



VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



# Milieurapport Vlaanderen MIRA

Achtergronddocument  
Thema Waterkwantiteit



# Milieurapport Vlaanderen

## **MIRA** **Achtergronddocument 2010** **Waterkwantiteit**



## Coördinerend auteur

*Bob Peeters, MIRA*

## Auteurs

*Willem Defloor, Inge De Jongh, Didier D'hont, Alistair Fronhoffs, Johan Lermytte, Nils Ottoy, Adelheid Vanhille, Wendy Verlé, Marcel Voet, Afdeling Operationeel Waterbeheer, VMM  
Stef Michiels, Wouter Vanneuville, Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium, departement  
MOW*

*Laatst bijgewerkt: juni 2011*

Overname wordt aangemoedigd mits bronvermelding.

Hoe citeren?

Korte citering: MIRA Achtergronddocument 2010, Waterkwantiteit

Volledige citering: MIRA (2011) Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2010, Waterkwantiteit, Peeters B., Defloor W., De Jongh I., D'hont D., Fronhoffs A., Lermytte J., Ottoy N., Vanhille A., Verlé W., Voet M., Michiels S., Vanneuville W., Vlaamse Milieumaatschappij, [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)

## Inhoudsopgave

<b>Deel 1: Beschrijving van de verstoring .....</b>	<b>6</b>
1.1 Oorzaken van verdroging en overstroming .....	6
1.2 Verdroging .....	7
1.3 Overstromingen .....	10
1.4 Beleid .....	15
Het concept 'vasthouden-bergen-afvoeren' .....	15
Hergebruik, infiltratie en buffering van hemelwater in verstedelijkte gebieden .....	15
Ruimte voor water verzekeren .....	16
Schade door wateroverlast minimaliseren .....	16
Watertekorten minimaliseren .....	16
Rationeel gebruik van water .....	16
<b>Deel 2: Indicatoren .....</b>	<b>17</b>
2.1. Beschikbaarheid en gebruik van water .....	17
Neerslagvariatie .....	17
Beschikbaarheid van water .....	18
Watergebruik .....	20
Watergebruik in Vlaanderen .....	20
Watergebruik voor drinkwaterproductie .....	27
Grondwaterwinning en druk op watervoerende lagen .....	28
Waterexploitatie-index .....	30
2.2. Kwantitatieve toestand van het watersysteem .....	31
Afstroming .....	31
Hydrologisch gedrag van onbevaarbare waterlopen .....	31
Hydraulisch gedrag van de Zeeschelde .....	45
Overstromingen en overstromingsrisico's .....	50
Inleiding .....	50
Overstromingskaarten .....	53
Aantal overstromingen per decennium .....	55
Risico op schade .....	56
Grondwaterstand .....	60
2.3 Toekomstverkenning klimaatverandering en waterhuishouding .....	62
<b>Referenties .....</b>	<b>64</b>
<b>Begrippen .....</b>	<b>66</b>
<b>Afkortingen .....</b>	<b>69</b>

## Figuren

Figuur 1: Vereenvoudigd standplaatsmodel.....	8
Figuur 2: Standplaats en verschillende waterstromen in het hydrologisch systeem van het landschap .....	10
Figuur 3: Faalwijze van dijken .....	11
Figuur 4: Processen die bepalend kunnen zijn voor het effect van waterberging op de soortensamenstelling .....	13
Figuur 5: Afwijking van de jaargemiddelde neerslag ten opzichte van de referentie (Ukkel, 1833-2009) .....	18
Figuur 6: Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen .....	19
Figuur 7: Evolutie van het watergebruik (exclusief koelwater) in Vlaanderen (1991-2003)....	21
Figuur 8: Evolutie van het watergebruik (inclusief koelwater) in Vlaanderen (1991-2003)....	21
Figuur 9: Huishoudelijk leidingwatergebruik (Vlaanderen, 1991-2003, 2009) .....	22
Figuur 10: Industrieel watergebruik (Vlaanderen, 1991-2003).....	23
Figuur 11: Totaal watergebruik in de landbouw (Vlaanderen 2000–2005) .....	25
Figuur 12: Gebruik van grond- en oppervlaktewater in de drinkwaterproductie van de drinkwatermaatschappijen (Vlaanderen, 1983-2009) .....	28
Figuur 13: Aandeel van de sectoren in het vergunde debiet voor grondwaterwinning (Vlaanderen, 31/12/2007).....	30
Figuur 14: Vergund debiet per grondwatersysteem voor grondwaterwinning voor openbare leidingwatervoorziening en bedrijven (toestand 31/12/2007) .....	30
Figuur 15 : Waterexploitatie-index van Vlaanderen en andere Europese landen .....	31
Figuur 16: Runoffcoëfficiënten van alle beduidende afvoergolven in station 347.....	33
Figuur 17: Hydrogram van het Groot Schijn te Wommelgem .....	34
Figuur 18: Jaargemiddelde neerslag- en afvoervolumes (9 stations, 1972-2009).....	39
Figuur 19: Jaargemiddelde neerslag- en afvoervolumes (9 stations, 1992-2009).....	40
Figuur 20: Maximum en minimum waarden van debieten in de onderzochte stations .....	41
Figuur 21: Concentratietijd voor afvoergolven in station 347 (1972-2002) .....	44
Figuur 22: Westerschelde en Zeeschelde: overzichtskaart .....	46
Figuur 23: Jaargemiddelden van hoogwater van de Zeeschelde (Antwerpen-Loodsgebouw, 1885-2009) .....	47
Figuur 24: Jaargemiddelden van laagwater van de Zeeschelde (Antwerpen-Loodsgebouw, 1885-2009) .....	48
Figuur 25: Jaargemiddelden van tij-amplitudes van de Zeeschelde (Antwerpen-Loodsgebouw, 1885-2009) .....	49
Figuur 26: Overschrijdingsfrequentie van hoogwaterstanden in de Zeeschelde in Antwerpen-Loodsgebouw .....	50
Figuur 27: Overstromingsgevoelige gebieden voor de watertoets (2006) .....	53
Figuur 28: Recent overstroomde gebieden (ROG) (Vlaanderen, 1988-2010).....	54
Figuur 29: Risicozones overstrooming voor de natuurrampenverzekering (Vlaanderen, 2006) .....	55
Figuur 30: Aantal overstromingen per decennium (België, West-Europa, Europa, Wereld, 1970-2009) .....	56
Figuur 31: Reële schade ( $\alpha$ ) in functie van de waterdiepte.....	58
Figuur 32: Afleiding van het risico .....	59
Figuur 33: Evolutie van de grondwaterstanden (Vlaanderen, 2001-2010) .....	60
Figuur 34: Evolutie van de grondwaterstanden ingedeeld naar freatische en niet-freatische grondwaterlagen (Vlaanderen, 2001-2010) .....	61
Figuur 35: Winterneerslag en jaargemiddelde temperatuur (Ukkel, 2000-2010).....	62

## Tabellen

Tabel 1: Gemiddelde waarden van debiet (runoff) en neerslag over de periode sinds het begin van de waarnemingen in het station tot einde 2009.....	35
Tabel 2: Resultaten statistische analyse per station met de tijdreeksen vanaf de oprichting van het station .....	36
Tabel 3: Resultaten statistische analyse per station met de tijdreeksen 1992-2009 .....	37
Tabel 4: Evolutie van het aantal en het totaal bedrag van gewestelijke subsidies voor duurzaam gebruik en afvoer van water (Vlaanderen, 2002-2007) .....	45
Tabel 5: Klassenindeling voor significante trends van de grondwaterstanden .....	60

## Deel 1: Beschrijving van de verstoring

Dit achtergronddocument belicht zowel de waterbeschikbaarheid en het watergebruik als de kwantitatieve toestand van het watersysteem. Onder de kwantitatieve toestand van het watersysteem worden zowel de afstroming via waterlopen, de overstromingen en overstromingsrisico's als de grondwaterstanden begrepen.

In dit deel komen een aantal algemene aspecten van waterkwantiteit aan bod. Allereerst wordt het thema afgebakend in een luik verdroging en een luik overstroming, waarbij duidelijk zal worden dat beide luiken veelal dezelfde oorzaken hebben. Vervolgens wordt zowel van verdroging als van overstroming de problematiek verder besproken. Omdat de oorzaken grotendeels dezelfde zijn, wordt er geen onderscheid gemaakt tussen een 'verdrogings- en een overstromingsbeleid'. Vandaar dat de beschrijving van het beleid opnieuw samen gebeurt.

### 1.1 Oorzaken van verdroging en overstroming

Grofweg gesteld kan verstoring van de waterhuishouding leiden tot problemen van watertekort (verdroging) en wateroverlast (overstromingen). Hoewel beide problemen zich totaal verschillend manifesteren, liggen grotendeels dezelfde oorzaken aan de basis ervan. Die oorzaken zijn menselijke verstoringen die op verschillende manieren ingrijpen op de watercyclus. Ze zijn in te delen in 3 groepen:

(A) Oorzaken die de *infiltratie van neerslag* verminderen of verhinderen waardoor water sneller oppervlakkig afstroomt:

- 1) grotere neerslaghoeveelheden in een voorafgaande periode en/of in de eigenlijke bui waardoor de beschikbare grondwaterberging opgebruikt geraakt tijdens de bui;
- 2) een wijziging in het neerslagpatroon (hogere intensiteiten) door de grotere regensommen per bui, waardoor de regenintensiteit de infiltratiecapaciteit van de bodem of van een toegeslechte toplaag overschrijdt;
- 3) uitbreiden van verharde oppervlakte (bebouwing, wegenis, riolen);
- 4) gewijzigde landbouwexploitatie, waardoor de bodem minder water opneemt en neerslag sneller oppervlakkig afstroomt;
- 5) verdwijnen van kleinschalige landschapselementen (microreliëf, randbegroeiing rond percelen en langs wegen, grachten ...).

(B) Oorzaken die de *berging van oppervlaktewater* verminderen:

- 1) verdwijnen van natuurlijke overstromingsgebieden door ophogen en inname voor andere doeleinden;
- 2) sneller afvoeren van oppervlaktewater door waterbeheersingswerken zoals inbuizen, rechtekken en uitdiepen van grachten en waterlopen, althans in die gevallen waar de stroomsnelheid niet verminderd werd door extra bodemvallen of stuwen, waar de berging binnen het waterloopprofiel niet significant groter werd bij de herprofilering, of waar de berging in het natuurlijke overstromingsgebied niet bewaard werd voor het afvlakken van de topdebieten;
- 3) oppervlaktewaterwinning ten behoeve van landbouw, industrie en openbare drinkwatervoorziening; hierdoor wordt de voorraad oppervlaktewater verminderd, de (beschikbare) berging van oppervlaktewater is mogelijk toegenomen.

(C) Oorzaken die de *berging van grondwater* verminderen en kwel doen afnemen:

- 1) drainage

In gebieden waar drainage onder de permanente grondwatertafel is aangelegd, is de vermindering van de aanwezige voorraad aan grondwater gelijk aan het verschil tussen de drainagebasis en de (vroegere) grondwatertafel. De beschikbare berging is met een gelijk bedrag toegenomen en kan een zeer beduidend effect hebben op mogelijke overstromingen, gelet op de mogelijke oppervlakte binnen het

stroomgebied waar grondwaterberging kan ontwikkeld worden. De aldus ontstane (grondwater)berging kan een veelvoud bedragen van de kunstmatig gecreëerde berging in wachtbekkens of natuurlijke overstromingsgebieden.

Bemerk dat hier onderscheid dient gemaakt tussen de potentiële grondwaterberging en de actuele berging (of grondwatervoorraad). Verdroging en overstroming komen hier met elkaar in conflict: door het sneller laten wegstromen van de grondwatervoorraad, wordt de mogelijke grondwaterberging vlugger terug beschikbaar gesteld. Regenwater dat eerst door het grondwaterreservoir moet stromen, ondervindt een grote vertraging (van de grootte-orde van enkele dagen) en hierdoor ontstaat een belangrijke afvlakking. Het zo snel mogelijk opnieuw beschikbaar stellen van mogelijke berging is ook het principe bij het beheer van wachtbekkens en overstromingsgebieden in de strijd tegen overstromingen.

- 2) grondwaterwinning
- 3) bemaling ten behoeve van infrastructuurwerken, wegeaanleg, bouwwerken, ontgrindingen, mijnbouw en zandwinningen
- 4) bemaling om (vervuild) grondwater af te voeren
- 5) wegzijging bij het doorbreken van relatief ondoorlatende lagen bij uitvoering van infrastructuurwerken; ontgrindingen

## 1.2 Verdroging

Verdroging is de verstoring van de waterinhoud en –cyclus van grondwaterlagen, waterlopenstelsels en bodem door menselijke beïnvloeding, waardoor de beschikbaarheid van water voor mens en natuur afneemt. Door vochttekort, verandering van het natuurlijke overstromingsregime en verschillen in mineralisatie en kwel kan de gebiedseigen waterkwaliteit veranderen (vermesting, verzilting ...) zonder dat er sprake is van diffuse verontreiniging of puntverontreiniging, of kunnen de bodemeigenschappen (zuurtegraad) beïnvloed worden. Ook dit fenomeen wordt verstaan onder 'verdroging'.

De beschikbaarheid van oppervlaktewater in Vlaanderen verschilt met de periode in het jaar en met de streek. Vlaanderen heeft (nog) geen traditie met spaarbekkens voor waterbevoorrading in droge perioden om het water uit regenrijke winterperioden terug los te laten in droge zomerperioden, noch om land- en tuinbouw of industrie te bevoorraden noch om milieubelangen. Gemiddeld over het jaar beschikt Vlaanderen over een enorme hoeveelheid oppervlaktewater, tussen 250 en 350 mm. De wachtbekkens en overstromingsgebieden kunnen zelden meer dan 10 mm ophouden, de meeste gecontroleerde overstromingsgebieden hebben een capaciteit van amper een paar mm. Een eventuele uitbreiding van de functies van deze gebieden naar waterspaarbekken zal dus gepaard moeten gaan met een uitbreiding van hun capaciteit en een aanpassing van hun sturing.

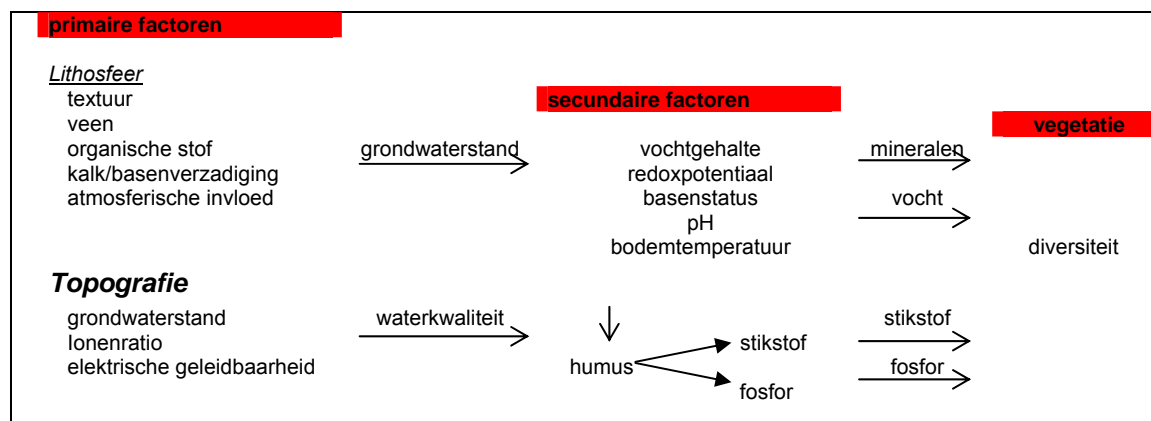
De actueel beschikbare hoeveelheid oppervlaktewater wordt, naast de scheepvaart, intensief gebruikt als koelwater, maar ook voor de productie van drinkwater, voor irrigatiedoeleinden, productieprocessen ... Voor de scheepvaart is er steeds voldoende water in bevaarbare waterlopen nodig. Bij uitzonderlijk lage waterstanden waarbij captatie van water een gevaar kan opleveren voor de scheepvaart, voor de waterwegen of voor de havens kan de waterwegbeheerder een tijdelijk verbod of een tijdelijke beperking van captatie opleggen. Tot op heden werden er echter nog nooit beperkingen opgelegd aan de industrie, aan elektriciteitsmaatschappijen of aan drinkwatermaatschappijen, aangezien het enerzijds grotendeels om koelwater gaat dat terug in de waterloop wordt geloosd of omdat anderzijds de economische gevolgen van een captatiebeperking te groot zouden zijn.

Grondwateronttrekking leidt tot een verlaging van de grondwaterstijghoogte. Afhankelijk van de grootte van de grondwateronttrekking en dus de grootte van de verlaging, zal dit mogelijk leiden tot verminderde afvoer of voeding naar andere receptoren (rivieren, ecosystemen, andere aquifers). Grondwaterwinningen in freatische lagen kunnen lokaal de grondwaterstand sterk verlagen en leiden tot de zogenaamde standplaatsverdroging wat schade kan veroorzaken aan grondwaterafhankelijke ecosystemen (vooral in natte

valleibodems), landbouwgewassen en gebouwen. In gespannen watervoerende lagen leidt onttrekken van grondwater tot drukverlagingen. Hierdoor kan de grondwaterstroming veranderen (gespannen grondwater stroomt van hoge druk naar lage druk). Grote zones met een sterk verlaagde druk als gevolg van overbemaling, worden aangeduid als depressietrechters. In bepaalde regio's in Vlaanderen is het waterpeil van gespannen watervoerende lagen al tot onder het dak van de laag gezakt. Via boorputten die niet voldoende verbuisd zijn, kan bijgevolg atmosferische lucht in de afgesloten laag worden gezogen. Hierdoor kunnen er ook kwaliteitsveranderingen optreden.

*Standplaatsverdroging* is het gevolg van de vermindering of gewijzigde samenstelling van de waterinhoud van de bodem of van de vermindering van de hoeveelheid beschikbaar ondiep grondwater dat ter hoogte van de standplaats de vegetatie rechtstreeks beïnvloedt. Het al dan niet aanwezig zijn van plantensoorten is nauw verbonden met specifieke eigenschappen van het grondwater. Het *standplaatsmodel* (figuur 1) beschrijft de belangrijkste factoren die de aard van een standplaats bepalen en welke de relaties zijn met de vegetatie. Het hydrologisch systeem beïnvloedt de vegetatie op directe wijze via de vochttoevoer en via de erin opgeloste voedingsstoffen (primaire factoren). Indirect beïnvloeden het vochtgehalte en de chemische samenstelling van het grondwater de beschikbaarheid van voedingsstoffen in het wortelmilieu (secundaire factoren). Bij verdroging treden de indirecte invloeden sneller op en ze zijn meestal belangrijker dan de directe effecten (Kemmers, 1995).

Figuur 1: Vereenvoudigd standplaatsmodel



Bron: Kemmers *et al.* (1995)

De aard en ouderdom van het moedergesteente en de topografie zijn *primaire factoren* en weinig veranderlijk. De bodem wordt gekenmerkt door de textuur (zand, leem of klei), het organische stofgehalte, de kalk/baserverzadiging en de atmosferische invloed. De topografie bepaalt vooral de patronen van grondwaterstroming, de chemische uitwisselingsprocessen met het gesteente en de positie van kwel- en infiltratiegebieden. *Secundaire factoren* zijn standplaatsfactoren zoals vochtgehalte, redoxpotentiaal, basentoestand en bodemtemperatuur, die de ene plaats onderscheiden van de andere. Ze worden gecontroleerd door de grondwaterstand en de waterkwaliteit. De secundaire factoren sturen de beschikbaarheid van mineralen, vocht, nutriënten (stikstof en fosfor) en zuurstof, waarvan de levensvatbaarheid en diversiteit van de begroeiing afhangen. In een evenwichtssituatie is de vegetatie een indicatie voor de standplaatsfactoren.

Een verminderd vochtgehalte in de bodem als gevolg van een daling in de grondwaterstand heeft voor de vegetatie twee gevolgen. Het directe gevolg is een verminderde vochttoevoer. Het tweede gevolg is indirect. Door de daling van het vochtgehalte nemen de beluchting en de temperatuur toe. Hierdoor kan de redoxpotentiaal stijgen, versnelt de mineralisatie van de humus, en komen nutriënten als stikstof en fosfor in verhoogde mate beschikbaar voor de vegetatie. Bepaalde plantensoorten profiteren van deze verandering en verdringen de oorspronkelijke vegetatie.

Met betrekking tot de flora resulteert verdroging in een afname van de natuurwaarde van de getroffen terreinen. Chemische en dynamische gradiënten in het ondiepe grondwater nemen door verdroging af of verdwijnen volledig. De diversiteit aan standplaatsen en bijgevolg ook aan plantensoorten vermindert en doorgaans komen er drogere en vaak nutriëntrijkere omstandigheden voor in de plaats. Waterminnende en waterafhankelijke soorten behoren daarenboven tot de meer zeldzame soorten, vooral indien ze gebonden zijn aan opkwellend grondwater. De meest waardevolle biotopen worden door verdroging bedreigd. Vergelijking van de uurhokgegevens over de perioden 1930-1971 en 1971-1999 toont een achteruitgang van soorten van natte en voedselarme condities naar vochtige en voedselrijke condities (Van Landuyt *et al.*, 2000; NARA, 2001, 2003). Verdroging maakt natuurterreinen ook toegankelijker voor de mens (landbouwactiviteiten ...) waardoor andere verstoringen zoals vermessing meer kansen krijgen.

De gevolgen van verdroging voor de fauna zijn minder duidelijk omdat de relaties tussen water en diersoorten via ingewikkelde processen verlopen en minder eenduidig zijn. Afname in de diversiteit van de vegetatie zal ongetwijfeld leiden tot een gelijkaardige tendens in de fauna door het verlies aan habitatdiversiteit. Sommige soorten zijn rechtstreeks afhankelijk van de aanwezigheid van water zoals watervogels, amfibieën en vissen. Vermindering van de aanwezigheid van open waterpartijen heeft rechtstreeks gevolgen voor deze soorten.

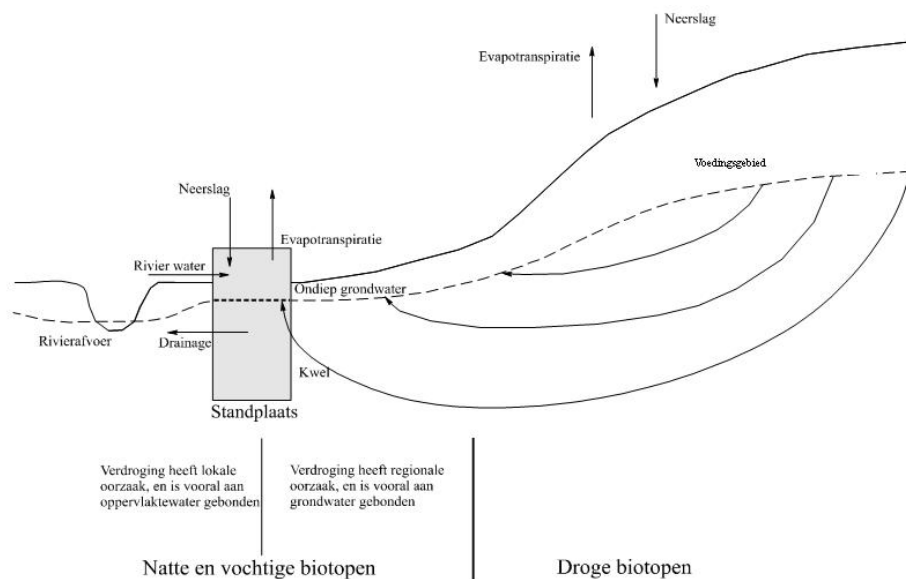
De meeste verdrogingsverschijnselen spelen zich af op een lokaal niveau (standplaatsverdroging, bv. ruilverkaveling, natuur- of bosgebied en veengebied). Er zijn ook verdrogingsverschijnselen die het lokale niveau overstijgen. Zo is de vermindering of het wegvallen van de kweldruk in een beekvallei vaak het gevolg van ingrepen in de infiltratiegebieden die vaak kilometers verderop liggen (achtergrondverdroging, figuur 2).

De kwel is van grote betekenis voor de lokale verdroging omwille van zijn mineralenrijkdom. Deze rijkdom hangt af van de stroombanen en -tijden en van de geologische samenstelling van de aquifer. Omdat veranderingen in aquifers over uitgestrekte gebieden en lange termijnen kunnen plaatsvinden, kan er een grote kloof ontstaan in ruimte en tijd tussen de oorzaken en de effecten van de standplaatsverdroging. De stijghoogten van de aquifers langdurig volgen is daarom heel belangrijk.

De standplaats staat niet los van het hydrologisch systeem van het landschap. Figuur 2 schetst de waterhuishouding ter hoogte van de standplaats. Instromend water komt vooral van infiltratie van oppervlaktewater, mineraalarme neerslag en mineraalrijke kwel. Afvoer vindt plaats langs capillaire opstijging naar de planten toe, langs verdamping aan de bodem en de gewassen (evapotranspiratie), door ondergrondse uitstroming en door bovengrondse afvloeijing (drainage). Karakterisering van de waterhuishouding vergt naast kennis van gemiddelde waterstanden ook inzicht in de dynamiek van de balansen, onder meer over de spanning tussen droge en natte situaties.

Een wijziging aan één van deze waterstromen kan leiden tot standplaatsverdroging. De oorzaak van een dergelijke wijziging kan zeer lokaal zijn zoals het beheer van het oppervlaktewater, of wateronttrekking ter hoogte van het vochtige of natte biotoop. Ze kan ook een regionaal karakter hebben, waarbij oorzaak en gevolg verder uit elkaar liggen in tijd en ruimte. Dit is het geval bij ingrepen in het voedingsgebied dat de kwel bepaalt.

Figuur 2: Standplaats en verschillende waterstromen in het hydrologisch systeem van het landschap



### 1.3 Overstromingen

Bij een overstroming is de aanvoer van oppervlaktewater groter dan de afvoercapaciteit van het systeem, een grote hoeveelheid water treedt buiten zijn normale grenzen. De overstroming kan het gevolg zijn van:

- Een *natuurlijke overtopping van de oevers* door een te hoog bovendebiet als gevolg van een te grote neerslag op een te korte tijd<sup>1</sup> in het stroomgebied.

Voor kleinere waterlopen is kort durende en lokale neerslag (bv. een zomeronweer van 40 mm/uur) vaak de oorzaak van overstroming. Maar voor grote waterlopen zoals de Schelde en de Maas moet neerslag dagen tot weken aanhouden en grote delen van het hydrografische bekken treffen alvorens kritisch te worden. Het bovendebiet is daarenboven steeds afhankelijk van de eigenschappen van het bekken die de waarde van de run-off coëfficiënt mee bepalen. De run-off coëfficiënt geeft aan welk aandeel van de neerslag werkelijk zal afstromen naar en via de waterloop en in welke tijdsperiode. Twee dezelfde neerslagintensiteiten zullen in verschillende bekkens niet noodzakelijk allebei tot overstroming leiden.

- Een gewijzigd onderhoudspatroun met minder of geen maaien van de oevers en ruiming van de beekbodem. De verandering naar een betere waterkwaliteit bevordert in hoge mate de kruidgroei in de bedding. Bij kleinere waterlopen is een volledig dichtgroeien van de sectie geen uitzondering, ook in grotere waterlopen kan plantengroei een vlotte waterafvoer bij beperken. In zachte winters verdwijnt de kruidgroei niet, en zelfs winteroverstromingen behoren dan tot de mogelijke gevolgen.

<sup>1</sup> Een "te korte tijd" is een zeer relatief begrip, en kan best verbonden worden aan de "concentratietijd", de tijd die een waterdruppel nodig heeft om het stroomgebied te verlaten vanuit het verst afgelegen punt. In vroegere hydrologische benaderingen werd deze tijd gebruikt voor de keuze van de duur van "maatgevende" regenbuien.

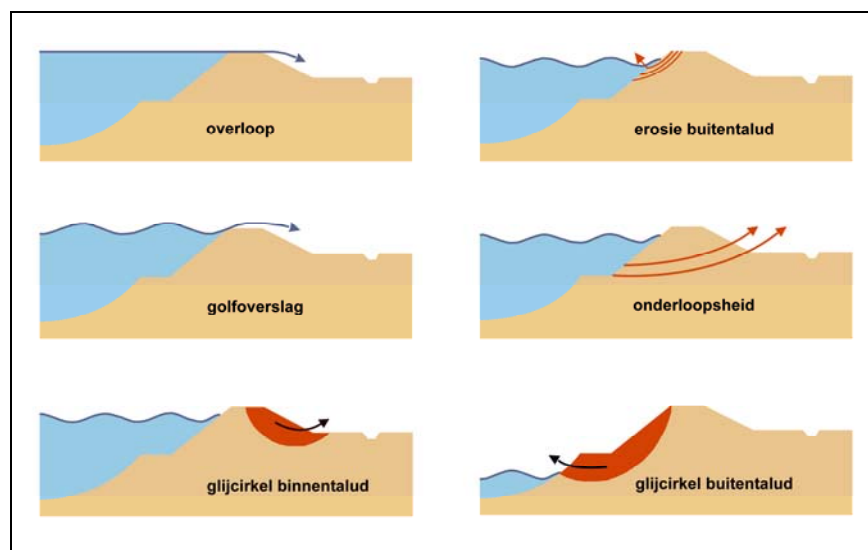
- Een natuurlijke overtopping van de oevers door een opstuwung vanuit een stroomafwaartse, al dan niet tijgebonden waterloop.

Tengevolge van aanhoudende hoge waterstanden in een ontvangende waterloop wordt de lozing van een zijloop bemoeilijkt of onmogelijk gemaakt. Vooral bij ingedijkte waterlopen kan de waterstand 'kunstmatig' hoog oplopen zodat zelfs terugstroming in de zijloop kan ontstaan.

- Een *falen van waterbeheersingsinfrastructuur* (dijkbreuk, uitvallen van pompstations ...).

Overtopping is in dit geval dus niet noodzakelijk gelieerd aan extreme neerslag. Het falen van de infrastructuur kan zich op elk ogenblik voordoen door tal van (technische) oorzaken. Uiteraard is de kans op falen groter in en na perioden van extreme belasting van de infrastructuur. De oorzaken voor faling kunnen erosie van het buitentalud, onderloopsheid of piping of afglijden van het binnen- of buitentalud van de dijk zijn (figuur 3).

Figuur 3: Faalwijze van dijken



Bron: Tweede Adviescommissie Waterkeringen, Nederland

- Het overstorten (via de regenwateroverlaten) van (verdund) afvalwater van het riool- en collectorenstelsel: *overstroming vanuit het rioolstelsel*.

Net als de kleinere waterlopen overstroomden riool- en collectorenstelsels meestal ten gevolge van zeer intense, kort durende en lokale neerslag (onweer). Technisch gezien treedt de overstroming op aan alle plaatsen waar de drukhoogte van het water hoger is dan de maaiveldhoogte. Dit zijn veelal de laagst gelegen delen van een leidingstelsel, op plaatsen waar een aantal deelnetwerken samen komen en overdruk optreedt. In tegenstelling tot waterlopen is niet zozeer de run-off coëfficiënt van belang maar wel de hoeveelheid verharde oppervlakte aangesloten op het stelsel. Vandaar het grote belang van afkoppelen van verharde oppervlakte bij stelsels die overbelast zijn<sup>2</sup>. Overstromingen in riool- en collectorenstelsels kunnen ten slotte ook veroorzaakt worden door technische oorzaken als deels verstopte leidingen en het ontbreken van overstortmogelijkheid. Inderdaad, wanneer het waterpeil in de waterloop te hoog is, verhinderen terugslagkleppen een instromen van beekwater in het rioleringsnet. Deze terugslagkleppen vormen een bijkomende weerstand voor het overstortwater uit het rioolstelsel naar de waterloop, ook als het beekwater laag staat.

<sup>2</sup> Dit veronderstelt dat de problemen alleen veroorzaakt worden door een te kleine afvoercapaciteit van het rioolstelsel, en niet door te hoge waterstanden in de ontvangende waterloop. Bemerkt dat vroeger meerdere rioolstelsels werden uitgebreid zonder aandacht te hebben voor de lokale afvoercapaciteit van het waterlopenstelsel.

- Overstroming kan ook optreden doordat *oppervlakkig afstromend water* (run-off) van akkers en velden zich zo concentreert dat zich modder- en waterstromen vormen.

Dit proces doet zich in Vlaanderen uitsluitend voor in de hellende gebieden na hevig onweer. Het ontbreken van vegetatie op akkers in het voorjaar en na de oogstperiode zijn medeveroorzakers van dit type overstroming.

- Ten slotte bestaat er ook overstroming van (polder)gebieden tengevolge van *overstroming vanuit zee en vanuit tijgebonden waterlopen*.

Dit type van overstroming is meestal het gevolg van een combinatie van springtij plus een grote stormopzet met het breken van de zeewering en/of duinengordel. Hoewel zulk type overstroming in het recente verleden vrij zeldzaam was, zouden de gevolgen ervan groot kunnen zijn.

Overstromingen zijn een natuurlijk fenomeen en zijn onvermijdelijk. Maar door het gewijzigde grondgebruik, snellere waterafvoer en hogere piekdebieten en de inplanting van infrastructuur, woon- en industriegebieden in valleigebieden is het risico op wateroverlast toegenomen. Vandaar dat de vraag gesteld kan worden of, na de overstromingen van de winters 1993-1994 en 1994-1995, augustus 1996, september 1998, december 1999, februari 2002, december-januari 2003, juli 2005 en juli 2007, november 2010 en januari 2011 Vlaanderen niet gevoeliger is geworden.

Een kortstondige zomeroverstroming na een wolkbreuk komt vooral voor in de bovenstroomse, smallere valleien; langere, winteroverstromingen treden vooral op in benedenstroomse gebieden. In het verleden werd soms een versnelde afvoer gerealiseerd door rechttrekkingen, uitdiepen en verbreden van heel wat waterlopen zonder de nodige begeleidende werken. Het gevolg kan zijn dat overstromingen in de bovenlopen afnemen maar dat in de benedenloop de druk verhoogt. Merk op dat bij de aanleg van meerdere overstromingsgebieden in een stroomgebied de overstromingsdruk op bepaalde plaatsen eveneens kan toenemen bij afwezigheid van een aangepaste regeling van de uitlaatdebieten. Tot heden is deze regeling meestal heel lokaal, en zonder aandacht voor de interactie van de gewijzigde hoogwaterdebieten met hoogwatergolven van andere deelgebieden in het stroomgebied,

Er zijn meerdere types overstromingsgebieden te onderscheiden.

- Wanneer de natuurlijke waterbergingscapaciteit van een vallei behouden of hersteld wordt zonder controle van de overstromingsfrequentie –en periode spreekt men van *natuurlijke overstromingsgebieden*.
- *Seminatuurlijke overstromingsgebieden* worden gerealiseerd in de natuurlijke vallei maar door het aanbrengen van dwarsdijken in de vallei en door het snoeren van de waterstroom met knijpconstructies wordt de overstromingsfrequentie, –periode en –duur verhoogd en gecontroleerd.
- Bij *kunstmatige wachtkommen* wordt op een relatief kleine oppervlakte zoveel mogelijk water gestockeerd door het uitgraven van kommen en het aanleggen van een ringdijk. Landschappelijk is dergelijke inrichting minder te verkiezen. De kansen voor verweving met andere functies zijn onder meer door de hoge waterkolom veelal beperkt.

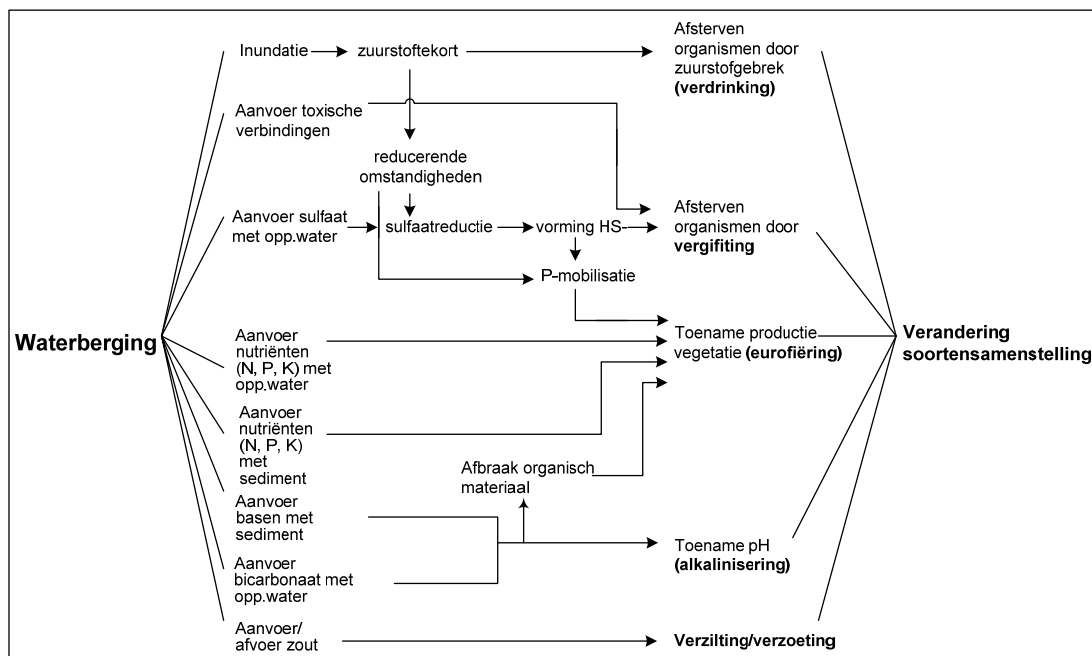
Specifiek in het getijdengebied langs de Zeeschelde worden GOG's en GGG's aangelegd. GOG's of *gecontroleerde overstromingsgebieden* hebben een winterdijk en een lagere zomerdijk langs de rivier. Bij een GGG of *gereduceerd getijdengebied* stroomt het Scheldewater onder invloed van de getijdenwerking dagelijks via sluizen het gebied in en uit waardoor slikken en schorren ontstaan.

Een overstromingsgebied kan ecologisch opgewaardeerd worden door de relatie tussen de waterloop en de vallei maximaal te ontwikkelen en natuurlijke processen te bevorderen. Herstel van de natuurlijke oeverstructuur en grondwatertafel, hermeandering en aanleg van paaiplaatsen bevorderen de diversiteit aan habitats en bijhorende fauna en flora.

Overstromingen kunnen in de eerste plaats uiteraard veel menselijk leed en financiële schade aanrichten. De financiële schade is vooral functie van de grootte van de overstroming, de hoogte van de waterstand en de economische waarde van de overstroomde goederen. Als indicator wordt het risico op schade berekend.

Bij overstromingen treden diverse processen op die ecosystemen en de landbouwproductie kunnen beïnvloeden. Het optreden van zuurstoftekort en het verdrinken van soorten wordt bepaald door de frequentie, het tijdstip, de duur en de diepte van de overstroming. Die bepalen ook het mogelijke optreden van eutrofiëring, alkalinisering en vergiftiging. In het Schelde-estuarium moet de zoutgradiënt mee in rekening gebracht worden. In natuurgebieden kunnen herhaalde overstromingen resulteren in verstoring van kwelgebieden, in landbouwgebieden in verlies van nutriënten door uitspoeling of mineralisatie en in bossen tot oppervlakkig wortelende bomen, die gevoeliger worden voor windworp. En ten slotte kunnen bij overstromingen ook effecten optreden als gevolg van de stroming en de aanvoer van sedimenten of pollutanten (figuur 4).

Figuur 4: Processen die bepalend kunnen zijn voor het effect van waterberging op de soortensamenstelling



Bron: Runhaar et al., 2004

Ondanks de vele processen die optreden bij overstromingen hebben inundaties in de winterperiode weinig invloed op het overleven van plantensoorten omdat ze dan minder actief zijn. In het groeiseizoen wordt de impact van overstroming vooral bepaald door de diepte, de frequentie en de duur.

De studie *'Multifunctionaliteit van overstromingsgebieden: wetenschappelijke bepaling van de impact van waterberging op natuur, bos en landbouw'* (De Nocker et al., 2006) werkte op basis van een systematische bundeling van de bestaande kennis over impact van overstromingen een methodologie uit om de maatschappelijke keuzes beter te onderbouwen. Kennistabellen die het effect van waterberging op natuur, bos en landbouw weergeven laten toe 3 soorten vragen te beantwoorden:

- In welke mate is het huidig grondgebruik - landbouw, bos en natuur - combineerbaar met een bepaald overstromingsregime?
- Evaluatie van de gevolgen en schade als gevolg van overstromingsregimes bij huidig grondgebruik.

- Evaluatie van (ontwikkelings)potenties voor landbouw, (nieuwe) natuur en bos in geval van nieuwe gecontroleerde overstroming, en de rol en omvang van vergoedingen voor combinatie van waterberging met land- en bosbouw.

Bovendien moet de kwaliteit van het overstromende oppervlaktewater ook in rekening gebracht worden bij de inschatting van de impact van overstromingen.

### *Landbouw*

Bijna 50 % van de valleigebieden is effectief in landbouwgebruik. Hiervan is 5,5 % ingenomen door tuinbouw. Maïsteelt en akkerbouw zijn elk goed voor ongeveer 20 %. Grasland vertegenwoordigt ruim de helft of 26 % van de valleigebieden. Percelen die volledig in overstromingsgebied liggen zijn voor het merendeel bestemd voor grasland of maïs.

De bodemgeschiktheidskaart geeft aan dat valleigebieden vooral geschikt zijn voor grasland. Grasland kan relatief goed tegen inundatie en kan na een groeionderbreking zich meestal herstellen. Maïs kan een korte onderwaterzetting na juni overleven en ook andere granen zijn in mindere of meerdere mate tolerant voor overstroming. Andere akker- en tuinbouwgewassen worden als verloren beschouwd bij een overstroming in het groeiseizoen.

De combineerbaarheid van een teelt wordt bepaald door de rentabiliteit, waarbij behalve opbrengstverlies ook de oprui- en herstelkosten in rekening gebracht moeten worden. Bij jaarlijkse overstromingen in de zomer is enkel extensief grasland nog rendabel. Intensief grasland heeft meer te lijden onder langdurige overstromingen in de winter dan maïs, maar kan wel beter tegen korte overstromingen. Vanuit milieustandpunt is het aangewezen om bij geregelde overstromingen over te schakelen op grasland om effecten als erosie en mineralenuitspoeling te minimaliseren. Grasland kan ook een aanzienlijke natuurwaarde hebben voor fauna. Bij een overstromingsfrequentie van gemiddeld 1 maal 's zomers per 10 jaar is de teelt van hoogwaardige gewassen niet meer rendabel en is ook akkerbouw moeilijk te combineren met de waterbergingsfunctie.

### *Natuur*

Bossen en voedselrijke graslanden, die meestal een landbouwbeheer kennen, buiten beschouwing gelaten, neemt natuur slechts 9,6 % van de valleien in. Van deze 29 310 ha behoort wel bijna 90 % tot de waardevolle tot zeer waardevolle natuur, waaronder 16 prioritair te beschermen natuurtypen. Die nemen bijna 2 000 ha, of slechts 0,65 % van het valleigebied in, waarvan ongeveer de helft wordt ingenomen door dottergraslanden en in zeer beperkte mate door de meer kwetsbare blauwgraslanden en kleine zegge-vegetaties. Deze van nature voorkomende typen binnen valleisystemen kunnen, afhankelijk van het type, min of meer frequent onderhevig zijn aan een winteroverstroming. Effecten van lente- of zomeroverstromingen zijn minder gekend. Het grootste gevaar is de kans op eutrofiëring door de aanvoer van nutriënten en sediment. Hun inschakeling als overstromingsgebied vraagt dus voorzichtigheid, mede gezien hun hoge natuurwaarde.

Het zijn echter vooral de minder waardevolle graslandtypes van het verbond van Grote vossenstraat en witbolgraslanden die overheersen in valleigebieden. Beide natuurtypen kunnen optimaal voorkomen bij overstromingen met nutriëntenarm gebufferd water en behoren tot de weinige typen die ook overstroming met nutriëntenrijk gebufferd water kunnen tolereren.

Naar verhouding is de oppervlakte waardevolle natuur in de recent overstroomde gebieden groter dan in de rest van de valleigebieden, wat erop wijst dat behalve een bedreiging overstromingen ook een natuurpotentie kunnen vormen voor die natuurtypen die bij waterberging ontwikkelingskansen krijgen of zelfs afhankelijk zijn van overstromingen, zoals rietmoerassen, natte ruigten en het Zilverschoonverbond.

### *Bos*

Bossen nemen slechts 6,6 % van het valleigebied in en komen vooral voor buiten recent overstroomde gebieden. De natuurlijke bossen vormen met 2,4 % de kleinste groep, naar schatting 1,5 tot 2 % van de totale oppervlakte van de natuurlijke overstromingsgebieden bestaan uit prioritair te beschermen bostypes, gevoelig voor eutrofiëring. Hoewel van nature Elzen-Vogelkersbos, Elzenbroekbos en Wilgenvloedbos de overstromingsgebieden domineren, nemen die slechts een minderheid van de ruimte in beslag. Er zijn ook meer drogere bostypes aanwezig dan natuurlijk is voor overstromingsgebieden. Het meest voorkomende bostype zijn de populierenaanplantingen (44,6 %). Ook in het Schelde-estuarium nemen de populierenbossen met meer dan 2 000 ha van de ongeveer 15 700 ha potentiële overstromingsgebieden een belangrijke plaats in.

De combineerbaarheid met overstromingen van een bostype hangt af van de ontwikkelingsgraad. In het algemeen kan gesteld worden dat de Vlaamse bosgemeenschappen korte en/of incidentele winteroverstromingen verdragen. Zwak ontwikkelde niet-alluviale bostypen en Elzen(broek)bossen verdragen ook beperkte zomeroverstromingen. Bepaalde bostypen, zoals beekbegeleidende Elzen-Essenbossen en Essen-Olmenbossen, zijn voor hun ontwikkeling zelfs afhankelijk van overstromingen. Onder meer essenbronbossen en Elzen-essenbos met Slanke sleutelbloem zijn wel zeer gevoelig voor aanrijking.

Van aanwasverliezen van boomsoorten bij overstromingen is relatief weinig gekend. Dit is sterk soortafhankelijk. Els, wilg maar ook Zachte berk kunnen zelfs herstellen van frequente overstromingen in het groeiseizoen. Gewone beuk en Amerikaanse eik lijden het snelste en het meeste aanwasverlies bij overstromingen. Populier, als meest voorkomende boomsoort, overleeft wel een zomeroverstroming maar bij frequente, langere overstromingen treedt blijvende schade op. In het Schelde-estuarium zullen ze dan ook zeker verdwijnen bij de inrichting van een overstromingsgebied als een intergetijdengebied of GGG.

## 1.4 Beleid

De waterbeleidsnota geeft de visie van de Vlaamse Regering op het integraal waterbeleid. 'Watertekort en wateroverlast in samenhang aanpakken' en 'Rationeel en multifunctioneel gebruik van water verder stimuleren' zijn krachtlijnen van deze visie. Deze visie wordt in concrete acties en maatregelen vertaald in de waterbeheerplannen (stroomgebied, bekken en deelbekken).

Een geïntegreerde aanpak van overstromingen en verdroging moet toelaten deze problemen in de toekomst in te perken. Het waterbeheer zal bovendien rekening moeten houden met de gevolgen van klimaatverandering op overstromingen en de laagwaterproblematiek. Omdat de veranderingen onzeker zijn, is het belangrijk dat maatregelen voldoende flexibel zijn en bijgestuurd kunnen worden naargelang de waargenomen veranderingen.

### Het concept 'vasthouden-bergen-afvoeren'

De drietrapsstrategie 'vasthouden, bergen en dan pas afvoeren' blijft ook in de toekomst de sleutel voor het waterkwantiteitsbeheer in Vlaanderen. Dit concept zorgt ervoor dat wateroverlast niet wordt afgewenteld op stroomafwaarts gelegen gebieden. In de eerste plaats pakt dit concept het probleem van wateroverlast aan de bron aan, in de tweede plaats voorkomt het verdroging. De volgorde van de drie strategieën geeft aan welk beheer de voorkeur geniet. De mogelijke gevolgen van klimaatverandering in onze streken geven aan dat er zich in de toekomst langere droge periodes kunnen voordoen en dat het vasthouden en bergen van water dus belangrijker worden in het kader van een adaptatiebeleid.

### Hergebruik, infiltratie en buffering van hemelwater in verstedelijkte gebieden

Hemelwater moet prioritair worden hergebruikt op de plaats waar het valt. Hemelwater dat niet kan worden opgeslagen en hergebruikt en niet verontreinigd is, moet rechtstreeks kunnen infiltreren in de bodem, doorheen een waterdoorlatende verharding of via aangelegde infiltratievoorzieningen zoals wadi's, infiltratiegrachten en infiltratiebekkens. Pas in derde instantie, kan dit hemelwater gebufferd en afgevoerd worden. De afvoer ervan moet

bestudeerd worden in samenhang met de afvoeren van het landelijke gebied om een stijging van (maximaal toelaatbare) piekdebieten op de kritieke plaatsen te vermijden.

In het buitengebied wordt gestreefd naar het onderhoud en de herwaardering van het grachtenstelsel als onderdeel van het hydrografisch net, en naar de implementatie van win-situaties voor de waterbeheerder en de gebruiker van de open ruimte. Door het herwaarderen van de grachtenstelsels kunnen enerzijds waterkwantiteit- en waterkwaliteitsproblemen gedeeltelijk opgelost worden en anderzijds kunnen natuurwaarden beschermd en ontwikkeld worden.

### **Ruimte voor water verzekeren**

Het instrument watertoets vormt een van de sleutels tot het vrijwaren en beschermen van ruimte voor water en het verminderen van schade door wateroverlast.

Het vrijwaren van de nog niet bebouwde overstroombare oppervlakte is fundamenteel noodzakelijk voor het uitvoeren van toekomstige ingrepen om de veiligheid van bestaande bebouwing te verhogen, en voor adaptatiemaatregelen die het hoofd kunnen bieden aan de mogelijke gevolgen van klimaatverandering. Op veel plaatsen is de bergingscapaciteit van valleigebeden de voorbije decennia sterk afgenomen. In functie van de bescherming van bebouwde zones en infrastructuur wordt de waterbergingscapaciteit van valleigebeden hersteld door onder meer de verwijdering van dijken langs de waterloop waar mogelijk of de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden.

### **Schade door wateroverlast minimaliseren**

De hoeveelheid water die de Vlaamse waterlopen afvoeren is afhankelijk van de weersomstandigheden en heeft dus een grote variabiliteit. Hetzelfde geldt voor de waterstanden aan onze kust. Overstromingen te allen tijde en overal uitsluiten is dus onmogelijk. Het waterpeilbeheer in Vlaanderen staat dan ook niet langer in het teken van bescherming tegen een bepaalde waterstand, maar wel van bescherming tegen onverantwoorde schade. Het is m.a.w. van belang om, zoals de Overstromingsrichtlijn (zie 2.2) bepaalt, de negatieve economische, ecologische, sociale en cultuurhistorische gevolgen van grote afvoeren en hoge waterstanden zoveel mogelijk te beperken. Het voorkomen van schade door overstromingen is geen zaak van het bouwen van constructies alleen. De aanpak om schade door overstroming te minimaliseren steunt op een combinatie van 'beperken', 'vermijden', 'bewustmaken' en 'ondersteunen'. Belangrijke instrumenten hierbij zijn waarschuwingssystemen, de watertoets, extra berging voorzien, opmaak van overstromingsrisicobeheerplannen, communicatie, calamiteitenplannen, adequate sturingssystemen...

### **Watertekorten minimaliseren**

Het aanboren van grondwater wordt zoveel mogelijk beperkt tot die toepassingen waar het onontbeerlijk is voor het productieproces.

Door middel van grondwatermodelleringen worden grondwatercontingenten bepaald. Een grondwatercontingent is de hoeveelheid grondwater die op een duurzame wijze kan gewonnen worden uit een grondwaterlichaam. Voor de grondwaterlichamen die worden gekarakteriseerd door een ontoereikende kwantitatieve toestand, worden herstelprogramma's opgesteld. Deze zullen een verdere verfijning en koppeling inhouden van het vergunningen- en heffingenbeleid en zo nog een betere afstemming tussen vraag en aanbod verzekeren rekening houdend met de plaats van het grondwaterlichaam waaruit het grondwater wordt onttrokken en met de bedrijfstoepassingen.

### **Rationeel gebruik van water**

Duurzaam of rationeel watergebruik gaat zowel over kwaliteit als kwantiteit. Het kwantiteitsaspect houdt het vermijden van waterverspilling en een vermindering van het gebruik in. Het kwaliteitsaspect geeft aan dat water van een hoogwaardige kwaliteit (bv.

grondwater) alleen gebruikt wordt als het noodzakelijk is. Duurzaam watergebruik wordt nagestreefd via een sturend vergunningen- en heffingenbeleid, onderzoek naar nieuwe technieken, subsidies, communicatie en sensibilisatie en op het gebruik van wateraudits. Een wateraudit is een kritische kijk op alle processen die water verbruiken. Doel van een wateraudit is het realiseren van waterbesparingen en het optimaliseren van het waterverbruik in de verschillende bedrijfsprocessen. Daarnaast wordt de uitbouw van grijswatercircuits gestimuleerd.

## Deel 2: Indicatoren

### 2.1. Beschikbaarheid en gebruik van water

Het neerslagpatroon (totale hoeveelheid, intensiteit ...) is niet enkel bepalend voor de overstromingsrisico's. Samen met de hoeveelheid water die een land of regio binnenstroomt en de hoeveelheid water die verdampt, bepaalt het ook hoeveel water er beschikbaar is. De toets van het effectieve watergebruik aan die waterbeschikbaarheid geeft een indicatie van het al dan niet duurzame gebruik van het beschikbare water.

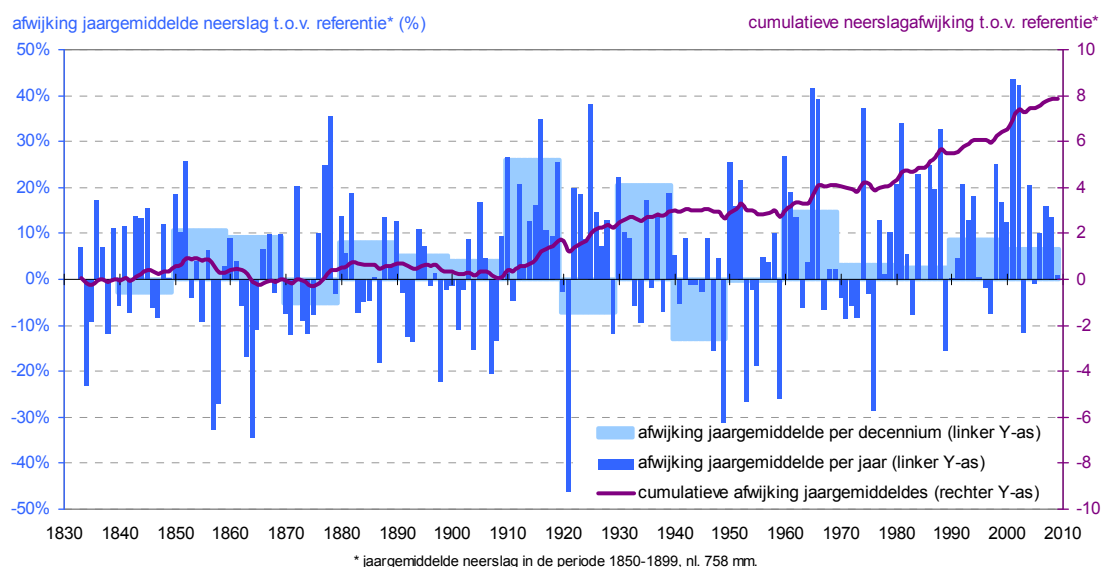
In deze context is het verschil tussen droogte en waterschaarste belangrijk. *Droogte* is een natuurlijk fenomeen dat gedefinieerd wordt als een aanhoudende en omvangrijke gebeurtenis waarbij de waterbeschikbaarheid lager dan gemiddeld is (EEA, 2009). De impact van droogte valt niet te onderschatten. De Europese Commissie schat de schade van een van de meest wijdverspreide droogtes, die van 2003, op de Europese economie op minstens 7,5 miljard euro (EC, 2006). *Waterschaarste* daarentegen treedt op als er onvoldoende water is om aan de gemiddelde vraag op lange termijn te voldoen (EC, 2006). In Europa zou minstens 11 % van de bevolking en 17 % van het territorium door waterschaarste getroffen zijn (EC, 2007).

#### Neerslagvariatie

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

Analyse van de neerslagdata toont aan dat er steeds nadrukkelijker meer natte dan droge jaren voorkomen in ons land. Figuur 5 brengt de afwijking in beeld van de jaarlijkse neerslaghoeveelheid vergeleken met het jaargemiddelde in de referentieperiode 1850-1899. De trend naar nattere jaren wordt vooral duidelijk bij de lijn die de gecumuleerde afwijking weergeeft. In de 19de eeuw bleef deze lijn rond het nulpunt schommelen: nattere en drogere jaren compenseerden elkaar. Maar sinds het begin van de 20ste eeuw is er een duidelijke toename, die nog versterkt vanaf de jaren 70. Voor het eerst sinds de start van de metingen zijn er ook 5 opeenvolgende decennia met een jaargemiddelde neerslag boven deze van de referentieperiode (758 mm/jaar).

Figuur 5: Afwijking van de jaargemiddelde neerslag ten opzichte van de referentie (Ukkel, 1833-2009)



Bron: MIRA (VMM) op basis van gegevens KMI

De veranderingen in neerslag kunnen zich niet enkel tonen door veranderende jaargemiddelden. Belangrijker nog met het oog op de mogelijke impact, zijn de verschuivingen per seizoen en het voorkomen van extreme neerslagperiodes. België (Ukkel) telt jaarlijks gemiddeld 201 dagen met meetbare neerslag ( $\geq 0,1$  mm/dag) en 4 dagen met zware neerslag ( $\geq 20$  mm/dag). Uitersten waren 1974 en 1977 met respectievelijk 266 en 265 neerslagdagen. Analyse van de neerslaggegevens sinds 1833 toont dat de lichte (niet-significante) toename van het aantal dagen met meetbare neerslag ( $\geq 0,1$  mm/dag) enkel waarneembaar is in de lente en de winter, terwijl in de zomer het aantal neerslagdagen – net als de neerslaghoeveelheid – constant blijft. Ook het aantal dagen met zware neerslag lijkt toe te nemen.

Meer info: MIRA-achtergronddocument Klimaatverandering.

### Beschikbaarheid van water

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

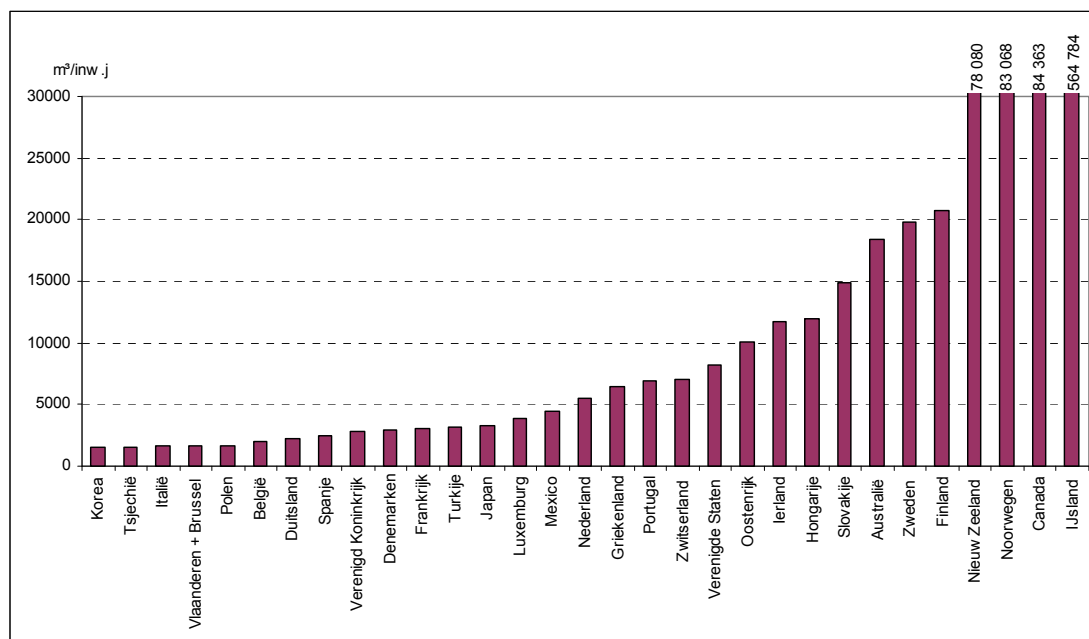
De hoeveelheid beschikbaar water hangt af van de hoeveelheid neerslag die valt, het deel dat daarvan verdampt en de hoeveelheid water die via rivieren en grondwater een land binnenstroomt. De waterbeschikbaarheid kan uitgedrukt worden in absolute aantallen per land of regio. Het zegt echter meer om de waterbeschikbaarheid uit te drukken per inwoner. Het resultaat daarvan is het aantal kubieke meter dat per inwoner jaarlijks beschikbaar is. Dat water dient niet enkel voor huishoudelijk gebruik maar ook voor de landbouw en de industrie. Internationaal wordt de waterbeschikbaarheid berekend volgens verschillende methodes, die al dan niet instromend grondwater en al het instromend oppervlaktewater in rekening brengen. Het zijn ruwe indicatoren die in grote lijnen mogelijke probleemgebieden aanduiden.

Hier wordt de waterbeschikbaarheid berekend volgens twee methodes, die van Shiklomanov & Rodda (2003) en die gehanteerd door OESO en EMA. Volgens de eerste methode is de waterbeschikbaarheid de som van het neerslagoverschot (neerslag min verdamping) en de helft van het via rivieren binnenstromende debiet gedeeld door het aantal inwoners. De tweede methode is gelijkaardig maar brengt ook het binnenstromende grondwater en al het binnenstromende oppervlaktewater in rekening. Omdat Brussel volledig omgeven wordt door Vlaanderen wordt het mee in rekening gebracht.

Volgens de methode van Shiklomanov & Rodda was er in 2008 in Vlaanderen en Brussel samen ongeveer 1 150 m<sup>3</sup> water per inwoner beschikbaar, wat laag is in vergelijking met andere Europese landen en het Europese gemiddelde dat in 2000 bijna 4 000 m<sup>3</sup> water inwoner bedroeg.

Volgens de methode gehanteerd door OESO en EMA bedroeg de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen en Brussel bijna 1 700 m<sup>3</sup> per inwoner in 2008. Slechts enkele OESO-landen scoren nog lager (figuur 6).

Figuur 6: Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen



Bron: OESO, WL, MOW, VMM

Hoewel de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen en Brussel niet lager is dan 1 000 m<sup>3</sup>/i/j, wat als “zeer ernstig” beschouwd wordt, blijft het ook ruim onder de grens van 2 000 m<sup>3</sup>/i/j wat als “zeer weinig” wordt bestempeld. Deze cijfers hoeven echter niet te verbazen gezien de grote bevolkingsdichtheid van Vlaanderen en Brussel en het feit dat er geen heel grote rivieren Vlaanderen binnenstromen. Deze analyses tonen nogmaals aan waarom het, ook in Vlaanderen, belangrijk is om zuinig en efficiënt met het beschikbare water om te springen.

Bij de interpretatie van deze indicator horen enkele kanttekeningen:

- Hoewel de cijfers uitgedrukt worden per inwoner (omwille van de internationale vergelijkbaarheid) gaat het wel degelijk om water dat beschikbaar is voor alle sectoren (huishoudens, industrie, energieproductie, landbouw, scheepvaart, natuur ...). Het is dus helemaal niet zo dat deze indicator aangeeft hoeveel water elke inwoner voor persoonlijk gebruik ter beschikking heeft.
- De cijfers worden berekend met langjarige gemiddeldes voor neerslag, verdamping en binnenstromend debiet. Tussen jaren onderling en zeker in de loop van de seizoenen kan de actuele waterbeschikbaarheid sterk verschillen.
- Deze indicator moet geïnterpreteerd worden als een ruwe benadering die mogelijke probleemgebieden op het gebied van waterbeschikbaarheid kan aanduiden. Het is helemaal niet de bedoeling om op basis van deze indicator aan te geven hoeveel water door de verschillende sectoren gebruikt mag worden.

## Watergebruik

### *Watergebruik in Vlaanderen*

Laatst bijgewerkt: 2005<sup>3</sup>

Van primordiaal belang voor het vastleggen van doelstellingen en de toetsing aan deze doelstellingen is de beschikbaarheid van correcte Vlaamse cijfers voor watergebruik per sector. Het bekomen van deze cijfers en de validatie ervan zijn echter een jaarlijks terugkerend probleem. De laatste cijfers voor watergebruik werden door MIRA in 2005 gepubliceerd en tonen de evolutie van het watergebruik tussen 1999 en 2003. De hervorming van de drinkwaterfactuur sinds januari 2005 (een ééngemaakte waterfactuur waarbij de gebruiker samen met de vergoeding voor gebruik ook een saneringsbijdrage betaalt voor de zuivering van zijn afvalwater) heeft ertoe geleid dat de verzameling van de drinkwatergegevens door de drinkwatermaatschappijen en de rapportering ervan aan VMM is gewijzigd. Behalve dat ontbreekt ook nog steeds een rapporteringsdatabank die de cijfers van leiding-, grond-, oppervlakte- en regenwatergebruik verzamelt en bewaart. Daardoor moeten de cijfers voor watergebruik jaarlijks opnieuw vanuit de heffingsdatabanken bepaald worden. Dit bemoeilijkt de validatie en de vergelijkbaarheid van de cijfers (de verschillende databanken bevatten invoerfouten, verschillen in definities van gebruik of abonnees, verschillen in toewijzing aan sectoren ... ) en verhoogt de kans op foutieve interpretatie aanzienlijk. Bij de beoordeling van de absolute cijfers en van de waargenomen trend is bijgevolg voorzichtigheid geboden.

#### *Totaal watergebruik in Vlaanderen*

Deze cijfers zijn gebaseerd op een actualisering en analyse van het watergebruik van huishoudens, industriële kleinverbruikers, en handel en diensten tot 2003 (Ecolas, 2005). Het MIRA-team stond in voor de verwerking van de cijfers voor de sectoren industrie en energie op basis van de databank heffing op waterverontreiniging (VMM) en voor de bundeling van alle gegevens in een kernset voor de periode 1991-2003.

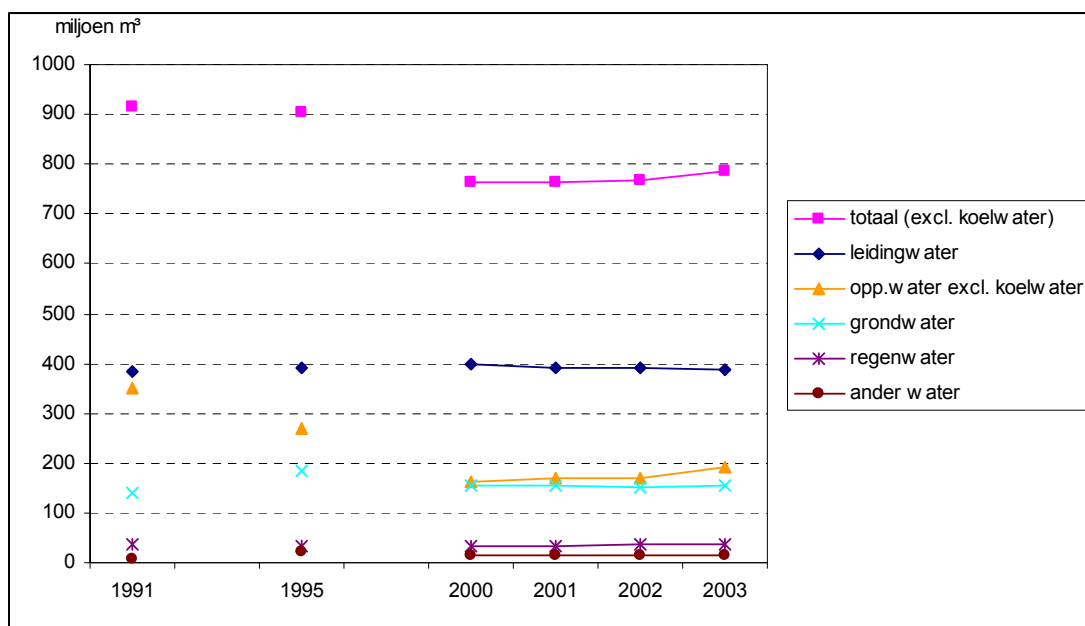
De cijfers van de drinkwaterwinning worden niet in beeld gebracht. Variaties in de cijfers die met de deelsector waterwinning verband houden zijn te wijten aan variatie in aantal gebruikers en in wisselende inzichten m.b.t. watergebruikgegevens die in de loop der tijd in beeld dienden te worden gebracht. De cijfers en figuren in deze rapportering kunnen bijgevolg op een aantal plaatsen verschillen van deze uit voorgaande MIRA-rapporteringen. De deelsector waterwinning buiten beschouwing laten voor de weergave van het watergebruik van de doelgroepen is relevant aangezien de ruwwaterproductie verder afzonderlijk in beeld gebracht wordt en het totaalbeeld zodoende beter kan verkregen worden.

Het totale watergebruik in Vlaanderen exclusief koelwater vertoont in de periode 1991-2003 globaal gezien een duidelijke dalende trend van startend van ongeveer 914 miljoen m<sup>3</sup>/jaar begin jaren 90 tot ongeveer 785 miljoen m<sup>3</sup>/jaar in 2003 (figuur 7). De daling wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door een daling van het oppervlaktewatergebruik. Leidingwatergebruik bedraagt ongeveer 390 miljoen m<sup>3</sup>/jaar en vult dus ongeveer de helft van de totale waterbehoefte in. Het grondwatergebruik blijft stabiel en bedraagt ongeveer 150 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Deze hoeveelheid situeert zich op 50 à 60 % van de vergunde hoeveelheid (zie ook verder in paragraaf 2.3).

Het koelwatergebruik vertoont een dalend verloop in de periode 1991-2003 (figuur 8). Voor koelwaterdoeleinden wordt bijna uitsluitend oppervlaktewater gebruikt. De periodes met iets sterkere daling, 1992-1994 en 1998-2000, volgen blijkbaar niet toevallig op momenten waarop heffingsstijgingen zijn ingevoerd.

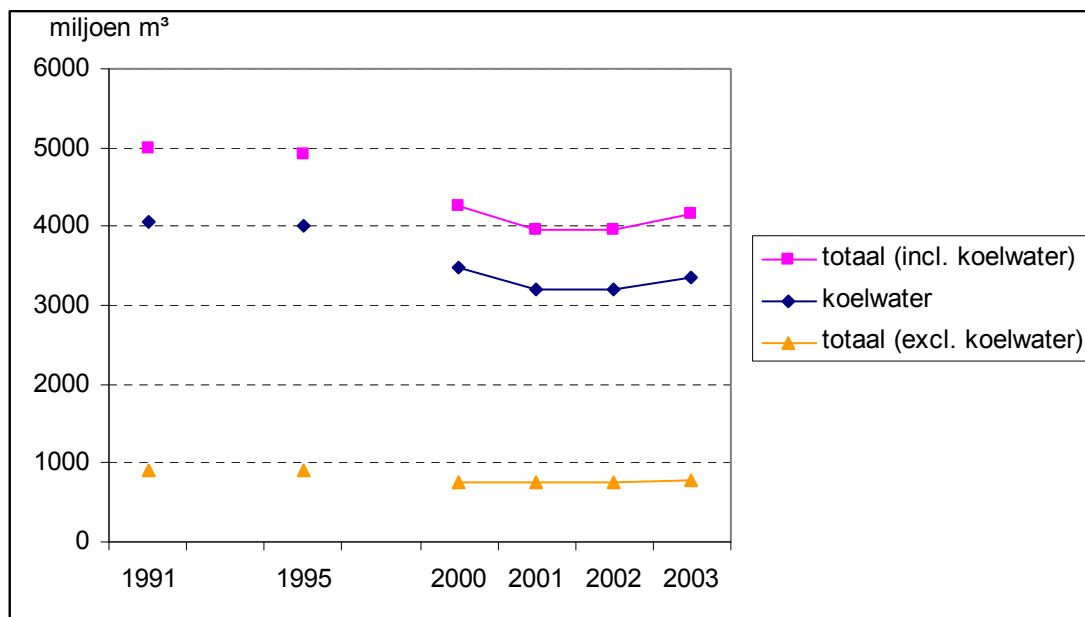
<sup>3</sup> Sindsdien werden wel een aantal correcties aangebracht aan de bestaande cijfers en werden nieuwe cijfers toegevoegd over het leidingwatergebruik door de huishoudens.

Figuur 7: Evolutie van het watergebruik (exclusief koelwater) in Vlaanderen (1991-2003)



Bron: VMM, Ecolas (2005)

Figuur 8: Evolutie van het watergebruik (inclusief koelwater) in Vlaanderen (1991-2003)



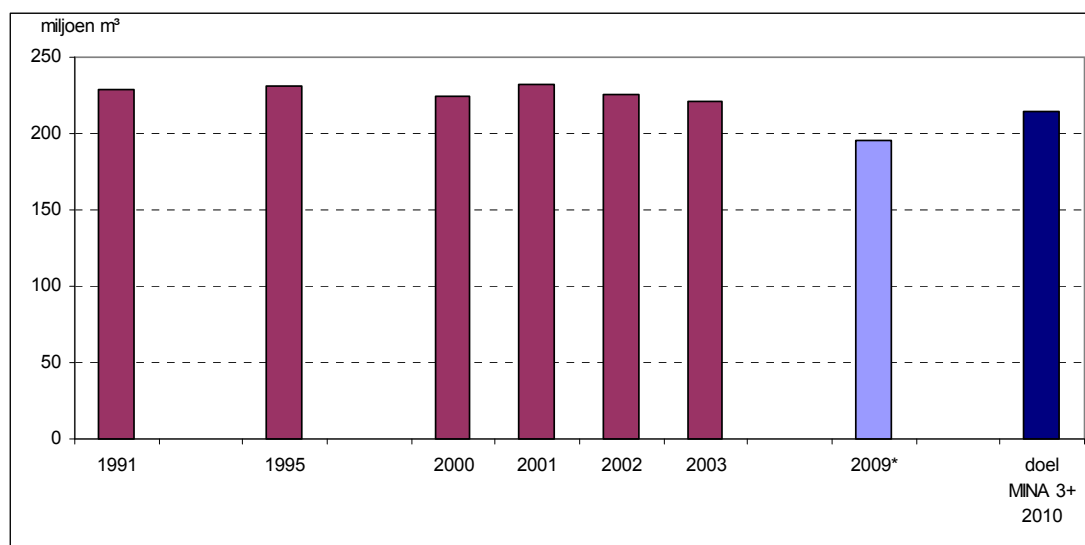
Bron: Ecolas (2005)

### Huishoudelijk watergebruik

De *huishoudens* gebruiken voornamelijk leidingwater. Cijfers voor het regenwater- en grondwatergebruik van de huishoudens berusten op een inschatting gebaseerd op cijfers van enquêtes bij de bevolking naar hun watergebruik (Ecolas, 2005). Op basis van deze inschatting zou het watergebruik van de huishoudens in 2003 voor 83 % uit leidingwater (222 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) bestaan en ongeveer uit 7 % grondwater (18 miljoen m<sup>3</sup>/jaar) en 10 %

regenwater (26 miljoen m<sup>3</sup>/jaar). Deze inschatting werd in de kernset verwerkt. Op basis van de gegevens uit de kernset blijkt vervolgens dat het totale watergebruik slechts matig varieerde in de periode 1991–2003 (figuur 9). De trend van het leidingwatergebruik door de huishoudens is eerder stabiel maar toont wel een lichte daling vanaf 2001, wat positief is. Op basis van nieuwe cijfers die de drinkwatermaatschappijen in 2010 aan VMM rapporteerden kon het huishoudelijk leidingwatergebruik in 2009 begroot worden op 196 miljoen m<sup>3</sup>. Het is echter onmogelijk om dit cijfer te vergelijken met de cijfers van 1991-2003 doordat de rapportering van de drinkwatermaatschappijen aan VMM sinds januari 2005 niet meer gebeurt zoals voordien, als gevolg van de hervorming van de waterfactuur. Hierdoor is het ook onmogelijk om dit cijfer te toetsen aan de MINA-plan 3<sup>+</sup> doelstelling (215 miljoen m<sup>3</sup> in 2010). Behalve dat, is het ook onduidelijk of de MINA-plan 3<sup>+</sup> doelstellingen op basis van duurzaamheid dan wel op haalbaarheid werden vastgelegd.

Figuur 9: Huishoudelijk leidingwatergebruik (Vlaanderen, 1991-2003, 2009)



\* Het cijfer van 2009 is een ruwe inschatting en kan niet vergeleken worden met de cijfers tussen 1991 en 2003.

Bron: MIRA, VMM

Volgens de Studie Waterprognose (Ecolas-WES, 2002) gebruikt een persoon in Vlaanderen gemiddeld ca. 110 l leidingwater per dag; dit is een laag cijfer in verhouding met andere Europese landen. Gezien het licht dalende leidingwatergebruik en het licht stijgende bevolkingsaantal in de periode 2001–2003, is het gemiddelde leidingwatergebruik ook gedaald tot ca. 101 l per persoon per dag in 2003; het totale watergebruik in 2003 wordt geschat op ca. 121 l per persoon per dag. Ook volgens het rapport Watermeter 2010 (VMM, 2010) bedraagt het leidingwatergebruik gemiddeld 101 liter per persoon per dag.

Ter vergelijking worden ook nog de resultaten vermeld die in de enquête van Afdeling Water, (AMINAL, 2003) naar voor zijn gekomen:

- schatting op basis van gegevens dagboekstudie; totale watergebruik: 101 (weekdag) tot 110 l/dag/persoon (zondag);
- schatting op basis van gegevens representatieve steekproef;
  - regenwatergebruik = 12,85 m<sup>3</sup>/jaar/gezin = 15 l/dag/persoon;
  - leidingwatergebruik = 113,7 m<sup>3</sup>/jaar/gezin = 129 l/dag/persoon.

De doelstelling van het MINA-plan 3 stelde een huishoudelijk gebruik van 98 l per dag en per persoon voorop tegen 2007.

De omvorming van de waterfactuur sinds januari 2005, waarbij de drinkwatermaatschappijen niet enkel het gebruikte water aanrekenen aan de huishoudens, maar ook een

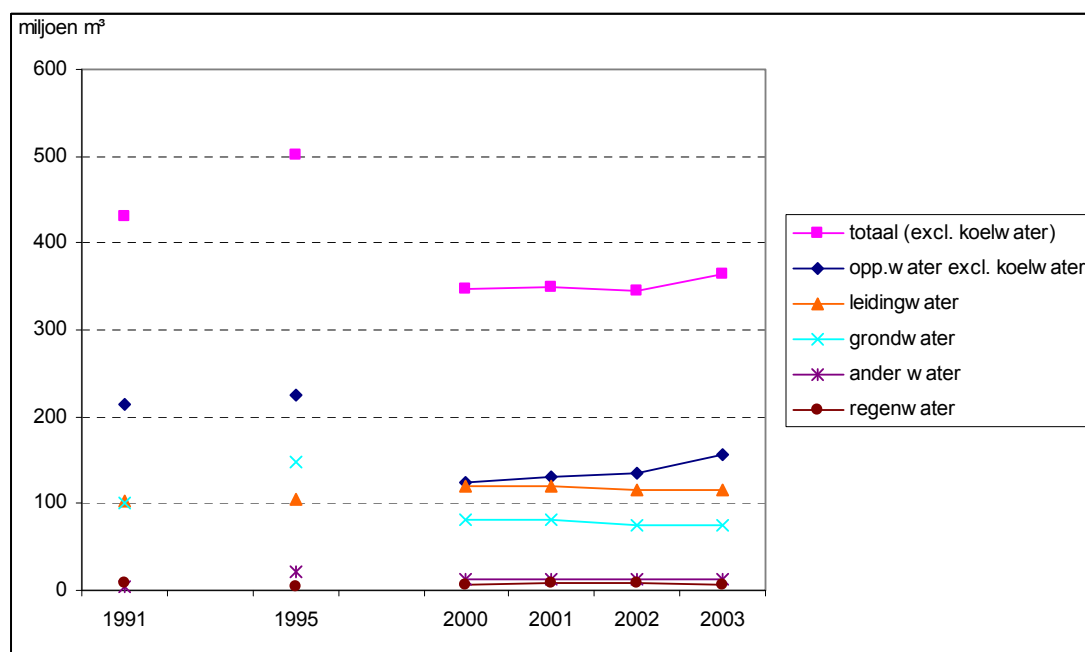
saneringsbijdrage aanrekenen om de kosten te dekken voor de zuivering van het geloosde afvalwater is een eerste stap in de stimulering van bewust en duurzaam watergebruik door de huishoudens. Huishoudens hebben nu een duidelijk inzicht in hoeveel water ze gebruiken en hoeveel ze daarvoor betalen. Een maatregel als deze kan echter pas efficiënt zijn wanneer het huishoudelijk watergebruik ook correct gemeten wordt en een spaarzamer watergebruik dan ook effectief tot beduidend minder kosten leidt. Daarom is de watermeter een onmisbaar element in de correcte bepaling van het watergebruik van een huishouden. Nog niet alle Vlaamse huishoudens zijn op dit ogenblik voorzien van een watermeter.

Bewust watergebruik door de huishoudens moet ook de efficiëntie verhogen van andere beleidsinstrumenten zoals de subsidiëring van de installatie van waterbesparende toestellen en regenwaterputten.

#### Watergebruik van industrie, energie en handel & diensten

Het watergebruik van de sector *industrie* heeft een grote invloed op het totale watergebruik in Vlaanderen en vertoont geen uitgesproken trend tijdens de eerste helft van de jaren 90, een daling in de periode 1997-1998 en een gebruik op een lager niveau tijdens de tweede helft van de jaren 90 (figuur 10). Vooral het oppervlaktewatergebruik (van 214 naar 157 miljoen m<sup>3</sup>), maar ook het grondwatergebruik (101 tot 75 miljoen m<sup>3</sup>) door de industrie daalde in de periode 1991-2003 waardoor ook het totale industriële watergebruik afnam van 430 miljoen m<sup>3</sup> naar ongeveer 365 miljoen m<sup>3</sup>. Het leidingwatergebruik neemt toe van 102 tot 116 miljoen m<sup>3</sup> in 2003. Het aandeel regenwater en ander water blijft gering.

Figuur 10: Industrieel watergebruik (Vlaanderen, 1991-2003)



\* Bij de berekening van het oppervlaktewater werd het koelwater niet meegenomen.

Bron: MIRA, VMM

De sector *energie* kende globaal een dalend verloop van het watergebruik in de periode 1991-2003: van 152 miljoen m<sup>3</sup> in 1991 naar 47 miljoen m<sup>3</sup> in 2003. Er was een sterke daling in 1992, maar sinds 1998 is het watergebruik vrij constant.

Uit de kernset (zie [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)) blijkt voor de sector *handel & diensten* dat het watergebruik in de jaren 90 is toegenomen van 20 miljoen m<sup>3</sup> in 1991 naar 38 miljoen m<sup>3</sup> in 2003. Dit is echter voornamelijk een indicatie van de toename van het aantal bedrijven uit deze sector die in de databank heffingen op waterverontreiniging grootverbruikers (VMM) terechtkomen. Schattingen op basis van kengetallen duiden voor de sector *handel & diensten*

echter op een gebruik van 40 miljoen m<sup>3</sup> in 2001. Deze sector gebruikt hoofdzakelijk leidingwater en grondwater. Diepgaand onderzoek wijst uit dat in de databank zeer weinig dossiers aan deze sector gerelateerd zijn in vergelijking tot het totaal aantal bedrijven per subsector zoals vermeld volgens Statbel (Ecolas, 2005). Omzichtigheid m.b.t. de cijfers is voor deze sector geboden.

Het Milieubeleidsplan 2008-2010 (MINA-plan 3<sup>+</sup>) doelt op een jaarlijks *industriële watergebruik* exclusief koelwater van 350 miljoen m<sup>3</sup> tegen 2010. In MIRA-termen wordt dit vertaald naar het watergebruik van de sectoren industrie, handel & diensten en energie. In 2003 bedroeg de som van het watergebruik exclusief koelwater van deze sectoren 451 miljoen m<sup>3</sup>. Het is op dit ogenblik echter niet mogelijk om meer recente cijfers te bekomen.

De waargenomen daling van het watergebruik in de industrie tussen 1991 en 2003 kan een gevolg zijn van al genomen beleidsacties. Zo werden in verschillende deelsectoren wateraudits uitgevoerd en werd waterbesparing gestimuleerd via sectorspecifieke sensibilisatiecampagnes rond mogelijkheden voor procesoptimalisatie en alternatieven voor hoogkwalitatief leiding- en grondwater (regenwater en grijswater). Ook door de invoering van variabele coëfficiënten voor de berekening van de heffing op grondwaterwinning, die ervoor zorgen dat prijs van alternatieve bronnen concurrentieel is met het gebruik van grondwater, stimuleert het beleid duurzaam gebruik van water door de industrie. In 2005 werd het grondwatervergunningenbeleid verstrengd met de bedoeling de toekenning van een vergunning voor grondwaterwinning beter af te stemmen op de draagkracht van de grondwatersystemen. Ook het heffingenbeleid werd in 2006 gewijzigd. De variabele gebiedscoëfficiënt voor de berekening van heffing op grondwaterwinning werd gedeeltelijk ingevoerd (voor winningen boven 30 000 m<sup>3</sup> per jaar) waardoor winning van grondwater uit kwetsbare watervoerende lagen duurder werd. Beide maatregelen moeten duurzaam gebruik van grondwater door de bedrijven verder stimuleren.

#### *Watergebruik van de landbouw*

In de zomer van 2007 werd door ILVO een studie afgerond naar het watergebruik in de landbouw (D'hooghe et al., 2007). Deze uitgebreide studie bevat gedetailleerde cijfers over watergebruik in de verschillende subsectoren en het gebruik van verschillende waterbronnen. De studie is terug te vinden op de website van MIRA ([www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)).

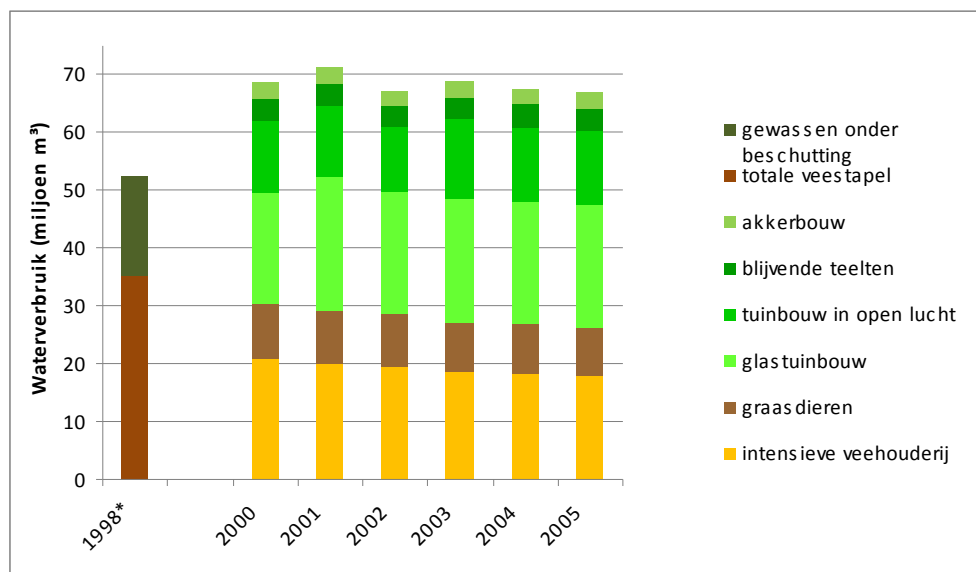
Op basis van de cijfers uit de heffingendatabank van VMM bedroeg voor de *landbouw* het totaal watergebruik 39 miljoen m<sup>3</sup> in 2003. Meer volledige schattingen op basis van theoretische kengetallen en tellingen van het NIS geven een gebruik van 50 miljoen m<sup>3</sup> aan voor de gewassen onder beschutting en de totale veestapel (MIRA-S 2000). Een verklaring voor het verschil in de geregistreerde gebruiken en deze op basis van kengetallen is het feit dat sommige landbouwers nog steeds voor hun leidingwatergebruik geen aangifte indienen als grootgebruiker en op die manier niet als landbouwer worden herkend in de databanken.

De landbouw gebruikt voornamelijk grondwater (bijna 80 %) en in mindere mate drinkwater en regenwater. Een derde van het totale grondwatergebruik in Vlaanderen is voor rekening van de landbouw. De druk van de landbouw op de grondwatervoorraden in Vlaanderen is dus aanzienlijk.

Op basis van geactualiseerde *kengetallen* voor het watergebruik per diersoort en per gewas kon het watergebruik van de veestapel en van gewassen onder beschutting opnieuw geëvalueerd worden en bovendien werd ook het watergebruik voor teelten in open lucht bepaald.

Figuur 11 toont het watergebruik van de verschillende deelsectoren van de Vlaamse landbouw. De deelsectoren glastuinbouw, intensieve veehouderij en tuinbouw in open lucht zijn de grootste watergebruikers: de glastuinbouw en containervelden die tot de tuinbouw in open lucht behoren, benutten de natuurlijke neerslag weinig of niet, waardoor deze teelten steeds geïrrigeerd moeten worden. Het hoge watergebruik van de intensieve veehouderij is voornamelijk te wijten aan de grote hoeveelheden drinkwater voor de dieren. Daarnaast wordt er in de veelteelt ook veel water gebruikt voor het reinigen van stallen en melkmachines.

Figuur 11: Totaal watergebruik in de landbouw (Vlaanderen 2000-2005)



\* cijfer van 1998 werd berekend in MIRA-S 2000

Bron: D'hooghe et al. (2007)

Uit figuur 11 blijkt dat het totale watergebruik in de landbouw daalde van 68,8 miljoen m<sup>3</sup> in 2000 tot 66,9 miljoen m<sup>3</sup> in 2005. Deze daling is volledig terug te brengen tot een *daling van het watergebruik door de veeteelt* met 3,9 miljoen m<sup>3</sup> als gevolg van de inkrimping van de veestapel. Het watergebruik van de akker- en tuinbouw heeft een schommelend verloop doorheen de jaren. Dit schommelend verloop is een gevolg van een verschuiving tussen de verschillende gewassen. De laatste drie jaar is wel een dalende trend waar te nemen.

In het MINA-plan 3<sup>+</sup> wordt als doelstelling een afname van het totale watergebruik voor varkens-, rundvee-, pluimvee- en glastuinbouwsector tot 43 miljoen m<sup>3</sup> in 2010 vooropgesteld, de huidige schattingen ramen het totale watergebruik van deze deelsectoren op 47,5 miljoen m<sup>3</sup> in 2005. In werkelijkheid zal het watergebruik van de veeteelt nog meer gedaald zijn: de kengetallen blijven over de beschouwde periode constant waardoor dalend watergebruik door waterbesparingen bij bv. het reinigen van de melkmachines en het verminderen van morswater niet in rekening wordt gebracht tussen 2000 en 2005. Om de invloed van het toepassen van waterbesparende maatregelen op het watergebruik in de landbouw te kunnen aantonen moeten de kengetallen binnen een aantal jaren opnieuw geactualiseerd worden.

### Evaluatie en maatregelen

#### Duurzaam watergebruik

*Duurzaam watergebruik* situeert zich op 2 vlakken: kwaliteit en kwantiteit. Het *kwantiteitsaspect* houdt het vermijden van waterspilling en een vermindering van het gebruik in. Het *kwaliteitsaspect* geeft aan dat water van een hoogwaardige kwaliteit alleen gebruikt wordt als het noodzakelijk is. Het gebruik van kwalitatief hoogwaardig water kan echter niet beperkt blijven tot de drinkwatersector. De verschillende industriële sectoren moeten de mogelijkheid blijven hebben om dit water te gebruiken (als er geen alternatief is en in functie van de draagkracht van de watervoerende laag). Het gebruik van water van hoogwaardige kwaliteit voor laagwaardige toepassingen dient maximaal te worden beperkt. Om de nog beschikbare hoeveelheden water met specifieke kwaliteit verantwoord te gebruiken, moeten vroegere afspraken en vergunningen in overleg met de sectoren opnieuw bekeken kunnen worden.

Met ingang van 1 januari 1997 is de tarifiering van het drinkwater voor huishoudens in het Vlaamse Gewest gewijzigd. Voortaan moet jaarlijks 15 m<sup>3</sup> drinkwater per persoon gratis

worden geleverd door de drinkwatermaatschappijen. De prijs van het drinkwater boven die schijf is daardoor flink gestegen. De doelstellingen waren enerzijds voor iedereen een minimale drinkwatervoorziening te garanderen en anderzijds aanzetten tot duurzaam watergebruik via de prijsstijging van het surplus. Of het beoogde effect van duurzaam watergebruik bereikt wordt, moet in de toekomst verder opgevolgd worden.

Een coördinatie van de al lopende *informatie-* en *sensibilisatiecampagnes*, aangevuld met nieuwe initiatieven, moet een snellere gedragsverandering bij de doelgroepen bewerkstelligen. Het Steunpunt Duurzaam Water is het Vlaamse informatiepunt waar alle kennis en expertise over duurzaam omgaan met water gegroepeerd wordt. Als centraal aanspreekpunt van dit steunpunt werd het Waterloket opgericht. De doelgroepen kunnen er permanent met hun vragen terecht, en bekomen er informatie op maat ([www.waterloketvlaanderen.be](http://www.waterloketvlaanderen.be)).

#### Wateraudits bedrijven

Een wateraudit is een instrument waarmee de huidige waterstromen en de nodige waterbehoefte op een bedrijf of een gebouw in kaart gebracht worden. Er wordt gekeken naar mogelijke waterbesparingsmaatregelen en ook in hoeverre de grondwaterwinning of de drinkwaterfactuur, zowel technisch als economisch, kan worden afgebouwd en vervangen door andere waterbronnen.

#### Regenwaterputten

Het gebruik van *regenwater* kan een substantiële bijdrage leveren aan een verminderd (en rationeler) gebruik van leiding- en grondwater. De aanleg van regenwaterputten is verplicht bij nieuwbouw en herbouw, via een gewestelijke stedenbouwkundige verordening. Regenwaterputten kunnen, behalve het verminderen van leiding- en grondwatergebruik, ook een bijdrage leveren aan de vermindering van overstromingen doordat ze tijdelijk riolen en/of beken kunnen ontlasten.

Sinds 1999 verlenen gemeenten, in uitvoering van optie 10 van het toenmalige milieuconvenant en de samenwerkingsovereenkomsten 'Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling'(2002-2007), een gemeentelijke subsidie voor het plaatsen en gebruiken van een regenwaterput in een bestaande woning. In het laatste jaar van de lopende samenwerkingsovereenkomst beschikken nagenoeg alle gemeenten die de overeenkomst ondertekenden over een gemeentelijk subsidiereglement.

Het Vlaamse Gewest geeft, bovenop de gemeentelijke subsidie, ook een gewestelijke subsidie voor installaties die voldoen aan de vastgestelde code van goede praktijk voor regenwaterputten en infiltratievoorzieningen, gebouwd bij bestaande woningen. Daarnaast geven ook sommige andere gemeenten die de samenwerkingsovereenkomst niet ondertekenden een subsidie. Een overzicht van de gewestelijke subsidie voor regenwaterputten wordt gegeven in tabel 4.

#### Uitbouw grijswatercircuits

Door de Vlaamse Regering werd op 11 juni 2004 een subsidiebesluit goedgekeurd waardoor voortaan de investeringsuitgaven voor de levering van grijswater (ter vervanging van water afkomstig uit de kwetsbare watervoerende lagen) door grijswaterleveranciers tot 75 % kunnen worden betoelaagd. In het kader van de uitwerking van een herstelprogramma voor de Sokkel, zijn in het arrondissement Kortrijk de concrete mogelijkheden en de haalbaarheid onderzocht van *overschakeling op oppervlaktewater en/of gezuiverd afvalwater* (Leiedal cvba, 2001). Tracés voor een dergelijke waterbevoorrading werden uitgetekend. Pilotproeven voor het effectief overschakelen op gezuiverd afvalwater van een rioolwaterzuiveringsinstallatie zijn in drie textielbedrijven uitgevoerd. Voor het pilotproject grijswater in Waregem werd in 2005 een ontwerpdossier opgemaakt steunend op oppervlaktewater als ruwwaterbron. Aan de hand van de ervaringen met dit project zal het gevoerde beleid worden bijgestuurd of kan het initiatief worden uitgebreid. In 2009 is het eerste grijswatercircuit in gebruik genomen door VMW.

In specifieke gevallen kan de infiltratie van effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) ook een mogelijkheid zijn. Zo is sinds 8 juli 2002 de Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne Ambacht (IWVA) gestart met de verdere zuivering en infiltratie van het effluent van de zuiveringsinstallatie van Wulpen, om zo het grondwater opnieuw aan te vullen.

#### Principe van de gebruiker betaalt

De Europese Kaderrichtlijn Water introduceerde het principe van '*de gebruiker betaalt*' waarbij rekening gehouden dient te worden met alle kosten van watervoorziening, en het prijsbeleid eerlijk bepaald wordt (geen kruissubsidiëring tussen de verschillende sectoren). Doel is om het efficiënte gebruik van water te stimuleren door gebruikers bewust te maken van de waarde van water als grondstof. Tegen 2010 moeten alle watergebruikers een redelijke bijdrage leveren aan de kostenterugwinning van de watervoorziening, en dit in verhouding tot de door hen gebruikte hoeveelheid water.

Over het principe is iedereen het eens. Maar bij de toepassing ervan moet met de impact op de economie rekening worden gehouden (de concurrentiekracht van grote watergebruikers bij de doorrekening van het gebruik; EMA, 2000). Ook de gevolgen ervan voor hygiëne en gezondheid, en op de betaalbaarheid van water voor de armere gebruikers moeten meegenomen worden.

Over de verdeling van de kosten voor watervoorziening is het laatste woord nog niet gezegd. Zo betalen in Vlaanderen grote gebruikers een goedkopere prijs voor water dan de kleine gebruikers, zijn er grote verschillen in waterprijs tussen de drinkwatermaatschappijen, en in saneringsbijdrage tussen de gemeenten. Niet alle gebruikers betalen dus dezelfde prijs voor dezelfde hoeveelheid water.

Ook al is het duidelijk dat de gebruikers nog niet voldoende betalen om de reële kosten van watervoorziening te dekken, een correcte bepaling van *reële kosten* van watervoorziening in Vlaanderen ontbreekt nog. Bij de bepaling van die reële kosten van water moet namelijk niet alleen rekening gehouden worden met de onttrekking en distributie van water, maar ook de zuivering van het gebruikte en geloosde water moet in rekening gebracht worden. Zeer belangrijk bij een eerlijke inschatting van de kosten van watervoorziening is dat dienstverlening primeert op winstbejag.

#### **Watergebruik voor drinkwaterproductie**

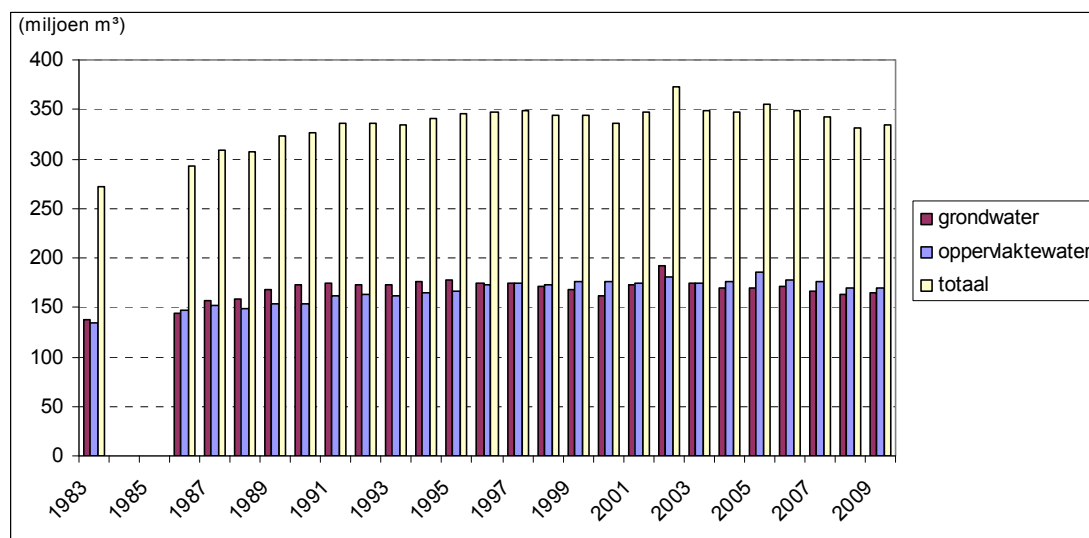
Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

Drinkwater kan zowel uit grond- als oppervlaktewater geproduceerd worden. Deze indicator geeft aan hoeveel drinkwater in Vlaanderen geproduceerd wordt, en wat daarbij de aandelen van grond- en oppervlaktewater zijn. Het drinkwater dat in Vlaanderen verbruikt wordt, wordt echter niet enkel in Vlaanderen zelf geproduceerd. Zo wordt drinkwater aangekocht in Wallonië, Nederland, Frankrijk ... Ook verkopen de watermaatschappijen actief in Vlaanderen, zelf drinkwater aan niet-Vlaamse watermaatschappijen. Om de impact van drinkwaterproductie op de waterhuishouding in Vlaanderen in beeld te brengen, wordt hier enkel rekening gehouden met het drinkwater dat in Vlaanderen zelf geproduceerd is.

Tot 1996 was het aandeel grondwater in de drinkwaterproductie groter dan het aandeel oppervlaktewater. Sinds 1997 wordt er echter meer oppervlaktewater ingezet dan grondwater, met uitzondering van 2002 toen ook de totale drinkwaterproductie beduidend hoger was in vergelijking met de andere jaren. In 2009 was de totale hoeveelheid in Vlaanderen geproduceerd drinkwater afgenomen tot 335 miljoen m<sup>3</sup> waarvan 49,5 % uit grondwater en 50,5 % uit oppervlaktewater geproduceerd werd (figuur 12).

In Vlaams-Brabant en Limburg wordt geen leidingwater gewonnen uit oppervlaktewater. In Antwerpen wordt drinkwater voornamelijk geproduceerd uit oppervlaktewater. Het Albert- en Netekanaal staan voor een groot deel in van de totale drinkwaterproductie.

Figuur 12: Gebruik van grond- en oppervlaktewater in de drinkwaterproductie van de drinkwatermaatschappijen (Vlaanderen, 1983-2009)



Bron: VMM

De drinkwaterproductie in Vlaanderen steunt echter niet uitsluitend op eigen waterwinning. Ongeveer 20 % van de vraag naar water wordt gedekt door invoer, hoofdzakelijk uit Wallonië. Ter compensatie van de afbouw van de waterwinning uit de Kolenkalk te Spiere-Helkijn wordt sinds 2002 water aangevoerd via de 'Transhennuyère'. Dit water is afkomstig van niet overbemalen zones van de Kolenkalk en van bemalingswater van groeven in Wallonië.

Om de productiemogelijkheden op te drijven of als antwoord op lokale verdrogingsproblemen wordt water kunstmatig geïnfiltreerd in de watervoerende laag. In Grobbendonk bv. wordt oppervlaktewater geïnfiltreerd en in Koksijde RWZI-water. Deze techniek biedt mogelijkheden als de lokale hydrogeologische omstandigheden dit toelaten en waterbronnen voorhanden zijn. Lokale monitoring van de grondwaterstand, de grondwaterkwaliteit en van de effecten op natuur zijn vereist.

De *overschakeling op oppervlaktewaterwinning* kan worden gestimuleerd. Uiteraard moet dan ook met de draagkracht van het watersysteem rekening gehouden worden en moet de basisafvoer gegarandeerd blijven. Anticiperend op problemen van waterschaarste bij toenemende droogte zijn scenario's noodzakelijk die prioriteiten tussen de belanghebbende doelgroepen vastleggen.

### **Grondwaterwinning en druk op watervoerende lagen**

Laatst bijgewerkt: 2008

Grondwater is kwalitatief hoogwaardig water met een veel stabielere samenstelling dan oppervlaktewater. Dit maakt grondwater aantrekkelijk voor o.a. de drinkwatervoorziening en voor industrieel gebruik. In het groeiseizoen wordt grondwater ook gebruikt voor de beregening van landbouwgewassen en daarnaast ook als drinkwater voor de dieren op het landbouwbedrijf. Om grondwater op te pompen is een vergunning nodig. De indicator geeft de vergunde debieten per grondwatersysteem en per sector. Meestal wordt echter slechts een deel van het vergund debiet ook effectief opgepompt. Bedrijven (bv. drinkwaterproducenten) nemen immers vaak een marge om de bedrijfszekerheid veilig te stellen. Voor alle sectoren samen wordt een globale benutting van de vergunningen van bijna 60 % genoteerd. Daarnaast moet opgemerkt worden dat er naast de gekende vermoedelijk nog veel niet-vergunde winningen zijn. Het gaat dan over kleine winningen (< 500 m³/j), maar ook over illegale winningen.

Eind 2007 bedroeg het totale vergunde debiet ongeveer 426 miljoen m<sup>3</sup>. In vergelijking met het vergunde debiet op 1 januari 2005 (494 miljoen m<sup>3</sup>) is dit ongeveer 14 % minder. Op 20 augustus 2005 vervielen een groot aantal oude vergunningen (vergund vóór 1985 zonder einddatum door het toenmalige Mijnwezen) van rechtswege. Een beduidend aantal van deze oude winningen was nog steeds vergund, maar niet meer in gebruik of zijn hervergund voor een lager volume, aangepast aan de reële behoefte. Om de grondwaterwinningen verder te doen dalen worden specifieke gebieds- en grondwaterlaagfactoren voor de grondwaterheffing ingevoerd.

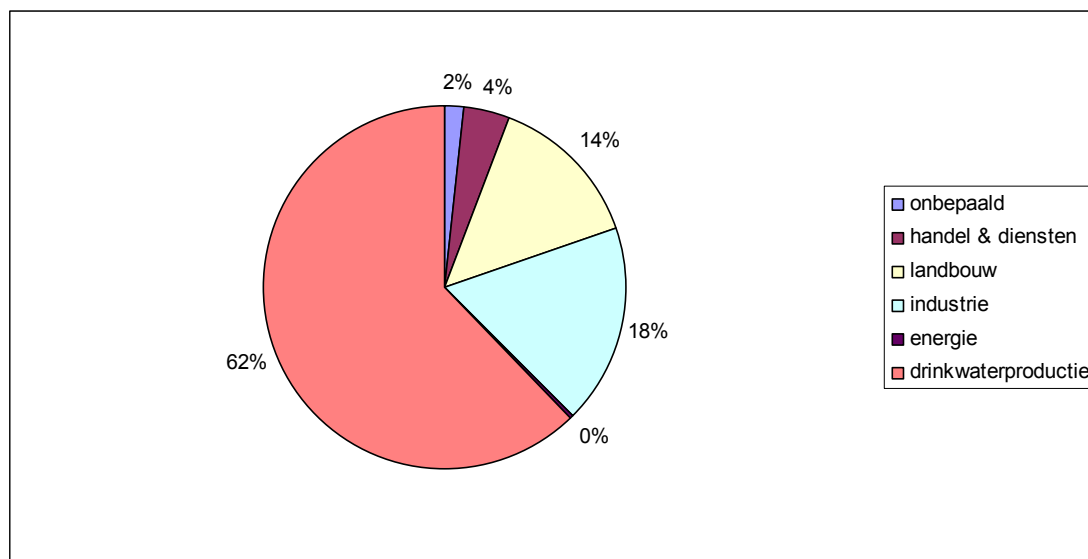
Met 62 % heeft de drinkwatersector veruit het grootste aandeel in het vergund debiet. Verder is het aandeel van de industrie (18 %) en de landbouw (14 %) ook aanzienlijk (figuur 13).

Eind 2007 bedroeg het vergunde debiet voor de drinkwaterproductie 265 miljoen m<sup>3</sup>, waarvan het Centraal Kempisch en het Maassysteem samen bijna 60 % uitmaken. Ook het Brulandkrijtsysteem heeft een belangrijk aandeel (28 %). Op Vlaams niveau staat de Sokkel in voor 4 % van de productie van drinkwater uit grondwater. Dit is schijnbaar onbelangrijk, maar in Oost- en West-Vlaanderen steunt de drinkwaterproductie vanuit grondwater wel voor 36 % op het Sokkelsysteem (figuur 14).

Bijna 40 % van het totale vergunde debiet voor de overige sectoren wordt gewonnen in het Centraal Vlaams Systeem. Vooral de landbouwsector neemt hier een groot deel voor haar rekening. Maar ook de industrie is sterk aanwezig. Het Centraal Kempisch en het Maassysteem zijn samen ongeveer goed voor 30 %, vooral industriële winningen, maar ook de sector handel & diensten is in de Kempen sterk vertegenwoordigd. In het Brulandkrijtsysteem, goed voor een aandeel van 16 %, overheersen industriële grondwaterwinningen. De diepe watervoerende lagen van het Sokkelsysteem in West- en Oost-Vlaanderen zijn relatief minder belangrijk (7 %), maar in het zuiden van beide provincies is de industrie er in grote mate van afhankelijk.

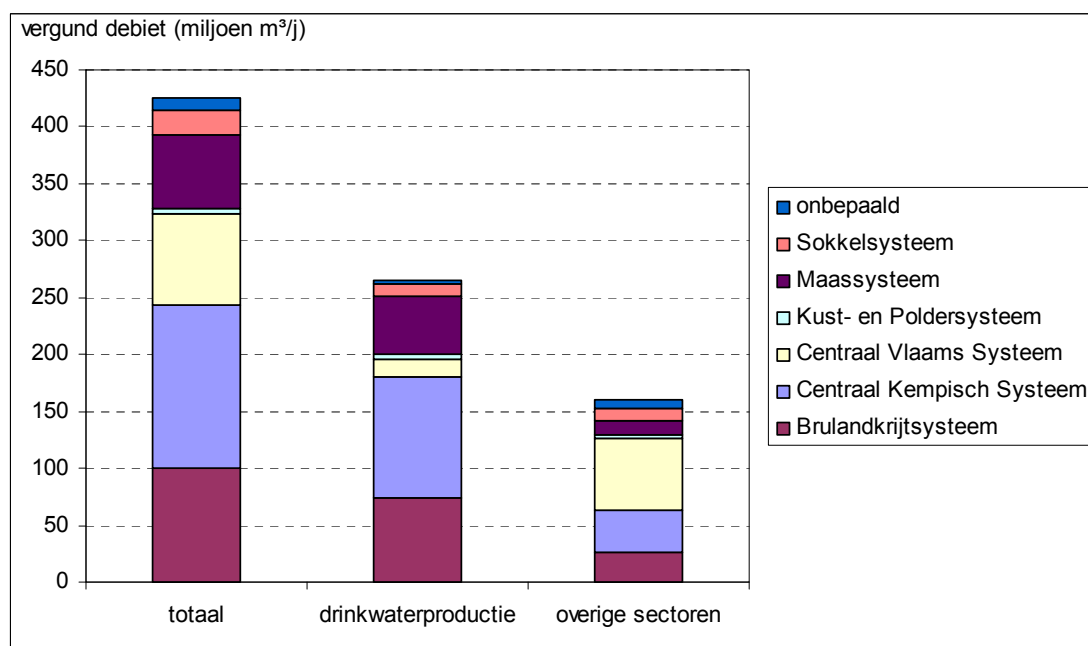
De effecten van een grondwaterwinning hangen af van de lokale (hydro)geologische omstandigheden en van de aard van de grondwaterwinning zelf. Zo zijn er nog steeds (sterk) dalende peilen in het Sokkelsysteem ondanks het relatief beperkte volume dat er wordt gewonnen. Nochtans stelt de Europese Kaderrichtlijn Water dat grondwaterwinningen in overeenstemming moeten zijn met de draagkracht van het watersysteem. Voor de Sokkel zouden de winningen met 75 % moeten dalen t.o.v. 2000. Eind 2007 waren de debieten voor de drinkwaterproductie en de overige sectoren met 36 % respectievelijk 40 % afgebouwd. Ook de winningen in het Krijt en Landeniaan moeten afgebouwd worden.

Figuur 13: Aandeel van de sectoren in het vergunde debiet voor grondwaterwinning (Vlaanderen, 31/12/2007)



Bron: VMM

Figuur 14: Vergund debiet per grondwatersysteem voor grondwaterwinning voor openbare leidingwatervoorziening en bedrijven (toestand 31/12/2007)



Bron: VMM

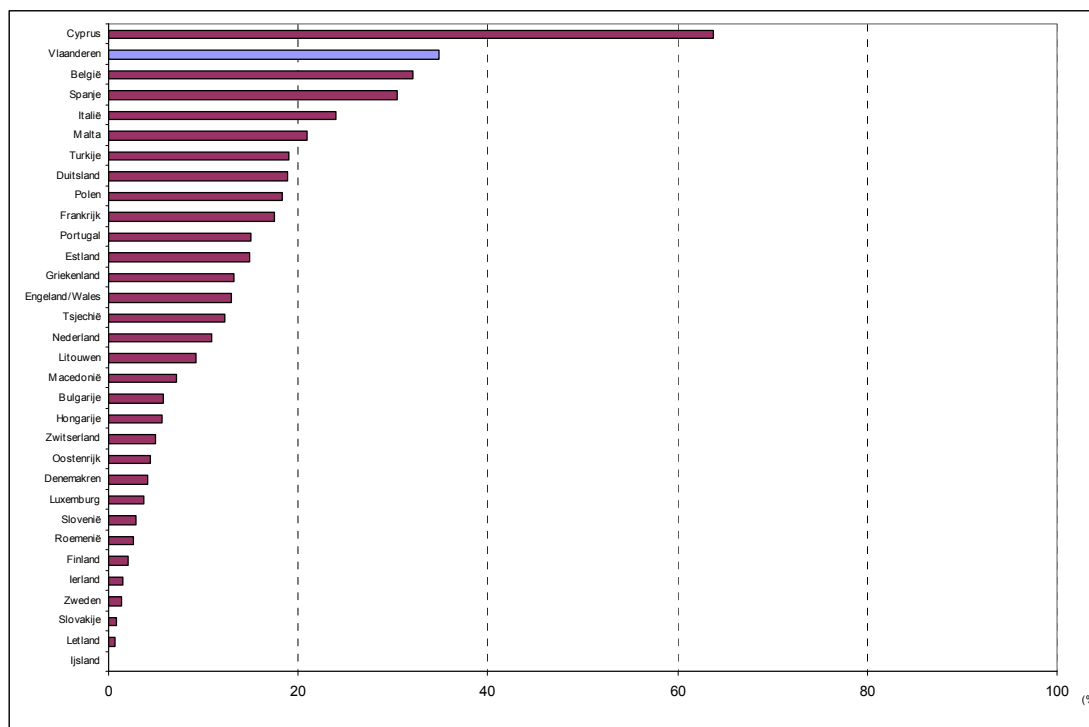
## Waterexploitatie-index

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

De waterexploitatie-index (WEI) wordt door het Europees milieuoagentschap (EMA) gedefinieerd als de jaarlijkse totale waterontginning als een percentage van de beschikbare zoetwaterbronnen op lange termijn (EMA, 2010). Om de WEI voor Vlaanderen te berekenen

werd gebruik gemaakt van de cijfers gepresenteerd onder 1.2 en 1.3. De WEI voor Vlaanderen bedraagt ongeveer 35 % (figuur 15), daarmee is Vlaanderen volgens de EMA-klassering een 'regio met waterschaarste', alleen Cyprus heeft een nog hogere WEI. Het is opmerkelijk dat Vlaanderen slechter scoort dan bv. Spanje en Portugal. Maar in die landen zijn er wel regio's met een veel hogere WEI (Andalusië heeft bv. een WEI van ongeveer 170 %) (EEA, 2009).

Figuur 15 : Waterexploitatie-index van Vlaanderen en andere Europese landen



0-20% = geen waterschaarste; 20-40 % = waterschaarste; >40 % = ernstige waterschaarste

Bron: EMA en VMM

De WEI is een interessante indicator die een eerste idee kan geven over het al dan niet overexploiteren van de natuurlijke hoeveelheid beschikbaar water in een land of regio. De indicator is echter te ruw om precies te bepalen welke sectoren op welke momenten hoeveel water mogen gebruiken.

De WEI voor Vlaanderen bedraagt nu 35 %. Dezelfde berekening met het watergebruik, exclusief koelwater levert 7 %. Volgens de definitie van EMA moet koelwater in rekening gebracht worden. Dat is ook logisch want om te kunnen koelen moet het water beschikbaar zijn. Maar er is een groot verschil tussen niet-consumptief gebruik (bv. voor koelwater) en consumptief gebruik (bv. irrigatie)<sup>4</sup>. Het ene watergebruik is dus het andere niet. Want het deel van het water dat terug in het systeem terecht komt (al dan niet op dezelfde plaats en met dezelfde kwaliteit) verschilt sterk naargelang het type gebruik.

## 2.2. Kwantitatieve toestand van het watersysteem

### Afstroming

#### *Hydrologisch gedrag van onbevaarbare waterlopen*

Laatst bijgewerkt: najaar 2010

<sup>4</sup> <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources/use-of-freshwater-resources-assessment-2>

### *Inleiding*

Het totale volume water dat een waterloop afvoert, de runoff, bestaat uit twee componenten. De directe run-off of de oppervlakkige afvoer is de component die de directe reactie vormt van het stroomgebied op een regenbui. Over het algemeen bereikt het deel van de neerslag dat oppervlakkig afstroomt na enkele uren of dagen de onbevaarbare waterloop. De basisafvoer is het deel van de totale afvoer dat veel trager reageert op de neerslag en voor een groot deel via het grondwater de waterloop bereikt. Analyse van het afvoergedrag van waterlopen kan informatie opleveren over de kansen op overstromingen en op verdroging. Immers, als het totale debiet en de directe afvoer stijgen, stijgen de kansen op overstromingen. Als het basisdebiet daalt, is dat een aanwijzing voor verdroging.

### *Beïnvloedende factoren*

In een waterbalans over een langere periode zijn er slechts 3 termen: enerzijds de neerslag als invoer, anderzijds de totale runoff en de evapotranspiratie als uitvoer. Afhankelijk van de hydrologische regio in Vlaanderen, bedraagt runoff 20 à 40 % van de neerslag, 60 à 80 % wordt omgezet in evapotranspiratie (tabel 1).

Het afvoergedrag van waterlopen wordt rechtstreeks beïnvloed door de neerslag (totale hoeveelheid, neerslagintensiteit ...) en de natuurlijke kenmerken van het stroomgebied (helling, bodemtype ...). Temperatuur en plantengroei hebben via hun invloed op de evapotranspiratie een onrechtstreekse invloed.

De antropogene invloed op het afvoergedrag van waterlopen is complex. Toename van de verharde oppervlakte, gewijzigde landbouwexploitatie en het verdwijnen van kleinschalige landschapselementen (bv. grachten, randbegroeiing rond percelen) kunnen de directe en de totale runoff doen toenemen. De klimaatverandering heeft al geleid tot meer neerslag en vooral nattere winters (zie Achtergronddocument Klimaatverandering) maar ook tot een toename van de temperatuur en dus van de evapotranspiratie wat de runoff dus weer doet afnemen. De menselijke invloed kan ook nog eens verschillen naargelang het seizoen. In de winter is de evapotranspiratie van niet-verharde oppervlakten niet veel groter dan die van verharde oppervlakten, dit door het ontbreken van landbouwbegroeiing. In het groeiseizoen is het verschil wel groot. Er is ook een groot verschil tussen de invloed van een verhard oppervlak dat afwatert naar de riolering en een verhard oppervlak dat afwatert naar een niet-verhard oppervlak, waar het afstromende water, weerom afhankelijk van de lokale omstandigheden (bv. grondwatertafel), wel kan infiltreren en/of verdampt worden door planten.

175 967 ha of 12,9 % van de Vlaamse en Brusselse bodem is afgedicht (MIRA-achtergronddocument Bodem). Tussen 1990 en 2009 nam de bebouwde oppervlakte in Vlaanderen toe met 670 km<sup>2</sup> of 23 % ten koste van de open ruimte (o.a. landbouw, bossen, heide, duinen). Bij de bebouwde oppervlakte wordt het hele perceel waarop de bebouwing staat, meegeteld. Theoretisch valt te verwachten dat die toename geleid heeft tot een hogere totale en directe runoff. Uit vorige paragraaf blijkt echter dat er nog veel andere invloeden spelen.

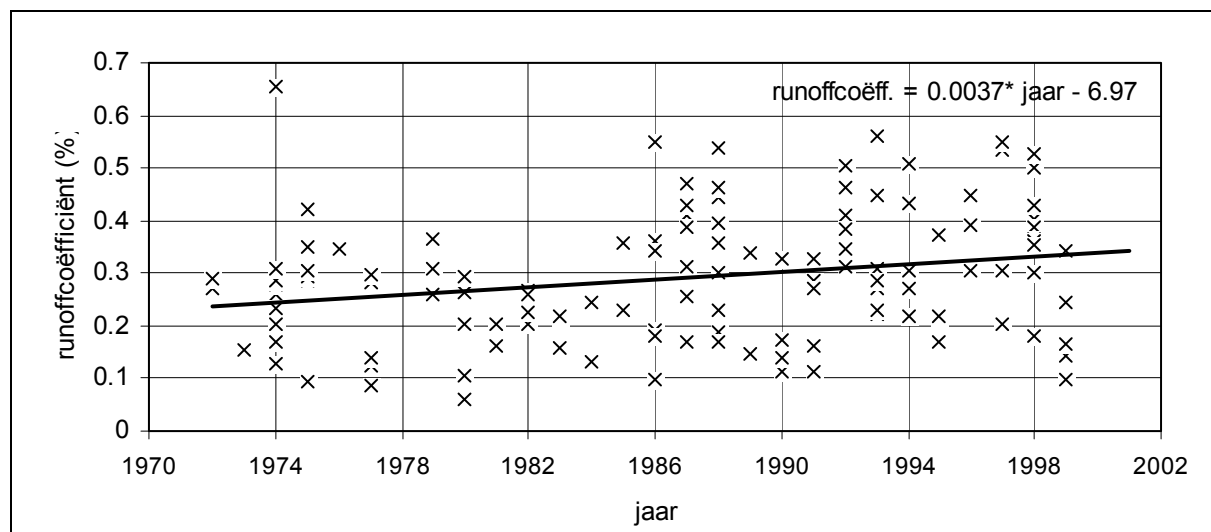
### *Runoffcoëfficiënten*

Als de theoretische beschouwingen onverkort gelden, zouden in alle stations zowel de totale runoff als de directe runoff in stijgende lijn gaan bij dezelfde hydrologische condities (regen, temperaturen, ...) omwille van de toegenomen verharde oppervlakte.

Bij analyse van alle grotere afvoergolven in de stations van VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer blijkt de hoeveelheid directe runoff heel sterk veranderlijk. In het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen vertonen de hoogwatergolven (de reeks van jaarmaxima in de periode tot 2001) een gemiddelde runoffcoëfficiënt van 0,24 terwijl de individuele percentages per afvoergolf variëren van enkele % tot meer dan 55 %. Deze variatie is zo willekeurig dat de determinerende factoren voor de directe runoff in eerste instantie toegeschreven worden aan de karakteristieken (regenintensiteit en regenhoeveelheid) van iedere afzonderlijke regenbui,

de veranderende bodembedekking in de loop van het jaar en aan schommelingen in de beschikbare (grondwater)berging; de toename van de verharding speelt vermoedelijk wel een rol, maar kan niet eenduidig veralgemeend worden.

Figuur 16: Runoffcoëfficiënten van alle beduidende afvoergolven in station 347



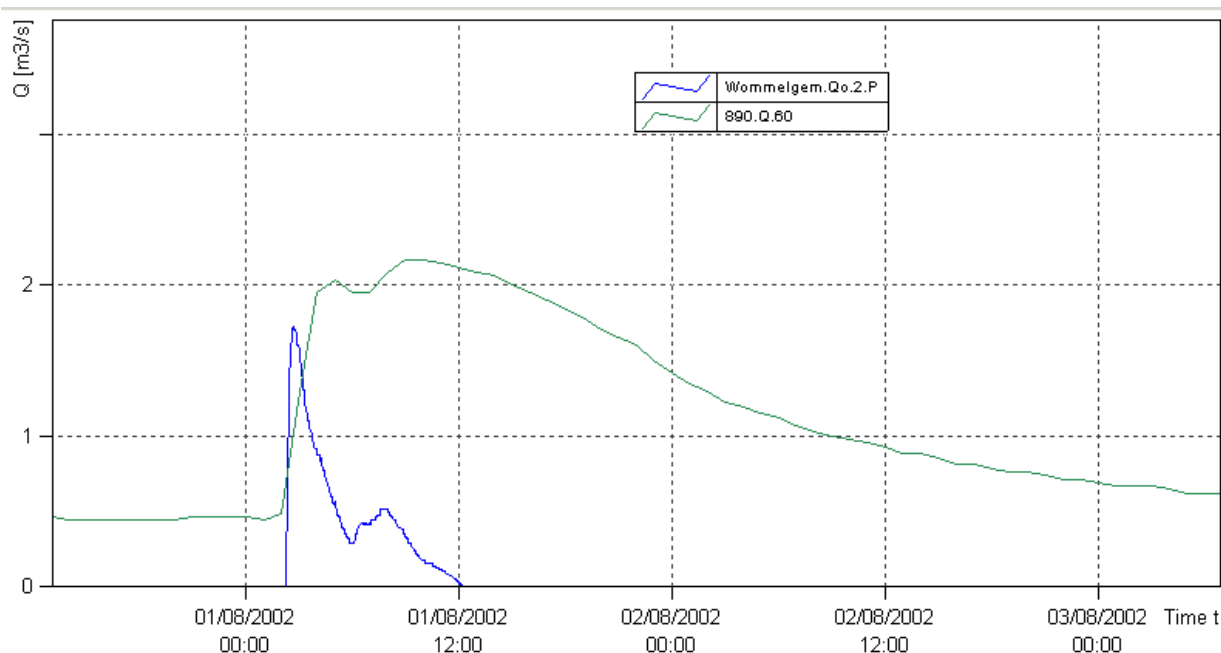
Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer, VMM

De figuur is vatbaar voor meerdere interpretaties. Over de volledige tijdreeks wordt de indruk gewekt dat de runoffcoëfficiënt met 0,37 % per jaar, een beangstigend cijfer als dit ook zou gelden voor de runoffvolumes in hoogwaterperioden, d.w.z. voor alle regenhoeveelheden. Het beeld wijzigt ook drastisch als de meetpost slechts in 1986 in dienst ware gesteld, de stijging van de runoffcoëfficiënt is dan insignificant.

De toename van het volume water in de hoogwatergolf als gevolg van de toename van de directe runoff is zelden onmiddellijk terug te vinden in een hydrogram dat zowel landelijke als stedelijke gebieden bevat. Het hydrogram van een geurbaniseerd gebied is herkenbaar aan de korte reactietijd en de scherpe pieken voor zover het water direct gecollecteerd wordt en via het rioleringsnet afgevoerd wordt naar de regenwateroverlaten. De afvoertijden van dergelijke systemen zijn immers kleiner dan in de niet-verharde situatie en de hoeveelheden water worden vlugger naar de waterloop gebracht. Afhankelijk van de ligging van de verharde oppervlakken in het stroomgebied ten opzichte van het punt op de waterloop, kan dit een verzwarend of een ontlastend van de piek van het oorspronkelijk hydrogram betekenen.

In het meetnet van de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer zijn er echter weinig tijdreeksen waarbij het hydrogram uit 2 afgeijnde pieken bestaat: een eerste piek als gevolg van de verharde oppervlakken en een tweede als gevolg van de landelijke afvoeren. Met de hulp van het overstortmeetnet kan de invloed van verstening op een aantal plaatsen gevisualiseerd worden, bv zoals op het Groot Schijn te Wommelgem, waar een belangrijk stedelijk gebied via een Aquafin overstort aangesloten is op de waterloop, net opwaarts van limnigraaf nr. 890 (figuur 17). In dit geval is het duidelijk dat een toename van de verstening niet automatisch leidt tot een toename van de piekdebieten en dat een nuancering voor ieder geval afzonderlijk nodig is.

Figuur 17: Hydrogram van het Groot Schijn te Wommelgem



De overstortdebieten in blauwe lijn treden op bij het begin van de hoogwatergolf in station 890 (pluviogram van het stroomgebied nog niet beschikbaar). De debieten in dit station zijn de som van de overstortdebieten en van de landelijke afvoeren. Door tijdelijke berging in de bedding (niet stationaire stromingsverschijnselen) is de piek van de regenwateroverlaat afgezwakt bij het bereiken van het meetpunt (20m verder afwaarts). De verharde oppervlakte ligt in dit geval heel dicht bij het limnigraafpunt, en levert de bijdrage aan de runoff vóór de landelijke hoogwatergolf haar maximum bereikt : de verharde oppervlakte draagt in dit geval niet bij tot een toename van het piekdebiet of van overstromingen.

Dat de verharde oppervlakte in een stroomgebied geen alles overheersende rol speelt in het afvoerproces, is ook gebleken bij de analyse van de hoogwaterafvoeren in het limnietrisch net van de onbevaarbare waterlopen (Voet & Swings, 1999; Voet et al., 2000; Voet, 2001). Voor het gemiddeld jaarmaximum<sup>5</sup> van de (directe) runoffhoeveelheid is er geen duidelijke correlatie gevonden van de directe runoff met de verharde oppervlakte (als procentuele waarde van het totale stroomgebied). De verharde oppervlakten waren toen bekomen uit de bodemgebruikskarta, die volgens de studies van de K.U.Leuven voor verbetering vatbaar is. Evenmin is een verband gevonden tussen het gemiddeld jaarmaximum van de totale runoff en de verhardingspercentages voor het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen (Voet, 1996). Dit alles wijst erop dat de invloed van de versterking op de runoff niet op een eenvoudige wijze kan veralgemeend worden.

#### Gemiddelde afgevoerde debieten

Mogelijke evoluties en trends in het hydrologisch gedrag van de waterlopen zijn onderzocht aan de hand van enkele tijdreeksen. Voor de verschillende hydrologische gebieden in Vlaanderen zijn de meetpunten gekozen in functie van de lengte en de kwaliteit van de beschikbare reeksen.

- voor het hellende gebied van West- en Oost-Vlaanderen: de Maarkebeek te Etikhove, station 347 met een stroomgebied 50,5 km<sup>2</sup> en een tijdreeks vanaf 1972; de Molenbeek te Massemen, station 009 met een stroomgebied van 44,8 km<sup>2</sup> en een tijdreeks sinds 1986, de Kerkebeek te Oostkamp, station 425 met een stroomgebied van 63,5 km<sup>2</sup> en een tijdreeks sinds 1984 en de Kemmelbeek te Reninge, station 492 met een stroomgebied van 76,3 km<sup>2</sup> en een tijdreeks sinds 1986.
- voor de droge leemstreek (stroomgebieden van Demer, Dijle en Jeker): de Dijle te St.-Joris-Weert, station 098 met een stroomgebied van 645 km<sup>2</sup> en een tijdreeks van 1973; de Grote Gete te Oorbeek, station 155 met een stroomgebied van 209 km<sup>2</sup> en een

<sup>5</sup> Het gemiddeld jaarmaximum is het gemiddelde van een reeks waarbij iedere waarde het maximum uit een bepaald jaar vertegenwoordigt

tijdreeks sinds 1975; en de Herk te Wellen, station 165 met een stroomgebied van 98 km<sup>2</sup> en een tijdreeks sinds 1972.

- voor de zandige stroomgebieden van de Kempen: de Mark te Merksplas, station 048 met een stroomgebied van 41,6 km<sup>2</sup> en een tijdreeks van 1983. In de zandstreek is sinds 2000 op vele plaatsen kruidgroei in de bedding tot ontwikkeling gekomen met een nefaste invloed op de traditionele debietmetingen. Hoewel ook in andere gebieden eenzelfde fenomeen wordt waargenomen zijn vooral in de zandstreek tijdreeksen tot 2009 zeldzaam.

De regens zijn gebiedsneerslagen over het stroomgebied en zijn berekend uit de beschikbare pluviometergegevens met behulp van Thiessencoëfficiënten. De basisafvoer is het deel van de totale afvoer dat traag reageert op de regen en voor een groot deel door grondwater wordt gegenereerd. De basisafvoeren zijn op een consistente manier berekend met een algoritme dat vertrekt van de dagwaarden van de gemeten uurlijkse debieten.

De (directe) runoff is de afvoer die snel op de regen reageert. De runoff debieten worden bekomen door de basisafvoeren af te trekken van de totale afvoeren. Indien niet verder gespecificeerd, is met "afvoer" de totale afvoer of totale runoff bedoeld. Het deel van de neerslag dat niet in rivierafvoeren wordt omgezet, is als evapotranspiratie, verliezen, ... betiteld. Het is het verschil tussen de gebiedsneerslag en de totale afvoer. Bij de onderverdeling in jaren zijn de jaren als kalenderjaren te beschouwen.

*Tabel 1: Gemiddelde waarden van debiet (runoff) en neerslag over de periode sinds het begin van de waarnemingen in het station tot einde 2009*

station	neerslag (mm)	afvoer (mm)	basisdebiet (mm)	runoff (mm)	evapotranspiratie (mm)
009	748	285	125	160	464
347	839	259	165	127	580
425	853	274	110	164	579
492	765	307	173	135	459
098	835	242	190	51	594
138	819	199	121	78	620
155	805	209	173	39	596
165	795	232	181	51	563
048	888	165	52	113	722

station	neerslag (%)	afvoer (in % van de neerslag)	basisdebiet (in % van de neerslag)	runoff (in % van de neerslag)	evapotranspiratie (in % van de neerslag)
009	100	38	17	21	62
347	100	31	20	15	69
425	100	32	13	19	68
492	100	40	23	18	60
098	100	29	23	6	71
138	100	24	15	10	76
155	100	26	22	5	74
165	100	29	23	6	71
048	100	19	6	13	81
<b>hellend gebied</b>	100	35	18	18	65
<b>droge leem</b>	100	27	20	7	73
<b>zandstreek</b>	100	19	6	13	81

Bron: VMM

De gemiddelde waarden over de jaren 1985–2009 (tabel 1) typeren het verschil in hydrologisch gedrag van de verschillende gebieden :

- de zandgebieden van de Kempen (station 048) hebben een hoge basisafvoer en een lage directe runoff. Deze kenmerken hebben ze gemeen met de droge leemstreek. (Eerdere analyses toonden de overeenkomst tussen zandstreek en droge leemstreek voor de procentuele verdeling van de neerslag over basisafvoer en runoff.) De onderlinge verschillen tussen de Kempen en de droge leemstreek betreffen eigenschappen (waarden van piekdebieten, ...) die niet in deze tabel zijn terug te vinden.
- het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen vertoont een lage basisafvoer (ca. de helft van de waarde in de andere gebieden) en veel directe runoff (een factor 2 à 3 groter dan in de andere gebieden).

De verschillen tussen de stations onderling van eenzelfde gebied zijn klein in vergelijking met de verschillen tussen de 3 gebieden, ze vormen dus een echte cluster. Binnen eenzelfde hydrologische regio zal de overdraagbaarheid van bepaalde uitspraken (zoals over de invloed van de verstening) meer verantwoord zijn dan tussen de verschillende clusters.

Een duidelijke trend voor de totale afvoer (som van basisafvoer en directe runoff) of voor de directe runoff is niet onmiddellijk zichtbaar in alle stations. Daarom is per station de correlatie onderzocht tussen de verschillende deelstroom-volumes (mm) en het jaartal. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 2.

*Tabel 2: Resultaten statistische analyse per station met de tijdreeksen vanaf de oprichting van het station*

		Qtotaal	Qrunoff	Qbasis	Regen
Station 009	R <sup>2</sup>	0,00	0,01	-0,03	-0,04
1986-2009	helling	2,13	1,56	0,60	-0,58
24 jaar	P	0,03	0,28	0,53	0,84
Station 347	R <sup>2</sup>	-0,03	0,02	0,01	-0,01
1972-2009	helling	0,08	1,01	-0,92	1,49
37 jaar	P	0,96	0,20	0,28	0,39
Station 425	R <sup>2</sup>	0,07	0,00	0,12	-0,04
1984-2009	helling	3,91	1,50	2,37	0,39
25 jaar	P	0,10	0,32	0,05	0,88
Station 492	R <sup>2</sup>	0,16	0,26	0,05	-0,03
1986-2009	helling	8,17	4,86	3,25	1,99
22 jaar	P	0,03	0,01	0,16	0,53
Station 098	R <sup>2</sup>	0,21	0,00	0,30	0,00
1973-2009	helling	1,81	0,27	1,54	2,07
36 jaar	P	0,00	0,29	0,00	0,30
Station 138	R <sup>2</sup>	-0,03	0,00	-0,01	-0,01
1972-2009	helling	0,10	0,36	-0,25	1,44
36 jaar	P	0,89	0,36	0,46	0,43
Station 155	R <sup>2</sup>	0,06	-0,01	0,11	-0,01
1973-2009	helling	1,51	-0,01	1,48	-0,18
36 jaar	P	0,02	0,97	0,00	0,89
Station 165	R <sup>2</sup>	0,19	-0,03	0,27	-0,03
1972-2009	helling	2,72	0,03	2,70	0,05
35 jaar	P	0,00	0,89	0,00	0,98
Station 048	R <sup>2</sup>	0,25	0,05	0,61	-0,01
1983-2009	helling	-4,60	-1,82	-2,78	2,39
27 jaar	P	0,00	0,13	0,00	0,39

Bron: VMM

Voor de totale afvoer in station 009 bv. bekomt men een zeer significante positieve toename ( $P = 0,03$ ) van 2,13mm/jaar, maar zonder een zinvolle correlatie met het jaartal ( $R^2 = 0,00$ )<sup>6</sup>. In het rood werden de zeer significante waarden aangeduid (significantienniveau  $<5\%$ ), in het paars de minder significante (significantienniveau  $\pm 30\%$ ) (significantie duidt op de kans dat de regressieconstante 'helling' gelijk is aan nul).

In vele meetposten wordt een significante trend gevonden, positief, soms ook negatief. De correlatie is overal zeer laag, het jaartal is een zeer slechte parameter in het model. De oefening werd overgedaan met de tijdreeks 1992-2009, waardoor er geen extra droge jaren in de correlatie zijn opgenomen. Men vindt nu afwijkende resultaten, zo worden in 3 stations de positieve trend voor de totale afvoer omgeslagen in een negatieve waarde, (al gebeurt dit met een wisselende significantie).

Tabel 3: Resultaten statistische analyse per station met de tijdreeksen 1992-2009

		Qtotaal	Qrunoff	Qbasis	Regen
Station 009	R <sup>2</sup>	-0,02	-0,03	-0,04	-0,06
1992-2009	helling	2,50	1,67	0,74	0,68
17 jaar	P	0,42	0,47	0,53	0,88
Station 347	R <sup>2</sup>	0,42	0,26	0,44	0,20
1992-2009	helling	-15,43	-6,18	-9,27	-9,15
17 jaar	P	0,00	0,02	0,00	0,04
Station 425	R <sup>2</sup>	0,02	-0,05	0,21	-0,06
1992-2009	helling	-4,25	-0,90	-3,46	0,92
17 jaar	P	0,26	0,74	0,03	0,86
Station 492	R <sup>2</sup>	-0,06	0,08	0,01	-0,02
1992-2009	helling	1,13	4,53	-3,60	4,43
16 jaar	P	0,85	0,14	0,29	0,40
Station 098	R <sup>2</sup>	0,00	-0,05	0,01	-0,05
1992-2009	helling	1,55	0,26	1,29	2,21
17 jaar	P	0,35	0,67	0,30	0,67
Station 138	R <sup>2</sup>	-0,01	-0,07	0,19	-0,05
1992-2009	helling	-1,79	0,03	-1,82	2,94
16 jaar	P	0,38	0,98	0,04	0,62
Station 155	R <sup>2</sup>	0,10	-0,02	0,16	0,01
1992-2009	helling	4,51	0,37	4,03	-3,97
17 jaar	P	0,03	0,61	0,01	0,27
Station 165	R <sup>2</sup>	0,35	-0,01	0,41	-0,06
1992-2009	helling	9,39	0,67	8,71	-1,88
15 jaar	P	0,01	0,37	0,00	0,76
Station 048	R <sup>2</sup>	0,11	0,00	0,53	-0,05
1992-2009	helling	-4,24	-2,00	-2,23	-2,20
17 jaar	P	0,09	0,34	0,00	0,68

Bron: VMM

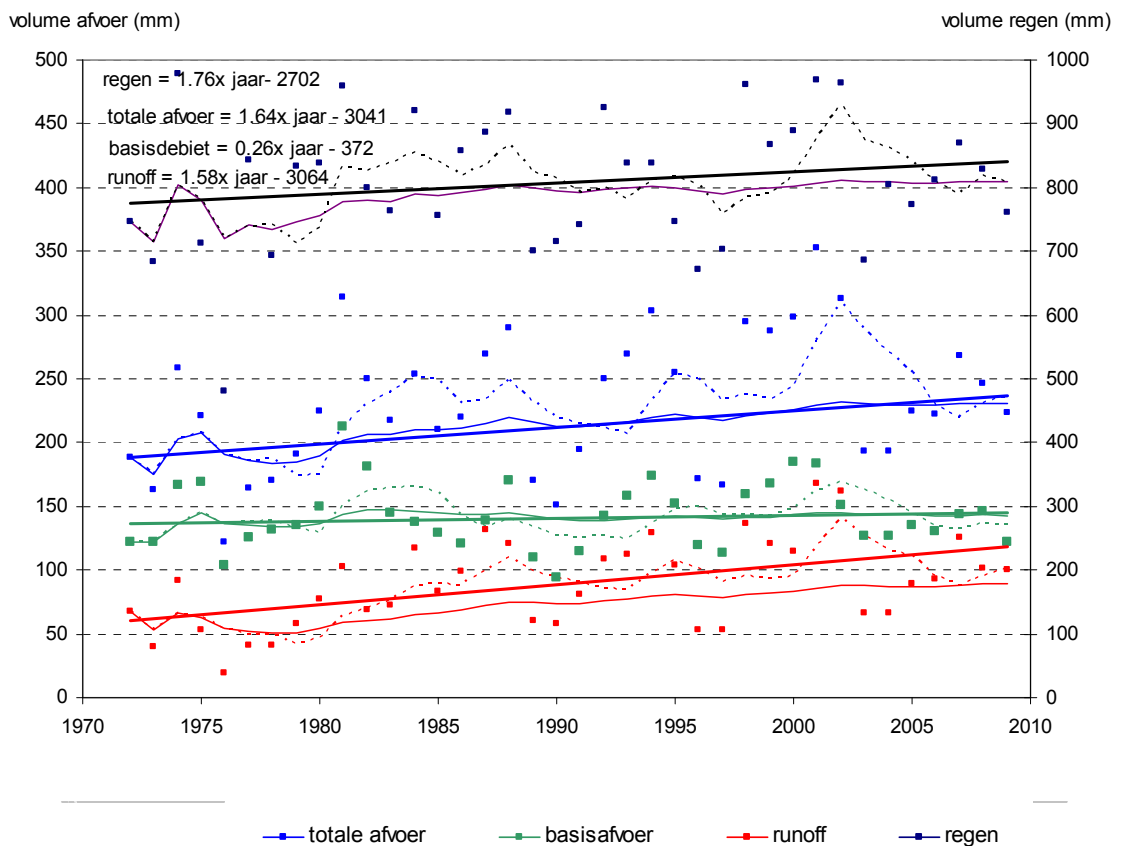
Uit deze tabellen blijkt dat de trends per station sterk kunnen verschillen. De verschillende respons in de onderzochte stations steunt de stelling dat verstening van een stroomgebied niet de meest invloedrijke parameter is bij het genereren van runoff. Bij dergelijke analyses dient gewezen te worden op de belangrijke impact van de periode van metingen die gebruikt wordt. Voor de bepaling van langlopende trends zijn zo lang mogelijke tijdreeksen nodig. Het limnietrisch net op de onbevaarbare waterlopen is echter relatief jong

<sup>6</sup> De gegeven  $R^2$  is de verbeterd met het aantal paramaters in het model, de verbeterde  $R^2 = 1 - (1 - R^2)(n - 1) / (n - m - 1)$  en kan negatieve waarden opleveren; ( $n$  = aantal waarnemingen en  $m$  = aantal paramaters).

en daarom minder geschikt voor de bepaling van langdurige trends. Het is dan ook niet vanzelfsprekend om op basis van deze resultaten uitspraken te doen.

Om toch een idee te geven van een mogelijke trend voor meer dan één enkel station werd figuur 18 opgemaakt. Deze maakt abstractie van de indeling van Vlaanderen in hydrologische zones en toont de gemiddelden van de volumes zoals ze hierboven bepaald werden. Verder werden in de figuur de 5-jaargemiddelden en de (doorlopende) voortschrijdende gemiddelden voorgesteld. Gemiddeld over alle stations nemen alle langlopende componenten toe in het eerste deel van de periode (tot ca. 1995), en na 2000 à 2005 op een meer stabiele waarde komen. Vanaf 1972 is de neerslag toegenomen met 1,76 mm per jaar, de totale afvoer met 1,64 mm, de directe runoff met 1,58 mm per jaar en het basisdebiet slechts met 0,26 mm per jaar. Vanaf 2002 vertonen de kortlopende 5-jaargemiddelde een neerwaartse trend. Verder blijkt een eenzelfde verloop van neerslag en totale afvoer: de toename in de neerslag is gemiddeld ongeveer dezelfde als de toename in afvoer (deels in basisafvoer, deels in oppervlakkige afvoer), wat erop wijst dat de neerslagtoename bijna integraal afgevoerd wordt via de waterloop. Een dergelijk besluit was eigenlijk te verwachten, want anders had de evapotranspiratie moeten toenemen, wat weinig waarschijnlijk is. Immers in de winterperiode is de evapotranspiratie niet gelimiteerd door beschikbaar vocht. Grotere neerslaghoeveelheden in het echte groeiseizoen vallen zelden op een wijze dat alle tekorten voor een maximale evapotranspiratie juist gedekt worden: er is veel kans dat er ook 's zomers een extra runoff zal voorkomen. Het feit dat de toename in de afvoer vooral door de component runoff wordt veroorzaakt, geeft aanleiding tot vrees voor een toename van de overstromingsrisico's.

Figuur 18: Jaargemiddelde neerslag- en afvoervolumes (9 stations, 1972-2009)

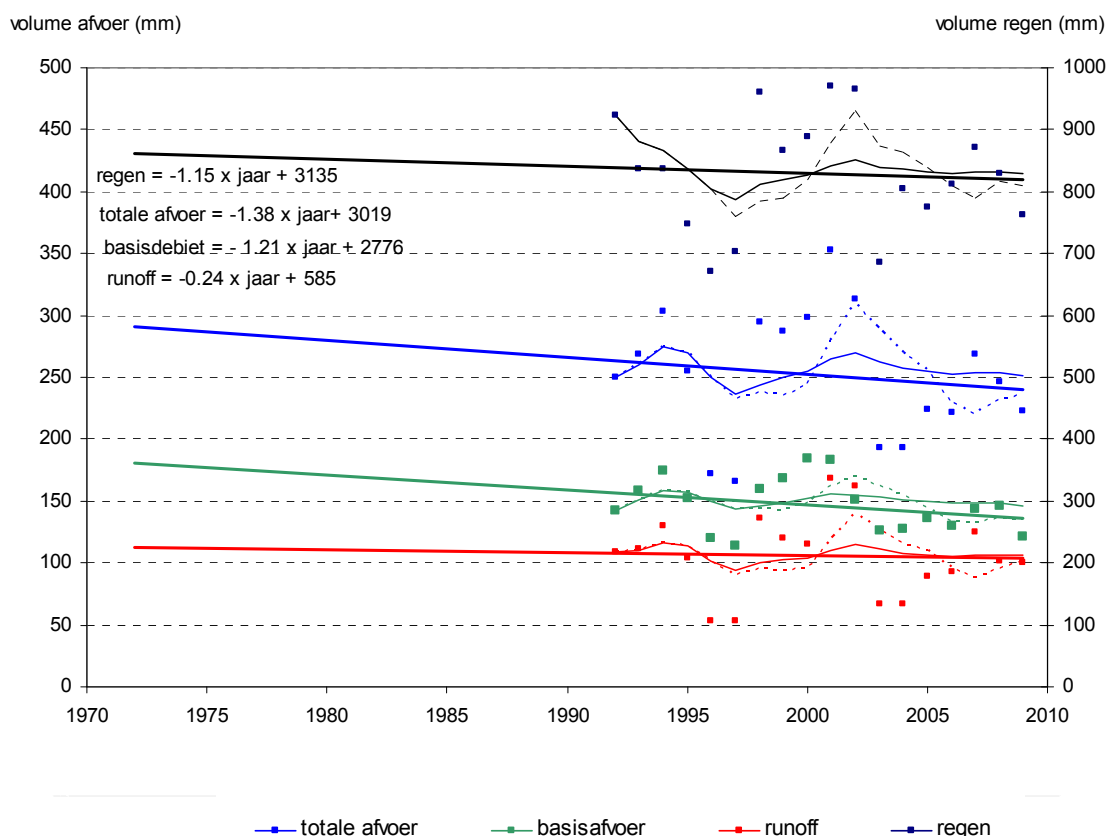


in stippellijn de 5-jaargemiddelden en in volle lijn het voortschrijdend gemiddelde

Bron: VMM

Als enkel de periode na 1991 wordt beschouwd, dit is na eliminatie van het droge jaar 1991, dan tonen alle componenten een dalende trend, de totale afvoer zakt sneller dan de regen, en de daling wordt vooral veroorzaakt door de basisafvoer (figuur 19). Vanaf 1992 daalt de neerslag met 1,15 mm per jaar, de totale afvoer met 1,39 mm, het basisdebiet met 1,21 mm per jaar en de directe runoff slechts met 0,24 mm per jaar. Dit moge de bewering van een nakende verdroging staven.

Figuur 19: Jaargemiddelde neerslag- en afvoervolumes (9 stations, 1992-2009)



Bron: VMM

### Minima en maxima

Behalve de totale jaarlijkse hoeveelheden zijn ook de maximum- en minimumwaarden van de reeksen onderzocht. De maximum piekdebieten in de stations zijn gebaseerd op uurlijkse waarden. De minimumwaarden kunnen zonder verlies aan nauwkeurigheid op gemiddelde dagwaarden gebaseerd worden, en zijn gemiddeld over een 10-daagse periode.

Figuur 20 toont het verloop van deze maximum- en minimumwaarden. In de figuur zijn aangeduid:

- de jaarmaxima (kalenderjaren)
- het voorschrijdend gemiddelde over een periode van 5 jaar
- het doorlopend voortschrijdend gemiddelde

Het blijkt dat een zeer gevarieerd beeld bekomen wordt, zowel voor hoogwater- als voor laagwaterdebieten.

De jaarmaxima in station 347, 098 en 138, dit zijn 3 meetposten met een indienststelling in 1972-'73, vertonen een duidelijk stijgende trend, het stijgingspercentage is de laatste 5 jaar echter verminderd. Omdat het station 347 een vaste vloer heeft en omdat deze vloer omwille van de stroomsnelheden altijd zuiver blijft, moet een toename van de piekdebieten aangenomen worden. De debieten voor de gehele periode zijn immers met eenzelfde debietformule berekend. Het fenomeen is eveneens van meer langdurige aard. Ook station 138 behoort tot de betere meetposten met eenzelfde debietkromme sinds het begin van de waarnemingen. Blijkbaar zijn de regens in dit stroomgebied meer en meer 'op maat' van dit stroomgebied om steeds grotere piekafvoeren te produceren of is de evolutie van het landgebruik van dien aard dat steeds grotere pieken bekomen worden. Het zou dan ook zeer interessant zijn de evolutie van de verharding (en de locatie van de verharding) in dit

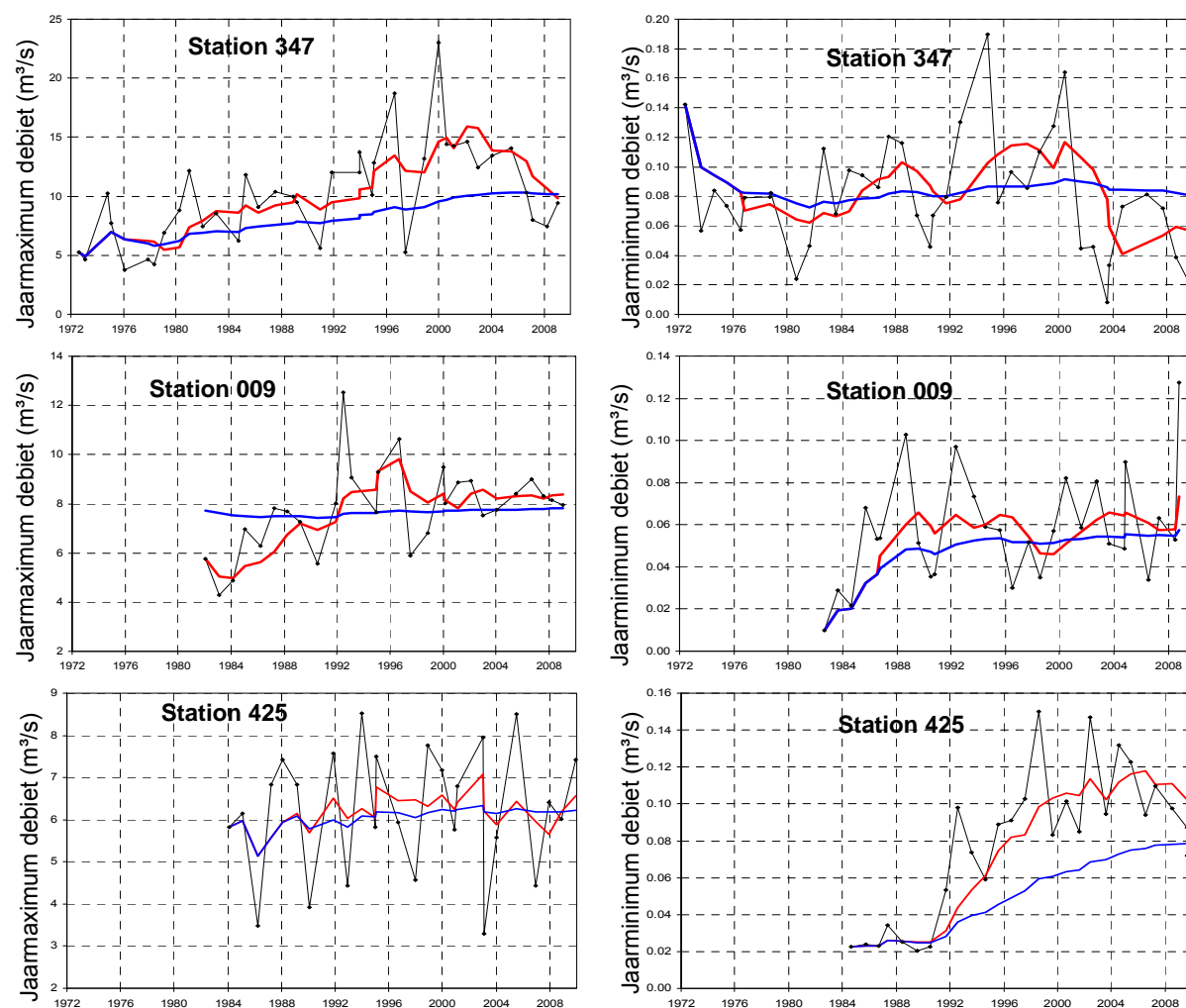
stroomgebied te kennen. Station 098 meet de waterstromen van de Dijle bij het binnenkomen in Vlaanderen, de afvoersituatie in Wallonië is minder goed gekend.

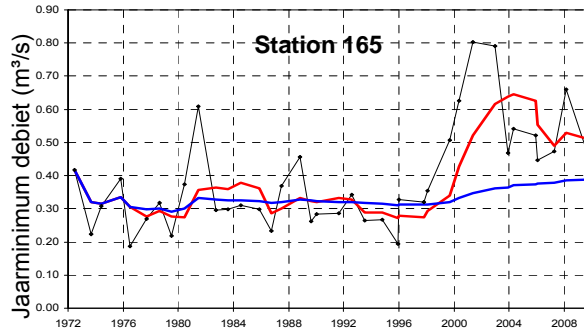
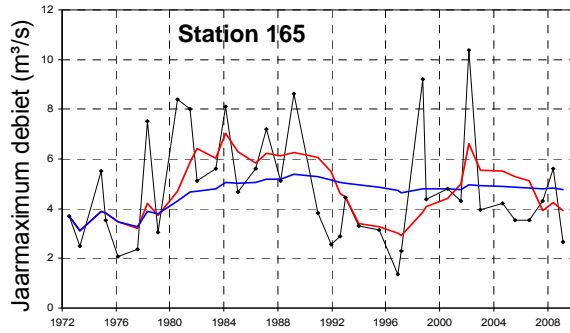
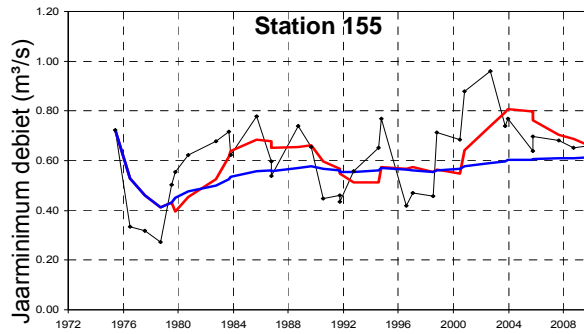
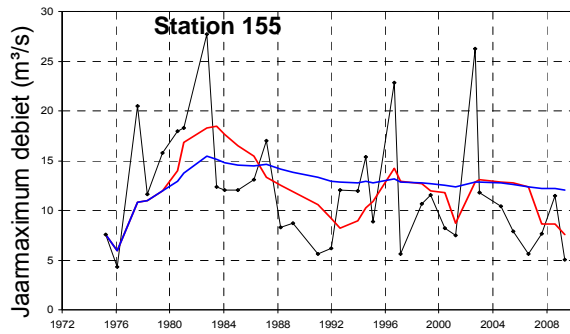
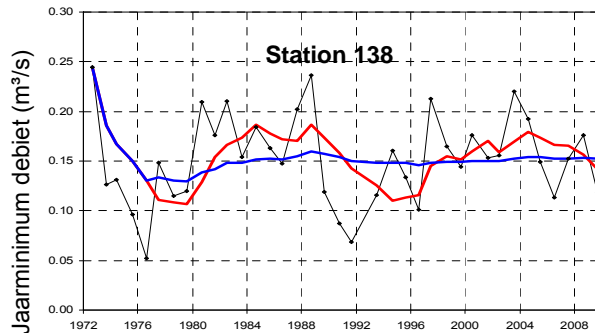
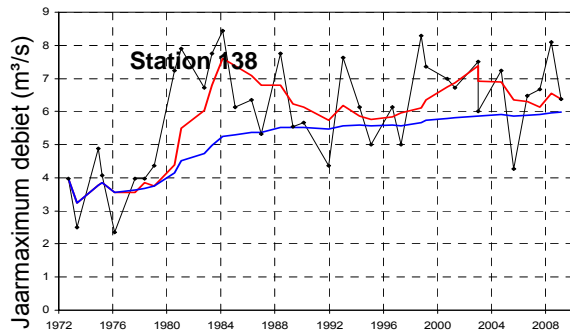
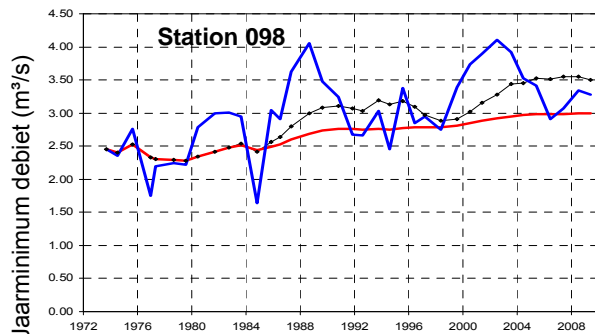
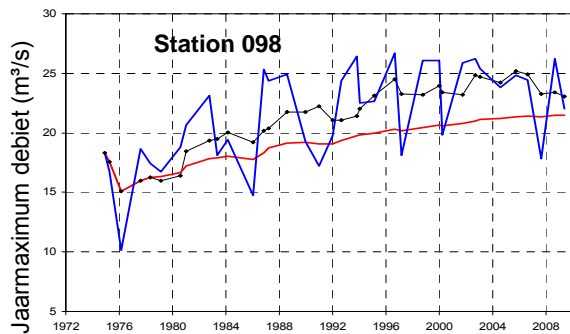
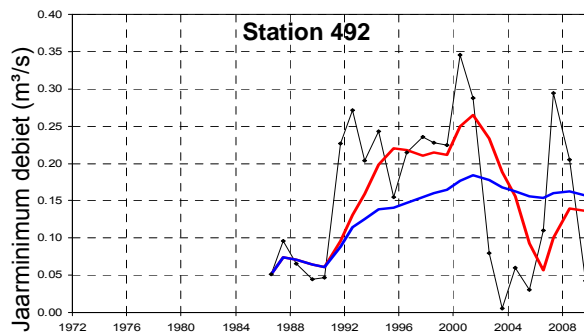
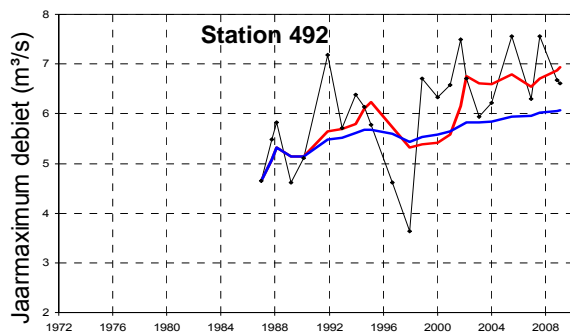
Station 155 vertoont een dalende trend voor de piekdebieten, de tijdreeks vanaf 1972-'75 is nagenoeg even lang als in de stations met een stijgende trend, een verklaring voor dit fenomeen is niet direct voorhanden. Station 165 vertoont geen uitgesproken trend voor de piekdebieten.

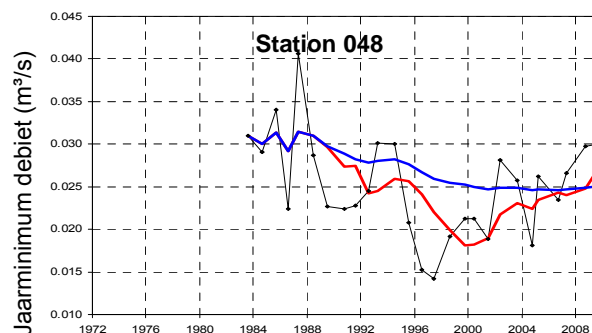
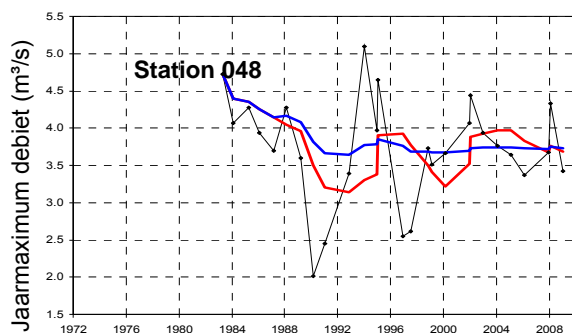
Andere stations zoals 009, 425 en 048 hebben een kortere tijdreeks, de trend in de voorbije decade is zeer flauw positief of negatief.

De laagwaterdebieten vertonen evenmin een eenvormige, duidelijke trend. Laagwaterdebietsmetingen kampen de laatste jaren met een verstoring van de debietkromme door kruidgroei in de bedding. Deze evolutie is begonnen in de zandstreek, en breidt verder uit naar de hellende gebieden. Dergelijke ontwikkeling vereist een aanpassing van het meetnet, die in 2010 nog in volle ontplooiing is. Aangenomen dat de kwaliteit van de laagwatermetingen voldoende goed bleef, kunnen meetplaatsen met een stijgende trend voor hoogwaterdebieten, zowel een stijgende (zoals in station 098) als een dalende (zoals in station 347) trend vertonen voor laagwater. Een analoge vaststelling geldt voor stations met een dalende trend voor de hoogwaterpieken.

Figuur 20: Maximum en minimum waarden van debieten in de onderzochte stations







Zwarte lijnen zijn de jaarwaarden, rode lijnen de 5-jaarlijkse gemiddeldes en blauwe lijnen de (doorlopende) voorschrijdende gemiddeldes

Bron: VMM

### Concentratietijden van hoogwatergolven

De tijdreeks van station 347 is verder onderzocht op individuele hoogwatergolven. De analyse resulteerde in 161 afvoergebeurtenissen waarvoor alle kenmerken van de hoogwatergolf en de begeleidende regen zijn verzameld:

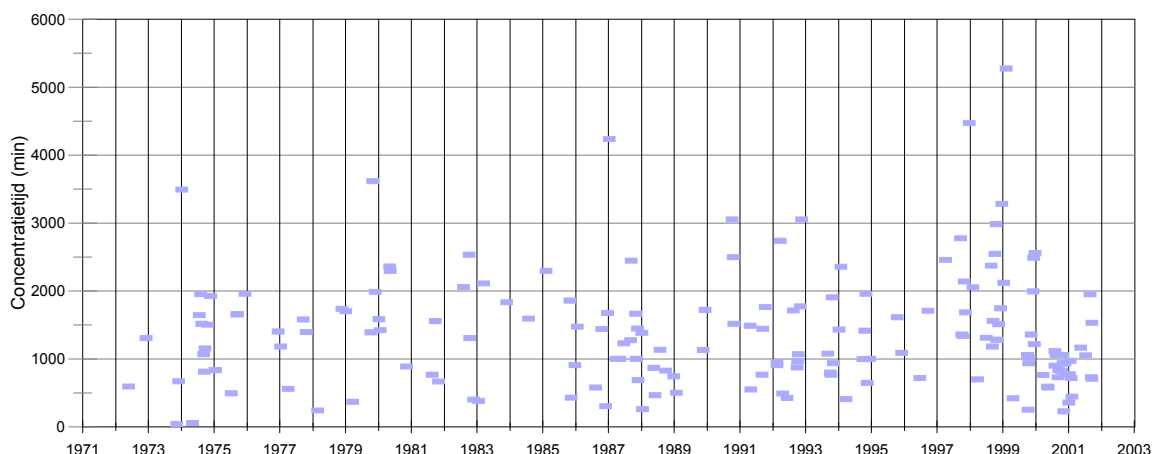
- de duur en de hoogte van de regen, samen met het tijdstip van het zwaartepunt van het hyetogram (neerslag in functie van de tijd), waarvan het tijdsverloop overgenomen is van het pluviograafstation te Melle. Omdat dit station buiten het stroomgebied van 347 ligt, is het juiste tijdstip van het zwaartepunt van de regen over het stroomgebied niet gekend. Men kan bij deze afleiding alleen aannemen dat de fout over de meetperiode gemiddeld gelijk blijft.
- de duur en het volume van de afvoer, samen met het tijdstip van het zwaartepunt van het hydrogram (debiet in functie van de tijd)
- de grootte en het tijdstip van de basisafvoer aan het begin en het einde van de runoffgebeurtenis
- de concentratietijd is bepaald als het verschil tussen de zwaartepunten van regen en totale afvoer

De keuze van station 347 volgt uit het feit dat in dit station een stijgende trend zou zijn waar te nemen sinds de aanvang van de metingen in 1972. De vermindering in concentratietijd wordt vaak aangenomen als de oorzaak van grotere runoffdebieten, maar wordt door de analyse van station 347 niet bevestigd (figuur 21). Er werd immers geen significante correlatie tussen de concentratietijd en het jaartal van de hoogwatergolf. De parameters die wel een significante bijdrage leveren zijn de runoffduur (significantie beter dan 0,1 %), de runoffsom (beter dan 0,1 %) en de regenduur (significantie 1,5 %). De correlatiecoëfficiënt blijft onder de 0,51 en resulteert dus in minder goede voorspellingen van de concentratietijd.

Een expliciete regressie tussen de concentratietijd en het jaar (tijdstip) van de hoogwatergolf levert geen relevante vergelijking op:  $T_m = 1275 + 0,0039T_{q_{max}}$ .

De significantie van  $T_{q_{max}}$  is echter niet beter dan 68 % (d.w.z. in 68 % van de gevallen is de coëfficiënt van  $T_{q_{max}}$  gelijk aan nul) en de fout op de coëfficiënt van  $T_{q_{max}}$  is drie maal groter dan de coëfficiënt van  $T_{q_{max}}$  zelf.

Figuur 21: Concentratietijd voor afvoergolven in station 347 (1972-2002)



Bron: VMM

### Conclusie

Op basis van een negental stations uit het limnimetrisch net op de onbevaarbare waterlopen werd getracht een idee te krijgen van trends en evoluties in het afvoergedrag. Bij deze analyse is het verschil tussen de hydrologische regio's in Vlaanderen andermaal geïllustreerd.

Algemeen kan gesteld worden dat de bemeten periode krap blijft voor het bepalen van langdurige trends. De langste meetreeks bedraagt 39 jaar, wat voor de inschatting van wijzigingen in langlopende trends eerder kort is. Bijkomende gegevens (andere stations en/of langere tijdreeksen) leiden mogelijks tot andere conclusies. Daarnaast is het ontbreken van gemeten evoluties in verharding een beperkende factor waardoor eventuele trends slechts indicatief gekoppeld kunnen worden aan verharding.

De afvoervolumen lijken in de meeste gevallen mee te stijgen met de neerslag. Over de onderzochte periode blijkt het stijgingsritme van de neerslag af te zwakken na 1990. Ook de totale afvoer gemiddeld over alle onderzochte stations verloopt volgens datzelfde patroon.

Voor het gemiddelde van de 9 stations stijgt het afvoervolume over de ganse duur van de meetreeks. Maar de conclusies over stijgende of dalende trends blijken erg gevoelig aan de onderzochte periode, met name het voorkomen van één of meerdere droge jaren. De meetreeksen vanaf 1992 (met toch een tijdreeks van 18 jaar) laten een kentering in de trends vermoeden: stijgen verandert in dalen.

De meetreeksen in de verschillende stations tonen duidelijk het gevaar van een veralgemening aan: over dezelfde tijdreeksen is de trend niet eenduidig, zowel voor hoogwater als voor laagwater. Extrapolatie van de resultaten van een bepaald station zowel naar tijd als naar ruimte is onverantwoord.

De evolutie van de verstening kent wellicht wel overal een stijgende trend. Hoewel het verleidelijk is om een verband te leggen tussen de verstening en een stijging van de hoogwaterdebieten, is het verband hiervoor niet altijd aanwezig in ieder station. Voor een willekeurig stroomgebied is een evolutie van de verharding tot heden niet mogelijk. In vergelijking met de overheersende invloed die in vele gevallen aan de stijgende verstening wordt toegedicht, zijn er in het verleden weinig inspanningen geleverd om de groeiende verstening cijfermatig te volgen.

In verschillende stations is er de invloed van kruidgroei en verstoring van de bestaande debietkromme; het meetnet is in een fase van aanpassing om deze invloed te onderkennen. Mogelijks stijgen de piekdebieten in een aantal stations omwille van de verstening.

Het limnimetrisch net op de onbevaarbare waterlopen is niet ontworpen op het volgen van dergelijke effecten, en bij uitzondering kan aangetoond worden dat de pieken van de verharde oppervlakken geen stijging betekenen van de landelijke hoogwaterafvoeren.

Uiteindelijk werden voor het station 347 ook de afvoergolven onderzocht. Station 347 is één van de stations met de meest uitgesproken trend in de stijging van de afvoerpieken. Er blijkt geen significante stijging of daling van de concentratietijden voor te komen. Een stijging van de piekdebieten als gevolg van een sneller afvoeren van de neerslag wordt door de waarnemingen niet ondersteund.

### *Evaluatie en maatregelen*

#### Infiltratievoorzieningen

*Infiltratie* van niet-verontreinigd regenwater in de bodem is in feite niet meer dan een belangrijk deel van de natuurlijke gang van zaken in de waterkringloop. Actieve infiltratie van regenwater in de bodem wordt momenteel ingepast in de strijd tegen verdroging<sup>7</sup>, en ondersteunt onrechtstreeks het streven naar een verbeterde oppervlaktewaterkwaliteit.

Het is vanuit de hierboven geschetste overweging dat de Vlaamse regering besloot een bijkomende stimulans te geven aan het duurzaam gebruik (en afvoer) van water. Ook deze gewestelijke subsidie is gekoppeld aan het ondertekenen van de samenwerkingsovereenkomst. Inwoners die het regenwater van het rioleringsstelsel afkoppelen en een infiltratievoorziening aanleggen als alternatieve afvoer en hiervoor van een gemeentelijke premie genieten en de gemeente ondertekende de samenwerkingsovereenkomst, krijgen er een bijkomende subsidie van het Vlaamse Gewest bovenop, op voorwaarde dat de infiltratievoorziening voldoet aan de code van goede praktijk voor regenwaterputten en infiltratievoorzieningen. Een overzicht van de gewestelijke subsidie voor infiltratievoorzieningen wordt gegeven in tabel 4.

*Tabel 4: Evolutie van het aantal en het totaal bedrag van gewestelijke subsidies voor duurzaam gebruik en afvoer van water (Vlaanderen, 2002-2007)*

dossiers ingediend in	regenwaterputten	infiltratievoorzieningen	aantal gemeenten	bedrag (euro)
2002	384	5	109	184 400
2003	740	25	165	198 950
2004	804	13	239	205 536
2005	1 019	101	249	290 631
2006	834	69	241	233 676
2007*	848*	79*	239*	258 742*

\* cijfers voor 2007 zijn nog niet volledig, stand op 02-10-2007

Bron: VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer

### **Hydraulisch gedrag van de Zeeschelde**

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

<sup>7</sup> In het kader van een actualisatie van de drainageklasse van de bodemkaarten wordt in een studie door de UGent, het fenomeen van verdroging mogelijks tegengesproken. Gesteld dat de "oude" drainageklasse van de bodemkaarten juist, dat beschikbare informatie van grondwaterpeilen correct is en de "goede" tijdreeksen omvatten, geven de besluiten op basis van deze grondwaterpeilen een lichte algemene vernatting over geheel Vlaanderen aan. Het echte beeld is veel complexer, sommige regio's tonen een verdroging, andere een vernatting, en deze trends verschillen over de drainageklassen, zowel in grootte als in zin (verdrogen/vernatten). Eén besluit is gemeen met de trends in de waterdebieten: veralgemenen en extrapoleren is niet aanbevolen.

Door zijn open verbinding met de Noordzee kent de Schelde een dubbeldaags getij (vandaar de naam Zeeschelde). Het getij komt via de Westerschelde langs Antwerpen, Temse en Dendermonde tot Gent, waar het door sluisen en stuwen wordt tegengehouden (figuur 22). Het getij beïnvloedt ook een groot aantal zijrivieren van de Schelde.

Sinds 1885 worden systematisch metingen van de waterstanden op de Zeeschelde uitgevoerd. Naast de klassieke tijmeters met op- en neergaande vlotter en met een inktregistratie op een papierrol, deden op het einde van de jaren zeventig ook elektronische online-systemen hun intrede. Een weinig onderbroken reeks van nauwkeurige waarnemingen van alle hoog- en laagwaterstanden op meer dan dertig plaatsen geeft de mogelijkheid om een terugblik op de evolutie van de waterstanden gedurende de voorbije eeuw te werpen.

*Figuur 22: Westerschelde en Zeeschelde: overzichtskaart*

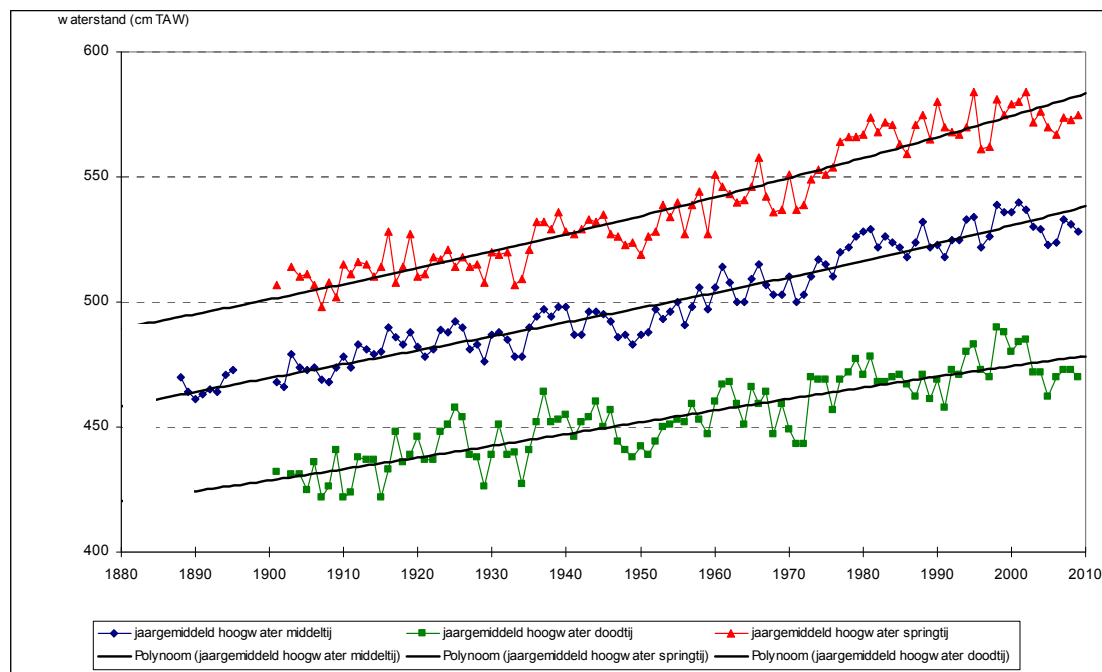


Bron: WL, MOW

De waterstanden kennen een plaatsgebonden evolutie, die bv. verschilt in zee t.o.v. in Antwerpen of nabij Gent. Enerzijds is die evolutie afhankelijk van de trend in de Noordzee zelf, maar anderzijds ook van rivierveranderingen in komberging, morfologie (natte sectie, weerstand ...) en andere invloeden zoals de aanvoer van bovendebiet. Hier wordt de analyse beperkt tot de meetlocatie 'Antwerpen-Loodsgebouw'.

Sinds 1885 bestaat er een trend van stijgende hoogwaterstanden (figuur 23). Tot ongeveer 1955 is de stijging quasi lineair, nadien sterker om de laatste twee decennia weer af te vlakken. Deze trendbreuk kan worden gerelateerd aan de bathymetrische ontwikkeling van het Schelde-estuarium, waarbij vooral moet gedacht worden aan de ontwikkeling van het Gat van Ossensise en van de Overloop van Hansweert in de jaren 50 en 60 van vorige eeuw: twee hoofdgeulen in plaats van één enkele hoofdgeul, en een vermindering van de globale beddingweerstand. Die zorgden voor een extra toename van de tij-kracht, in eerste instantie resulterend in een verhoging van de hoogwaterstanden opwaarts, en in tweede instantie in een verlaging van laagwaterstanden opwaarts. Daardoor is er een flinke toename van de getijslag.

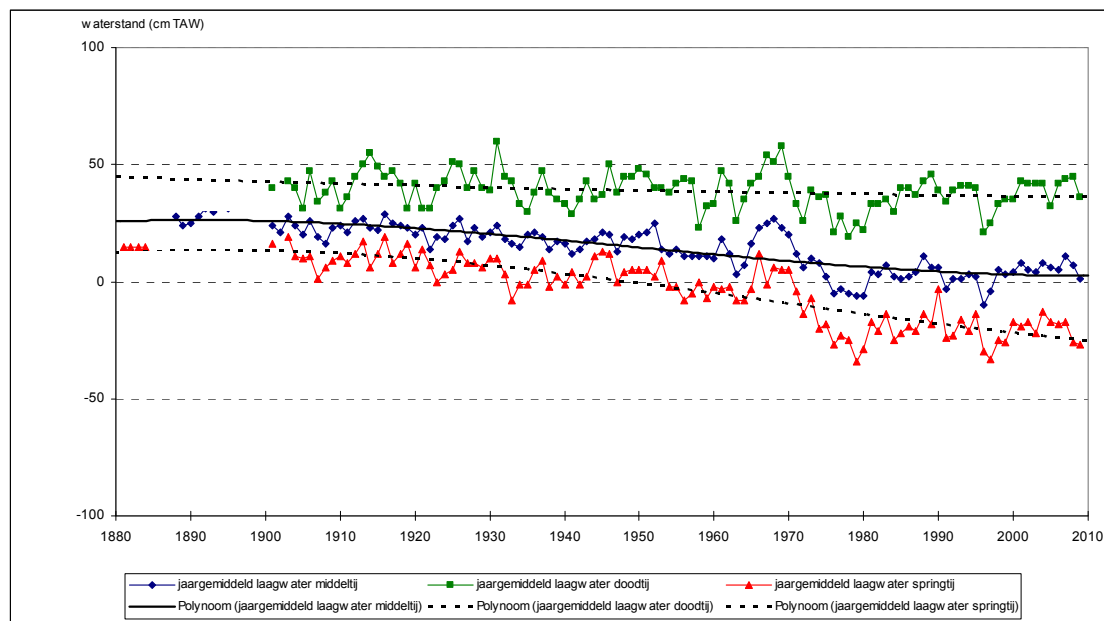
Figuur 23: Jaargemiddelden van hoogwater van de Zeeschelde (Antwerpen-Loodsgebouw, 1885-2009)



Bron: Taverniers et al. (2010)

Figuur 24 toont analoge grafieken en trendlijnen, maar dan voor de evolutie van laagwater. Ook hier geldt 1955 als kanteljaar. Dan valt op dat voor 1955 er inderdaad en overigens geheel normaal, schommelingen zijn in het verloop van jaargemiddelde laagwaters, zowel bij middeltij, springtij als doortij, maar die schommelingen zijn na 1955 beduidend groter. In de eerste periode, voor 1955, is er een gestage daling van de gemiddelde laagwaterstanden bij middeltij en springtij, met voor middeltij ongeveer 15 cm over 70 jaar (dus iets meer dan 2 cm per tien jaar) en voor springtij 7 cm over 55 jaar (dus iets meer dan 1 cm per tien jaar). De daling van laagwaters bij doortij is kleiner m.n. slechts enkele cm over 55 jaar (dus iets meer dan 0,5 cm per tien jaar). Dat vormt een duidelijk verschil tussen de evolutie van enerzijds middeltijden en springtijten tegen anderzijds doortijten. Ook na 1955 is de daling bij doortij relatief klein en zelfs in dezelfde orde van grootte (iets meer dan 0,5 cm per tien jaar). De daling van middeltij is uitgesprokener, nl. iets meer dan een tiental cm over 55 jaar (dus bijna 2 cm per tien jaar) en bij springtij nog groter (ongeveer 22 cm over 55 jaar of 4 cm per tien jaar).

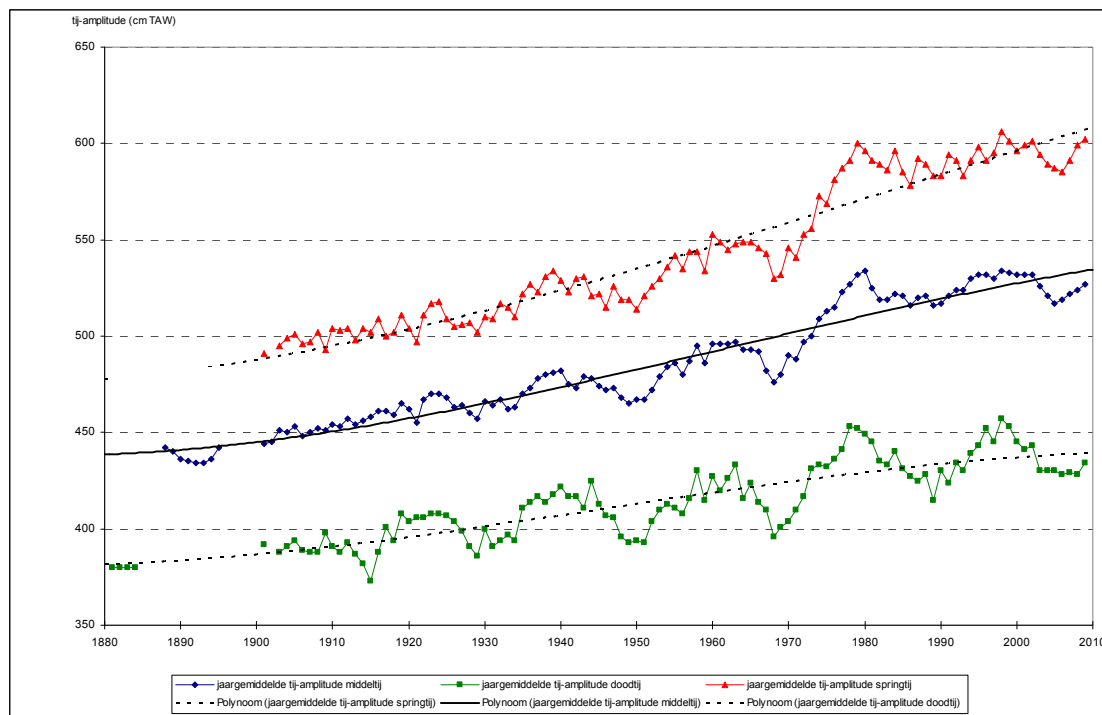
Figuur 24: Jaargemiddelden van laagwater van de Zeeschelde (Antwerpen-Loodsgebouw, 1885-2009)



Bron: Taverniers et al. (2010)

Uit de evolutie van hoger wordende hoogwaterstanden en lager wordende laagwaterstanden volgt een flinke toename van de tijverschillen of tij-amplitudes (figuur 25). Uiteraard blijft 1955 het kanteljaar. Voor dat jaar vergrootten de tijverschillen zich volgens een lineaire trend, en zijn hun schommelingen rond de trendlijn ook kleiner dan na 1955. In de periode 1955-2000 neemt het groter worden van de tijverschillen toe met een polynoom van tweede graad, tenminste voor middeltij en springtij, want bij de doortijden blijft de lineaire trend regel, beïnvloed door de zonet geschetste evolutie van laagwater bij doortij. Ook bij de evolutie van het tijverschil valt op dat over de laatste jaren, er een afvlakking te zien is, geheel in overeenstemming met de evoluties bij de hoog- en laagwaterstanden.

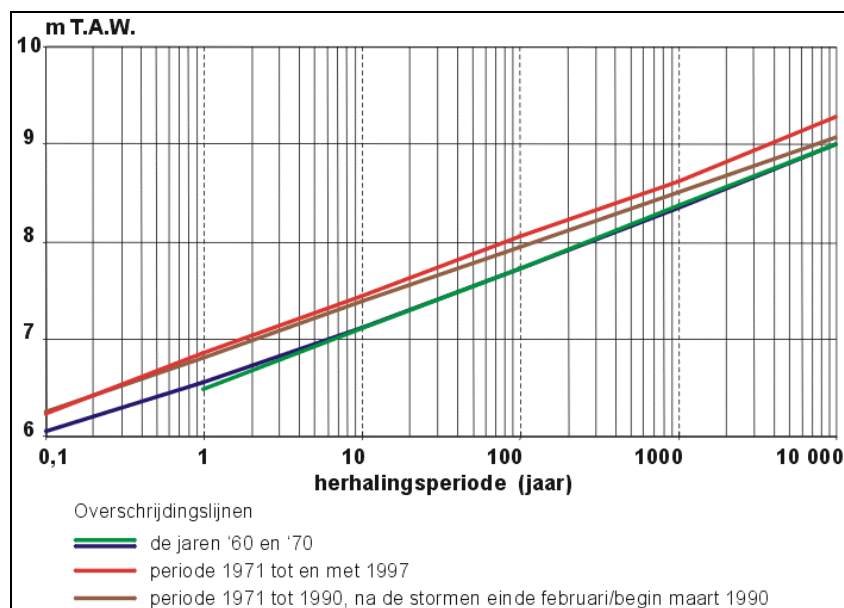
Figuur 25: Jaargemiddelden van tij-amplitudes van de Zeeschelde (Antwerpen-Loodsgebouw, 1885-2009)



Bron: Taverniers et al. (2010)

Ook de kans op het voorkomen van hoogwaterstanden boven een bepaalde waarde (overschrijdingsfrequentie) evolueert in de tijd. In figuur 26 worden vier overschrijdingslijnen van hoogwater getoond in Antwerpen-Loodsgebouw. De kans op hoge hoogwaterstanden stijgt in de loop der jaren. In blauwe en groene kleur worden de overschrijdingslijnen voor de jaren 60 en 70 weergegeven. De bruine lijn is de overschrijdingslijn voor de periode 1971 tot 1990 gemaakt na de stormen einde februari/begin maart 1990 (op slechts één week vier buitengewone en drie gewone stormvloed). De rode overschrijdingslijn werd opgesteld voor de periode 1971 tot en met 1997.

Figuur 26: Overschrijdingsfrequentie van hoogwaterstanden in de Zeeschelde in Antwerpen-Loodsgebouw



Bron: WL, MOW

De evolutie van de gemiddelde hoogwaterstanden, laagwaterstanden en tij amplitudes is toe te schrijven aan diverse factoren. Een verandering van de zeespiegel, wijzigingen in het kombergend vermogen en de morfologie van de Schelde (bv. door baggerwerken) en wijzigingen in het afvoergedrag van de zijrivieren van de Schelde (bv. door de toename in verharde oppervlakte) zijn mede oorzaak van de geobserveerde trend.

### Overstromingen en overstromingsrisico's

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

#### Inleiding

In het decreet integraal waterbeleid wordt een overstroming gedefinieerd als "het tijdelijk onder water staan van land dat normaliter niet onder water staat, veroorzaakt door onder meer overstromingen door waterlopen en overstromingen door de zee". Dit deel vat aan met een beschrijving van het overstromingsbeleid. Vervolgens worden verschillende overstromingskaarten gepresenteerd. Daarna komen het aantal overstromingen en het risico op schade aan bod.

#### Europese richtlijn voor de beoordeling en het beheer van overstromingen

Op 23 oktober 2007 kwam Europese richtlijn 2007/60/EG van het Europees Parlement en de Raad tot stand over de beoordeling en het beheer van overstromingsrisico's. Deze richtlijn – kortweg overstromingsrichtlijn (ORL) genoemd – stelt dat overstromingen natuurverschijnselen zijn die dus niet kunnen voorkomen worden. Het is echter wenselijk de negatieve impact ervan op mens, milieu, cultureel erfgoed en economie te verminderen. Er zijn verschillende soorten overstromingen en niet allemaal komen ze in alle landen van de Europese Unie voor. Daarom zijn het de lidstaten die de doelstellingen voor hun overstromingsrisicobeheer moeten vastleggen. Zij moeten wel zorgen voor coördinatie en hun acties niet enkel op de plaats van de ingreep beoordelen maar op schaal van het volledige stroomgebied. Het solidariteitsbeginsel is bij het beheer van overstromingsrisico's van groot belang en er moet dus een billijke verdeling zijn van de verantwoordelijkheden tussen de verschillende betrokken partijen. Behalve dat deze richtlijn stelt dat overstromingen

niet altijd kunnen voorkomen worden, stelt ze ook dat niet enkel gewerkt moet worden aan bescherming ertegen. Er moet ook speciale aandacht uitgaan naar preventie en paraatheid.

De richtlijn bestaat uit drie grote stappen of onderdelen:

- voorlopige overstromingsrisicobeoordeling;
- overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten;
- overstromingsrisicobeheerplannen.

De voorlopige risicobeoordeling dient te gebeuren op basis van beschikbare of makkelijk af te leiden informatie. Hierbij wordt een eerste expliciete link gemaakt met de gevolgen van klimaatverandering. Van de overstromingen uit het verleden of mogelijke toekomstige overstromingen moeten niet enkel fysische eigenschappen zoals locatie en uitgestrektheid aangegeven worden, maar ook de (mogelijke) negatieve gevolgen. Op basis van die voorlopige beoordeling moeten de lidstaten die gebieden aanduiden waarvoor er een potentieel significant overstromingsrisico bestaat of kan worden verwacht. Uiterlijk 22/12/2011 moeten die voorlopige beoordelingen klaar zijn. In tegenstelling tot de andere onderdelen, zijn de lidstaten niet verplicht deze stap te nemen.

De volgende stap is om voor alle gebieden met een potentieel significant risico kaarten op te maken. Een eerste reeks kaarten moet de omvang en waterdiepte en indien van toepassing debieten en stroomsnelheden weergeven voor overstromingsscenario's met minimaal 3 verschillende kansen van voorkomen, gaande van een kleine kans of buitengewone gebeurtenis tot (indien van toepassing) een grote kans. Daarnaast moet voor ieder van deze scenario's ook aangegeven worden wat de gevolgen zijn: aantal potentieel getroffen inwoners, type getroffen economische bedrijvigheid, aanduiden van installaties die voor verontreiniging kunnen zorgen en van gebieden die beschermd zijn zoals Habitatrichtlijngebieden en Vogelrichtlijngebieden. Alle kaarten moeten uiterlijk 22/12/2013 klaar zijn.

Het sluitstuk van de ORL is de opmaak van overstromingsrisicobeheerplannen. Hierin stellen de lidstaten adequate doelstellingen vast en werken ze maatregelen uit. Hierbij wordt rekening gehouden met principes zoals kosten-batenverhouding, de omvang van de overstroming, maar ook met de verschillende functies en grondgebruiken langsheen het potentieel overstroombare gebied. De doelstellingen en maatregelen mogen ook niet in tegenspraak zijn met deze voor de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG). Uiterlijk op 22/12/2015 moeten deze plannen voltooid zijn.

#### *De situatie voor Vlaanderen*

Voor Vlaanderen is de omzetting van de ORL gebeurd door de aanpassingen van 16 juli 2010 (BS 19/08/2010) van het decreet integraal waterbeleid van 18 juli 2003. Door de omzetting van de kaderrichtlijn Water (KRW) en de ORL in één decreet te integreren, wordt aangegeven dat een verregaande afstemming tussen beide richtlijnen verzekerd wordt. De bevoegde autoriteiten (voor Vlaanderen de Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (CIW)) en de beheerseenheden zijn voor de ORL ook dezelfde als bij de KRW. De nieuwe richtlijn laat het inschatten van de overstromingsrisico's, de gewenste graad van bescherming en de keuze en timing van de te nemen maatregelen over aan de lidstaten. Afstemming met de kaderrichtlijn Water is noodzakelijk, maar Vlaanderen zal al vanaf de plancyclus die eindigt in 2015 de overstromingsrisicobeheerplannen volledig in de stroomgebiedsbeheerplannen integreren.

Op Europees niveau zal de wijze van samenwerking tussen de lidstaten geregeld worden. Daarbij wordt de bestaande kaderrichtlijn Water als richtsnoer gebruikt. Zo zal op het niveau van de stroomgebiedsdistricten het overleg plaatsvinden via de bestaande stroomgebiedcomités, zoals die voor de Schelde en voor de Maas. Grensoverschrijdende knelpunten krijgen hier speciale aandacht.

De voorlopige risicobeoordeling laat toe om bepaalde gebieden uit te sluiten. Voor Vlaanderen is er geen enkel bekken waar in het verleden geen overstroming met schade is opgetreden. Er zullen dus ook geen bekkens kunnen worden uitgesloten. De stap van de voorlopige beoordeling wordt dan ook overgeslagen (mogelijkheid is voorzien in de ORL) en Vlaanderen gaat meteen over tot het maken van de overstromingsgevaarkaarten en overstromingsrisicokaarten. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen significante en belangrijke overstromingen. Significante overstromingen zijn deze (naar analogie met de KRW) vanuit de Vlaamse waterlichamen en de zee. Indien het nodig is voor de opmaak van evenwichtige plannen of in het kader van grensoverschrijdende afspraken kunnen hier ook andere overstromingen aan toegevoegd worden. Al wie getroffen wordt door wateroverlast zal aangeven dat deze gebeurtenis een belangrijke impact heeft. Omdat het hierbij gaat om geografisch beperkte overstromingen, waarbij de te nemen maatregelen weinig impact hebben op de rest van het stroomgebied zal hierover geen rapportering gemaakt worden in het kader van de ORL. Vlaanderen houdt wel degelijk rekening met deze gebeurtenissen maar neemt de maatregelen die moeten getroffen worden op in de (deel)bekkenbeheerplannen.

Verder wil Vlaanderen flexibel zijn. Zo worden overstromingen vanuit rioleringen niet standaard meegenomen, maar ook niet volledig uitgesloten. Bij de opmaak van de kaarten en de plannen wordt niet gekozen voor vaste terugkeerperiodes voor gans Vlaanderen maar ze worden aangepast tot waarden die relevant zijn voor de beoordeling van voorgestelde maatregelen. Zowel voor de bevaarbare als onbevaarbare waterlopen wordt gewerkt aan het updaten van de randvoorwaarden voor de modellen, rekening houdend met klimaatverandering. Er zijn nog openstaande onderzoeksvragen, die misschien niet allemaal kunnen beantwoord worden in deze eerste plancyclus voor de ORL. Toch moeten deze vragen (zoals het omgaan met bressen, beter berekeningsmethoden voor het aantal slachtoffers en getroffen en ...) nu al aangevat worden: uitstellen tot na 2015 en het begin van de daaropvolgende planperiode maakt dat de resultaten anders nooit beschikbaar zijn.

Internationaal worden gegevens op niveau van het internationale stroomgebied uitgewisseld. Voor sommige termen zoals 'potentieel significante overstromingen' of een 'aanzienlijke toename van het risico' moet de definitie internationaal nog verder afgestemd worden. Binnen Vlaanderen en in het ganse internationale stroomgebied moet over de inhoud van de overstromingsgevaarkaarten en overstromingsrisicokaarten geïnformeerd worden. Voor de overstromingsrisicobeheerplannen is een consultatieprocedure voorzien. In Vlaanderen zal dit openbaar onderzoek samenvallen met het openbaar onderzoek voor de volgende generatie stroomgebiedsbeheerplannen; de overstromingsrisicobeheerplannen zullen hier immers integraal onderdeel van uitmaken.

#### *Watertoets: instrument van het integraal waterbeheer*

Met het decreet Integraal Waterbeleid van 24 november 2003 is de watertoets in Vlaanderen van kracht. Bij elke beslissing over een plan, programma of vergunning moet de bevoegde overheid nagaan of er schade kan ontstaan aan het oppervlaktewater, het grondwater of de waterafhankelijke natuur. Als er inderdaad sprake is van een nadelig effect, zal die overheid een aantal voorwaarden opleggen om dat gevolg te voorkomen of te beperken, het te herstellen of te compenseren. Alleen als er geen mogelijkheden zijn tot beperking, herstel of compensatie van de schade, kan finaal de goedkeuring van het initiatief worden geweigerd. Het resultaat van de watertoets wordt als een waterparagraaf opgenomen in de vergunning of in de goedkeuring van het plan of het programma.

Op 20 juli 2006 is een eerste uitvoeringsbesluit goedgekeurd over de watertoets. Het besluit bevat nadere regels en geeft de lokale, provinciale en gewestelijke vergunningverleners richtlijnen over het toepassen van de watertoets. De richtlijnen geven aan in welke gevallen zij advies moeten vragen aan waterbeheerders om mogelijke schadelijke effecten te evalueren. Een verwijzing naar de watertoetskaart met overstromingsgevoelige gebieden toont bijvoorbeeld wanneer en aan wie er advies moet worden gevraagd als iemand wil bouwen in overstromingsgebied.

De toepassing van de watertoets heeft er voor gezorgd dat de waterproblematiek in het algemeen en het begrip ruimte voor water in het bijzonder bij nieuwe initiatieven en ontwerpen de aandacht krijgt die ze verdienen. Vrijelijk bebouwen van overstromingsgebieden werd aan banden gelegd, hemelwater wordt verplicht hergebruikt, geïnfilteerd, gebufferd en vertraagd afgevoerd, en er gaat meer aandacht uit naar het beschermen van grond- en oppervlaktewater tegen diffuse en accidentele verontreiniging.

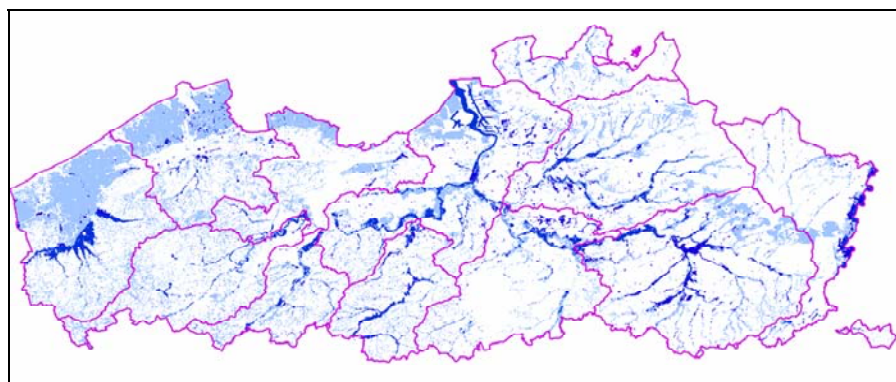
De site [www.watertoets.be](http://www.watertoets.be) bevat de nodige achtergrondinformatie en hier kunnen ook de richtlijnen en de kaarten worden geraadpleegd via een vraaggestuurd internet instrument. De watertoetskaarten kunnen ook rechtstreeks worden geraadpleegd op het AGIV geoloket <http://geo-vlaanderen.agiv.be/geo-vlaanderen/watertoets/>.

### **Overstromingskaarten**

#### *Watertoetskaart*

Naast de al bekende kaarten van de van nature overstroombare gebieden (NOG) en de recent overstroomde gebieden (ROG), ontwikkelde de Vlaamse overheid in het kader van de watertoets een Watertoetskaart met overstromingsgevoelige gebieden (goedgekeurd op 20 juli 2006, van kracht op 1 november 2006). De kaart bevat de effectief overstromingsgevoelige gebieden (donkerblauw op kaart) en de mogelijk overstromingsgevoelige gebieden (lichtblauw, figuur 27).

*Figuur 27: Overstromingsgevoelige gebieden voor de watertoets (2006)*



Bron: Afdeling Operationeel Waterbeheer, VMM

De *mogelijk overstromingsgevoelige gebieden* zijn die gebieden die overstromingsgevoelig zijn op basis van de van nature overstroombare gebieden (NOG, exclusief colluvia), de potentiële overstromingsgebieden (POG), en de mijnverzakkingsgebieden (MVG) die buiten de effectief overstromingsgevoelige gebieden vallen. Bovendien werden die gebieden weggelaten die zijn aangeduid als woongebied, openbaar nut, dienstverlening, recreatie, bedrijventerreinen en andere infrastructuur (excl. uitbreidingsgebieden en reservegebieden) volgens het gewestplan, de plannen van aanleg en ruimtelijke uitvoeringsplannen tot september 2005. In totaal behoort 233 022 ha of 17 % van het Vlaamse Gewest tot het *mogelijk overstromingsgevoelig gebied*.

De *effectief overstromingsgevoelige gebieden* zijn enkel die gebieden die met een zekerheid grenzende waarschijnlijkheid overstromingsgevoelig zijn. Ze worden afgeleid via een omhullende contour van de gecorrigeerde versie van de recent overstroomde gebieden (ROG-05), de gemodelleerde overstromingsgebieden (terugkeerperiode  $\leq 100$  jaar) langs onbevaarbare waterlopen (eerste categorie en soms aangevuld met tweede categorie) (MOG-AWA), en de gemodelleerde overstromingsgebieden langs bevaarbare waterlopen (MOG-MOW). De ROG-05 kaart bevat alle gekarteerde overstromingen uit de periode 1988-2005 inclusief alle verbeteringsvoorstellen die in de voorbije jaren werden overgemaakt en gecorrigeerd aan de hand van het Digitaal Hoogte Model-Vlaanderen (DHM).

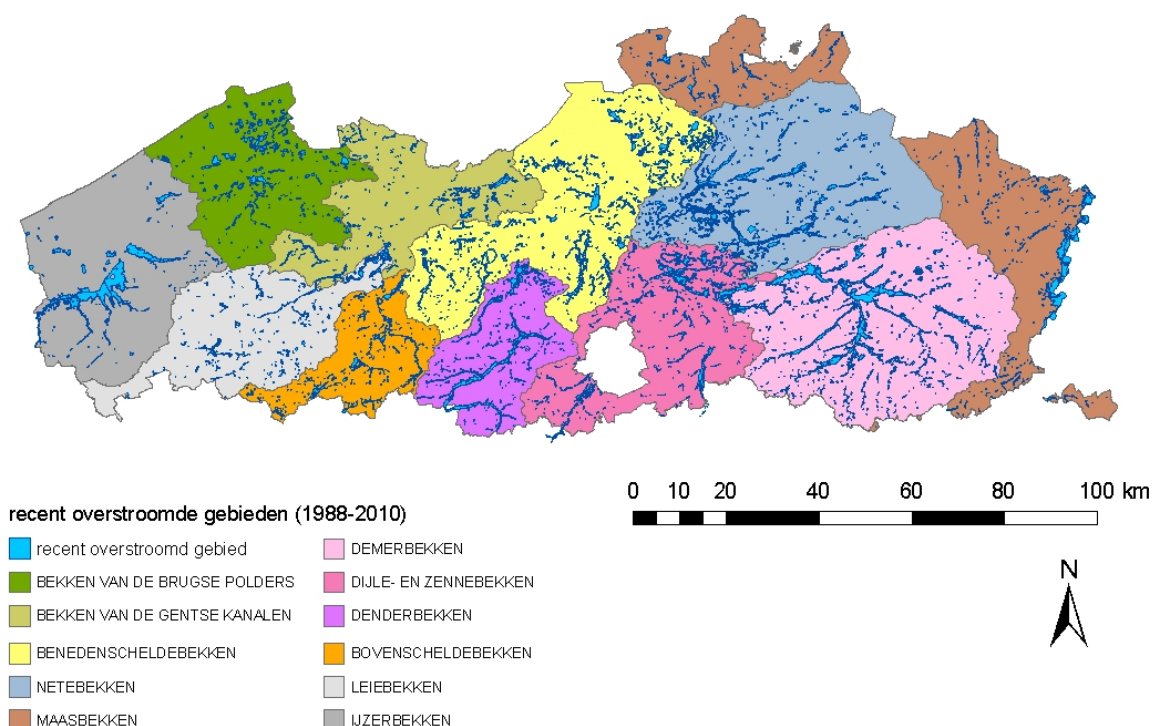
In totaal omvatten de *effectief overstromingsgevoelige gebieden* 67 755 ha of 5 % van het Vlaamse Gewest.

#### *Van nature overstroombare gebieden en recent overstroomde gebieden*

De NOG-kaart geeft de van nature overstroombare gebieden weer en is in het Vlaamse Gewest goed voor een oppervlakteaandeel van 24,35 %. Deze gebieden zijn een indicator voor de gebieden die in een volledig natuurlijk watersysteem - wars van elke antropogene invloed - zouden overstromen.

De ROG-kaart toont de recent overstroomde gebieden in de periode 1988 - 2010 en omvat ongeveer 5 % van het Vlaamse Gewest (figuur 28).

*Figuur 28: Recent overstroomde gebieden (ROG) (Vlaanderen, 1988-2010)*



Bron: VMM

Op de MOG-kaarten staan de door waterbeheerders gemodelleerde overstromingsgebieden. Er is geen uniforme MOG kaart beschikbaar, want de omvang ervan wordt bepaald door de uitgangsgegevens van de hydrologische en hydraulische modellen waarmee deze kaarten werden opgebouwd. Zo geeft een verschillende terugkeerperiode of kans van voorkomen telkens een andere omvang van de overstroomde gebieden.

Vertrekkend van deze basiskaarten worden andere overstromingskaarten afgeleid. De belangrijkste zijn momenteel:

- watertoetskaart met overstromingsgevoelige gebieden (zie hoger)
- risicokaart voor de verzekering tegen overstromingsrisico's (zie verder)

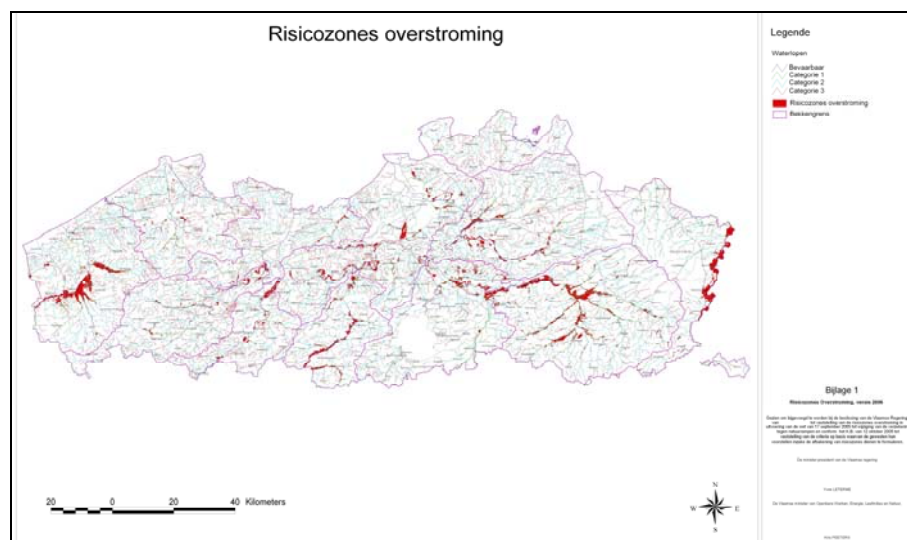
De risicokaart, de ROG-kaart en de NOG-kaart zijn sinds oktober 2003 raadpleegbaar via het geoloket overstromingen: <http://geo-vlaanderen.agiv.be/geo-vlaanderen/overstromingskaarten>

### Verzekeringskaart: risicozones voor overstroming

De wet over de verplichte verzekering tegen natuurrampen –via de brandverzekering voor particuliere woningen– is sinds 1 maart 2006 goedgekeurd door de federale regering. In die wet worden risicozones voor overstromingen<sup>8</sup> gedefinieerd als 'plaatsen die aan terugkerende en belangrijke overstromingen blootgesteld werden of blootgesteld kunnen worden'. De criteria waarop de risicozones worden afgebakend zijn de terugkeerperiode van de overstroming (minstens 1 keer om de 25 jaar) en de overstromingshoogte in de risicozones (minstens 30 cm).

Langs de onbevaarbare waterlopen werd op basis van modellering een oppervlakte van 8 778 ha afgebakend waar met een terugkeerperiode van 25 jaar overstromingen kunnen optreden. Langs de bevaarbare waterlopen werden 12 731 ha ingetekend als gemodelleerd risicogebied. Dit gemodelleerde risicogebied werd vergeleken met de ROGDHM-kaart die de gebieden die recent overstroonden in kaart brengt. Daarnaast werden enkel die gebieden geselecteerd waar de overstromingshoogte minstens 30 cm bedraagt. Via de omhullende contour van beide kaarten werd 37 668 ha of 2,74 % van de totale oppervlakte van het Vlaamse Gewest ingetekend als risicozone voor overstroming (figuur 29).

Figuur 29: Risicozones overstroming voor de natuurrampenverzekering (Vlaanderen, 2006)



Bron: geoloket Vlaanderen (2006)

Wie in een risicozone woont, zal vanaf de hernieuwing van de brandverzekering meer betalen. Het Tarifieringsbureau bepaalt daarbij de maximale tariefvoorwaarden. Wie door verzekeraars wordt geweigerd, kan aan diezelfde voorwaarden terecht bij het Tarifieringsbureau.

De risicozones hebben een evolutief karakter. Er zullen dus geregeld nieuwe versies, verbeterd en/of geactualiseerd, gepubliceerd worden.

### **Aantal overstromingen per decennium**

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

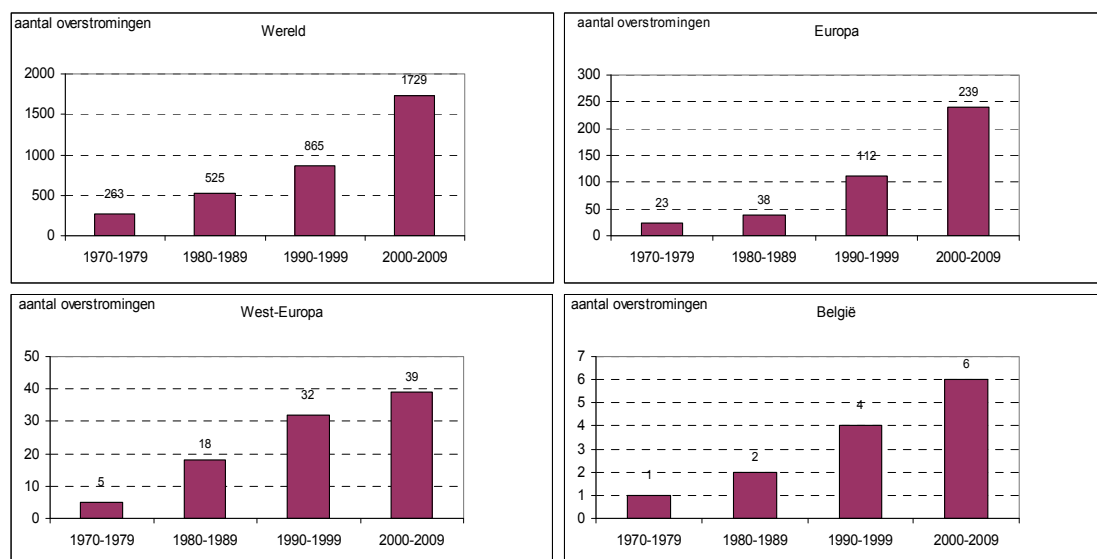
Het Centre for Research on the Epidemiology of Disasters houdt een databank bij met informatie over het voorkomen van rampen wereldwijd. Om opgenomen te worden in de databank moet een ramp voldoen aan een van volgende criteria:

<sup>8</sup> Naast overstromingen zijn ook andere natuurrampen in de verplichte verzekering opgenomen, zoals aardbevingen, storm en hagel.

- tien of meer doden;
- honderd of meer slachtoffers
- noodtoestand uitgeroepen;
- internationale hulp gevraagd.

Sinds 1970 is het aantal overstromingen per decennium merkbaar toegenomen, zowel in België, in (West-)Europa als in de wereld (figuur 30). Volgens EEA (2010) veroorzaakten de 213<sup>9</sup> overstromingen in de periode 1998-2009 1 126 dodelijke slachtoffers, meer dan 3 miljoen getroffen en een economische schade van ongeveer 52 miljard euro. Samen met stormen zijn overstromingen de natuurrampen met de grootste economische schade. De economische schade van overstromingen is de voorbije decennia gestegen. Die stijging wordt veroorzaakt door de toename van de bevolking en de welvaart, maar mogelijk ook door een verbeterde dataverzameling. Hoewel er robuuste bewijzen zijn voor antropogene klimaatveranderingen in Europa, is er nog geen definitief bewijs dat klimaatverandering aan de basis zou liggen van een trend in de overstromingen op continentale schaal.

Figuur 30: Aantal overstromingen per decennium (België, West-Europa, Europa, Wereld, 1970-2009)



'Wereld' = som van alle landen in de databank

'Europa' = som van West-, Oost-, Noord- en Zuid-Europa

Bron: The OFDA/CRED International Disaster Database – [www.emdat.be](http://www.emdat.be) – Universit  Catholique de Louvain – Brussels – Belgium.

### Risico op schade

In periodes van hoog water werd vroeger vaak geopteerd om water zo snel mogelijk af te voeren. De geschiedenis leert dat het overstromingsgevaar hierdoor niet afneemt, maar zich verplaatst naar stroomafwaartse gebieden. Vandaar dat in het kader van een integraal waterbeleid in de jaren 90 naar structurele oplossingen werd gezocht. In een nieuwere visie stelt men volgende zaken voorop:

- het bieden van bescherming tegen waterschade;
- het vermijden van het risico op slachtoffers;
- het terugdringen van risico's die de veiligheid aantasten.

<sup>9</sup> Absoluut cijfer kan verschillen van die in de figuur door aggregatie van data.

In deze benadering streeft men ernaar om overstromingen te laten plaatshebben op plaatsen waar de aangerichte schade minimaal is. Naargelang de bodembezetting kunnen de gevolgen van overstromingen immers sterk verschillen in bepaalde gebieden. Zij kunnen zelfs een positieve invloed hebben, bijvoorbeeld bij bepaalde natuurgebieden. Maar er zijn natuurlijk ook gebieden waar overstromingen vermeden moeten worden, bijvoorbeeld daar waar de bevolkingsdichtheid groot is of waar er belangrijke industriële installaties staan. Het gecontroleerd laten overstroomen van economisch minder waardevolle gebieden maakt het mogelijk om ongecontroleerde overstromingen verder stroomafwaarts te voorkomen (waar de economische schade veel groter zou zijn).

Om de gevolgen van overstromingen in te schatten wordt gewerkt met een risicoberekening. Dit houdt in dat er niet alleen gekeken wordt naar de kans dat een bepaalde gebeurtenis zich voordoet, maar eveneens naar de gevolgen (schade) van deze gebeurtenis. Risico wordt dan gedefinieerd als het product van kans (op een gebeurtenis) en gevolg (of schade die de gebeurtenis met zich meebrengt) en dit niet voor 1 overstroming maar voor een hele reeks gebeurtenissen van relatief frequent voorkomend tot zeer extreem en uitzonderlijk.

### *Schade en risico*

Het begrip schade kan op meerdere wijzen gedefinieerd worden. Vanuit financieel oogpunt kan men de schade opdelen in monetair waardeerbare schade en niet-monetair waardeerbare schade, ook wel gevoelsschade genoemd. In de huidige berekeningsmethode voor schade en risico wordt enkel rekening gehouden met de monetair waardeerbare schade. Een tweede indeling kan gemaakt worden tussen interne en externe schade. Interne schade treedt op binnen het gebied dat overstroomd is, externe schade in gebieden die niet overstroomd zijn. Een voorbeeld van deze laatste vorm is het productieverlies van een bedrijf dat buiten het overstroomde gebied gevestigd is, maar afhankelijk is van klanten en/of leveranciers binnen het overstroomde gebied. Deze externe schade wordt niet meegenomen in de schade- en risicoberekeningen. Een derde onderscheid kan gemaakt worden tussen directe en indirecte schade. De eerste soort heeft betrekking op de schade aan gebouwen, inboedel, installaties, gewassen... terwijl de tweede verwijst naar productieverliezen en opruimkosten. In de berekeningsmethode voor schade en risico wordt met beide vormen rekening gehouden. Samengevat wordt in de schadeberekeningen dus de monetaire, interne schade (zowel direct als indirect) bepaald.

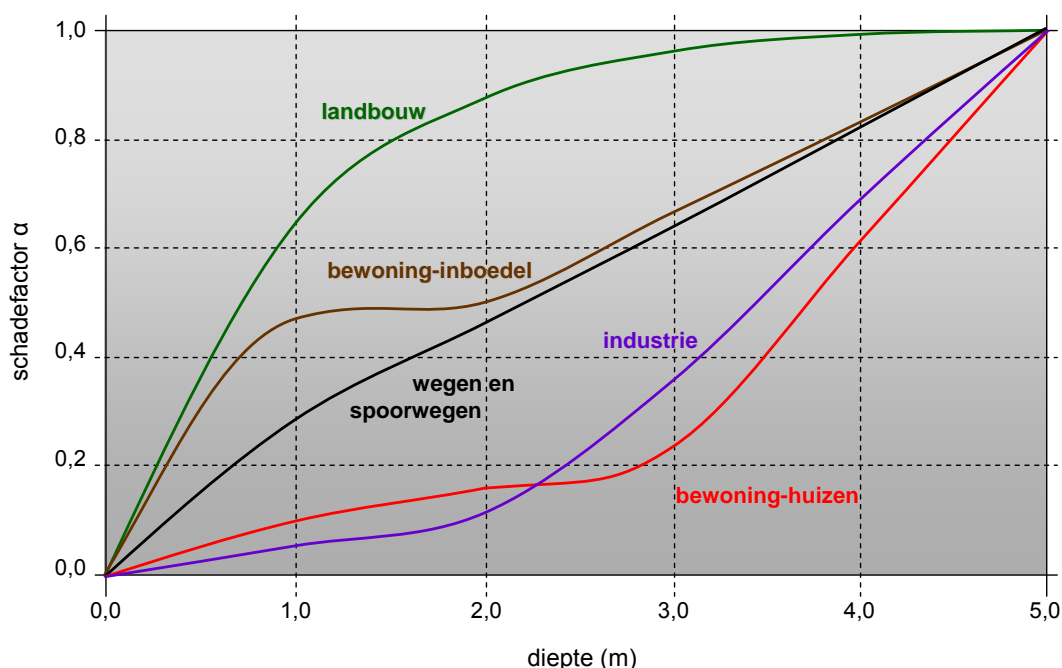
Risico drukt de gemiddelde potentiële schade (in euro) gedurende één jaar uit voor een afgebakende zone. Deze functie houdt rekening met verschillende overstromingen, elk met bepaalde waterhoogtes variërend over het studiegebied, en elk met een overeenkomstige kans van voorkomen (uitgedrukt door de terugkeerperiode van een bepaalde overstroming).

### *Berekening van schade en risico*

Schade wordt steeds berekend op basis van de vervangingswaarde van een bepaald goed, en bijvoorbeeld dus niet op de aankoopwaarde. De vervangingswaarde van de verschillende goederen is variabel in tijd en ruimte, waardoor gekozen werd om met gemiddelde waarden te werken voor de kleinste ruimtelijke eenheid waarvoor gegevens beschikbaar zijn.

Voor de verschillende bodemgebruiksklassen die onderscheiden worden (landbouw, bewoning, infrastructuur, bedrijven...), wordt per eenheid van lengte of oppervlakte de maximale schade berekend. Tussen deze maximale schade en de waterdiepte bestaat een verband dat niet rechtlijnig is, en bovendien ook verschilt al naargelang het bodemgebruik. Dit verband wordt visueel voorgesteld door een schadefunctie (figuur 31). Een schadefunctie geeft voor een bepaald bodemgebruik de schadefactor  $\alpha$  overeenkomstig een waterstand. Daarbij wordt rekening gehouden met een 'drempelwaarde', zodat bepaalde objecten, zoals huizen en industriecomplexen die boven het maaiveld in hun omgeving staan, geen schade lijden bij kleine waterdiepte. Voor een aantal van de schadefuncties kon gebruik worden gemaakt van bestaande verbanden tussen schade en waterdiepte die al in het buitenland worden toegepast. Enkele werden aangepast aan nieuwe inzichten en de beschikbaarheid van de Vlaamse en Belgische gegevens.

Figuur 31: Reële schade ( $\alpha$ ) in functie van de waterdiepte



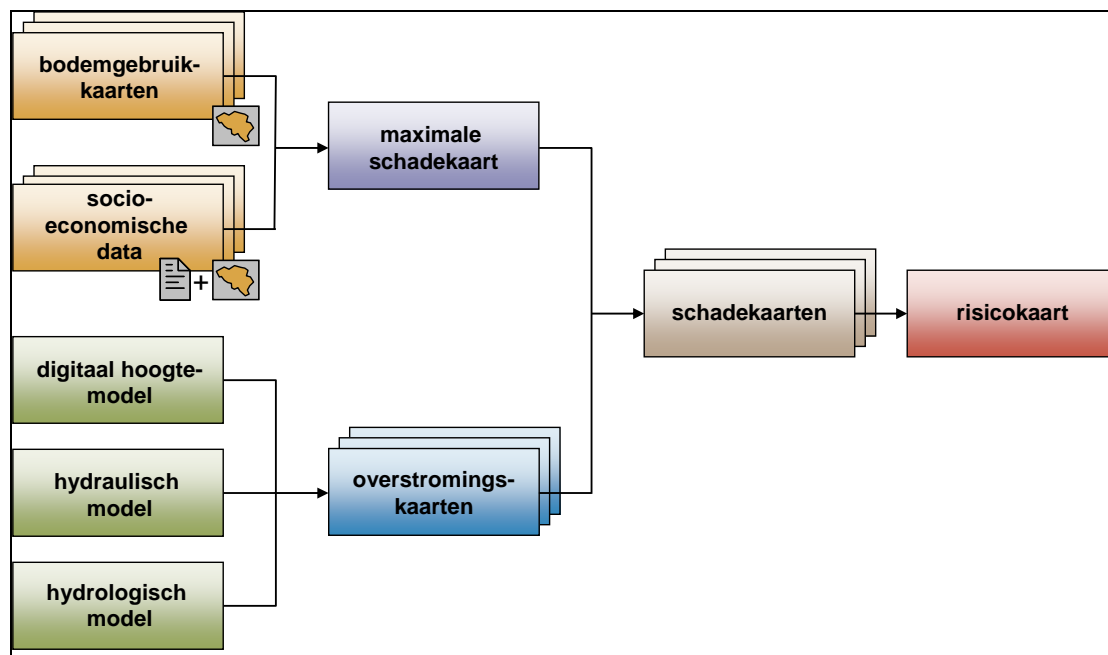
Bron: UGent; WL, MOW

Naast de waterdiepte zijn er nog andere elementen die de schade bij een overstroming bepalen. Zo is de waterdiepte voor gewassen op landbouwland van veel minder belang dan het tijdstip waarop de overstroming optreedt en is ook de duur van de overstroming van belang voor het berekenen van de schade. Mocht er een dijk falen, dan is in de omgeving van de bres zeker ook de stroomsnelheid van belang. Zelfs bij kleine waterdieptes kan de snelheid van het water (en wat erin meegesleurd wordt) zorgen voor enorme schade. In principe kan voor elke denkbare terugkeerperiode een overeenkomstige overstromingskaart worden aangemaakt. In de praktijk is dit natuurlijk onmogelijk. Men kan slechts een beperkt aantal terugkeerperiodes doorrekenen en hiervan de overstromingskaarten bepalen. Dit vormt echter geen probleem, doordat de verschillen in waterdiepte tussen twee dicht bij elkaar gelegen terugkeerperiodes (bv. 98 jaar en 100 jaar) zeer gering zijn. Hierdoor verschilt ook de schade weinig.

Ten slotte worden de bekomen schadekaarten voor de verschillende terugkeerperiodes gecombineerd tot één risicokaart, die de gemiddelde jaarlijks te verwachten schade weergeeft. Deze keten van bewerkingen wordt schematisch weergegeven in figuur 32. Deze keten is geautomatiseerd door de softwaretool Latis, die ontwikkeld wordt op het Waterbouwkundig Laboratorium in samenwerking met Universiteit Gent (zie verder). Het programma laat de gebruiker toe een basisdatabank te kiezen (bodemgebruik, wegen, statistische gegevens, ... voor een bepaalde periode) en vraagt de benodigde overstromingskaarten aan te duiden voor de gewenste terugkeerperiodes. Voor de opmaak van de overstromingsrisicokaarten voor de Europese Overstromingsrichtlijn wordt Latis niet enkel gebruikt voor de bevaarbare waterlopen, maar ook door de Afdeling Operationaal Waterbeheer van VMM voor de onbevaarbare waterlopen.

Een belangrijk project blijft ook het Geïntegreerd KustVeiligheidsPlan. Voor de kust werden specifieke modules ontwikkeld voor schade door golfoverslag en werden de modules voor slachtoffers verfijnd. Ook voor de schade aan de zeekering zelf werd een aparte module toegevoegd.

Figuur 32: Afleiding van het risico



Bron: WL, MOW

#### Benodigde gegevens voor een risicobenadering

De berekening van schade en risico vraagt enerzijds tijdruimtelijke informatie onder de vorm van overstromingskaarten en bodemgebruikkaarten. Anderzijds zijn er ook tal van socio-economische gegevens noodzakelijk om de vervangingswaarde van goederen te berekenen, aantallen per gemeente of statistische sector te kennen (bv. auto's, inwoners ...).

De nieuwe toepassingen van de Latis-tool, waaronder het gebruik voor onbevaarbare waterlopen, maakt dat de bodemgebruikkaarten steeds nauwkeuriger en preciezer moeten. Daarom werd eind 2010 afgestapt van het gebruik van bodemgebruikbestanden zoals CORINE Land Cover (CLC 2000) en het Kleinschalig Bodemgebruiksbestand Vlaanderen en Brussel (KBG) en wordt vanaf dan gebruik gemaakt van de gedetailleerde (zowel ruimtelijk als thematisch) bodemgebruikinformatie die beschikbaar is in de Biologische Waarderingskaart. Deze informatie wordt bovendien nog verder aangevuld met kadastrale informatie voor woningen en industriegebouwen. De detailinformatie over belangrijke punten zoals historische gebouwen, windturbines, ziekenhuizen ... wordt verder verfijnd zowel wat betreft de lokalisatie als meer thematische onderverdelingen. Alle voor gans Vlaanderen beschikbare informatie wordt hiervoor samengebracht: vectoriële topografische kaarten van het Nationaal Geografisch Instituut (Top10v-GIS en Top50v-GIS), de Landschapsatlas van Vlaanderen (AGIV), digitale kadastrale informatie (CADMAP, verdeeld door AGIV), geografische informatie van private en openbare instanties (De Lijn, NMBS, BIPT, POM en VLAO e.d.) ... Eind 2010 werd een nieuwe bodemgebruikskaart gemaakt die van alle bronnen de meest recente versie bevat en die uiteindelijk gebruikt zal worden bij de opmaak van de overstromingsrisicokaarten voor de Europese Overstromingsrichtlijn.

Tot slot wordt aan de bodemgebruikskaart tal van socio-economische gegevens gekoppeld, waaronder in de eerste plaats statistische informatie van het Nationaal Instituut voor de Statistiek. Voorbeelden hiervan zijn het aantal voertuigen in een gemeente, het aantal wooneenheden en inwoners per statistische sector of landbouwoppervlakten en gemiddelde opbrengsten. Verder worden vervangingswaarden van goederen afgeleid uit data afkomstig van verschillende verzekeringsmaatschappijen, de Beroepsvereniging voor Verzekeringsondernemingen en tal van andere beroeps- en/of belangenverenigingen. Niet van al deze gegevens zijn jaarlijkse updates beschikbaar, maar jaarlijks wordt er een nieuwe versie voor Latis gemaakt waarbij voor iedere dataset de meest recente informatie verwerkt wordt.

## Grondwaterstand

Laatst bijgewerkt: voorjaar 2011

Het is om twee redenen belangrijk de evolutie van de grondwaterstanden op te volgen. Omwille van de hoge en stabiele kwaliteit pompen heel wat bedrijven en drinkwatermaatschappijen grondwater op om het te gebruiken als proceswater. Als de grondwaterstanden dalen, moet er dieper gepompt worden of moet er overgeschakeld worden op andere bronnen. Een daling van de grondwaterstanden kan ook een nadelige invloed hebben op de kwaliteit van het grondwater. Daarnaast beïnvloedt de stand van het ondiepe grondwater in grote mate de vegetatie. Een daling van het ondiepe grondwater kan negatieve gevolgen hebben voor de natuur en de landbouw.

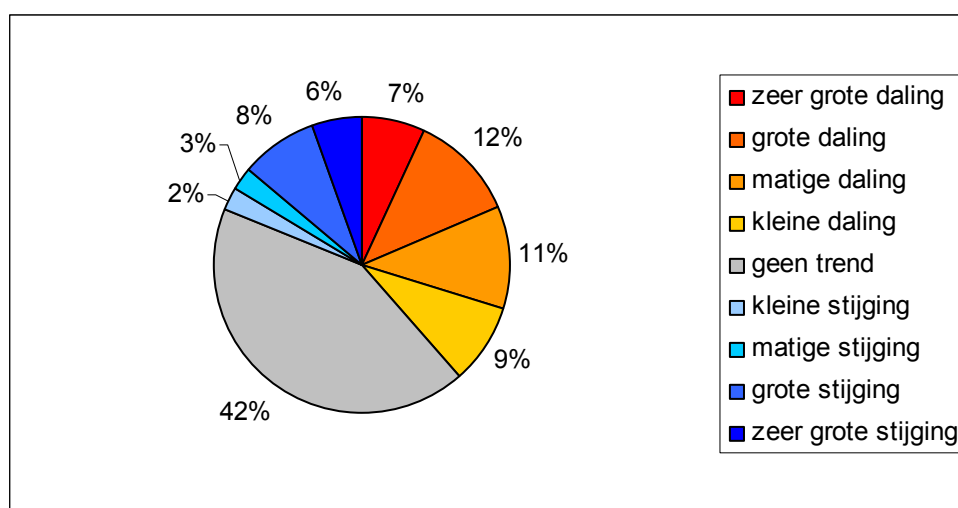
De VMM beschikt over een uitgebreid net van meetputten waar de grondwaterstand regelmatig opgevolgd wordt, zowel in freatische als niet-freatische watervoerende lagen. De meetresultaten van 553 meetputfilters werden individueel statistisch geanalyseerd voor de periode 2001-2010. Eerst werd nagegaan of een meetreeks een statistisch significante trend vertoont, met name of er sprake is van een monotone trend in een bepaalde richting. Als dat het geval was, werd de grootte van de trend berekend (in meter per jaar) en in klassen ingedeeld (tabel 5).

Tabel 5: Klassenindeling voor significante trends van de grondwaterstanden

0-0,05 m/j	kleine daling/stijging
0,05-0,1 m/j	matige daling/stijging
0,1-0,5 m/j	grote daling/stijging
> 0,5 m/j	zeer grote daling/stijging

42 % van de geanalyseerde meetreeksen vertoont geen statistisch significante trend, 39 % vertoont een daling en 19 % is gestegen (figuur 33).

Figuur 33: Evolutie van de grondwaterstanden (Vlaanderen, 2001-2010)

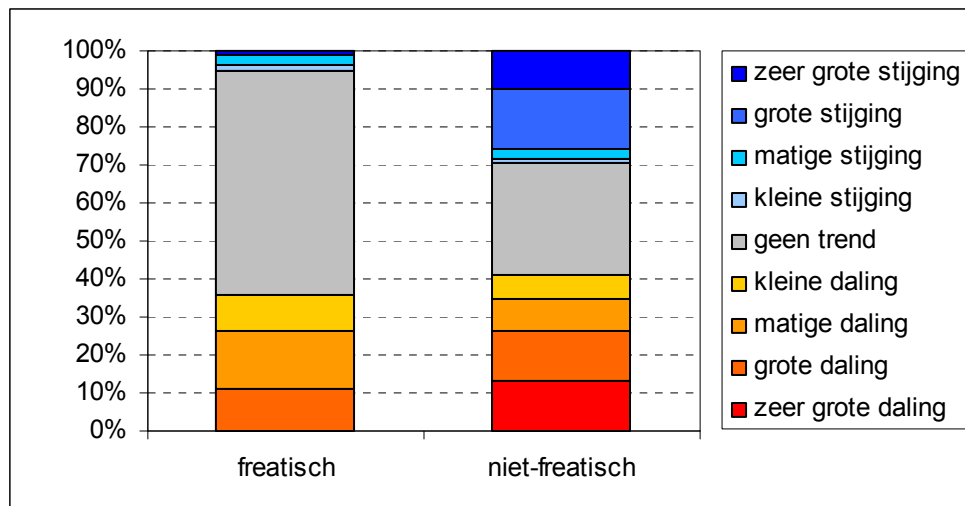


Bron: VMM

Er zijn enkele opmerkelijke verschillen tussen de resultaten van de freatische en de niet-freatische meetputten (figuur 34). Zo vertonen de freatische meetputten relatief vaker geen statistisch significante trend, omdat ze in direct contact staan met de atmosfeer en met andere woorden snel reageren op wisselende weersomstandigheden. Verder valt het op dat bijna alle meetreeksen met een zeer grote stijging of daling niet-freatisch zijn. Dit is inherent

aan het hydrodynamische evenwicht in gespannen watervoerende lagen waaruit grondwater onttrokken wordt.

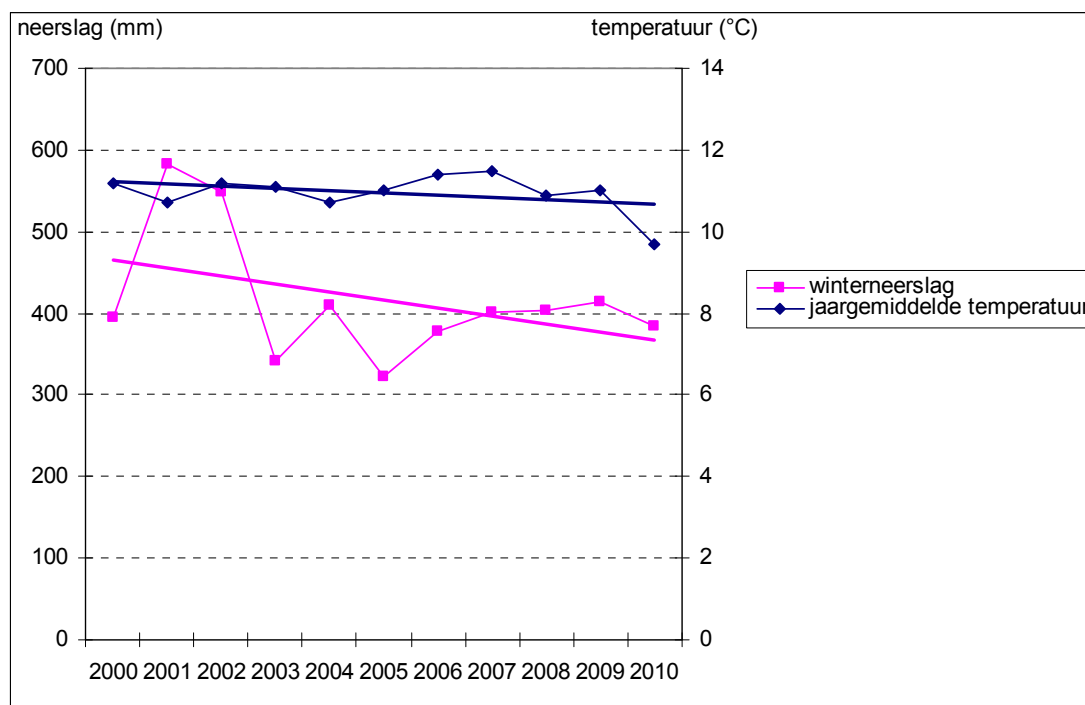
*Figuur 34: Evolutie van de grondwaterstanden ingedeeld naar freatische en niet-freatische grondwaterlagen (Vlaanderen, 2001-2010)*



Bron: VMM

Van de freatische meetputten vertoont slechts 5 % een significante stijging (tegenover 30 % van de niet-freatische waterlagen) en bijna 36 % van de freatische meetputten daalde significant. Freatische waterlagen staan veel meer onder de directe invloed van weersfactoren. De aanvulling van de grondwatertafels gebeurt vooral in de winter en is verder ook afhankelijk van de hoeveelheid water die verdampt gedurende het hele jaar. Daarom zijn de hoeveelheden neerslag in de wintermaanden en de jaargemiddelde temperatuur belangrijke verklarende factoren. In de periode 2000-2010 vertoonde de hoeveelheid winterneerslag een daling, terwijl de jaargemiddelde temperatuur min of meer constant bleef tot en met 2009 en in 2010 weliswaar duidelijk lager lag (figuur 35).

Figuur 35: Winterneerslag en jaargemiddelde temperatuur (Ukkel, 2000-2010)



Bron: MIRA op basis van KMI

Voor de niet-freatische waterlagen is het veel moeilijker om in algemene termen de directe link met wisselende weersomstandigheden te leggen. Enerzijds omdat het tijdsverloop tussen het moment van neerslag en de effectieve aanvulling van de diepe grondwaterlaag sterk kan oplopen en sterk kan verschillen van laag tot laag. Anderzijds blijkt dat gedurende de voorbije eeuw de hoeveelheid winterneerslag toegenomen is, net zoals de jaargemiddelde temperatuur en dus de verdamping. Beide factoren werken elkaar dus tegen. Bovendien zou op langere termijn een wijzigend bodemgebruik ook een effect kunnen hebben.

Het grote percentage dalende meetreeksen bij de niet-freatische grondwaterlagen illustreert dat op vele plaatsen nog te veel grondwater opgepompt wordt. De stijgende trends zijn waarschijnlijk het gevolg van lokale maatregelen.

Omdat de trends vaak sterk verschillen naargelang de laag en het gebied, is een aanpak op maat nodig. Zo zal het grondwaterheffingenbeleid verder gedifferentieerd worden via de laag- en gebiedsfactoren en wordt het vergunningenbeleid aangepast aan de lokale toestand.

### 2.3 Toekomstverkenning klimaatverandering en waterhuishouding

Eind 2009 werd de Milieuverkenning 2030 gepubliceerd. Daarin was ook een hoofdstuk opgenomen rond klimaatverandering en waterhuishouding (Brouwers et al., 2009). De hoofdlijnen van deze toekomstverkenning waren:

\* Alle Vlaamse klimaatscenario's wijzen eenduidig op een stijging van de omgevings-temperatuur (bijvoorbeeld met 1,5 °C à 4,4 °C voor de winter en met 2,4 °C à 7,2 °C voor de zomer), op een hogere verdamping tijdens de winter en de zomer, en ten slotte op meer neerslag tijdens de winter tegen 2100. Het zeeniveau aan de Vlaamse kust kan deze eeuw nog stijgen met 20 à 200 cm.

\* De meeste klimaatscenario's tonen een daling van de gemiddelde zomerneerslag voor Vlaanderen. In combinatie met de hogere verdamping doet dit de laagste rivierdebieten

tijdens droge zomers met meer dan 50 % dalen tegen het einde van de 21<sup>e</sup> eeuw. Daardoor stijgen de kansen op ernstig watertekort.

\* Ondanks een daling van de zomerneerslag, valt er in Vlaanderen een toename van het aantal extreme zomeronweders te verwachten. Daardoor stijgen de overstromingskansen voor riolen.

\* Het risico op economische schade door overstromingen ligt ver uit elkaar voor de verschillende klimaatscenario's voor Vlaanderen: van een daling met 56 % tot een stijging met 33 %.

\* Vlaanderen ligt tussen Noord-Frankrijk, waar de klimaatverandering de evolutie naar verdroging versterkt, en Nederland, waar men eerder een toename van het aantal overstromingen verwacht. Waterbeheerders in Vlaanderen moeten bij het opvangen van de gevolgen van de klimaatverandering (adaptatie) daarom zoeken naar ingrepen die vlot bij te sturen zijn en onder verschillende omstandigheden nuttig zijn. Zowel om het overstromingsrisico te beperken, als om watertekorten te voorkomen en op te vangen.

## Referenties

- AMINAL (2003) Watergebruik van de consument en ingesteldheid t.o.v. duurzaam watergebruik, resultaten. Departement Leefmilieu en infrastructuur, AMINAL, Afdeling Water, Brussel.
- De Nocker L., Joris I., Janssen L., Smolders R., Van Roy D., Vandecasteele B., Meiresonne L., Van der Aa B., De Vos B., De Keersmaecker L., Vandekerckhove K., Gerard M., Backx H., Van Balleer B., Van Hove D., Meire P., Van Huylenbroeck G., Bervoets K. (2006) Multifunctionaliteit van overstromingsgebieden : wetenschappelijke bepaling van de impact van waterberging op natuur, bos en landbouw. Studie uitgevoerd door Vito, Universiteit Antwerpen, Universiteit Gent en Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek in opdracht van Aminoal. Pp. 191.
- D'hooghe J., Wustenberghs H., Lauwers L. (2007) Inschatting van het watergebruik in de landbouw op basis van nieuwe en geactualiseerde kengetallen per landbouwactiviteit Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA Eindrapport augustus 2007 MIRA/2007/04.
- EC (2006) Water scarcity and drought. First interim report. European Commission, pp. 68.
- EC (2007) De aanpak van waterschaarste en droogte in de Europese Unie. Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement en de Raad. COM(2007)414. pp. 15.
- Ecolas nv (2005) Actualisering en analyse van het watergebruik van de huishoudens, de industriële kleinverbruikers, de sector landbouw en de sector handel & diensten in Vlaanderen (1991-2003). Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, VMM.
- Ecolas-WES (2002). Prognose inzake watergebruik in Vlaanderen. Studie uitgevoerd in opdracht van AMINAL, afdeling Water, Departement LIN, Brussel.
- EEA (2009) Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought. EEA Report No 2/2009. European Environment Agency. pp. 60.
- EEA (2010) Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. EEA Reaport No13/2010. European Environment Agency. pp. 146.
- EMA (2010) Het milieu in Europa. Toestand en verkenning 2010. Samenvatting. Europees Milieugentschap. pp.222.
- Kemmers R.H., Gieske J.M.J., Veen P., Zonneveld L.M.L. (1995) Standaard meetprotocol verdroging, voorlopige richtlijnen voor monitoring van anti-verdrogingsprojecten, RIZA, Lelystad.
- Leiedal cvba (2001) Haalbaarheidsstudie distributie van proceswater in het Arrondissement Kortrijk.
- NARA (2001) Kuijken E., Boeye D., De Bruyn L., De Roo K., Dumortier M., Peymen J., Schneiders A., Weyembergh, G. (Red.) Natuurrapport 2001. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid, Mededeling Van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, 18, pp. 366.
- NARA (2003) Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid, Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, 21, pp 352.
- Runhaar J., Arts G., Knol W., Makaske B. & van den Brink N. (2004) Waterberging en Natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders. Rapportnummer 2004-16, STOWA, Utrecht.
- Shiklomanov I.A., Rodda J.C. (2003) World water resources at the beginning of the 21st century. pp 450.
- Taverniers E., Vereecken H., Mostaert F. (2010). MONEOS - jaarboek monitoring WL 2009: Overzicht monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals door WL in 2009 in het Zeescheldebekken gemeten. Versie 4\_0. WL Rapporten, Projectnr 833\_07. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.
- Van Landuyt W., Heylen O., Vanhecke L., Van den Brecht P., Baete, H. (2000) Verspreiding en evolutie van de botanische kwaliteit van ecotopen gebaseerd op combinaties van indicatorsoorten uit Florabank. VLINA 96/02. Flo.wer, Instituut voor Natuurbehoud, Nationale Plantentuin van België, UGent, Brussel/Gent.
- VMM, Watermeter (2010) WATERMETER 2010 Drinkwaterproductie en -levering in cijfers. Vlaamse Milieumaatschappij, Waterregulator, 55pp.
- Voet, M, & Swings, J. 1999. Analyse van hoogwaterafvoeren. De stroomgebieden van Demer, Dijle en Jeker. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap-LIN. Afdeling Water, 95 pp.
- Voet, M, Swings, J & Huygebaert, B. 2000. Analyse van hoogwaterafvoeren. De stroomgebieden van de Kempen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap-LIN. Afdeling Water, 81 pp.

Voet, M. 2001. Analyse van hoogwaterafvoeren. Het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap-LIN. Afdeling Water, 320 pp.

Voet, M. 1996. Laagwaterafvoeren in het hellend gebied van West- en Oost-Vlaanderen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap-LIN. Afdeling Water, Afdeling Land, 42 pp.

## Begrippen

**Achtergrondverdroging:** verdroging op een bepaalde lokatie als gevolg van wijzigingen in de hydrologie op een lokatie kilometers verderop (bv. het infiltratiegebied).

**Aquifer:** watervoerende geologische laag.

**Aquitard:** ondoorlatende geologische laag.

**Bathymetrie:** dieptemeting.

**Bemalen:** kunstmatig verwijderen van overtollig water met een watermolen (gemaal).

**Capillaire opstijging:** het proces waarbij water in de bodem vanuit de grondwatertafel tussen poriën en openingen tussen de bodemdeeltjes omhoog wordt gezogen.

**Concentratietijd:** het verschil tussen het ogenblik van het zwaartepunt van de regen en het ogenblik van totale afvoer.

**Debiet:** volume van een vloeistof of gas dat per tijdseenheid door een bepaalde sectie passeert.

**Drainage:** afvoer van overtollig water.

**Ecosysteem:** dynamisch (veranderend) complex van levensgemeenschappen van planten, dieren en micro-organismen en hun niet-levende omgeving, die in een onderlinge wisselwerking een functionele eenheid vormen, bv. bossen, heides en soortenrijke graslanden.

**Effluent:** geloosd afvalwater, al dan niet gezuiverd.

**Evapotranspiratie:** de gezamenlijke waterafgifte door bodem, vegetatie en hun samenstellende delen aan de atmosfeer.

**Freatisch grondwater:** water onder de grondwaterspiegel in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste slecht doorlatende of ondoorlatende laag; het bovenste grondwater.

**Freatisch oppervlak:** het vlak door de punten waar het grondwater een drukhoogte gelijk aan nul heeft. In de praktijk is dit het peil tot waar het grondwater in een boorgat reikt.

**Gescheiden rioleringsstelsel:** dubbel stelsel van rioleringen of openluchtgreppels waarvan het ene stelsel bestemd is voor het opvangen en transporteren van afvalwater en het andere voor de afvoer van regenwater.

**Grijs water:** verzamelnaam voor licht verontreinigd afvalwater of oppervlaktewater dat opgewaarderd wordt en een voldoende kwaliteit heeft om aangewend te worden in bepaalde industriële toepassingen en in de landbouw.

**Grondwater:** water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot water onder de grondwaterspiegel.

**Grondwaterstand:** afstand tussen het maaiveld en het waterpeil in een peilput.

**Grootverbruikers:** zij die jaarlijks meer dan 500 m<sup>3</sup> of 500 000 liter leidingwater afnemen of een eigen waterwinning hebben met een totale pompcapaciteit vanaf 5 m<sup>3</sup>/uur, exclusief de exploitanten van het openbaar waterdistributienetwerk (instanties die instaan voor de productie en distributie van leiding- of drinkwater).

**Habitatrichtlijngebied:** door de Vlaamse regering, ter uitvoering van de Europese Richtlijn 92/43/EEG (Habitatrichtlijn), afgebakend gebied waarin gestreefd wordt naar de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna die hiervan deel uitmaken.

**HCOV (hydrogeologische codering van de ondergrond van Vlaanderen):** een zuiver hydrogeologische codering die hiërarchisch is opgebouwd voor het volledige grondgebied van het Vlaamse Gewest. HCOV is numeriek en bestaat uit drie niveaus van detail, namelijk de hydrogeologische hoofd-, sub- en basiseenheden.

**Hydraulisch:** betreffende het gedrag van stromende vloeistoffen, veelal met een vrij wateroppervlak zoals rivieren en kanalen. Een hydraulisch model bevat alle topografische data van een waterloop en zijn vallei evenals van de kunstwerken op de waterloop zoals overwelvingen, bruggen, wachtbekkens, stuwen, etc. Dit model wordt gevoed met debietreeksen uit hydrologische modellen. Het hydraulisch model berekent de voortschrijding van het debiet in de waterloop en in de vallei, alsook de bijhorende waterstanden en stroomsnelheden. Het hydraulisch model kan hiermee overstromingskaarten genereren.

**Hydrologisch:** betreffende de relatie tussen neerslag en evapotranspiratie in een stroomgebied enerzijds en de afstroming naar de waterloop anderzijds.

**Hydrogram:** grafiek het debiet van een waterloop in functie van de tijd geeft.

Hyetogram: grafiek die de neerslag in functie van de tijd geeft.

Infiltratie: indringing.

Integraal waterbeheer: methodiek om het watersysteem zodanig te beheren en te ontwikkelen tot het voldoet aan de doelstellingen van de ecologische functies en van de gebruiksfuncties of een optimalisatie van functies.

Kaderrichtlijn Water: Europese Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. (ev. Website toevoegen).

Koelwater: water dat in de industrie als afkoelingsmedium gebruikt wordt en al dan niet in aanraking gekomen is met af te koelen of andere verontreinigende stoffen.

Kwel: het uittreden van grondwater (algemene definitie) of het uittreden van grondwater door grotere stijghoogten buiten het beschouwde gebied (specifieke definitie); het uittreden van water dat binnen het gebied aan het oppervlak is toegevoegd, valt dus buiten deze term.

Leidingwater: water geleverd door de openbare drinkwatermaatschappijen.

Lithosfeer: bovenste vaste laag van de aarde.

Limnimetrie: het meten en registreren van waterstanden en debieten op waterlopen.

Maaiveld: bodemoppervlak.

MINA-plan: Vlaams milieubeleidsplan voor een periode van 5 jaar.

Mineralisatie: proces waarbij organische verbindingen door micro-organismen worden afgebroken.

Monitoring: van nabij volgen van een ontwikkeling of systeem om op het gepaste ogenblik te kunnen ingrijpen.

Natte sectie: deel van de dwarsdoorsnede van de rivier waarin water staat.

Natuurgebied: ruimtelijk afgebakend gebied dat belangrijk is voor het in-situ behoud of herstel van de biodiversiteit. In de planologische betekenis worden hiermee gebieden aangeduid waar natuur de hoofdfunctie is.

Netto-neerslag: dat deel van de neerslag dat in de rivieren terecht komt.

Normaalneerslag: gemiddelde neerslag over een periode van 30 jaar.

Oppervlaktewater: aquatische ecosystemen: open water, meren, rivieren, sloten, kanalen ...

Overstorten: lozen van ongezuiverd afvalwater op oppervlaktewater door rioolstelsels of rioolwaterzuiveringsinstallaties bij hevige regenval.

Peilput: constructie om de grondwaterstand of stijghoogte van het grondwater te meten.

Rationeel watergebruik (RWG): heeft een kwantitatief en kwalitatief aspect. Kwantitatief beoogt RWG eenzelfde dienstverlening te bereiken met minder watergebruik (bv. efficiënte toiletspoeling en wasmachine). Kwalitatief betekent RWG de vervanging van hoogwaardig water door water van lagere kwaliteit (bv. vervanging van leidingwater door regenwater of hergebruik van water).

Redoxpotentiaal: maat voor de trend in een bodem om chemische stoffen te oxideren of te reduceren.

Regenwater: water van de neerslag (regen, sneeuw en hagel).

Risico: de gelijktijdige aanwezigheid van verschillende factoren die met een bepaalde waarschijnlijkheid aanleiding kunnen geven tot een plotselinge ongewenste gebeurtenis waarbij schade kan optreden voor levende wezens, hun bezittingen of hun leefmilieu of waardoor de goede werking van hun samenleving in het gedrang komt. Risico wordt wetenschappelijk uitgedrukt als het product van de kans van een gebeurtenis en het daarbij horende gevolg. Voor overstromingen drukt het risico dan de mathematisch te verwachten schade uit in een bepaald gebied over een bepaalde tijdspanne.

Standplaatsverdroging: verdroging ter hoogte van de standplaats van de vegetatie.

Statistische sector: deel van een gemeente (wijk).

Stijghoogte: hoogte van het grondwater in een peilput in een afgesloten watervoerende laag.

Textuur: verschijningsvorm van de bodem, bepaald door de korrelgroottesamenstelling.

Verdroging: vermindering van de specifieke waterinhoud van een watervoerende laag en van de bodem door antropogene beïnvloeding.

Vermesting: het aanrijken van bodem, water (oppervlakte- en grondwater) met nutriënten (stikstof, fosfor en kalium) waardoor de ecologische processen en de natuurlijke kringlopen verstoord kunnen worden. Deze verstoringen kunnen aanleiding geven tot eutrofiëring van zoet en zout oppervlaktewater, verhoogde nitraatconcentraties in oppervlakte- en grondwater, achteruitgang van de biodiversiteit en kwalitatieve achteruitgang van voedingsgewassen, vervuiling drinkwatervoorraden.

Verziltting: indringen van brak of zilt grondwater tot in de wortellaag van de bodem. Hierdoor stapelen zouten zich op in de bodem.

Verzuring: gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak) die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht.

Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN): categorie van gebieden uit het Decreet Natuurbehoud, waarbinnen een specifiek gebiedsgericht natuurbeleid gevoerd wordt. Dit beleid is gericht op handhaving en ontwikkeling van hoogwaardige natuur waarbij de natuurfunctie bovengeschied is aan andere functies.

Vogelrichtlijngebied: speciale beschermingszone aangewezen bij besluit van de Vlaamse regering ter uitvoering van de Europese Vogelrichtlijn (79/409/EG), met het oog op het behoud van de vogelstand.

Wachtbekken: kunstmatig aangelegd bekken, gedeeltelijk of geheel bedijkt, dat dient voor de tijdelijke opvang van overtollig afstromend water om zodoende overstromingen te vermijden of hun gevolgen te reduceren.

Waterbalans: nettoresultaat van aan- en afvoer van water (bv. in stroomgebied) waarbij alle waterbronnen en -verliezen beschouwd worden.

Waterbeschikbaarheid (voor een bepaalde periode en een gebied): indicator voor de beschikbaarheid van hernieuwbare watervoorzieningen per jaar en per inwoner.

Watersysteem: geografisch afgebakend, samenhangend en functioneel geheel van oppervlaktewater, waterbodems, grondwater, oevers en technische infrastructuur met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijhorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen.

Zoetwatergrens: grens in de kustzone waar het zoutgehalte overeenstemt met dat van het zoete rivierwater.

## Afkortingen

AGIV: Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen  
AMINAL: Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer  
APS: Administratie Planning en Statistiek  
BGD: Belgische Geologische Dienst  
BIPT: Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie  
BS: Belgisch Staatsblad  
CIW: Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid  
CRED: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters  
DHM: Digitaal Hoogtemodel  
DOV: Databank Ondergrond Vlaanderen  
EC: Europese Commissie  
EEA: European Environment Agency  
EMA: Europees Milieuagentschap  
GIS: Geografische Informatie Systemen  
GGG: gereduceerd getijdengebied  
GOG: gecontroleerd overstromingsgebied  
HCOV : Hydrogeologische codering van de Ondergrond van Vlaanderen  
ILVO: Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek  
IWVA: Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht  
JAC: Jaargemiddelde Afvoercoëfficiënt  
KMI: Koninklijk Meteorologisch Instituut  
KRLW: Europese Kaderrichtlijn Water  
MINA: Milieubeleidsplan  
MIRA: Milieurapport Vlaanderen  
MOG: Gemodelleerde Overstromingsgebieden  
MOW: Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
NARA: Natuurrapport Vlaanderen  
NIS: Nationaal Instituut voor de Statistiek  
NMBS: Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen  
NOG: van Nature Overstroombare Gebieden  
OESO: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling  
ORL: overstromingsrichtlijn  
POM: Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij  
ROG: Recent Overstroomde Gebieden  
RWZI: Rioolwaterzuiveringsinstallatie  
TAW: Tweede Algemene Waterpassing: referentieniveau voor hoogteaanduidingen  
VEN: Vlaams Ecologisch Netwerk  
VGM: Vlaams Grondwater Model  
VLAO: Vlaams Agentschap Ondernemen  
VLAREM: Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning  
VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

VMW: Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

WEI: Waterexploitatie-index

WES: West-Vlaams Economisch Studiebureau

WL: Waterbouwkundig Laboratorium van het departement MOW