

Vlaanderen
is wetenschap

14_074_1
WL adviezen

Verlaging van de waterstanden in het Albertkanaal juli 2011

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Waterbouwkundig Laboratorium

Vlaanderen is wetenschap

Verlaging van de waterstanden in het Albertkanaal juli 2011

Advies

Pereira, F.; Nossent, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

April 2016

WL2016A14_074_1

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Pereira, F.; Nossent, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Verlaging van de waterstanden in het Albertkanaal juli 2011: Advies. Versie 4.0. WL Adviezen, 14_074. Waterbouwkundig Laboratorium : Antwerpen, België.

Waterbouwkundig Laboratorium

Vlaanderen is wetenschap

DEPARTEMENT **MOBILITEIT EN OPENBARE WERKEN**

Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
Tel. +32 (0)3 224 60 35
Fax +32 (0)3 224 60 36
E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
mow.vlaanderen.be
waterbouwkundiglaboratorium.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welk andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Documentidentificatie

Titel:	Verlaging van de waterstanden in het Albertkanaal juli 2011: Advies		
Opdrachtgever:	NV De Scheepvaart	Ref.:	WL2016A14_074_1
Keywords (3-5):	Waterbeheer		
Tekst (p.):	33	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☐ Ja	Uitzondering:	☐ Opdrachtgever
			☐ Intern
			☐ Vlaamse overheid
		Vrijgegeven vanaf: April 2016	
	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Goedkeuring

Auteur	Revisor	Projectleider	Coördinator Studie & Advies	Afdelingshoofd
Pereira F	Nossent, J.	Pereira F	Verwaest, T.	Mostaert, F.

Revisies

Nr.	Datum	Omschrijving	Auteur(s)
1.0	24/02/2016	Conceptversie	Pereira,F.
2.0	25/02/2016	Inhoudelijke revisie	Nossent, J.
3.0	30/03/2016	Revisie opdrachtgever	Van Steenbergen, N.;Folkertsma,S; Van Aubel, P.; Costongs L.; Jaskula, A
4.0	19/04/2016	Definitieve versie	Pereira,F.

Abstract

In de zomer van 2011 daalde de waterstand in het Albertkanaal met meer dan 1 meter tussen Luik en Genk zonder dat hier op het eerste zicht een duidelijke verklaring voor was. Deze situatie werd besproken in verschillende overlegmomenten tussen de betrokken waterbeheerders uit Nederland, Wallonië en Vlaanderen.

Er werden verschillende analyses uitgevoerd. De meeste analyses konden maar gedeeltelijke verklaringen geven voor de oorzaken van de abnormale daling van juli 2011. Uit de analyses blijkt dat een waterbalansmodel echter niet geschikt is om deze specifieke waterstandsdaling in het Albertkanaal te onderzoeken, om die reden stelde het Waterbouwkundig Laboratorium voor om een hydrodynamisch model op te stellen van de verdelingsknop Luik-Maastricht.

Het huidige rapport geeft een overzicht van de berekeningen en de resultaten. Een mogelijke verklaring voor de abnormale verklaring van de waterstanden wordt geformuleerd, samen met de effecten van de nieuwe sluis van Lanaye. Er worden ook een aantal mogelijke oplossingen besproken.

INHOUDSTAFEL

Inhoudstafel I
Lijst van de tabellen III
lijst van de figuren IV
1 Inleiding 1
2 Doelstelling 2
3 Studiegebied 3
3.1 Het volledige systeem 3
3.2 Bestudeerde gebied 4
4 Opstellen van het hydrodinamische model 6
4.1 Beschrijving 6
4.2 Randvoorwaarden 8
4.3 Modellering van de structuren 9
4.3.1 Sluis Lanaye 10
4.3.2 Sluis Genk 11
4.3.3 Stuw van Monsin - sluis Monsin 12
4.3.4 Stuw Lixhe 13
4.3.5 Sluis Visé 13
4.3.6 Sluizen van Lanaken en Neerharen 14
4.3.7 Sluis Bocholt 14
4.3.8 Sluis 1 Lommel 15
4.3.9 Sluis Bosscherveld- Duiker Voedingskanaal 15
4.3.10 Stuw te Borgharen 17
5 Simulaties 18
5.1 Huidige toestand 18
5.1.1 Verdeling Luik (Wallonië) 18
5.1.2 Verdeling in Nederland 20
5.1.3 Kempische Kanalen 22
5.1.4 Verdeling Vlaanderen 24
5.2 Nieuwe sluis Lanaye (S2) 26
5.3 Bestudeerde alternatieven 27
5.3.1 Mogelijke verklaringen en alternatieven voor juli 2011 27
5.3.2 Mogelijke alternatieven voor het nieuwe sluiscomplex 28

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

6 Conclusies 31
7 aanbevelingen 32
8 Referenties 33

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

LIJST VAN DE TABELLEN

Tabel 1 – overzicht van het hydrodynamische model....8
Tabel 2 – overzicht van de opgelegde randvoorwaarden....8
Tabel 3 – overzicht van de gemodelleerde structuren....9
Tabel 4 – overzicht van de geanalyseerde alternatieven oude sluis Lanaye....27
Tabel 5 – overzicht van de geanalyseerde alternatieven Nieuwe sluis Lanaye....29
Tabel 6 – overzicht van het aangepaste watergebruik....29

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

LIJST VAN DE FIGUREN

Figuur 1 - Waargenomen waterstanden Albertkanaal te Gellik....1
Figuur 2 – Overzicht kanalenstelsel Albertkanaal en Kempische Kanalen (Baetens,2005)....3
Figuur 3 – Schematisatie verdelingsknoop Luik-Maastricht....5
Figuur 4 – Overzicht van de gemodelleerde waterlopen....6
Figuur 5 – Detail van de gemodelleerde waterlopen, verdelingsknoop Luik-Maastricht....7
Figuur 6 – Detail van de gemodelleerde waterlopen, verdelingsknoop Luik-Maastricht....10
Figuur 7 – verloop van het schut debiet Sluis te Lanaye huidige toestand (voor 2016)....11
Figuur 8 – verloop van het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis Lanaye huidige toestand (voor 2016)....11
Figuur 9 – verloop van het schut debiet Sluis te Genk....12
Figuur 10 – verloop van het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis Genk....12
Figuur 11 – verloop van de afgeleide debieten langs de Stuwcomplex (Stuw+ waterkrachtcentrale) te Monsin13
Figuur 12 – verloop van het begrote extra debiet te Monsin....13
Figuur 13 – verloop van het schut debiet en verlies Sluis Visé....14
Figuur 14 – verloop van het schut debiet en het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis Bocholt....14
Figuur 15 – verloop van het schut debiet en het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis -1 Lommel....15
Figuur 16 – Overzicht van de voeding van de Zuid-Willemsvaart....16
Figuur 17 – verloop van het schut debiet en het debiet voor ander gebruik-verlies complex Bosscherveld-voedingskanaal sluis 19....16
Figuur 18 – Schematisatie Wallonië....18
Figuur 19 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes Wallonië....19
Figuur 20 – Schematisatie St.Pieter- Borgharen....20
Figuur 21 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes St.Pieter- Borgharen....21
Figuur 22 – Schematisatie Kempische Kanalen....22
Figuur 23 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes Kempische Kanalen....23
Figuur 24 – Schematisatie verdeling Vlaanderen....24
Figuur 25 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes verdeling Vlaanderen....25
Figuur 26 – Schut debiet nieuwe sluis-complex Lanaye....26
Figuur 27 – Effect van de nieuwe sluis complex van Lanaye in de Waterstanden....27
Figuur 28 – Effect van de beperking in de energie productie....28
Figuur 29 – Effect van beperking in energie productie en verliezen_extra afvoer (S17)....29
Figuur 30 – Effect van aangepast watergebruik (S18)....30

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

1 INLEIDING

In de zomer van 2011 daalde de waterstand in het Albertkanaal met meer dan 1 meter tussen Luik en Genk zonder dat er op het eerste zicht een duidelijke verklaring voor was. De maximale toegelaten daling is slechts 30 cm onder het streefpeil. Deze situatie werd besproken in verschillende overlegmomenten tussen de betrokken waterbeheerders uit Nederland, Wallonië en Vlaanderen.
Er werden verschillende analyses uitgevoerd, voornamelijk bedoeld om waterbalansen op te stellen op basis van de beschikbare metingen van de drie administraties (Vlaanderen, Wallonië en Nederland), onder andere:

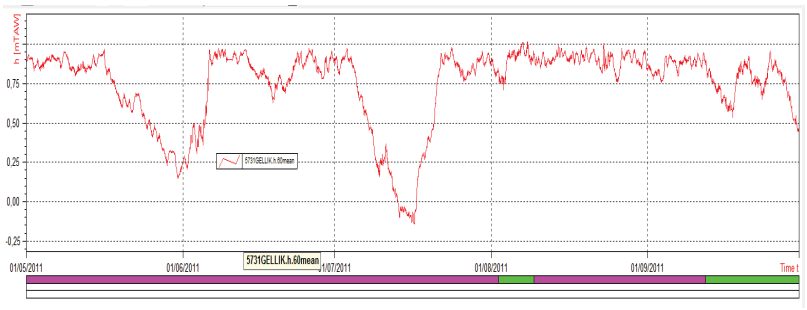
- Memo pandverlaging (Michielsen, 2012)
- Memo Water Balance (Dierickx, 2012)
- Memo pandverlaging (van Aubel, 2012)
- Water balance in the river Meuse (Rura-Arnhem, 2012)

De meeste analyses konden maar gedeeltelijke verklaringen geven voor de oorzaken van de abnormale daling van juli 2011. Uit de analyses blijkt echter dat een waterbalansmodel niet geschikt is om deze specifieke waterstandsdaling in het Albertkanaal te onderzoeken. Om die reden stelde het Waterbouwkundig Laboratorium voor om een hydrodynamisch model op te stellen van de verdelingsknop Luik-Maastricht. Tijdens de studie werd een tweede vraag geformuleerd in verband met het effect van het in dienst treden van de nieuwe sluis van Lanaye voor een gelijkaardige situatie dan juli 2011.

Naast de bovenvermelde rapporten en nota's werden ook andere studies geraadpleegd:

- Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen: inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën (Baetens, 2005)
- Inleidende studie over de voeding van het Albertkanaal en de Kempische Kanalen met het oog op debietberekening op computermodel (Jans, 1981)
- Studie van de debietsverdeling in het Albertkanaal en de Kempische Kanalen (De Weerd J., 1982)
- Waterbeheer en dispersie in het Albertkanaal en in de Kempense Kanalen (Van Craenenbroeck et al, 1985)
- Modeling baseflow from an alluvial aquifer using hydraulic conductivity data obtained from a derived relation with apparent electrical resistivity (Dassargues, 1997)
- Afstemmen van meetreeksen aan de grenzen van Wallonië, Nederland en Vlaanderen (de Wit et al., 2008)

Het huidige rapport geeft een overzicht van het modelleringswerk en de analyse van de resultaten. In hoofdstuk 6 en 7 trachten we een aantal conclusies en aanbevelingen te formuleren.



Figuur 1 - Waargenomen waterstanden Albertkanaal te Gellik

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

2 DOELSTELLING

Deze studie heeft als doel de verdeling van het Maaswater ter hoogte van Luik en Maastricht te modelleren aan de hand van een uni dimensioneel hydrodynamisch model om de volgende doelstellingen te bereiken:

- Verklaring van de abnormale waterverlaging van juli 2011
- Voorstellen van mogelijke oplossingen om dit soort situatie te voorkomen
- Evalueren van het effect van de nieuwe sluis van Lanaye/Ternaaien voor een gelijkaardige situatie van lage debieten.

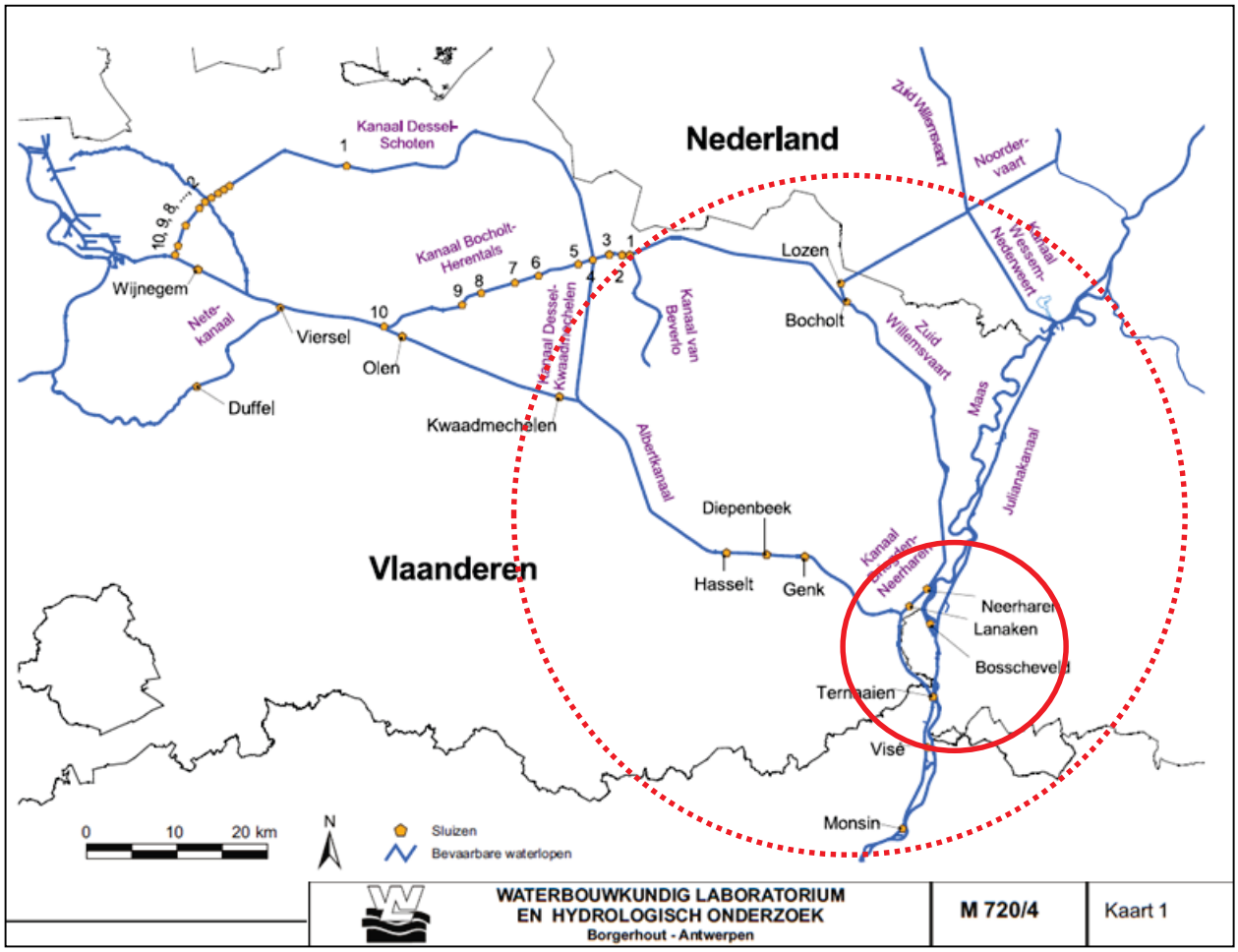
F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

3 STUDIEGEBIED

3.1 Het volledige systeem

Het Maas bekken heeft een totale stroomoppervlakte van ongeveer 33.000 km² met een totale lengte van 900 km. (De Wit et al., 2007). De Maas ontspringt in Frankrijk en komt in België binnen ter hoogte van Chooz. Verder afwaarts vloeien de Samber en de Ourthe in de Maas zonder belangrijke aftakkingen, extracties of debietsverdelingen. Dit wil niet zeggen dat de menselijke invloed in het regime niet belangrijk is. Integendeel, de werking van de verschillende structuren, sluizen, stuwen, reservoirs en waterkrachtcentrales heeft een sterke invloed op het regime van de Maas in het bijzonder tijdens periodes van lage afvoeren.

Vanaf Luik wordt het natuurlijke karakter van de Maas compleet veranderd door een complex netwerk van aantakkingen, sluizen en duikers, wat resulteert in een netwerk van kanalen zoals aangeduid is in xFiguur 2. Het water van de Maas voedt verschillende kanalen, onder andere: het Albertkanaal, de Zuid-Willemsvaart, het Kanaal Bocholt- Herentals, het Kanaal Dessel-Kwaadmechelen, het Kanaal Dessel-Turnhout-Schoten, het kanaal Briegden-Neerharen en het Julianakanaal.



Figuur 2 – Overzicht kanalenstelsel Albertkanaal en Kempische Kanalen (Baetens,2005)

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

3.2 Bestudeerde gebied

De doelstellingen van het advies: “een verklaring vinden voor de abnormale waterverlaging van juli 2011 in het pand Monsin-Genk”, kan niet bereikt worden zonder een gedetailleerde modellering van het volledige systeem.

Het bestudeerde gebied omvat naast een gedeelte van de Maas en een stuk van het Albertkanaal ook het opwaartse deel van het Julianakanaal, een gedeelte van de Zuid-Willemsvaart, het kanaal Bocholt-Herentals, het kanaal van Beverlo, het kanaal Dessel-Kwaadmechelen, een klein stuk van het kanaal Dessel-Turnhout-Schoten, het kanaal Briegden-Neerharen, de twee kanalen tussen de Zuid-Willemsvaart en de Maas, het Monsinkanaal, het kanaal Haccourt-Visé, het kanaal van Lanaye en het meest afwaartse deel van de Ourthe en de Amblève

Voor wat de Maas betreft, loopt het interessegebied vanaf de meetpost te Amay (opwaarts) tot de stuw van Borgharen (afwaarts). In dit pand monden drie zijrivieren uit in de Maas: de Jeker, de Voer en de Berwinne.

Figuur 3, opgesteld op basis van het werk van Rura-Arnhem (2012), geeft een schematisatie van het studiegebied weer. In dit schema worden de meeste structuren, waterlopen, kanalen en verbinding weergegeven. Niet alle structuren zijn aangeduid. Zo ontbreken onder andere de pompen en vistrappen.

Uit deze schematisatie kunnen we zien hoe complex het systeem is. Ter hoogte van Luik kan water van de Maas afgeleid worden naar het Albertkanaal, maar die verdeling zal bepaald worden door de interactie van de werking van de volgende structuren:

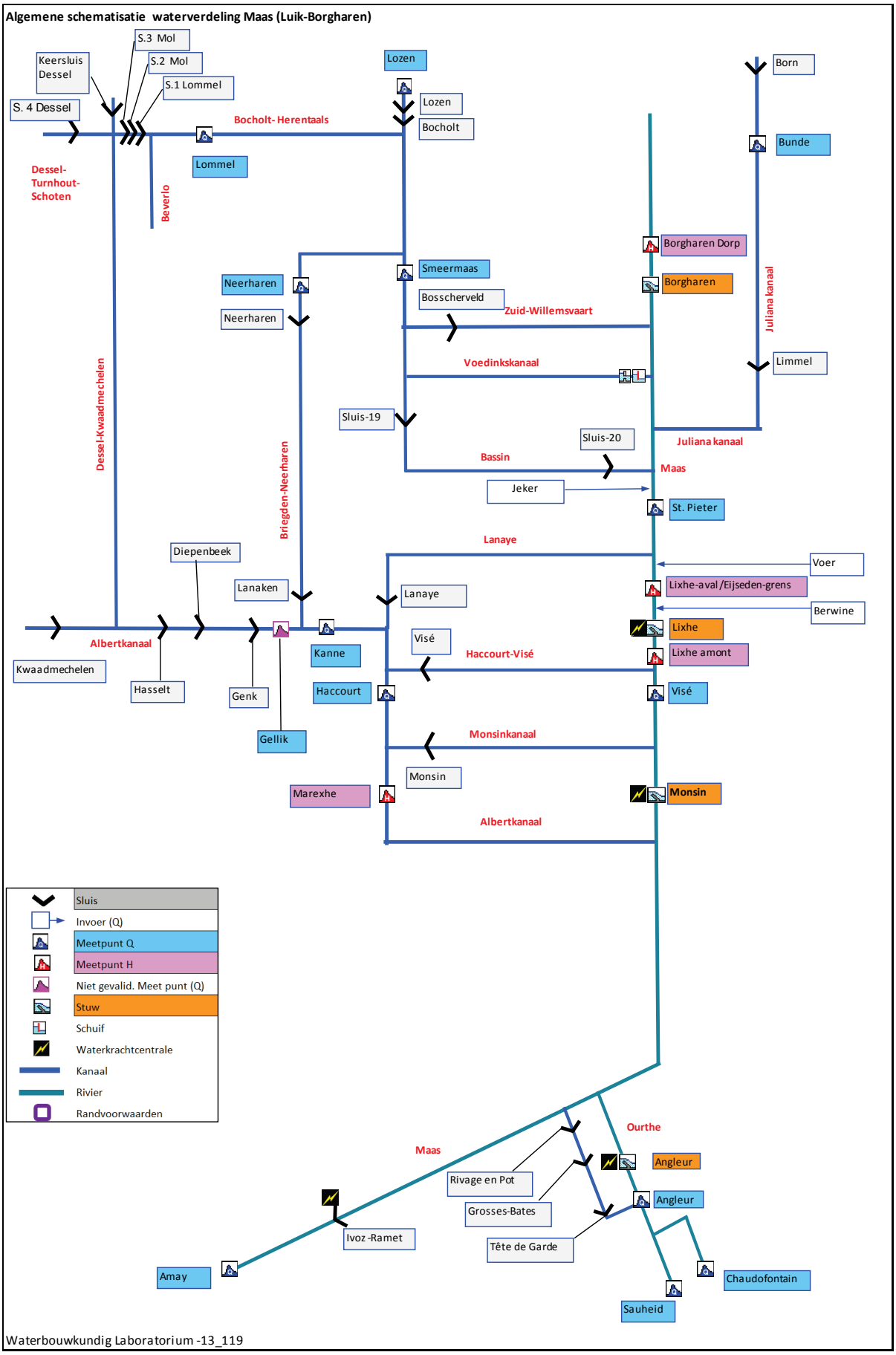
- Stuw van Monsin.
- Waterkrachtcentrale in Monsin.
- Sluizen van Monsin, Lanaye, Vise, Lanaken en Genk.

Water kan dus op drie manieren terug stromen naar de Maas opwaarts het meetpunt van St Pieter. Afwaarts St-Pieter wordt het water van de Maas afgeleid richting Zuid-Willemsvaart langs drie mogelijke wegen, maar dit gebeurt voornamelijk langs het voedingskanaal. Bovendien wordt het debiet verder verdeeld richting het Julianakanaal en het resterende debiet stroomt langs Borgharen, wat de natuurlijke loop van de Maas is. Zelfs in deze laatste locatie is de menselijke invloed bepalend door de interactie met de vistrappen, de pompen en de bediening van de stuw van Borgharen.

De Zuid-Willemsvaart zal verder het volledige systeem van de Kempische kanalen voeden en het Albertkanaal zal verder afwaarts stromen richting Antwerpen. Hoewel we onze studie focussen op de verdelingsknop Luik-Maastricht, is het nodig om de werking van de structuren te analyseren op de volgende locaties:

- Maas te Borgharen Dorp.
- Julianakanaal te Bunde.
- Zuid-Willemsvaart afwaarts sluis Bocholt.
- Kanaal Bocholt-Herentals afwaarts sluis 1 Lommel.
- Albertkanaal afwaarts sluis Diepenbeek.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 3 – Schematisatie verdelingsknoop Luik-Maastricht

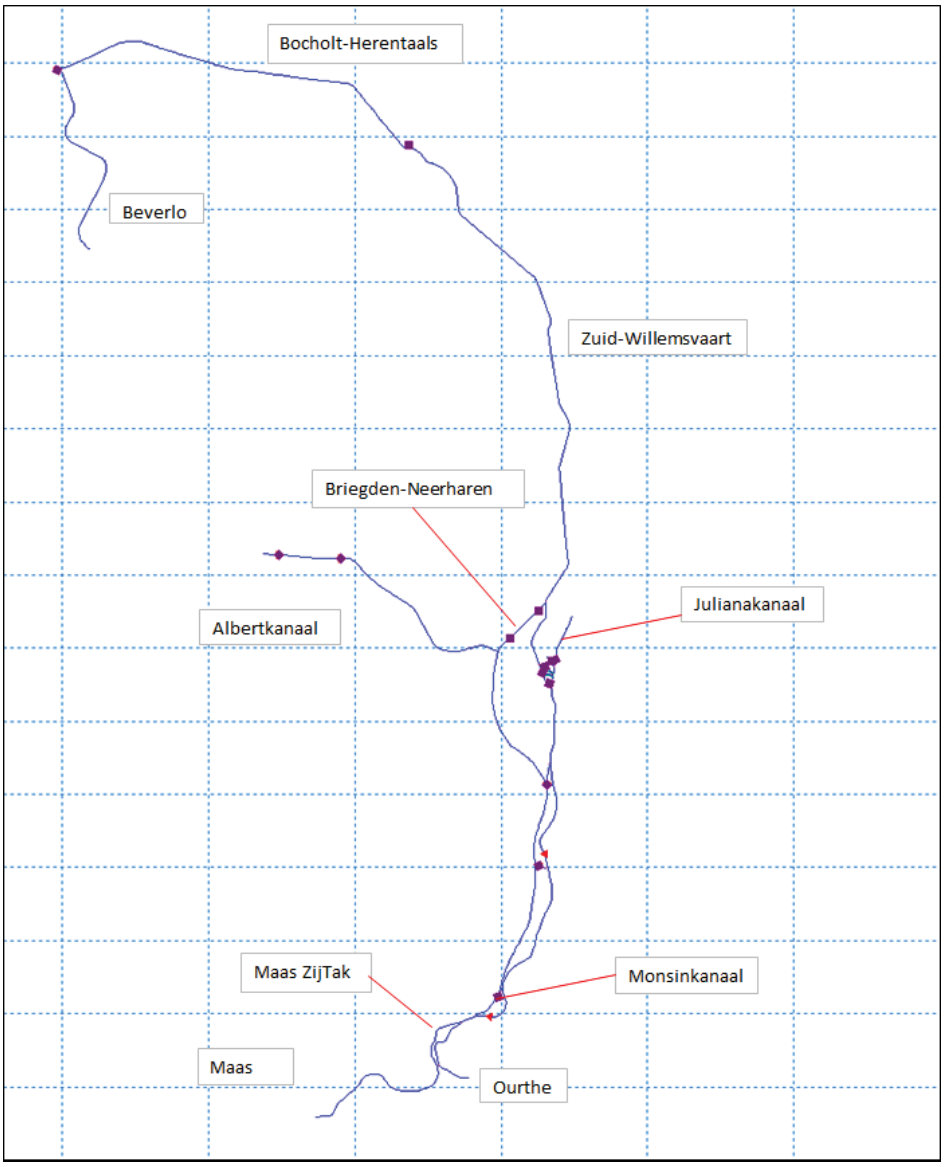
F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

4 OPSTELLEN VAN HET HYDRODINAMISCHE MODEL

4.1 Beschrijving

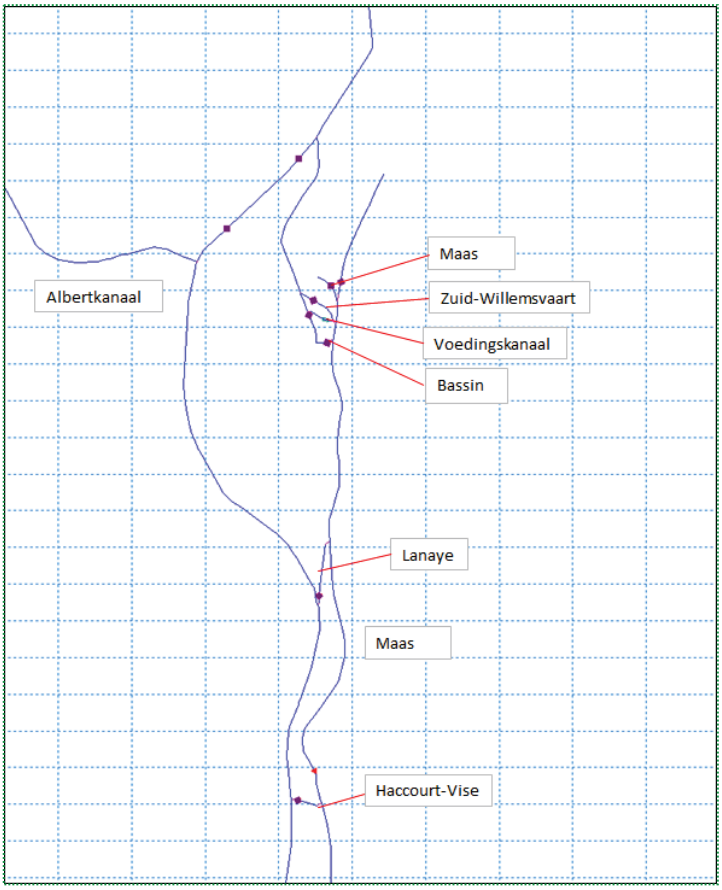
Het hydrodynamisch model omvat de Maas vanuit de meetpost te Amay tot afwaarts de stuw van Borgharen. Naast de Maas zijn alle kanalen gemodelleerd, alsook de verbindingen tussen de kanalen, zoals beschreven in Figuur 3. De verschillende sluizen zijn ook gemodelleerd samen met de meeste structuren (zie verder § 4.3). De overstromingsgebieden, de zijrivieren en waterkrachtcentrales langs de Maas of de kanalen zijn niet ingebouwd in het model.

Figuur 4 geeft een overzicht van de gemodelleerde waterlopen en Figuur 5 geeft een detail van de verdelingsknop Luik-Maastricht. Voor de dwarssecties van het hydrodynamisch model werd gebruik gemaakt van verschillende bronnen. Een gedetailleerde beschrijving van het model kan gevonden worden in (Nossent et al., 2016).



Figuur 4 – Overzicht van de gemodelleerde waterlopen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 5 – Detail van de gemodelleerde waterlopen, verdelingsknoop Luik-Maastricht

De hydrodynamische berekeningen werden uitgevoerd met het Mike11 model, meer bepaald met de modules HD (hydrodynamica) en SO of STRUC (beweegbare structuren). De modelleringssoftware werd ontwikkeld door het Deense DHI Water & Environment.

Mike11 berekent de niet-permanente stroming in een waterloop of een netwerk van waterlopen met de mogelijkheid om de overstroming van dijken of het opvullen van het winterbed te simuleren. Hiervoor maakt Mike11 gebruik van de 1-dimensionale ondiep water vergelijkingen. Deze vergelijkingen, ook de St.-Venant vergelijkingen genoemd, bestaan uit een continuïteitsvergelijking (behoud van massa) en een momentumvergelijking (behoud van beweging).

Het model berekent in een discreet aantal punten de waterstand en het debiet in functie van de tijd, rekening houdend met externe en interne randvoorwaarden. Externe randvoorwaarden kunnen bestaan uit waterstanden of debieten in functie van de tijd, die opgelegd worden aan elke rand van het model. Interne randvoorwaarden omvatten een wiskundige beschrijving van kunstwerken en hydraulische structuren (bruggen, pompen, stuwen, sluizen, enz) die een invloed hebben op de hydrodynamica.

Al deze vergelijkingen worden opgelost met behulp van de methode van de eindige differenties. Mike11 maakt daarbij gebruik van het impliciete numerieke schema van Abbott-Ionescu.

Het schema van Abott-Ionescu bestaat uit een opeenvolging van h- en Q-punten, d.w.z. punten waar respectievelijk het waterpeil en het debiet wordt bepaald. De continuïteitsvergelijking wordt gecentreerd ten opzicht van een h-punt, terwijl de bewegingsvergelijking rond een Q-punt wordt uitgeschreven. Deze bewegingsvergelijkingen samen met de interne en externe randvoorwaarden vormen een stelsel van N algebraïsche vergelijkingen (met N het totaal aantal rekenpunten) dat via een ‘double sweep’ methode wordt opgelost.

Wanneer er in het studiegebied beweegbare structuren voorkomen (stuwen, sluizen, e.d.) moet gebruik gemaakt worden van de module STRUC die het modelleren van dergelijke structuren en van hun manuele of

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

automatische bediening mogelijk maakt. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de Mike11 manuals (DHI, 2011). De volgende tabel geeft een overzicht van de hydrodynamische model.

Tabel 1 – overzicht van het hydrodynamische model

MIKE-11 unit	antaal
Branches	14
Weirs	16
Culverts	1
Control structures	17
berekende Q+H	4.034
Gemodelleerde waterlopen (Km)	196
Δt	5 min

4.2 Randvoorwaarden

Aan het opwaartse deel van het model zijn de dagelijkse gemeten debieten opgelegd (voor de verificatie is later een simulatie uitgevoerd met de uurlijkse debieten ter bevestigen van de resultaten). Voor de Maas werd gebruik gemaakt van de metingen van de meetpost ter hoogte van Amay en voor de Ourthe van gegevens van het station ter hoogte van Angleur. Voor de andere zijrivieren worden de gemeten debieten van de Jeker, de Voer en de Berwine opgelegd als zijdelingse invoer in het model. Voor het kanaal van Beverlo werd een constant debiet van 0,5 m³/s toegepast.

Aan de afwaartse randen van het model zijn gemeten waterstanden opgelegd afkomstig van verschillende stations. De volgende tabel geeft een overzicht van de opgelegde randvoorwaarden.

Tabel 2 – overzicht van de opgelegde randvoorwaarden

Type	Δt	Waterloop	Plaats/bekken	regio
Q	dag	Maas	Amay	Wallonie
Q	dag	Ourthe	Angleur	Wallonie
Q	dag	Maas	Berwine	Vlaanderen
Q	dag	Maas	Voer	Nederland
Q	15 min	Maas	Jeker	Nederland
H	uur	Julianakanaal	Bunde	Nederland
H	uur	Maas	Borgharen Dorp	Nederland
H	uur	Zuid-Willemsvaart	afwts. Sluis Bocholt	Vlaanderen
Q	ctte = 0.5	Beverlo	Beverlo	Vlaanderen
H	uur	Bocholt-Herentaals	afwts sluis -1 Lommel	Vlaanderen
H	uur	Albertkanaal	afwts sluis Diepenbeek	Vlaanderen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

4.3 Modellering van de structuren

De belangrijkste structuren van het systeem zijn in het model ingevoerd en worden met meer detail beschreven in (Nossent et al., 2016). Tabel 3 geeft een overzicht van de gemodelleerde structuren.

Tabel 3 – overzicht van de gemodelleerde structuren

Structuur	Branch	chainage	ID
Stuw-Monsin	Maas	17600	Stuw-Monsin
Stuw-Lixhe	Maas	30700	Stuw-Lixhe
Sluis-Monsin	Monsinkanaal	250	Schutdebiet-Monsin
	Monsinkanaal	250	Extra-verlies-sluis-monsin
Sluis-Visé	Haccourt-Visé	140	Schutdebiet-Visé
Sluis-Lanaye	Lanaye	195	Schutdebiet-Lanaye
	Lanaye	195	Schut-verlies-Lanaye
Sluis-Genk	Albertkanaal	41250	Schutdebiet-Genk
	Albertkanaal	41250	Schut-verlies-Genk
Sluis-Lanaken	Briegden-Neerharen	1215	Schutdebiet-Lanaken
Sluis-Neerharen	Briegden-Neerharen	3930	Schutdebiet-Neerharen
Sluis-Bocholt	Zuid-Willemsvaart	41228	Schutdebiet-Bocholt
Sluis 1 Lommel	Bocholt-Herentals	26965	Schutdebiet-S.1 Lommel
Sluis-20	Bassin	100	Schutdebiet-Sluis-20
Sluis-19	Bassin	1200	Schutdebiet-Sluis-19
Sluis Bosscherveld	Zuid-Willemsvaart	0	Schutdebiet-Bosscherveld
Sluis Limmel	Julianakanaal	350	Schutdebiet-Julianakanaal
Stuw Borgharen	Maas	44500	Stuw-Borgharen

De structuren en de manier waarop ze effectief werken is bepalend voor de correcte modellering van de verdelingsknoop. Gedeeltelijke informatie (plannen en logboeken van de bediening) van alle structuren was voor deze studie beschikbaar.

De onvolledige beschikbarheid van structuurgegevens is een gekend probleem voor grensoverschrijdende studies. Het feit dat verschillende administraties, van verschillende regio's, verschillende noden hebben met betrekking dezelfde structuur, leidt tot een versnippering van informatie

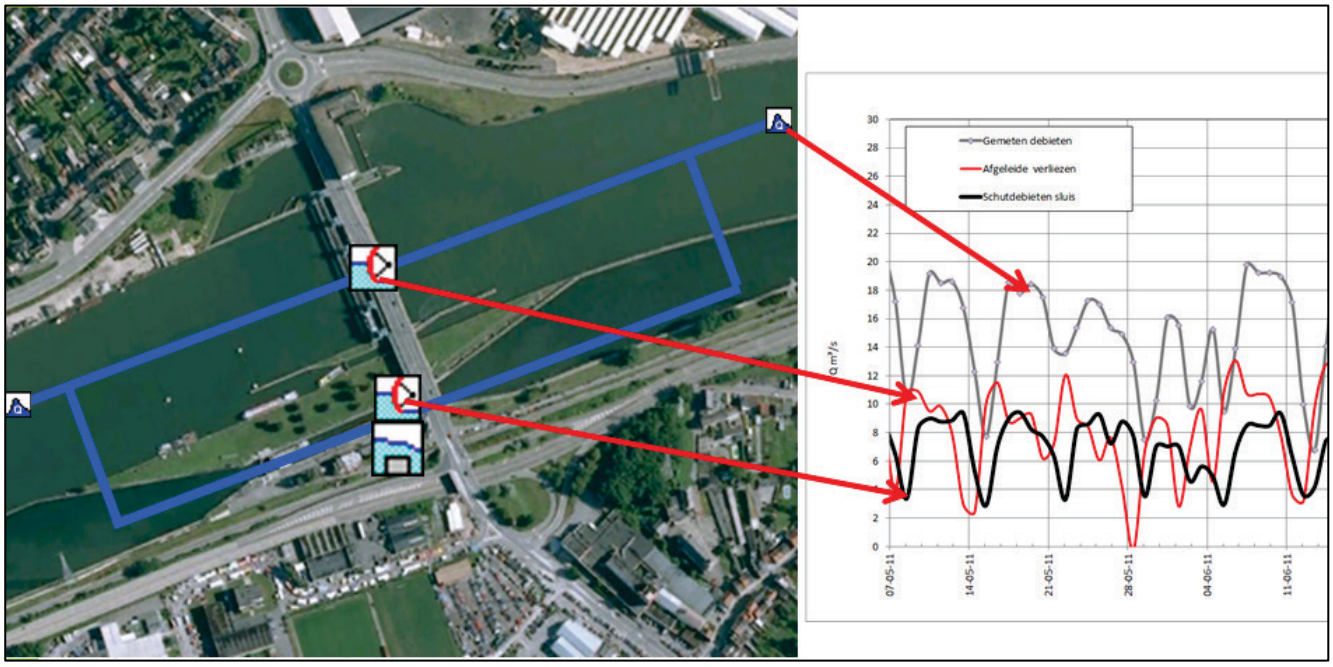
De structuren (geometrie en werking ervan) zijn niet expliciet gemodelleerd in de huidige opdracht. In Figuur 6 wordt aangeduid hoe de meeste structuren gemodelleerd zijn. Enerzijds zijn de verschillende sluizen gemodelleerd als een vaste stuw ("weir") die alleen kan overstromen als het waterpeilen veel hoger is dan het streefpeil (dus in principe overstromen ze niet), anderzijds wordt een tweede structuur parallel ingevoerd die gelinkt is aan een tijdreeks met het schutdebiet zoals geregistreerd is door de waterbeheerder. Die twee structuren ("Weir" en "Control structure") laten ons toe om de sluizen en versassingen (schutdebieten) correct weer te geven.

Het resterende debiet wordt afgevoerd via stuwen, schuiven, waterkrachtcentrales, lek verliezen, andere verliezen (bijvoorbeeld valse schuttingen) en andere nog niet bepaalde gebruikers (extra afvoer). Deze debieten worden niet gemeten, maar indien het debiet opwaarts en afwaarts gekend is, dan is het mogelijk om de totale afvoer van deze bronnen gezamenlijk te berekenen en later op te leggen aan een derde structuur in de vorm van een tijdreeks.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

In het kader van deze studie benoemen we deze benadering als “geen expliciete modellering” van de structuren. Op deze manier simuleren we de werking van de structuren (gelinkt naar de geometrie en bediening) niet expliciet, maar we kunnen het effect van de verschillende structuren reproduceren als gevolg van de afgevoerde debiet.

De correctheid van de debieten wordt bevestigd aan de hand van 2 parameters. Enerzijds moeten de gemodelleerde waterstanden in elk pand overeenkomen met de gemeten waterstanden. Anderzijds moet de waterbalans globaal en in elke pand kunnen gesloten worden. Dit laatste wordt geëvalueerd aan de hand van grafieken met cumulatieve volumes.



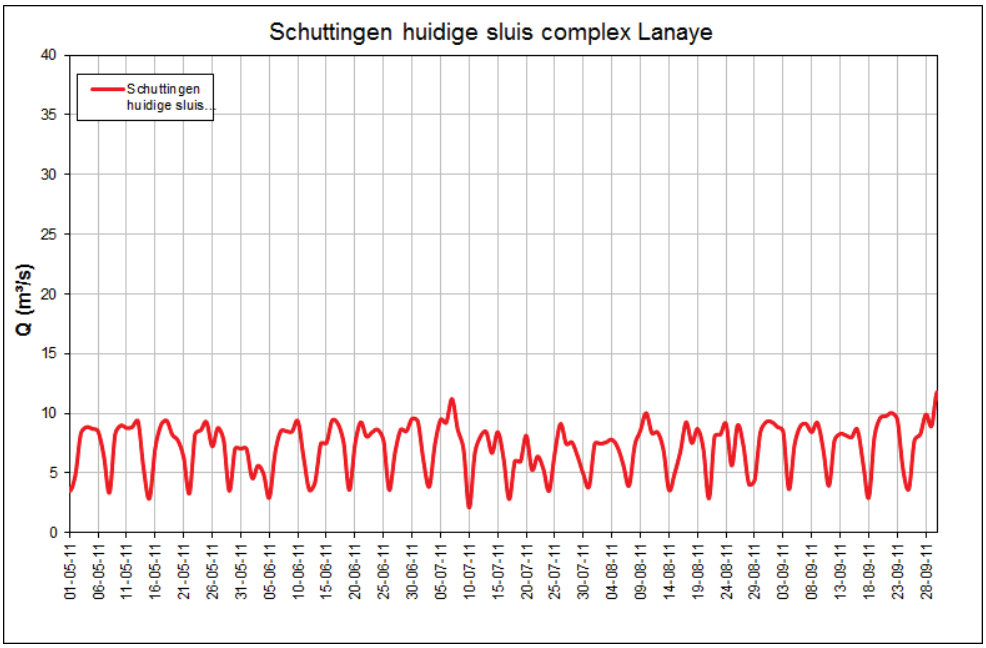
Figuur 6 – Detail van de gemodelleerde waterlopen, verdelingsknoop Luik-Maastricht

Een groot nadeel van deze methode is dat het model alleen gebruik kan worden voor de bestudeerde periode. Indien we de randvoorwaarden zouden gebruiken voor een andere periode dan zal het nodig zijn om gelijkaardige analyses uit te voeren om opnieuw de tijdreeksen voor elke structuur af te leiden.

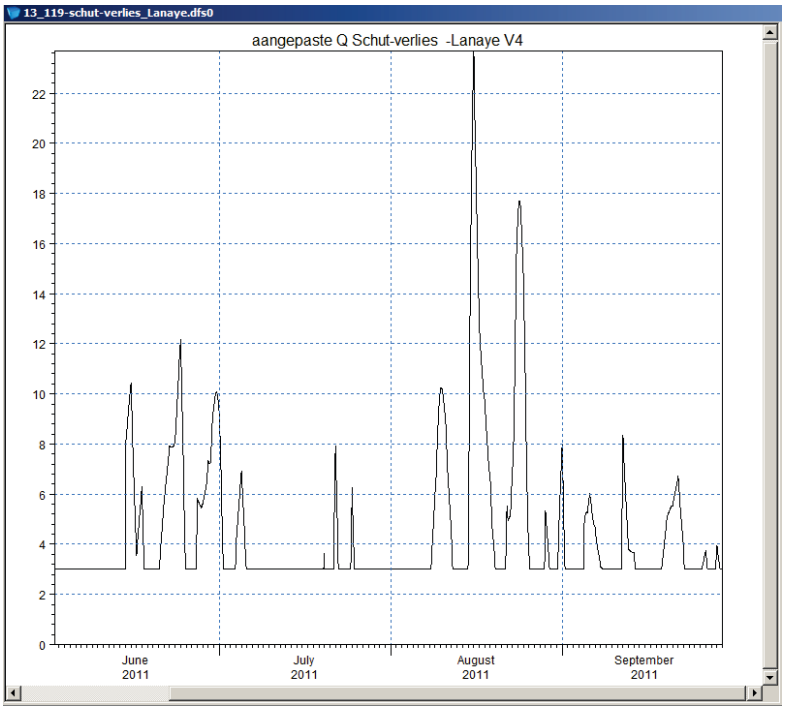
4.3.1 Sluis Lanaye

De bovenvermelde methodologie (Methode - 1) is toegepast op de Sluis van Lanaye. Het huidige schutdebiet wordt begroot op gemiddelde 7 m³/s terwijl het schut-extra debiet wordt begroot op 4,2 m ³/s met pieken tot 22m³/s. De volgende figuren geven een overzicht van het verloop van beide debieten. Zoals vermeld in § 4.3 zijn deze afvoeren afgeleid van de metingen en tonen ze dat er belangrijke extra debieten (verliezen en ander gebruik) kunnen gebeuren langs de sluis van Lanaye (toestand voor het in dienst treden van de nieuwe sluis).

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 7 – verloop van het schut debiet Sluis te Lanaye huidige toestand (voor 2016)

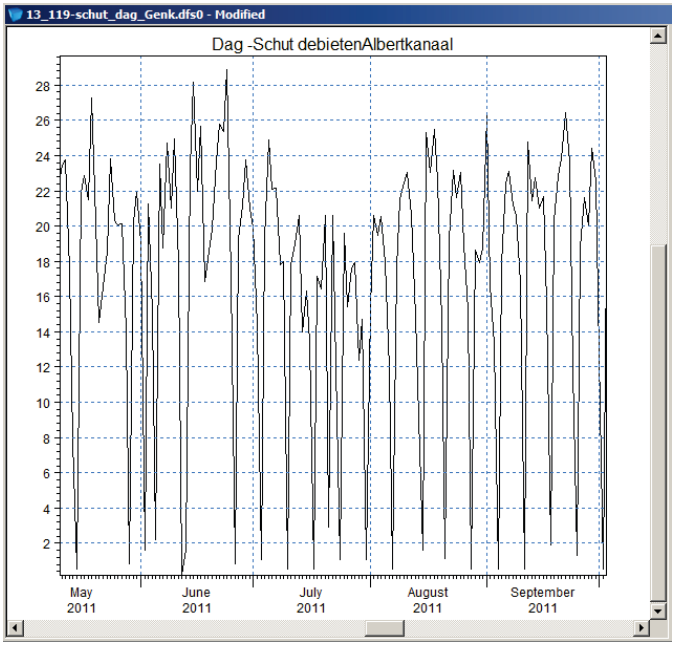


Figuur 8 – verloop van het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis Lanaye huidige toestand (voor 2016)

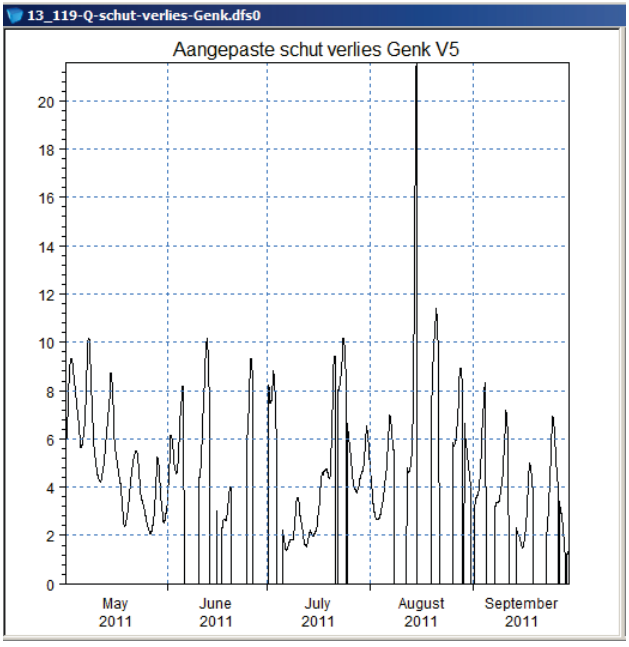
4.3.2 Sluis Genk

De bovenvermelde methodologie is ook toegepast op de sluis van Genk. Het huidige schutdebiet wordt begroot op gemiddeld 16 m³/s terwijl het schut-verlies debiet wordt begroot op 3,6 m ³/s met pieken tot 21 m³/s. De volgende figuren geven een overzicht van het verloop van beide debieten. Hierbij zijn op dezelfde manier als voor Lanaye de afvoeren afgeleid van de metingen en tonen zij dat er belangrijke volumes worden afgevoerd langs de sluis van Genk.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 9 – verloop van het schut debiet Sluis te Genk



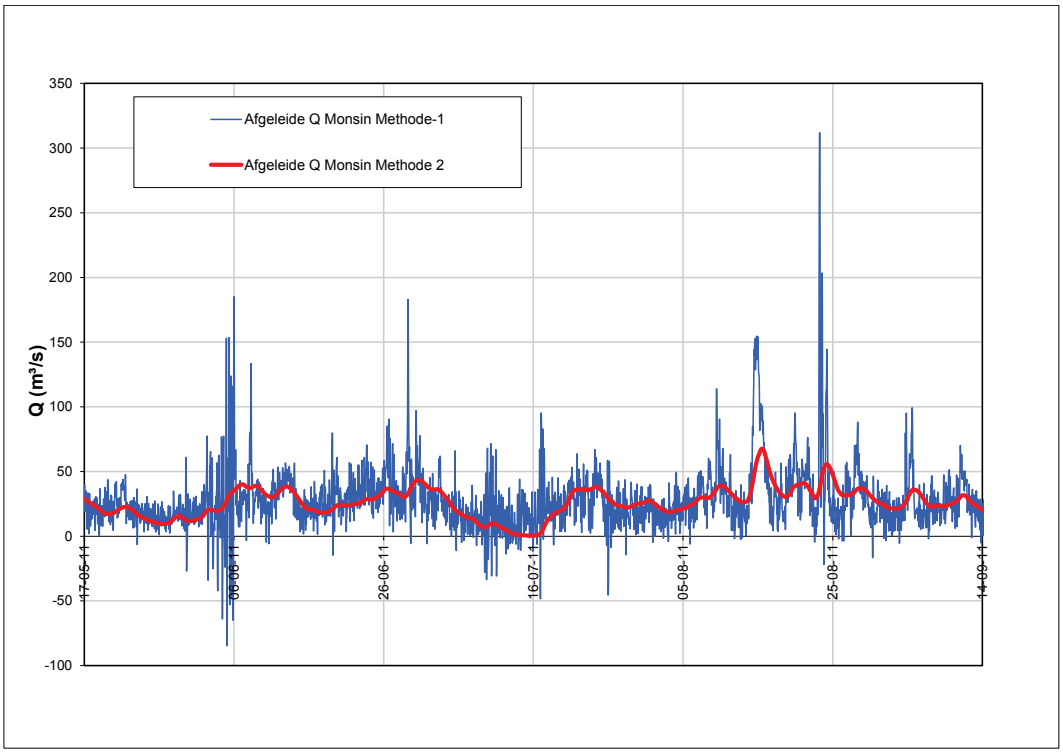
Figuur 10 – verloop van het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis Genk

4.3.3 Stuw van Monsin - sluis Monsin

De stuw van Monsin was tijdens de droge periode van 2011 volledig dicht. Er werd dus normaal gezien geen debiet afgevoerd langs de stuw. De schutdebieten langs de sluis werden begroot op gemiddeld 0,2 m³/s. De waterkrachtcentrale speelt hier een belangrijk rol, maar er waren geen gegevens beschikbaar over de werking van deze infrastructuur.

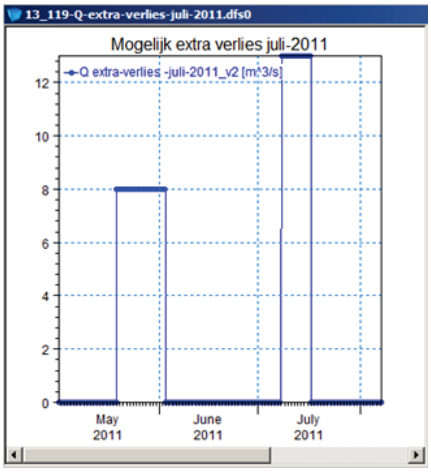
Er wordt gekozen om een vaste stuw (30m breed met een kruin peil op 59,25 m TAW-56,92 m NAP) in te voeren in het model. Op deze manier zouden de minimale geregistreerde waterstanden kunnen bereikt worden tijdens lage afvoeren (Methode -2). Het berekenen van de globale afvoeren (waterkrachtcentrale + verliezen + andere gebruiken) aan de hand van de gemeten tijdreeksen (in dit geval Angleur+Amay en Haccourt+Vise) (Methode - 1) leidde tot negatieve afvoeren. Figuur 11geeft een overzicht van het verloop van de debieten afgeleid volgens beide methoden.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 11 – verloop van de afgeleide debieten langs de Stuwcomplex (Stuw+ waterkrachtcentrale) te Monsin

Naast het hierboven beschreven debiet was het nodig om een extra debiet in twee periodes toe te voegen om de waargenomen waterstanden te kunnen reproduceren. Figuur 12 geeft een overzicht van het verloop van dit extra debiet.



Figuur 12 – verloop van het begrote extra debiet te Monsin

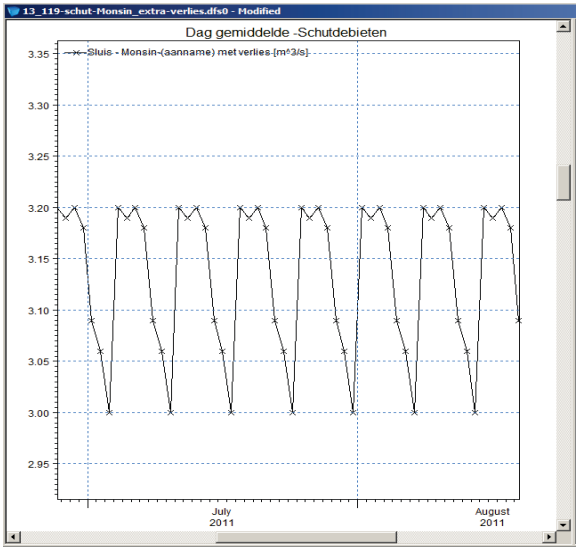
4.3.4 Stuw Lixhe

De stuw van Lixhe werd niet gemodelleerd als een beweegbare structuur maar als een vaste stuw met kruinhoogte 54,00 m TAW (51,67 NAP). Op een gelijkaardige manier als voor Monsin werd er geen poging ondernomen om de werking van de waterkrachtcentrale expliciet te modelleren.

4.3.5 Sluis Visé

De suis van Visé is gemodelleerd als een vaste stuw (“weir”) in combinatie met een opgelegd debiet, afgeleid van het schutdebiet zoals geregistreerd door de waterbeheerder (tot 0.2 m³/s). Bovendien is er rekening

gehouden met het grondwater verlies van het Albertkanaal en het debiet van Cokerill Chertal (samen 3 m³/s). De volgende figuur geeft een overzicht van het verloop van deze afgeleide debiet.



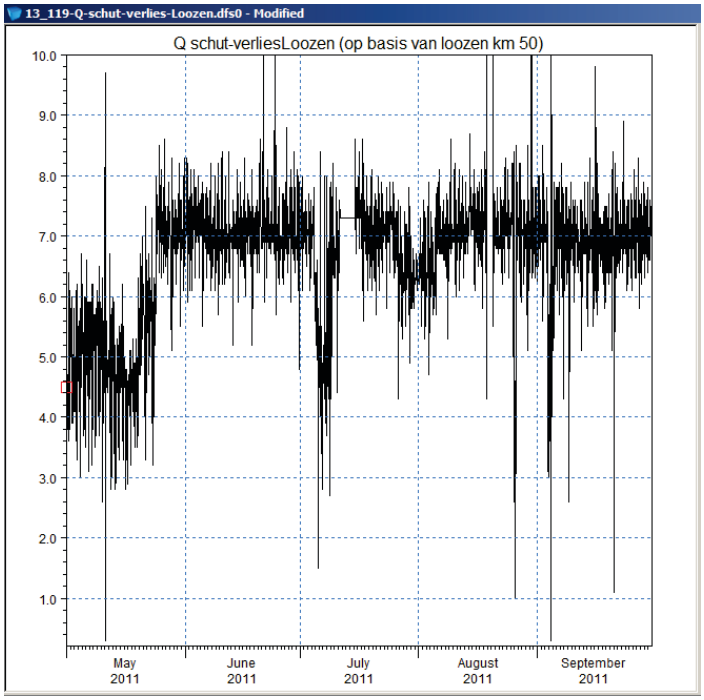
Figuur 13 – verloop van het schut debiet en verlies Sluis Visé

4.3.6 Sluizen van Lanaken en Neerharen

De sluizen van Lanaken en Neerharen zijn gemodelleerd als een combinatie van een stuw en een opgelegd debiet. Dit schutdebiet is afgeleid op basis van de schuttingen in de periode 2009-2010 (bron: NV De Scheepvaart) en wordt begroot op 0,44 m³/s.

4.3.7 Sluis Bocholt

De sluis van Bocholt is gemodelleerd volgens de methode beschreven in § 4.3 en op basis van de gemeten debieten in Loozen (verder afwaarts). Het huidige schutdebiet (extra debienten inbegrepen) wordt begroot op gemiddeld 6,6 m³/s met pieken tot 10 m³/s. De volgende figuur geeft een overzicht van het verloop van het debiet, waar een duidelijke sprong in de metingen zichtbaar is, van gemiddeld 5 m³/s voor mei 2011 naar 7 m³/s vanaf juni.

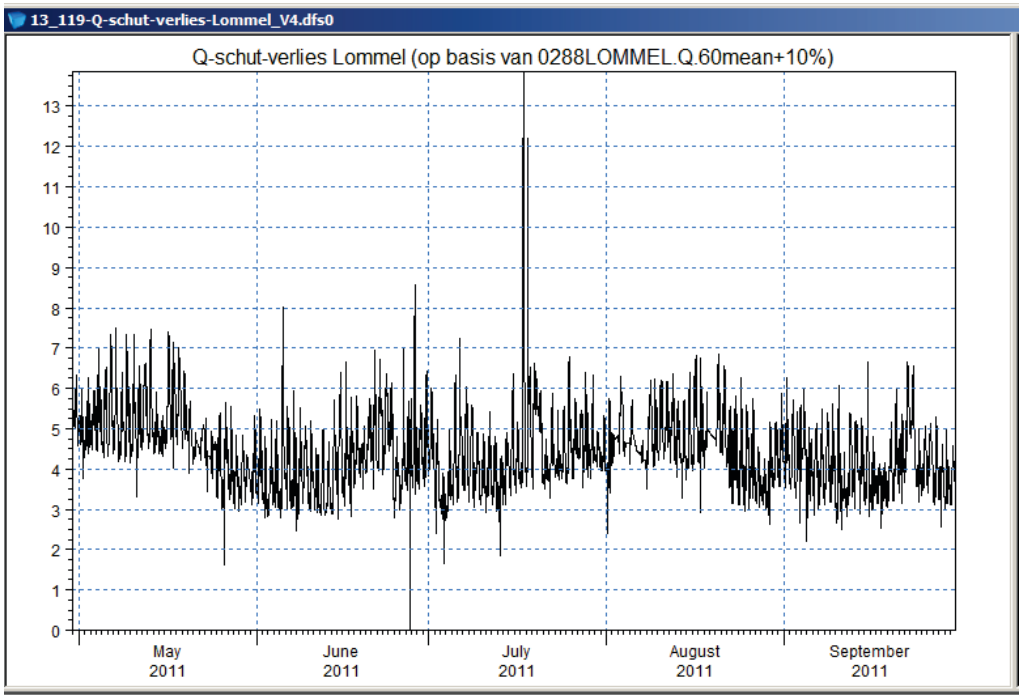


Figuur 14 – verloop van het schut debiet en het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis Bocholt

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

4.3.8 Sluis 1 Lommel

De sluis 1 Lommel is gemodelleerd op basis van de gemeten debieten. Het huidige schutdebiet (extra debiten inbegrepen) wordt begroot op gemiddeld 4,4 m³/s met pieken tot 12 m³/s. Figuur 15 geeft een overzicht van het verloop van het debiet voor deze structuur.

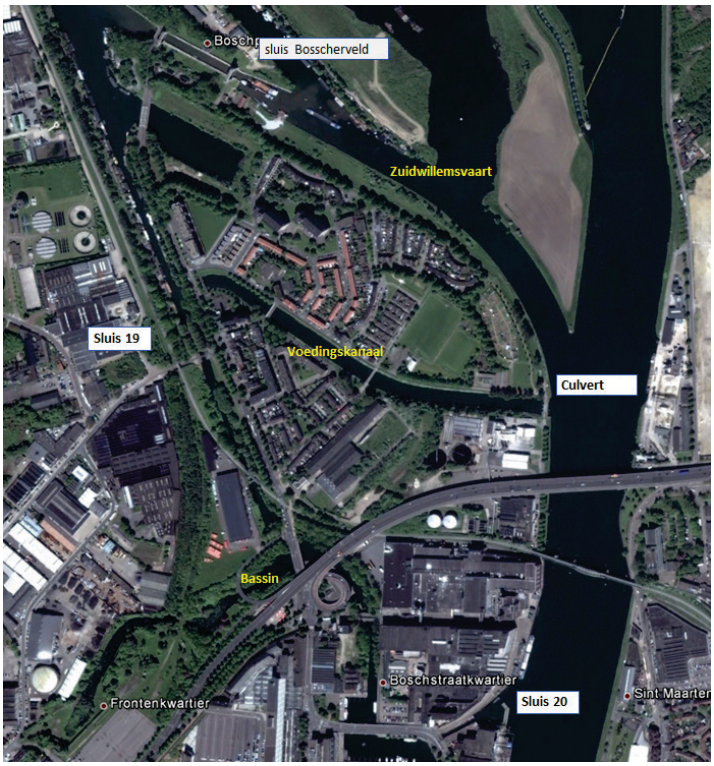


Figuur 15 – verloop van het schut debiet en het debiet voor ander gebruik-verlies Sluis -1 Lommel

4.3.9 Sluis Bosscherveld- Duiker Voedingskanaal

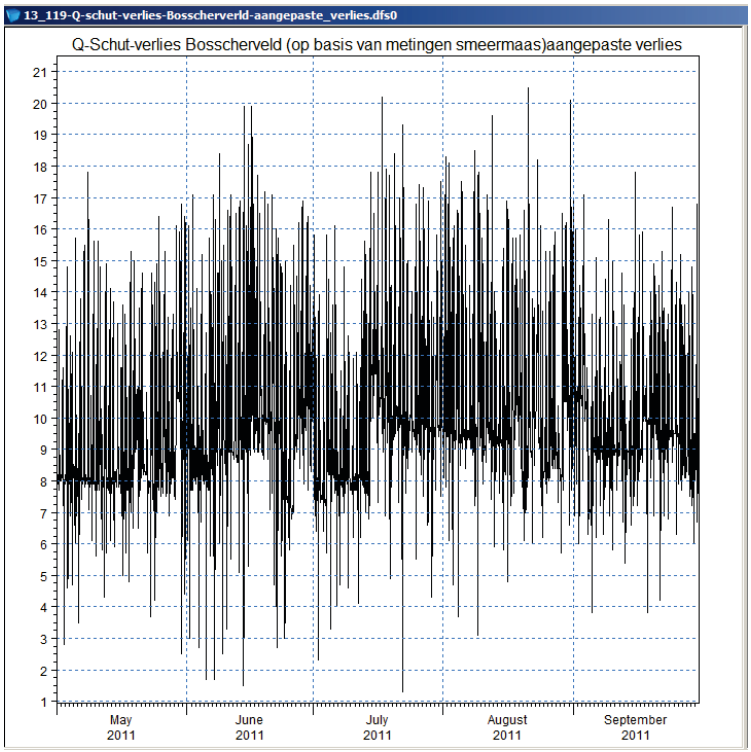
Het schutdebiet van de verschillende sluizen (Sluis 19, Sluis 20, Sluis Bosscherveld) wordt begroot op basis van de informatie van de waterbeheerders, maar de afvoer naar de Zuid-Willemsvaart gebeurt voornamelijk via het Voedingskanaal. De volgende figuur geeft een overzicht van deze locatie.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 16 – Overzicht van de voeding van de Zuid-Willemsvaart

Het schut debiet van Bosscherveld wordt samen met verliezen en extra afvoer berekend op basis van de aangepaste metingen in de Smeermaas. De gemeten debieten moesten verminderd worden met 30%, zodat de waterbalans en waterstanden afwaarts goed konden overeenkomen met de metingen. Figuur 17 geeft een overzicht van het verloop van het debiet voor deze locatie.



Figuur 17 – verloop van het schut debiet en het debiet voor ander gebruik-verlies complex Bosscherveld-voedingskanaal sluis 19

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

4.3.10 Stuw te Borgharen

De stuw te Borgharen is gemodelleerd als een beweegbare structuur van 60 m breed (3 stuwen van 20 m) met een bodempeil op 40,0 m TAW (37,67 m NAP) . Er wordt een vereenvoudigde regeling toegepast die tracht het waterpeil opwaarts constant te houden op 46,40 m TAW (44,07 m NAP). In werkelijkheid zijn er ook een vistrap die niet ingevoerd is in het model.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

5 SIMULATIES

5.1 Huidige toestand

5.1.1 Verdeling Luik (Wallonië)

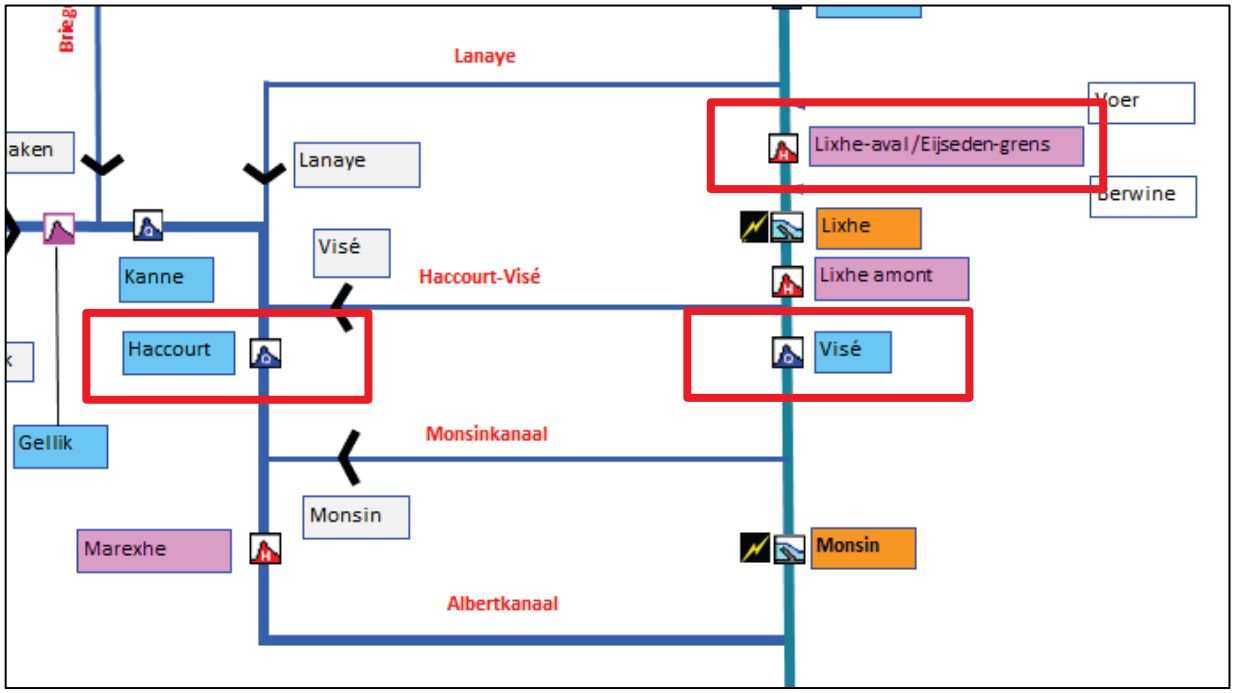
De evaluatie van de waterverdeling in Wallonië gebeurt op basis van de analyses van de waterstanden in het Albertkanaal opwaarts Haccourt en de Maas opwaarts Visé. Ter controle worden ook de waterstanden afwaarts Lixhe geanalyseerd (zie Figuur 18).

Voor de analyses wordt ook rekening gehouden met de uurlijkse en dagelijkse debieten voor dezelfde controle punten (Visé, Haccourt en Eijsden) en met het verloop van de gemeten en gesimuleerde cumulatieve volumes. Al deze informatie wordt weergegeven in Figuur 19.

Uit de resultaten kunnen we afleiden dat de gesimuleerde debieten (dagelijks) en waterstanden in de Maas en het Albertkanaal in Wallonië goed overeen komen met de waargenomen waarden. De cumulatieve volumes worden ook goed gesimuleerd wat een correcte waterbalans bevestigt. De gesimuleerde uurlijkse debieten worden sterk onderschat, deze schommelingen zijn vermoedelijke te wijten aan de werking van de waterkrachtcentrales die niet expliciet gemodelleerd zijn in het huidige model.

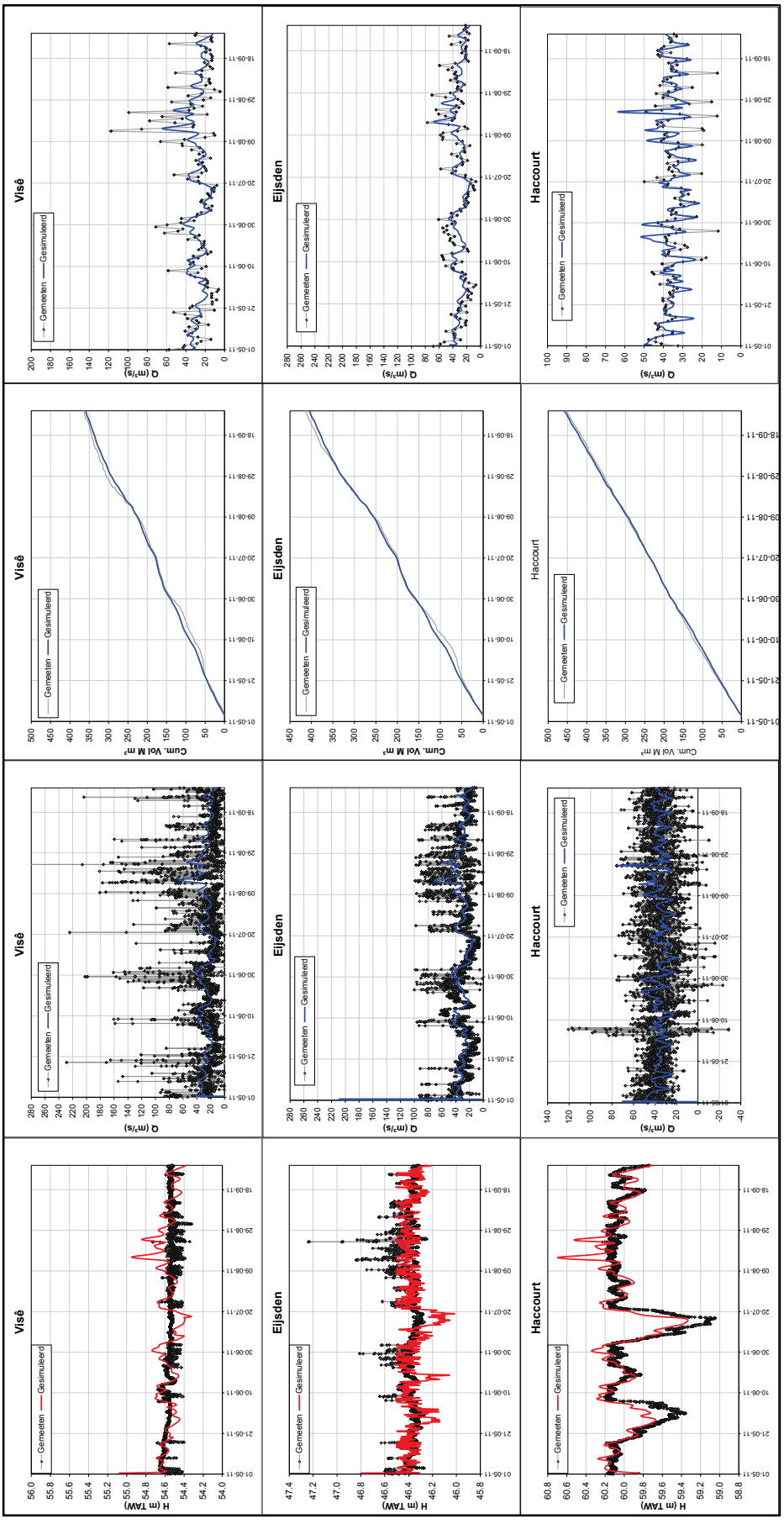
Aangezien de gesimuleerde waterstanden een goede overeenkomst geven met de gemeten waarden is het mogelijk om op deze manier de daling van de waterstanden in het Albertkanaal te Haccourt correct weer te geven, wat het doel van de modellering was.

De waterstanden afwaarts Lixhe worden correct gemodelleerd maar lichtjes onderschat tijdens de meeste droge periodes, dit kan verklaard worden door een eventuele overschatting van het debiet dat afgevoerd wordt naar de afwaartse panden of door een tekort aan bovenafvoer voor deze periodes (wat ook te zien is in de dagelijkse debieten te Visé)



Figuur 18 – Schematisatie Wallonië

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 19 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes Wallonië

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

5.1.2 Verdeling in Nederland

De evaluatie van de waterverdeling in Nederland gebeurt voornamelijk op basis van de analyses van de waterstanden in de Maas te St.-Pieter. Er wordt ook rekening gehouden met de waterstanden in Borgharen Dorp en Bunde, maar die twee laatste zijn in het model als afwaartse randvoorwaarden opgelegd. Voor een beter begrip wordt in Figuur 20 een overzicht van de schematisatie weergegeven.

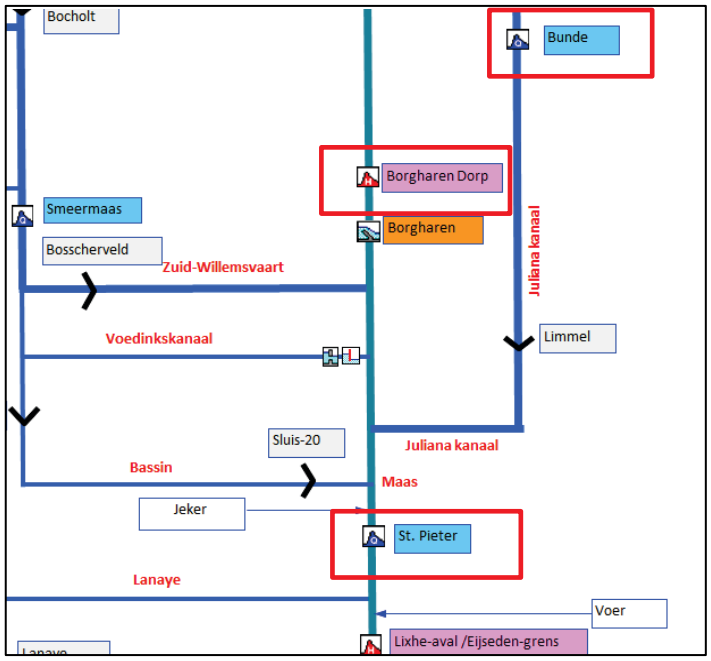
Het verloop van de gesimuleerde en waargenomen waterstanden, de debieten en de cumulatieve volumes voor de verschillende stations (St. Pieter, Bunde, Borgharen Dorp) wordt weergegeven in Figuur 21.

Uit de resultaten kunnen we afleiden dat (globaal gezien) de gesimuleerde waterstanden een goede overeenkomst geven met de waargenomen waarden. Ze worden weliswaar licht onderschat voor de periodes van de abnormale daling, wat leidt tot een grotere gesimuleerde daling in het pand Lixhe-stuw_Borgharen. Dit kan verklaard worden door extra afvoeren die niet gemeten zijn (bijvoorbeeld pompen afwaarts de stuw te Borgharen) of door een watertekort in de invoer opwaarts.

De debieten worden globaal ook correct gesimuleerd, behalve voor 4 periodes waar zelfs de dagelijkse debieten sterk worden onderschat. Ook de gesimuleerde uurlijkse debieten worden onderschat. Deze schommelingen zijn vermoedelijk te wijten aan de werking van de waterkrachtcentrales die niet expliciet gemodelleerd zijn in het huidige model.

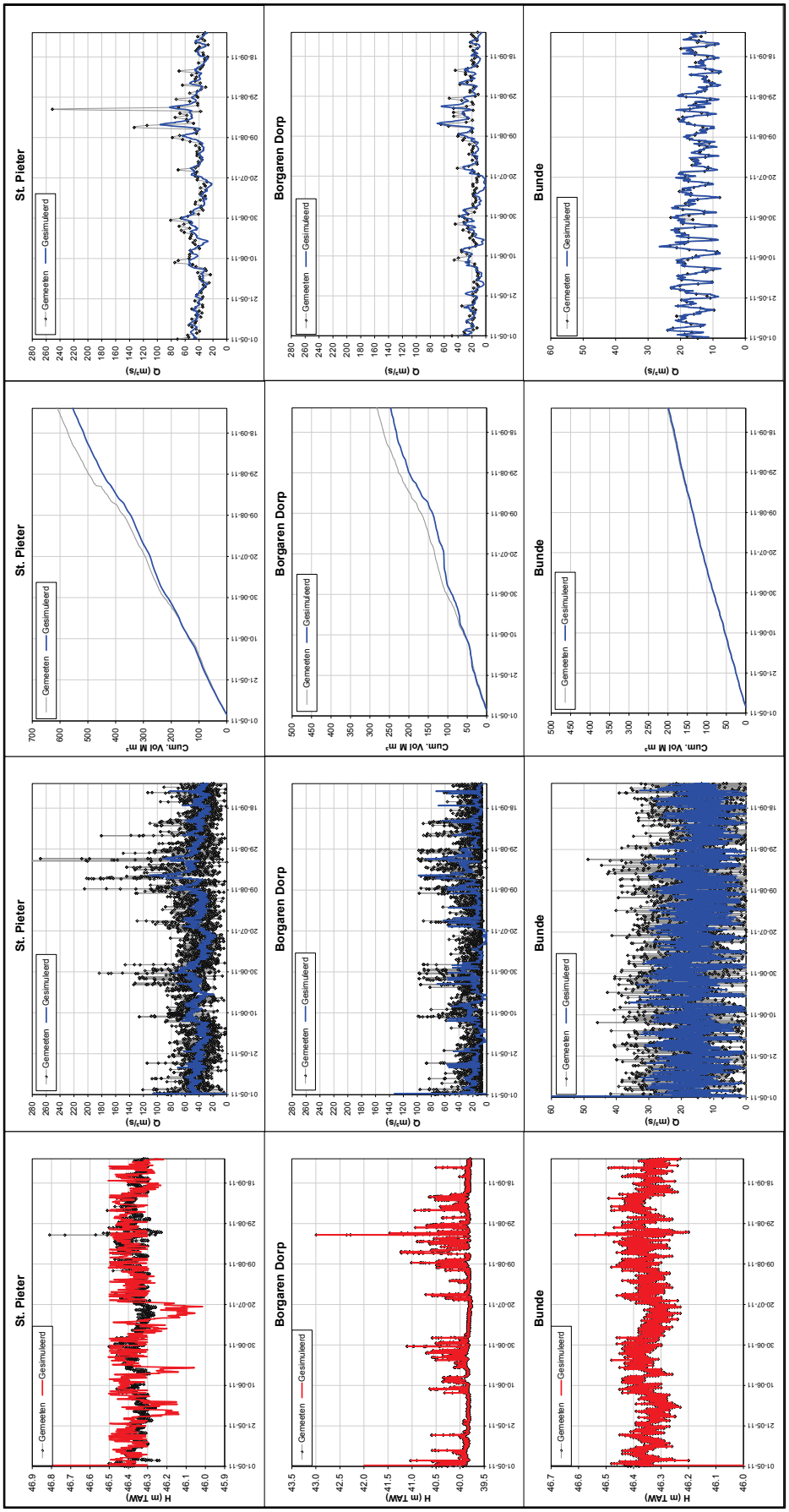
De cumulatieve volumes worden goed gesimuleerd richting het Julianakanaal, maar licht onderschat in de Maas te St.-Pieter en Borgharen Dorp. Grotere cumulatieve volumes in St-Pieter (door bijvoorbeeld een correctie in de debieten uit te voeren) zou leiden naar betere gesimuleerde waterstanden in het pand afwaarts Lixhe (ter hoogte van St. Pieter), maar lagere gesimuleerde waterstanden in het opwaartse pand (die nu correct gemodelleerd zijn), bovendien zouden de waterstanden in de Maas te Borgharen Dorp ook lichtjes stijgen.

Uit deze resultaten kunnen we dus een inconsistentie identificeren tussen de opwaartse afvoeren en de afwaartse afvoeren.



Figuur 20 – Schematisatie St.Pieter- Borgharen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 21 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes St.Pieter- Borgharen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

5.1.3 Kempische Kanalen

De evaluatie van de waterverdeling richting de Kempische kanalen gebeurt voornamelijk op basis van de analyses van de waterstanden en debieten in de stations van Smeermaas, Lozen en Lommel. Hierbij is rekening gehouden dat de meeste afvoer van de Zuid-Willemsvaart afgeleid wordt vanuit de Maas via het Voedingskanaal.

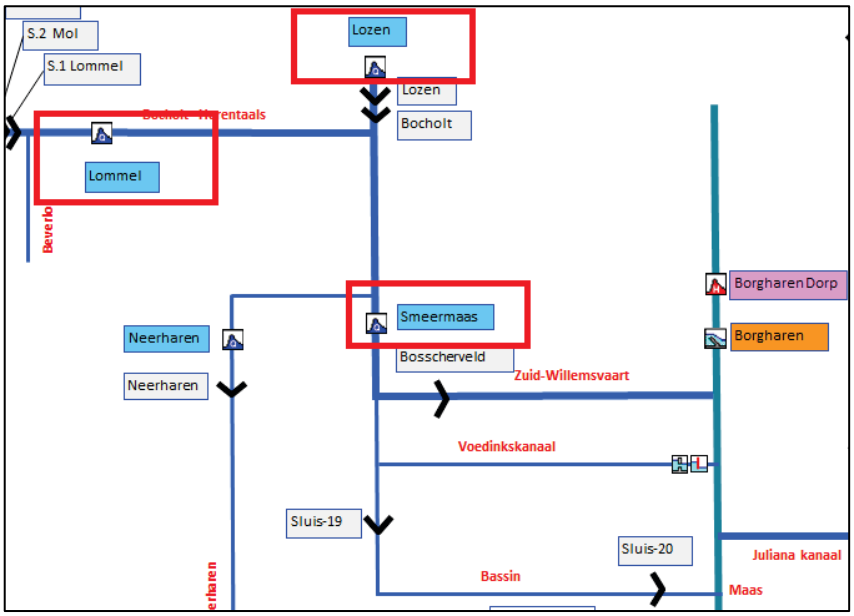
Figuur 22 geeft een overzicht van de schematisatie van dit deel van de verdelingsknoop.

Het verloop van de gesimuleerde en waargenomen waterstanden, debieten en cumulatieve volumes voor de verschillende stations (Smeermaas, Lozen en Lommel) wordt weergegeven in Figuur 23.

Uit de resultaten kunnen we afleiden dat de gesimuleerde waterstanden voor het interesse gebied, de Zuid-Willemsvaart tussen Bosscherveld en Bocholt en het kanaal Bocholt-Herentals opwaarts Lommel, een goede overeenkomst geven met de waargenomen waarden. De waterstanden in de Zuid-Willemsvaart worden gesimuleerd afwaarts de sluis van Bocholt, maar de waargenomen waterstanden tonen eerder de waterstanden in Lozen. Dit resulteert in grote verschil tussen de gesimuleerde en waargenomen waarden.

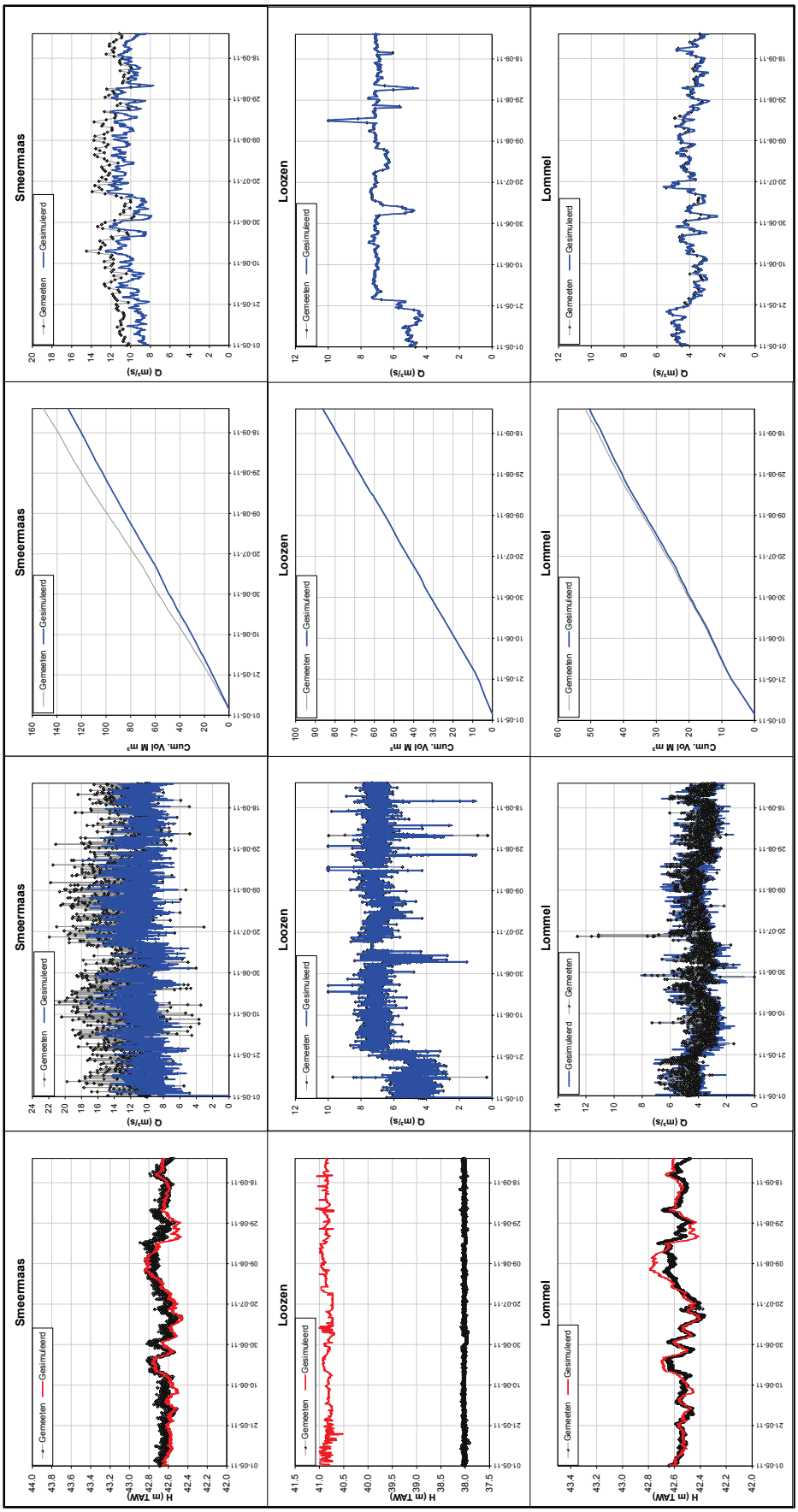
De debieten worden correct gesimuleerd voor de afwaartse afvoeren (de eind-output van het systeem). De gesimuleerde debieten ter hoogte van de Smeermaas worden onderschat, dit kan verklaard worden door de manier hoe de afvoeren langs de structuren berekend zijn. Om een correcte debietsverdeling in het systeem te hebben en de waterstanden correct te modelleren was het nodig om een verminderingsfactor van 30 % toe te passen ten op zichtte van de waargenomen debieten (zoals vermeld wordt in § 4.3.9)

De cumulatieve volumes worden ook goed gesimuleerd, wat een correcte sluiting bevestigt van de waterbalans tussen de invoer vanuit de Maas en de uitvoer richting de Zuid-Willemsvaart en het kanaal Bocholt-Herentals.



Figuur 22 – Schematisatie Kempische Kanalen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 23 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes Kempische Kanalen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

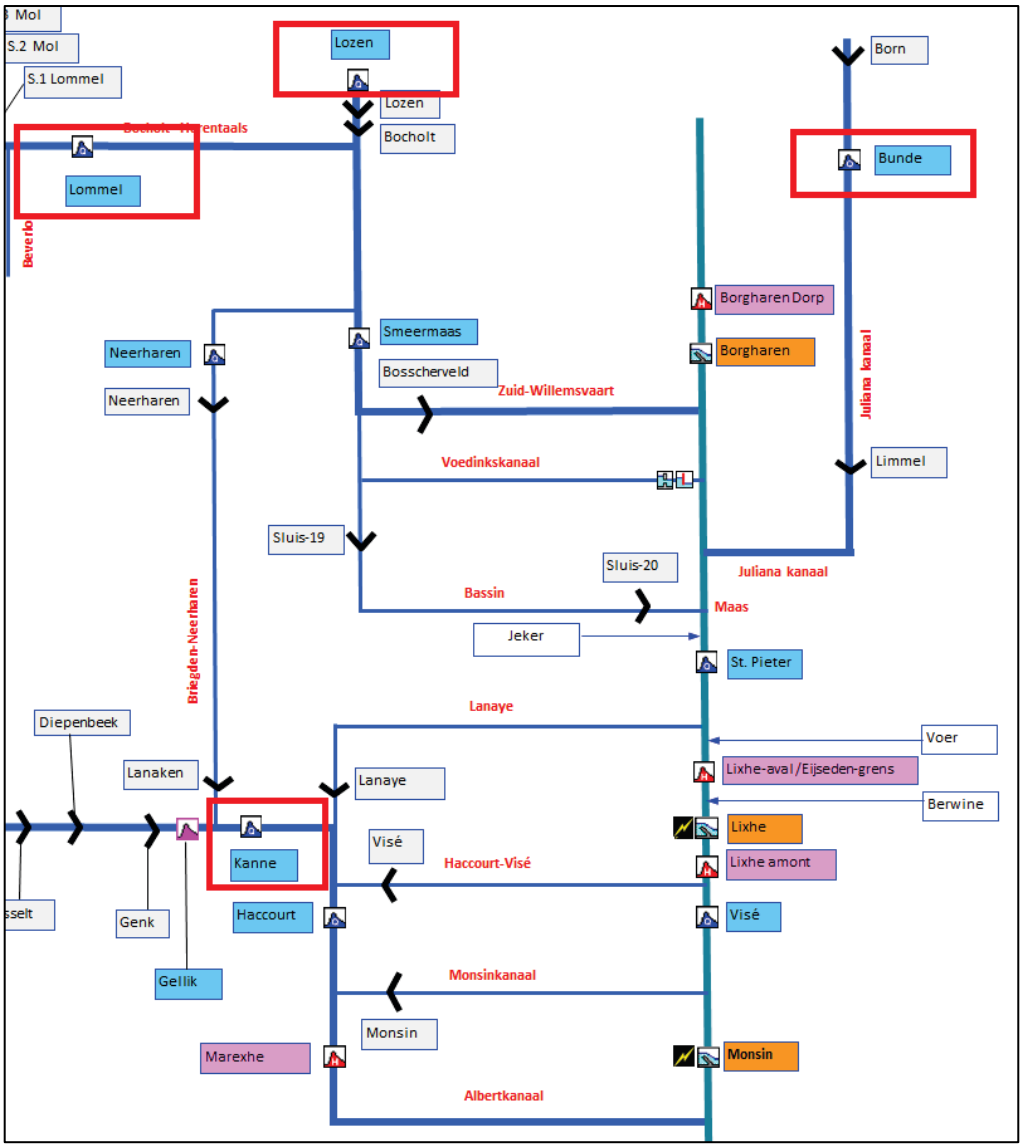
5.1.4 Verdeling Vlaanderen

De evaluatie van de waterverdeling in Vlaanderen gebeurde voornamelijk op basis van de analyses van de waterstanden in het Albertkanaal ter hoogte van Kanne. De correcte modellering van de waterstand in dit punt was essentieel om een antwoord te kunnen formuleren op de oorspronkelijke vragen.

Figuur 24 geeft een overzicht van de schematisatie van dit deel van het systeem. Figuur 25 geeft het verloop van de waterstanden, debieten, cumulatieve volumes voor het station in de Albertkanaal te Kanne. Bovendien worden ook de dagelijkse debieten en cumulatieve volumes voor de totale input en output in Vlaanderen en Nederland weergegeven.

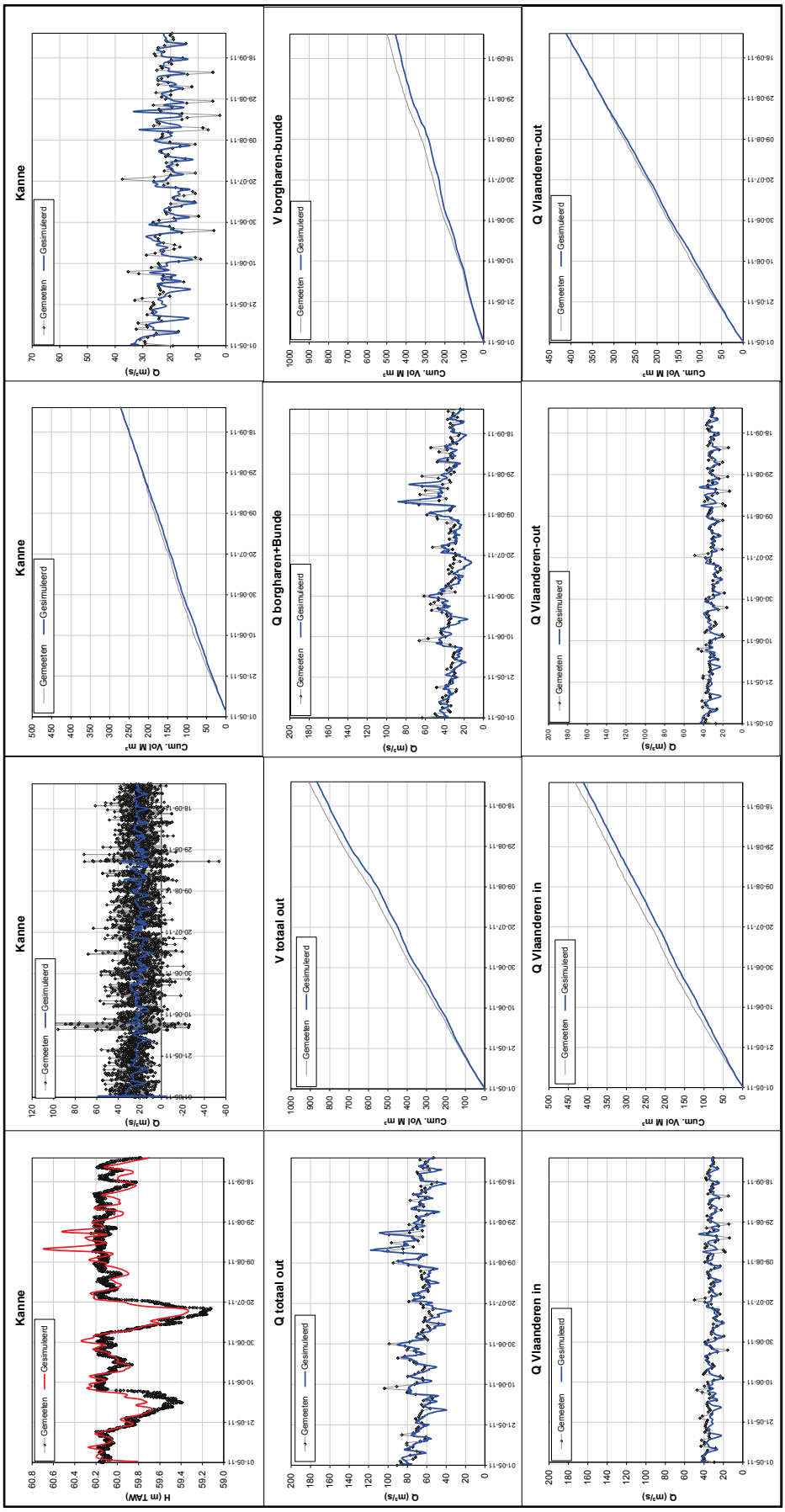
Uit de resultaten kunnen we afleiden dat de gesimuleerde waterstanden in het Albertkanaal in Vlaanderen een goede overeenkomst geven t.o.v. de waargenomen waarden. De inkomende afvoeren in Vlaanderen worden correct gesimuleerd wat inconsistent is met een onderschatting van de uitgaande afvoeren.

Richting Nederland worden de uitvoerende afvoeren eerder onderschat.



Figuur 24 – Schematisatie verdeling Vlaanderen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

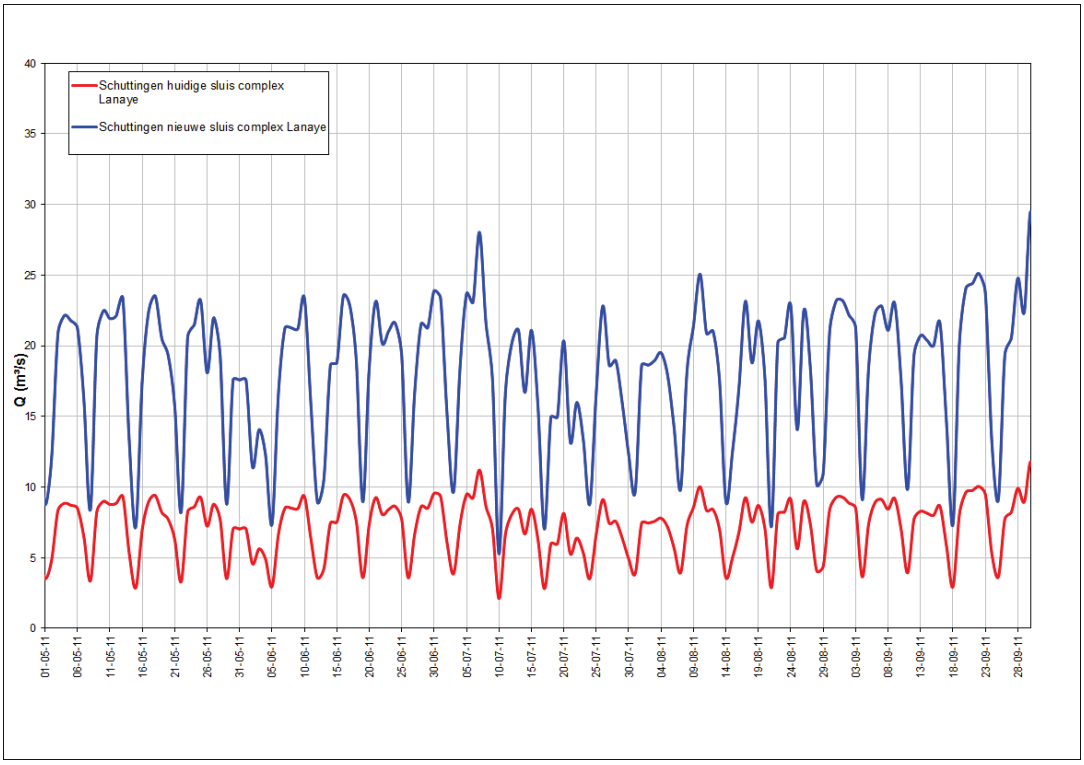


Figuur 25 – gesimuleerde waterstanden, debieten en volumes verdeling Vlaanderen

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

5.2 Nieuwe sluis Lanaye (S2)

Het effect van de nieuwe sluis van Lanaye is geanalyseerd aan de hand van een aangepast schutdebiet langs het nieuwe sluis-complex. Op basis van de prognoses van de SPW met een gemiddeld dagelijks schut-debiet van17 m³/s, is een aangepast debiet berekend. De volgende figuur geeft een overzicht van het verloop van dit aangepaste debiet, opgesteld op basis van de huidige schut debiet.

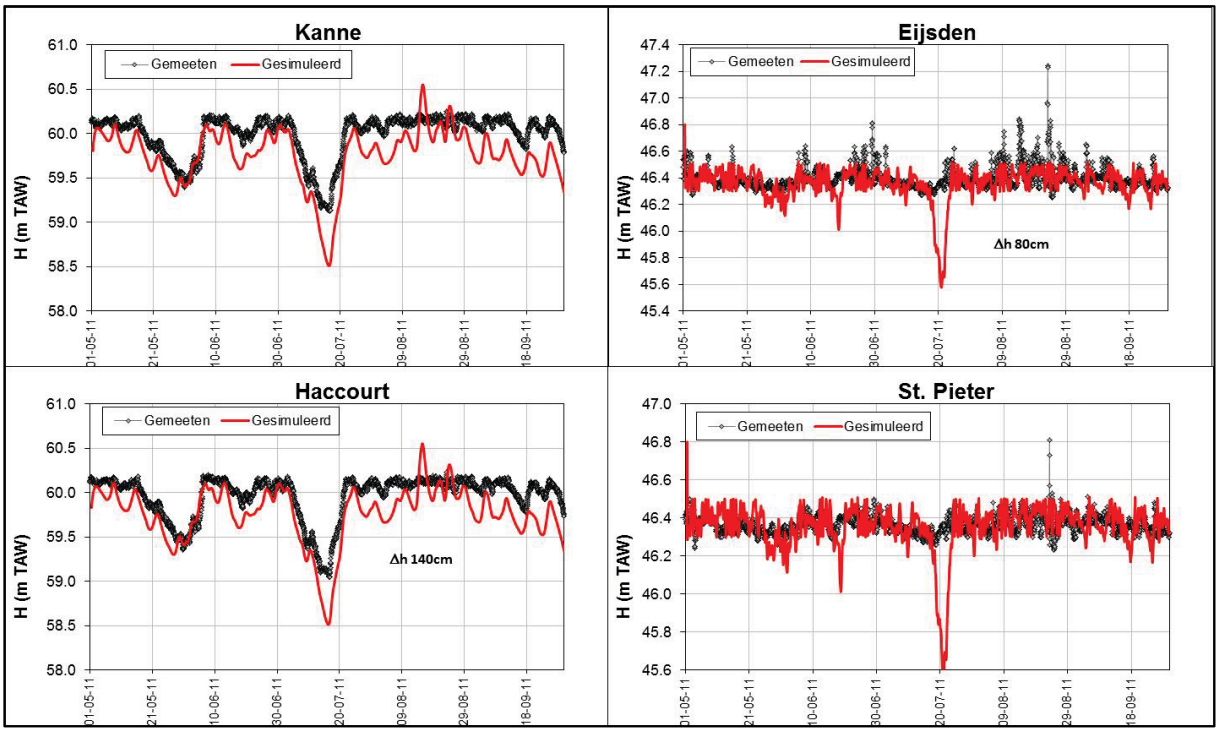


Figuur 26 – Schut debiet nieuwe sluis-complex Lanaye

De evaluatie van het effect van het nieuw sluiscomplex gebeurt op basis van de analyses van de waterstanden gemeten bij de stations van Eijsden, Kanne, Haccourt en St.-Pieter. Figuur 27 geeft een overzicht van deze waterstanden.

Uit de resultaten kunnen we afleiden dat de verhoging in watergebruik voor het nieuwe sluiscomplex van Lanaye zal leiden naar een grotere daling van de waterstanden voor een gelijkaardige situatie. Deze daling wordt begroot op 1,40 m t.o.v. de streefpeil in het Albertkanaal opwaarts Kanne.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 27 – Effect van de nieuwe sluis complex van Lanaye in de Waterstanden

5.3 Bestudeerde alternatieven

5.3.1 Mogelijke verklaringen en alternatieven voor juli 2011

Om een verklaring te vinden voor de gebeurtenissen van juli 2011 zijn er een aantal scenario's berekend. Tabel 4 geeft een overzicht van deze berekeningen.

- S12. Waar de verliezen of het andere gebruik in Wallonië volledig vermeden worden (Q= 0 m³/s).
- S13. Waar het extra mogelijke verlies in Monsin vermeden wordt (Q= 0 m³/s).
- S15. Waar een beperking is opgelegd voor de productie van energie (waterkrachtcentrales uit) als het gezamenlijk debiet Angleur+Amay kleiner is dan 48m³/s.

Tabel 4 – overzicht van de geanalyseerde alternatieven oude sluis Lanaye

Variabel	S_0	S_15	S_12	S_13
Q via Monsin	huidig	beperkt(Q48)	huidig	huidig
Schuttingen Lanaye	huidig	huidig	huidig	huidig
Verlies Lanaye	huidig	huidig	beperkt (0)	huidig
Extra verlies Monsin (opwts.Vise)	huidig	huidig	beperkt (0)	beperkt (0)
Schutingen Genk	huidig	huidig	huidig	huidig
Verlies Genk	huidig	huidig	huidig	huidig

Scenario's S12 en S13 boden geen oplossing voor het probleem.

5.3.1.1 S15 beperking op de energie productie

Scenario 15 evalueert het effect van de waterkrachtcentrale van Monsin. We hebben ons beperkt tot de analyse van deze waterkrachtcentrale omdat deze bepalend is voor het beheren van het waterpeil in het pand Ivoz-Rammet_ Genk. Er is een beperking opgelegd voor wat betreft het wel of niet functioneren van de waterkrachtcentrale, eens het debiet opwaarts Monsin (Qdag Amay + Qdag angleur) kleiner is dan 48 m³/s

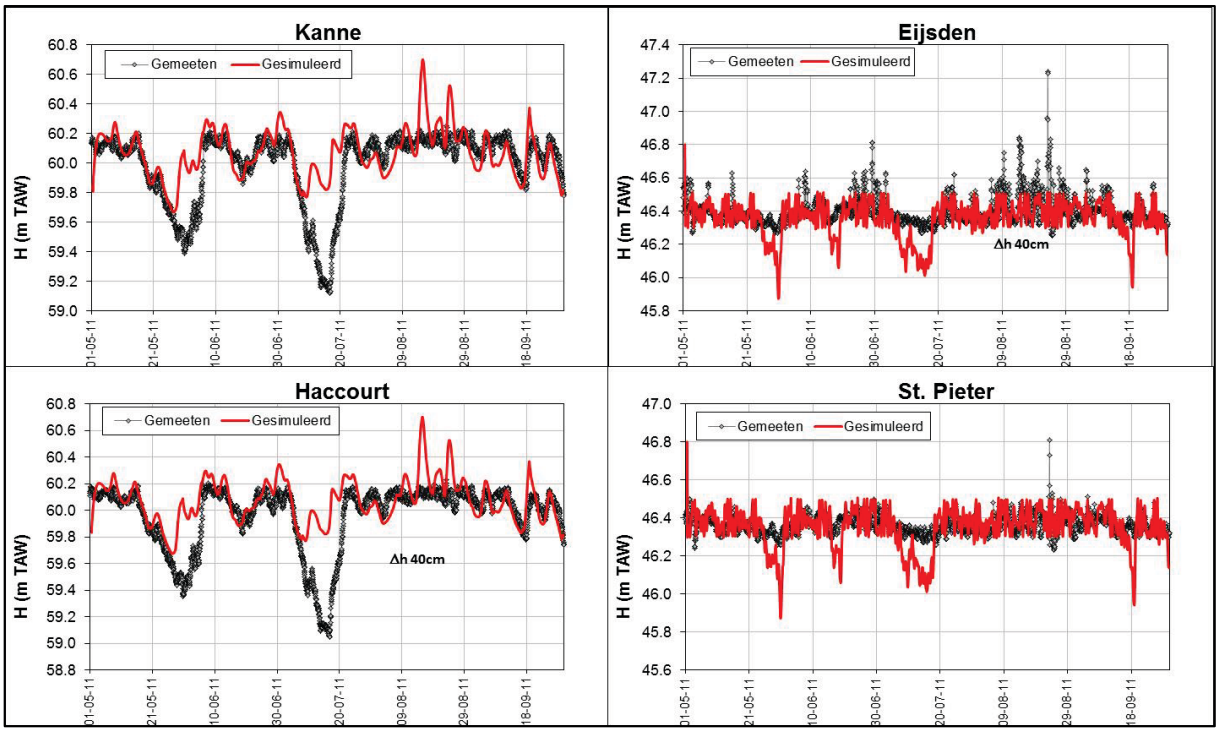
F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

wordt de centrale volledige dicht en wordt geen waterafvoer toegelaten. Bijgevolg resulteert dit in het feit dat er geen energie meer geproduceerd wordt.

5.3.1.2 Resultaten en conclusies

In Figuur 28 worden de resultaten weergegeven voor S15. Uit deze resultaten kunnen we concluderen dat hoewel de verliezen en extra afvoer zeer belangrijk zijn, ze niet kunnen beschouwd worden als de grootste oorzaak van de abnormale waterdaling van juli 2011. Het minimaliseren van deze verliezen en de extra afvoer (S12 en S-13) zal toch resulteren in een abnormale daling van de waterstanden.

Een beperking opleggen aan de energieproductie (S-15) zal resulteren in hogere waterstanden en zou geleid hebben tot een daling van slechts 40 cm i.p.v. de geregistreerde 100 cm (zie Figuur 28). Een beperking van de productie van energie wanneer het totale beschikbare debiet kleiner is dan 48 m³/s zou de situatie van de zomer van juli 2011 dus kunnen voorkomen.



Figuur 28 – Effect van de beperking in de energie productie

5.3.2 Mogelijke alternatieven voor het nieuwe sluiscomplex

Er zijn verschillende alternatieven geanalyseerd om een oplossing te bieden voor de grotere daling als gevolg van de verhoging van het watergebruik in Lanaye (S2). Tabel 5 geeft een overzicht van de verschillende geanalyseerde combinaties. Geen van deze scenario's gaf een oplossing voor de daling van de waterstanden voor een gelijkaardige situatie dan juli 2011.

Daarom is gekozen om naast een vermindering op de extra afvoer (verliezen inbegrepen) ook een vermindering op de schuttingen zelf toe te passen. Naast de beperking van de productie van energie is er een vermindering van 30 % in het schut-debiet (beperking naar de scheepvaart dus) opgelegd. Tabel 6 geeft een overzicht van deze verminderingen.

Het effect van dit aangepaste watergebruik wordt weergegeven in Figuur 30. Uit deze resultaten kunnen we afleiden dat een aangepast watergebruik van alle sectoren (energie, scheepvaart) kan leiden tot een betere situatie waar de daling zou beperkt kunnen blijven. De voorgestelde aanpassingen van het watergebruik kunnen niet beschouwd worden als een specifieke voorstel van oplossing. De exacte verminderingen moeten nog onderzocht worden.

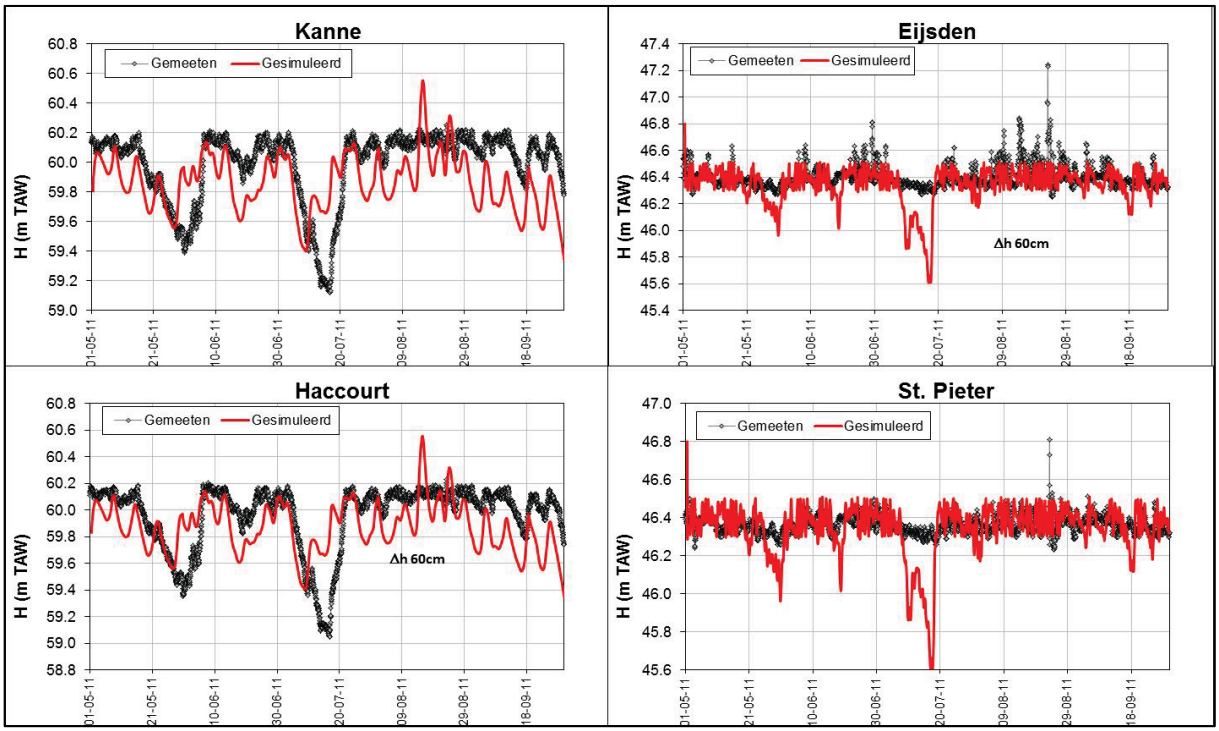
F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

Tabel 5 – overzicht van de geanalyseerde alternatieven Nieuwe sluis Lanaye

Variabel	S_2	S_4	S_5	S_9	S_10	S_11	S_16	S_17
Q via Monsin	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	beperkt(Q48)	beperkt(Q48)
Schuttingen Lanaye	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Verlies Lanaye	huidig	beperkt (0)	beperkt (0)	beperkt (0)	beperkt (0)	huidig	huidig	huidig
Extra verlies Monsin (opwts.Vise)	huidig	huidig	huidig	huidig	beperkt (0)	beperkt (0)	huidig	beperkt (0)
Schutingen Genk	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig
Verlies Genk	huidig	huidig	beperkt (0)	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig

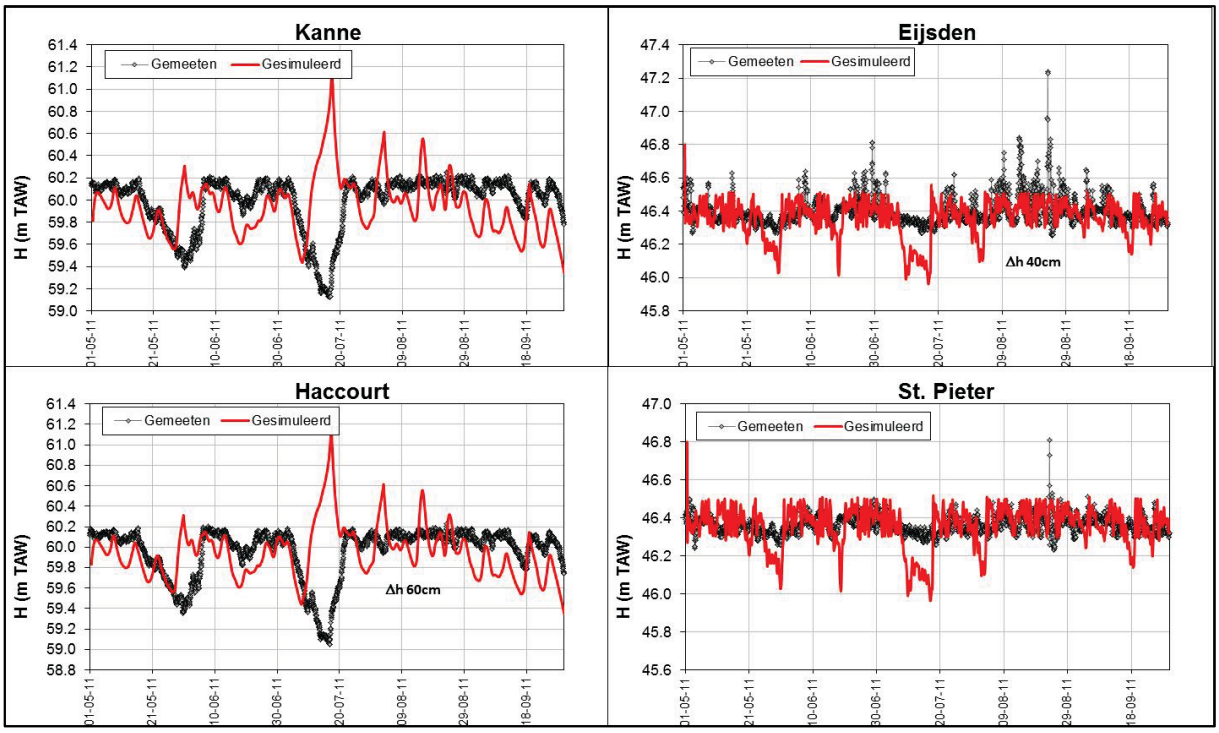
Tabel 6 – overzicht van het aangepaste watergebruik

S_18 Naast Beperkt (Q48)	reducties
Schutdebiet-Genk	30%
Schut-verlies-Genk	40%
Extra-verlies-sluis-monsin	100%
Schutdebiet-Diepenbeek	30%
Schutdebiet-Monsin	
Schutdebiet-Visé	
Schutdebiet-Lanaye	30%
Schut-verlies-Lanaye	40%
Schutdebiet-Sluis-20	
Schutdebiet-Sluis-19	
Schutdebiet-Bosscherveld	30%
Schutdebiet-Lanaken	
Schutdebiet-Neerharen	
Schutdebiet-Bocholt	30%
Schutdebiet-S.1 Lommel	30%
Schutdebiet-Julianakanaal	30%



Figuur 29 – Effect van beperking in energie productie en verliezen_extra afvoer (S17)

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016



Figuur 30 – Effect van aangepast watergebruik (S18)

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

6 CONCLUSIES

De waterverdelingsknoop Luik-Maastricht is een zeer complex systeem. Niet alleen zijn er verschillende verdelingen en verbindingen tussen de waterlopen aanwezig, ook en voornamelijk liggen de bediening van de verschillende structuren en de metingen verdeeld over verschillende beheerders.

Rekening houdend met deze complexiteit en de onzekerheden van de werkelijke werking van deze structuren, de onzekerheden rond de debietsmetingen en de gemaakte aannames, kunnen we de volgende conclusies formuleren:

- Een hydrodynamisch model van de verdelingsknop Luik- Maastricht is succesvol opgebouwd;
- Belangrijke afvoeren (verliezen en extra afvoer voor andere gebruik) langs de verschillende structuren zijn geïdentificeerd;
- De debietsverdeling is realistisch gemodelleerd;
- De gesimuleerde debieten en waterstanden geven een goede overeenkomst met de waargenomen waarden;
- De gesimuleerde abnormale daling van de waterstanden in het Albertakanaal geeft een goede overeenkomst met de metingen;
- Op basis van de resultaten beschrijven in § 5.3, kunnen we concluderen dat de abnormale daling van juli 2011 voornamelijk te wijten is aan een tekort van watervoorziening in het systeem ($Q < 50$ m³/s);
- Tijdens deze droge periode heeft geen van de watergebruikers hun watergebruik significant aangepast;
- De belangrijkste oorzaak kan gelinkt worden aan de productie van energie tijdens periodes van waterschaarste (bevestiging noodzakelijk);
- Een beperking van de productie van energie als het totale beschikbaar debiet kleiner is dan 48 m³/s zou de situatie van de zomer van juli 2011 kunnen voorkomen;
- De verhoging in watergebruik voor het nieuwe sluiscomplex van Lanaye zou leiden tot nog lagere waterstanden voor een gelijkaardige situatie (met een daling van 1,40 m t.o.v. het normale peil);
- De beperking van de energie productie zal niet volstaan om de waterpeildaling onder invloed van het watergebruik voor het nieuwe sluiscomplex van Lanaye te voorkomen;
- De beperking van energieproductie als Q Amay + Q Angleur < 48 m³/s; samen met het verminderen van schutdebieten, verliezen en extra afvoer voor andere gebruik in de drie regio'; kan leiden tot het voorkomen van een laag waterpeil in het Albertkanaal.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

7 AANBEVELINGEN

Op basis van de inzichten tijdens het uitvoeren van de studie kunnen we de volgende aanbevelingen formuleren:

- Het hydrodynamisch model moet verfijnd worden;
- De verschillende structuren moeten expliciet gemodelleerd worden, met inbegrip van de werking van de structuren voor de waterkrachtcentrales;
- Het is aan te bevelen om een gezamenlijk model op te stellen ten dienste van alle watergebruikers;
- Om het model correct te kalibreren is er nood aan een consistente set van meetgegevens voor de volgende stations:
    - Amay
    - Angleur
    - Haccourt
    - Visé
    - Kanne
    - St.-Pieter
    - Bunde
    - Lozen
    - Lommel

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

8 REFERENTIES

Baetens, J.; Van Eerdenbrugh, K.; Mostaert, F. (2005). Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen: inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën. WL Rapporten, 720_4. Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek: Borgerhout. vi, 64 +maps, appendices pp.

Baetens, J., Peeters, P., Van Eerdenbrugh, K. Mostaert, F. (2006) Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen – Opmaak van een modelinstrumentarium voor de ontwikkeling van laagwaterstrategieën. Mod. 724/2. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

Dassargues, A. (1997) Modeling baseflow from an alluvial aquifer using hydraulic cunductivity data obtained from a derived relation with apparent electrical resistivity. Hydrogeology Journal, v. 5, no. 3, 97-108.

De Boeck, K.; Michielsen, S.; Pereira, F.; Mostaert, F. (2012). Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en - allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 4 - Modellering van de huidige toestand op regionaal niveau. Versie 3_0. WL Rapporten, 724_04. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België

De Weerd, J. (1982) Studie van de debietsverdeling in het Albertkanaal en de Kempische Kanalen. Ir thesis Vrije Universiteit Brussel. Faculteit Toegepaste Wetenschappen: Brussel

De Wit et al., M. J. M. 2007. Impact of climate change on low-flows in the river Meuse. Climatic Change. 82, 2007, S. 351-372.

de Wit, M.; Dewil, P.; Maeghe, K. (2008) Afstemmen van meetreeksen aan de grenzen van Wallonië, Nederland en Vlaanderen. Memo in opdracht van de Internationale Maascommissie

Dierickx, P. (2012) Maas water balance between Flanders, Wallonia and the Netherlands: Datas collected by Wallonia during low water events in 2011. Concept

Jans, M. (1981) Inleidende studie over de voiding van het Albertkanaal en de Kempische Kanalen met het oog op debietberekening op komputermodel. Dienst voor de Scheepvaart. Hasselt. 30pp.+ 13 appendices

Michielsen, S. (2012) Analysis of the reduction of the water levels in july 2011. Memo in opdracht van nv De Scheepvaart.

Nossent, J.; Pereira, F.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Vereenvoudigd 1D-model Blauwe Kei: Eindrapport. Versie 1.0. WL Rapporten, 13_119. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

Rura-Arnhem (2012) Water balance in the river Meuse. Version 0.9. Rijkswaterstaat dienst Limburg: Maastricht Nederland

van Aubel, P. (2012) Research reduction water levels Ivoz-Ramet / Genk, July 2011. Memo Rijkswaterstaat

Van Craenenbroeck W., Marivoet, J. Stas, P. (1985) Waterbeheer en dispersie in het Albertkanaal en de Kempense Kanalen. Vrije Universiteit Brussel-Hydrologie, 11 [s.n.] [s.l.]. 197pp

[s.d.]. Waterbeheersing Albertkanaal en Kempische kanalen. Dienst voor de Scheepvaart: Haaselt. 28pp.

F-WL-PP10-1 Versie 05
GELDIG VANAF: 7/01/2016

DEPARTEMENT **MOBILITEIT EN OPENBARE WERKEN**

Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
Tel. +32 (0)3 224 60 35
Fax +32 (0)3 224 60 36
E-mail: waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
mow.vlaanderen.be
waterbouwkundiglaboratorium.be

//

Vlaamse overheid

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
T +32 (0)3 224 60 35
F +32 (0)3 224 60 36
waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
www.waterbouwkundiglaboratorium.be