



VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



Milieurapport Vlaanderen MIRA

Themabeschrijving Waterkwantiteit

Milieurapport Vlaanderen

MIRA Themabeschrijving *Waterkwantiteit*



Coördinerend auteur

Bob Peeters, MIRA, VMM

Laatst bijgewerkt: *april 2013*

Woord vooraf

De doelstellingen van MIRA (Milieurapport Vlaanderen) zijn driedelig: (1) de wetenschappelijke basis verschaffen voor het Vlaamse milieubeleid, (2) het maatschappelijk draagvlak versterken door het verhogen van het milieu-inzicht en (3) de Vlaamse kennisbasis afstemmen op internationale standaarden. Het document Themabeschrijving wil bijdragen aan deze doelstellingen door het ter beschikking stellen van een kernachtige en toegankelijke beschrijving van de milieuthema's die door MIRA behandeld worden. Deze informatie moet de gebruiker de nodige achtergrondinformatie verschaffen bij de raadpleging van de milieu-indicatoren.

De beschrijving is gestructureerd volgens de zogenaamde milieuverstoringsketen of DPSI-R keten die de oorzaak en de gevolgen van de milieuverstoringen in beeld brengt. DPSI-R staat voor Driving Forces (maatschappelijke activiteiten), Pressure (druk), State (toestand), Impact (gevolgen) en Respons (beleidsrespons). Het document bevat zoveel mogelijk de laatste stand van zaken van de wetenschappelijke kennis.

Bronvermelding bij overname informatie

Overname van informatie uit dit document wordt aangemoedigd mits bronvermelding.

Hoe citeren?

Kort: MIRA Themabeschrijving *Waterkwantiteit* (www.milieurapport.be)

Volledig: MIRA (2013) Milieurapport Vlaanderen, Themabeschrijving Waterkwantiteit. Peeters B., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be

Inhoudsopgave

Definitie van het thema	5
Beschrijving van het thema.....	6
2.1 De natuurlijke watercyclus	6
2.2 Gemeenschappelijke oorzaken van waterschaarste en overstromingen	7
2.3 Waterschaarste.....	7
Waterbeschikbaarheid	7
Waterverbruik.....	8
Gevolgen van waterschaarste	9
2.4 Overstromingen	11
Types en oorzaken	11
Overstromingsgebieden.....	12
Gevolgen van overstromingen	13
2.5 Klimaatverandering en waterhuishouding	14
Op wereldschaal	14
Op Europese schaal	14
Op schaal Vlaanderen	15

Definitie van het thema

Grofweg gesteld kunnen twee problemen zich voordoen wat betreft waterkwantiteit: waterschaarste en overstromingen.

Waterschaarste is een fenomeen veroorzaakt door de mens. Het is een weerkerend onevenwicht dat voortkomt uit het overgebruik van water, doordat het waterverbruik significant hoger is dan de natuurlijke en hernieuwbare waterbeschikbaarheid. Waterschaarste kan verergerd worden door watervervuiling (waardoor de geschiktheid van water voor verschillende gebruiken afneemt) en tijdens droogteperiodes (EEA, 2012a). In een mededeling van de Europese Commissie wordt een kortere definitie gehanteerd: waterschaarste betekent dat de vraag naar water groter is dan de waterhoeveelheid die op duurzame wijze aan de reserves kan worden onttrokken (EC, 2007).

Waterschaarste mag niet verward worden met droogte. *Droogte* is een natuurlijk fenomeen. Het is een tijdelijke, negatieve en ernstige afwijking over een significante periode en een grote regio van de gemiddelde neerslagwaarden (een regenvaldeficiet), die zou kunnen leiden tot meteorologische, landbouw, hydrologische en socio-economische droogte, afhankelijk van de ernst en de duur (EEA, 2012a). In een mededeling van de Europese Commissie wordt een kortere definitie gehanteerd: onder droogte wordt een tijdelijk verminderde beschikbaarheid van water verstaan, bijvoorbeeld als gevolg van onvoldoende neerslag (EC, 2007).

In de Europese overstromingsrichtlijn (2007/60/EG) wordt *overstroming* gedefinieerd als: het tijdelijk onder water staan van land dat normaliter niet onder water staat. Het Vlaamse decreet integraal waterbeleid geeft een iets uitgebreidere definitie: 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.

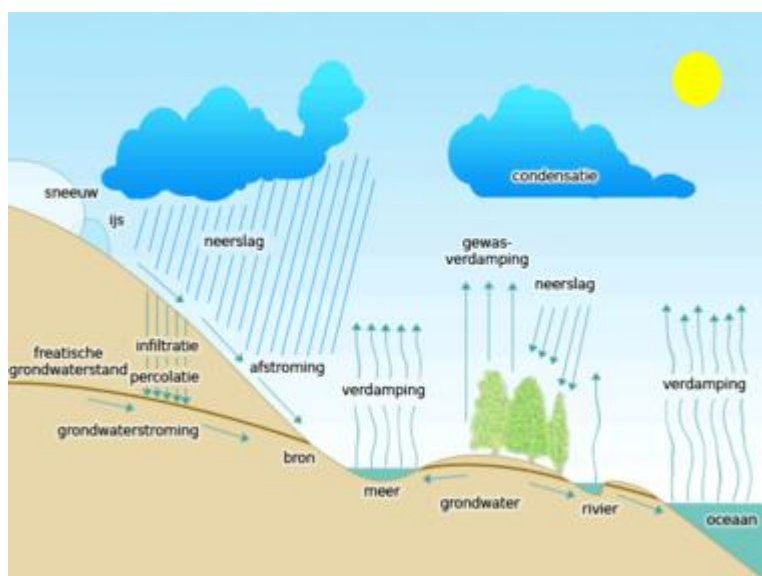
Beschrijving van het thema

Omdat waterkwantiteitsproblemen vaak een verstoring van de natuurlijke watercyclus inhouden, vat dit hoofdstuk aan met een korte beschrijving van die cyclus. Hoewel waterschaarste en overstromingen totaal verschillend zijn – in zekere zin zijn ze elkaars tegenpolen (tekort versus teveel aan water) – hebben ze deels dezelfde, menselijke oorzaken. Vandaar dat die gemeenschappelijke oorzaken samen besproken worden. Vervolgens komen waterschaarste en overstromingen meer in detail aan bod. Ten slotte wordt een overzicht gegeven van de verwachte effecten van de klimaatverandering op de waterhuishouding, zowel op globaal, Europees als Vlaams niveau.

2.1 De natuurlijke watercyclus

De zon is de motor achter de natuurlijke watercyclus. Onder invloed van de zon verdampt water uit oceanen, zeeën, meren, rivieren maar ook uit planten, dieren en de bodem (evapotranspiratie). Naarmate de waterdamp stijgt, treedt afkoeling en condensatie op. Er ontstaan wolken die verder worden gedreven door de wind. Onder de vorm van regen of sneeuw valt het water opnieuw neer, op het land of in het water. Een deel van het water dat op het land terecht komt, verdampt weer. Een ander deel dringt diep in de bodem (infiltratie) en vult de grondwatertafel aan. Het overige water vloeit oppervlakkig af. Daar waar een watervoerende grondlaag aan de oppervlakte komt, ontstaat kwel. Op die manier wordt ook het debiet van beken en rivieren aangevuld, die het samen met het afstromende water weer naar zee afvoeren (figuur 1).

Figuur 1: De natuurlijke watercyclus



Bron: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Waterkringloop>

Batelaan et al. (2007) geven cijfers voor Vlaanderen. Zij gaan uit van een jaargemiddelde neerslag van 756 mm, een jaargemiddelde evapotranspiratie van 476 mm (63 % van de neerslag), 222 mm grondwatervoeding (29 %) en 59 mm oppervlakkige afvoer (8 %). Op deze cijfers zit een aanzienlijke spreiding die onder meer te maken heeft met het bodemtype en het landgebruik. Er zijn ook belangrijke seizoenale verschillen. Het zomerseizoen wordt gekarakteriseerd door een hoge evapotranspiratie (93 % van de neerslag) en 9 % oppervlakkige afvoer, dit resulteert in een netto negatieve gemiddelde grondwatervoeding. Deze negatieve grondwatervoeding duidt de bijdrage aan van het grondwaterreservoir tot de verdamping. In de winter blijft de oppervlakkige afvoer nagenoeg dezelfde (7 %), maar de evapotranspiratie daalt tot 31 % vanwege de lagere temperaturen. Hierdoor is er meer water beschikbaar voor de grondwatervoeding (61 %). Hieruit blijkt dus dat het grootste deel van de grondwatervoeding optreedt gedurende de winter.

2.2 Gemeenschappelijke oorzaken van waterschaarste en overstromingen

Hoewel waterschaarste en overstromingen zich totaal verschillend manifesteren, liggen deels dezelfde oorzaken aan de basis ervan. Die gemeenschappelijke oorzaken zijn menselijke verstoringen die op verschillende manieren ingrijpen op de watercyclus.

De uitbreiding van de verharde oppervlakte (bv. door bebouwing en wegen), de gewijzigde landbouwexploitatie en het verdwijnen van de kleinschalige landschapselementen (bv. randbegroeiing rond percelen) doen de infiltratie van neerslag in de bodem afnemen. Daardoor wordt de grondwatertafel minder aangevuld en stroomt meer water oppervlakkig af.

De berging van oppervlaktewater wordt verminderd door het verdwijnen van natuurlijke overstromingsgebieden en door de snellere afvoer van oppervlaktewater door waterbeheersingswerken zoals inbuizen, rechttrekken en uitdiepen van grachten en waterlopen.

De overige, niet-gemeenschappelijke, oorzaken van waterschaarste en overstromingen komen aan bod onder respectievelijk 2.3 en 2.4. De effecten van klimaatverandering op de waterhuishouding komen aan het einde van dit document aan bod onder 2.5.

2.3 Waterschaarste

Waterbeschikbaarheid

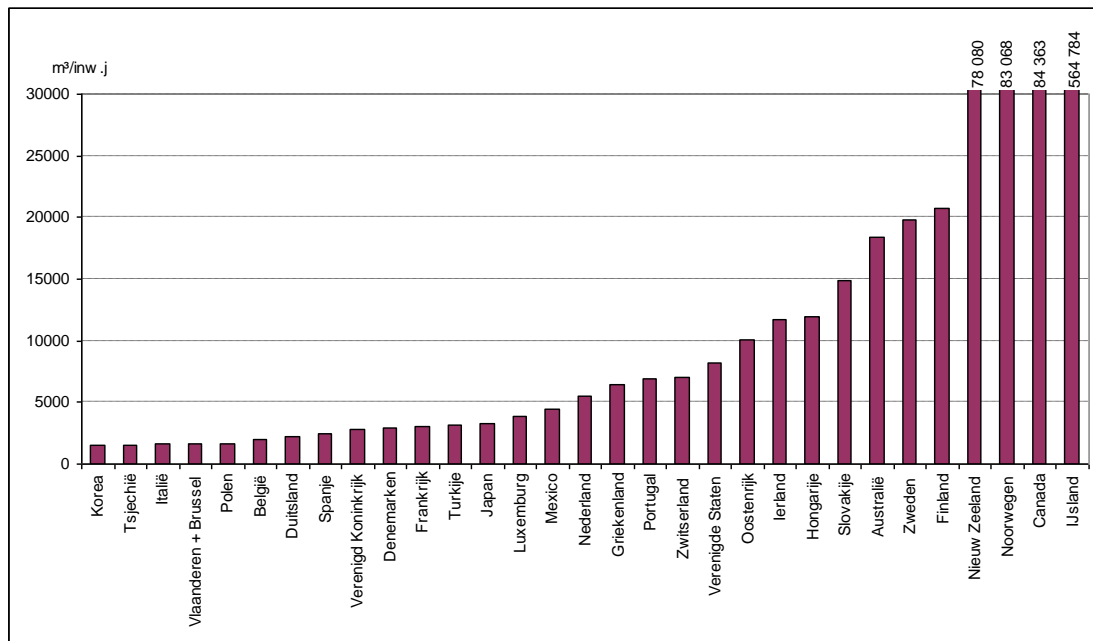
Het totale volume aan water op aarde bedraagt ongeveer 1,4 miljard km³. Daarvan is 97,5 % zout water en slechts 2,5 % zoet water. 70 % van de voorraad aan zoet water bevindt zich in ijs of permanente sneeuwbedekking in bergstreken en de Noord- en Zuidpool. Ongeveer 30 % van de wereldvoorraad zoet water zit ondergronds opgeslagen in de vorm van grondwater. Zoetwatermeren en rivieren bevatten ongeveer 0,3 % van het zoet water. De totale hoeveelheid zoet water beschikbaar voor ecosystemen en de mens bedraagt ongeveer 200 000 m³ of minder dan 1 % van alle voorraden van zoet water (UN, 2013).

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 gebied 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 is er in Vlaanderen en Brussel samen ongeveer 1 150 m³ water per inwoner beschikbaar, wat laag is in vergelijking met andere Europese landen. Volgens de methode gehanteerd door OESO en EMA bedraagt de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen en Brussel bijna 1 700 m³ per inwoner, wat opnieuw weinig is ten opzichte van andere landen. Slechts enkele OESO-landen scoren nog lager (figuur 2). 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.

Figuur 2: Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen



Bron: OESO, WL, MOW, VMM

Bij de interpretatie van deze cijfers 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.

Waterverbruik

De term *waterverbruik* verwijst naar een hoeveelheid water die effectief gebruikt wordt door eindgebruikers voor een bepaald doel, bijvoorbeeld huishoudelijk verbruik, irrigatie of industriële processen. Het is belangrijk op te merken dat een deel van het waterverbruik niet langer beschikbaar is voor gebruik omdat het is verdampt, opgenomen in producten of gewassen, of geconsumeerd is door de mens of het vee. Een ander deel komt wel weer in het watersysteem terecht, maar niet noodzakelijk op dezelfde plaats en met de dezelfde kwaliteit, bv. door de lozing van afvalwater. *Waterabstractie of wateronttrekking* is het wegtrekken van water uit elke bron, zowel tijdelijk als permanent. Meer bepaald gaat het over het onttrekken van grond- of oppervlaktewater en opgevangen regenwater. Ook mijn- en drainagewater vallen hieronder.

De industrie verbruikt water voor de schoonmaak, verwarming en koeling, stoomgeneratie, transport van opgeloste substanties of partikels, als ruw materiaal, als solvent en als een onderdeel van het product zelf. Bij de productie van energie wordt erg weinig water effectief verbruikt, het grootste deel wordt uiteindelijk aan een hogere temperatuur weer geloosd in een ontvangend waterlichaam. De industrie kan het waterverbruik beperken door recyclage en hergebruik van water, andere productieprocessen en meer efficiënte technologie,

waaronder maatregelen om lekkage te reduceren. Thermische centrales, fossiele centrales en kerncentrales hebben allemaal grote hoeveelheden water nodig om elektriciteit of warmte op te wekken. Het water wordt vooral gebruikt om te koelen. Het koelwater wordt meestal vooraf behandeld om corrosie en kalkafzetting te voorkomen en ook om de groei van bacteriën en algen in het koelsysteem tegen te gaan. Koeltorens en recirculatiesystemen kunnen de waterabstractie beperken (EEA, 2009).

Huishoudens verbruiken water voor verschillende doeleinden. Op de websites van de Vlaamse drinkwatermaatschappijen circuleren verschillende cijfers wat betreft de verdeling van het waterverbruik over de doeleinden¹. Er wordt uitgegaan van een waterverbruik variërend van 106 tot 123 liter per persoon per dag. Telkens blijken het toilet (30-40 liter), het bad en de douche (34-44 liter) en de wasmachine (13-28 liter) samen in te staan voor het grootste deel (79-84 %) van het huishoudelijk waterverbruik.

De belangrijkste drijvende krachten die de vraag naar leidingwater sturen zijn het aantal inwoners, de huishoudgrootte, het inkomen, het consumentengedrag en toeristische activiteiten. Zo verbruiken kleinere huishoudens per persoon meer water dan grotere. Het waterverbruik voor toerisme kent een typische piek in de zomer, bovendien verbruiken toeristen vaak meer water per persoon per dag dan lokale bewoners. Huishoudens met hogere inkomens hebben de neiging meer water te verbruiken. Technologische ontwikkelingen kunnen het waterverbruik sterk beperken, gekende voorbeelden zijn zuinigere toiletten, was- en afwasmachines. Ook lekverliezen in het distributienetwerk kunnen aanzienlijk zijn. Daarnaast speelt ook de wijzigende levensstijl een rol, langer en frequenter douchen/baden bijvoorbeeld (EEA, 2009).

De landbouw verbruikt water voor irrigatie, het drenken van vee en de reiniging van stallen. In meer gematigde en vochtige streken is irrigatie een manier om de seizoensale beschikbaarheid van water te reguleren en af te stemmen op de landbouwbehoefte en de risico's te beperken voor de gewassen tijdens periodes van weinig neerslag of droogte. Een belangrijke kanttekening is dat van het waterverbruik voor irrigatie slechts een klein deel terugkeert naar het grond- of oppervlaktewater en dat evapotranspiratie een belangrijke factor is. Ongeveer 70 % van het onttrokken water zou niet terugkeren naar een waterlichaam. Belangrijke drijvende krachten achter het landbouwkundig waterverbruik zijn de toegenomen productiviteit en het feit dat de landbouw de werkelijke kosten van het waterverbruik niet draagt. Het waterverbruik door de landbouw kan ingeperkt worden door afvalwater te hergebruiken, efficiënter te irrigeren en landbouwpraktijken aan te passen, bijvoorbeeld door gewassen te telen die meer droogteresistent zijn (EEA, 2009).

Gevolgen van waterschaarste

Uitputting van de watervoorraad

De uitputting van de watervoorraden kan tot uiting komen in lagere rivierdebieten, grondwaterstanden, peilen van meren en het opdrogen van natte gebieden. Omdat verschillende waterlichamen vaak hydrologische verbindingen hebben, kan overmatige abstractie uit een waterlichaam effecten hebben op andere. Rivieren, meren en natte gebieden kunnen bijvoorbeeld sterk afhankelijk zijn van grondwater (EEA, 2009).

De effecten van overmatige abstractie van water kunnen aanzienlijk schommelen afhankelijk van de volumes en seizoenaliteit ervan, van het volume en de locatie van het terug geloosde water en specifieke lokale en regionale condities. Bijzonder belangrijk is de timing van de abstractie. Piekverbruik door de landbouw valt bijvoorbeeld vaak in de zomer wanneer de waterbeschikbaarheid minimaal is (EEA, 2009).

¹ http://www.pidpa.be/nl/overwater/water_milieu/spaarzaam.htm ; <http://www.iwva.be/page.jsp?id=37&parentId=34> ; <http://www.dewatergroep.be/nl/faqs-qa/117/56/hoeveel-water-verbruik-ik.html> ; http://www.water-link.be/_uploads//documenten%20water-link/05092012_elkeliterweloverwogen_web.pdf

Economische impacts

Waterschaarste kan de productiviteit van landbouwgewassen en het vee aantasten. Lage waterstanden in rivieren en kanalen kunnen leiden tot beperkingen voor de scheepvaart en de elektriciteitsproductie in gevaar brengen omdat er te weinig koelwater beschikbaar is (EEA, 2012).

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.

Ecologische impacts

Rivieren en meren hebben een zeker debiet nodig om het aquatische ecosysteem gezond te houden. Dit geldt voor vissen, macro-invertebraten, waterplanten en vogels in de oeverzone. Het debiet heeft ook een belangrijke invloed op de waterkwaliteit. Bij lagere debieten kunnen de vuilvrachten immers minder verdund worden (EEA, 2009).

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 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).

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 bovendien 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 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.

Zoutintrusie

Overmatige abstractie van grondwater uit watervoerende lagen in het kustgebied kan het niveau van het zoet water doen dalen en maakt dat zeewater in de watervoerende laag terechtkomt (= zoutintrusie). Hierdoor daalt de kwaliteit van het grondwater en wordt het minder geschikt voor heel wat toepassingen waardoor andere bronnen aangesproken moeten worden.

2.4 Overstromingen

Overstromingen zijn een onderdeel van de natuurlijke hydrologische cyclus, maar er ontstaan nadelige gevolgen als infrastructuren of land dat niet kan omgaan met het excessieve water, overstroomd worden (Hildén et al., 2012). Overstromingen zijn dus een natuurlijk fenomeen en ze zijn onvermijdelijk. 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.

Stedelijke gebieden zijn vaak bijzonder kwetsbaar voor overstromingen. Bovendien leidt toenemende verstedelijking meestal tot een toename van de verharde oppervlakte. Over het algemeen leidt dit tot een toename van het afstromende water en een kortere responstijd. Stedelijke overstromingen kunnen ook de risico's op de verspreiding van bepaalde ziektes en op watervervuiling doen toenemen (Hildén et al., 2012).

Types en oorzaken

Bij een overstroming is de aanvoer van oppervlaktewater groter dan de afvoercapaciteit van het systeem, een grote hoeveelheid water treedt buiten zijn normale grenzen. Overstromingen kunnen verschillende oorzaken hebben.

Een natuurlijke overtopping van de oevers door een te hoog bovendebiet als gevolg van een te grote neerslag op een te korte tijd in het stroomgebied

Voor kleinere waterlopen is kortdurende 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 tijdspanne. Twee dezelfde neerslagintensiteiten zullen in verschillende bekkens niet noodzakelijk allebei tot overstroming leiden.

Een gewijzigd onderhoudspatroon met minder of geen maaien van de oevers en ruiming van de beekbodem

De verbeterende waterkwaliteit bevordert in hoge mate de kruidgroei in de bedding. Bij kleinere waterlopen is het geen uitzondering dat ze over de hele sectie volledig dichtgroeien, ook in grotere waterlopen kan plantengroei een vlotte waterafvoer beperken. In zachte winters verdwijnt de kruidgroei niet, en zelfs winteroverstromingen behoren dan tot de mogelijke gevolgen.

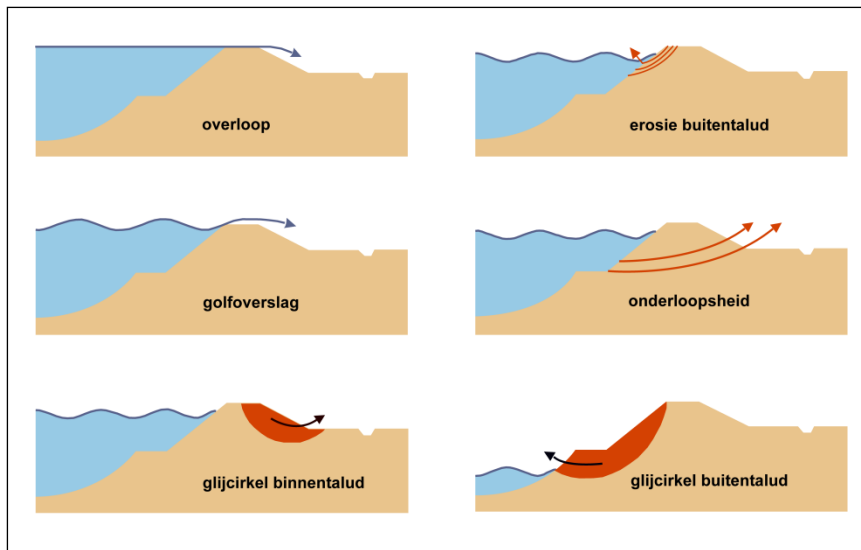
Een natuurlijke overtopping van de oevers door een opstuwning vanuit een stroomafwaartse, al dan niet tijgebonden waterloop

Ten gevolge 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. Overtopping is in dit geval dus niet noodzakelijk gelieerd aan extreme neerslag.

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

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 van falende dijken kunnen erosie van het buitentalud, onderloopsheid of afglijden van het binnen- of buitentalud van de dijk zijn (figuur 3).

Figuur 3: Faalwijze van dijken



Bron: Tweede Adviescommissie Waterkeringen, Nederland of <http://www.enwininfo.nl/asp/content.asp?niveau=2&DocumentID=4#anchor3>

Het overstorten (via de regenwateroverlaten) van (verdund) afvalwater van het riool- en collectorenstelsel

Net als de kleinere waterlopen overstroomden riool- en collectorenstelsels meestal ten gevolge van zeer intense, kortdurende 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 samenkomen 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. Overstromingen in riool- en collectorenstelsels kunnen ook veroorzaakt worden door technische oorzaken als deels verstopte leidingen en het ontbreken van overstortmogelijkheid.

Overstromingen kunnen ook ontstaan omdat lokaal het aanbod van hemelwater te groot is voor de (hemelwater)riool.

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.

Overstroming van (polder)gebieden ten gevolge van overstroming vanuit zee en vanuit tijgebonden waterlopen

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

Overstromingsgebieden

Om bepaalde gebieden, bebouwde gebieden bijvoorbeeld, te vrijwaren van overstromingen kunnen elders overstromingsgebieden aangelegd worden. 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 de grondwatertafel, hermeandering en aanleg van paaiplaatsen bevorderen de diversiteit aan habitats en bijhorende fauna en flora. Overstromingsgebieden kunnen ook multifunctioneel ingericht worden zodat er ook mogelijkheden ontstaan voor recreatie en landbouw

Gevolgen van overstromingen

Overstromingen hebben vaak een gemengde impact op de omgeving. Ze kunnen een positief effect hebben op sommige delen van het ecosysteem en een negatief effect op andere delen. Regelmatige, jaarlijkse overstromingen kunnen voorzien in watervoorraden voor menselijk gebruik en nutriënten aanbrengen die de landbouwproductie bevorderen in overstromingsgebieden. Negatieve effecten hangen af van de kwetsbaarheden van het gebied in kwestie (Hildén et al., 2012).

Overstromingen kunnen in de eerste plaats 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.

In de Europese overstromingsrichtlijn (2007/60/EG) wordt "overstromingsrisico" gedefinieerd als de kans dat zich een overstroming voordoet in combinatie met de mogelijke negatieve gevolgen van een overstroming voor de gezondheid van de mens, het milieu, het cultureel erfgoed en de economische bedrijvigheid. In Brouwers et al. (2009) wordt het overstromingsrisico meer pragmatisch beschreven als de gemiddelde verwachte schade per oppervlakte en per tijdseenheid, uitgedrukt in euro per m² en per jaar. Daarbij wordt de schade op een bepaalde locatie vooral bepaald door het landgebruik en de lokale sociaal-economische context (woningprijzen, opbrengst van akkerland, prijs van landbouwproducten, prijzen van voertuigen ...). Dichtbebouwde gebieden zullen een grotere schade hebben dan weilanden bij eenzelfde overstroming, natuurgebieden ondervinden zelfs geen economische schade van dezelfde overstroming.

Catastrofische overstromingen hebben zich in Europa in de loop van de geschiedenis voorgedaan en duizenden mensen waren het slachtoffer. Ze hebben doden en significante economische verliezen veroorzaakt. De totale schade door overstromingen in Europa is gestegen gedurende de laatste decennia, maar deze trend kan meer toegeschreven worden aan socio-economische dan aan klimatologische factoren (Hildén et al., 2012).

Bij overstromingen treden diverse processen op die ecosystemen en de landbouwproductie kunnen beïnvloeden. Het optreden van zuurstoftekort en het verdrinken van soorten worden

bepaald door de frequentie, het tijdstip, de duur en de diepte van de overstroming. Die bepalen ook het mogelijke optreden van eutrofiëring, alkalisering (minder zuur worden) 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, nutriënten of polluenten.

Ondanks de vele processen die optreden bij overstromingen hebben ze 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.

2.5 Klimaatverandering en waterhuishouding

Op wereldschaal

(naar Bates et al., 2008)

De waargenomen opwarming gedurende de laatste decennia is in verband gebracht met veranderingen van de grootschalige hydrologische cyclus, zoals toegenomen hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer; wijzigende neerslagpatronen, intensiteit en extremen; afname sneeuwbedekking en afsmelten van ijs ...

Voor de 21^e eeuw wijzen de resultaten van simulaties met klimaatmodellen op een toename van de neerslag op hoge breedtegraden en in delen van de tropen en een afname van de neerslag in sommige subtropische regio's en regio's op lagere en gematigde breedtes. Naar verwachting zullen de rivierafvoeren en de waterbeschikbaarheid toenemen als gevolg van de klimaatverandering op hogere breedtegraden en in sommige natte, tropische streken en afnemen in sommige droge regio's op gematigde breedtes en in de droge tropen. De toenemende neerslagintensiteit en -variabiliteit zal de risico's van overstromingen en droogtes doen toenemen. Van de watervoorraden gestockeerd in gletsjers en sneeuwbedekking wordt verwacht dat ze in de loop van de 21^e eeuw zullen afnemen.

Globaal genomen is het de verwachting dat de negatieve gevolgen van klimaatverandering zwaarder zullen doorwegen dan de positieve.

Op Europese schaal

(naar EEA, 2012b)

De invloed van de klimaatverandering op de kwantiteit van zoet water op Europees niveau kan samengevat worden in een aantal hoofdlijnen:

- In grote delen van Europa is sinds de jaren 60 een toename van de rivierafvoeren in de winter en een afname van de rivierafvoeren in de zomer vastgesteld.
- Naar verwachting zal de klimaatverandering resulteren in grote veranderingen van de seizoensaliteit van de rivierafvoeren. Daarbij zullen de zomerafvoeren in grote delen van Europa afnemen.
- De opwarming van de aarde zal volgens de projecties de hydrologische cyclus intensiveren en het voorkomen en de frequentie van overstromingen in grote delen van Europa doen toenemen.
- Flash floods (zeer snelle overstroming) en regenoverstromingen, die geïnitieerd worden door intense, lokale neerslag, worden wellicht frequenter in Europa. In regio's met lagere sneeuwaccumulatie in de winter zou het risico op overstromingen in de vroege lente kunnen dalen. Overstromingsprojecties blijven echter hoogst onzeker.
- In de loop van de voorbije decennia is Europa al met meerdere grote droogtes geconfronteerd (bv. de hittegolf van 2003 en de droogte van 2005 in o.a. Spanje en

Portugal). De hevigheid en de frequentie van droogtes lijken toe te nemen, vooral in het zuiden van Europa.

- Zuid- en Zuidoost-Europa zijn het meest gevoelig voor een toename van het gevaar op droogte maar in veel andere delen van het continent wordt ook een daling van de minimum rivierafvoeren verwacht, vooral in de zomer.

Op schaal Vlaanderen

(naar Brouwers et al., 2009)

De verwachtingen wat betreft klimaatverandering en waterhuishouding in Vlaanderen kunnen in volgende hoofdlijnen samengevat worden:

- Alle Vlaamse klimaatscenario's wijzen eenduidig op een stijging van de omgevingstemperatuur (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^e 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

- Batelaan O., Meyus Y. & De Smedt F. (2007) De grondwatervoeding van Vlaanderen. *Water*, tijdschrift over integraal waterbeleid nr 28, pp 64-71.
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu & J.P. Palutikof, Eds. (2008) *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Brouwers J., Peeters B., Willems P., Deckers P., De Mayer P., De Sutter R. & Vanneuville W. (2009) Klimaatverandering en waterhuishouding. In Van Steertegem, M. (Ed.) (2009). *Milieuverkenning 2030: Milieurapport Vlaanderen*. pp. 283-304.
- EC (2007) *De aanpak van waterschaarste en droogte in de Europese Unie*. Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement en de Raad. 15 pp.
- EEA (2009) *Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought*. European Environment Agency. 55 pp.
- EEA (2012a) *Water resources in Europe in the context of vulnerability*. EEA 2012 state of water assessment. European Environment Agency, 93 pp.
- EEA (2012b) *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012*. An indicator based report. European Environment Agency. 300 pp.
- Hildén M., Dankers R., Kjeldsen T., Hannaford J., Kuhlicke C., Kuusisto E., Macropoulos C., te Linde A., Ludwig F., Luther J. & Wolters H. (2012) *Floods – vulnerability, risks and management*. ETC CCA/ICM Joint Technical Paper 2/2012. 48 pp.
- 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.
- 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.
- Shiklomanov I.A. & Rodda J.C. (2003) *World water resources at the beginning of the 21st century*. pp 450.
- UN (2013) *UN-Water Statistics – Water resources*. http://www.unwater.org/statistics_res.html .
- Van Landuyt W., Heylen O., Vanhecke L., Van den Bremt P. & Baete H. (2000) *Verspreiding en evolutie van de botanische kwaliteit van ecotopen gebaseerd op combinaties van indicatorsoorten uit Florabank*. VLINA 96/02. Flower, Instituut voor Natuurbehoud, Nationale Plantentuin van België, UGent, Brussel/Gent.

Begrippen

Bemalen: kunstmatig met een watermolen of pomp ontlasten van het overtollige water.

Bovendebiet: het door de rivier afgevoerde water vanuit het hydrografische oppervlak of stroomgebied. Het omvat zowel het brondebiet als het regenwater dat via verschillende afvoermogelijkheden in de rivier terecht komt.

Collector: afvalwaterleiding die de gemeentelijke riolering verbindt met een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Corrosie: aantasting van metalen door roest of verwerking.

Droogte: tijdelijke, negatieve en ernstige afwijking over een significante periode en een grote regio van de gemiddelde neerslagwaarden.

Eutrofiëring: proces van nutriëntaanrijking zodanig dat de productiviteit van het ecosysteem niet langer gelimiteerd wordt door de beschikbaarheid van nutriënten. In aquatische ecosystemen kan eutrofiëring leiden tot een overdadige groei van waterplanten en/of algen en een achteruitgang van de kwaliteit van het water (fysico-chemisch en biologisch).

Evapotranspiratie: som van evaporatie en van transpiratie door planten. Evaporatie staat voor de beweging van water naar de atmosfeer. Evaporatie gebeurt vanuit de bodem, bladerdak, en oppervlaktewater. Transpiratie staat voor het ontsnappen van water (waterdamp) uit planten langs de huidmondjes in de bladeren.

Infiltratie: doordringen van neerslag in de bodem, naar het grondwater toe.

Kwel: grondwater dat onder druk aan de oppervlakte uit de bodem komt.

Maaiveld: bodemoppervlak.

Macro-invertebraten: met het blote oog waarneembare ongewervelde waterorganismen (bv. slakken, bloedzuigers, larven van kevers, vliegen, muggen of libellen ...).

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

Neerslagoverschot: verschil tussen neerslag en verdamping.

Nutriënt: (planten)voedingsstof waaronder stikstof, fosfor en kalium.

Schor: buitendijks gebied dat alleen bij uitzonderlijk hoog water overstroomt.

Slik: droogvallende plaat in een getijdengebied. Slikken vallen droog bij laagwater en lopen onder water bij hoogwater.

Overstromingsrisico: de kans dat zich een overstroming voordoet in combinatie met de mogelijke negatieve gevolgen van een overstroming voor de gezondheid van de mens, het milieu, het cultureel erfgoed en de economische bedrijvigheid.

Uurhok: oppervlak van 4x4 km binnen het raster van de topografische kaarten van België dat gebruikt wordt voor de inventarisatie van de flora en fauna.

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

Waterabstractie: (= *wateronttrekking*) is het wegtrekken van water uit elke bron, zowel tijdelijk als permanent.

Waterschaarste: weerkerend onevenwicht dat voortkomt uit het overgebruik van water, doordat het waterverbruik significant hoger is dan de natuurlijke en hernieuwbare waterbeschikbaarheid.

Waterverbruik: hoeveelheid water die effectief gebruikt wordt door eindgebruikers voor een bepaald doel, bijvoorbeeld huishoudelijk verbruik, irrigatie of industriële processen.

Afkortingen

EC: Europese Commissie

EG: Europese Gemeenschap

EEA: European Environment Agency

EMA: Europees Milieuagentschap

GGG: gereduceerd getijdengebied

GOG: gecontroleerd overstromingsgebied

MIRA: Milieurapport Vlaanderen

NARA: Natuurrapport Vlaanderen

OESO: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling

ORL: overstromingsrichtlijn

UN: United Nations

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

WL: Waterbouwkundig Laboratorium

[Terug naar Inhoudsopgave](#)