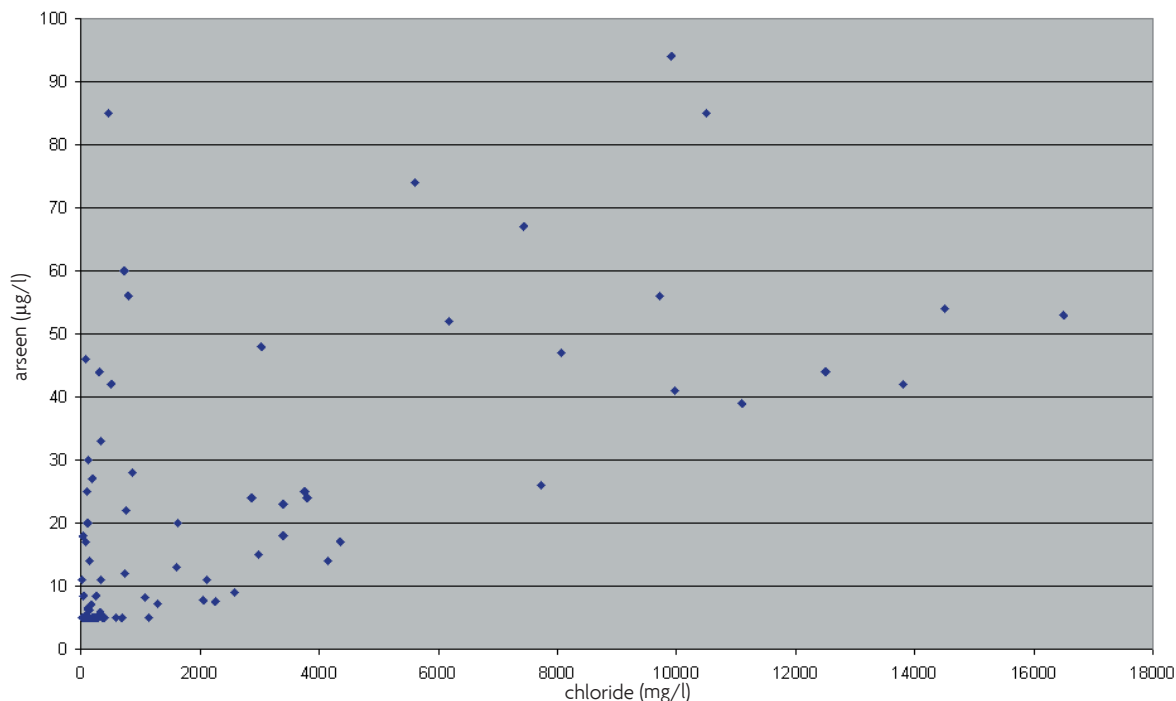
Grondwaterlichaam KPS_0120	GWL_1	GWL_2
Aantal meetlocaties bemonsterd (zw)	43	8
≥ 50 µg As/l op locatieniveau	1	0
percentage ≥ 50 µg As/l op locatieniveau (zw)	2,3%	0,0%
Gemeten maximum (µg As/l)	53,0	19,0
Gemiddelde (µg As/l, alle meetfilters) zw	7,5	6,7
Gemiddelde (µg As/l, maxima) (zw)	9,0	7,1
Mediaan (µg As/l, alle meetfilters) (tab2)	5,0	5,0
Mediaan (µg As/l, maxima) (tab 4)	5,0	5,0

Grondwaterlichaam KPS_0160	GWL_1	GWL_2	GWL_3
Aantal meetlocaties bemonsterd	60	3	4
≥ 50 µg As/l op locatieniveau	10	1	0
Percentage ≥ 50 µg As/l op locatieniveau	16,7%	33,3%	0,0%
Gemeten maximum (µg As/l)	94,0	78,0	37,0
Gemiddelde (µg As/l, alle meetfilters)	18,6	33,4	7,5
Gemiddelde (µg As/l, maxima)	23,8	37,7	10,5
Mediaan (µg As/l, alle meetfilters)	7,1	29,0	2,0
Mediaan (µg As/l, maxima)	11,5	29,0	2,0



Tabel 2.27: Arseenconcentraties in het grondwater van het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006 (Oostvlaamse Polders en Scheldepolders)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer



Figuur 2.28: Arseenconcentraties t.o.v. chlorideconcentraties in het Kust- en Poldersysteem tijdens het voorjaar 2006

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

arseengehalte vertonen. Voor zoete grondwaters is er geen duidelijk verband merkbaar.

De kustvlakte vertoont duidelijk overschrijdingen voor de maximaal toelaatbare concentratie (50 µg/l) terwijl dit in de Oostvlaamse Polders en de Scheldepolders minder duidelijk is. In de Oostvlaamse Polders wordt de maximaal toelaatbare concentratie slechts in één meetpunt overschreden, terwijl voor de Scheldepolders geen overschrijding van deze norm gemeten werd. Arseenwaarden hoger dan de drinkwaternorm (> 10 µg/l) worden in deze gebieden wel duidelijk in de verzilte grondwaterlichamen aangetroffen.

Het verschil tussen het zoet en het verzilt grondwaterlichaam is in de kustvlakte eveneens duidelijk merkbaar. In het zoet grondwaterlichaam KPS_0120_gwl_1 wordt slechts op een drietal meetlocaties een waarde van meer dan 20 µg As/l gemeten, terwijl voor het verzilt

grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_1 vaak de maximaal toelaatbare concentratie wordt overschreden.

De belangrijkste overschrijdingen worden, net als voor ammonium en fosfaat, in het centraal en westelijk gedeelte van de kustvlakte aangetroffen.

2.3.11 Problemen en maatregelen

Door het verzilt karakter van het Kust- en Poldersysteem is de beschikbaarheid van zoet grondwater eerder beperkt. Bijzondere aandacht dient daarom uit te gaan naar de bescherming van de aanwezige zoetwatervoorraden om een verdere verzilting tegen te gaan.

Belangrijke hulpmiddelen om een beter inzicht te krijgen in het grondwatersysteem zijn een uitgebreid monitoringnetwerk,

literatuurgegevens, bestaande data en een conceptueel grondwatermodel.

Operationeel beheer

Het hoofddoel van de Kaderrichtlijn Water (en de dochterrichtlijn Grondwater) is om tegen 2015 een goede toestand van het grondwater te bereiken. Gezien de kwaliteitsproblemen in het Vlaamse grondwater is het inzetten van een veelvoud aan maatregelen noodzakelijk. Wetgeving helpt om dit doel te bereiken: Decreet Integraal Waterbeheer, Mestdecreet, VLAREBO, etc. Een goed onderbouwde monitoringsstrategie fungeert als basisgegevens voor de beoordeling van de toestand. Herstelprogramma's met een gecoördineerd vergunningen- en heffingenbeleid en afbakening van beschermde gebieden kunnen dan specifiek voor het gebied, grondwaterlichamen of grondwatersystemen ontwikkeld en uitgevoerd worden.

Merk op dat het operationeel beheer niet een statisch iets is: door veranderingen in visie en meer kennis wordt de aanpak steeds gewijzigd om zo doelgericht mogelijk te werk te gaan.

Het operationeel beheer moet zich richten tot:

- Het verminderen van het nutriëntengehalte in het grondwater;
- Het verminderen van het pesticidengehalte in het grondwater;
- Grondwaterwinningen afstemmen op de draagkracht van het grondwatersysteem om verzilting en verdroging tegen te gaan;
- Een aanpak van de bodem- en grondwater-verontreiniging.

Bijlage 1

Selectie van aan grondwatergerelateerde wetgeving

A. Europese wetgeving:

12 DECEMBER 2006 - RICHTLIJN 2006/118/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende de bescherming van het grondwater tegen verontreiniging en achteruitgang van de toestand: 27-12-2006 (Dochterrichtlijn Grondwater)

23 OKTOBER 2000 - Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen: 22-12-2000 (Kaderrichtlijn Water)

3 NOVEMBER 1998 - Richtlijn 98/83/EG betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen: 05-12-1998 (Drinkwaterrichtlijn)

12 DECEMBER 1991 - Richtlijn 91/676/EEG van de Raad inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen: 31-12-1991 (Nitraatrichtlijn)

B. Vlaamse wetgeving:

10 DECEMBER 2004 - Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van de categorieën van projecten onderworpen aan milieueffectrapportage. B.S.: 17-02-2005

18 JULI 2003 - Decreet betreffende integraal waterbeleid. B.S.: 14-11-2003 (Decreet Integraal Waterbeleid)

13 DECEMBER 2002 - Besluit van de Vlaamse regering houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water bestemd voor menselijke consumptie. B.S.: 28-01-2003

24 MEI 2002 - Decreet betreffende water bestemd voor menselijke aanwending. B.S.: 23-07-2002

5 MAART 1996 - Besluit van de Vlaamse regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering. (VLAREBO)

1 JUNI 1995 - Besluit van de Vlaamse regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne. B.S.: 31-07-1995 (VLAREM II)

5 APRIL 1995 - Decreet houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid. B.S.: 03-06-1995

22 FEBRUARI 1995 - Decreet betreffende de bodemsanering. (Bodemsaneringsdecreet)

6 FEBRUARI 1991 - Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning. B.S.: 26-06-1991 (VLAREM I)

23 JANUARI 1991 - Decreet inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen. B.S.: 28-02-1991 (Mestdecreet)

23 MAART 1989 – Besluit van de Vlaamse Regering houdende bepaling van categorieën van werken en handelingen waarvoor MER is vereist. B.S.: 17-05-1989

23 MAART 1989 - Besluit van de Vlaamse Regering houdende organisatie milieu-effectbeoordeling van

bepaalde hinderlijke inrichtingen. B.S.: 17-05-1989

28 JULI 1985 - Decreet betreffende de milieuvergunning. B.S.: 17-09-1985 (Milieuvergunningendecreet)

24 JANUARI 1984 - Decreet houdende maatregelen inzake het grondwaterbeheer. B.S.: 05-06-1984 (Grondwaterdecreet)

C. Websites:

<http://europa.eu.int/eur-lex/nl/index.html> (Portaal EU-wetgeving)

http://www.ejustice.just.fgov.be/doc.rech_n.htm (Belgisch Staatsblad)

<http://212.213.19.141/ALLESNL/wet/index.vwp?SID=0> (Vlaamse Codex)

<http://www.emis.vito.be/navigator> (Vlaamse milieunavigator)

<http://dov.vlaanderen.be>

<http://www.vmm.be>

Bijlage 2

Hydrogeologische codering van de ondergrond van Vlaanderen

Voor een gedetailleerde beschrijving van de HCOV-codering wordt verwezen naar:
<http://dov.vlaanderen.be>

HOOFDEENHEID		SUBEENHEID		BASISEENHEID		
0000	ONBEPAALD					
0100	QUARTAIRE AQUIFERSYSTEMEN	0110	Ophogingen			
		0120	Duinen			
		0130	Polderafzettingen	0131	Kleiige polderafzettingen van de kustvlakte	
				0132	Kleiige polderafzettingen van het Meetjesland	
				0133	Kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen	
				0134	Zandige kreekruggen	
				0135	Veen-kleiige poelgronden	
		0140	Alluviale deklagen			
		0150	Deklagen	0151	Zandige deklagen	
				0152	Zand-lemige deklagen	
				0153	Lemige deklagen	
				0154	Kleiige deklagen	
		0160	Pleistocene afzettingen	0161	Pleistoecen van de Kustvlakte	
				0162	Pleistoecen van de Vlaamse Vallei	
				0163	Pleistoecen van de riviervalleien	
		0170	Maas- en Rijnafzettingen	0171	Afzettingen Hoofdterras	
				0172	Afzettingen Tussenterrassen	
				0173	Afzettingen Maasvlakte	

0200	KEMPENS AQUIFERSYSTEEM	0210	Kiezeloölietformatie ten noorden van Feldbiss	0211	Zandige eenheid boven de Brunssum I-klei
				0212	Brunssum I-klei
				0213	Zand van Pey
				0214	Brunssum II-klei
				0215	Zand van Waubach
		0220	Klei-zand-complex van de Kempen	0221	Klei van Turnhout
				0222	Zand van Beerse
				0223	Klei van Rijkevorsel
		0230	Pleistoceen en Pliocene Aquifer	0231	Zanden van Brasschaat en/of Merksplas
				0232	Zand van Mol
				0233	Zandige top van Lillo
				0234	Zand van Poederlee en/of zandige top van Kasterlee
		0240	Pliocene kleiige laag	0241	Kleiig deel van Lillo en/of van de overgang Lillo-Kattendijk
				0242	Kleiige overgang tussen de zanden van Kasterlee en Diest
		0250	Mioceen Aquifersysteem	0251	Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo
				0252	Zand van Diest
				0253	Zand van Bolderberg
				0254	Zanden van Berchem en/of Voort
				0255	Klei van Veldhoven
				0256	Zand van Eigenbilzen
0300	BOOM AQUITARD			0301	Kleiig deel van Eigenbilzen
				0302	Klei van Putte
				0303	Klei van Terhagen
				0304	Klei van Belsele-Waas

0400	OLIGOCEEN AQUIFERSYSTEEM	0410	Zand van Kerniel		Zand van Kerniel
		0420	Klei van Kleine-Spouwen		Klei van Kleine-Spouwen
		0430	Ruisbroek-Berg Aquifer	0431	Zand van Berg
				0432	Zand van Kerkom
				0433	Kleilig zand van Oude Biezen
				0434	Zand van Boutersem
				0435	Zand van Ruisbroek
				0436	Zand van Wintham
		0440	Tongeren Aquitard	0441	Klei van Henis
				0442	Klei van Watervliet
0450	Onder-Oligoceen Aquifersysteem	0451	Zand van Neerrepn		
		0452	Zand-klei van Grimmertingen		
		0453	Kleilig zand van Bassevelde		
0500	BARTOON AQUITARDSYSTEEM			0501	Klei van Onderdijke
				0502	Zand van Buisputten
				0503	Klei van Zomergem
				0504	Zand van Onderdaele
				0505	Kleien van Ursel en/of Asse
0600	LEDO PANISELIAAN BRUSSELIAAN AQUIFERSYSTEEM	0610	Wemmel-Lede Aquifer	0611	Zand van Wemmel
				0612	Zand van Lede
		0620	Zand van Brussel		Zand van Brussel
		0630	Afzettingen van het Boven-Paniseliaan	0631	Zanden van Aalter en/of Oedelem
				0632	Zandige klei van Beernem
		0640	Zandige afzettingen van het Onder-Paniseliaan		Zand van Vlierzele en/of Aalterbrugge
0700	PANISELIAAN AQUITARD			0701	Klei van Pittem
				0702	Klei van Merelbeke
0800	IEPERIAAN AQUIFER				Zand van Egem en/of Mont-Panisel
0900	IEPERIAAN AQUITARDSYSTEEM	0910	Silt van Kortemark		Silt van Kortemark
		0920	Afzettingen van Kortrijk	0921	Klei van Aalbeke
				0922	Klei van Moen
				0923	Zand van Mons-en-Pévèle
				0924	Klei van Saint-Maur
				0925	Klei van Mont-Héribu

1000	PALEOCEEN AQUIFERSYSTEEM	1010	Landeniaan Aquifersysteem	1011	Zand van Knokke
				1012	Zandige afzettingen van Loksbergen en/of Dormaal
				1013	Zand van Grandglise
				1014	Kleig deel van Lincent
				1015	Versteend deel van Lincent
		1020	Landeniaan en Heersiaan Aquitard	1021	Kleige afzetting van Halen
				1022	Klei van Waterschei
				1023	Slecht doorlatend deel van de Mergels van Gelinden
		1030	Heersiaan en Opglabeeek Aquifersysteem	1031	Doorlatend deel van de Mergels van Gelinden
				1032	Zand van Orp
				1033	Zand van Eisden
				1034	Klei van Opoeteren
				1035	Zand van Maasmechelen
1100	KRIJT AQUIFERSYSTEEM	1110	Krijt Aquifer	1111	Kalksteen van Houthem
				1112	Tufkrijt van Maastricht
				1113	Krijt van Gulpen
		1120	Afzettingen van Vaals		Smectiet van Herve
		1130	Zand van Aken		Zand van Aken
		1140	Turoonmergels op Massief van Brabant		
		1150	Wealdiaan		
1200	JURA - TRIAS - PERM	1210	Jura		
		1220	Trias		
		1230	Perm		
1300	SOKKEL	1310	Boven-Carboon "Steenkool-terrein en -lagen"		
		1320	Kolenkalk		
		1330	Devoon		
		1340	Cambro-Siluur Massief van Brabant		

Overzicht van de HCOV-hoofdeenheden die per grondwaterlichaam in het Kust- en Poldersysteem voorkomen (oranje: aquifer)

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

grondwaterlichaam\HCOV	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300
KPS_0120_GWL_1													
KPS_0120_GWL_2													
KPS_0160_GWL_1													
KPS_0160_GWL_2													
KPS_0160_GWL_3													

Bijlage 3

Referentielijst

Anoniem (2006). Grondwaterbeheer in Vlaanderen: het onzichtbare water doorgrond. Vlaamse milieumaatschappij. Aalst. 150 p.

Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV), <http://dov.vlaanderen.be>

De Breuck, W., De Moor, G. & Marechal, R. (1969). Litostratigrafie van de kwartaire sedimenten in het Oostelijk Kustgebied (België). *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 51, 125-137.

De Breuck, W., De Moor, G., Maréchal, R. & Tavernier, R. (1974). Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische laag van het Belgische kustgebied (1963-1973).

De Breuck, W., De Moor, G., Maréchal, R. & Tavernier R. (1989). Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische watervoerende laag van noordelijk Vlaanderen (1974-1975).

De Moor G. & De Breuck W. (1969). De freatische waters in het Oostelijk Kustgebied en in de Vlaamse Vallei. *Natuurwetenschappelijk tijdschrift*, 51, pp. 3-68.

Meyus, Y., Adyns, D., Woldeamlak, S.T., Batelaan, O. en De Smedt, F. (2004). Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel: Deelrapport 2, Totaal VGM-karteergebied en Vlaanderen. Rapport in opdracht van AMINAL, afdeling Water, Brussel, 70 pag.

Stuyfzand, P.J. (1986). A new hydrochemical classification of watertypes: principles and application to the coastal dunes aquifer system of the Netherlands. *Proceedings SWIM 9*, Delft. 641-655.

