

Vlaanderen
is wetenschap

00_162_5
WL rapporten

Modellering van waterbeschikbaarheid en waterallocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied

Deelrapport 5
Ontwikkelen van een drinkwaterlaag

DEPARTEMENT
**MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN**

waterbouwkundiglaboratorium.be

Modellering van waterbeschikbaarheid en waterallocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied

Deelrapport 5 – Ontwikkelen van een drinkwaterlaag

Crespo del Granado, P.; Michielsen, S.; Pereira, F.; Nossent, J.; Mostaert, F.

Waterbouwkundig Laboratorium
Vlaanderen is wetenschap

Cover figuur © Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.
De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.
Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2021
D/2021/3241/138

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Crespo del Granado, P.; Michielsen, S.; Pereira, F.; Nossent, J.; Mostaert, F. (2021). Modellering van waterbeschikbaarheid en waterallocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 5 – Ontwikkelen van een drinkwaterlaag. Versie 2.0. WL Rapporten, 00_162_5. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Vlaamse Overheid Waterbouwkundig Laboratorium	Ref.:	WL2021R00_162_5
Trefwoorden (3-5):	Waterbeschikbaarheid, waterallocatie, Schelde, modellering		
Kennisdomeinen	Waterbalans – Waterbeschikbaarheid > Numerieke modelleringen		
Tekst (p.):	30	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Crespo del Granado, P.; Michielsen, S.

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Nossent, J.	Getekend door:Jiri Nossent (Signature) Getekend op:2021-07-08 10:25:39 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed Jiri Nossent
Projectleider:	Pereira, F.	Getekend door:Fernando Pereira (Signat Getekend op:2021-07-02 15:40:05 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed Fernando Pereira

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door:Frank Mostaert (Signatur Getekend op:2021-07-07 16:21:42 +02:0 Reden:Ik keur dit document goed Frank Mostaert

Abstract

Het huidige watergebruik langs de bevaarbare waterlopen in het Scheldestroomgebied werd gemodelleerd na uitbreiding en actualisatie van het regionaal waterallocatiemodel. Gezien de complexiteit van het watersysteem en de interactie met aanpalende bekkens in Wallonië en Noord-Frankrijk, het model werd verbeterd om de kanalen die het Scheldestroomgebied met aanpalende stroomgebieden verbinden en een aantal rivieren uit deze aanpalende bekkens alsook te modelleren. Het gemodelleerde gebied beslaat zo bijna 49 500 km².

De vroegere versie van het waterbalansmodel gebruikte gemeten debiettijdreeksen voor de Samber, de Maas, het Albertkanaal en de Zuid-Willemsvaart. Bijgevolg waren de hydrologie en interactie van het Scheldestroomgebied met het Maasbekken niet gemodelleerd. De nieuwe versie van het waterallocatiemodel in MIKE HYDRO Basin modelleert het hydrologische wateraanbod van het Maasbekken en de verdeling van de Maas te Monsin waarvan het Albertkanaal en de Kempische kanalen profiteren.

Rekening houdend met de regionale schaal van het model, de onzekerheid van sommige invoerinformatie, de betrouwbaarheid van de metingen bij lage afvoeren en het belang van de droge periodes kan gesteld worden dat het model er behoorlijk goed in slaagt de huidige situatie te simuleren. Het geactualiseerde waterbalansmodel is gedetailleerder en modelleert de situatie in Noord Frankrijk en in het Maas bekken (en zijn interactie met de Schelde) correct. Met dit model kunnen langdurige simulaties worden uitgevoerd en de resultaten daarvan kunnen worden geanalyseerd met behulp van een op maat ontwikkelde post processing tool. Er kan geconcludeerd worden dat dit model geschikt is voor het evalueren van analyses van de huidige toestand op regionale schaal en om de impact van klimaatveranderingen op de waterbalans van het Scheldebekken te begroten.

Uit de analyse van de simulatie tussen 1967 tot en met 2013 (op basis van de huidige watervraag) blijkt dat er voor nagenoeg alle gebruikers aan de waterbehoefte voldaan kan worden. Deze resultaten bevestigen de resultaten van het eerste waterbalansbalansmodel (bestek WL-12-032). Langs enkele waterwegen komen er wel tekorten voor, waaronder ook een aantal economisch belangrijke (Kanaal Gent-Terneuzen, Albertkanaal, Kanaal Schelde-Duinkerke). Gedurende een maand blijven deze tekorten echter, op een paar uitzonderingen na, maximum enkele opeenvolgende dagen. Deze duiden niettemin aan de knelpunten in het watersysteem.

Inhoudstafel

Abstract III
Inhoudstafel V
Lijst van de tabellen VII
Lijst van de figuren VIII
1 Inleiding 1
1.1 De opdracht 1
2 Doelstellingen 2
2.1 Overkoepelende doelstellingen 2
2.2 Specifieke doelstellingen 2
3 Aanpak 3
3.1 Inventarisatie 3
3.2 Verwerking 7
3.2.1 De Watergroep 7
3.2.2 IWVA 7
3.2.3 FARYS 7
3.2.4 Water-Link 8
3.2.5 AGSO Knokke-Heist 8
3.2.6 PIDPA 9
3.3 Opbouw van het model 9
4 Resultaten 12
4.1 Inleiding 12
4.2 Spaarbekkens 13
4.2.1 Walem 13
4.2.2 Oelegem 15
4.2.3 Kluizen 17
4.2.4 De Blankaart 19
4.3 Verdelingsgebieden 21
4.3.1 De Watergroep: West-Vlaanderen 21
4.3.2 IWVA 22
4.3.3 FARYS: Centraal 24
4.3.4 Water-Link: Antwerpen 26

4.3.5 PIDPA 27
5 Conclusies 29
6 Referentielijst 30

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Samenvatting van geïnventariseerde gegevens van elk drinkwaterbedrijf..... 4
Tabel 2 – Aangeleverde tijdreeksen van FARYS 8

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Overzichtskaart van de drinkwatersector in Vlaanderen 3

Figuur 2 – Verbruikszones van PIDPA..... 10

Figuur 3 – Voorbeeld van een Reservoir knoop en zijn interactie met verdelingsgebieden/netwerken 11

Figuur 4 – Grafische weergave van het drinkwaterlaagmodel in MIKE HYDRO Basin 11

Figuur 5 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Walem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in alle spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013. 14

Figuur 6 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Walem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in alle spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit gemeten en aangeleverde dagelijkse gegevens van Water-Link voor de periode 2008 – 2013. 14

Figuur 7 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Oelegem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in het spaarbekken (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013. 16

Figuur 8 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Oelegem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in het spaarbekken (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit gemeten en aangeleverde dagelijkse gegevens van Water-Link voor de periode 2008 – 2013 16

Figuur 9 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Kluizen (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in de spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013. 18

Figuur 10 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Kluizen (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in de spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit gemeten en aangeleverde maandelijkse gegevens van De Watergroep voor de periode 2010 – 2015..... 18

Figuur 11 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC De Blankaart (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in het spaarbekken (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013..... 20

Figuur 12 – Drinkwaterproductie plus aankoop (+) en drinkwaterverbruik plus verkoop (-) in het verdelingsgebied West-Vlaanderen van De Watergroep..... 21

Figuur 13 – Drinkwaterproductie plus aankoop (+) en drinkwaterverbruik plus verkoop (-) in het verdelingsgebied van IWVA..... 23

Figuur 14 – Procentueel bijdrage uit verschillende bronnen in de voorziening van drinkwater in het verdelingsgebied van IWVA..... 23

Figuur 15 – Drinkwaterproductie plus aankoop (+) en drinkwaterverbruik plus verkoop (-) in het centrale verdelingsgebied van FARYS..... 24

Figuur 16 – Procentueel bijdrage uit verschillende bronnen in de voorziening van drinkwater in het centraal verdelingsgebied van FARYS..... 25

Figuur 17 – Procentueel onttrekking van verbruik en transfers naar andere verdelingsgebieden uit het centraal verdelingsgebied van FARYS..... 25

Figuur 18 – Procentueel aandeel van drinkwatervoorziening in het verdelingsgebied van Water-Link uit WPC's Oelegem en Walem gesimuleerd met resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied (linker as) en dagelijks verbruik (rechter as) 26

Figuur 19 – Verhouding van drinkwatervoorziening in PIDPA verbruikszone Polders en Heide (linker as) en drinkwaterverbruik debiet (rechter as) voor de simulatie periode van 2010 – 2013 27

Figuur 20 – Verhouding van drinkwatervoorziening in PIDPA verbruikszone Kanalen (linker as) en drinkwaterverbruik debiet (rechter as) voor de simulatie periode van 2010 - 2013 28

1 Inleiding

1.1 De opdracht

Tijdens de uitvoering van de verschillende opdrachten omtrent waterallocatiemodellering van het Scheldestroomgebied bleek dat het zou nuttig zijn om een aparte laag in het model op te stellen waar expliciet de verdeling van het drinkwater in kaart kan worden gebracht. Deze laag wordt opgesteld op basis van de bestaande infrastructuur en verdeling van drinkwater. Het toont het belang van ruw water uit bevaarbare waterlopen nodig voor de drinkwaterproductie op Vlaamse schaal.

Het drinkwaterlaagmodel voor Vlaanderen werd ontwikkeld op basis van aangeleverde gegevens van de vijf aanwezige drinkwatermaatschappijen in Vlaanderen en resultaten uit gesimuleerde spaarbekkens in het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied.

Na de vaststelling van doelstellingen wordt in dit rapport de aanpak toegelicht waarin de inventarisatie en verwerking van aangeleverde gegevens bepalen de opbouw van het model. Vervolgens worden de resultaten van gemodelleerde spaarbekkens en bepaalde verdelingsgebieden toegelicht. Conclusies getrokken uit de analyse van de resultaten worden in het laatste hoofdstuk van dit rapport gediscussieerd.

2 Doelstellingen

2.1 Overkoepelende doelstellingen

Deze deelopdracht had als initiële doel het expliciet modelleren van de drinkwatersector als een aparte laag in het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied. Op die manier kon het drinkwatervoorzieningsnetwerk in Vlaanderen beter bestudeerd worden.

Na sommige pogingen was duidelijk dat onder de huidige software was onmogelijk om deze aparte laag op te stellen in de huidige waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied (MIKE HYDRO Basin model). Daarom werd eerder gekozen om een aparte waterallocatiemodel (MIKE HYDRO Basin model) van de drinkwatervoorzieningsnetwerk in Vlaanderen op te stellen.

2.2 Specifieke doelstellingen

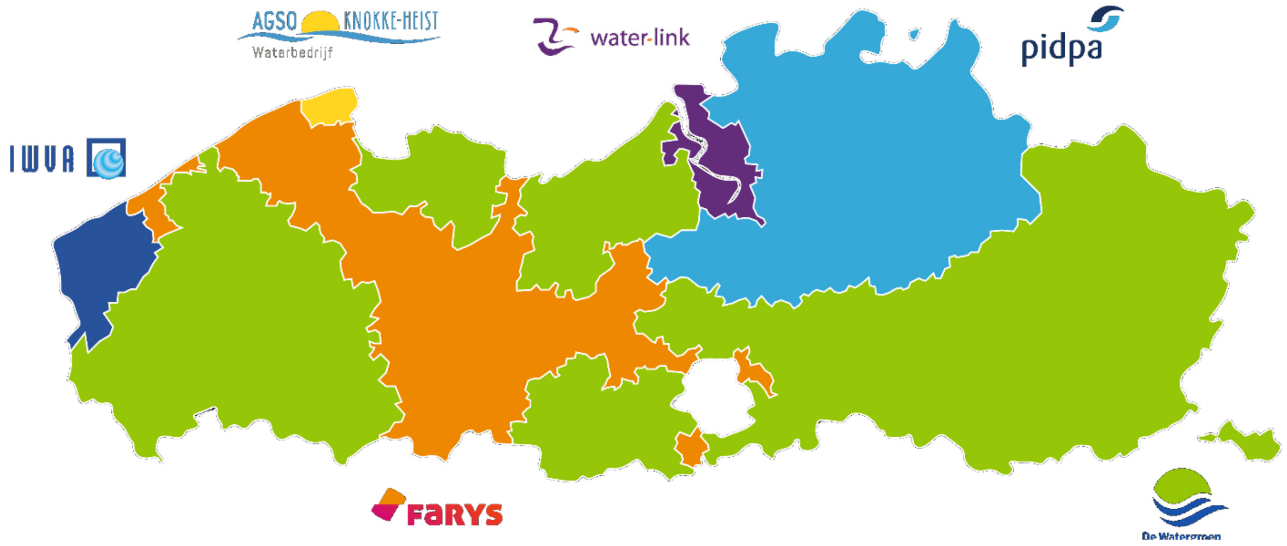
De volgende specifieke doelstellingen zijn vastgelegd:

- Het opstellen van een aparte drinkwatermodel met resultaten uit het huidige waterallocatiemodel en geïnventariseerde gegevens.
- Het expliciet modelleren van de belangrijkste toevoerleidingen van het drinkwater distributienetwerk in Vlaanderen op basis van aangeleverde gegevens van drinkwatermaatschappijen.
- Het expliciet modelleren van enkele spaarbekkens.

3 Aanpak

3.1 Inventarisatie

Geïnventariseerde gegevens vanuit zes drinkwatermaatschappijen in verband met grond- en oppervlaktewaterwinningen, transfers en verbruik vormen de basis van de drinkwaterverdeling in heel Vlaanderen. Onderstaande Figuur 1 toont een overzichtskaart van de drinkwatersector in Vlaanderen en de geografische spreiding van de verdelingsgebieden van drinkwaterbedrijven. Het formaat en eigenschappen van de verzamelde data varieert sterk tussen drinkwaterbedrijven waardoor een voorzichtige verwerking na de inventarisatie noodzakelijk is. Tabel 1 vat een beschrijving samen van de geïnventariseerde gegevens per drinkwaterbedrijf.



Figuur 1 – Overzichtskaart van de drinkwatersector in Vlaanderen (Bron: AquaFlanders)

Tabel 1 – Samenvatting van geïnventariseerde gegevens van elk drinkwaterbedrijf

Drinkwaterbedrijf	*Inventarisatie van gegevens*	*Periode / tijdsresolutie*
De Watergroep	Data wordt ingedeeld op basis van verdelingsregio binnen het netwerk van De Watergroep: • Het gebied Limburg/Vlaams-Brabant teert enkel op grondwaterwinningen dat ook alleen in deze regio worden verdeeld. • Het Meetjesland wordt voorzien met water van eigen grondwaterwinningen, WPC Kluizen en transfers vanuit EVIDES (NL). • Het Waasland ontvangt leveringen vanuit het netwerk van FARYS, Water-Link en WPC Kluizen plus eigen grondwaterwinningen. • In het gebied van West-Vlaanderen voorzien door De Watergroep water wordt geproduceerd uit grondwaterwinningen en oppervlaktewater in WPC's De Gavers, Zillebeke & Dikkebus en De Blankaart (+/- 5% van water uit WPC De Blankaart verkocht aan IWVA). Er is ook een belangrijke aanvoer uit Wallonië via de Transhennuyère. Dit is drinkwater afkomstig uit grondwaterwinningen in de Kolenkalk. • In het Pajottenland/Denderstreek wordt geen eigen water geproduceerd en drinkwatervoorziening is vervuld via leveringen vanuit SWDE (Wallonië), Vivaqua (Brussel) en het netwerk van FARYS. Gegevens per verdelingsregio zijn ingedeeld naar productie grondwater, aankopen, verkopen en verbruik. Verbruik is berekend op basis van een waterbalans.	2010 – 2015 / Maandelijks op basis van aantal dagen in opname rondes. Deze komen ruw overeen met elke maand in het jaar.
IWVA	IWVA voorziet één verdelingsgebied aan de kust en tegen Frankrijk. Grondwaterwinning in WPC Westhoek en water uit infiltratie in WPC Sint-André vormen de voornaamste eigen productie bronnen bij IWVA. IWVA produceert sinds 2002 drinkwater afkomstig van effluent uit de RWZI van Wulpen dat gezuiverd en geïnfiltreerd wordt in de zandduinen (infiltratiewater teelt nu tot 55% van eigen productie). Verder wordt water ingevoerd vanuit Frankrijk (nu +/-25%), De Watergroep en FARYS. Drinkwaterverbruik aan de kust wordt sterk beïnvloed door het toeristisch seizoen waardoor piekperiodes ontstaan. Tijdens deze periodes wordt meer water geproduceerd via infiltratiewater maar ook meer aangekocht van FARYS, De Watergroep en Frankrijk. Aangeleverde gegevens zijn ingedeeld naar eigen productie, aankopen vanuit FARYS, Siden (FR) en De Watergroep en totaal verkopen aan derden. Dagelijks verbruik gegevens in het verdelingsgebied van IWVA zijn eveneens ter beschikking gemaakt.	2010 – 2015; 1994 - 2017 / Maandelijks productie, aankoop en verkoop; Dagelijks verbruik

Drinkwaterbedrijf	*Inventarisatie van gegevens*	*Periode / tijdsresolutie*
AGSO Knokke-Heist	AGSO Knokke-Heist voorziet één enkele verdelingsregio aan de kust en de Nederlandse grens, namelijk gemeente Knokke-Heist. AGSO Knokke-Heist produceert drinkwater afkomstig van grondwater. Om de drinkwatervraag te voldoen wordt water ingevoerd vanuit Nederland (EVIDES, de belangrijkste bron) en van FARYS. FARYS koopt ook water van EVIDES dat via AGSO Knokke-Heist wordt aangevoerd. Drinkwaterverbruik aan de kust wordt sterk beïnvloed door het toeristisch seizoen waardoor piekperiodes ontstaan. Tijdens deze periodes wordt er dan ook meer geproduceerd in de mate van het mogelijke en aangekocht vanuit EVIDES en FARYS. Aangeleverde gegevens zijn ingedeeld naar eigen grondwaterwinning, aankopen vanuit FARYS en EVIDES (NL).	2010 – 2015 / Maandelijks
PIDPA	Drinkwatervoorziening door PIDPA is in zijn geheel afkomstig uit grondwaterwinningen binnen het verdelingsgebied van PIDPA met de uitzondering van leveringen uit WPC Oelegem (Water-Link) naar 3 van de 13 verbruikszones van PIDPA. PIDPA heeft haar distributienet in verschillende verbruikszones onderverdeeld. Van elke sector is er geweten hoeveel water er toestroomt en van welk WPC het afkomstig is. In het Zuidwesten (regio Mechelen) koopt PIDPA water van Water-Link terwijl ook water aan De Watergroep verkoopt. Aangeleverde gegevens zijn voorgesteld als een matrix tussen verbruikszones en WPC's met volumes water geleverd naar verbruikszones voor de prognose van een daggemiddelde van het jaar 2015. Volumes van jaarlijks daggemiddelde verbruik per verbruikszone van PIDPA zijn ook aangeleverd voor de periode 1973 – 2015.	1973 – 2015; 2015 – 2020 / Jaarlijks daggemiddelde verbruik per verbruikszone; Prognoses van jaarlijks daggemiddelde productie en capaciteits-verdeling
Water-Link	Het voorzieningsgebied van Water-Link bevat stad Antwerpen en enkele aangrenzende gemeenten. Het bedrijf heeft twee WPC's: Oelegem (noord) en Walem (zuid). Op het uiterste noordelijke deel van hun beheersgebied na, waar PIDPA hen van drinkwater voorziet, voorzien ze zichzelf van drinkwater afkomstig van deze 2 WPC's. Water-Link verzorgt de drinkwaterverdeling van Antwerpen en de industrie in de haven. Het bedrijf verkoopt zo'n 25% van haar productie aan FARYS en een beperkte deel aan De Watergroep. Al het water is uiteindelijk afkomstig van de Maas dat via het Albertkanaal en, voor de zuiderproductie, via het Netekanaal wordt aangevoerd. In het noordelijk WPC is er een buffer waarmee ze maximum ongeveer 20 dagen kunnen overbruggen. Voor de spaarbekkens van de zuiderproductie is dat minder omdat die zich daar niet toe lenen. Aangeleverde gegevens van Water-Link omvatten leveringen naar FARYS en De Watergroep (2014 en 2015) plus oppervlaktewater innames vanuit het Albertkanaal voor WPC Oelegem en vanuit het Netekanaal voor WPC Walem (2008 tot 2013).	2010 – 2015; 2008 – 2013 / Maandelijkse volumes van leveringen; dagelijkse innames uit kanalen

Drinkwaterbedrijf	*Inventarisatie van gegevens*	*Periode / tijdsresolutie*
FARYS	Het voorzieningsgebied van FARYS strekt zich uit van Vlaams-Brabant tot aan de kust bij Oostende. FARYS heeft eigen grondwaterwinningen in Wallonië, Oudenaarde en Beersel waarvan het water lokaal verdeeld wordt of naar het reservoir in Brakel wordt gestuurd (12% van het geleverde drinkwater op jaarbasis). Verder koopt FARYS water aan Vivaqua (Brussel), Water-Link en EVIDES (NL). Het water van Vivaqua, op dit moment goed voor ongeveer 40% van het geleverde water, wordt in Espinette (St.-Gensius-Rode) en Ukkel aan FARYS geleverd. Dit water is voornamelijk afkomstig van de winning uit de Maas (Taifer) en ondergrondse galerijen. Water-Link levert ongeveer 43% van het drinkwater dat FARYS verdeelt. Dit water is afkomstig van het WPC in Walem en wordt naar Buggenhout gevoerd waar het verder wordt verdeeld. In Gent wordt water afkomstig van het WPC Kluizen (De Watergroep) op het net van FARYS ingevoerd. Deze wordt echter via Water-Link gefactureerd. Dit volume is goed voor ongeveer 3% van het door FARYS verdeelde water. Tenslotte wordt er water aangevoerd uit Nederland (EVIDES) via Zelzate en Knokke. Samen goed voor ongeveer 2% van het door FARYS voorzien drinkwater. Er zijn 3 bufferbekkens om een zo gelijkmatige productie te hebben en om pannes of calamiteiten te overbruggen: Buggenhout (30 000m³), Brakel (30 000m³) en Mainvault (50 000m³). AQUADUCT: In 2019 zouden de investeringen in het Aquaduct-project operationeel moeten zijn. Dit komt erop neer dat dat de eigenproductie zal toenemen door een winning uit het kanaal Gent-Oostende in Oostende. De eigen winningen zijn dan goed voor 16% van het totale volume water dat door FARYS verdeeld zal worden. Verder zal de aankoop van water van Vivaqua verder afgebouwd worden tot 17% van het totaal verdeelde volume. Dit wordt gecompenseerd door de aankoop van extra water bij Water-link. Zodat dit de belangrijkste leverancier wordt. Bijna 60% zal van Water-link afkomstig zijn. Hiervoor wordt er een extra toevoerleiding naar Asse voorzien. Ook de aanvoer van Kluizen zal worden verhoogd tot 5% van het totale volume. De levering uit Nederland blijft ongewijzigd. Aangeleverde gegevens zijn ingedeeld naar productie/aankopen, leveringen aan derden en debietmetingen in bepaalde locaties van het toevoerleiding netwerk.	2010 – 2015 / Dagelijks

3.2 Verwerking

Rekening houdend met de verschillen in formaat en detailniveau van de geïnventariseerde gegevens, is het noodzakelijk om de gegevens eerst apart te verwerken per drinkwaterbedrijf. Het drinkwaterlaagmodel wordt gebouwd op basis van beschikbare gegevens en een dagelijkse tijdsresolutie. Hier wordt rekening gehouden met ruwere tijdsresoluties in aangeleverde gegevens en dubbele telling van transfers en leveringen van drinkwatermaatschappijen. Wegens verschillende formaten van aangeleverde gegevens wordt de verwerking van deze uitzonderlijk per drinkwaterbedrijf uitgevoerd. Het doel is om dagelijkse tijdreeksen te creëren in het formaat *.dfs0* die zullen dienen als invoer data van het drinkwaterlaagmodel in MIKE HYDRO Basin.

3.2.1 De Watergroep

Maandelijkse volumes in kubieke meters per verdelingsgebied in het netwerk van De Watergroep zijn eerst samengevat in één Excel blad vanaf januari 2010 tot december 2015. Deze tabel omvat volumes geproduceerd, aangekocht en verkocht in verdelingsgebieden Limburg/Vlaams-Brabant, het Meetjesland, het Waasland, West-Vlaanderen en Pajottenland/Denderstreek. Ontbrekende transfer volumes vanuit het Waasland naar het Meetjesland van januari tot en met juni 2010 zijn ingevuld door het maandgemiddelde volume van beschikbare jaren te berekenen.

Gebruikmakend van een VBA macro zijn maandelijkse volumes in kubieke meters van De Watergroep omgezet naar gemiddelde dagelijkse debieten in kubieke meters per seconde. Vervolgens wordt een Python script gebruikt om *.dfs0* bestanden van dagelijkse debieten te creëren.

3.2.2 IWVA

Maandelijkse volumes in kubieke meters in het voorzieningsgebied van IWVA zijn aangeleverd voor de periode 2010 – 2015. Deze omvat volumes geproduceerd (WPC's Sint-André en Westhoek), aangekocht en verkocht. In totaal worden drie tijdreeksen gehaald voor het netwerk van IWVA in het drinkwaterlaagmodel: eigen productie WPC Sint-André, eigen productie WPC Westhoek en levering van Siden (FR).

Volumes onttrokken in Zuigputten I en II in WPC Sint-André plus Zuigput 2 in WPC Westhoek vormen de eigen productie van IWVA hoewel de geproduceerde volumes volstaan niet. De levering vanuit Frankrijk (Siden) en transfers met FARYS en De Watergroep zijn noodzakelijk om het drinkwaterverbruik in de regio van IWVA te voldoen. Transfers met De Watergroep werden reeds gehaald in de verwerking van aangeleverde gegevens van De Watergroep. Transfers met FARYS zijn best via aangeleverde data van FARYS gehaald gezien de dagelijkse tijdsresolutie van deze.

Gebruikmakend van een VBA macro zijn maandelijkse volumes in kubieke meters van IWVA omgezet naar gemiddelde dagelijkse debieten in kubieke meters per seconde. Vervolgens wordt een Python script gebruikt om *.dfs0* bestanden van dagelijkse debieten te creëren.

3.2.3 FARYS

Tijdreeksen aangeleverd door FARYS in het kader van deze studie omvatten dagelijkse volumes van productie, toevoer binnen het leidingnetwerk in bepaalde locaties en leveringen naar en van derden. Onderstaande Tabel 2 lijst aangeleverde tijdreeksen op met dagelijkse volumes in kubieke meters voor de periode 2010 – 2015. Aangeleverde data bevat geen drinkwaterverbruik gegevens.

Gebruikmakend van een VBA macro zijn dagelijkse volumes in kubieke meters van FARYS omgezet naar dagelijkse debieten in kubieke meters per seconde. Vervolgens wordt een Python script gebruikt om *.dfs0* bestanden van dagelijkse debieten te creëren.

Tabel 2 – Aangeleverde tijdreeksen van FARYS

Productie/aankoop	Productie TMVW in Henegouwen
	Levering aan SWDE in Henegouwen
	Netto transport van productie Henegouwen naar Vlaanderen
	Productie Beersel
	Productie Oudenaarde
	Aankoop bij Vivaqua via leiding Ukkel-Asse-Gent
	Aankoop bij Vivaqua via leiding Espinette-Brakel
	Aankoop bij Water-link via pompstation Buggenhout
	Aankoop Bij Evides via Gent/Zelzate
	Aankoop bij Evides via Knokke
	Aankoop bij IWVA via leiding Nieuwpoort-Middelkerke
Levering aan derden	Levering aan De Watergroep in het Waasland (Sint-Niklaas/Laarne)
	Levering aan De Watergroep in het Pajottenlang vanuit leiding Espinette-Brakel
	Levering aan De Watergroep in het Pajottenlang vanuit leiding Asse-Gent
	Levering aan De Watergroep inWest Vlaanderen (Wingene/Oudenburg)
	Levering aan De Watergroep in Opwijk
	Levering aan IWVA via leiding Middelkerke-Nieuwpoort
Metingen in net netwerk TMVW	Vertrek vanuit reservoir Brakel in leiding Brakel-Gent
	Vertrek vanuit reservoir Brakel in leiding Brakel-Brugge
	Levering aan Oostende-Middelkerke
	Levering aan Knokke-Zeebrugge-Blankenberge-De Haan

3.2.4 Water-Link

Dagelijkse innames vanuit het Albertkanaal en het Netekanaal voor WPC's Oelegem en Walem respectievelijk zijn in kubieke meters per seconde aangeleverd waardoor geen nood is aan verwerking van deze tijdreeksen.

Maandelijkse volumes verkocht aan FARYS en De Watergroep zoals aangeleverd door Water-Link worden niet gebruikt in het drinkwaterlaagmodel wegens betere tijdsresolutie van deze data in gegevens aangeleverd door deze drinkwaterbedrijven.

3.2.5 AGSO Knokke-Heist

Aangeleverde data van AGSO Knokke-Heist volgt gelijkaardige formaat als dat van IWVA en De Watergroep. Gegevens voor de periode 2010 tot 2015 van geproduceerde, ingevoerde en aan derden geleverde maandelijkse volumes zijn verwerkt naar drie tijdreeksen om deze in te steken in het netwerk van AGSO Knokke-Heist in het drinkwaterlaagmodel. Deze zijn eigen productie van AGSO Knokke-Heist, levering van FARYS en levering van EVIDES (NL).

Eerst wordt er een waterbalans uitgevoerd om maandelijkse volumes voor deze tijdreeksen te berekenen. Levering naar FARYS wordt opgenomen in aangeleverde data van FARYS met een dagelijkse tijdsresolutie waardoor deze tijdreeks niet vanuit door ASGO Knokke-Heist aangeleverde gegevens wordt gehaald. Gebruikmakend van een VBA macro zijn maandelijkse volumes in kubieke meters van AGSO Knokke-Heist omgezet naar gemiddelde dagelijkse debieten in kubieke meters per seconde. Vervolgens wordt een Python script gebruikt om *.dfs0* bestanden van dagelijkse debieten te creëren.

3.2.6 PIDPA

Data ter beschikking gemaakt door PIDPA bevat jaarlijks daggemiddelde verbruik in verbruikszones voor de periode 1973 – 2015 en prognoses van een gemiddelde dag voor 2015 tot 2020. De matrix met een prognose van 2015 bevat data in verband met verdeling van geproduceerde water per WPC en betrokken verbruikszones. Jaarlijkse schommeling voor deze tijdreeksen is analoog toegepast naar de schommeling in oppervlaktewater innames van Water-Link in WPC's Oelegem en Walem gedurende dezelfde periode. Zodanig worden afzonderlijke factoren per dag gebruikt waarin de laagste factor vermenigvuldigd bij de dagelijkse tijdreeksen is 0.968 (in januari) en hoogste 1.022 (in juli).

Wegens de distributie van water uit elke WPC van PIDPA naar meerdere verbruikszones in het voorzieningsnetwerk van deze drinkwaterbedrijf, verdelingsverhoudingen van elke WPC worden berekend. Op deze manier kan MIKE HYDRO Basin de geproduceerde water in elk WPC verdelen tussen alle verbruikszones hier aangesloten door middel van *return flow fraction*. Bijvoorbeeld, WPC Grobbendonk verdeelt geproduceerde water naar 4 verbruikszones: Mechelen, Linker Rupeloever, Rechter Rupeloever en Twee Neten. Gebruikmakend van de matrix tussen WPC's en verbruikszones met '*te leveren per dag*' volumes water van een gemiddelde dag uit de prognose voor 2015 kunnen verdelingsverhouding factoren per verbruikszone in elk WPC berekend worden. The som van deze factoren is 1 waar 1 de totale productie in elk WPC voorstelt. Er zijn in totaal 11 WPC's van PIDPA plus levering van Water-Link verdeeld apart in 13 verbruikszones. Om het volume waterverbruik in elk verbruikszone volgens aangeleverde jaarlijks daggemiddelde verbruik (1973 – 2015) te evenaren werd de productie van water in elk WPC voor de periode 2010 – 2015 berekend in functie van verbruik en verdelingsverhouding van betrokken verbruikszones.

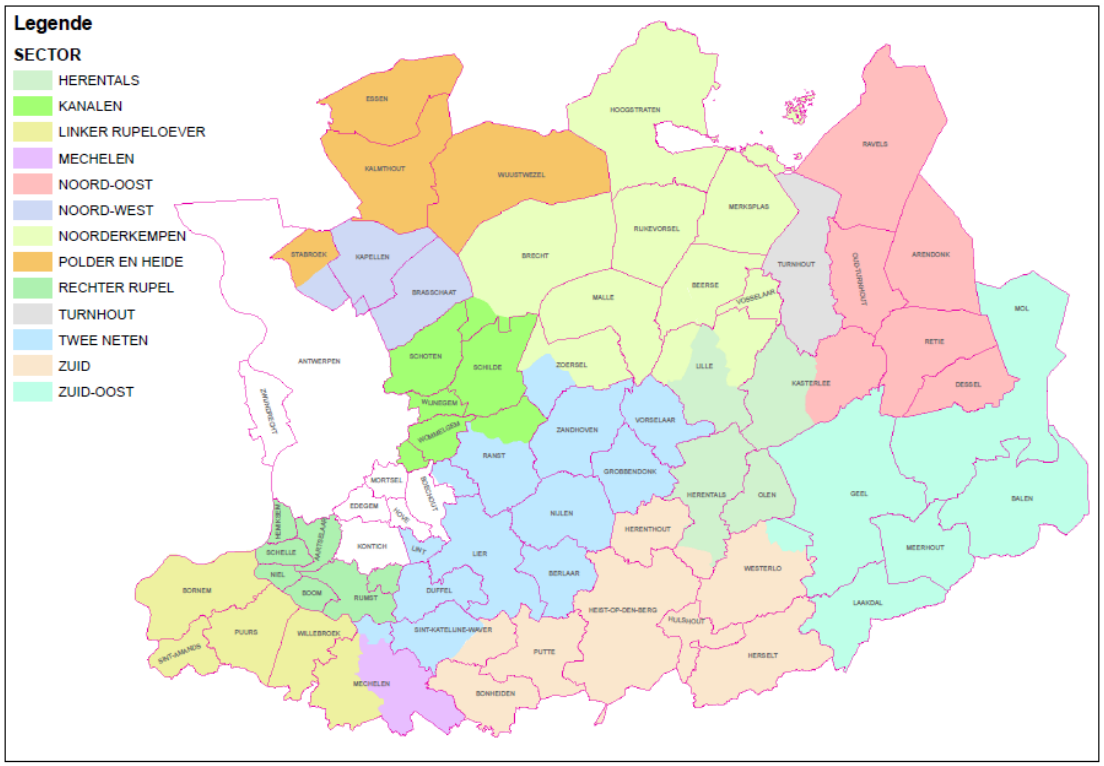
Gebruikmakend van een VBA macro zijn de gemiddelde prognose volumes in kubieke meters van PIDPA omgezet naar gemiddelde dagelijkse debieten met jaarlijkse schommeling toegepast in kubieke meters per seconde. Vervolgens wordt een Python script gebruikt om *.dfs0* bestanden van verdelingsverhouding factoren (*return flow fraction*) en dagelijkse debieten te creëren. Het reeks van het jaar 2015 werd telkens herhaald in de jaren ervoor vanaf 2010.

3.3 Opbouw van het model

Het drinkwatermodel in MIKE HYDRO Basin omvat productie, aankoop en distributie gegevens van drinkwater in heel Vlaanderen. Opbouw, opstelling en niveau van detail van het drinkwatermodel in MIKE HYDRO Basin is gebaseerd op gegevens ter beschikking gemaakt tijdens de inventarisatie. In tegenstelling tot het waterallocatiemodel voor het Scheldestroomgebied dat maar één netwerk bevat, worden in dit model meerdere netwerken getekend in het studiegebied. Een netwerk wordt hier beschouwd als één of meer *River Branches* die aan elkaar verbonden zijn.

Netwerken in het drinkwatermodel zijn overeenkomstig met distributie van water binnen elk drinkwaterbedrijf en de verdelingsgebieden. Bijvoorbeeld, de netwerken van IWVA, Water-Link en AGSO Knokke-Heist omvatten elk één verdelingsgebied waardoor één enkel netwerk wordt opgesteld voor elk van deze drinkwaterbedrijven. De Watergroep teelt 5 verdelingsgebieden (zie Tabel 1) waar elk een eigen netwerk in het model krijgt. Het netwerk van PIDPA wordt ingedeeld volgens verbruikszones van deze drinkwatermaatschappij. Figuur 2 toont aan de 13 verbruikszones van PIDPA. Op deze manier wordt elke verbruikszone een klein netwerk binnen het distributie gebied van PIDPA behalve Linker Rupeloever, Rechter Rupeloever en Mechelen die worden geaggregeerd.

Het distributie gebied van FARYS strekt zich uit van midden Vlaanderen tot aan de kust. Overeenkomstig met aangeleverde gegevens kan dit in drie verdelingsgebieden ingedeeld worden met elk een eigen netwerk: één centrale zone vanaf Brugge tot aan de grenzen met Provincie Henegouwen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en twee zones aan de kust voor Oostende-Middelkerke en Zeebrugge-Blankenberge-De Haan.

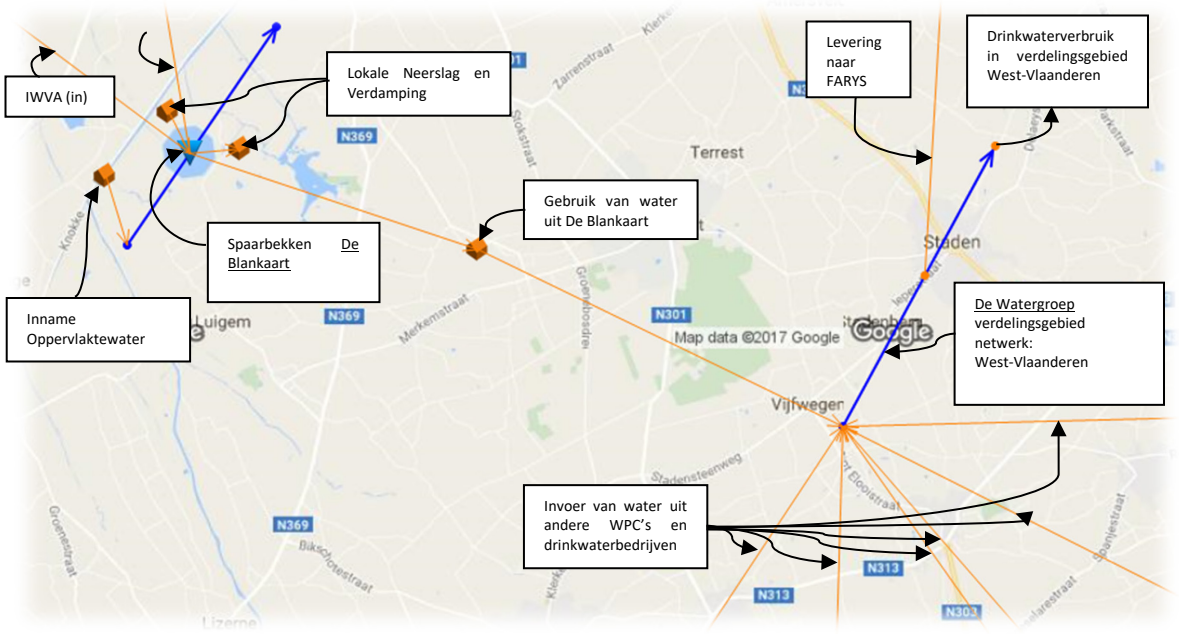


Figuur 2 – Verbruikszones van PIDPA (bron: PIDPA)

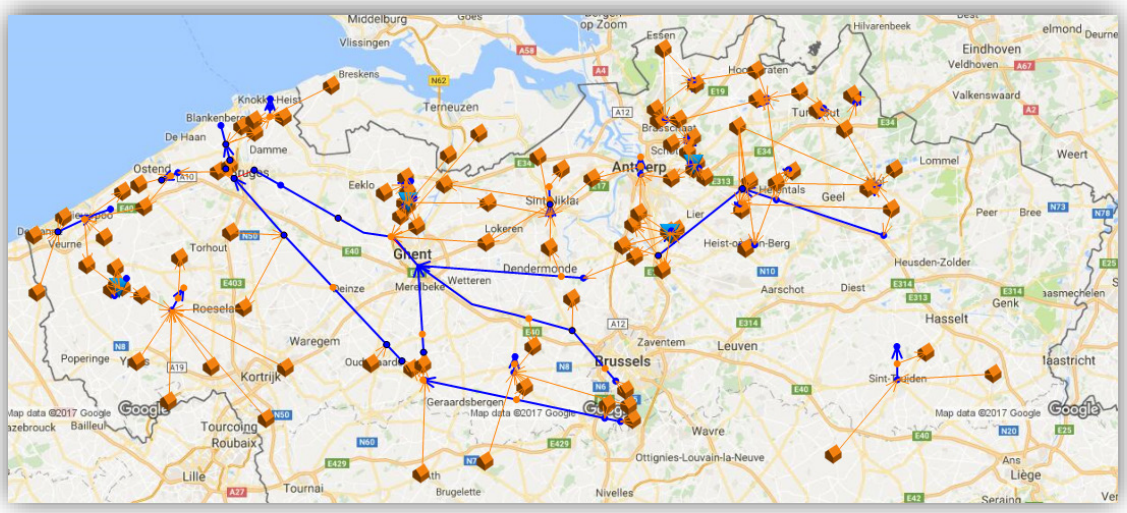
Water Productie Centra's inclusief grondwaterwinningen en watertransfers tussen drinkwaterbedrijven binnen en buiten Vlaanderen worden ingestoken in het drinkwatermodel doormiddel van *Water User* knoppen. Deze worden weergegeven in MIKE HYDRO Basin als oranje huizen (Zie Figuur 4). Deze onttrekken en/of lozen water uit/in verschillende netwerken van het drinkwatermodel. Een cycli ontstaat als gevolg van deze opstelling omtrent watertransfers tussen drinkwaterbedrijven waardoor een VBA macro werd geschreven om deze te simuleren zoals het geval is bij pompstations in het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied (Crespo del Granado et al., 2020).

Vier spaarbekkens worden meegenomen in het drinkwatermodel: Kluizen en De Blankaart van De Watergroep, en Walem en Oelegem van Water-Link. Afmetingen betreffende elke spaarbekken worden niet mee genomen in deze simulatie maar het volume wel. WPC's Kluizen en Walem tellen elk meer dan één spaarbekken maar deze worden geaggregeerd tot één spaarbekken voor elk WPC. Lokale neerslag en verdamping worden meegenomen op basis van reële oppervlakte van de spaarbekkens en geïmplementeerd in het model als enerzijds een lozende en anderzijds een onttrekkende watergebruiker. Alle spaarbekkens worden gesimuleerd gebruikmakend van *Reservoir* knoppen met kubieke afmetingen in MIKE HYDRO Basin. *Reservoir* knoppen worden in een eigen netwerk gesimuleerd. Dat wil zeggen dat de *River Branch* waar deze worden geïmplementeerd is niet aangesloten tot het netwerk van een verdelingsgebied. De interactie tussen de *Reservoir* knoop en zijn respectieve verdelingsgebied gebeurt doormiddel van *Water User* knoppen die de data omtrent innames, transfers en gebruik toepassen. Figuur 3 toont aan een voorbeeld van deze opstelling zoals geïmplementeerd voor De Blankaart.

Drinkwaterverbruik wordt gesimuleerd in enkele netwerken doormiddel van *Water User* knoppen wanneer gegevens beschikbaar hiervoor zijn. Dit is voornamelijk het geval in het verdelingsgebied van PIDPA. Andere verdelingsgebieden waar er geen gegevens van verbruik beschikbaar zijn bevatten geen verbruik *Water User* knoppen. In deze verdelingsgebieden wordt het overblijvend water in het netwerk beschouwd als drinkwaterverbruik per verdelingsgebied.



Figuur 3 – Voorbeeld van een Reservoir knoop en zijn interactie met verdelingsgebieden/netwerken



Figuur 4 – Grafische weergave van het drinkwaterlaagmodel in MIKE HYDRO Basin

4 Resultaten

4.1 Inleiding

MIKE HYDRO Basin levert resultaten op in de vorm van één groot tabel in *.dfs0* formaat met alle berekende variabelen voor alle knoppen in het model. De simulatie wordt opgestart vanuit een VBA macro met script om de cycli in de berekeningen van MIKE HYDRO Basin (die ontstaat bij transfers tussen drinkwatermaatschappijen) te vermijden. Daarenboven is de VBA macro uitgebreid om een selectie van de resultaten te halen uit het model tijdens de simulatie en deze in Microsoft Excel te laten opnemen. Op deze manier zijn grafieken van resultaten van een aantal verdelingsgebieden opgesteld tegelijk met een lopende simulatie. Resultaten uit alle vier gesimuleerde spaarbekkens zijn desgelijks op deze manier verwerkt.

Het ontwikkelen van een drinkwatermodel laat de gevolgen van beperkte aanbod/beschikbaarheid van oppervlaktewater uit het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied te kunnen beoordelen. Innames van oppervlaktewater in WPC's Walem, Oelegem, Kluizen en De Blankaart stellen samen een aanzienlijk deel van het drinkwateraanbod in Vlaanderen zoals onderstaande resultaten laten zien. Bovendien capteren deze WPC's oppervlaktewater uit knelpunten in het oppervlaktewatersysteem van bevaarbare waterlopen in het Scheldestroomgebied zoals geconcludeerd in het rapport van Deelopdracht 3 in het kader van deze studie (Crespo del Granado et al., 2020). Aldus zijn er twee simulaties uitgevoerd met het drinkwatermodel: enerzijds met gemeten innames van WPC's (waar beschikbaar) en anderzijds met resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied. Een vergelijking van deze twee simulaties laat een betere interpretatie van de resultaten en de werkwijze van het drinkwatermodel.

Wegens beschikbaarheid van data en resultaten uit het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied (1967 – 2013) zijn de simulaties van het drinkwaterlaagmodel in MIKE HYDRO Basin uitgevoerd voor de periode 2010 – 2013. Resultaten hieronder aangetoond en geanalyseerd omvatten eerst alle vier gesimuleerde WPC's en vervolgens een selectie van verdelingsgebieden van drinkwaterbedrijven.

4.2 Spaarbekkens

4.2.1 Walem

Het Water Productie Centrum van Lier-Notmeir-Walem in Provincie Antwerpen is onder beheer van drinkwatermaatschappij Water-Link. Het bestaat uit zes spaarbekkens in Lier-Duffel en één spaarbekken in Eekhoven. Deze worden geaggregeerd en geïmplementeerd in het drinkwaterlaagmodel als één groot spaarbekken met een totale opslag capaciteit van 4.400.000 kubieke meters als WPC Walem. Bufferbekkens worden niet meegenomen in deze analyse.

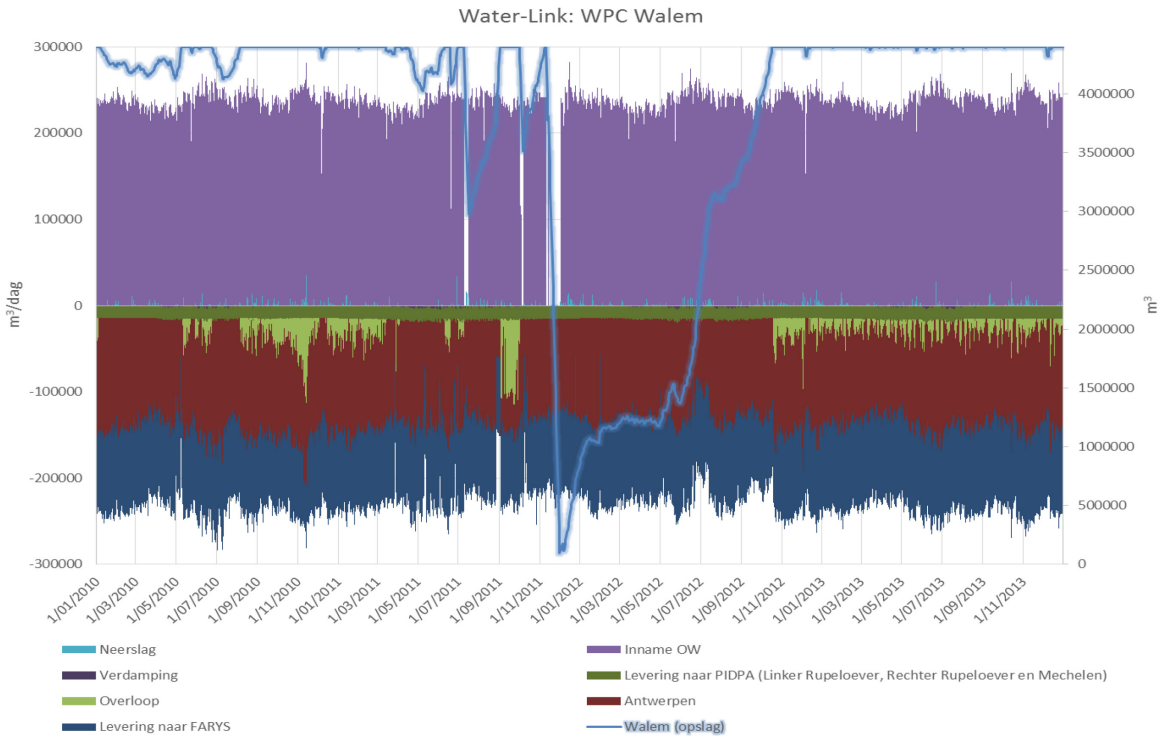
Inname van oppervlaktewater uit het Netekanaal en neerslag zijn de invoer elementen van deze *Reservoir* knoop. Leveringen naar PIDPA, FARYS en verbruik van Antwerpen onttrekken water uit deze spaarbekken. Data betreffend leveringen naar het netwerk van FARYS langs Buggenhout en naar verbruikszones Linker Rupeloever, Rechter Rupeloever en Mechelen van PIDPA zijn bekend en aangeleverd tijden de inventarisatie. Er ontbreekt data omtrent verbruik van Antwerpen en aangrenzende gemeenten, het verdelingsgebied van Water-Link. Deze werd berekend doormiddel van een balans tussen invoer en uitvoer in dit WPC met een veronderstelde minimum daggemiddelde debiet van 0.5 m^3/sec naar het verdelingsgebied van Water-Link als gemeten inname van oppervlaktewater uit het Netekanaal wordt stopgezet.

In het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied werd de tijdreeks van het jaar 2013 telkens herhaald in voorafgaande jaren (Crespo del Granado et al., 2020). Dat wilt zeggen dat inname van oppervlaktewater uit het Netekanaal in het waterallocatiemodel is representatief van het jaar 2013 in alle jaren van de simulatie. Wanneer het peil in kanaalpanden in het waterallocatiemodel meer dan één meter daalt wordt het wateraanbod volledig af geschorst waardoor een tekort ontstaat bij onttrekkende watergebruikers. Inname van oppervlaktewater is een onttrekkende watergebruiker in het waterallocatiemodel en een lozende watergebruiker in het drinkwaterlaagmodel.

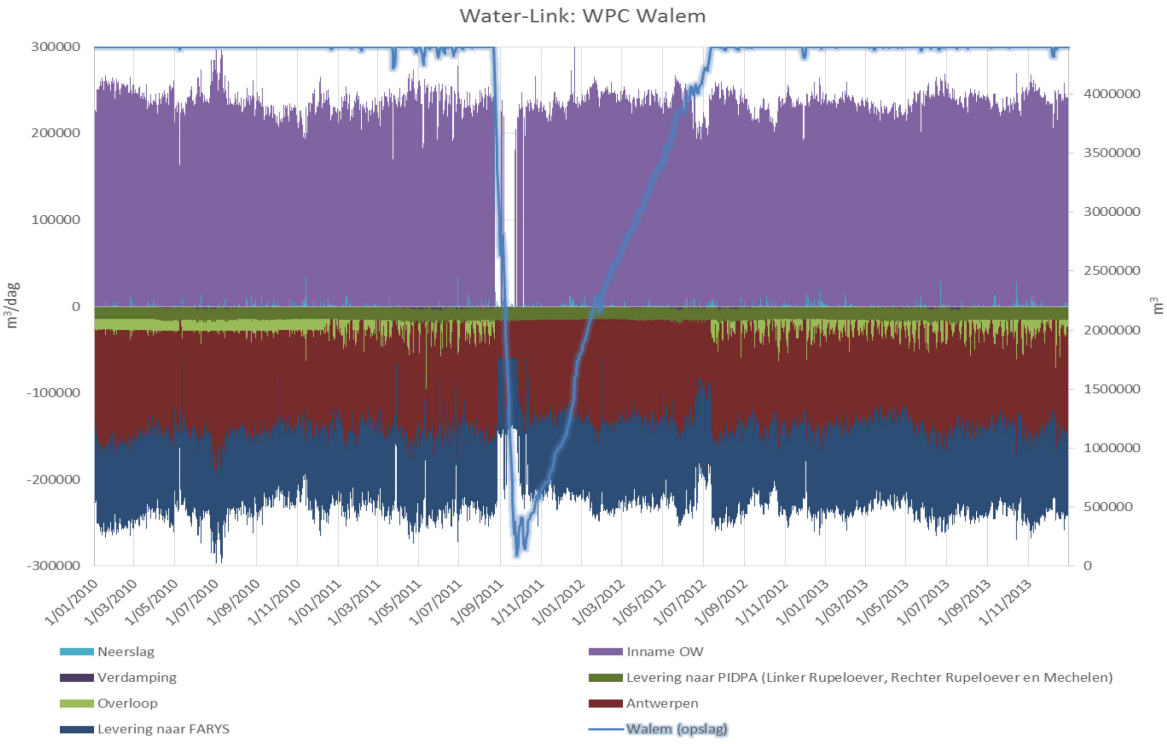
Figuur 5 toont aan in- en uitstromende dagelijkse volumes water in het WPC Walem ten opzichte van opslag in alle spaarbekkens voor de simulatie periode van 2010 tot en met 2013 met de resultante tijdreeks van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor inname van oppervlaktewater uit het Netekanaal. Figuur 6 toont dezelfde resultaten aan met effectief gemeten inname van oppervlaktewater uit het Netekanaal voor dezelfde periode.

Beide figuren laten een vergelijkbare scenario laten zien hoewel inname van oppervlaktewater uit het waterallocatiemodel enkel representatief is voor het jaar 2013. In beide figuren wordt inname stopgezet in de tweede helft van het jaar 2011 toen waterschaarste in Vlaanderen optrad. De spaarbekkens worden zo goed als leeg na enkele weken zonder inname van oppervlaktewater. Een aanzienlijk deel van watervoorziening van Antwerpen en aangrenzende gemeenten in het netwerk van Water-Link, aangesloten verbruikszones van PIDPA en het netwerk van FARYS langs de leiding van Buggenhout komt in gevaar door weken lang periodes van schaarste langs de Kempische kanalen.

Hoewel een aantal aannames worden genomen voor deze simulaties omtrent drinkwaterverbruik in het verdelingsgebied van Water-Link, effectief beheer van spaarbekkens zonder bufferbekkens en resultaten van het waterallocatiemodel met inname van oppervlaktewater telkens herhaald met het jaar 2013, zijn deze resultaten een goede benadering van de realiteit. Nauwkeuriger resultaten kunnen worden berekend als deze aannames ingevuld worden met data.



Figuur 5 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Walem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in alle spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013.



Figuur 6 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Walem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in alle spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit gemeten en aangeleverde dagelijkse gegevens van Water-Link voor de periode 2008 – 2013.

4.2.2 Oelegem

Het Water Productie Centrum van Broechem-Oelegem in Provincie Antwerpen is onder beheer van drinkwatermaatschappij Water-Link. Het bestaat uit één spaarbekken in Oelegem met een opslag capaciteit van 4.500.000 kubieke meters en wordt geïmplementeerd in het drinkwaterlaagmodel als WPC Oelegem. Controlebekkens worden niet meegenomen in deze analyse.

Inname van oppervlaktewater uit het Albertkanaal en neerslag zijn de invoer elementen van deze *Reservoir* knoop. Leveringen naar PIDPA en verbruik van Antwerpen onttrekken water uit deze spaarbekken. Data betreffend levering naar verbruikszone Kanalen van PIDPA is bekend en aangeleverd tijdens de inventarisatie. Er ontbreekt een tijdreeks van verbruik van Antwerpen en aangrenzende gemeenten in het verdelingsgebied van Water-Link waardoor deze werd berekend doormiddel van een balans tussen invoer en uitvoer in dit WPC.

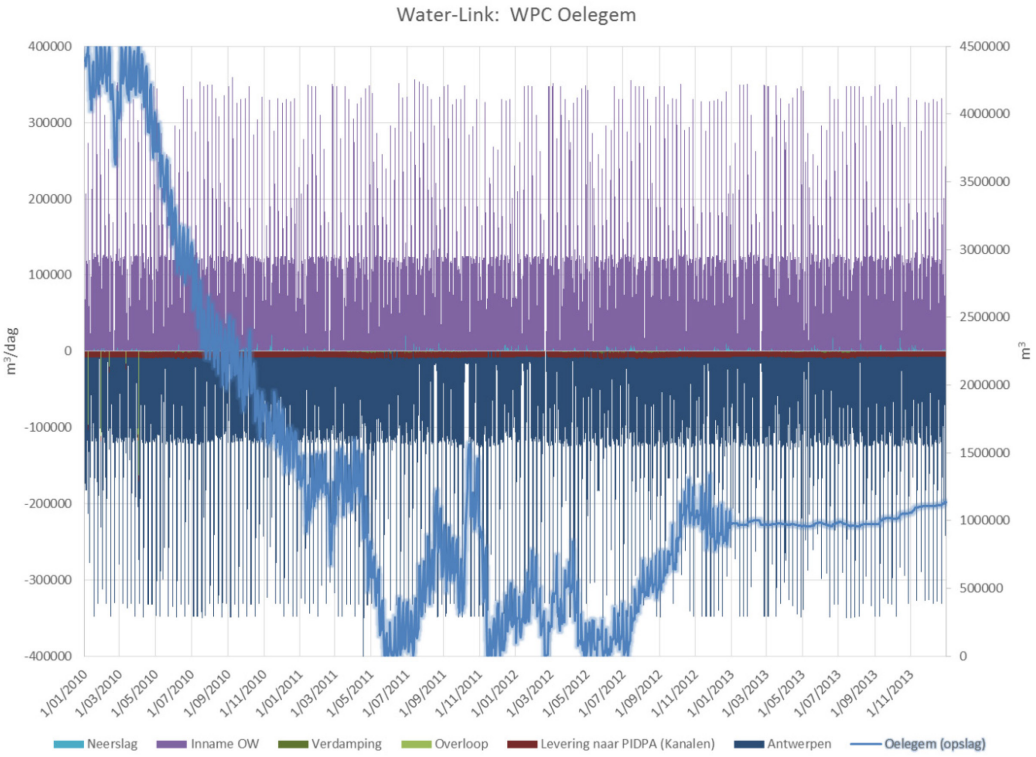
In het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied werd de tijdreeks van het jaar 2013 telkens herhaald in voorafgaande jaren (Crespo del Granado et al., 2020). Dat wilt zeggen dat inname van oppervlaktewater uit het Albertkanaal in het waterallocatiemodel is representatief van het jaar 2013 in alle jaren van de simulatie. Wanneer het peil in kanaalpanden in het waterallocatiemodel meer dan één meter daalt wordt het wateraanbod volledig af geschorst waardoor een tekort ontstaat bij onttrekkende watergebruikers. Inname van oppervlaktewater is een onttrekkende watergebruiker in het waterallocatiemodel en een lozende watergebruiker in het drinkwaterlaagmodel.

Figuur 7 toont aan in- en uitstromende dagelijkse volumes water in het WPC Oelegem ten opzichte van opslag in het spaarbekken voor de simulatie periode van 2010 tot en met 2013 met de resultante tijdreeks van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor inname van oppervlaktewater uit het Albertkanaal. Figuur 8 toont dezelfde resultaten aan met effectief inname van oppervlaktewater uit het Albertkanaal voor dezelfde periode.

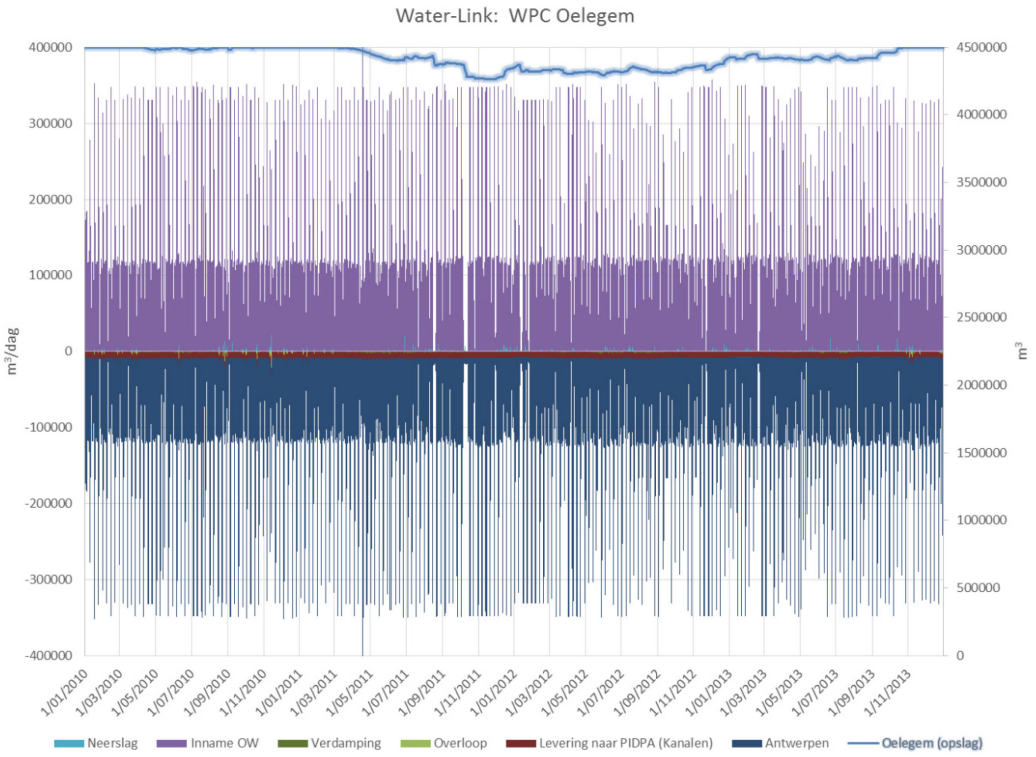
In tegenstelling met het WPC Walem, de herhaling van inname van oppervlaktewater telkens vóór het jaar 2013 blijkt een grote invloed te hebben in de resultaten ten opzichte van gemeten inname. Als resultaten van het waterallocatiemodel worden gesimuleerd in het drinkwaterlaagmodel begint het volume water gestockeerd in het spaarbekken van Oelegem snel te dalen vanaf mei 2010. Tijdens het droge periode van 2011 wordt deze immers geleegd en kan door de watervraag niet boven 30% van zijn capaciteit gevuld worden voor de rest van de simulatie. Een zichtbare schommeling in gestockeerd water treedt op tot het jaar 2013 en stopt vanaf begin dit jaar als effectief inname van oppervlaktewater wordt gesimuleerd.

In de simulatie met gemeten inname van oppervlaktewater uit het Albertkanaal opereert het WPC Oelegem zonder hinder door de gehele simulatie. Enkel een klein onderdompeling in de tweede helft van het jaar 2011 wordt waargenomen. In tegenstelling met het WPC Walem wordt de inname van oppervlaktewater tijdens de waterschaarste in de Kempische kanalen in 2011 stopgezet voor enkele dagen in plaats van weken.

Een aantal aannames worden genomen voor deze simulaties omtrent drinkwaterverbruik in het verdelingsgebied van Water-Link in Antwerpen en aangrenzende gemeenten, effectief beheer van spaarbekkens zonder controlebekkens en resultaten van het waterallocatiemodel met inname van oppervlaktewater telkens herhaald met het jaar 2013. Nauwkeuriger resultaten kunnen worden berekend als deze aannames ingevuld worden met data.



Figuur 7 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Oelegem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in het spaarbekken (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013.



Figuur 8 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Oelegem (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in het spaarbekken (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit gemeten en aangeleverde dagelijkse gegevens van Water-Link voor de periode 2008 – 2013

4.2.3 Kluizen

Het Water Productie Centrum Kluizen in Provincie Oost-Vlaanderen is onder beheer van drinkwatermaatschappij De Watergroep. Het bestaat uit twee spaarbekkens in Kluizen met een totale opslag capaciteit van 10.900.000 kubieke meters en wordt geïmplementeerd in het drinkwaterlaagmodel als WPC Kluizen.

Inname van oppervlaktewater uit omliggende waterlopen en het Kanaal Gent-Terneuzen, levering van EVIDES (NL) plus neerslag zijn de invoer elementen van deze *Reservoir* knoop. Leveringen naar het netwerk van FARYS en verbruik van De Watergroep verdelingsgebieden het Meetjesland en het Waasland onttrekken water uit deze spaarbekken. Data betreffend levering van EVIDES en verbruik in De Watergroep verdelingsgebieden zijn bekend met een maandelijkse tijdsresolutie.

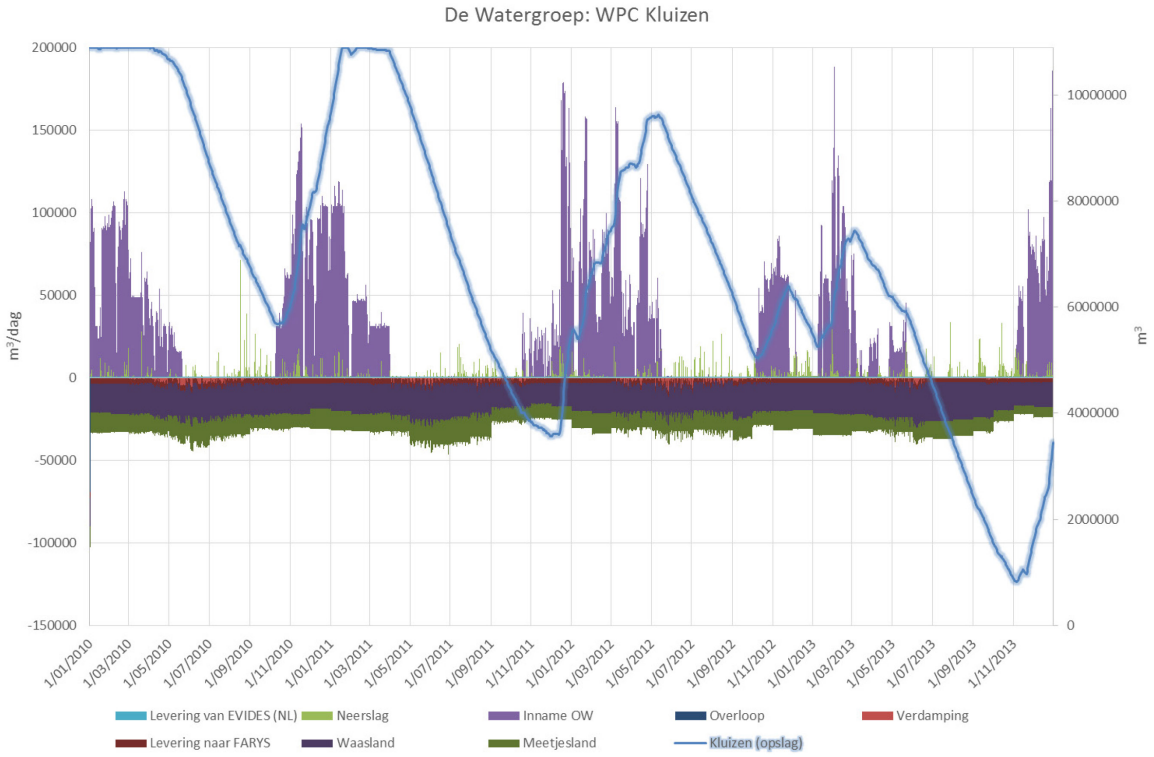
In het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied werd dit WPC direct aangesloten tot het Kanaal Gent-Terneuzen. Wanneer het peil in dit kanaalpand in het waterallocatiemodel meer dan één meter daalt wordt het wateraanbod volledig af geschorst waardoor een tekort ontstaat bij onttrekkende watergebruikers. Inname van oppervlaktewater is een onttrekkende watergebruiker in het waterallocatiemodel en een lozende watergebruiker in het drinkwaterlaagmodel.

In het kader van de actualisatie van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied zijn dagelijkse volumes van inname van oppervlaktewater door pompen in het WPC Kluizen ter beschikking gemaakt voor de periode 2010 tot en met 2015. Deze tijdsreeks levert dagelijkse volumes op in functie van het aantal uren dat pompen worden aangezet en werd geïmplementeerd in het waterallocatiemodel met het jaar 2013 telkens herhaald in de jaren vóór 2010. De periode van de simulatie in het drinkwaterlaagmodel omvat aldus effectief gepompte volumes. In het kader van de opbouw van het drinkwaterlaagmodel zijn maandelijkse balansen van productie, aankoop en verkoop per verdelingsgebied van De Watergroep aangeleverd. In deze staan maandelijkse volumes voor het deel oppervlaktewater van het WPC Kluizen.

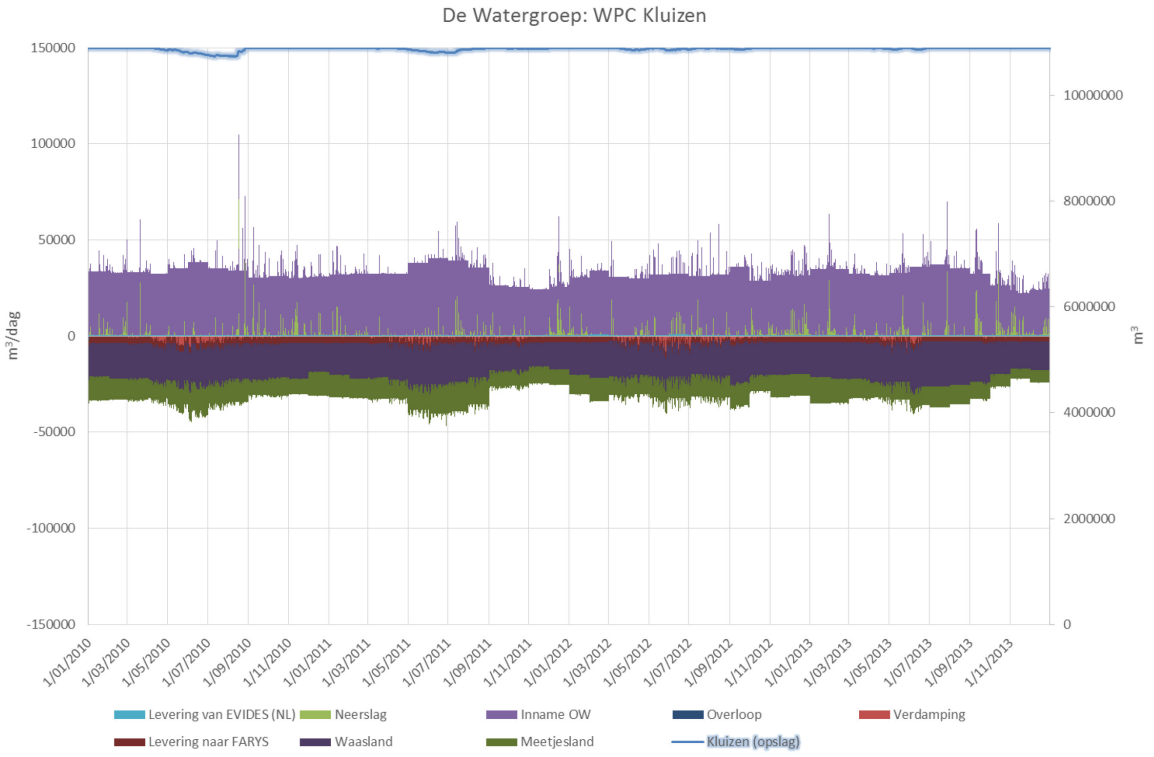
Figuur 9 toont aan in- en uitstromende dagelijkse volumes water in het WPC Kluizen ten opzichte van opslag in de spaarbekkens voor de simulatie periode van 2010 tot en met 2013 met de resultante tijdreeks van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor inname van oppervlaktewater uit het Kanaal Gent-Terneuzen. Figuur 10 toont dezelfde resultaten aan met maandelijkse innames van oppervlaktewater afkomstig van een waterwingebied van ongeveer 25.000 hectare voor dezelfde periode.

Figuur 9 toont een jaarlijkse schommeling van gestockeerde water in de spaarbekkens van het WPC Kluizen met een neiging naar een dalende trend na de droge periode van 2011. Deze schommeling wordt veroorzaakt door hoge innames tijdens natte maanden een geen inname van water tijdens de droge maanden. In Figuur 10 wordt deze schommeling zo goed als onbestaand en inname van oppervlaktewater is constant door de jaren heen met een beperkte schommeling. In de simulatie met maandelijkse inname gegevens zijn de spaarbekkens van het WPC Kluizen altijd vol. In beide simulaties wordt watervoorziening in verdelingsgebieden Meetjesland en Waasland van De Watergroep en leveringen naar het netwerk van FARYS gegarandeerd.

Nauwkeuriger resultaten kunnen worden berekend als de inname van oppervlaktewater voor de spaarbekkens van het WPC Kluizen op een gedetailleerdere manier worden geïmplementeerd.



Figuur 9 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Kluizen (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in de spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013.



Figuur 10 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC Kluizen (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in de spaarbekkens (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit gemeten en aangeleverde maandelijkse gegevens van De Watergroep voor de periode 2010 – 2015.

4.2.4 De Blankaart

Het Water Productie Centrum De Blankaart in Provincie West-Vlaanderen is onder beheer van drinkwatermaatschappij De Watergroep. Het bestaat uit één spaarbekken in de IJzerbroeken met een opslag capaciteit van 3.000.000 kubieke meters en wordt geïmplementeerd in het drinkwaterlaagmodel als WPC De Blankaart.

Inname van oppervlaktewater uit omliggende waterlopen en de IJzer, levering van IWVA plus neerslag zijn de invoer elementen van deze *Reservoir* knoop. Leveringen naar het verdelingsgebied van IWVA en verbruik in het verdelingsgebied West-Vlaanderen van De Watergroep onttrekken water uit deze spaarbekken. Data betreffend levering van en naar IWVA en verbruik in De Watergroep verdelingsgebied West-Vlaanderen zijn bekend met een maandelijkse tijdsresolutie.

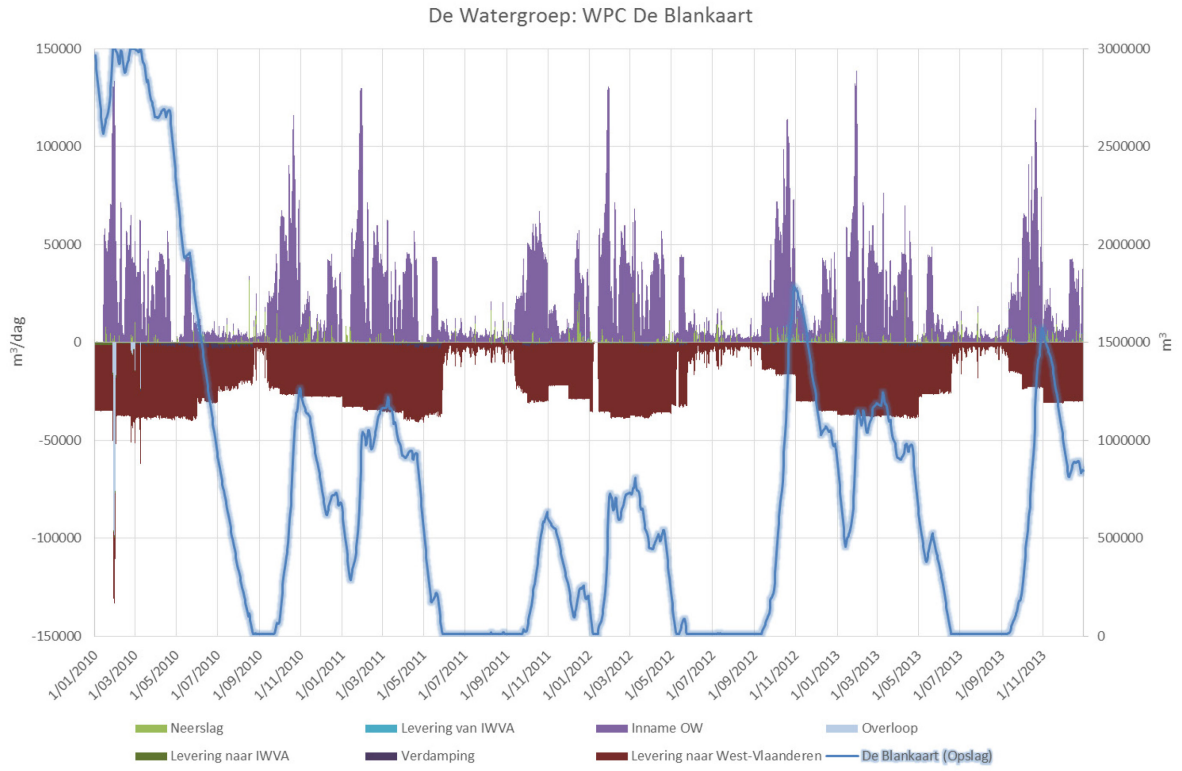
In het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied werd dit WPC direct aangesloten tot de IJzer. Er is geen kanaalpand opgesteld voor de IJzer in het waterallocatiemodel maar wel een *River Branch*. Een tekort ontstaat als het debiet langs de IJzer lager is dan het inname debiet voor onttrekkende watergebruiker De Blankaart. Inname van oppervlaktewater is een onttrekkende watergebruiker in het waterallocatiemodel en een lozende watergebruiker in het drinkwaterlaagmodel.

In het kader van de actualisatie van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied zijn dagelijkse volumes van inname van oppervlaktewater door pompen in het WPC De Blankaart ter beschikking gemaakt voor de periode 2013 tot en met 2015. Deze tijdsreeks levert dagelijkse volumes op in functie van het aantal uren dat pompen worden aangezet en werd geïmplementeerd in het waterallocatiemodel met het jaar 2013 telkens herhaald in de jaren vóór 2013. In de periode van de simulatie van het drinkwaterlaagmodel wordt aldus het jaar 2013 telkens herhaald. In het kader van de opbouw van het drinkwaterlaagmodel zijn maandelijkse balansen van productie, aankoop en verkoop per verdelingsgebied van De Watergroep aangeleverd. In deze staan enkel maandelijkse transfer volumes vanuit het WPC De Blankaart naar De Watergroep verdelingsgebied West-Vlaanderen. Dit spaarbekken wordt zodoende enkel met inname van oppervlaktewater representatief van het jaar 2013 gesimuleerd in het drinkwaterlaagmodel.

Figuur 11 toont aan in- en uitstromende dagelijkse volumes water in het WPC De Blankaart ten opzichte van opslag in het spaarbekken voor de simulatie periode van 2010 tot en met 2013 met de resultante tijdreeks van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor inname van oppervlaktewater uit de IJzer.

Deze figuur toont een sterk daling in het volume water gestockeerd in De Blankaart kort na begin van de simulatie. De voorziening van drinkwater naar her verdelingsgebied West-Vlaanderen wordt als gevolg niet voldaan in alle jaren van de simulatie tijdens de late zomer en herfst maanden. Dit is voornamelijk het geval tijdens de droge periode van 2011 en 2012. Deze resultaten tonen aan dat de herhaling van inname van oppervlaktewater uit het jaar 2013 een grote invloed oefent op de resultaten.

Om nauwkeuriger resultaten te kunnen berekenen zijn jaar specifiek gegevens omtrent inname van oppervlaktewater noodzakelijk.



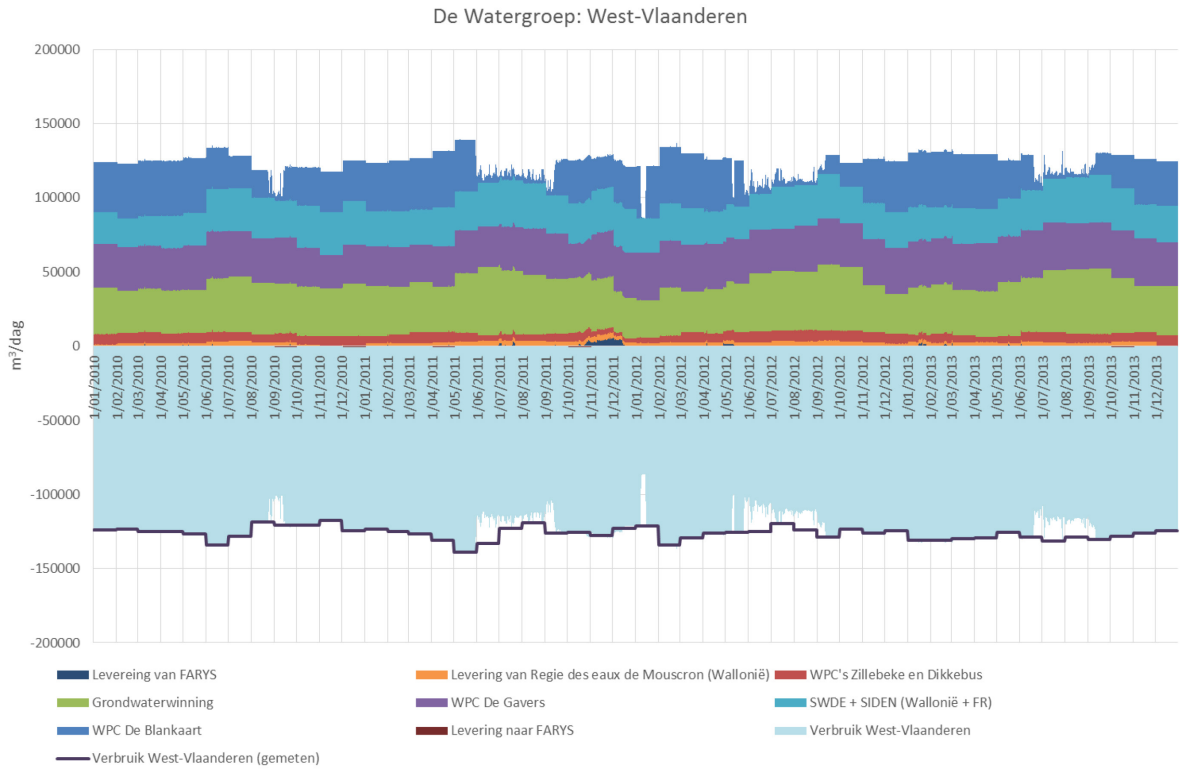
Figuur 11 – Instroom (+) en uitstroom (-) resultaten voor WPC De Blankaart (linker as) ten opzichte van het volume water gestockeerd in het spaarbekken (rechter as). Inname van oppervlaktewater uit resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor de periode 1967 – 2013.

4.3 Verdelingsgebieden

4.3.1 De Watergroep: West-Vlaanderen

Drinkwatervoorziening door De Watergroep in Vlaanderen bestaat uit vijf verdelingsgebieden: Meetjesland, Waasland, Pajottenland, Limburg en West-Vlaanderen. Figuur 12 toont aan gesimuleerde drinkwatervoorziening uit verschillende bronnen tegenover verbruik in het verdelingsgebied West-Vlaanderen. Het gemeten verbruik laat zien dat tekorten zich voordoen in de simulatie. Deze verwijzen naar tekorten in WPC De Blankaart (zie paragraaf §4.2.4) en de simulatie van het spaarbekken hier aanwezig. Deze tekorten worden veroorzaakt wegens gebrek aan gegevens omtrent inname van oppervlaktewater in WPC De Blankaart.

Het verdelingsgebied West-Vlaanderen wordt voornamelijk voorzien door grondwaterwinningen, WPC's De Gavers en De Blankaart, levering van drinkwater uit Wallonië en Frankrijk (SWDE en SIDEN) en op mindere mate door WPC's Zillebeke en Dikkebus en levering van Regie des eaux de Mouscron in Wallonië. Aankoop van drinkwater uit het netwerk van FARYS is zeer beperkt met een piek tijdens de droogte in de herfst van het jaar 2011 dat vermoedelijk compenseert gehinderde productie in het WPC De Blankaart. Verkoop van drinkwater naar het netwerk van FARYS uit dit veerdelingsgebied is minimaal.



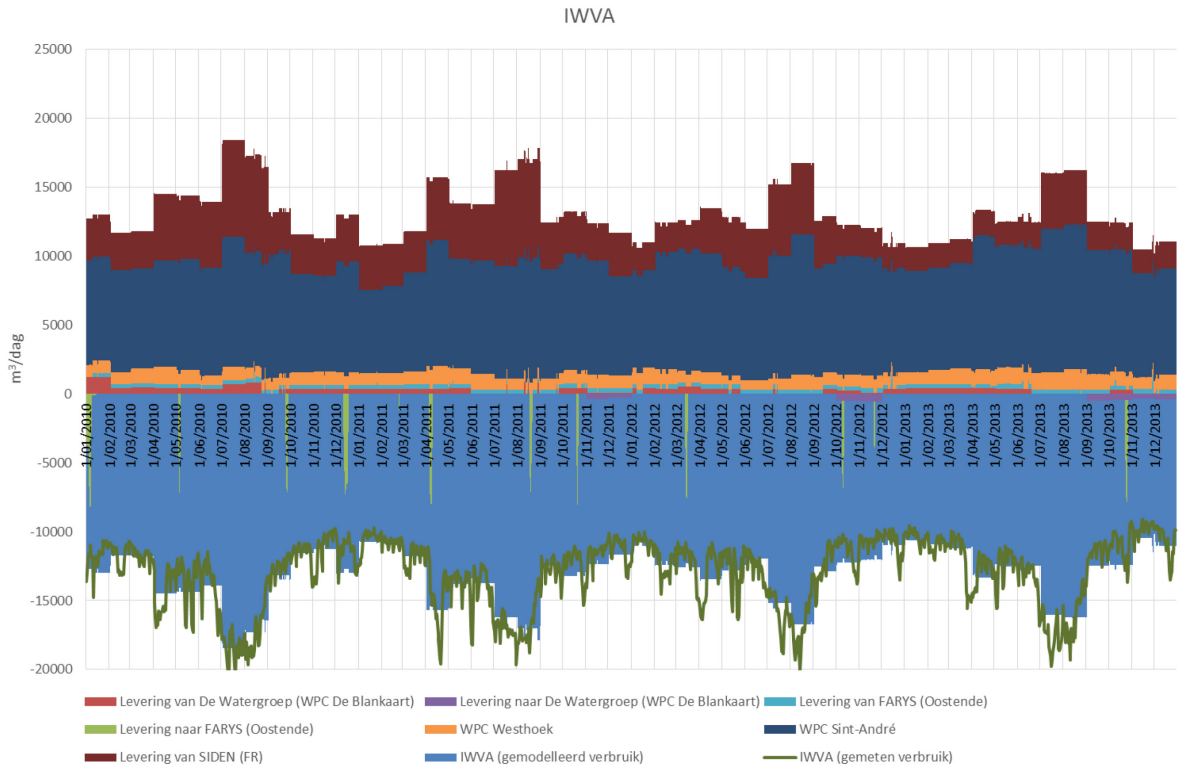
Figuur 12 – Drinkwaterproductie plus aankoop (+) en drinkwaterverbruik plus verkoop (-)
in het verdelingsgebied West-Vlaanderen van De Watergroep

4.3.2 IWVA

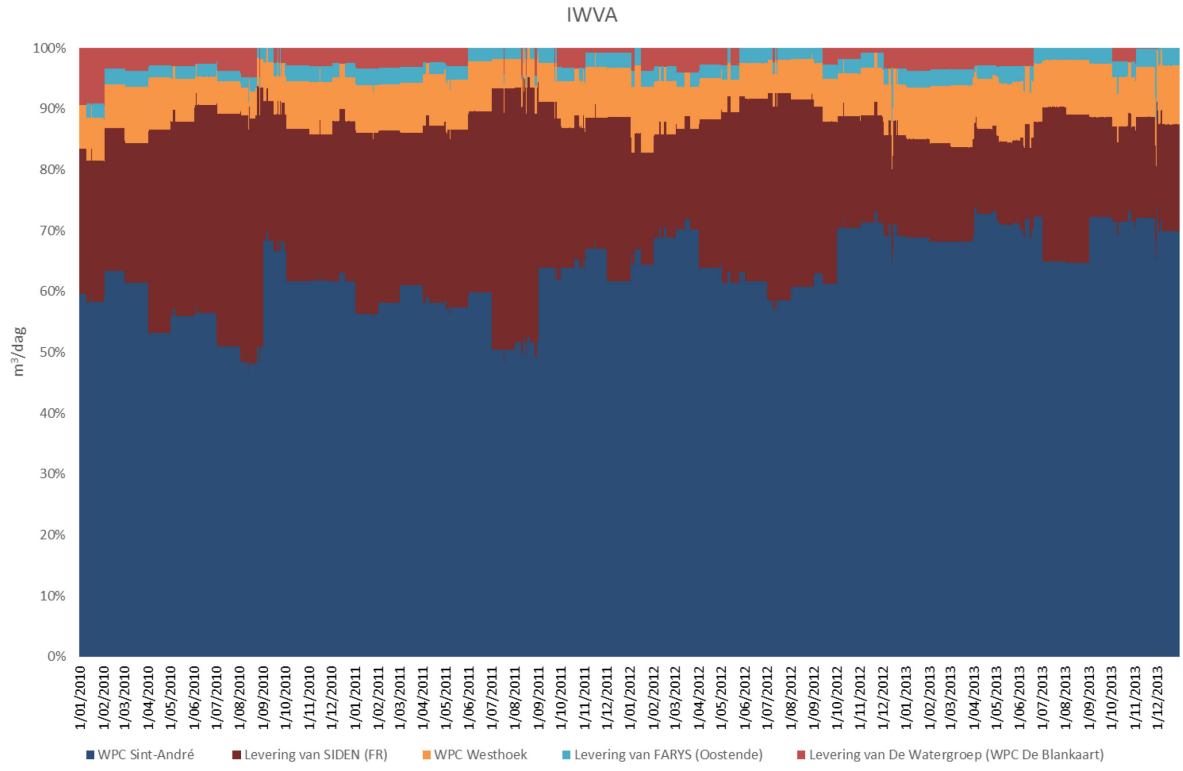
Drinkwatervoorziening door IWVA bestaat uit één verdelingsgebied aan de kust. Figuur 13 toont aan gesimuleerde drinkwatervoorziening uit verschillende bronnen tegenover verbruik in dit verdelingsgebied. Dagelijks verbruik van drinkwater in dit verdelingsgebied bevestigt de resultaten van deze simulatie hoewel de simulatie werd uitgevoerd met maandelijkse gegevens omtrent productie, aankoop en verkoop van drinkwater bij IWVA wegens tijdsresolutie van aangeleverde data.

Deze resultaten laten zien dat drinkwatervoorziening in dit verdelingsgebied wordt voornamelijk voorzien door WPC Sint-André en aankoop van drinkwater van SIDEN (Frankrijk). WPC Westhoek, en aankoop vanuit het netwerk van FARYS en vanuit De Watergroep WPC De Blankaart vullen op mindere mate hier aan. Een eigenschaap van drinkwaterverbruik aan de kust is de jaarlijkse schommeling door toerisme en tijdelijke verblijvers in de zomermaanden waardoor een piek wordt waargenomen tussen juni en september. Figuur 14 toont aan het procentuele aandeel van drinkwatervoorziening uit verschillende bronnen. Tijdens de zomermaanden wordt een stijging waargenomen in het procentuele aandeel van drinkwatervoorziening afkomstig uit drinkwatermaatschappij SIDEN in Frankrijk.

Resultaten uit de simulatie van het drinkwaterlaagmodel tonen zodoende aan het belang van aankoop van water uit Frankrijk tijdens de zomermaanden. Niettemin wegens een globale dalende trend in het drinkwaterverbruik en hogere eigen productie stijgt het procentuele aandeel van WPC's Westhoek en Sint-André van ongeveer 60% en 8% aan het begin van de simulatie tot ongeveer 70% en 10% respectievelijk aan het einde van de simulatie terwijl het procentuele aandeel van SIDEN (FR) daalt van ongeveer 22% tot ongeveer 18%. Het aandeel van leveringen van FARYS en De Watergroep blijft in het algemeen ongewijzigd. Gesimuleerde tekorten in het WPC De Blankaart (zie paragraaf §4.2.4) veroorzaken periodes waar er geen levering uit De Blankaart naar het verdelingsgebied van IWVA worden gesimuleerd hoewel deze een beperkte impact toont te hebben in de resultaten.



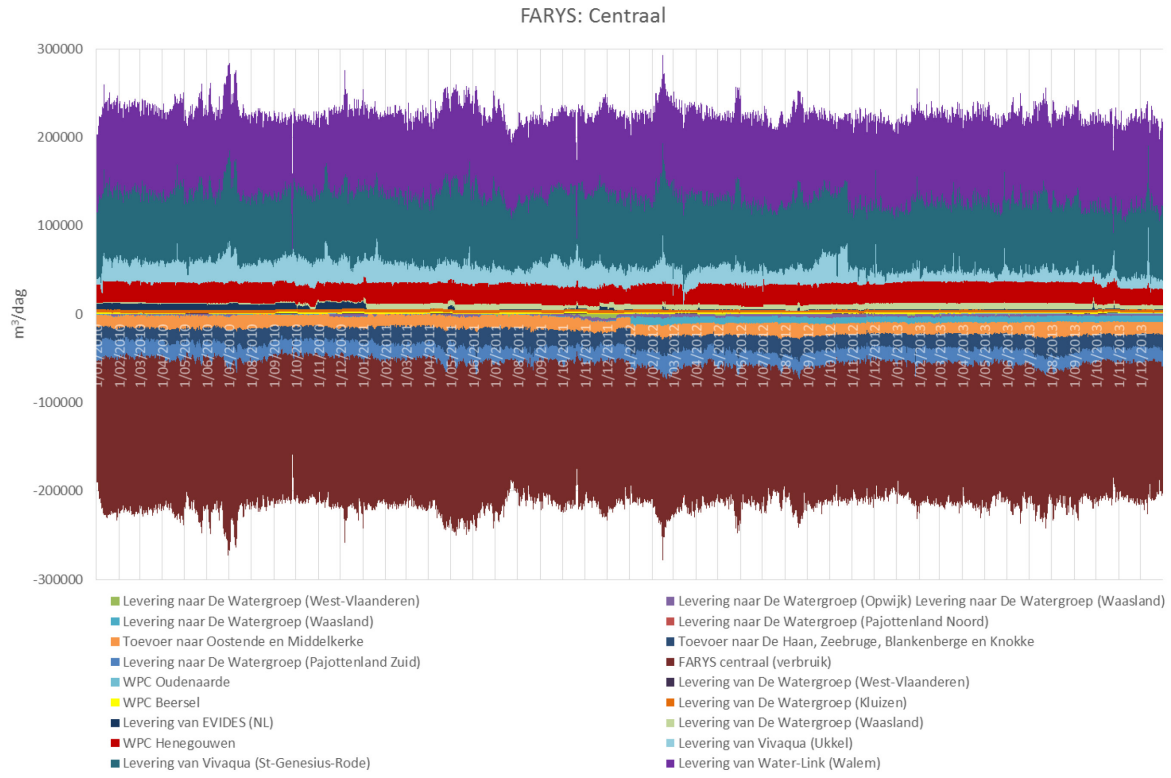
Figuur 13 – Drinkwaterproductie plus aankoop (+) en drinkwaterverbruik plus verkoop (-) in het verdelingsgebied van IWVA



Figuur 14 – Procentueel bijdrage uit verschillende bronnen in de voorziening van drinkwater in het verdelingsgebied van IWVA

4.3.3 FARYS: Centraal

Drinkwatervoorziening door FARYS strekt zich uit vanaf de kust tot aan de grens met het Brussel Hoofdstedelijk Gewest (zie Figuur 1). Aangeleverde gegevens laten dit gebied in drie verdelingsgebieden indelen: een centraal gebied dat het gehele binnenlandse gebied voorzien door FARYS omvat behalve de kustgemeenten en twee kustgebieden met enerzijds Oostende en Middelkerke en anderzijds De Haan, Zeebrugge en Blankenberge. Figuur 15 toont aan gesimuleerde drinkwatervoorziening uit verschillende bronnen tegenover verbruik en transfers naar andere verdelingsgebieden in het centraal verdelingsgebied van FARYS. Geen verbruik gegevens zijn beschikbaar omtrent verbruik in dit ruim gebied, inclusief steden zoals Brugge en Gent. Het gesimuleerd verbruik, dat wordt afgeleid van overblijvende water in het netwerk, kan dus niet worden bevestigd.

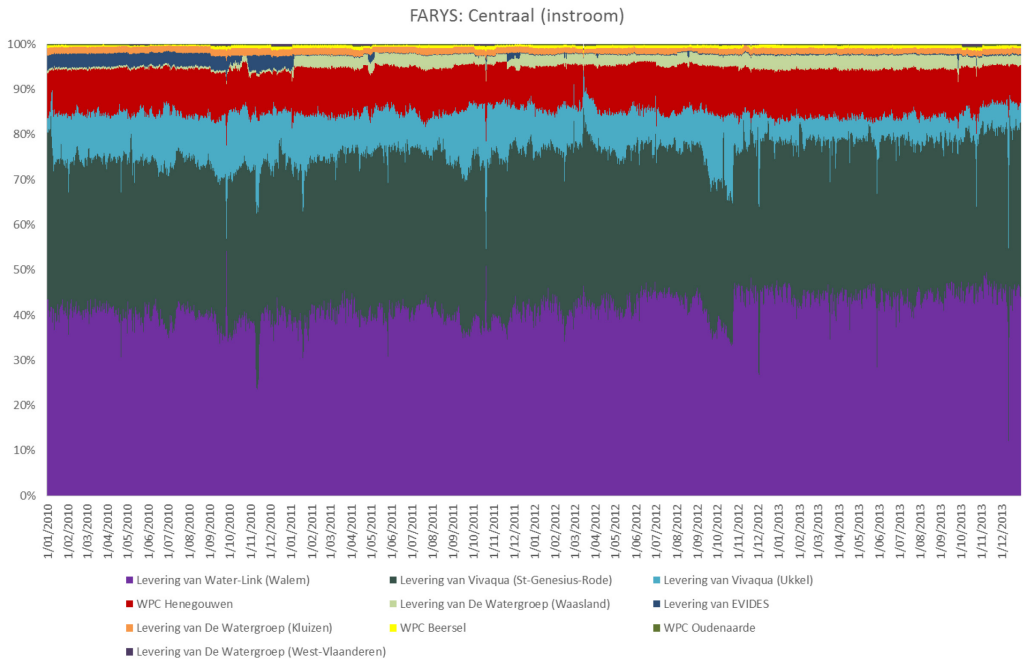


Figuur 15 – Drinkwaterproductie plus aankoop (+) en drinkwaterverbruik plus verkoop (-) in het centrale verdelingsgebied van FARYS

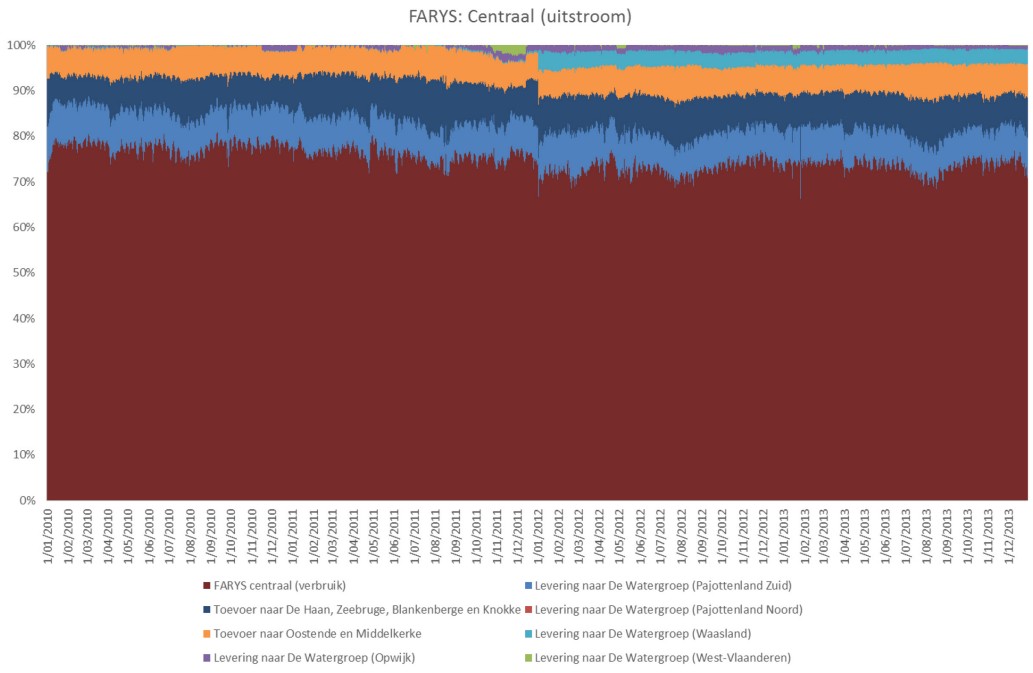
Tijdsresolutie van door FARYS aangeleverde gegevens zijn dagelijks waardoor een fijnere schommeling wordt waargenomen dan bij resultaten in andere verdelingsgebieden. In tegenstelling met IWVA (zie paragraaf §4.3.2) wordt er geen jaarlijkse schommeling waargenomen in het centraal verdelingsgebied van FARYS waar kusttoerisme geen rol speelt. Figuur 16 en Figuur 17 stellen het procentuele aandeel van in- en uitstromende volumes water respectievelijk voor de simulatie periode van 2010 tot en met 2013.

Levering van het WPC Walem beheerd door drinkwatermaatschappij Water-Link teelt voor ongeveer 40% van het totale volume dat in dit verdelingsgebied wordt verdeeld. 45% is afkomstig van Vivaqua langs Ukkel en St-Genesius-Rode en 10% komt vanuit het WPC Henegouwen in Wallonië. 1 á 2% is afkomstig van WPC's Oudenaarde en Beersel en de rest wordt geleverd door EVIDES (NL) en De Watergroep. Deze laatste levert water van verdelingsgebieden Meetjesland (WPC Kluizen) en West-Vlaanderen. Op Figuur 16 wordt er gemerkt dat vanaf 2011 levering van EVIDES (NL) wordt vervangen door levering van De Watergroep verdelingsgebied Waasland.

Figuur 17 laat zien dat tussen 70 en 80% van het water in dit verdelingsgebied wordt plaatselijk verbruikt. Vanaf 2012 wordt een plotseling toename in de levering naar De Watergroep verdelingsgebied Waasland waargenomen door de toevoeging van Sint-Niklaas binnen het netwerk van De Watergroep. Een piek in de levering naar De Watergroep verdelingsgebied West-Vlaanderen in de herfst van het 2011 komt hier ook in aanmerking door de droogte van dit jaar en is ook opgenomen in Figuur 17.



Figuur 16 – Procentueel bijdrage uit verschillende bronnen in de voorziening van drinkwater in het centraal verdelingsgebied van FARYS

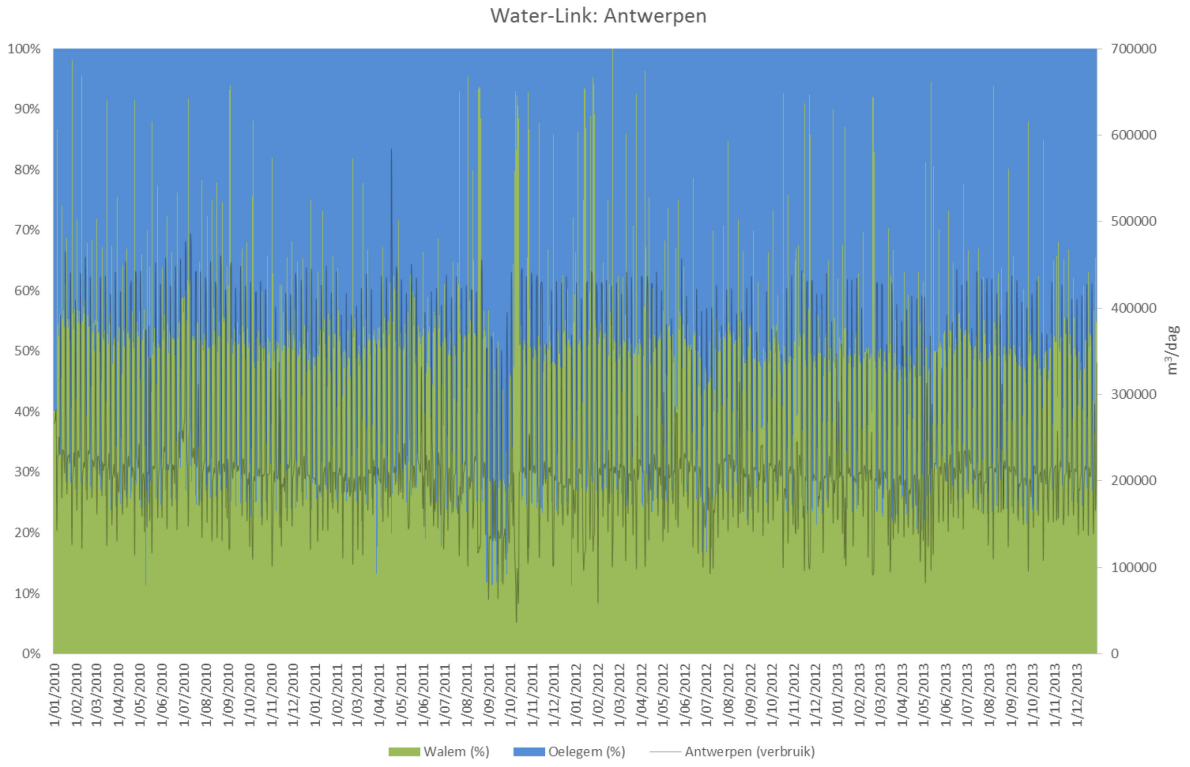


Figuur 17 – Procentueel onttrekking van verbruik en transfers naar andere verdelingsgebieden uit het centraal verdelingsgebied van FARYS

4.3.4 Water-Link: Antwerpen

Het verdelingsgebied van drinkwatermaatschappij Water-Link zorgt voor de voorziening van drinkwater in Antwerpen en aangrenzende gemeenten (zie Figuur 1). Dit water is afkomstig in zijn geheel uit WPC's Oelegem en Walem die ook beheerd zijn door Water-Link. WPC's Oelegem en Walem zijn gesimuleerd gebruikmakend van resultaten uit het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied (zie §4.2.1 en §4.2.2). Geen verbruik gegevens zijn beschikbaar voor verbruik in dit verdelingsgebied, inclusief de stad Antwerpen, waardoor dit wordt afgeleid van overblijvende water uit innames van oppervlaktewater en leveringen vanuit beide WPC's naar derden.

Figuur 18 toont aan het procentueel aandeel van drinkwatervoorziening in het verdelingsgebied van Water-Link uit WPC's Oelegem en Walem tegenover dagelijks afgeleide verbruik voor de simulatie periode van 2010 tot en met 2013. Een daling in de bijdrage van WPC Walem in de tweede helft van 2011 door een stopzetting van inname oppervlaktewater uit het Netekanaal in dit WPC is opmerkelijk. Door de toegepaste methodologie veroorzaakt dit ook een daling in het drinkwaterverbruik in dit verdelingsgebied. WPC's Walem en Oelegem voorzien elk ongeveer de helft van de watervraag in dit verdelingsgebied.



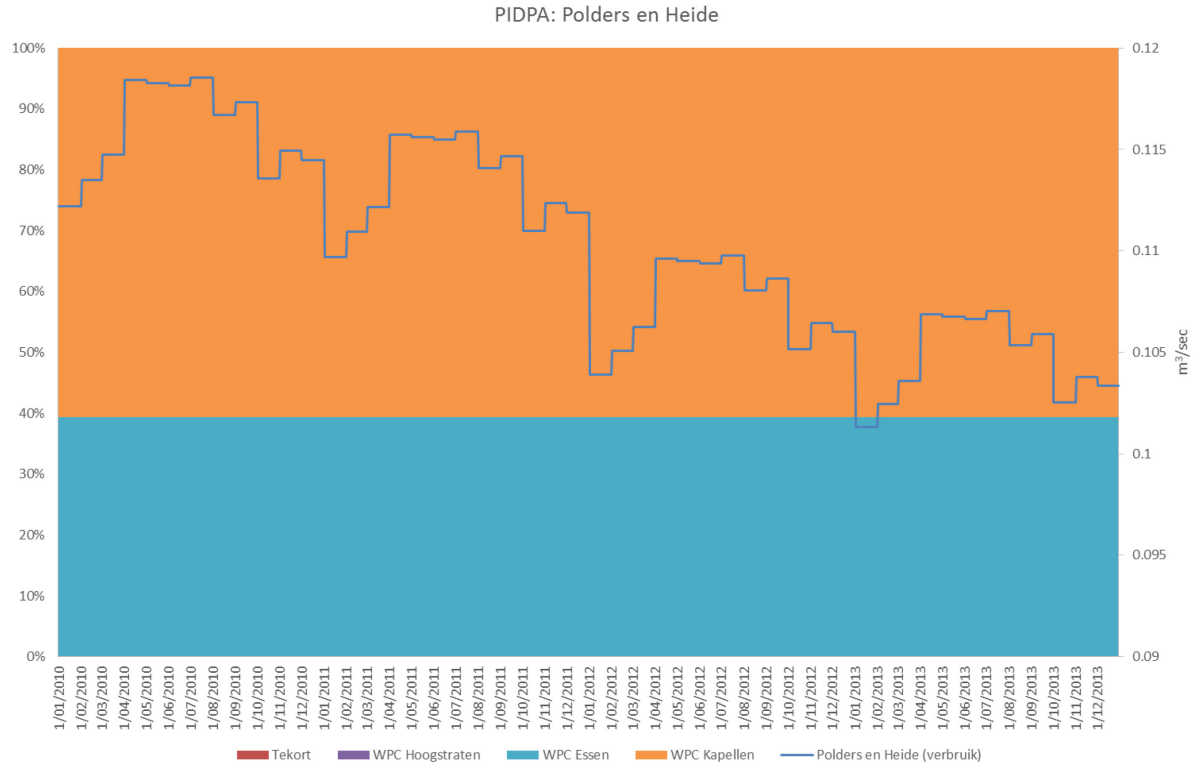
Figuur 18 – Procentueel aandeel van drinkwatervoorziening in het verdelingsgebied van Water-Link uit WPC's Oelegem en Walem gesimuleerd met resultaten van het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied (linker as) en dagelijks verbruik (rechter as)

4.3.5 PIDPA

Het verdelingsgebied van PIDPA is ingedeeld in 13 verbruikszones. Deze worden voorzien voornamelijk van water afkomstig uit grondwaterwinningen verspreid in dit gebied en beheerd door PIDPA en op mindere mate met levering van oppervlaktewater uit WPC's Oelegem en Walem die beheerd zijn door drinkwatermaatschappij Water-Link.

Data ontvangen van PIDPA bevat jaarlijks daggemiddelde verbruik in verbruikszones voor de periode 1973 – 2015 en prognoses van een gemiddelde dag voor 2015 tot 2020. De matrix met een prognose van 2015 bevat data betreffend verdeling van geproduceerde water per WPC tot betrokken verbruikszones. Jaarlijkse schommeling voor tijdreeksen werd ruw toegepast afgeleid van schommeling in de innames van Water-Link voor waterproductie in WPC's Oelegem en Walem in dezelfde periode. Door gebrek aan fijnere tijdsresolutie in het drinkwaterverbruik en ruimere capaciteitsverdeling data van WPC's in door PIDPA aangeleverde gegevens levert de verwerking van deze een constante verdelingsverhouding van geproduceerde water op (zie paragraaf §3.2.6). Dat wilt zeggen dat de verdeling van geproduceerde water in PIDPA WPC's naar verbruikszones is representatief van een gemiddelde dag uit de prognose voor 2015 en herhaald door de gehele simulatie.

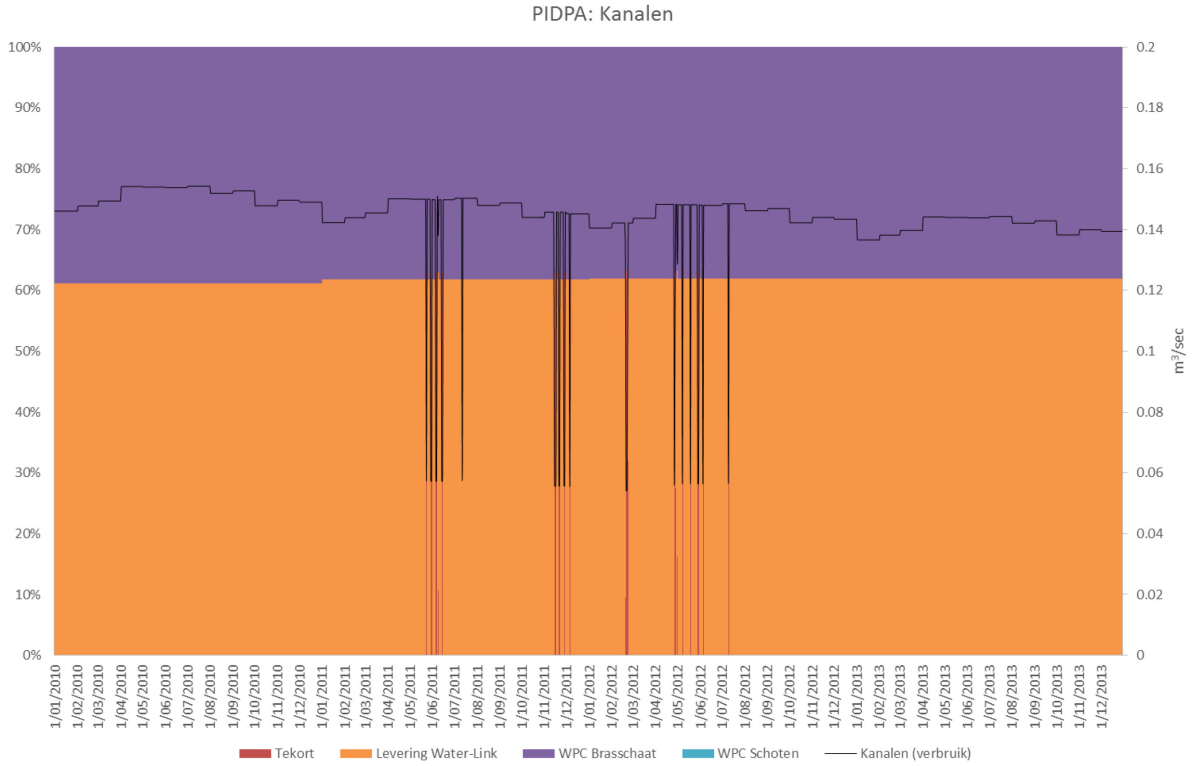
Onderstaande Figuur 19 toont aan de drinkwatervoorziening in verbruikszone Polders en Heide tegenover het drinkwaterverbruik gedurende de simulatie periode van 2010 tot en met 2013. 40% van drinkwater verdeeld binnen deze verbruikszone is afkomstig uit WPC Essen en de resterende 60% uit WPC Kapellen. Geen water afkomstig uit WPC Hoogstraten wordt voorzien in deze verbruikszone. Een dalende trend in het drinkwaterverbruik in deze verbruikszone wordt gemerkt.



Figuur 19 – Verhouding van drinkwatervoorziening in PIDPA verbruikszone Polders en Heide (linker as) en drinkwaterverbruik debiet (rechter as) voor de simulatie periode van 2010 – 2013

Figuur 20 toont aan de drinkwatervoorziening in PIDPA verbruikszone Kanalen tegenover het drinkwaterverbruik gedurende de simulatie periode van 2010 tot en met 2013. Ongeveer 40% van drinkwater verdeeld binnen deze verbruikszone is afkomstig uit WPC Brasschaat en de resterende 60% uit levering van WPC Oelegem van Water-Link. Geen water afkomstig uit WPC Schoten wordt voorzien in deze verbruikszone.

Het spaarbekken van WPC Oelegem werd gemodelleerd gebruikmakend van de resultante tijdreeks uit het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied voor inname van oppervlaktewater uit het Albertkanaal. Inname van het 2013 wordt telkens herhaald in de jaren ervoor waardoor deze raakt leeg op bepaalde momenten tijdens de droogte van de late 2011 en vroege 2012 (zie paragraaf §4.2.2). Bijgevolg treden tekorten in de voorziening van drinkwater naar deze verbruikszone van PIDPA op. Er treden geen tekorten op gedurende het jaar 2013.



Figuur 20 – Verhouding van drinkwatervoorziening in PIDPA verbruikszone Kanalen (linker as) en drinkwaterverbruik debiet (rechter as) voor de simulatie periode van 2010 - 2013

5 Conclusies

Het drinkwaterlaagmodel voor Vlaanderen werd ontwikkeld op basis van aangeleverde gegevens van de vijf aanwezige drinkwatermaatschappijen in Vlaanderen en resultaten uit geïmplementeerde spaarbekkens in het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied. Het laat een analyse kunnen uitvoeren van de productie, verdeling en transfers van drinkwater tussen verdelingsgebieden en de impact en verspreiding van tekorten op een geïntegreerde netwerk.

De volgende conclusies kunnen getrokken worden op basis van deze studie:

- Het ontwikkeld drinkwaterlaagmodel slaagt in het drinkwater productie, verdeling en transfers correct te modelleren ondanks een aantal ontbrekende gegevens en vaak ruwe tijdsresolutie als bevestigd in enkele verdelingsgebieden waarin validatie gegevens zijn beschikbaar.
- Gebruik van resultaten uit het waterallocatiemodel moet voorzichtig bekeken worden. Aannames in verband met de opstelling van het waterallocatiemodel en drinkwater spaarbekkens kunnen tot foute conclusies leiden in de analyse van de resultaten uit het drinkwaterlaagmodel.
- Tekorten in WPC's die gebruik maken van oppervlaktewater, zoals Kluizen, De Blankaart, Oelegem en Walem, vormen een bedreiging voor drinkwatervoorziening. Tekorten worden verspreid tot meerdere verdelingsgebieden en over de grenzen van drinkwatermaatschappijen.
- Knelpunten in het drinkwatervoorzieningsnetwerk komen overeen met geïdentificeerde knelpunten in het waterallocatiemodel. Met andere woorden zijn knelpunten in het waterallocatiemodel vertaald naar knelpunten in het drinkwaterlaagmodel. Deze zijn het Albertkanaal dat ook het Netekanaal voedt waarvan WPC's Oelegem en Walem water capteren, de IJzer waarvan WPC De Blankaart water capteert en het Kanaal Gent-Terneuzen waarvan WPC Kluizen water capteert.
- Waterschaarste langs bevaarbare waterlopen heeft een direct impact op drinkwatervoorziening in Vlaanderen.
- De voornaamste meerwaarde van modellering in MIKE HYDRO Basin is de expliciete implementatie van spaarbekkens om het belang van deze in het drinkwaternetwerk in Vlaanderen te kunnen onderzoeken tijdens periodes van waterschaarste.

Verdere analyses kunnen worden uitgevoerd gebruikmakend van dit model na uitbreiding en verfijning van beschikbare gegevens en eigenschappen omtrent spaarbekkens en WPC's voor nauwkeuriger resultaten. Ruwheid van data en ontbrekende gegevens laten maar een grof analyse van de drinkwatervoorziening gevoeligheid voor oppervlaktewaterschaarste uitvoeren.

De analyse van klimaatverandering met het waterallocatiemodel van het Scheldestroomgebied toont aan dat bovenvermelde knelpunten zullen ergere tekort toestanden ervaren. Effecten van klimaatverandering op drinkwatervoorziening in Vlaanderen kunnen evenzo verder geanalyseerd worden gebruikmakend van deze tool. Er wordt aldus aanbevolen deze oefening te herhalen met zicht op impact van klimaatverandering.

6 Referentielijst

Crespo del Granado, P.; Maroy, E.; Rocabado, I.; Pereira, F.; Nossent, J.; Mostaert, F. (2021). Waterbeschikbaarheidsmodellering en allocatiestrategieën in het stroomgebied van de Schelde: Deelrapport 3-1 – Modellering van de waterbeschikbaarheid onder het huidige klimaat. Versie 2.0. WL Rapporten, 00_162_3-1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

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