



Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen
TECHNISCH RAPPORT



 Instituut voor
Natuur- en Bosonderzoek

Hoofdstuk 15

Ecosysteemdienst waterproductie

Dirk Vrebos, Jan Staes, Sander Jacobs, Patrick Meire



Auteurs:

Dirk Vrebos, Universiteit Antwerpen
Jan Staes, Universiteit Antwerpen
Sander Jacobs, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
Patrick Meire, Universiteit Antwerpen

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070
www.inbo.be

e-mail:

sander.jacobs@inbo.be, dirk.vrebos@uantwerpen.be

Wijze van citeren:

Vrebos, D., Staes, J., Jacobs, S. en Meire, P. (2014). Hoofdstuk 15 – Ecosysteemdienst waterproductie. (INBO.R.2014.1994463). In Stevens, M. et al. (eds.), Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M. 2014.1988582, Brussel.

D/2014/3241/164
INBO.R.2014.1994463
ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Waterwinningsgebied De Doornpanne (Yves Adams/Vildaphoto)

De andere hoofdstukken van het Natuurrapport 'Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen - Technisch rapport' kunt u raadplegen op www.nara.be.

Hoofdstuk 15 - Ecosysteemdienst waterproductie

Dirk Vrebos, Jan Staes, Sander Jacobs, Patrick Meire

INBO.R.2014.1994463

Hoofdlijnen

- Waterproductie omvat het geheel van hydrologische en ecologische processen die productie van voldoende kwaliteitsvol water voor menselijk gebruik ondersteunen.
- Vlaanderen kampt met een "ernstig watertekort", de beschikbaarheid van water per persoon is zeer laag in vergelijking met de andere OESO landen. Duurzaam gebruik van water is dus erg belangrijk.
- Tal van sectoren hangen af van waterproductie van verschillende kwaliteit: zoet of zout, en in verschillende zuiveringsgraden afhankelijk van het gebruik. Verbruik is het gebruik van water dat daarna niet meer beschikbaar is. De grootste (zoet oppervlakte-) waterverbruikers zijn de scheepvaart, de energiesector en de industriesector (samen 90%).
- Data over grondwaterverbruik en oppervlaktewaterverbruik zitten verspreid over verschillende administraties en zijn vaak moeilijk vergelijkbaar want gemeten met verschillende bedoelingen. Zowel de aanbodprocessen als de gebruikseffecten voor beide bronnen zijn sterk grensoverschrijdend. Ruimtelijke indicatoren voor deelprocessen kunnen wel worden opgesteld.
- De data van de watermaatschappijen laten toe trends in aanbod en gebruik van drinkwater na te gaan, maar deze volumes vormen slechts een klein gedeelte van het totale waterverbruik.
- Gespannen grondwaterlagen zijn erg kwetsbaar voor niet-duurzame ontginning. Hierbij wordt rekening gehouden met de aanvullingssnelheid en met mogelijke negatieve effecten op waterafhankelijke habitats.
- Verandering in landgebruik is de belangrijkste driver voor wijzigingen in het aanbod van deze ESD. Ook wetgeving speelt een belangrijke rol, zoals de kaderrichtlijn water, en de normen rond waterkwaliteit en grondwaterwinning.
- Het begrijpen van deze ecosysteemdienst, en het beantwoorden van vragen rond aanbod, vraag en duurzaam gebruik vereist een integratie van de vaak complexe data en modellen mbt waterhoeveelheid en -kwaliteit, gebruik en verbruik. Gezien de lage waterbeschikbaarheid en grote maatschappelijke afhankelijkheid is deze integratie dringend nodig.

Inhoudsopgave

Hoofdpijnen	4
Inhoudsopgave	5
1. Inleiding	6
1.1. Belang van waterproductie in Vlaanderen	8
1.2. Focus van het rapport	11
1.3. Mechanismen waterproductie.....	12
2. Toestand en Trend ESD	14
2.1. Aanbod van ESD waterproductie	15
Kader 1	16
2.2. Vraag naar en gebruik van ESD waterproductie.....	18
Kader 2	20
3. Drivers voor vraag en aanbod van de ESD	21
3.1. Impact directe drivers.....	21
3.2. Impact indirecte drivers	22
4. Impact op biodiversiteit en milieu	24
5. Maatschappelijk welzijn en waardering	26
6. Interacties huidig en toekomstig ESD gebruik	27
7. Kennislacunes	32
Lectoren	33
Referenties	34
Bijlage 1 Duiding bij de ruimtelijke indicatoren	36

1. Inleiding

Het natuurrapport dat in 2014 wordt uitgebracht, bespreekt de toestand en trends van ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Ecosysteemdiensten (ESD) zijn *de bijdragen die ecosysteemstructuren en processen -in combinatie met andere inputs- leveren aan menselijk welzijn* (Burkhard et al 2012). Deze bijdragen kunnen zowel materiële als immateriële goederen en diensten zijn. De maatschappelijke effecten van die stroom van goederen en diensten (voedsel, veiligheid, gezondheid, ...) beïnvloeden de omvang en verdeling van welvaart en welzijn. Een *ecosysteemfunctie* (een deelverzameling van structuren en processen welke mogelijk een dienst leveren) wordt pas een *ecosysteemdienst* wanneer er een menselijke *vraag* aanwezig is. Het *gebruik* van de dienst vereist ook meestal een investering (vb. verbouwen en oogsten gewas), zelfs al is deze soms minimaal (vb. een verplaatsing naar een recreatiegebied). In dit natuurrapport worden de toestand en trend van 16 ecosysteemdiensten in Vlaanderen beschreven: Voedselproductie, Wildbraadproductie, Houtproductie, Productie van energiegewassen, Waterproductie, Bestuiving, Plaagbeheersing, Behoud van de bodemvruchtbaarheid, Regulatie van luchtkwaliteit, Regulatie van geluidsoverlast, Regulatie van erosierisico, Regulatie van overstromingsrisico, Kustbescherming, Regulatie van het globaal klimaat, Regulatie van waterkwaliteit en Groene ruimte voor buitenactiviteiten. De 16 ecosysteemdiensten worden in afzonderlijke hoofdstukken besproken. Al deze diensten worden geanalyseerd op basis van het NARA- analytische kader (Figuur 1). In de thematische hoofdstukken worden onderzoeksvragen over de verschillende ESD-hoofdstukken heen beantwoord.

Dit hoofdstuk bespreekt de ecosysteemdienst *waterproductie*.

De ecosysteemdienst waterproductie beschrijft het aanbod, de vraag en het gebruik van voldoende water van goede kwaliteit voor menselijk gebruik.

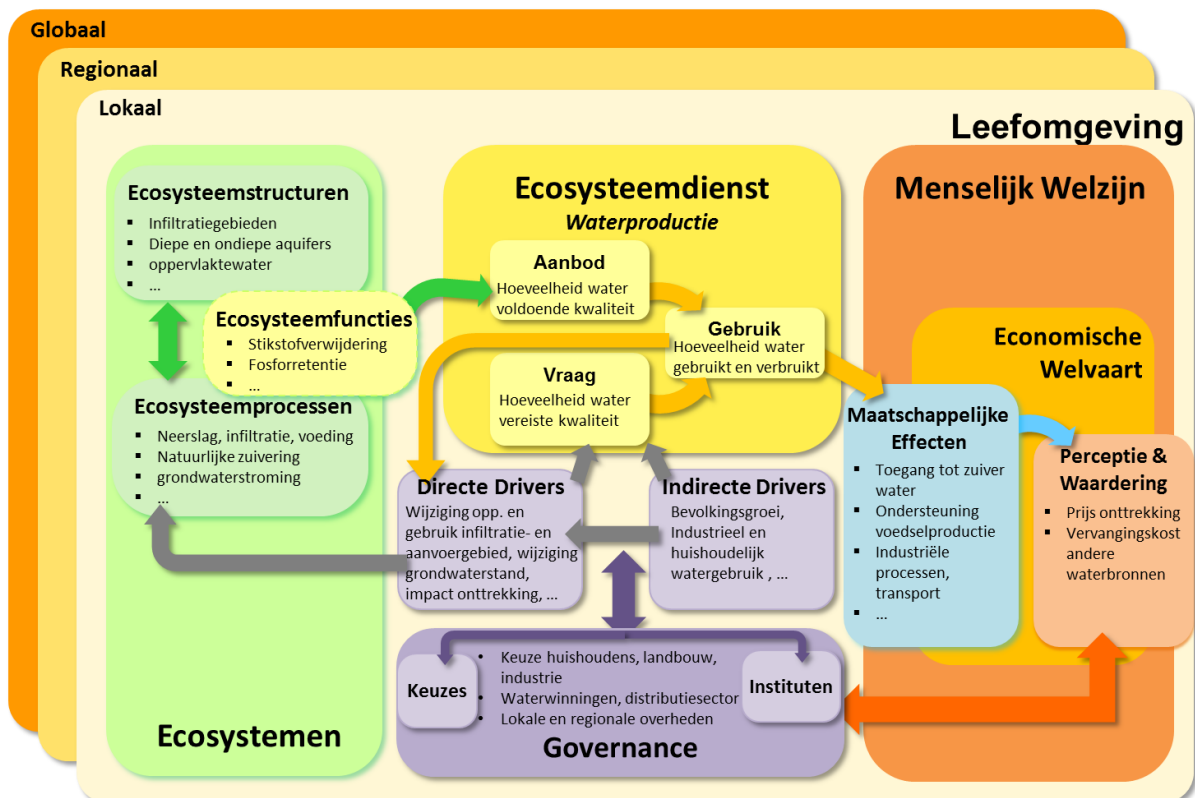
Na het situeren van het belang van de dienst in Vlaamse context (1.1) en het aanbod, gebruik en de vraag naar deze dienst (1.3), wordt dieper ingegaan op de toestand en trend van de dienst en van de mechanismen die eraan ten grondslag liggen op basis van en de beschikbare data in Vlaanderen (2). In meer specifieke paragrafen wordt nagegaan welke drivers bepalend zijn voor deze dienst (3), wordt de relatie met biodiversiteit besproken (4), hoe effecten op maatschappelijk welzijn en waardering kunnen worden ingeschat (5) en hoe het gebruik van deze dienst interageert met toekomstig gebruik van deze en andere diensten en op globale schaal (6). Ten slotte worden de kennisnoden voor verder onderzoek besproken (7).

Watervoorziening kan de levering van een brede waaier aan watertypes omvatten. Hierbij staan de ecosystemen in voor de levering van een voldoende hoeveelheid water van de geschikte kwaliteit. Het water kan dan gebruikt worden voor drink (of leiding)water productie, irrigatie-, proces-, koel- en navigatiewater. Hierbij moet het gebruikte water van een voldoende kwaliteit zijn zodat dit, al dan niet na verwerking, aan de normen of vereisten voor het bestemde gebruik voldoet.

Hydrologie of Ecologie?

De hoeveelheid beschikbaar water uit oppervlaktewater en ondergrond wordt meestal vanuit een hydrologisch oogpunt bekeken en gemodelleerd. Zo is er de hoeveelheid neerslag, een volume daarvan dat infiltreert en een aandeel van dit volume dat voor de voeding van aquifers zorgt. Voor oppervlaktewater zijn het de verhoudingen tussen vasthouden, bergen en afvoeren die de beschikbaarheid bepalen. Hierbij spelen "ecosystemen" een essentiële rol: de vegetatie (van natuurlijke begroeiingen tot menselijke landgebruiken) en de ermee geassocieerde habitats spelen een sleutelrol in het capteren (interceptie), het oppervlakkig vasthouden of het infiltreren van neerslagwater; net als de morfologie en vegetatie van waterlopen (van natuurlijke systemen tot menselijke ingrepen) de afvoerdebieten mee bepalen. Dit staat los van de interpretatie in hoeverre hydrologische processen al dan niet deel uitmaken van het ecosysteem of vice-versa: de bodembedekking/ het landgebruik (en dus ecosystemen in ruime zin) vormen de belangrijkste factor waarmee het lange termijn aanbod van de ecosysteemdienst waterproductie mee kan worden gestuurd.

In dit hoofdstuk wordt gefocust op het infiltratie-proces, zonder daarom het belang van hydrologische modelleringen, waterbalansen of van (diepere) grondwaterprocessen te willen onderschatten. Vanuit ecosysteemdienst-oogpunt wordt op twee vragen gefocust: "*hoe wordt het aanbod van de dienst bepaald door ecosystemen*" en anderzijds "*hoe beïnvloedt het gebruik van de dienst ecosystemen*". Dit wordt gekaderd met de belangrijkste rapporten en onderzoeken rond watervoorziening in Vlaanderen.

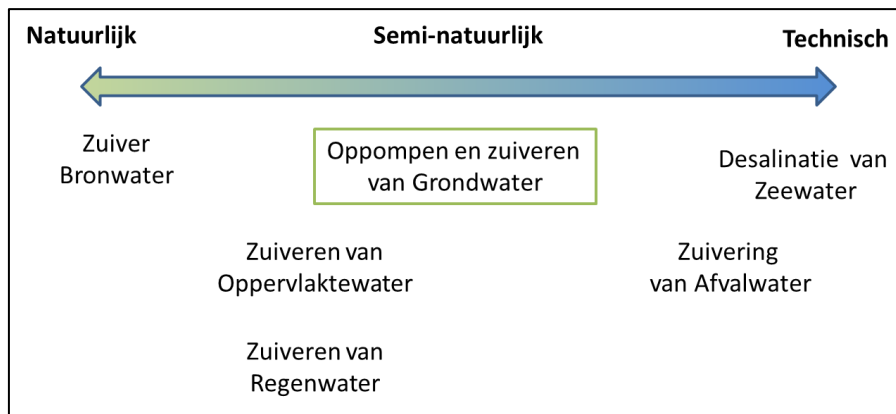


Figuur 1. Conceptueel raamwerk van NARA-T voor de ecosysteemdienst 'waterproductie' met de voornaamste relaties tussen ecosystemen, ecosysteemdiensten en hun invloed op menselijk welzijn en economische welvaart. Het raamwerk benadrukt het cyclisch karakter van deze relaties, de invloed van drivers op deze cyclus, de rol van instituties en menselijke keuzen en het belang van verschillende schaalniveaus

Natuurlijk of Technologisch?

Watervoorziening wordt bepaald door de hoeveelheid en de kwaliteit van het water. In een ideale situatie is het water van een perfecte kwaliteit (zuiver bronwater) en is er –behalve het oppompen en verdelen- geen technische ingreep nodig om het gebruik mogelijk te maken. In de meeste situaties haalt het water echter niet de vereiste kwaliteit en moet er een vorm van nazuivering worden toegepast. Zelfs zuiver bronwater moet soms worden behandeld omdat concentraties van bepaalde elementen te hoog kunnen liggen (bv. ijzer). In de meest extreme gevallen kan afvalwater worden gezuiverd of zeewater van haar zout (in Vlaanderen niet toegepast) ontdaan door middel van een combinatie van technieken. Bij afvalwaterzuivering wordt het water soms opnieuw geïnfiltrerd in de bodem als laatste zuiveringsstap, waarna het opnieuw wordt opgepompt (zie ook paragraaf 6). Hierbij kan dus ook rechtstreeks gebruik worden gemaakt van ecosystemen. Naast technieken voor waterkwaliteitsverbetering is ook het transporteren van water met een betere kwaliteit over grote afstanden een technologische overweging. Voorbeelden hiervan zijn het Albertkanaal dat Maaswater aanvoert of leidingen die zuiverder grondwater aanvoeren uit Wallonië. Kortom, de ecosysteemdienst waterproductie moet worden gezien langs een gebruiksgradiënt, waarin natuurlijke systemen een grote dan wel kleinere rol spelen (Figuur 2).

Binnen het de ESD watervoorziening wordt een deel van deze gradiënt beschouwd. De karteringen binnen dit hoofdstuk zijn specifiek gericht op grondwaterwaterwinningen.

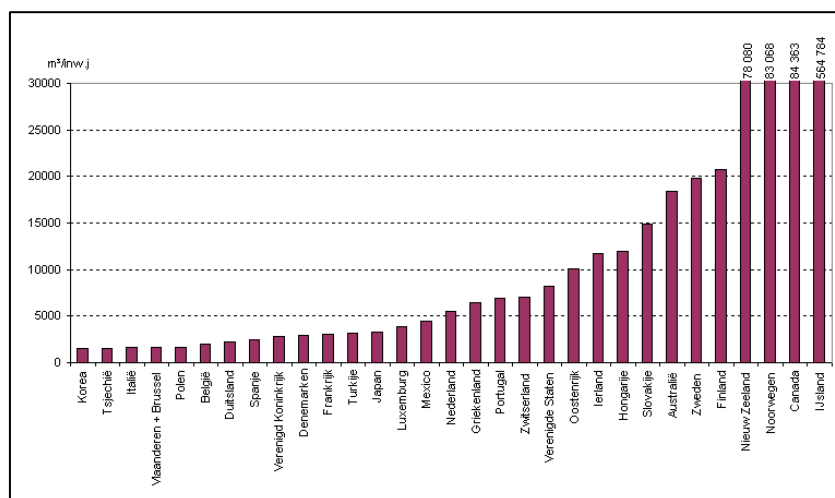


Figuur 2. Gradiënt natuurlijke versus technologische levering waterproductie

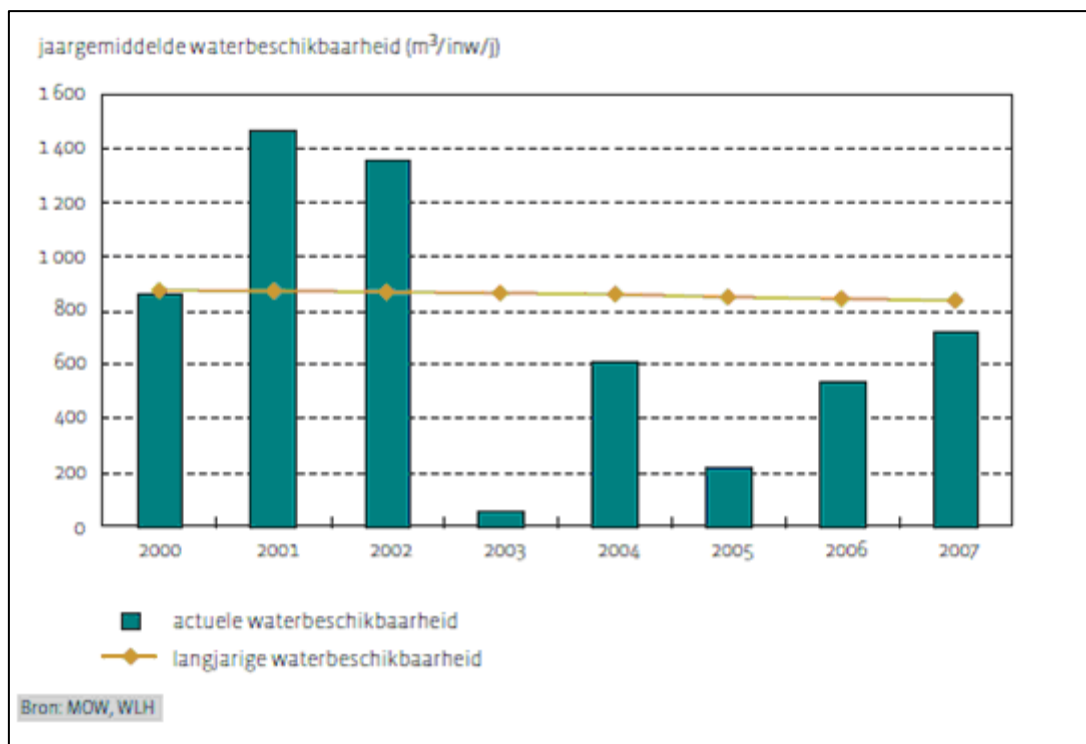
1.1. Belang van waterproductie in Vlaanderen

De lange-termijn bron van water is de neerslag welke wordt gecapteerd in watervoerende lagen. In Vlaanderen valt er jaarlijks gemiddeld zo'n 800 mm neerslag, wat overeenkomt met 11 miljard m³ water. Ondanks deze niet onaanzienlijke neerslag, is Vlaanderen een relatief waterschaarse regio (Figuur 3). De term waterschaarste wordt gebruikt als de waterbeschikbaarheid minder is dan 1.000 m³/inw./jaar (MIRA 2013). Naast de beschikbaarheid per jaar wordt het wateraanbod vaak ook uitgedrukt in een jaargemiddeld debiet (m³/s). Tussen 2003 & 2006 bedroeg in Vlaanderen het wateraanbod gemiddeld 245 m³/s. In Vlaanderen werd daarvan gemiddeld 23,8 m³/s (of ca. 750 miljoen m³ water/jaar) van diverse oorsprong gebruikt (Michielsens et al. 2012).

Door de hoge bevolkingsdichtheid bedroeg het langjarig jaargemiddelde van de waterbeschikbaarheid in 2007 834 m³/inw./jaar (MIRA-T 2009). Volgens andere berekeningsmethodes ligt dit tussen de 1150 m³/inw./jaar en de 1700 m³/inw./jaar (MIRA 2013) Dit betekent dat Vlaanderen en Brussel internationaal als een regio met een "ernstig watertekort" worden beschouwd (Figuur 2). Dit gaat niet over de hoeveelheid water die per persoon beschikbaar is voor persoonlijk gebruik, maar omvat ook het water dat indirect gebruikt wordt voor voorzieningen en sectoren die maatschappelijk essentieel zijn (drinkwater, algemeen gebruik huishoudens, industrie, energieproductie, landbouw, scheepvaart,...). Tekorten kunnen dan ook een grote maatschappelijke impact hebben: waterschaarste kan de productiviteit van landbouwgewassen en het vee aantasten, lage waterstanden in rivieren en kanalen kunnen leiden tot beperkingen voor de scheepvaart en elektriciteitsproductie in gevaar brengen omdat er te weinig koelwater beschikbaar is. De actuele waterbeschikbaarheid kan door variaties in neerslag sterk verschillen tussen jaren en seizoenen (Figuur 4).



Figuur 3. Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen (MIRA 2013b)

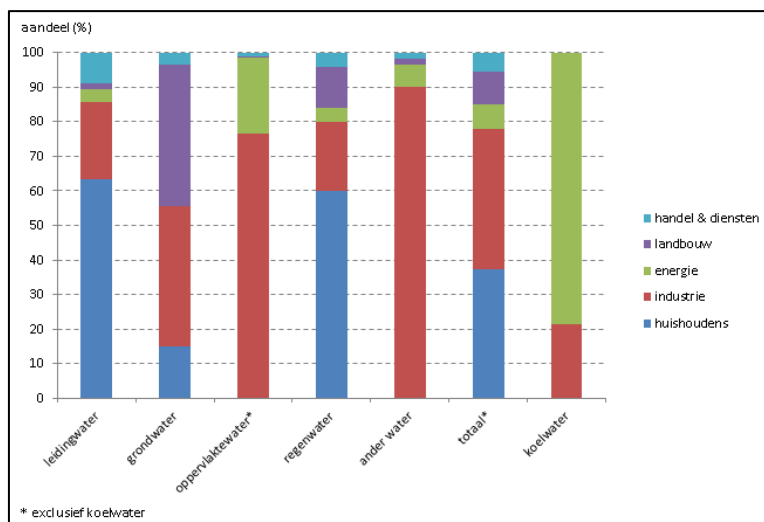


Figuur 4. Jaargemiddelde waterbeschikbaarheid (MIRA-T 2009)

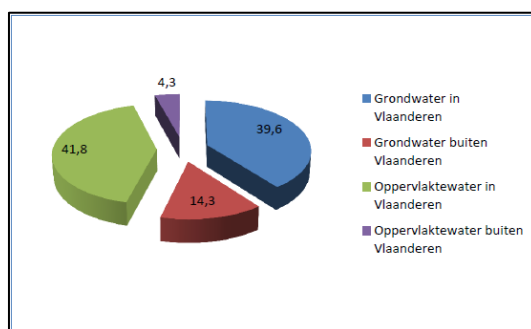
Het belang van de ecosystemedienst waterproductie is de resultante van het aanbod en de vraag naar water. Deze aspecten worden in de volgende delen meer in detail besproken. De grote lijnen van het huidige verbruik illustreren echter dat (1) de productie van water door ecosystemen, inclusief de hydrologische fluxen en aanvulling van voorraden, belangrijk is voor tal van maatschappelijke sectoren (Figuur 5); en (2) dat het water vandaag wordt gehaald uit verschillende bronnen, waarvan een significant deel zich buiten Vlaanderen bevindt en/of nazuivering vraagt voor gebruik (Figuur 6 en 7).

De vraag naar zuiver water vanuit Vlaanderen is dus groter dan het aanbod vanuit de bronnen in Vlaanderen. Het totale waterverbruik in Vlaanderen is erg verscheiden. Zo zijn cijfers over het verbruik van niet-leidingwater door industrie, landbouw, huishoudens,...versnipperd over verschillende administraties, is de interpretatie ervan ook complex en de vergelijkbaarheid laag. Sommige stromen ontbreken zoals verbruik door kanalen in de reguliere rapportages. Figuur 8 illustreert de verscheidenheid aan bronnen en verbruikers van water. Een essentieel gegeven is het onderscheid tussen watergebruik, waarbij het water wordt gebruikt en (herbruikbaar) terugkeert naar het systeem, en waterverbruik, waarbij het water wordt geconsumeerd. Na verbruik is water uit het systeem verwijderd (versassen naar zee, verdamping, etc.) of in een niet onmiddellijk bruikbare (vb. vervuilde) toestand gebracht.

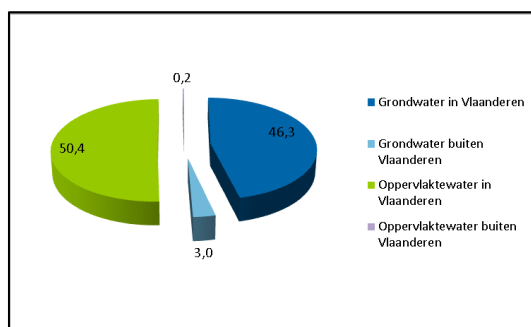
Zowat elk landgebruik –met uitzondering van de verdichte oppervlaktes- levert potentieel mee aan het aanbod voor waterproductie enerzijds en zorgt anderzijds –met uitzondering van quasi-natuurlijke infiltratiegebieden- voor een bepaalde mate van verbruik. Bovendien zijn de verschillende bronnen in verschillende mate hernieuwbaar. Dit alles maakt de interpretatie van beschikbare cijfers erg delicaat.



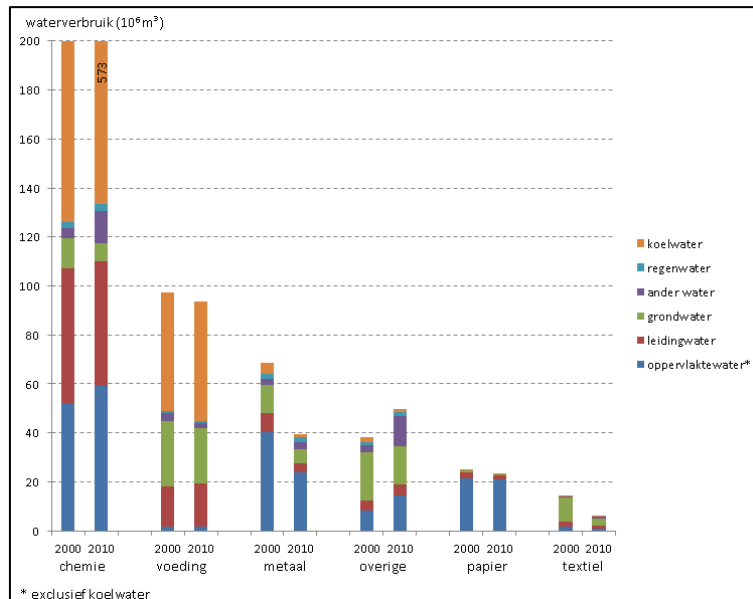
Figuur 5. Afhangelijkheid van verschillende sectoren van verschillende watertypes (MIRA 2013a)



Figuur 6. Procentuele verdeling gewonnen ruwwater (door de drinkwatermaatschappijen) voor Vlaanderen (2011) (MIRA 2013a)



Figuur 7. Procentuele verdeling gewonnen ruwwater (door de drinkwatermaatschappijen) voor Vlaanderen (2012) (MIRA 2013a)



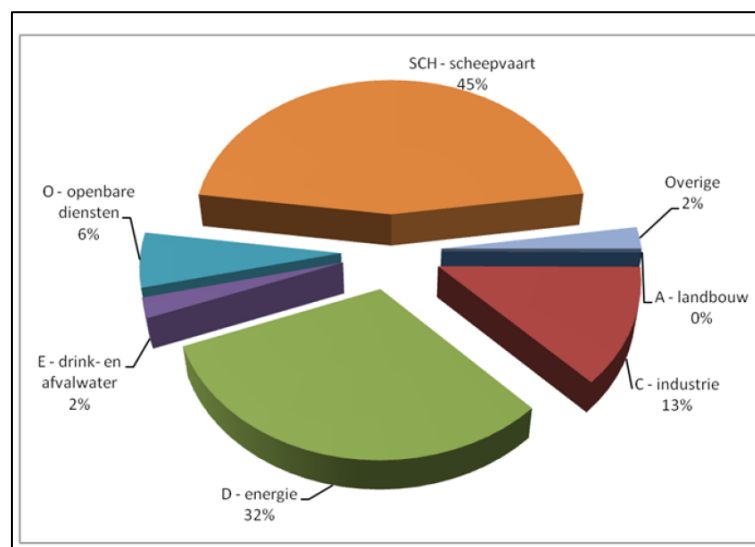
Figuur 8. Industriële waterverbruik volgens sector en watertype (MIRA 2013a)

1.2. Focus van het rapport

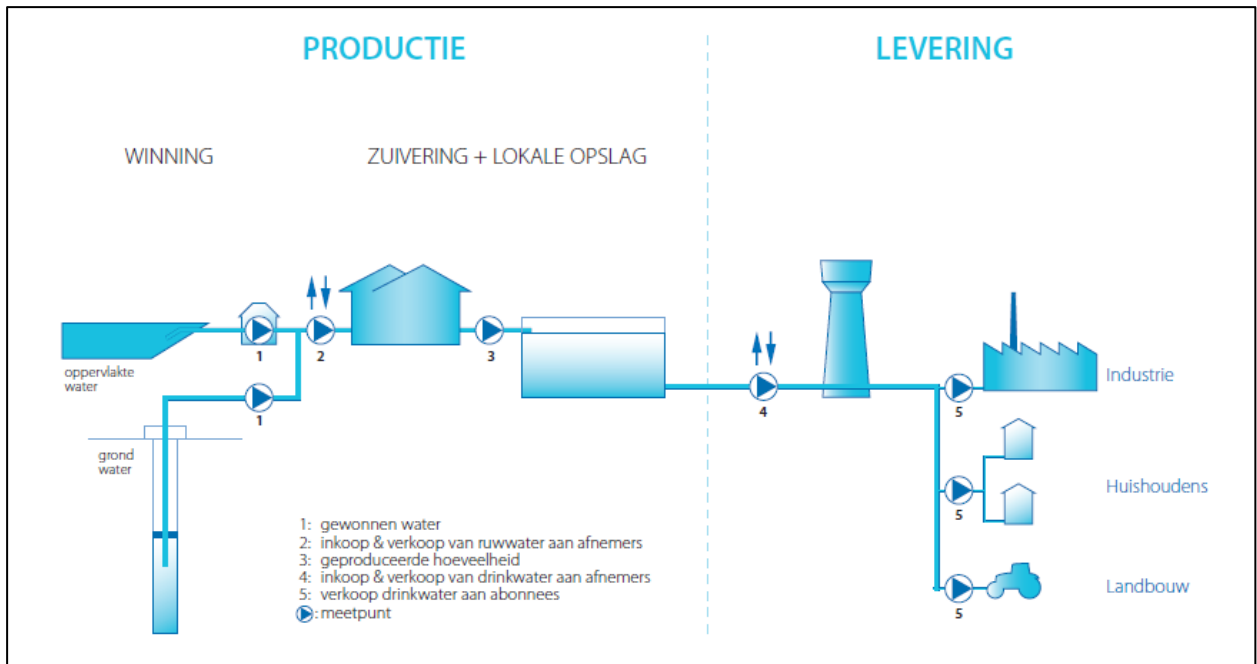
Het totale waterverbruik in Vlaanderen wordt slechts gedeeltelijk geregistreerd in gecentraliseerde en vergelijkbare indicatoren. In de volgende delen ligt de focus dan ook op het aandeel van het waterverbruik dat door de watermaatschappijen wordt vermarkt, ook al maken de sectoren energie, industrie, landbouw en scheepvaart in zeer grote mate gebruik van water buiten dit circuit (Figuur 8 en Figuur 9).

Het focussen op de data uit watermaatschappijen heeft drie redenen: (1) data voor toestand en trends zijn gedocumenteerd door de watermaatschappijen en onderling vergelijkbaar, (2) de hydrologische en ecologische processen die het aanbod van waterproductie bepalen zijn geldig voor watervoorziening in bredere zin en (3) de gebruikers van drinkwater (Figuur 10) vertegenwoordigen de brede socio-economische context voor watervoorziening in bredere zin.

Het samen brengen van de data uit verschillende administraties, sectoren en is één van de grootste kennishiaten om beter zicht te krijgen op de vraag naar water, de rol van ecosystemen in het aanbod van water en de impact van het gebruik van water op ecosystemen binnen en buiten Vlaanderen. Basisvragen rond het al dan niet duurzaam gebruik van water op Vlaams niveau kunnen niet worden beantwoord zonder dergelijke oefening te maken.



Figuur 9. Aandeel van sectoren in het uit het oppervlaktewater onttrokken volume (Michielsens et al 2012)

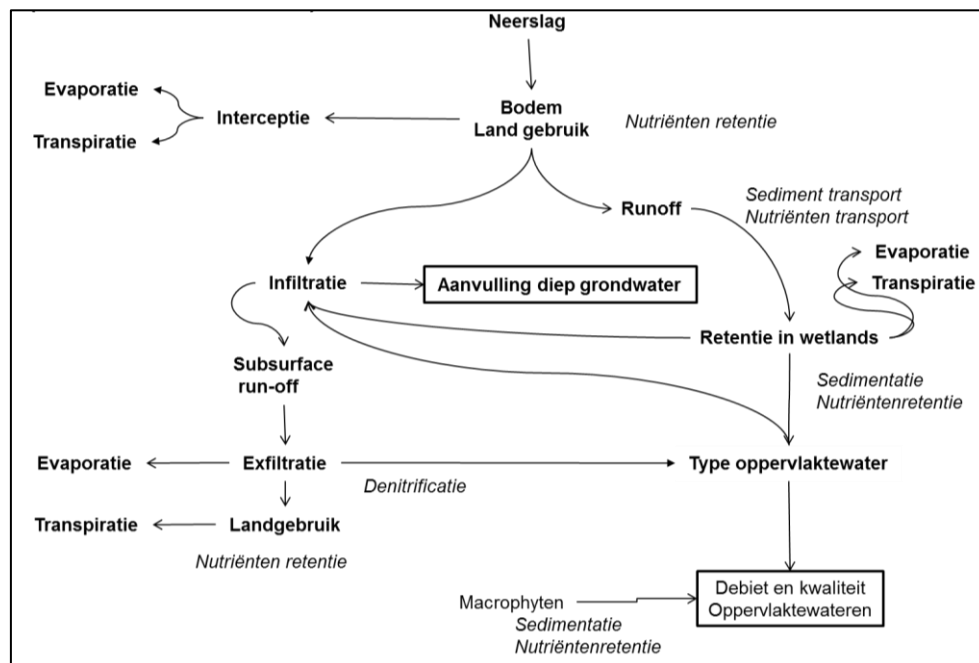


Figuur 10. De waterketen (VMM 2012a)

1.3. Mechanismen waterproductie

1.3.1. aanbodmechanisme

De hoeveelheid neerslag die ons klimaat voorkomt is de eerste bepalende factor voor de watervoorziening. De neerslag over Vlaanderen varieert tussen 650 mm/jaar aan de kust/westhoek tot maximaal 1 000 mm/jaar in Voeren en 800-900 mm/jaar in het noorden van de Kempen. In totaal geeft dit gemiddeld 11 miljard m³ water per jaar voor Vlaanderen (Michielsens et al. 2012). Na een gedeeltelijke verdamping en lokale evapotranspiratie wordt het neerslagoverschot verdeeld over verschillende processen en trajecten langs waar het water zich door het systeem beweegt (afstroming, ondiepe infiltratie, etc.). Afhankelijk van het traject zal het water een langere verblijftijd kennen in het systeem en blijft het langer beschikbaar voor de watervoorziening. Dit is van groot belang tijdens droogteperiodes (Figuur 11).



Figuur 11. Schema van het biofysisch mechanisme

Welke processen dominant zijn op een bepaalde locatie wordt in eerste instantie bepaald door topografie, bodemtextuur, lokale grondwaterstand en type landgebruik. Op basis hiervan wordt de neerslag verdeeld naar interceptie door het landgebruik (evaporatie en transpiratie), infiltratie en run-off.

Topografie bepaalt deels de snelheid waarmee water afstroomt en de tijd die het water heeft om te infiltreren. Hoe steiler de heuvels/hellingen hoe sneller het water zal afstromen naar de gracht, beek of rivier en het water het systeem verlaat. Bepaalde **bodemtexturen** zijn beter geschikt voor infiltratie. Hierdoor kan een groter deel van de neerslag in de bodem infiltreren en zal de runoff beperkt blijven. Daarnaast heeft het type **landgebruik** een groot effect op de infiltratiecapaciteit. Sommige landgebruikstypes zullen een grotere infiltratie toelaten door een lagere interceptie en/of een hogere doorlaatbaarheid van de bodem. Ook een hogere **grondwatertafel** zal het run-off proces versterken doordat het infiltratiepotentieel beperkter is. Infiltratie en ondergrondse stromen zorgen meestal voor een langere afgelegde weg, tragere doorstroming en dus een langere verblijftijd in het systeem. De initiële infiltratie kan leiden tot het aanvullen van de grondwatertafel of zorgen voor subsurface run-off. Het water zal hierdoor na exfiltratie beschikbaar worden voor evaporatie en transpiratie door vegetatie of terechtkomen in de oppervlaktewateren. Run-off kan via retentiegebieden toch nog leiden tot infiltratie of zorgen voor de aanvulling van de oppervlaktewateren. Ook retentiegebieden kunnen zorgen voor een langere verblijftijd in het systeem.

Naast het effect van deze fluxen op de plaats waar het water terechtkomt en verblijftijd van het water in de verschillende waterlichamen, zijn er ook effecten op de waterkwaliteit en de geschiktheid van het water voor de verschillende functies. De belangrijkste processen zijn nutriëntenretentie, denitrificatie, sedimenttransport en sedimentatie. Deze processen worden meer in detail besproken bij de hoofdstukken over waterkwaliteit en erosie.

Door interceptie speelt het vegetatietype of type ecosysteem een bepalende rol in de hoeveelheid water die kan infiltreren. Niettegenstaande is er maar een beperkte kennis over de impact van plantbiodiversiteit op efficiëntie van het watergebruik en een verhoging in infiltratie in niet-water gelimiteerde ecosystemen, maar een recente studie vond geen verschil tussen monoculturen en soortenrijke bossen in boreale systemen. (Grossiord et al. 2013). Daartegenover staat wel dat een hoge biodiversiteit in bodemleven een grote impact kan hebben op de infiltratiecapaciteit. Biodiverse bodems hebben meestal een hogere infiltratiecapaciteit en zijn beter gebufferd tegen omgevingsveranderingen. Hierbij spelen verschillende groepen van bodemleven een verschillende rol die samen de infiltratiecapaciteit aanzienlijk verhoogd (Figuur 22) (Bardgett et al. 2001), zie ook paragraaf 4 .

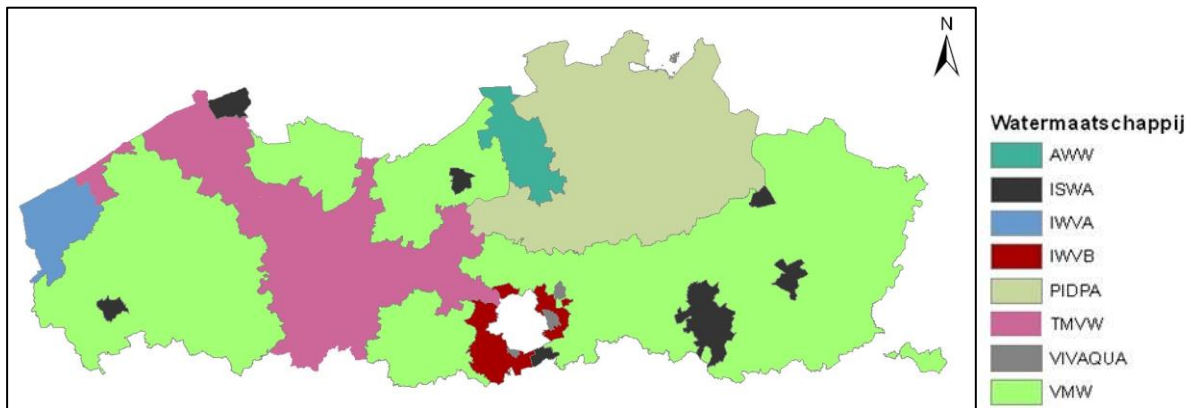
Na de natuurlijke aanvulling van de grondwatertafel zijn nog meestal steeds een aantal technische maatregelen nodig om van deze dienst gebruik te kunnen maken: oppompen, extra zuivering , kwaliteitscontrole, distributie etc. Net zoals bij veel andere diensten moet hier ook nog een aanzienlijke investering worden gedaan om gebruik te kunnen maken van de dienst. Het uiteindelijke aanbod wordt grotendeels vanuit de Vlaamse overheid gereguleerd doormiddel van vergunningen (hoeveelheid) en milieuregelgeving (bescherming kwaliteit). Landeigenaars, personen en bedrijven hebben echter wel een impact door de activiteiten die ze ontplooiën. Vlaamse regelgeving legt immers niet alles vast. Veranderingen in landgebruik (vb. omvorming van landbouw naar bos) kunnen bijvoorbeeld een impact hebben op de kwaliteit en hoeveelheden water die infiltreren.

1.3.2. Vraagmechanisme

De vraag naar water ligt in de eerste plaats bij de verschillende types consumenten of (drink)waterverbruikers (huishouden, industrie, landbouw..., Figuur 9). Deze vraag is sterk afhankelijk van verschillende processen en drijvende krachten achter het aanbod van water vanuit verschillende bronnen als ook het ver/gebruik door de sectoren in kwestie. De vraag naar water vanuit verschillende gebruikers wordt in elk geval slechts ten dele 'natuurlijk' ingevuld en vertaalt zich in een deelvraag naar de verwerking en verdeling van ruwwater. Hier zijn de cijfers en waterbalansen van de watermaatschappijen (Figuur 12) mogelijk interessant als indicatoren.

Water wordt terecht beschouwd als een gemeengoed. De waterwinnings-maatschappijen vermarkten drinkbaar water in ruil voor hun investering in aankoop, winning, zuivering en distributie. De prijs van dit water reflecteert echter niet het totale socio-economische belang ervan, net zoals de socio-economische afhankelijkheid van de 'natuurlijke' waterproductie voor scheepvaart, energie, industrie en landbouw (die deels buiten de watermaatschappijen plaatsvindt) niet is gekend. In zoverre een gemeengoed door iedereen kan worden gebruikt stelt dit geen problemen, maar eens het 'gratis' gebruik van water door de één, de toegankelijkheid en

beschikbaarheid van zuiver water voor andere of toekomstige belanghebbenden beïnvloedt, is het nodig de verdeling van (externe) kosten en baten te begroten. Hierin ligt een grote kennishiaat voor het waterbeleid.



Figuur 12. Watermaatschappijen in Vlaanderen. (VMM 2013)

De combinatie van de hydrologische fluxen en de verschillende types onttrekkingen bepalen de grootte en aanvullingsnelheid van de twee belangrijkste voorraden voor waterproductie: grondwater en oppervlaktewater.

In Vlaanderen zijn momenteel ongeveer 22.600 **grondwaterwinnings** vergund, goed voor een totaal vergund debiet van 420 miljoen m³/jaar of 13,2 m³/s. Van deze vergunningen zijn zo'n 282 miljoen m³/jaar gesitueerd op freatische grondwaterlagen. Deze grondwaterlagen zijn afhankelijk van infiltratie voor hun aanvulling en zijn minder kwetsbaar voor overexploitatie. Lokaal kunnen wel effecten optreden op grondwaterafhankelijke ecosystemen. De 115 miljoen³/jaar die vergund zijn op niet-freatische waterlagen zijn echter wel kwetsbaar, doordat deze een veel tragere heraanvulling en herstelcapaciteit hebben. De freatische grondwaterlagen en vergunningen zijn voornamelijk in de provincies Antwerpen en Limburg of de regio's Kempen en Maas gelegen vanwege de goed doorlaatbare dekzanden, maar ook in Vlaams-Brabant zijn er een heel aantal gesitueerd. In de Kempen wordt jaarlijks zo'n 13% van het totale neerslagoverschot (neerslag min verdamping - 1.340 miljoen m³/jaar) potentieel onttrokken door de vergunde grondwaterwinnings (175 miljoen m³/jaar). Deze exploitatie kan resulteren in een impact op de lokale waterhuishouding. Naast de vergunde debieten moet er ook nog eens rekening gehouden met onvergunde winningsputten. Variaties in de seizoenen kunnen zorgen voor grote schommelingen van de vraag naar grondwater. Warme droge zomers zullen immers leiden tot een verhoogde vraag naar en daaruit volgende onttrekking van grondwater (DOV 2012).

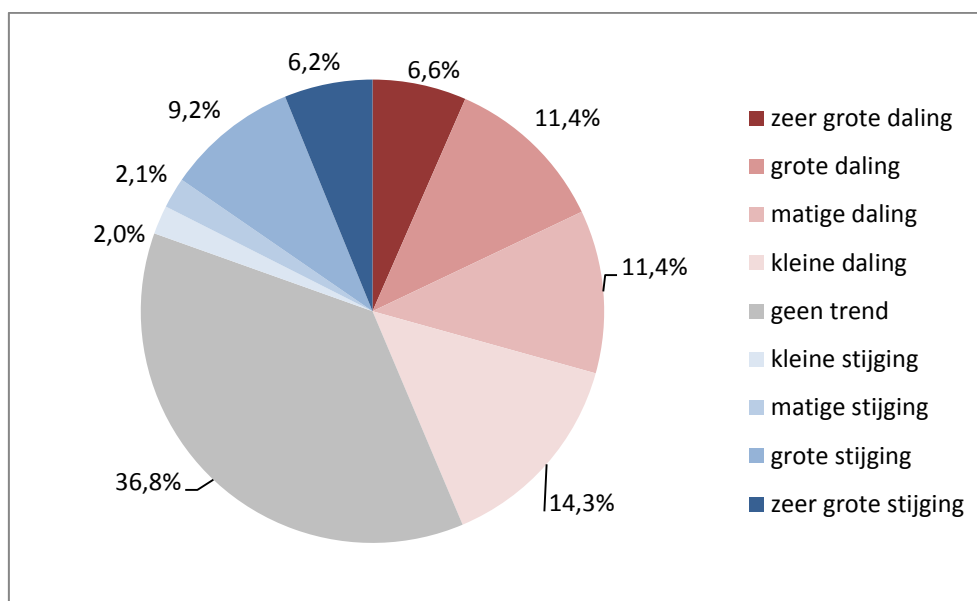
In Vlaanderen wordt 8,3 miljard m³/jaar water of 263 m³/s **onttrokken uit de bevaarbare waterlopen en kanalen**. Belangrijkste gebruikers van dit oppervlaktewater zijn de scheepvaart (45%), de energiesector (32%) en de industrie (13%). Dit gebruik situeert zich voornamelijk langs de belangrijkste economische assen en centra: het Albertkanaal en het kanaal Gent-Terneuzen en de havens van Antwerpen en Gent. Van dit onttrokken volume wordt er 1,2 miljard m³ water of 15% van het totale onttrokken volume ook effectief gebruikt door de verschillende gebruikers. De scheepvaart is de grootste verbruiker met bijna 0,5 miljard m³/j (15,5 m³/s, 40% van het totale verbruik). Dit verbruik dient voornamelijk voor het versluizen van schepen aan de Kreekraksluizen en de sluisen in Terneuzen en ter bestrijding van de zoutindringing in het kanaal Gent-Terneuzen. (Michielsen et al. 2012).

2. Toestand en Trend ESD

In dit onderdeel wordt **een verkenning gemaakt van indicatoren** voor de toestand en trend van aanbod, vraag en gebruik van de ecosystemedienst waterproductie. Zoals eerder uiteengezet (zie paragraaf 1.2) zijn er enerzijds beperkingen qua databeschikbaarheid en vergelijkbaarheid, en willen we anderzijds focussen op de deelprocessen die afhankelijk zijn van of een impact hebben op ecosystemen. De ruimtelijke uitwerking moet in die zin beschouwd worden als een eerste verkennende indicator eerder dan een volledige kwantitatieve fysische modellering. Dit zou een doorgedreven integratie zou vragen van bestaande hydrologische modelleringen en socio-economische data (zie ook paragraaf 7).

2.1. Aanbod van ESD waterproductie

Zoals hierboven duidelijk werd gemaakt is de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen laag (MIRA). De trend blijft, ondanks regelgeving en aanzienlijke inspanningen rond waterwinning, nog negatief: Bijna 44 % van de 747 geanalyseerde meetreeksen van grondwaterstanden vertoont over de periode 2000-2011 een daling, terwijl slechts 19.5 % van de meetpunten een stijging zien (Figuur 13) (MIRA 2012). Ook hier moet worden opgemerkt dat grondwaterpeilen mee worden bepaald door een hele reeks factoren zoals andere grondwaterwinningen, drainagesystemen, etc. De dalende aanbodcijfers mogen dus niet worden geïnterpreteerd als enkel een gevolg van de wateronttrekking (zie ook paragraaf 7).



Figuur 13. Evolutie grondwaterstanden in Vlaanderen 2001-2011 (MIRA 2012)

Het aanbod vanuit oppervlaktewater zou in detail moeten worden geëvalueerd via de berekening van beschikbare volumes met een vereiste waterkwaliteit voor verschillende gebruiken.

Ruimtelijke weergave van het aanbod aan deze dienst is door de complexe hydrologie niet eenvoudig zonder een geïntegreerde modellering van oppervlakte- en grondwaterstromingen, waterverplaatsingen en onttrekkingen. Wat betreft de ecosystemen en hun potentiële impact op het aanbod, is infiltratie – en de impact van landgebruik daarop – een mogelijke indicator voor een deel van de aanbodzijde (zie kader 1)

Kader 1

Potentiële en actuele infiltratie als ruimtelijke indicator voor het aanbod ESD waterproductie (deel grondwater)

De hier volgende kartering is gebaseerd op de analyses die door de Universiteit Antwerpen werden uitgewerkt in functie van de "baten Natura 2000" studie (Broekx, De Nocker et al. 2013). de gemiddelde jaarlijkse aanvulling van het grondwater wordt hierin als indicator voor het aanbod beschouwd. Het grondwatersysteem kan als buffer worden gebruikt om variaties in vraag tussen verschillende jaren op te vangen. Een duurzaam gebruik stelt dat het aanbod op langere termijn gelijkgesteld wordt aan de gemiddelde jaarlijkse aanvulling (naast het feit dat er geen andere negatieve effecten mogen optreden). De fysische geschiktheidsindicator wordt in verschillende stappen berekend op basis van de bodemkaart van Vlaanderen en een schatting van de gemiddelde neerslag (Figuur 14). Hiervoor maken we gebruik van gegevens uit het Wetspass model van Batelaan et al. (2007a) en de gegevens uit de bodemkaart van Vlaanderen.

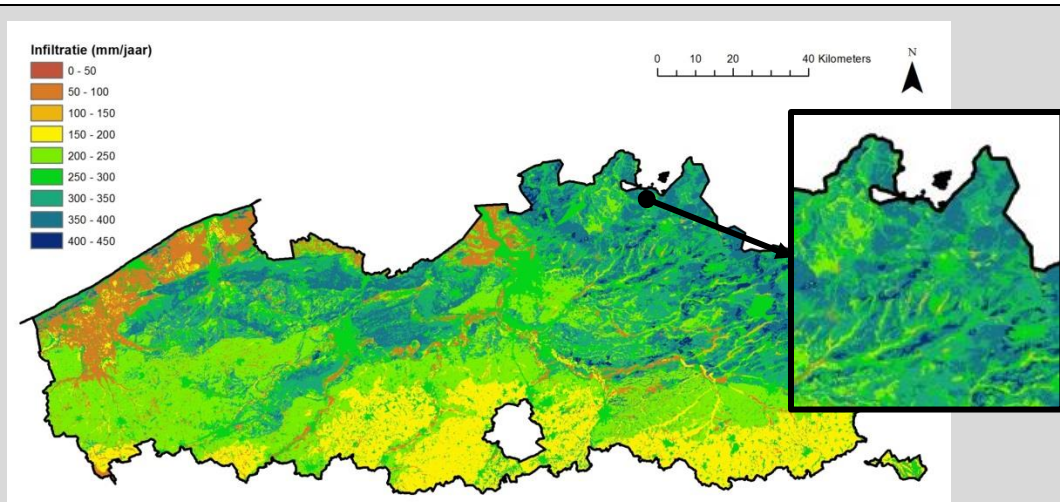
De infiltratiecapaciteit van de bodem is afhankelijk van de lokale grondwaterstand. De aanwezigheid van oppervlakkig grondwater beperkt namelijk de infiltratie. Het grondwater wordt afgeleid naar natuurlijke waterlopen en/of drainagegrachten. Het ophouden van grond en/of neerslagwater in van nature natte gebieden kan evenzeer bijdragen tot het vermijden van hydrologische droogte. Op basis het DTM, de bodemkaart en afstand tot de waterlopen kan een indicatie gegeven worden van de grondwaterstand in Vlaanderen (zie bijlage).

Naast de beperkingen voor infiltratie vanuit het fysisch systeem – heeft het landgebruik ook een impact op de hoeveelheid water die de bodem bereikt en dus beschikbaar is voor infiltratie. Bodemverdichting, interceptie en drainage kunnen de infiltratie beperken. Infiltratie uit een grondwatervoedingsmodel (Batelaan et al. 2007b) resulteren in een grote bandbreedte in grondwateraanvulling. Dit wijst erop dat simpele verbanden tussen bodemtextuur, bedekking en infiltratie niet voldoende zijn voor een adequate beschrijving van de grondwatervoeding. Al speelt de bodemtextuur en bodemhydrologie een belangrijke rol.

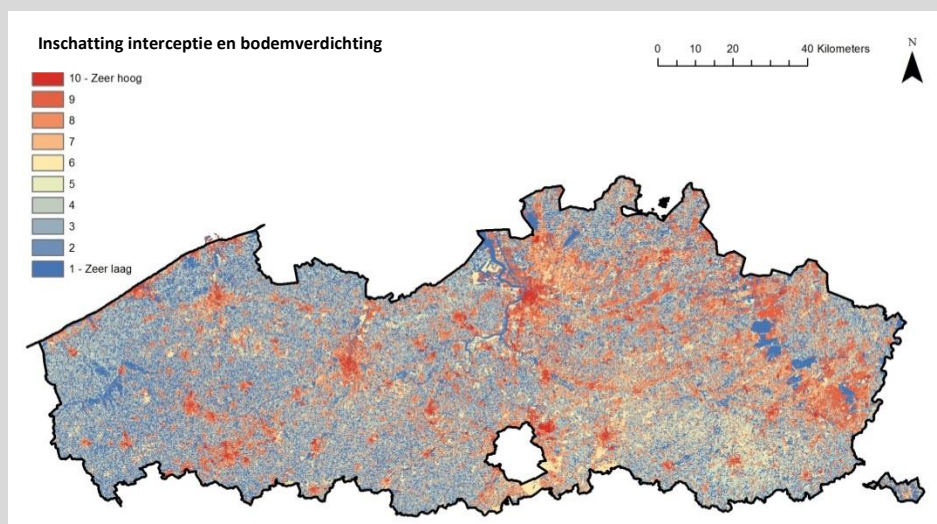
Met name valt het op dat voor bepaalde typen landgebruik er zeer grote verschillen kunnen zijn tussen de minima en maxima. Deze brede bandbreedte valt wellicht te verklaren door de verschillen in de lokale topografie, de bodemtextuur en de verschillen tussen onbegroeide en begroeide toestand van de landgebruiken. Op lichte bodems zal de aanwezigheid van vegetatie de infiltratie beperken, terwijl er op zware bodems net een positief effect zal zijn. Ook moet men oppassen om deze waarden zomaar te transfereren van de ene landgebruikskaat naar de andere.

De effecten van interceptie en bodemverdichting door verharde oppervlakten werden berekend op basis van een integratie van bebouwing, zoneringsplannen, interceptie door vegetatie en het fysisch potentieel (Figuur 15) en gecombineerd in één kaartlaag. Deze vormt een beperking (begrenzing) op de maximale potentiële infiltratie vanuit bodem en bodemhydrologie. Door de verschillende kaarten van potentiële infiltratie, grondwaterstanden en interceptie/bodemverdichting met elkaar te combineren wordt een kaart bekomen die de actuele infiltratie in Vlaanderen beschrijft (Figuur 16).

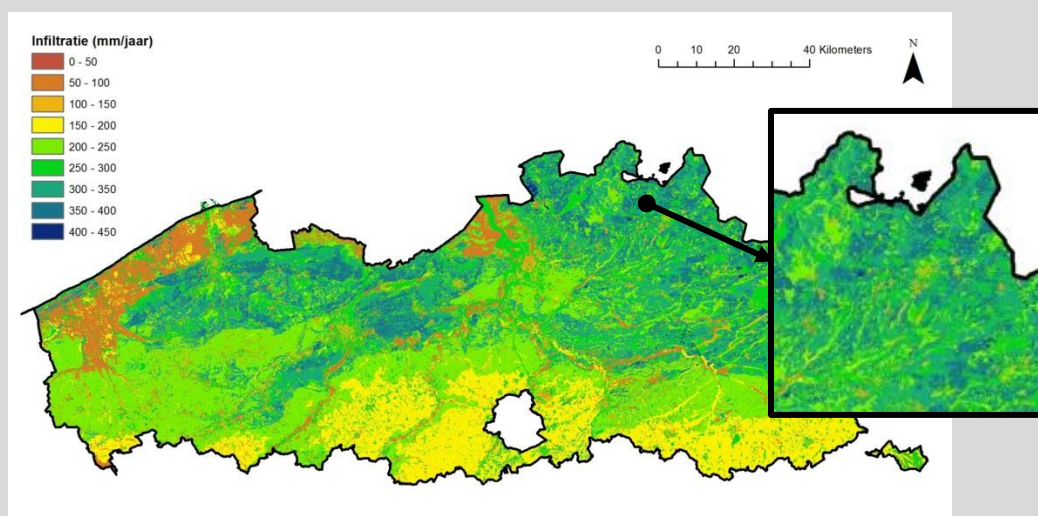
Net zoals bij vele andere regulerende diensten is de impact van beleidsmaatregelen en beheer op deze dienst eerder beperkt. Bepaalde beleidsmaatregelen zoals infiltratievoorzieningen, heideherstel en bosconversie kunnen potentieel wel een impact hebben, maar deze impact is momenteel beperkt door de beperkte implementatie van de maatregelen. Daarnaast heeft de regelgeving over de bescherming van drinkwatergebieden ook een impact.



Figuur 14. Infiltratiepotentieel bij een gemiddelde neerslag (800 mm/jaar) (Staes et al. 2013)



Figuur 15. Verlies aan infiltratie door interceptie en bodemverdichting (Staes et al. 2013)



Figuur 16. Actuele infiltratie (mm/jaar) (Staes et al. 2013)

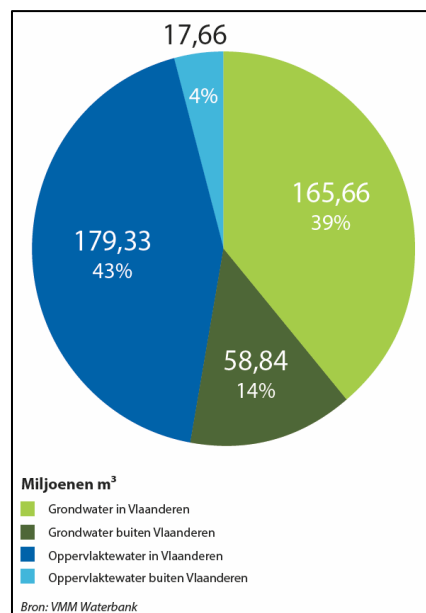
2.2. Vraag naar en gebruik van ESD waterproductie

De vraag naar water vanuit verschillende sectoren werd reeds kort besproken in deel 1.3.2. Hieruit wordt duidelijk dat water beschikbaar is voor een brede waaier aan gebruiken, en dat deze gebruiken ook als een indicator voor de vraag kunnen worden beschouwd. Voor het gebruik van regenwater en oppervlaktewater voor koelwater en (een deel van) de industriële en landbouwprocessen is de huidige waterkwaliteit afdoende.

Een deel van de gebruikers vereist kwaliteitsvol (drink)water, wat een vraag genereert om water te onttrekken, na te zuiveren en te distribueren. Dit deel van de totale vraag wordt ingevuld via de watermaatschappijen. In 2011 werden volgende hoeveelheden ruwwater onttrokken voor zuivering naar drinkwater (Figuur 17):

- Oppervlaktewater in Vlaanderen: 179.33 miljoen m³
- Oppervlaktewater buiten Vlaanderen: 17.66 miljoen m³
- Grondwater in Vlaanderen: 156.66 miljoen m³
- Grondwater buiten Vlaanderen: 58.84 miljoen m³

De vraag naar (drink)water wordt dus deels ingevuld door aanbod van buiten Vlaanderen. Bij deze cijfers moet er een belangrijke kanttekening gemaakt worden. Een deel van het oppervlaktewater dat in Vlaanderen wordt gewonnen is in feite afkomstig van buiten Vlaanderen. Zo is Waterlink (voorheen AWW) sterk afhankelijk van Maaswater afkomstig uit Frankrijk en Wallonië dat via het Albertkanaal wordt aangevoerd. Ook uit de Schelde en de IJzer wordt water gewonnen. In recente rapporteringen over drinkwaterbeleid in Vlaanderen wordt dit echter aangeduid als in Vlaanderen gewonnen water. Beide importsystemen, rechtstreekse import van leidingwater of import via kanalen zijn van groot belang voor de evaluatie van de dienst in Vlaanderen.

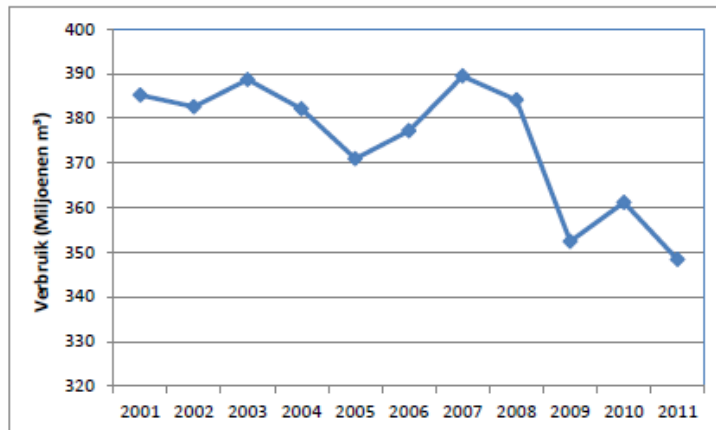


Figuur 17. Verdeling van de waterbronnen (VMM 2012a)

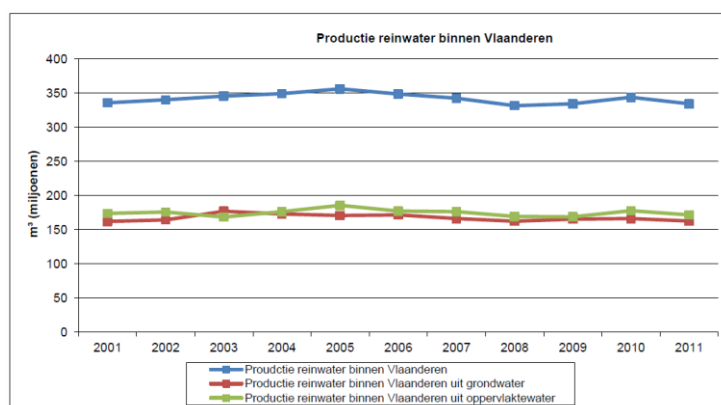
Het gemiddeld verbruik van leidingwater door de abonnees (huishoudelijke en niet-huishoudelijke) is over een periode van 2001 tot 2011 aanzienlijk gedaald: in totaal werd er over de periode 40 miljoen m³ water minder geleverd aan de abonnees (Figuur 18, VMM 2013). Door maatregelen zoals de gewestelijke stedenbouwkundige vergunning, het subsidiëren van hemelwaterputten, integraal waterfactuur, enz. probeert de overheid het totale waterverbruik – en vooral het verbruik van leidingwater – te beperken. De problematiek van piekverbruiken wordt hier echter mogelijks door verscherpt.

Terug dienen we hier op te merken dat deze trend niet het (grote aandeel, zie Figuur 9) waterverbruik van scheepvaart, energie, industrie en landbouw buiten het drinkwater-circuit mee rekent.

De daling in verbruik van leidingwater heeft echter vrijwel geen impact op de productie van leidingwater, wat ervoor zorgt dat de vraag naar het ecosysteem nagenoeg stabiel blijft (Figuur 19). De productie vanuit grondwater en oppervlaktewater zijn de afgelopen 10 jaar nauwelijks veranderd, doordat de daling in verbruik resulteerde in een daling van de import van water van buiten Vlaanderen (de laatste 10 jaar 21% daling) (VMM 2013a).



Figuur 18. Evolutie volume (m³) geleverd reinwater tussen 2001 en 2011 (VMM 2013a)



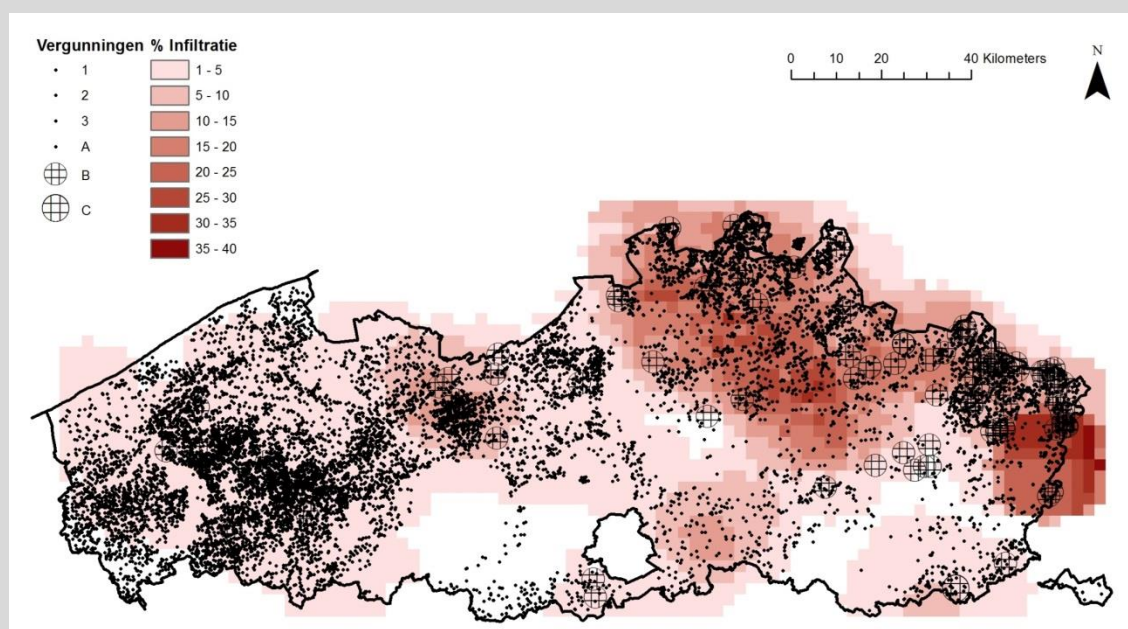
Figuur 19. Gegevens productie reinwater (drinkwater) (m³/j) binnen Vlaanderen, opgesplitst in oppervlakte- en grondwater, tussen 2001 en 2011 (VMM 2013a)

Kader 2

Infiltratie-equivalent als ruimtelijke indicator voor het gebruik van de ESD waterproductie (deel grondwater)

Binnen het Natura 2000 rapport werden ruimtelijke indicatoren ontwikkeld voor bestaande grondwateronttrekkingen. Binnen dit kader bespreken we de infiltratie-equivalent methode (Broekx et al. 2013).

De ruimtelijke indicator is gebaseerd op het concept van infiltratie-equivalent waarbij de vergunde volumes (als vraag-indicator) worden verrekend naar de oppervlakte die nodig zou zijn om dit door infiltratie te compenseren rond de vergunningslocatie. Water dat onttrokken wordt is natuurlijk afkomstig van een veel groter infiltratiegebied dan de afpompingskegels alleen, en van een veel langere termijn, terwijl deze benadering impliciet veronderstelt dat grondwatervoorraden lokaal en vrij snel worden aangevuld. De hoeveelheid water die jaarlijks infiltreert wordt beschouwd als een theoretische maximale indicator van het aanbod van deze dienst. De finale indicator vergelijkt infiltratie en onttrekkingsvolumes per pixel en maakt hierdoor een conservatieve inschatting van het gebruik (Figuur 20).



Figuur 20. Resultaten infiltratie-equivalent methode en afleiding scores (Broekx et al. 2013)

3. Drivers voor vraag en aanbod van de ESD

3.1. Impact directe drivers

Veranderingen in landgebruik kunnen als belangrijke directe driver een rechtstreekse impact hebben op de watervoorziening. Hierbij kunnen zowel de waterkwantiteit als ook de waterkwaliteit worden beïnvloed. Landconversie kan een grote impact hebben op de hoeveelheid water die kan infiltreren in de bodem (zie kader 1). Landconversie gaat vaak samen met het herinrichten van het landschap en specifieke infrastructuurwerken die instaan voor het beheer van de waterhuishouding. In de meeste gevallen zijn deze gericht op het afvoeren en controleren van het regenwater. Recente trends vanuit het integraal waterbeleid zijn wel gericht op het langer, lokaal, vasthouden van het regenwater. Bepaalde ingrepen zoals het aanleggen van natuurlijke bufferbekkens, wadis, open grachten, etc kunnen de infiltratie van regenwater vergroten.

Het inschatten van het effect bij de omzetting van één ecosysteem naar een ander is erg moeilijk. De infiltratiecapaciteit kan immers enorm variëren binnen één ecosysteemtype. Deze brede bandbreedte valt wellicht te verklaren door de verschillen in de lokale topografie/hydrologie en de bodemtextuur. Op lichte bodems zal vegetatie de infiltratie beperken, terwijl er op zware bodems net een positief effect zal zijn. Bij landconversie van één vegetatietype naar een ander vegetatietype kan er dan ook niet zomaar een rechtstreekse trend worden vastgelegd (Broekx et al. 2013).

Landconversie naar bos leidt niet gemiddeld gezien tot een verhoging van de infiltratiecapaciteit. Bossen hebben een impact op interceptie en transpiratieverliezen. Afhankelijk van combinaties tussen bodemtype, boomsoort en structuurkenmerken (bv. dichtheid van de stand) en tijd van het jaar kan het effect positief of negatief zijn. Een bosontginning zorgt wel voor een verhoogde infiltratie. Overexploitatie van de bossen en een algemene degradatie van het bossysteem kan dus een lokaal effect hebben op de grondwateraanvulling. Hierbij halen gemengd en loofbos een hogere infiltratiecapaciteit dan naaldbos. Zoals eerder vermeld kunnen specifieke standplaatscondities (lichte versus zware bodems) verschillend reageren op vegetatieveranderingen. Natuurherstel heeft meestal een meervoudig effect op de infiltratiecapaciteit: enerzijds houdt dit meestal een omzetting in naar landgebruiken met een andere infiltratiecapaciteit, en daarnaast houdt natuurherstel meestal ook een herstel van de natuurlijke huishouding (herstel natuurlijke loop rivier, dichten van drainagegrachten, etc.). Hierdoor wordt het water langer vastgehouden en krijgt het regenwater meer tijd om te infiltreren naar het grondwater, terwijl in erg natte gebieden ook de runoff kan verhogen.

Landconversie en specifieke landgebonden activiteiten kunnen een negatieve impact hebben op de waterkwaliteit. Zoals eerder aangegeven moet gerichte milieuwetgeving echter de negatieve effecten van landgebruik onder controle houden. Landgebonden activiteiten die buiten de beschermingszones liggen, vallen echter niet onder deze regelgeving. Deze kunnen bijgevolg wel een impact hebben op de waterkwaliteit van het freatisch grondwater in Vlaanderen en eventuele toekomstige winningen hypothekeren. Omvorming van akker naar bos en van akker naar andere groene ruimte zullen over het algemeen een positief effect hebben op de grondwaterkwaliteit.

Gebruikconversie kan net zoals landconversie een impact hebben op de kwaliteit van het grondwater. Een belangrijke trend bij gebruiks- (en land)conversie (van extensief naar intensief gebruik) is vaak het verwijderen van kleinschalige landschapselementen (microreliëf, randbegroeiing rond percelen en langs wegen, grachten,...) die regenwater tijdelijk ophouden en het de kans geven te infiltreren. Dit kan een impact hebben op de hoeveelheid water die kan infiltreren in de bodem (VMM 2006). Daardoor kan ook natuurherstel net tot het omgekeerde leiden waarbij het herstel van kleine landschapselementen en de natuurlijke waterhuishouding een positieve impact kunnen hebben op het grondwater.

Urbanisatie heeft een grote impact op de infiltratiecapaciteit van een regio. Verharde oppervlaktes reduceren de infiltratiecapaciteit van de bodem vaak tot 0. Neerslag die binnen deze zones valt, wordt via de rioleringsystemen rechtstreeks naar waterzuiveringsstations en het rivierstelsel gebracht. Daarnaast kan de ontwikkeling van urbaan gebied op zich ook leiden tot (tijdelijke) dalingen van het grondwater. Bemalingen ten behoeve van infrastructuurwerken, wegeaanleg, bouwwerken en om (vervuild) grondwater af te voeren kunnen een aanzienlijke impact hebben op de grondwaterstanden. Een recente trend is gericht op het herstellen en/of verbeteren van de infiltratiecapaciteit in verstedelijkte gebieden. Een hele waaier aan technieken is ontwikkeld om de deze te verhogen in onverharde, half-verharde en verharde oppervlaktes (VMM 2012). De

toepassing hiervan in waterwinningsgebieden is echter beperkt om de waterkwaliteit in deze zones te kunnen blijven waarborgen (zie ook paragraaf 6).

Vervuilsbronnens kunnen een erg grote impact hebben op de waterkwaliteit. Polluenten zoals nitraat, sulfaat en andere kunnen de kwaliteit van het water doen afnemen (zie ook hoofdstuk 25). Dit kan leiden tot hogere kosten om het water bruikbaar te maken of in bepaalde gevallen er zelfs toe leiden dat het water niet langer bruikbaar is. Zoals eerder aangehaald moet specifieke regelgeving dit echter voorkomen (zie ook paragraaf 3). Bovendien zijn de belangrijke freatische grondwaterlagen erg kwetsbaar voor verontreiniging (VMM 2006). Enerzijds is deze kwetsbaarheid een gevolg van het infiltratiepotentieel waardoor vervuiling eenvoudig de bodem kan indringen. Daarnaast kunnen sterke schommelingen van de watertafel specifieke oxidatie - reductie reacties veroorzaken, waardoor bepaalde polluenten vrijkomen en in het grondwater worden vrijgesteld.

De exploitatie van freatische en niet-freatische grondwaterlagen werd hierboven besproken. Wat het verbruik van zoet oppervlaktewater betreft zijn de data minder duidelijk. In droge zomermaanden is de aanvoer van zoet water uit bovenstroomse gebieden vermoedelijk slechts nipt voldoende om de kanalen van zoet water te voorzien en zo verzilting tegen te gaan: bv. in Gent, waar Bovenschelde en Leie de kanaalzone voeden, wordt water dat (normaal) naar de Beneden-zeeschelde (Gent-Antwerpen) vloeit gebruikt om de waterhonger van de ringvaart, het kanaal Gent-Terneuzen en kanaal Gent-Brugge te stillen. Dit kan negatieve effecten hebben op het kwetsbare estuariene ecosysteem (en de geassocieerde diensten) benedenstrooms.

Veranderingen in het klimaat kunnen een belangrijke impact hebben op het aanbod en het gebruik van de ecosysteemdienst. Transpiratie en evaporatie vormen belangrijke processen waardoor regenwater niet kan doordringen tot het grondwater. Een verlenging van het groeiseizoen zal leiden tot een verhoogd waterverbruik. Dit extra verbruik kan leiden tot een verminderde aanvulling van grondwatertafels en het aanbod van de ESD. Dit wordt mogelijk gecompenseerd door grotere neerslag in de winter. Daarnaast leiden hittegolven en warmere jaren nu ook tot een piekverbruik in drinkwater. Toenames in hittegolven zullen dan ook een belangrijke impact hebben op het gebruik.

De klimaatsverandering kan ook gepaard gaan met een verhoogde extreme neerslag. Deze vormt op zich geen rechtstreekse bedreiging voor de grondwaterwinningen, maar een verschuiving van normale neerslag naar extreme neerslag zonder een verhoging van de totale neerslag vormt wel een bedreiging. Bij extreme neerslag zal immers een groter deel van het water via runoff rechtstreeks in de waterlopen terecht komen in plaats van te infiltreren. Het resultaat is een daling in de aanvulling van het grondwater.

Zeeniveaustijgingen als gevolg van klimaatsverandering kunnen een bedreiging vormen voor de drinkwatervoorziening langs de kust. Zeeniveaustijgingen kunnen immers leiden tot een verhoogde zoutwaterinvasie in de zoetwatergrondwaterlagen en de winningen langs de kust bedreigen.

Exoten hebben eerder een beperkte, eventueel lokale impact op de watervoorziening. Zoals eerder aangehaald kunnen bepaalde boomsoorten een veel grotere interceptie en evapotranspiratie vertonen. Verschuivingen in de bosbouwsector en introducties van nieuwe, niet-inheemse cultivars of kruisingen met een significant hoger (vb. Canadapopulier of *Populus × canadensis*) of lager waterverbruik kunnen hierdoor een impact hebben op de grondwatertafel.

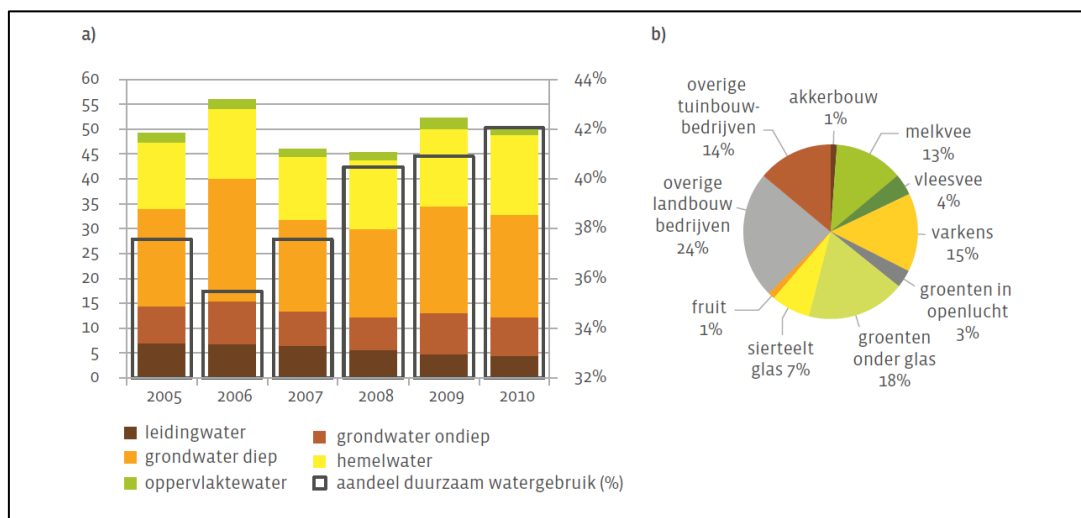
3.2. Impact indirecte drivers

De basis van de vraag naar watervoorziening is de grootte van de bevolking. Naarmate de demografie in Vlaanderen verandert en de bevolking toeneemt kan er, los van andere drivers en trends, een stijging van het verbruik worden verwacht.

Economische veranderingen kunnen een belangrijke impact hebben op de vraag naar water. Lokale, regionale en globale trends kunnen hierbij een rol spelen. Op wereldvlak wordt er een rechtstreekse link gelegd tussen de stijgende welvaart en een verhoogd waterverbruik door onder meer de ontwikkeling van betere sanitaire ontwikkelingen. Gezien de al aanwezige hoge welvaart in Vlaanderen valt een sterke stijging niet te verwachten. Ontwikkelingen zoals de democratisering van privézwembaden drijven het piekverbruik van water in de zomer waarschijnlijk wel de hoogte in. Echte cijfers voor Vlaanderen zijn over dit aspect echter niet beschikbaar.

Marktverschuivingen kunnen leiden tot toenames in andere teelten en productietechnieken. Aangezien de landbouw (onder meer de groententeelt) nog steeds een aanzienlijk deel van het leidingwater verbruikt en ook deels afhankelijk is van eigen grondwaterwinningen (Figuur 21),

kunnen ontwikkelingen op dit gebied wel degelijk een (lokale) impact hebben (Lenders et al. 2011). Voor meer info verwijzen we naar het hoofdstuk over voedselvoorziening.



Figuur 21. Watergebruik in de landbouw per waterbron (a), miljoen m³ en (b) aandeel watergebruik, 2005 - 2010, en per deelsector, 2010 (Platteau et al. 2012)

Daarnaast kunnen verschuivingen in de houtmarkt en bosbouwsector het aanplanten van andere soorten voordeliger maken en leiden tot belangrijke landconversies.

Ook de indirecte, globale context is hier belangrijk: import van goederen uit het buitenland staat ook gelijk voor een enorme import van verbruikt water voor de productie van die goederen (het zgn. virtueel waterverbruik). Zo blijkt uit een rapport van WWF (2011) dat de gemiddelde Belg een virtueel waterverbruik heeft van 2700m³ water per jaar. Hiervan wordt 25% binnen België verbruikt en is 75% geassocieerd met virtueel waterverbruik door import van goederen zoals katoen, koffie en graan. Verschuivingen in de internationale handel kunnen leiden tot een internalisering of externalisering van dit waterverbruik. Dit kan dan leiden tot een stijging of daling in de vraag naar water binnen Vlaanderen.

Wetgeving en subsidies kunnen verschillende effecten hebben op de waterproductie. Enerzijds kan deze de vraag naar leidingwater sterk doen dalen. Zo heeft bijvoorbeeld de verplichte installatie van regenwaterputten bij nieuwbouw en renovatie een impact op het gebruik van de hoeveelheid leidingwater.

Daarnaast wordt de waterproductie gereguleerd door middel van vergunningen. Veranderingen in het vergunningenbeleid kunnen zorgen voor verschuivingen tussen vraag naar oppervlaktewater en grondwater. Het recent beleid focust op het verminderen van het grondwaterverbruik om de grondwatervoorraden beter te beschermen en te laten herstellen (Vlaanderen 2011). Een vermindering in toegestane vergunningen zou kunnen leiden tot een verhoogde import van buiten Vlaanderen en een verminderd oppompen in Vlaanderen. Afstemming met andere regio's en landen binnen het stroombekken zal hiervoor nodig zijn.

Subsidies of belastingen kunnen helpen het verbruik van leidingwater te verminderen of verduurzamen. Deze kunnen focussen op een vermindering in verbruik of het verschuiven van het gebruik naar andere types water zoals grijswater. Vlaamse en gemeentelijke subsidies zijn soms beschikbaar voor: installaties van regenwaterputten (gemeentelijke subsidie), installaties spaardouchekoppen, installaties voor het hergebruik van grijswater etc. (zie ook paragraaf 6).

Anderzijds moet wetgeving ook het aanbod verzekeren. Bestaande grondwaterwinningen worden echter beschermd doormiddel van 3 types beschermingszones. In deze drie zones gelden strenge regels over wat wel en niet mag. Hoe dichterbij de waterwinningzone, hoe minder handelingen en activiteiten men mag uitvoeren. De regels staan opgesomd in het besluit van de Vlaamse regering van 27 maart 1985, in de milieuwetgeving Vlarem en Vlarebo, het decreet en besluit duurzaam gebruik pesticiden en in het Mestdecreet:

- type I of de 24-urezone. Het water in deze zone kan binnen 24 uur de putten van het waterwingebied bereiken.
- type II geldt als 'bacteriologische' zone en wordt begrensd door de 60-dagen-lijn met een maximum van 150 m voor artesische lagen en van 300 m voor de andere lagen;

- type III geldt als 'chemische' zone en komt overeen met het voedingsgebied van de waterwinning, evenwel beperkt tot een lijn gelegen op 2000 m van de grens van het waterwingebied voor het geval van freatische waterwinningen. Voor artesische winningen wordt een zone III niet afgebakend.

De eigenlijke zone waarbinnen het regenwater infiltreert is meestal aanzienlijk groter, maar door de grotere afstand tot de pompinstallatie heeft men meer tijd om in te grijpen bij calamiteiten.

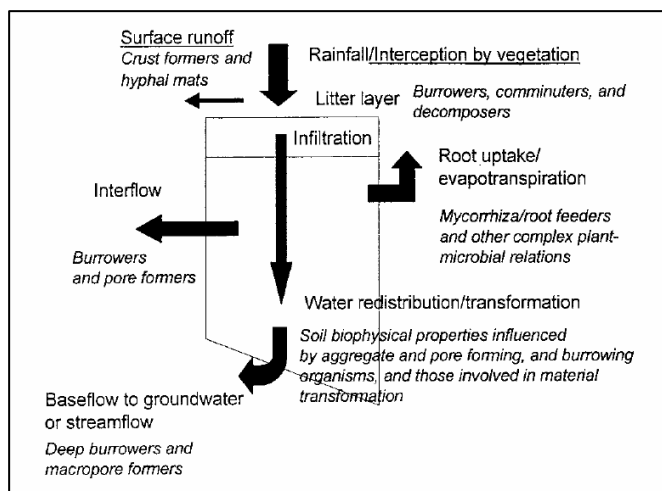
Daarnaast moet het vergunningsbeleid ook tot een duurzaam aanbod leiden. Waarbij het huidige verbruik, het toekomstig verbruik niet hypothekeert.

Technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen in de primaire sector (mechanisering, biotechnologie, chemicaliën, meststoffen) als ook milieutechnieken (waterzuivering, hergebruik water) kunnen leiden tot een daling in de vraag naar drinkwater bij huishoudens, industrie en landbouw.

Een milieubewustzijn kan leiden tot een meer rationeel waterverbruik, verhoogde vrijwillige investeringen in waterbesparende maatregelen en een bijhorende daling in de vraag naar water.

4. Impact op biodiversiteit en milieu

Eenzijds wordt waterproductie mee bepaald door biotische componenten, waarbij het diversiteitsaspect mee een rol speelt. In Figuur 22 worden een aantal van deze groepen opgenoemd. Naast vegetatie speelt vooral de diversiteit in organismen die zorgen voor de afbraak van organisch materiaal of creëren van bodemstructuren een belangrijke rol.



Figuur 22. Conceptueel model van de rol van de bodembiodiversiteit in hydrologische fluxen in de bodem (Bardgett et al. 2001)

Anderzijds kan de exploitatie van deze ESD een aanzienlijke impact hebben op de biodiversiteit en het milieu. Grondwateronttrekkingen leiden tot peildalingen van het grondwater en vorming van afpompingskegels. Deze dalingen in het grondwater kunnen leiden tot een verdroging waardoor voornamelijk watergebonden vegetaties en vegetaties van vochtige bodems kunnen aangetast worden. Doordat veel van de waterwinningsgebieden zich onder waterrijke gebieden bevinden (hoog infiltratiepotentieel), kan de impact van deze winningen aanzienlijk zijn, maar ook andere, op het eerste zicht, minder watergebonden habitattypes kunnen negatief beïnvloed worden.

Een groot deel van de habitattypes waarvoor Vlaanderen een belangrijke bijdrage levert in Europa binnen de Europese Habitat en Vogelrichtlijn zijn erg kwetsbaar voor verdroging (Paelinckx et al. 2009). Veel van deze vegetaties bevinden zich ook in een ongunstige tot zeer ongunstige instandhoudingstoestand (Tabel 1). Een verdere degradatie van deze habitatstypes (kwaliteit en oppervlakte) bedreigt het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen.

Naast een rechtstreeks effect op de waterbeschikbaarheid voor planten, kan een verlaagde watertafel ook leiden tot een verhoogde decompositie van organisch materiaal in de bodem en het vrijkomen van grote hoeveelheden nutriënten, vooral in moerassen met veenbodems. Deze verschuiving van zuurstof- en voedselarme bodems naar zuurstof- en voedselrijke kan de soortensamenstelling sterk beïnvloeden en zeldzame soorten benadelen t.o.v. generieke soorten.

Tabel 1. *Overzicht van habitattypes uit de instandhoudingsdoelstellingen die zich in ongunstige tot zeer ongunstige regionale staat bevinden en die onder druk staan of bedreigd worden door waterproductie gebonden activiteiten.*

Habitat Code	Beschrijving	Viaams Atlantische Regio		Grondwaterwinning		Grondwaterwinning voor publieke watervoorziening		Oppervlaktewaterwinning voor landbouw	
		Beoordeling	Trend	Druk	Bedreiging	Druk	Bedreiging	Druk	Bedreiging
1310	Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met <i>Salicornia</i> soorten en andere zoutminnende planten (Thero-Salicornietalia)	Zeer ongunstig	=	H	H				
1330	Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritima)	Zeer ongunstig	=	H	H				
2130*	Wandelende duinen op de strandwal met <i>Ammophila arenaria</i> (witte duinen)	Zeer ongunstig	=	M	M	M		L	L
2170	Duinen met <i>Salix repens</i> ssp. <i>argentea</i> (<i>Salicion arenaria</i>)	Ongunstig	=	M	M	M	L	L	L
2180	Beboste duinen van het Atlantische, Continentale en Boreale kustgebied	Zeer ongunstig	=	L	L	L	M	L	L
2190	Vochtige duinvalleien	Zeer ongunstig	+	H	M	H	L	M	M
3110	Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten (Littorelletalia uniflorae)	Zeer ongunstig	+	M	M				
3130	Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot de Littorelletalia uniflorae en/of de Isoëto-Nanojuncetea	Zeer ongunstig	=	M	M				
3160	Dystrofe natuurlijke poelen en meren	Zeer ongunstig	=	H	H				
4010	Noord-Atlantische vochtige heide met <i>Erica tetralix</i>	Zeer ongunstig	=	M	M				
6230*	Soortenrijke heischrale graslanden op arme bodems van berggebieden (en van submontane gebieden in het binnenland van Europa)	Zeer ongunstig	=	M	M				
6410	Grasland met <i>Molinia</i> op kalkhoudende, venige of lemige kleibodem (<i>Molinion caerulea</i>)	Zeer ongunstig	=	M	M				
6510	Laaggelegen schraal hooiland (<i>Alpecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	Zeer ongunstig	=	M	M				
7110*	Actief hoogveen	Zeer ongunstig	=	L	L				
7140	Overgangs- en triveen	Zeer ongunstig	=	H	H				
7210*	Kalkhoudende moerassen met <i>Cladium mariscus</i> en soorten van het <i>Caricion davallianae</i>	Zeer ongunstig	=	H	H				
7220*	Kalktufbronnen met tufsteenformatie (<i>Cratoneurion</i>)	Ongunstig	=	H	H				
7230	Alkalisch laagveen	Zeer ongunstig	=	H	H				
9110	Beukenbossen van het type Luzulo-Fagetum	Zeer ongunstig	=	H	H				
9120	Atlantische zuurminnende beukenbossen met <i>Ilex</i> en soms <i>Taxus</i> in de ondergroei (<i>Quercion robori-petraeae</i> of <i>Ilici-Fagenion</i>)	Zeer ongunstig	+	H	H				
9130	Beukenbossen van het type Asperulo-Fagetum	Zeer ongunstig	=	H	H				
9150	Midden-Europese kalkrijke beukenbossen behorend tot de <i>Cephalanthero-Fagion</i>	Zeer ongunstig	=	H	H				
9160	Sub-Atlantische en Midden-Europese winterreikenbossen of eiken-haagbeukbossen behorend tot het <i>Carpinion</i> betuli	Zeer ongunstig	=	H	H				
9190	Oude zuurminnende eikenbossen op zandvlakten met <i>Quercus robur</i>	Zeer ongunstig	=	H	H				
91E0*	Alluviale bossen met <i>Alnus glutinosa</i> en <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	Zeer ongunstig	+	H	H				
91F0	Gemengde oeverformaties met <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> of <i>Fraxinus angustifolia</i> , langs de grote rivieren (<i>Ulmion minoris</i>)	Zeer ongunstig	=	H	H				

Habitat Code: * = prioritair habitattype

Trend: +/=/-; gebaseerd op werkelijke wijzigingen op het terrein

Druk en Bedreiging: H = Hoog, M = Medium, L = Low.

5. Maatschappelijk welzijn en waardering

In dit deel wordt een beknopt overzicht gegeven van de beschikbare of mogelijk te ontwikkelen indicatoren voor welzijnseffecten en waardering van de ecosysteemdienst *waterproductie*. De vragen die hieronder worden beantwoord zijn dezelfde voor alle ESD-hoofdstukken. De bedoeling is om op die manier te vergelijken wat de mogelijkheden voor ontwikkeling van indicatoren zijn voor alle beschreven diensten.

Op welke welzijns- en welvaartscomponenten heeft waterproductie een invloed?

Het belang van waterproductie als essentieel goed voor ons welzijn is enorm. Leidingwater is in de eerste plaats van groot belang als drinkwater, maar wij zijn daarnaast ook voor onze hygiëne en gezondheid voor een groot deel afhankelijk van de continue beschikbaarheid van kwalitatief leidingwater. Leidingwater wordt dagdagelijks gebruikt voor onze persoonlijke hygiëne (douches, handen wassen etc.) als ook voor het behouden van een gezonde levensomgeving (toiletten, poetsen, etc.). Heel wat voedselproducerende en verwerkende processen zijn ook afhankelijk van leidingwater voor de productie van veilig en hoogkwalitatief voedsel.

Voor welke belanghebbenden heeft waterproductie een welzijns- of welvaartseffect?

Iedereen (huishoudens, industrie en landbouw) die aangesloten is op het waterleveringsnet en geen alternatieven heeft is er sterk van afhankelijk voor het behoud van zijn welzijn. Drinkwatervoorziening is essentieel voor ieder individu en is van grote waarde voor veel industriële en agro- processen.

Kan dit welzijnseffect worden geschat in economisch/monetaire termen?

Economische/monetaire termen werden berekend binnen het baten Natura 2000 rapport (Broekx et al 2013). De cijfervoorbeelden uit dit rapport zijn ook afkomstig uit Broekx et al 2013.

De economische waardering van watervoorziening (waarde per m³) kan gebeuren op basis van verschillende waarderingmethoden. We bespreken hieronder waardering op basis van marktprijzen, op basis van vermeden schadekosten, op basis van productiekosten, op basis van gereveleerde voorkeuren en op basis van uitgedrukte voorkeuren.

- **Marktprijzen** voor drinkwater liggen op dit moment gemiddeld rond 1.6 €/m³ voor drinkwatervoorziening, excl. saneringsbijdragen. Deze prijzen reflecteren echter eerder de kosten die drinkwatermaatschappijen maken om het water op te pompen, de kwaliteit ervan te verbeteren en te distribueren en zijn geen juiste vertrekbasis voor waardering.
- **Vermeden schade methodes** gaan uit van schaarste die ontstaat als we niet langer grondwater onttrekken. Daardoor ontstaan economische verliezen elders. Op basis van verschillende methodes (waarde van productieverliezen bv. landbouw, vervangingskosten of kost van alternatieven bv. industrie, betalingsbereidheid bv. drinkwater) kunnen economische gevolgen van schaarste geraamd en vergeleken worden (kost per m³ gereduceerd watergebruik). Hoe groter de economische gevolgen, des te meer prioriteit gelegd kan worden in het behoud van dit watergebruik. Gewaardeerde impacts voor sectoren op het Albertkanaal binnen de laagwaterstrategieën liggen heel ver uit elkaar:
 - Wachttijden aan sluizen voor scheepvaart (5 €/1.000m³ bij wachttijd tot 100min.)
 - Verlies aan productie landbouw (0,5-18 €/m³ productieverlies)
 - Verminderde productie drinkwater (1-150 €/m³ afhankelijk van percentage en aantal dagen
 - beperking)
 - Verlies aan productie industrie (5-200 €/m³ omzetverlies bij onbeschikbaarheid water)
 - Verlies bij productie van energie (0,073 €/m³ verlies aan elektriciteitsproductie)Ook dit lijkt een minder goede vertrekbasis om de baten van grondwaterwinning te waarderen, gezien dit vooral betrekking heeft op schaarste van oppervlaktewater en op tijdelijke omstandigheden van extreme droogte.
- **De vermeden kosten methode** heeft als uitgangspunt om de meerkost voor vooral drinkwatermaatschappijen te bepalen als ze zelf minder grondwater kunnen winnen en meer water moeten inkopen bijvoorbeeld vanuit Wallonië. Een recente benchmark-study van de drinkwatermaatschappijen (DHV, 2010) geeft op Vlaams niveau weer wat de meerkost is voor inkopen van rein water vs. het zelf produceren van drinkwater uit grond- of oppervlaktewater. Dit verschil in kostprijs is gemiddeld ongeveer 0,2 €/m³.

- Een andere invalshoek is kijken naar **gereveleerde voorkeuren**. Dit is een methode die uitgaat van de vastgestelde betalingsbereidheid van maatschappijen of bedrijven voor het realiseren van meer natuur ten behoeve van waterwinning. In een aantal Duitse staten bijvoorbeeld dragen watermaatschappijen effectief bij in de realisatie van natuur. In Nedersaksen financiert een drinkwatermaatschappij herbebossing met het oog op bescherming grondwater tegen verontreiniging. Dit gebeurt door middel van een bijdrage van drinkwatergebruikers van 0,05 €/m³ (maar lager voor industrie en landbouw). Bionade, een fabrikant van bio-frisdrank, betaalt in de provincie Beieren boseigenaren om naaldbossen om te zetten naar loofbossen, teneinde grondwatervoorraden (basis voor bionade) beter te beschermen en sneller aan te vullen. Er wordt hierbij uitgegaan van een eenmalige vergoeding voor omvorming van 6.800 € voor een hele productiecycclus van 50 jaar en uitgegaan van een bijkomende aanvulling van 800 m³/ha.jaar grondwater. Dit komt neer op 0,17 euro/m³. In Kauferingen worden boseigenaren tot 270 €/ha.jaar betaald om naaldbossen om te zetten naar loofwoud.
- Een laatste wijze om de welvaartseffecten van risico's op droogte in te schatten kijkt niet naar vastgesteld betalingsgedrag ('revealed preference approach) maar naar **uitgedrukte voorkeuren** (stated preference approach). Informatie over die voorkeur wordt verkregen door de doelgroep, in dit geval de burger, rechtstreeks te bevragen naar zijn 'bereidheid tot betalen' onder alternatieve scenario's waarin deze risico's beperkt worden. Dergelijke bevragingen lijken naar inhoud en stijl op deze besproken bij de vrijwaring van grondwaterkwaliteit, maar gaan ruimer. In de internationale literatuur vinden we hiervoor waarden terug in de orde van grootte van 20 à 500 euro per jaar, maar er zijn ook situaties en vormen van waterbeperking waarvoor men niet wil betalen om die te vermijden (voor landen als USA, Australië, Zuid-Europese landen) Deze waarden kan men evenwel niet zomaar transfereren naar Vlaanderen en zijn moeilijk vertaalbaar naar een waarde per m³, ten eerste omdat de context verschillend is (kans op droogte) en ten tweede om dubbeltellingen met betalingsbereidheid voor een 'goede toestand' van oppervlaktewateren te vermijden.
- De **heffingen** op grondwaterwinning, tenslotte bedragen 7,5 eurocent (weliswaar geïndexeerd) per m³ gewonnen water. Dit kan beschouwd worden als een vergoeding van de milieu- en hulpbronkosten zoals geformuleerd binnen de kaderrichtlijn water en zijn afhankelijk van gebiedsfactoren en het debiet. Dit is de bestaande effectieve bijdrage van maatschappijen en is een ondergrens voor de waardering.

Als lage schatting wordt in Broekx et al. (2013) 0,075 €/m³ en als hoge schatting 0,2 €/m³ gebruikt.

Kan dit welzijnseffect worden geschat in sociale/niet-monetaire of biofysische termen?

De voordelen die de verschillende stakeholders uit deze dienst halen zijn erg uiteenlopend, omdat waterbeschikbaarheid voor heel wat sectoren belangrijk is. Huishoudens halen grote voordelen uit deze dienst in functie van gezondheid. Landbouwers en industrie halen dan weer hun voordeel in betere oogsten en goede productieprocessen. De meeste van deze voordelen kunnen in niet-monetaire termen (e.g. hoeveelheid oogst) als ook monetaire termen (e.g. verminderingen in opbrengsten) worden uitgedrukt. Op basis van de dalingen van de grondwatertafels en de ontwikkeling van de afpompingskegels en de beoordeling van milieucriteria kan er nagegaan worden of het grondwater op een duurzame manier gebruikt wordt.

6. Interacties huidig en toekomstig ESD gebruik

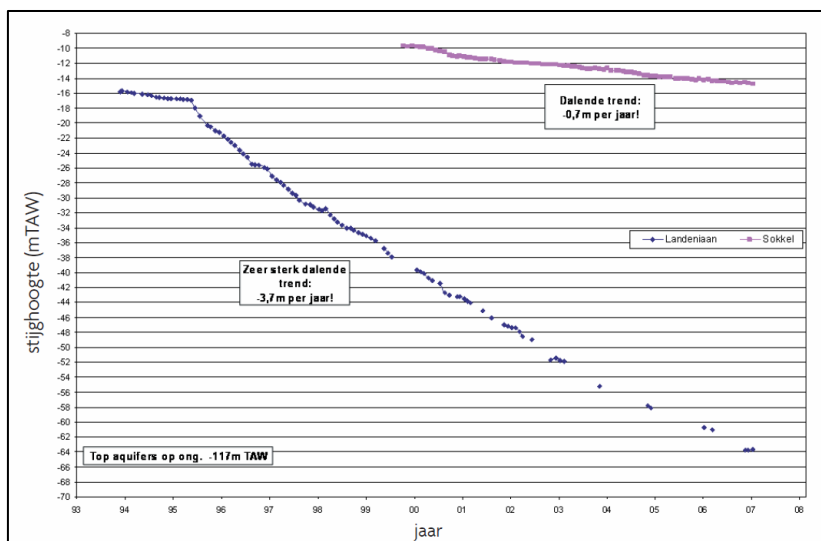
In dit deel wordt een beknopt overzicht gegeven van de beschikbare gegevens en inschattingen van interacties (positief zowel als negatief) tussen diensten. De vragen focussen op de verschillende dimensies van deze interacties: meerdere diensten, temporele schaal (huidig gebruik vs. toekomstig gebruik) en ruimtelijke schaal (globaal vs. lokaal). Ook de rol van de gradiënt natuurlijk-technologisch (hoe wordt de dienst momenteel ingevuld) welke veelal deze interacties mee bepaalt, wordt bevraagd. De vragen die hieronder worden beantwoord zijn dezelfde voor alle ESD-hoofdstukken. De bedoeling is om op die manier interacties tussen diensten te vergelijken.

Welke impact heeft het gebruik van de dienst op de toekomstige levering van dezelfde dienst?

De grondwaterlagen zijn grote reservoirs aan zoet water met een verschillende mate van hernieuwbaarheid. Er is in de eerste plaats een belangrijk onderscheid tussen de freatische en niet-freatische grondwaterlagen (Figuur 24). Niet-freatische grondwaterlagen worden afgeschermd door een waterscheidende laag en worden in hoofdzaak door trage laterale grondwaterstromingen

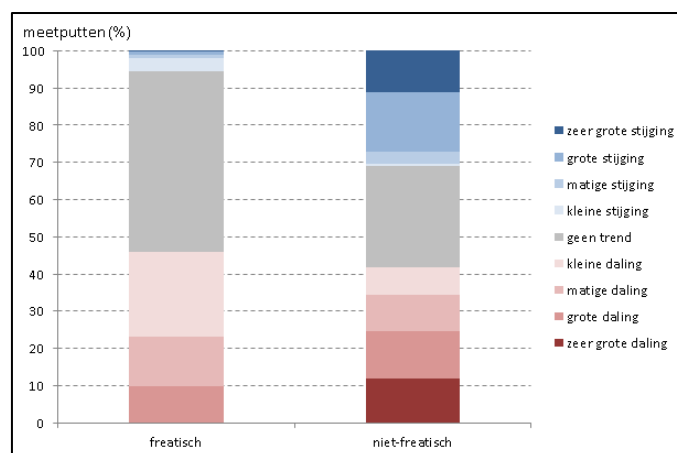
aangevuld. Freatische grondwaterlagen zijn niet afgeschermd en kunnen gemakkelijker worden gevoed door insijpelend regenwater. Freatische grondwaterlagen worden hierdoor sneller terug aangevuld. Duurzaam gebruik hangt bijkomend –naast de hernieuwbaarheid- ook af van andere effecten op bv. rivierafvoer en milieu.

Delen van het freatische grondwater kennen op korte termijn en lokaal sterke dalingen in de grondwaterstand, maar deze worden tijdens natte periodes over het algemeen weer eenvoudig aangevuld. Op lange termijn zijn dalingen in de freatische grondwaterlagen minder talrijk. Freatische lagen kunnen zich door hun hoge infiltratiecapaciteit in het algemeen redelijk vlot herstellen indien de winningsdruk wordt verminderd. In freatisch grondwater zijn er echter wel verschillende stocks met zowel op lange als op korte termijn een uitgesproken daling in druk en grondwaterpeil (VMM 2006).



Figuur 23. Voorbeeld van een meetreeks (putcode 3-0033 en 3-0081 te Veurne) van het grondwaterpeil in het Paleoceen Aquifersysteem (Landeniaan) binnen de depressietrechter, met kenmerkende lineaire daling. (VMM 2008)

Overexploitatie van de grondwaterlagen leidt tot een sterke daling van de grondwaterstanden (Figuur 23). Dit bedreigt potentieel de lange termijn voorziening vanuit het grondwater. Figuur 24 geeft de trend van de grondwatertafels tussen 2000 en 2011. De trends in de niet-freatische lagen zijn zoals verwacht meer uitgesproken, maar ook de freatische lagen kennen dalingen van de grondwatertafel. Deze trends vereisen verder onderzoek om de verschillende oorzaken te kunnen onderscheiden en claims rond al dan niet duurzaam gebruik te kunnen staven.



Figuur 24. Evolutie van de grondwaterstanden ingedeeld naar freatische en niet-freatische grondwaterlagen (Vlaanderen, 2000-2011). De statistisch significante trends worden ingedeeld in klassen: 0-0,05 m/jaar = kleine daling/stijging, 0,05-0,1 m/jaar = matige daling/stijging, 0,1-0,5 m/jaar = grote daling/stijging, >0,5 m/jaar = zeer grote daling/stijging. (VMM-MIRA)

Huidig beleid focust op een verduurzaming van het gebruik van grondwater. Hierbij wordt in de eerste plaats gefocust op het reduceren van het gebruik van de niet-freatische grondwaterlagen. In hoeverre deze daling kan opgevangen worden door import van leidingwater en oppervlaktewater, dan wel door waterbesparende maatregelen, is niet duidelijk.

Verbruik van oppervlaktewater door verschillende sectoren (Figuur 9) is erg groot, maar de impact op toekomstige levering van de dienst is niet erg duidelijk. Een te groot verbruik kan echter een impact hebben op ecosystemen, waardoor het aanbod (kwaliteit en hoeveelheid) in de toekomst wordt beïnvloed. Het zijn echter hoofdzakelijk ecosystemen bovenstrooms welke de levering benedenstrooms bepalen.

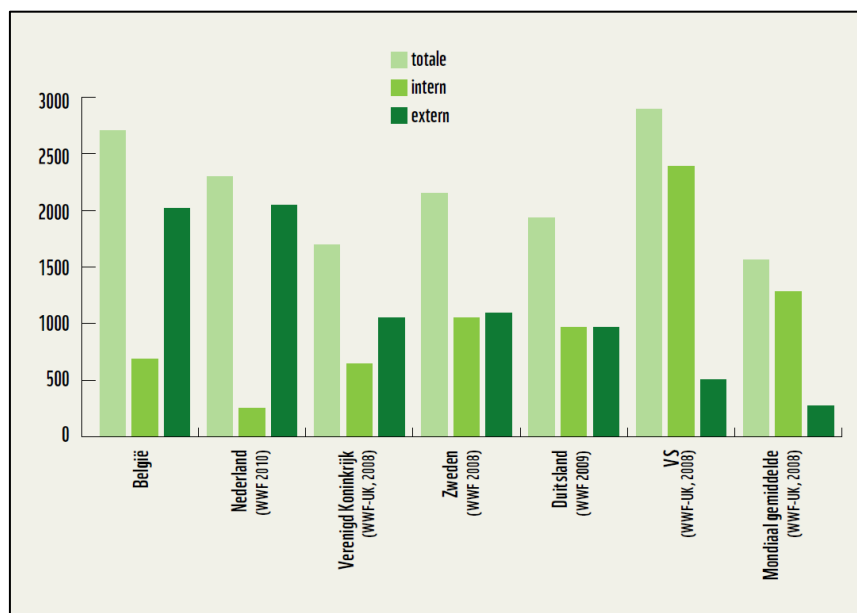
Welke impact heeft het gebruik van de dienst op de huidige én toekomstige levering van andere diensten?

- **Houtproductie:** Een overexploitatie van de waterreserves kan een belangrijk effect hebben op de grondwatertafel. Zeker tijdens droge periodes in de zomer kunnen watertafels sterk dalen waardoor bomen droogtestress ervaren. Dit kan leiden tot een verminderde groei.
- **Voedselproductie:** Een overexploitatie van de waterreserves kan een belangrijk effect hebben op de grondwatertafel. Zeker tijdens droge periodes in de zomer kunnen watertafels sterk dalen waardoor gewassen droogtestress ervaren. Dit kan leiden tot mindere opbrengsten en hogere kosten. Grondwaterwinningen vinden plaats binnen specifieke beschermingszones. Binnen deze zones worden landbouwactiviteiten onderworpen aan sterke voorwaarden.
- **Energiegewassen:** Potentiële energiegewassen zoals populier en wilg verbruiken grote hoeveelheden water. Een overexploitatie van de waterreserves kan een belangrijk effect hebben op de grondwatertafel. Zeker tijdens droge periodes in de zomer kunnen watertafels sterk dalen waardoor energiegewassen droogtestress. Dit kan leiden tot mindere opbrengsten en hogere kosten.
- **Regulatie waterkwaliteit:** Verschillende processen zoals denitrificatie en stikstoffixatie in de bodem zijn afhankelijk van hoge waterstanden en anaerobe zones. Waterwinningen zorgen vaak voor sterke fluctuaties in de grondwatertafel. Deze fluctuaties zorgen voor een extra zuurstof in de bodem en een sterke achteruitgang van deze processen. Bij een sterke daling van de grondwatertafel en toename van de zuurstof in de bodem zal de organische stof in de bodem worden afgebroken. Hierbij kunnen grote hoeveelheden nitraat vrijgesteld worden dewelke een negatieve impact kunnen hebben op de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Wateronttrekkingen kunnen leiden tot sterke reductie van de baseflow in rivieren. Hierdoor worden tijdens laagwaterperiodes vervuilingen minder verdund.
- **Regulatie luchtkwaliteit:** Een reductie in waterbeschikbaarheid in de natuur als gevolg van waterwinningen kan een negatieve impact hebben op de ecosystemen die instaan voor luchtkwaliteit. De interactie tussen beide ecosysteemdiensten is wel beperkt.
- **Regulatie geluid:** Een reductie in waterbeschikbaarheid in de natuur als gevolg van waterwinningen kan een negatieve impact hebben op de ecosystemen die instaan voor geluidsreductie. De interactie tussen beide ecosysteemdiensten is wel beperkt.
- **Regulatie waterdebiet:** Waterwinningen hebben een effect op de grondwatertafel en de rivierbaseflow die deze grondwatertafels verzorgen. Sterke reductie in baseflow kan een negatieve impact hebben op de waterdebietregulatie. Ook grondwaterwinningen vinden soms plaats net naast of onder beken en rivieren. Hierdoor kan een proces ontstaan waarbij rivierwater opnieuw infiltreert in het grondwater. Deze infiltratie kan rechtstreeks leiden tot een afname in het debiet. De impact is echter moeilijk in te schatten.
- **Erosiebescherming:** Effecten van wateronttrekking op hydrologie (runoff) en op vegetatie (vasthouden bodem) kunnen effecten hebben op erosie.
- **Overstromingsbescherming:** Bij hoge grondwaterstanden of verzadigde bodems kan wateronttrekking de bergingscapaciteit verhogen
- **Kustbescherming:** De interactie is heel beperkt.
- **Regulatie globaal klimaat:** Bij een sterke daling van de watertafel en toename van de zuurstof in de bodem zal de organische stof in de bodem worden afgebroken. Hierbij kan CO₂ vrijgesteld worden dewelke een negatieve impact hebben de CO₂ concentraties in de lucht.
- **Regulatie stedelijk klimaat:** waterwinningen vinden meestal niet plaats in stedelijke gebieden. De impact is hierdoor dus beperkt.
- **Bodemvruchtbaarheid:** Fluctuaties in de watertafel kunnen een impact hebben op de bodemvruchtbaarheid

- **Bestuiving:** Een reductie in waterbeschikbaarheid in de natuur als gevolg van waterwinningen kan een negatieve impact hebben op de ecosystemen die instaan voor bestuiving. De interactie tussen beide ecosysteemdiensten is wel beperkt.
- **Plaagbestrijding:** Een reductie in waterbeschikbaarheid in de natuur als gevolg van waterwinningen kan een negatieve impact hebben op de ecosystemen die instaan voor plaagbestrijding. De interactie tussen beide ecosysteemdiensten is wel beperkt.
- **Recreatie:** Een reductie in waterbeschikbaarheid in de natuur als gevolg van waterwinningen kan een negatieve impact hebben op bepaalde ecosystemen die gebruikt worden voor recreatie zoals wandelen in natuurgebieden. Onttrekkingen kunnen leiden tot een dalende baseflow in rivieren. Bepaalde recreatieve activiteiten zoals kanovaren, vissen, etc. kunnen hierdoor in gedrang komen.
- **Beleving:** Een reductie in waterbeschikbaarheid in de natuur als gevolg van waterwinningen kan een negatieve impact hebben op bepaalde ecosystemen. De achteruitgang van deze, meestal watergebonden, ecosystemen kan als negatief ervaren worden in belevingswaarde.
- **Jacht:** De interactie tussen beide is heel beperkt.

Welke impact heeft de vraag naar en het gebruik van deze dienst op diensten elders in de wereld?

De globale impact omvat de verschuiving van waterverbruik van Vlaanderen naar andere delen in de wereld (virtueel watergebruik). Hierbij wordt het water in andere landen verbruikt, maar de opbrengsten die met dat producten die met dat waterverbruik verbonden zijn worden geïmporteerd. Deze kan leiden tot verminderingen in waterbeschikbaarheid in andere landen en vertekend beeld geven van het echte waterverbruik. Zo is België voor een groot deel afhankelijk van de import van virtueel water (Figuur 25).



Figuur 25. de (totale, interne en externe) watervoetafdruk voor enkele landen (in m³/persoon/jaar) (WWF 2011)

Op kleinere schaal is er een impact op Wallonië en onze buurlanden. Dalingen in grondwaterstanden kunnen ook een effect hebben over de landgrenzen heen.

Daarnaast zijn er ook verschillende verdragen die minimumdebieten uit het Schelde- en Maasbekken vastleggen met Nederland. Deze zijn opgesteld om een aantal functies (zoals drinkwatervoorziening en het beschermen tegen zoutwaterintrusie) in Nederland te vrijwaren. De hoeveelheid water die dus (extra) onttrokken kan worden voor onder meer drinkwatervoorziening is dus beperkt. Het verlies in grondwatervoorraden kan dus maar tot een bepaald niveau gecompenseerd worden door import van oppervlaktewater. Terwijl ook deze buitenlandse voorraden niet steeds duurzaam worden beheerd.

Hoe is de gradiënt natuurlijk-technologisch gelinkt met de hierboven beschreven impact?

Een daling in gebruik van grondwater zal automatisch leiden tot een verschuiving naar meer technische alternatieven. De twee sterke punten van de drinkwatervoorziening uit grondwater: natuurlijke zuivering en grote buffercapaciteit zijn veel minder uitgesproken bij de voorziening van drinkwater uit de oppervlaktewateren. Het omzetten van oppervlaktewater vraagt dus om meer technische middelen en controle mechanismen met bijhorend hoger energieverbruik, investeringen en risico's bij het falen van de systemen.

Een alternatieve techniek is het infiltreren en heroppompen van gezuiverd afvalwater in de bodem. Deze techniek wordt reeds door IWVA aan de Vlaamse kust toegepast (IWVA 2013).

Hoe zouden - theoretisch gezien - de limieten en voorwaarden voor gebruik van deze dienst kunnen worden bepaald, gekwantificeerd en/of geëvalueerd in de toekomst, en welke criteria, data of onderzoeken (ook buiten het diensten-concept) zouden hiertoe kunnen bijdragen?

Zuiver gericht op grondwater winningen zouden we kunnen stellen dat de winningen (leidingwater en andere) niet hoger mogen liggen dan de grondwateraanvulling en dat er geen negatieve ecologische effecten mogen optreden. Hiervoor kan er terug worden gegrepen naar de doelstellingen van het decreet 'integraal waterbeleid' (Vlaams decreet, 18 juli 2003, B.S. 2 december 2005) en de milieukwantiteitscriteria in de bijlagen van VLAREM.

- de achteruitgang van de toestand van het grondwater moet worden voorkomen;
- het grondwater moet worden hersteld (zowel naar kwantiteit als naar kwaliteit toe);
- er moet worden gezorgd voor een evenwicht tussen aanvulling en onttrekking;
- elke aanhoudende stijging van de concentratie van een verontreinigende stof ten gevolge van menselijke activiteiten moet worden omgebogen (VMM 2006).

Voor kwantificatie en monitoring van het grondwater kan er teruggegrepen worden naar de studies van VMM; het Vlaams Grondwater Model en de monitoring voor de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV 2012).

Maar zoals al eerder aangegeven is de drinkwatervoorziening maar een deel van de ESD waterproductie en is de drinkwatervoorziening een combinatie van grond- en oppervlaktewater. De verhoudingen tussen de verschillende deelvoorzieningen zijn vaak moeilijk in te schatten en erg complex: wat heeft een impact op wat? Gekende studies focussen steeds op slechts één of een paar deelaspect(en): type voorziening of type waterlichaam. Een totaal studie waarbinnen de alle componenten t.o.v. worden afgewogen is niet beschikbaar. Hierdoor is het ook niet mogelijk om de absolute limieten en voorwaarden voor het gebruik van deze diensten vast te leggen. Toekomstig onderzoek zou moeten focussen op geïntegreerde studie van alle sectoren en waterlichamen om zo tot een volledig beeld te bekomen van de verschillende aspecten van de watervoorziening (zie paragraaf 7).

Hoe kunnen positieve impacts worden vergroot en negatieve impacts worden verkleind in de praktijk?

De vraag naar leidingwater is de voorbije jaren reeds significant gedaald. Het verder zetten van het huidige beleid kan misschien nog een verdere daling bewerkstelligen. Belangrijke maatregelen zijn gericht op het algemeen verminderen van de vraag naar water. Deze kunnen zowel plaats vinden in een huishoudelijke context als ook in industrie en landbouw productieprocessen. Specifieke maatregelen (aangepaste toiletten, spaarkoppen op kranen en douchekoppen, etc.) voor huishoudens kunnen relatief grote effecten hebben: de installatie van een goede spaardouchekop kan 40 à 50% water besparen en laat nog ongeveer 6 à 7 liter per minuut door in plaats van bv. 12 liter. Voor de grootste verbruikers (scheepvaart, energie, Figuur 9) zijn waarschijnlijk nog sterke besparingen mogelijk.

Anderzijds kan de vraag naar water ook verplaatst worden naar andere types water. Specifieke voorbeelden zijn bijvoorbeeld het overschakelen naar regenwater voor landbouw, industrie en huishoudelijke toepassingen. Het plaatsen van regenwaterputten is vaak verplicht (vb. in nieuwbouw) of wordt in andere omstandigheden gesubsidieerd (vb. renovatie). Ook het hergebruik van licht verontreinigd afvalwater kan het verbruik van leidingwater op huishoudelijk niveau reduceren.

Een verhoogde infiltratie en verbeterde grondwateraanvulling kan afhankelijk van de locatie leiden tot een verminderde overexploitatie van het grondwater of een verhoogd aanbod. Ook op dit vlak bestaat er regelgeving. Zowel gemeentelijke, provinciale als Vlaamse regelgeving (stedenbouwkundige verordeningen) voorzien in het inrichten van infiltratieputten onder bepaalde voorwaarden. Het is echter verboden om infiltratieputten in te richten in beschermingszones voor

grondwaterwinning type I of II. In beschermingszone III is dit onder bepaalde voorwaarden wel toegelaten. Er bestaan een grote hoeveelheid technieken en beleidsopties die de infiltratie kunnen verhogen zowel in het buitengebied als in urbaan gebied, maar vaak zijn deze duur of kunnen enkel worden geïmplementeerd worden tijdens grote infrastructuurwerken. Hierdoor kunnen deze vaak pas op langere termijn op grote schaal geïmplementeerd worden.

Enkele maatregelen voor het buitengebied zijn: plaatsen van kleine landschapselementen, open (semi-)natuurlijke infiltratiebekkens, reduceren van het drainagestelsel; enkele specifieke maatregelen voor het urbaan gebied zijn ondergrondse infiltratiebekkens (vb. Markt Turnhout), poreuze regenwaterbuizen (vb. Nationalestraat Antwerpen), ...meer voorbeelden en informatie over de regelgeving kan gevonden in de brochure van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM 2012b).

7. Kennislacunes

De grootste kennislacune is dat er geen geïntegreerde studie bestaat die alle actoren en waterlichamen samen bestudeert. De kennis van vraag en aanbod naar de verschillende types water vanuit de verschillende actoren is en blijft hierdoor fragmentarisch. De complexiteit waarbij verschillende actoren hetzelfde water op verschillende manieren gebruiken en verbruiken maakt het moeilijk om een zicht te krijgen op de verhoudingen tussen vraag en aanbod. Het gebrek aan geïntegreerde data maakt dat het momenteel niet mogelijk is om duidelijk beeld te krijgen van het duurzaam gebruik van de ecosysteemdienst watervoorziening.

Er gebeurt heel veel onderzoek vanuit de verschillende betrokken administraties die vaak met erg gedetailleerde en specifieke materie te maken hebben. Hierdoor wordt het echter moeilijk overzicht te krijgen dat nodig is voor het beantwoorden van algemene vragen.

Belangrijke vragen waarop we nu maar een beperkt / gedeeltelijk antwoord hebben zijn:

- In welke mate wordt de ESD momenteel duurzaam gebruikt?
- Wat is de draagkracht van het systeem?
- Kan een grondige trendanalyse gebruikt worden om na te gaan of de aanvulling in evenwicht is met de onttrekking?
- Heeft de overexploitatie van bepaalde waterlichamen een negatieve impact op de voorziening van andere ecosysteemdiensten?
- Wat zijn de intrekgebieden van de waterwinningen voor drinkwater?
- Effect van de verlaging van oppervlakte afvoer en GW peil in de ecosystemen?
- Het effect van veranderingen in landsgebruik op aanvulling?
- Wat zijn de effecten van drinkwatervoorziening vanuit het oppervlaktewater?
- In welke mate kan de vraag verschoven tussen de verschillende waterlichamen om tot een duurzaam beheer te komen?
- Waardering van de economische schade door watertekort?
- Waardering van het socio-economische belang van waterproductie voor de scheepvaart, energie en landbouwsector?
- ...

Lectoren

De lectoren hebben de ontwerptekst van dit rapport kritisch nagelezen en advies gegeven over de inhoudelijke onderbouwing en kwaliteit. Deze rol houdt niet in dat de lectoren de uiteindelijke tekst volledig mee onderschrijven.

Michel Boucneau, VMM

Stef Michielsen, VUB/MOW

Richard Peters, Arcadis

Bob Peeters, VMM

Fernando Pereira, MOW Watlab

Alexander Vandenbohede, UGent

Referenties

- Bardgett, R. D., Anderson, J. M., Behan-Pelletier, V., Brussaard, L., Coleman, D. C., Ettema, C., ... Wall, D. H. (2001). The influence of soil biodiversity on hydrological pathways and the transfer of materials between terrestrial and aquatic ecosystems. *Ecosystems*, 4(5), 421–429. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000170563400005
- Batelaan, O., & De Smedt, F. (2007a). GIS-based recharge estimation by coupling surface-subsurface water balances. *Journal of Hydrology*, 337(3-4), 337–355. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000246331200008
- Batelaan, O., Meyus, Y., & De Smedt, F. (2007b). De grondwatervoeding van Vlaanderen. *Congres Watersysteemkennis 2006 - 2007*. In Water.
- Broekx, S., De Nocker, L., Liekens, I., Poelmans, L., Staes, J., Van der Biest, K., ... Verheyen, K. (2013). Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk. Studie uitgevoerd in opdracht van: Agentschap Natuur en Bos (ANB/IHD/11/03) door VITO, Universiteit Antwerpen en Universiteit Gent.
- DHV B.V. (2010). Samenwerking Vlaams Water/Sectorrapport bedrijfsvergelijking Vlaamse drinkwaterbedrijven.
- DOV. (2012). Databank Ondergrond Vlaanderen. Brussel: Ondersteunend centrum DOV. Retrieved from dov.vlaanderen.be
- Grossiord, C., Granier, A., Gessler, A., Pollastrini, M., & Bonal, D. (2013). The influence of tree species mixture on ecosystem-level carbon accumulation and water use in a mixed boreal plantation. *Forest Ecology and Management*, 298, 82–92. doi:10.1016/j.foreco.2013.03.001
- Ham, C. van, Jansse, G., & Gaworska, M. (2009). Final report study on the Economic value of groundwater and biodiversity in European forests . IUCN ROFE, IUCN ELC, CEPF.
- IWVA. (2013). Infiltratie Torreele. Retrieved from (<http://www.iwva.be/page.jsp?id=39&parentId=34>).
- Lenders, S., D'hooghe, J., & Coulier, T. (2011). Gebruik van energie, gewasbescherming, water en kunstmest in de Vlaamse landbouw. Resultaten op basis van LMN 2005-2009, . Brussel: Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie.
- Louette, G., Adriaens, D., De Knijf, G., & Paelinckx, D. (2013). Staat van instandhouding (status en trends) habitattypen en soorten van de Habitatrichtlijn (rapportageperiode 2007-2012). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Michielsen, S., Pereira, F., & Mostaert, F. (2012a). Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 1 - Inventarisatie.Versie 3_0. WL Rapporten (Vol. 724_04). Antwerpen, België: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Michielsen, S., Pereira, F., & Mostaert, F. (2012b). Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 2 - Analyse van het huidige watergebruik.Versie 3_0. WL Rapporten (Vol. 724_04). Antwerpen, België: Waterbouwkundig Laboratorium.
- MIRA. (2012). Milieurapport Vlaanderen MIRA, Indicatorrapport 2012. Aalst, België: Vlaamse Milieumaatschappij.
- MIRA. (2013a). Industrieel waterverbruik. Aalst: VMM. Retrieved from <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/sectoren/industrie/industrieel-waterverbruik/industrieel-waterverbruik/>
- MIRA. (2013b). Milieurapport Vlaanderen MIRA, Achtergronddocument 2013 Waterkwantiteit. Aalst, België: Vlaamse Milieumaatschappij.
- MIRA. (2013c). Waterverbruik. Aalst: VMM. Retrieved from <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/waterkwantiteit/waterverbruik/waterverbruik/>
- MIRA-T. (2009). MIRA-T 2008 Milieurapport Vlaanderen Indicatorrapport. Aalst, België: Vlaamse Milieumaatschappij.

- Paelinckx, D., Sannen, K., Goethals, V., Louette, G., Rutten, J., & Hoffmann, M. (2009). Gewestelijke doelstellingen voor de habitats en soorten van de Europese Habitaten Vogelrichtlijn voor Vlaanderen. (p. 669). Brussel: Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Platteau, J., D. Van Gijsegem, et al. (2012). Landbouwrapport 2012. Brussel, Departement Landbouw en Visserij.
- Staes, J., & Meire, P. (2013). Overzichtsrapport van mogelijke aanpassingen aan het Vlaams ecologisch netwerk in relatie tot klimaatverandering, IWT/SBO onderzoeksproject CcASPAR: Valorisatierapport 4. Antwerpen: Universiteit antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer.
- Vlaanderen. (2011). Vlaamse grondwaterproblematiek. Retrieved from <http://lv.vlaanderen.be/nlapps/docs/default.asp?id=1935>
- VMM. (2006). Grondwaterbeheer in Vlaanderen: het onzichtbare water doorgrond. Aalst, België: Vlaamse Milieumaatschappij.
- VMM. (2008). Grondwater in Vlaanderen: het Sokkelsysteem. Aalst: Vlaamse Milieumaatschappij.
- VMM. (2012a). Watermeter 2012. Erenbodegem, België: Vlaamse Milieumaatschappij.
- VMM. (2012b). Waterwegwijzer bouwen en verbouwen. Erenbodegem: Vlaamse Milieumaatschappij.
- VMM. (2013a). Leidingwaterbalans voor Vlaanderen. Erenbodegem, België: Vlaamse Milieumaatschappij.
- VMM. (2013b). Nutriënten in landbouwgebied (MAP) . Retrieved from <http://www.vmm.be/water/kwaliteit-oppervlaktewater/toestand-oppervlaktewater/fysisch-chemische-toestand/nutriënten-in-landbouwgebied-map>
- WWF. (2011). België en zijn watervoetafdruk. Brussel: WWF.

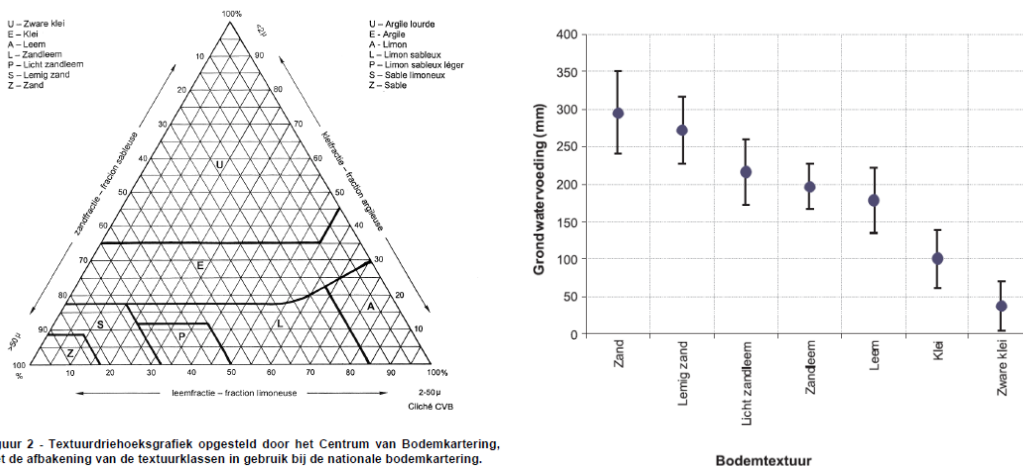
Bijlage 1 Duiding bij de ruimtelijke indicatoren

Overgenomen uit het "Baten Natura 2000" rapport (Broekx et al 2013)

1. Fysische geschiktheid

De fysische geschiktheid wordt in de eerste plaats bepaald door de **bodemtextuur**. Een beperkte hydraulische conductiviteit maakt dat bodems neerslag heel traag kunnen absorberen en percoleren. Zware bodems zoals klei, leem en zandleem hebben een beperkte hydraulische conductiviteit, en dus een lage verticale infiltratiesnelheid en een beperkt effect op de grondwateraanvulling. Deze vertraagde infiltratie stelt echter geen probleem zolang de bovenste lagen van de bodem voldoende doorworteld worden en/of voldoende organisch materiaal bevatten. Daarnaast hebben deze bodems een veel groter vochtleverend vermogen. Het geïnfiltrerde water blijft langer in de bodem zitten en is op die manier langer beschikbaar voor verdamping (evaporatie) en voor opname door vegetatie (transpiratie).

Voor Vlaanderen werd voor verschillende bodemtextuurklassen de gemiddelde jaarlijkse potentiële grondwateraanvulling bepaald in Batelaan et al., 2007a. Voor duinen geldt dat zij door het groffer zand een zeer hoge infiltratiesnelheid (> 500 mm/u) hebben. Venige bodems in Vlaanderen zijn in hoofdzaak oudere gecompacteerdde lagen zijn die ondertussen goed afgebroken zijn. De hydraulische conductiviteit van dergelijke bodems is vrij laag (< 5 mm/uur), cfr. Boelter 1968.



Figuur 2 - Textuurdriehoek opgesteld door het Centrum van Bodemkartering, met de afbakening van de textuurklassen in gebruik bij de nationale bodemkartering.

Figuur 26. Bodemdriehoek met de textuurklassen voor Vlaanderen (links) en de jaargemiddelde potentiële grondwateraanvulling (mm/u) voor elke textuurklasse (rechts) (Batelaan et al, 2007a)

2. Potentieel aanbod

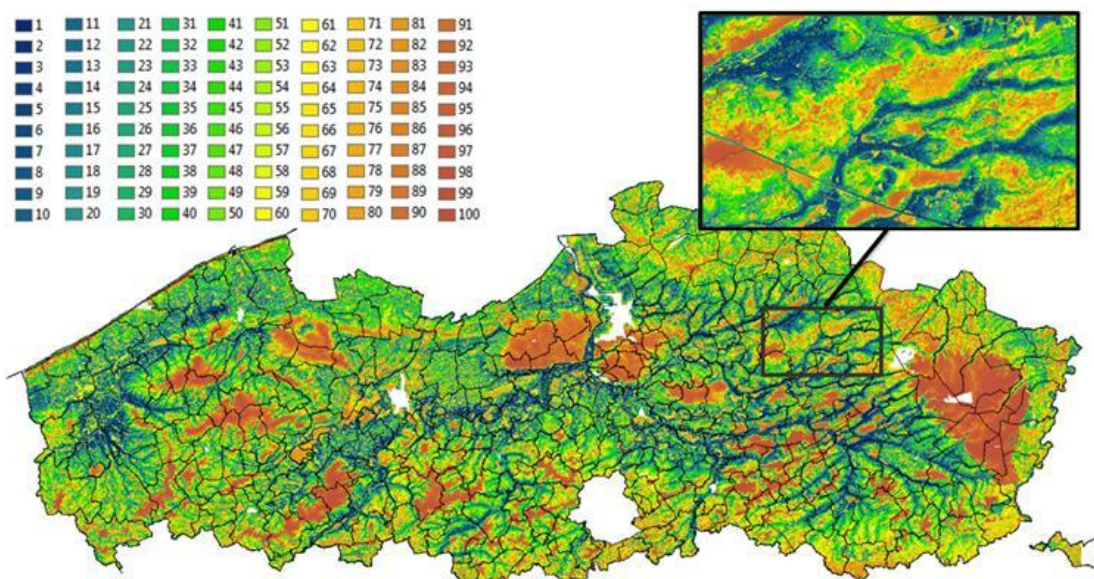
Het potentieel aanbod wordt bepaald door de gecombineerde effecten van de fysische geschiktheid, lokale grondwaterstand en interceptie en bodemverdichting. Voor lokale grondwaterstand en interceptie/bodemverdichting werden aparte kaarten gemaakt die te samen gecombineerd een beeld geven van het potentieel aanbod.

Lokale grondwaterstand

De bodemstalen anno 1960-70, op basis waarvan de oorspronkelijke bodemkaart werd samengesteld, geven aanduiding van de zogenaamde "Gley-verschijnselen" – het oxidatie-reductiefront in het bodemstaal dat aanduiding geeft van de gemiddeld hoogste (GHG) en laagste grondwaterstand (GLG). Deze gley-verschijnselen werden gebruikt als basis voor het bepalen van de drainageklasse van de bodem. Op basis van een combinatie van de drainageklasse met de textuurklasse heeft men een indicatieve aanduiding van de diepte van het grondwater t.o.v. de topografie (Stuurman, 2002). Deze inschatting van de diepte van het grondwater is echter een gemiddelde inschatting voor de gehele polygoon van de bodemkaart. Binnen de polygoon van de

bodemkaart met een zelfde textuur en drainageklasse werden dan ook significante topografische variaties vastgesteld, waardoor correcties nodig zijn. Deze correcties zijn gebaseerd op de afwijking ten opzichte van de gemiddelde hoogteligging van de polygoon. Per polygoon wordt – op rasterniveau, dus op basis van de waarden van alle pixels in deze polygoon - de gemiddelde hoogteligging en de standaarddeviatie hierop bepaald. Vervolgens wordt verondersteld dat voor alle pixels in deze polygoon waarvan de hoogteligging binnen de standaarddeviatie rond het gemiddelde ligt de GHG volgens de bodemkaart de meest nauwkeurige inschatting is. Voor de pixels waarvan de hoogteligging buiten de standaarddeviatie ligt wordt de GHG ingeschat op basis van interpolatie: de waarden voor de reeds ingevulde GHG (binnen de standaarddeviatie) worden op een gebiedsdekkende manier geïnterpoleerd op niveau Vlaanderen. Op deze manier bekomen we een zacht glooiende grondwatertafel hoogtemodel (GHG-DHM) dat in combinatie met het DigitaalHoogteModel toelaat om de diepte van het grondwater onder het maaiveld af te leiden.

Omdat de GLG slechts in beperkte mate kan afgeleid worden uit de bodemkaart, werd er voor de GLG geopteerd om een meer generische benadering toe te passen. Voor de GLG werd gebruik gemaakt van een schatting van de natuurlijke drainage op basis van het grondwaterpeilverval van het GHG-DHM en de bodemtextuur. Dit gebeurt klassiek door het berekenen van een topografische gevoeligheidsindex (topographic wetness index) voor grondwater peildalingen (Sørensen 2005; Beven en Kirby, 1979; Beven et al., 1988; Famiglietti and Wood, 1991; Sivapalan et al., 1987, 1990). Deze index geeft voor elke pixel aan hoeveel grondwater er naar die pixel toestroomt op basis van hoogteverschillen in het grondwater DTM en dit op verschillende schaalniveaus (250 meter – 500 meter – 2.500 meter – 10 km). Dit werd herwerkt naar een kwalitatieve score voor de natuurlijke gevoeligheid voor grondwaterpeildalingen. De waterscheidingskammen zijn vanzelfsprekend het gevoeligste voor peildalingen (terwijl de vegetatie er weinig kwetsbaar voor is omdat het grondwater zeer diep zit – buiten bereik van vegetatie). De kwelgebieden zijn het minst gevoelig voor grondwaterdalingen.



Figuur 27. *Relatief belang van de infiltratie vanuit aspect grondwateraanvulling (in mate van afnemend belang: bruin – geel – groen – blauw)*

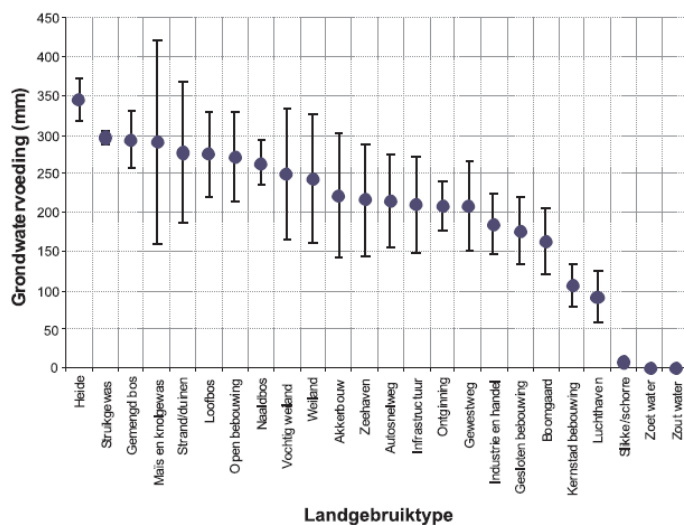
Wanneer we de potentiële jaargemiddelde grondwateraanvulling voor iedere bodemtextuur combineren met de grondwaterstand bekomen we onderstaande tabel. We houden enkel rekening met de gemiddeld hoogste grondwaterstand aangezien de infiltratie hoofdzakelijk plaatsvindt gedurende de hydrologische winter wanneer de grondwaterstanden het hoogste zijn. Bij ondiepe grondwaterstanden is de aanvulling beperkter, zeker in de winter. Bij het opstellen van deze tabel werd ervan uitgegaan dat de aanvulling in mm zeker niet hoger kan zijn dan de ruimte die in de bodem beschikbaar is. Er werd bovendien verondersteld dat als de GHG minder diep zit dan 70 cm, er een zekere drainage zal plaatsvinden naar grachten en waterlopen waardoor een deel van de nuttige infiltratie verloren gaat. De waarden in de tabel zijn een combinatie van de doorlaatbaarheid van de bodem op basis van textuur en de maximale potentiële infiltratie bij een GHG dieper dan 70 cm.

Tabel 2. Potentiële grondwateraanvulling (mm/jaar) in functie van textuurklasse en grondwaterstand

mm infiltratie per jaar	GHG	< 0	0-10'	10-20'	20-30'	30-40'	40-50'	50-60'	60-70'	70-80'	80-90'	90-100'	100-110'	110-120'	> 120'
U	Zware Klei		0	2	4	8	15	30	45	60	75	75	75	75	75
E	Klei		0	3	7	14	28	56	84	112	140	140	140	140	140
V	Veen		0	4	9	18	35	70	105	140	175	175	175	175	175
A	Leem		0	4	11	21	42	84	126	168	210	210	210	210	210
L	Zandleem		0	5	11	23	45	90	135	180	225	225	225	225	225
P	Licht zandleem		0	5	13	25	50	100	150	200	250	250	250	250	250
S	Lemig zand		0	7	16	33	65	130	195	260	325	325	325	325	325
Z	Zand		0	7	18	35	70	140	210	280	350	350	350	350	350
X	Duin		0	9	23	45	90	180	270	360	450	450	450	450	450

Landgebruik: Interceptie en bodemverdichting

Naast deze beperkingen voor infiltratie vanuit het fysisch systeem, heeft het **landgebruik** ook een impact op de hoeveelheid water die de bodem bereikt en dus beschikbaar is voor infiltratie. Voor deze studie bekijken we welke omzettingen een positief/negatief effect kunnen hebben op de grondwateraanvulling. Onderstaande figuur geeft aan welke infiltratie bekomen werd aan de hand van de resultaten van een grondwatervoedingsmodel. (Batelaan et al 2007a)



Figuur 28. Effect van landgebruik op grondwatervoeding (Batelaan et al, 2007a)

Het valt op dat voor bepaalde typen landgebruik er zeer grote verschillen kunnen zijn tussen de minima en maxima. De hoge bandbreedte in grondwateraanvulling wijst er op dat simpele verbanden tussen bodemtextuur, bedekking en grondwatervoeding niet voldoende zijn voor een adequate beschrijving van de grondwatervoeding. Deze brede bandbreedte valt wellicht te verklaren door de verschillen in de lokale topografie/hydrologie en de bodemtextuur. Op lichte bodems zal vegetatie de infiltratie beperken, terwijl er op zware bodems net een positief effect zal zijn. Ook moet men oppassen om deze waarden zomaar te transfereren van de ene landgebruiksklasse naar de andere. In de annex zijn de tabellen opgesteld met de geschatte waarden van grondwatervoeding voor de in deze studie gebruikte landgebruiksklassen.

Daarnaast is er ook een positief effect van de vegetatie op bodems met een beperkte hydraulische conductiviteit (klei, leem) omdat vegetatie de infiltratiecapaciteit bevordert. De vegetatie zorgt voor doorworteling en het strooisel voor een laag organisch materiaal waarin allerlei bodemleven voorkomt. De losse bovenlaag vormt een zekere buffer om hogere neerslaghoeveelheden te bufferen en de bioturbatie en doorworteling vergroot het effectief infiltratieoppervlak voor diepere percolatie.

Anderzijds is er ook een belangrijk negatief effect van de vegetatie op de infiltratie. Door interceptie worden waterdruppels door de vegetatie vastgehouden, waarna deze druppels na de regenbui snel opnieuw kunnen verdampen. Interceptie is met name hoog in (dichte) naaldbossen. Bij transpiratie verbruiken diepwortelende en hoogproductieve vegetatie een deel van het grondwater waarna dit verdampt.

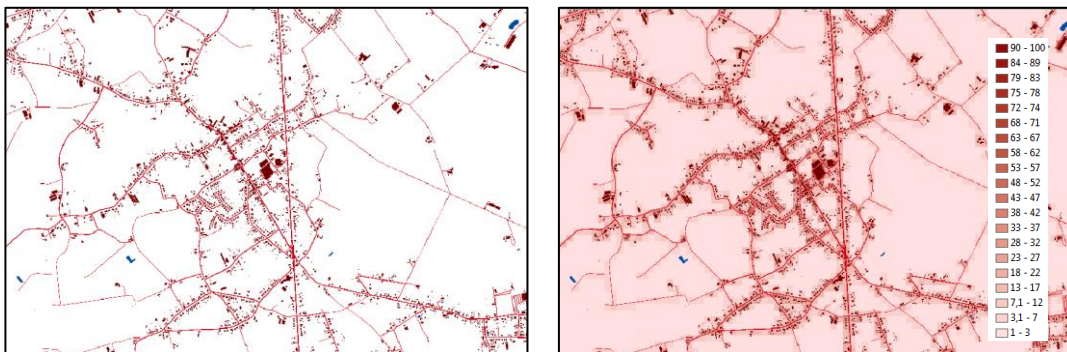
Zogenaamd donkergroen naaldbout (vnl. sparren) heeft naast een zeer hoge interceptie ook een transpiratie gedurende de winterperiode. Lichter naaldbout zoals grove den heeft een iets lagere interceptie en quasi geen transpiratie gedurende de winterperiode. Een beperkte literatuurstudie over de invloed van vegetatie op het nuttig neerslagoverschot (interceptie + transpiratieverliezen) toont aan dat vooral omzettingen naar grasland, struikgewas en heide resulteren in meer infiltratie. Op een zandige bodem met een voldoende diepe grondwatertafel zal ongeveer 75% infiltreren onder heide en grasland, terwijl dit bij eikenbossen 30% bedraagt en bij naaldbossen slechts 15% bedraagt. Niettemin moeten we deze cijfers relativiseren daar de dichtheid van de stand een belangrijke rol speelt.

Bij de niet-permanente bodembedekking met vegetatie spelen andere factoren. Bodemverdichting heeft een enorme impact op infiltratie, zeker in het geval van afdekking met verharde oppervlakte. Dit wordt nog versterkt op plaatsen waarbij er rioleringsinfrastructuur aanwezig is waardoor regenwater wordt afgevoerd naar een RWZI en vervolgens in oppervlaktewater geloosd wordt. Op plaatsen waar er geen riolinfastructuur aanwezig is, gaan we ervan uit dat een groot aandeel toch infiltreert in baangrachten. Het afvoeren van overtollig regenwater van verharde oppervlakte zou mogelijk lokaal geïnfilteerd kunnen worden en zelfs een surplus kunnen realiseren op de grondwateraanvulling. Via infiltratievoorzieningen bereikt een groter aandeel van de neerslag diepe infiltratie.

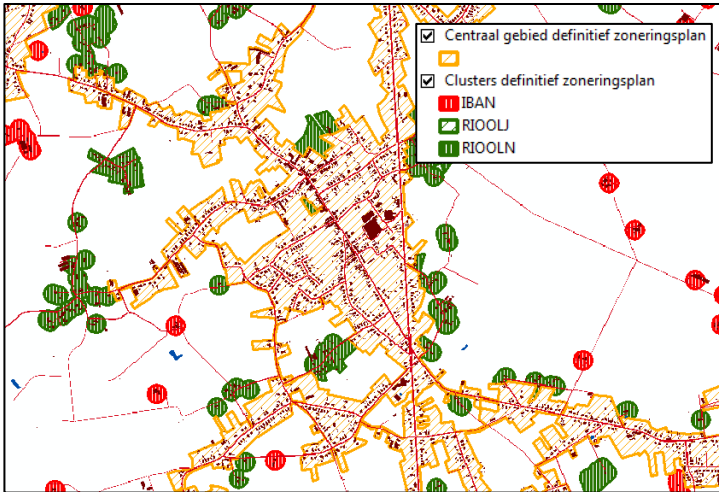
De effecten van interceptie, transpiratieverliezen en bodemverdichting door verharde oppervlakten werden gecombineerd en vormen een beperking (begrenzing) op de maximale potentiële infiltratie vanuit bodem en bodemhydrologie.

karteringsmethodiek

Stap 1: Berekening impact verdichting. De NGI klassen gebouwen, parking, opritten, wegen werden omgezet naar een 1*1 raster. Vervolgens geaggregeerd naar een 25 m pixel met een % effectieve verharding. Indien onverhard wordt een potentiële infiltratie van 450 mm (het maximum van de fysische potentie) genomen. Indien 50 % verhard is het 225 mm, 80 % verhard is 90 mm, etc...



Stap 2: Op basis van de zoneringsplannen wordt er gekeken welke zones gerioleerd zijn en welke niet. De actueel berioleerde gebieden zijn deze die vallen onder het "Centraal gebied definitief zoneringsplan". De groene gebieden zijn onderverdeeld in geplande en reeds gerealiseerde riolinfastructuur in buitengebied (voor 99% nog te realiseren). De IBAN's worden niet gerioleerd.

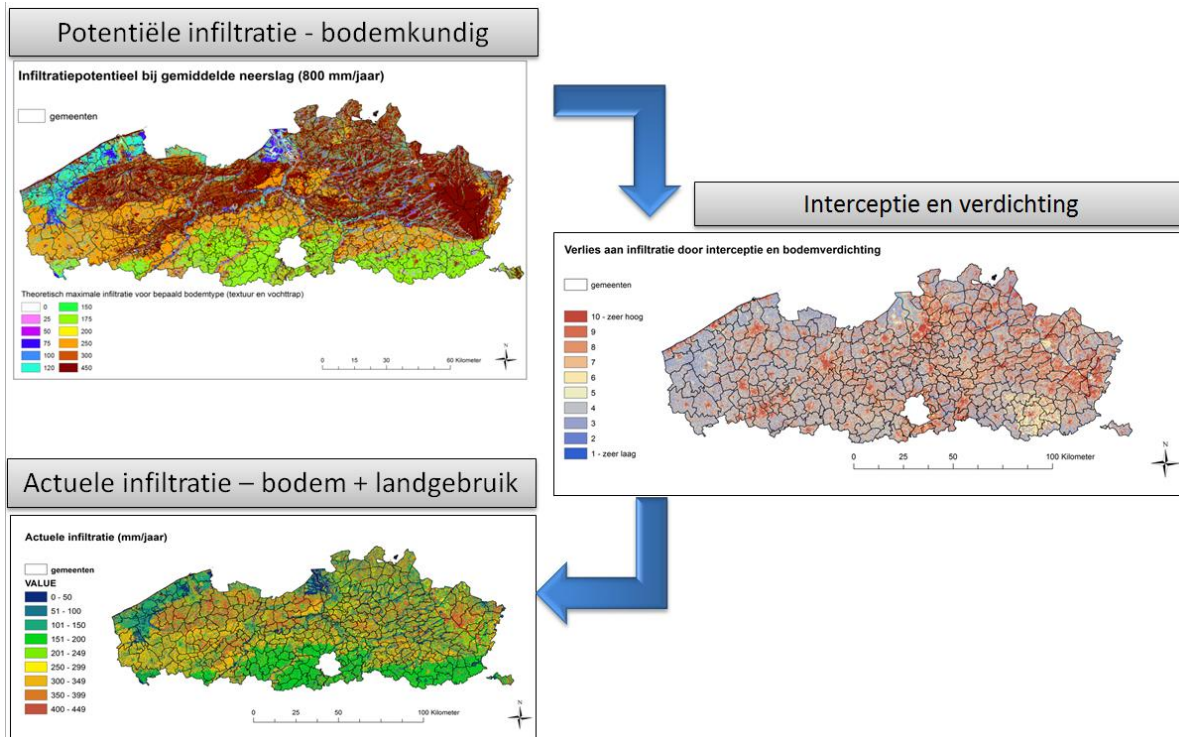


De verharding telt dus alleen voor de berioleerde gebieden. Op plaatsen waar er geen rioolinfrastructuur aanwezig is, gaan we ervan uit dat een groot aandeel toch infiltreert in baangrachten. Het afvoeren van overtollig regenwater van verharde oppervlakte zou mogelijk lokaal geïnfiltreerd kunnen worden en zelfs een surplus kunnen realiseren op de grondwateraanvulling.

Stap 3: Interceptie wordt ingeschat op basis van de gedetailleerde landgebruiksk kaart. Aan de klassen wordt een interceptieverlies toegekend dat varieert van 0 tot 200 mm/jaar (bvb voor fijnspar aanplanten). Ook hier wordt de maximale fysieke potentie aangenomen als basiswaarde, waarvan de de interceptieverliezen aftrekken. Bvb interceptie verlies van 75 mm, geeft een max infiltratie van 375 mm.

Stap 4: Het minimum van interceptie (0-450), verdichting (0-450) en het fysisch potentieel (0-450) wordt samen genomen. Indien de bodemkenmerken (en hydrologie) limiterend zijn, heeft interceptie en verdichting weinig impact op de infiltratie.

Gecombineerde kaart

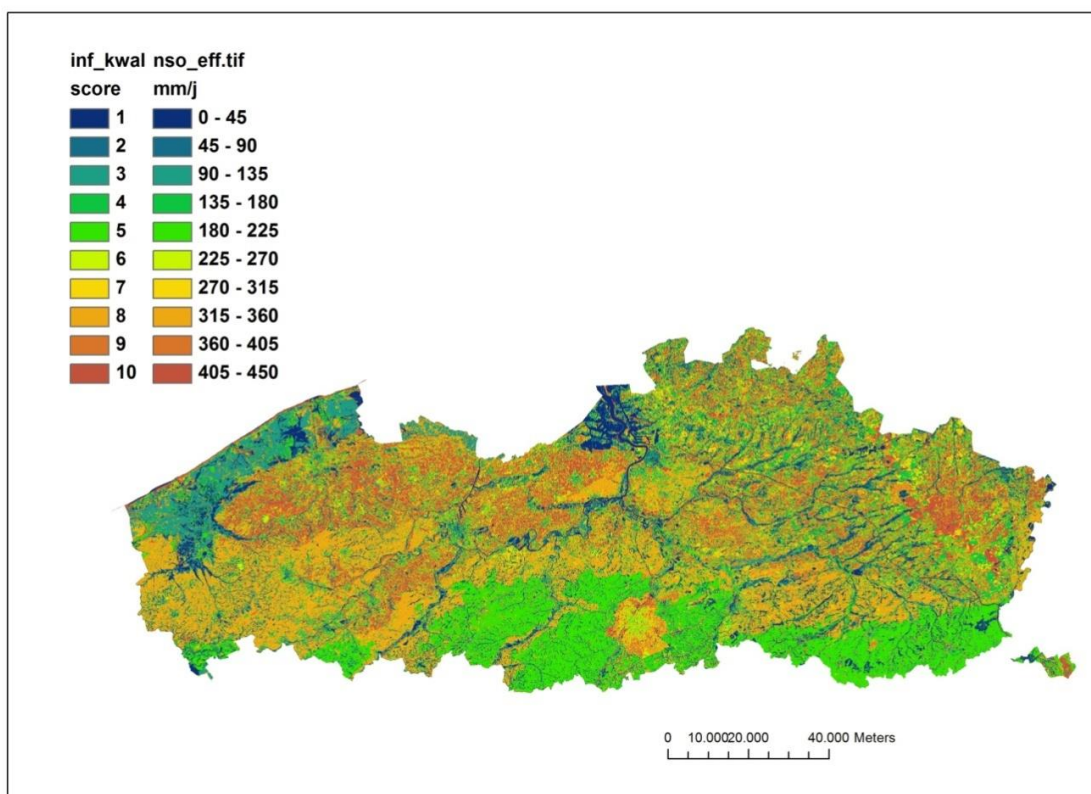


Figuur 29. Principeschema voor de berekening van de actuele infiltratie

De actuele aanvulling wordt berekend door rekening te houden met bodemverdichting, interceptie en het maximaal infiltratiepotentieel volgens bodem en bodemhydrologie. Dit wordt weergegeven in onderstaande figuur. Scores van 1 tot 10 zijn afgeleid op basis van de variatie in resultaten in Vlaanderen. De klassen werden evenredig verdeeld volgens een gelijk interval van 45 mm omdat er een normale verdeling was van de infiltratie waarden.

Tabel 3. *Klassen kwalitatieve score infiltratie*

klasse mm/infiltratie per jaar	score
0 - 45	1
45 - 90	2
90 - 135	3
135 - 180	4
180 - 225	5
225 - 270	6
270 - 315	7
315 - 360	8
360 - 405	9
405 - 450	10



Figuur 30. *Actuele gemiddelde infiltratie op basis van bodemtype en actueel landgebruik*

3. Vraagkaart

De infiltratie-equivalent methode maakt op ruwe wijze een vergelijking tussen enerzijds het volume onttrokken water en anderzijds de totale oppervlakte die noodzakelijk is om dit onttrokken volume aan te vullen via natuurlijke infiltratie. In deze methode wordt in functie van de ruimtelijke

spreiding van infiltratiegebieden rond winningen het belang van gebieden voor watervoorziening bepaald.

De ruimtelijke spreiding van de vraag naar water werd reeds uitgewerkt in de pompkegel-methode.

Om het belang van infiltratie en de verhouding met de winningen (vraag) in kaart te brengen maken we gebruik van een rasterkaart met een celgrootte van 6.25 km² (2.5km x 2.5km). Het belang van een infiltratiegebied geven we weer als een verhouding tussen onttrekking en infiltratie in de omgeving van iedere cel. We kijken wat de gemiddelde onttrekking is binnen een straal van 12.5 km. Dit plaatsen we ten opzichte van een hypothetische aanvulling van 250 mm/jaar in ditzelfde gebied. Per cel van 6.25 km² (2500 m * 2500 m) wordt hier dus aangegeven hoeveel % van een gemiddeld neerslagoverschot (250 mm/j*m²) nodig is voor onttrekkingen (grondwaterdruk). Dit varieert van 0 tot 38% van het neerslagoverschot per pixel/cel. Een SBZ van 50 ha dat binnen een grondwaterdruk ligt van 25% – levert dus 31.250 kubieke meter water van goede kwaliteit aan de winningen. Indien er sprake is van infiltratie bevorderende maatregelen zoals heideherstel en bosconversie kan men het effect op het neerslagoverschot mee in rekening brengen.

Voorbeeld berekening kwantificering volgens infiltratie-equivalent methode:

$(0.25 \text{ (GW druk\% of verhouding onttrekking/neerslagoverschot)} * 500.000 \text{ m}^2 \text{ (50 ha opp)} * 250 \text{ mm (overschot)}) = 31.250 \text{ m}^3 \text{ water}$

De infiltratie-equivalent methode geeft dus per pixel een schatting van het relatieve aandeel (%) van het jaarlijks geïnfiltreerde water dat terug opgepompt wordt. Dit dient men dus te vermenigvuldigen met de actuele/toekomstige jaarlijkse infiltratie om de hoeveelheid onttrokken water per pixel te kennen. De methode van het infiltratie-equivalent laat eveneens toe om onderscheid te maken naar de hoeveelheid onttrokken infiltratie onder bepaalde landgebruiksklassen. Zo werd er voor deze studie onderscheid gemaakt naar de hoeveelheid infiltratie onder natuur (HBRL, RBB, natuurbeheer) en onder niet-natuur (alle overige) binnen de SBZ-gebieden voor de actuele toestand en na realisatie van de IHD. Infiltratie zal immers kwantitatief niet verschillen bij conversie van een cultuurgrasland naar een natuurgrasland, maar zal naar kwaliteit van het geïnfiltreerde water (nutriënten, pesticiden en andere vervuiling) wel degelijk een verschil maken.