

Eindrapport

## Water, een kostbaar goed

De Nocker Leo, Liekens Inge, Broekx Steven

Studie uitgevoerd in opdracht van:VMM  
2017/RMA/R/1246.  
Juli 2017



**VITO NV**

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

Te citeren als: De Nocker Leo, Liekens Inge en Steven Broekx 2017. Water een kostbaar goed. Rapport voor VMM.

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916 Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

---

**INHOUD**

<b>Inhoud</b>	<b>I</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>III</b>
<b>Lijst van figuren</b>	<b>IV</b>
<b>HOOFDSTUK 0. Inleiding</b>	<b>1</b>
0.1. <i>Situering en doel</i>	1
0.2. <i>Ecosysteemdiensten als kader</i>	1
0.3. <i>Leeswijzer</i>	4
<b>HOOFDSTUK 1. Waterbeschikbaarheid</b>	<b>5</b>
1.1. <i>Hoeveel water is beschikbaar?</i>	5
1.2. <i>Wie gebruikt welk water in Vlaanderen?</i>	6
1.3. <i>Evolutie totaal watergebruik en waterproductiviteit</i>	8
1.4. <i>Belang en baten van goede waterbeschikbaarheid</i>	10
1.4.1. <i>Een goede volksgezondheid</i>	10
1.4.2. <i>Een performante economie</i>	15
1.5. <i>Conclusie</i>	16
<b>HOOFDSTUK 2. Zelfzuiverend vermogen</b>	<b>17</b>
2.1. <i>Zuivering pollutanten</i>	17
2.2. <i>Sedimentvang</i>	18
<b>HOOFDSTUK 3. Natuurlijke watersystemen beschermen tegen overstroming</b>	<b>19</b>
3.1. <i>Wat zijn risico's op overstromen?</i>	20
3.2. <i>Baten vermeden risico's op overstromen</i>	22
3.3. <i>Samenhang met kwaliteit van het te bergen water</i>	24
<b>HOOFDSTUK 4. Beleving van water</b>	<b>25</b>
4.1. <i>Recreëren in, op en langs het water</i>	25
4.2. <i>Water verhoogt de belevingswaarde van het landschap</i>	27
4.3. <i>Verbetering ecologische toestand water verhoogt de belevingswaarde nog verder</i>	27
4.4. <i>Bestedingen van recreanten en toeristen en invloed op de tewerkstelling</i>	36
4.5. <i>Invloed van beleving op de fysieke en mentale gezondheid</i>	37
<b>HOOFDSTUK 5. Water in de stad</b>	<b>39</b>
5.1. <i>Open leggen van rivieren in stadscentra</i>	39
5.2. <i>Recreatie, sociale cohesie en educatie</i>	40

5.3.	<i>Verkoelend effect van water in stadskernen</i>	41
5.4.	<i>Water, wonen en werken</i>	42
5.4.1.	Inleiding en methode _____	42
5.4.2.	Meerwaarde door aanwezigheid van water (blauwe ruimte) _____	42
5.4.3.	Meerwaarde van een betere kwaliteit van oppervlaktewater _____	45
5.4.4.	Minwaardes als gevolg van verontreiniging grondwater _____	46
5.4.5.	Meerwaarde en afgeleide economische effecten van integraal waterbeleid _____	47
5.4.6.	Conclusie _____	47
<b>HOOFDSTUK 6.</b>	<b>Wins wins met andere milieudomeinen _____</b>	<b>48</b>
6.1.	<i>Verbetering luchtkwaliteit</i>	48
6.2.	<i>Koolstofopslag in zoetwaterecosystemen</i>	49
6.3.	<i>Energie en warmte door water</i>	51
6.4.	<i>Recuperatie van energie en grondstoffen uit afvalwater</i>	52
6.5.	<i>Productie van biomassa</i>	53
<b>HOOFDSTUK 7.</b>	<b>Water en biodiversiteit _____</b>	<b>54</b>
7.1.	<i>Zeldzame ecosystemen</i>	54
7.2.	<i>Kinderkamers</i>	55
7.3.	<i>Otter en bever terug van weggeweest?</i>	55
7.4.	<i>Belang van biodiversiteit voor ecosystemendiensten</i>	55
<b>Literatuurlijst _____</b>		<b>57</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Impact van nitraat in drinkwater op volksgezondheid _____</b>	<b>66</b>

---

**LIJST VAN TABELLEN**

Tabel 1: Bruto gemiddelde, netto gemiddelde en maximale watervraag voor de verschillende sectoren die water opnemen uit het Albertkanaal en de Kempense kanalen, 2002. _____	8
Tabel 2: Kansen op voorkomen van overstromingen in Vlaanderen _____	21
Tabel 3: Baten van alternatieve scenario's van maatregelen voor actualisatie van het Sigmapijn _____	23
Tabel 4 : Gemiddeld aantal activiteiten nabij water per inwoner per jaar, Vlaanderen _____	26
Tabel 5: Voornaamste motief voor betalingsbereidheid 'goede toestand' Dender _____	32
Tabel 6: Resultaten van de contingente waardering rond betalingsbereidheid voor de realisatie van de goede toestand _____	35
Tabel 7: Gerapporteerde kengetallen voor bestedingen per bezoek _____	36
Tabel 8: Gebruikte kengetallen voor tewerkstelling(VTE) per miljoen euro bestedingen _____	37
Tabel 9: Waardering van verschillende scenario's voor herstel contact met Zenne in Brussel _____	40
Tabel 10: Stijging woningprijs in functie van doorzicht voor woningen binnen 500 meter van de waterloop _____	46
Tabel 11: Overzicht van de kengetallen voor afvang PM10 door vegetatie en water _____	49
Tabel 12: Opslag van koolstof in een waterhabitat. _____	50
Tabel 13: Huidige productie kleinschalige waterkracht _____	51

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Schematische weergave ecosysteemdiensten	2
Figuur 2: Totale economische waarde van een rivierecosysteem in goede toestand	3
Figuur 3 : Waterbeschikbaarheid in Vlaanderen in vergelijking met OESO landen	6
Figuur 4: Watergebruik volgens doelgroep en type water in Vlaanderen in 2012	7
Figuur 5: Evolutie waterproductiviteit in België, OECD en HIC	9
Figuur 6: Evolutie gebruik voor verschillende types water in Vlaanderen voor de periode 2000-2012	10
Figuur 7: Scores voor België voor de indicatoren m.b.t. gezondheidsgerelateerde millenniumdoelstellingen.	11
Figuur 8: De Zenne in Brussel in 1867	12
Figuur 9: Illustratie effect waterkwaliteit in de ijzer op drinkwaterproductie	14
Figuur 10: Recent overstroomde gebieden in Vlaanderen (1988-2013)	19
Figuur 11: Economische risico op overstromen in de huidige situatie, Vlaanderen	22
Figuur 12: Voorbeeld van een keuzekaart in een keuze-experiment waarbij de betalingsbereidheid voor een goede toestand van waterlopen werd geschat	28
Figuur 13: Visualisatie van toestandsverbetering voor de betaalkaartmethode	29
Figuur 14: Keuzekaart bij keuze-experiment Dender	30
Figuur 15: Verdeling bereidheid tot betalen voor goede toestand van de Dender	31
Figuur 16: Situering van de verschillende gevalstudies	33
Figuur 17: Huidige elektriciteitsproductie waterkracht	51
Figuur 18: Stappen in de bepaling van gezondheidsschade door nitraat in drinkwater	66

## HOOFDSTUK 0. INLEIDING

---

### 0.1. SITUERING EN DOEL

“Water is life.”

Dit is een veel gebruikte stelling om het belang van water in de wereld te duiden. Hoewel iedereen het erover eens is dat er geen leven mogelijk is zonder water, stellen velen zich de vraag of het daadwerkelijk nodig is om veel middelen te investeren in het bereiken van een goede status voor onze watersystemen. Vooral in een maatschappij als Vlaanderen waar aanvoer van zuiver drinkwater en afvoer van afvalwater een evidentie is, is een breder publiek besef van het belang van (een gebrek aan) voldoende en zuiver water geen evidentie.

De Europese kaderrichtlijn Water (KRW) stelt hoge eisen aan de chemische en ecologische kwaliteit van onze waterlichamen. Vlaanderen moet heel wat inspanningen doen om aan deze eisen te voldoen. Beheersplannen met maatregelenpakketten werden opgemaakt. Hiervoor is een financiële inspanning nodig. Dat het verbeteren van de kwaliteit van onze waterlichamen geld kost, daar is iedereen het over eens.

Anderzijds is water ook kostbaar. Dit rapport geeft een overzicht van de manieren waarop water kostbaar is voor ons. Specifiek gaat dit over evidente maatschappelijke baten zoals drinkwatervoorziening en recreatieve beleving, maar ook minder voor de hand liggende baten zoals win wins op andere milieudomeinen zoals stedelijke hitte en luchtkwaliteit. Het is hierbij niet de bedoeling om alles omvattend alle baten van water te duiden, maar eerder op basis van beschikbare kennis een aantal inzichten te geven waarom water kostbaar is voor ons.

### 0.2. ECOSYSTEEMDIENSTEN ALS KADER

Om de baten van water in Vlaanderen te overlopen, gebruiken we het concept van ecosysteemdiensten als algemeen kader. Ecosysteemdiensten zijn de goederen en diensten, door een ecosysteem voortgebracht, die een effect hebben op de welvaart of het welzijn van een maatschappij. Klassiek worden deze ecosysteemdiensten (ESD) ingedeeld in vier grote groepen: productiediensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten.

**Producterende diensten** zijn de producten die uit ecosystemen worden verkregen, zoals voedsel en grondstoffen zoals hout, riet, biomassa voor energie, ...

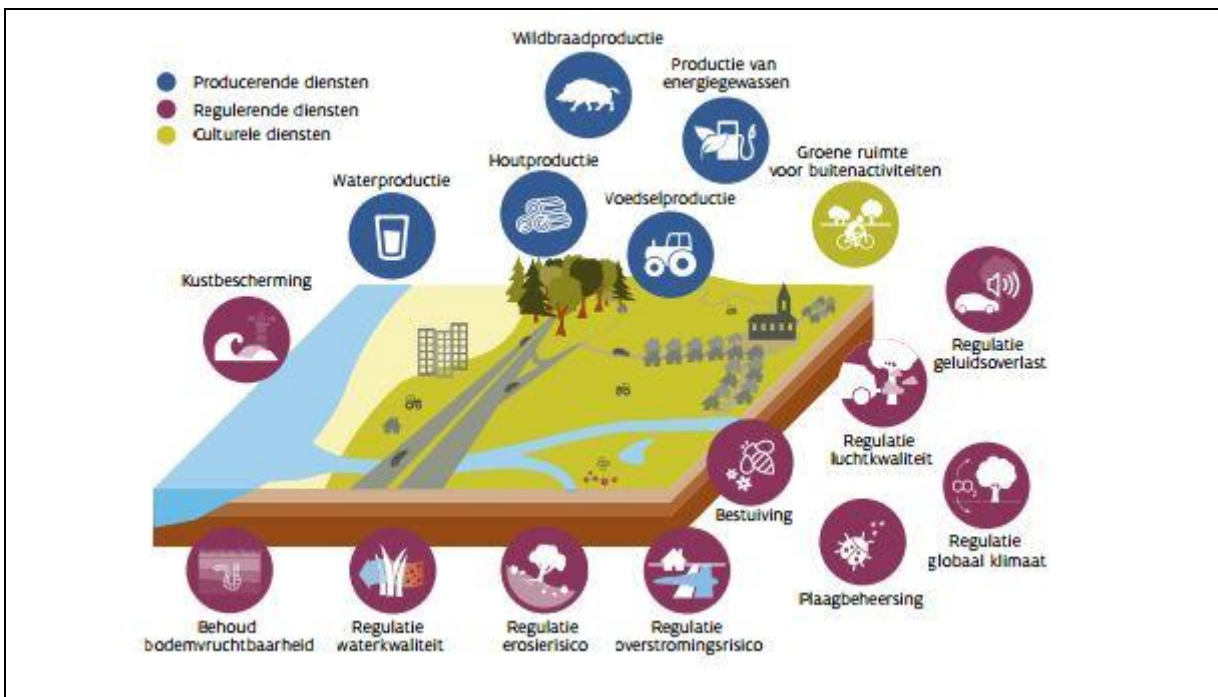
**Regulerende diensten** zijn de voordelen uit de regulering van ecosystemprocessen. Voorbeelden zijn positieve effecten op klimaat, water- en luchtverontreiniging.

**Culturele diensten** zijn de immateriële voordelen die mensen halen uit ecosystemen door geestelijke verrijking, cognitieve ontwikkeling, recreatie en esthetische beleving. Voorbeelden hiervan zijn kennissystemen, sociale betrekkingen en esthetische waarden.

**Ondersteunende diensten** zijn ecosysteemdiensten die noodzakelijk zijn voor de productie van alle overige ecosysteemdiensten. Voorbeelden zijn de productie van atmosferische zuurstof, het vormen en vasthouden van bodems, de nutriëntenkringloop, de waterkringloop en de natuurlijke leefomgeving. Deze laatste groep zit min of meer vervat in het leveren van de andere diensten en wordt niet afzonderlijk besproken.

Een ecosysteem zoals een zoetwaterrivier levert potentieel een brede waaier van goederen en diensten. Naast de gebruikswaarde van water als drinkwater, irrigatiewater of proces- en koelwater, is water aantrekkelijk voor recreatie en toerisme maar ook als woonomgeving. Water in een meer natuurlijke status heeft een beter zelfreinigend vermogen, heeft een betere regulatie van de waterstromen en zal de biodiversiteit bevorderen. Het zijn deze stellingen die we in dit rapport meer onderbouwen op basis van een verzameling van beschikbare literatuur en data.

*Figuur 1: Schematische weergave ecosysteemdiensten*

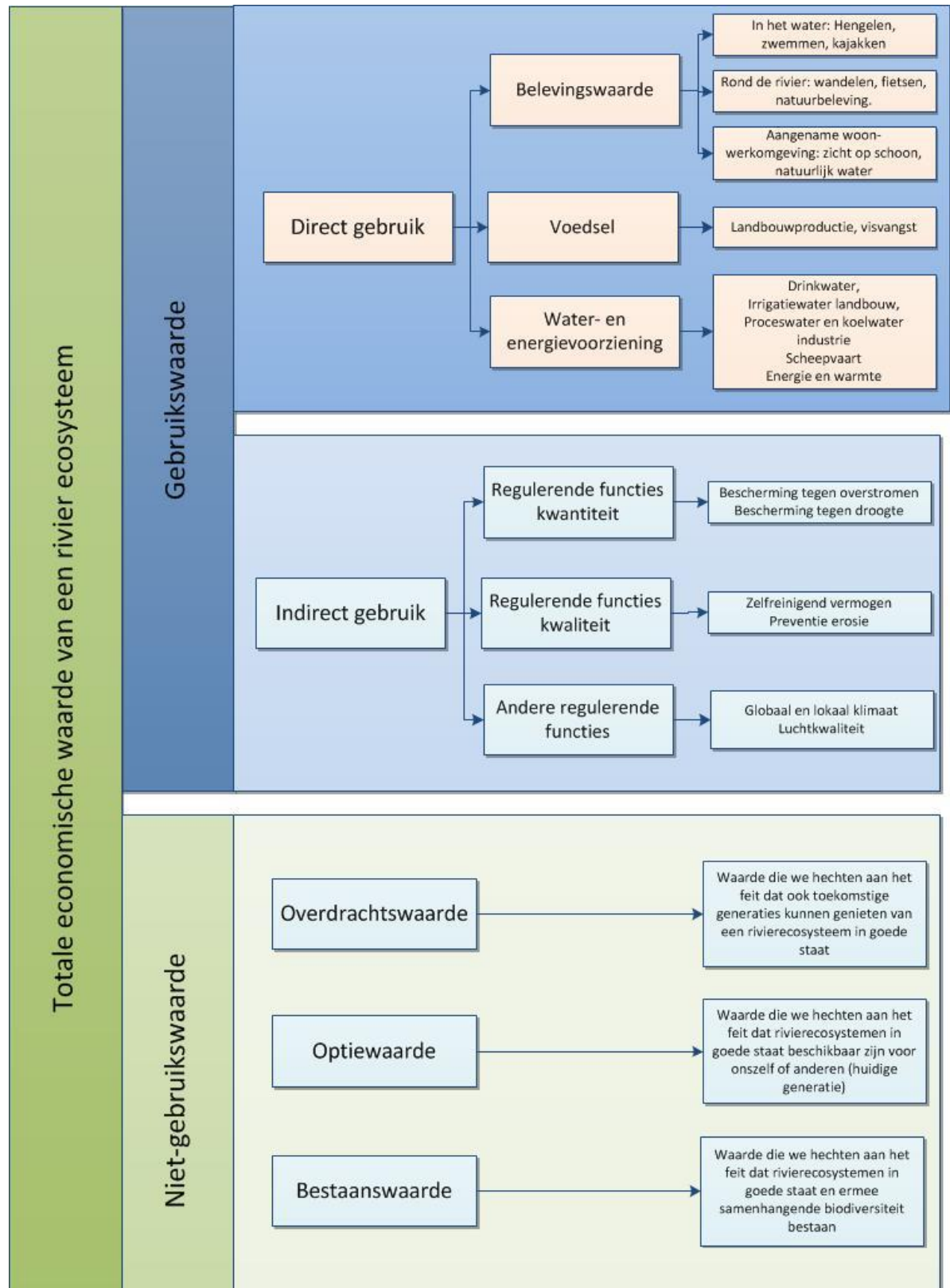


Bron: Stevens et al. 2014

Het belang van water op de ecosysteemdiensten in kaart brengen, helpt om te begrijpen waarom investeringen vereist zijn om ons watersysteem te beschermen en te verbeteren. Dit belang kan voor een aantal diensten gekwantificeerd en gewaardeerd worden. De totale economische waarde van water is de mate waarin water baten levert aan de maatschappij. Deze waarde is geen louter financiële waarde zoals figuur 2 duidelijk toont. Er is ook een niet-gebruikswaarde waarin de waarde is weergegeven voor toekomstige generaties en het bestaan van een waterloop voor planten en dieren. Daarnaast kan de totale waarde van een waterloop meer zijn dan de totale economische waarde bijv. ecologische waarde, intrinsieke waarde (zonder water sterft al het leven op aarde).



Figuur 2: Totale economische waarde van een rivierecosysteem in goede toestand



Bron: op basis van Nera, 2009, Brouwer, 2007

---

### 0.3. LEESWIJZER

In de volgende hoofdstukken bespreken we de diverse redenen waarom water kan beschouwd worden als een kostbaar goed. We hanteren wel de generieke principes van ecosysteemdiensten om baten te bespreken, maar het is niet zo dat we systematisch dienst per dienst overlopen. Dit is enerzijds niet nodig omdat het niet de bedoeling is om tot een soort van totale schatting te komen van de baten van water. Anderzijds is er vaak overlap en is het bevattelijker baten te groeperen over grotere thema's.

We onderscheiden achtereenvolgens volgende hoofdstukken:

- Waterbeschikbaarheid
- Het zelfreinigend vermogen van watersystemen
- Bescherming tegen overstromen
- Beleving van water
- Water in de stad
- Win wins van riviersystemen en herstel op andere milieudomeinen
- Water en biodiversiteit

Thema's zoals gezondheid zitten verweven in deze hoofdstukken en komen op diverse plaatsen terug.

## HOOFDSTUK 1. WATERBESCHIKBAARHEID

---

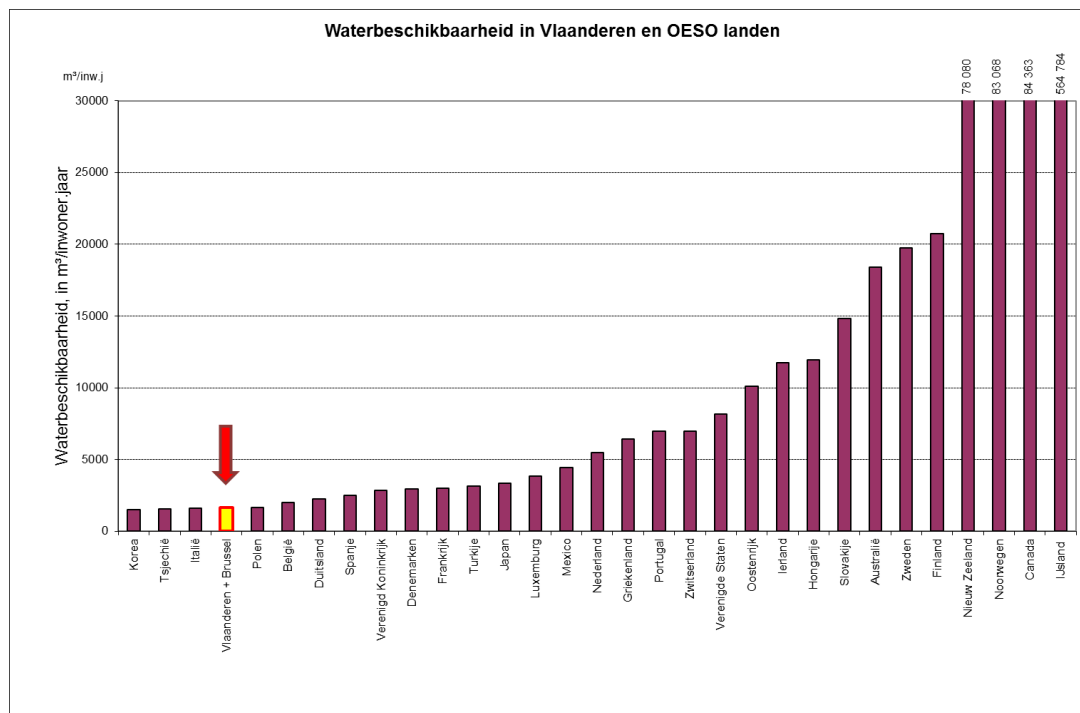
### 1.1. HOEVEEL WATER IS BESCHIKBAAR?

De jaargemiddelde waterbeschikbaarheid geeft een idee van de hoeveelheid water die per jaar beschikbaar is voor alle sectoren die water gebruiken. Het houdt rekening met het gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot (neerslag min verdamping), het via de rivieren binnenstromend debiet en het instromend grond- en oppervlaktewater. In de internationale context zijn er verschillende methodes om op basis van deze indicatoren de waterbeschikbaarheid te berekenen. Om deze te kunnen vergelijken tussen landen worden ze uitgedrukt in m<sup>3</sup> per inwoner per jaar (MIRA,2013). Deze indicator moet men niet zien als een exacte berekening van het beschikbare water, maar het geeft wel een goed idee van het relatief belang van de waterbeschikbaarheid voor Vlaanderen en de bepalende factoren.

Afhankelijk van de gekozen indicator en berekeningsmethode varieert de waterbeschikbaarheid voor Vlaanderen en Brussel van 1150 m<sup>3</sup>/inwoner.jaar tot 1700 m<sup>3</sup>/inwoner.jaar (MIRA, 2013).

Ondanks alle onzekerheden geeft deze indicator heel goed aan dat in vergelijking met andere landen de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen laag is. Op drie landen na hebben Vlaanderen en Brussel de laagste waterbeschikbaarheid van de OESO (Figuur 3). De waterbeschikbaarheid in onze buurlanden is gemiddeld twee keer zo hoog, en voor Nederland zelfs drie keer zo hoog. De lage score voor Vlaanderen en Brussel wordt verklaard door een samenspel van factoren, met enerzijds een hoge bevolkingsdichtheid, en anderzijds een beperkt aanbod omwille van gemiddelde neerslag en het beperkt aantal grote instromende rivieren. De cijfers worden berekend met langjarige gemiddeldes voor neerslag, verdamping en binnenstromend debiet. De waterbeschikbaarheid is lager voor de relatief drogere jaren. Dit is niet wat beschikbaar is voor huishoudelijke consumptie, maar dit moet voorzien in alle gebruiken van alle economische sectoren, scheepvaart en voor vegetatie en natuur.

Figuur 3 : Waterbeschikbaarheid in Vlaanderen in vergelijking met OESO landen



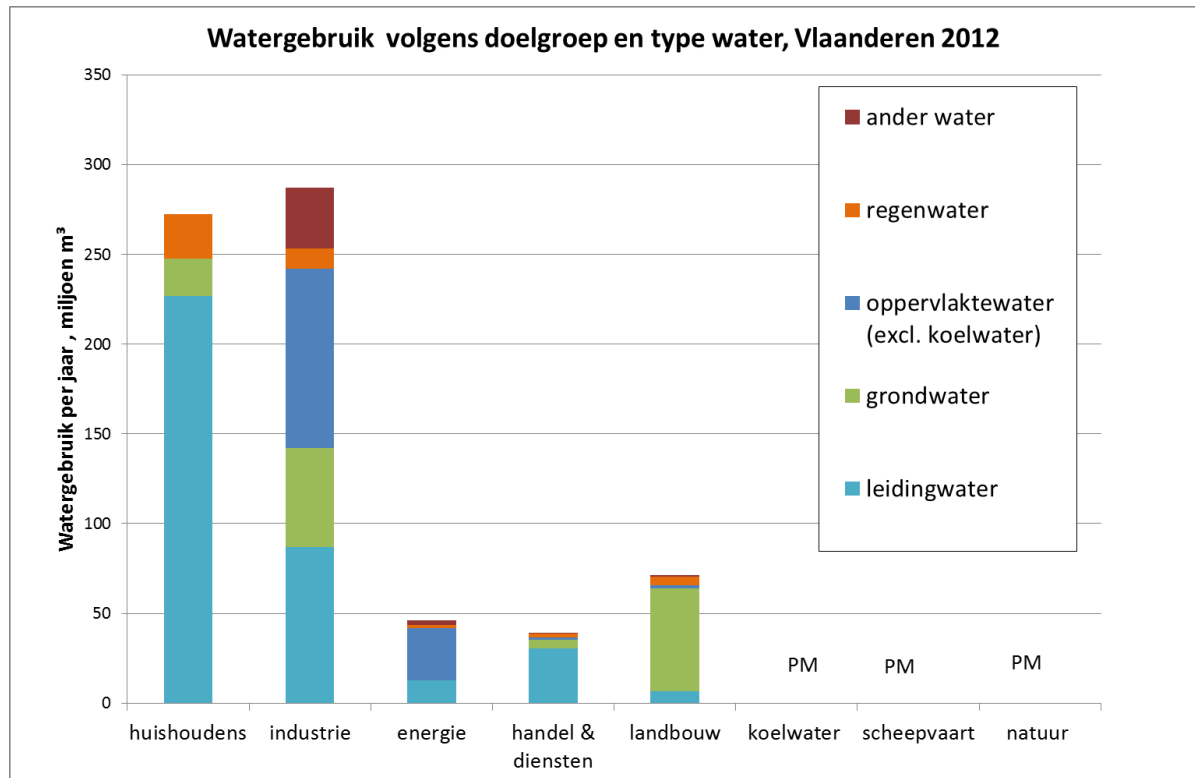
Bron: MIRA indicatorrapport 2012: thema indicator waterbeschikbaarheid

Deze indicator wijst erop dat er een relatief groot risico is op waterschaarste in Vlaanderen. Dit betekent dat er een hoge kans is dat er niet altijd en overal voldoende water is om aan alle vragen van de verschillende sectoren te voldoen. In de praktijk betekent dit dat er in periodes van droogte op sommige plaatsen beperkingen worden opgelegd aan sommige gebruikers. We geven verder enkele illustraties van deze beperkingen. Het is ook de verwachting dat de risico's op waterschaarste zullen toenemen als gevolg van de effecten van de klimaatverandering.

## 1.2. WIE GEBRUIKT WELK WATER IN VLAANDEREN?

Onderstaande grafiek illustreert het gebruik van water door de verschillende sectoren. Ten eerste kijken we naar gebruik van leidingwater en water dat wordt opgepompt door de verschillende sectoren, samen goed voor 716 miljoen m<sup>3</sup> in 2012. De doelgroep van de bedrijven (industrie, energie, handel en diensten) is goed voor de helft van dit totale gebruik, terwijl het aandeel van landbouw 10% is. Er zijn wel grote verschillen in het aandeel van de verschillende waterbronnen. Huishoudens gebruiken voornamelijk leidingwater, en zijn de grootste gebruikers ervan (62 %). Landbouw gebruikt voornamelijk grondwater, en is de grootste gebruiker hiervan. Industrie gebruikt een mix van verschillende waterbronnen, en is de grootste gebruiker van oppervlaktewater.

Figuur 4: Watergebruik volgens doelgroep en type water in Vlaanderen in 2012



PM: pro memorie, Op basis VMM MIRA, kernset milieudata, data waterverbruik

Daarnaast is er het gebruik van oppervlaktewater als koelwater, voornamelijk door de energiesector (75 %) en de industrie. Omdat dit om heel grote volumes gaat (meer dan drie keer het volume van ander watergebruik) dat hoofdzakelijk direct in hetzelfde waterlichaam wordt terug geloosd, wordt dit in de statistiek en voor de analyse onderscheiden.

De transportsector (binnenvaart) heeft ook nood aan voldoende debiet in de bevaarbare waterlopen, maar dit laat zich moeilijk uitdrukken in vergelijkbare eenheden. Dit geldt ook voor het water dat nodig is om gewassen en watergebonden natuurgebieden te voeden. Onderstaande tabel illustreert het belang van deze gebruiken voor het Albertkanaal en de Kempische kanalen. De bruto watervraag voor de scheepvaart geeft aan dat de vraag naar water voor het versassen van schepen in de sluizen belangrijk is, maar dat dit anderzijds niet bijdraagt aan de netto onttrekkingen uit deze systemen. Het gebruik 'irrigatiewatervangen' in deze tabel heeft betrekking op het watergebruik door verschillende sectoren (landbouw, natuur, recreatie, visvangst,...) die via watervangen water aan het stelsel onttrekken.

Als we kijken naar de bruto watervraag, dan is de scheepvaart zelfs de grootste oppervlaktewater gebruikende sector in Vlaanderen (Baetens et al., 2006; Michielsen et al., 2012). Bij het schutten van schepen wordt er water verplaatst van het opwaartse naar het afwaartse pand. Dit is de bruto hoeveelheid water die door de scheepvaart gebruikt wordt. Het water dat door de scheepvaart is gebruikt, blijft wel beschikbaar voor lokale gebruikers afwaarts de sluizen.

Tabel 1: Bruto gemiddelde, netto gemiddelde en maximale watervraag voor de verschillende sectoren die water opnemen uit het Albertkanaal en de Kempense kanalen, 2002.

Sector	Bruto gemiddelde watervraag 2002 (m <sup>3</sup> /s)	Netto gemiddelde watervraag 2002 (m <sup>3</sup> /s)	Maximale watervraag (m <sup>3</sup> /s)
Scheepvaart	13,86	0,00	
Industrie	1,90	0,75	
Elektriciteit	7,73	1,99	
Drinkwater	4,55	4,55	
Irrigatiewatervangen	2,50	2,50	3,69
Natuur- en groengebieden	0,55	0,55	
Waterbeheer	0,20	0,20	

Bron: Baetens et al, 2006

Voor natuur onderscheiden we water voor de voeding van natuurgebieden en voldoende debiet in de waterlopen zelf om ecologische doelstellingen te garanderen. Dit debiet wordt vaak omschreven vanuit het concept *environmental flows*, wat verwijst naar een natuurlijk stromingsregime (meer bepaald de kwantiteit, frequentie, timing en duur van waterstroming of *flow events*) met als doel de instandhouding van welbepaalde waardevolle elementen van het ecosysteem te realiseren (Navarro en Schmidt, 2012). Dit idee van een natuurlijk stromingsregime als voorwaarde voor het behoud van een waardevol ecosysteem, impliceert zowel lage als hoge debieten. Toch wordt meer de nadruk gelegd op de lage debieten of lage waterstanden dan op de hoge waarden, omdat in de huidige toestand van de watersystemen verdroging als een groter probleem voor behoud van ecosystemen wordt ervaren dan vernatting (De Sutter, 2011).

Tot slot is er ook de vraag naar voldoende debiet in de waterlopen om het binnen de perken van de vergunningen geloosde afvalwater af te kunnen voeren. De vergunningen gaan immers uit van een zekere mate van verdunning, die enkel gegarandeerd is als er voldoende debiet is. Dezelfde problematiek geldt voor diffuse lozingen.

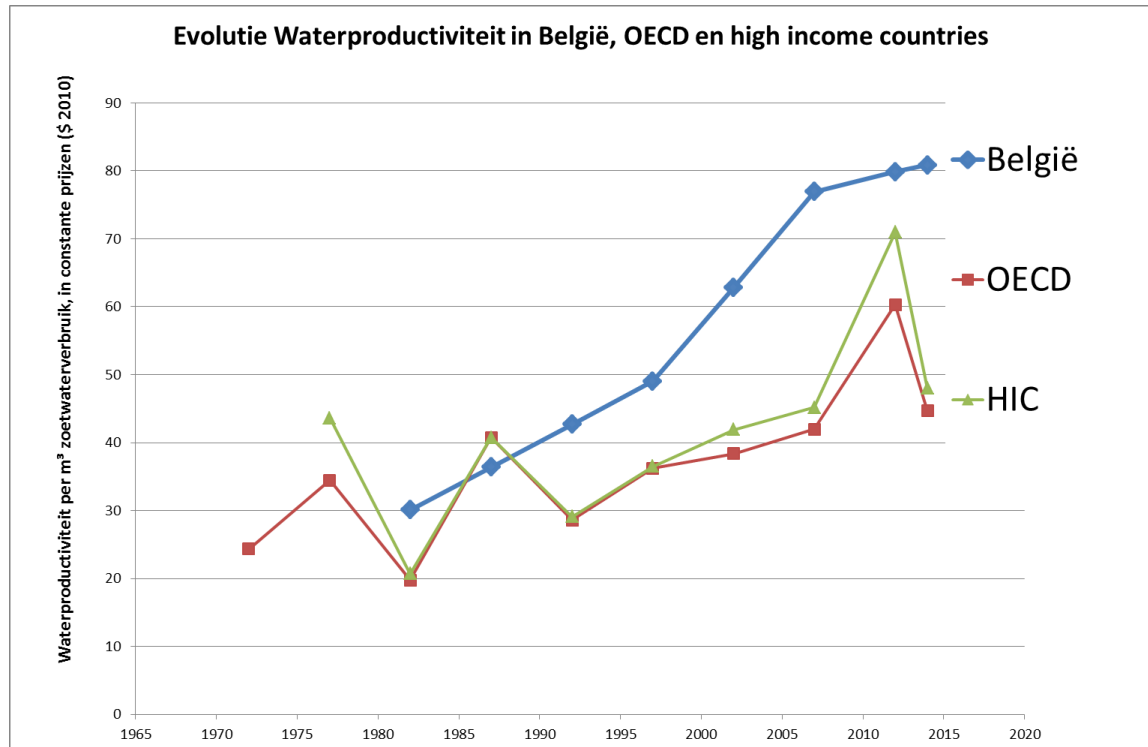
### 1.3. EVOLUTIE TOTAAL WATERGEBRUIK EN WATERPRODUCTIVITEIT

Bovenstaande analyse illustreert de noodzaak om in Vlaanderen efficiënt water te gebruiken en de beperkte waterbronnen goed te beschermen, zowel m.b.t. de kwantiteit als de kwaliteit. Vlaanderen heeft hiertoe een reeks van instrumenten ontwikkeld om opname of oppompen van water te reguleren, te controleren en te beperken, om de kwaliteit van grondwater te vrijwaren en die van oppervlaktewater te verbeteren en om via goed beheer van de verschillende watersystemen problemen door waterschaarste te beperken.

Het resultaat van al deze inspanningen vertaalt zich in een stijgende en hoge waterproductiviteit. In de definitie van de Wereldbank of Eurostat is waterproductiviteit een indicator gebaseerd op het inkomen (bruto nationaal product) gedeeld door het zoetwaterverbruik (m<sup>3</sup>/jaar), inclusief koelwaterverbruik. Voor België variëren de schattingen van Eurostat voor deze productiviteit tussen 70 euro/ m<sup>3</sup> water inclusief koelwater en 300 euro/m<sup>3</sup> zonder koelwater. De data geven ook aan dat de waterproductiviteit de laatste 30 jaar (periode 1982-2014) sterk is gestegen (met gemiddeld meer dan 5% per jaar), zij het iets minder sterk voor de laatste 12 jaar (+ 2,4 % per jaar). Daarnaast is de waterproductiviteit vrij hoog in vergelijking met het gemiddelde voor de 35 OESO landen of voor de groep van de landen met hoge inkomens (78 landen, Wereldbank). Omdat er onvoldoende data zijn,

wordt er geen gemiddelde voor de EU berekend. Anderzijds behoort België hiermee niet tot de top. Verschillende Europese landen hebben een waterproductiviteit die beduidend hoger is. De score voor België wordt sterk verlaagd omdat we relatief veel koelwater gebruiken, zodat we automatisch veel slechter scoren dan landen die minder zoetwater gebruiken voor koelen.

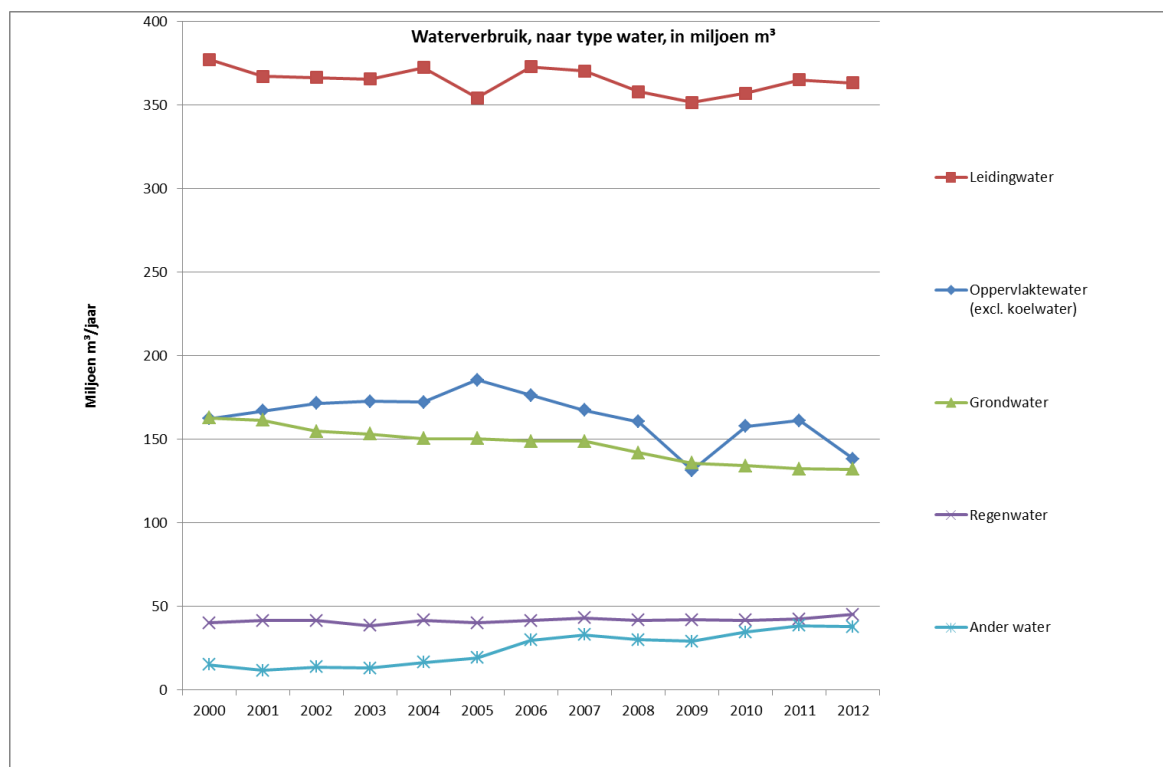
*Figuur 5: Evolutie waterproductiviteit in België, OECD en HIC*



HIC = High income countries = groep van 78 landen met de hoogste inkomens (Wereldbank); Bron: op basis data Wereldbank

De stijgende waterproductiviteit is het gevolg van een dalend watergebruik, ondanks de groei van bevolking en economie. De daling was het grootst op het einde van vorige eeuw. Sinds 2000 is het totale watergebruik redelijk constant gebleven tussen 2000 en 2008 en nadien lichtjes gedaald (-4%) (zie onderstaande figuur). De evolutie verschilt wel tussen de waterbronnen. Voor grondwater (-19%) en leidingwater (-4%) zien we een systematische continue daling. Voor verbruik van oppervlaktewater zien we een stijging in de periode tot 2007 en nadien een daling. Het beleid zet ook in op een hoger gebruik van hemel- en ander water, en het gebruik van deze bronnen is in deze periode dan ook gestegen, variërend van een lichte stijging voor hemelwater (+13%) tot een verdubbeling voor ander water. Hierdoor stijgt het aandeel van deze alternatieve bronnen van 7% naar 12%. Ook zien we een sterke daling van het gebruik van koelwater (-37% t.o.v. 2000).

Figuur 6: Evolutie gebruik voor verschillende types water in Vlaanderen voor de periode 2000-2012



Bron: op basis VMM, kernset milieudata, data waterverbruik

#### 1.4. BELANG EN BATEN VAN GOEDE WATERBESCHIKBAARHEID

Een goede waterbeschikbaarheid is een essentiële randvoorwaarde voor een goede volksgezondheid en voor een performante economie. Dit omvat voldoende water van voldoende kwaliteit om de verschillende noden van de verschillende sectoren te dekken. In volgende paragrafen schetsen we dit belang vanuit verschillende invalshoeken.

##### 1.4.1. EEN GOEDE VOLKSGEZONDHEID

###### → Schoon water en sanitair voor iedereen (duurzame ontwikkelingsdoelstelling)

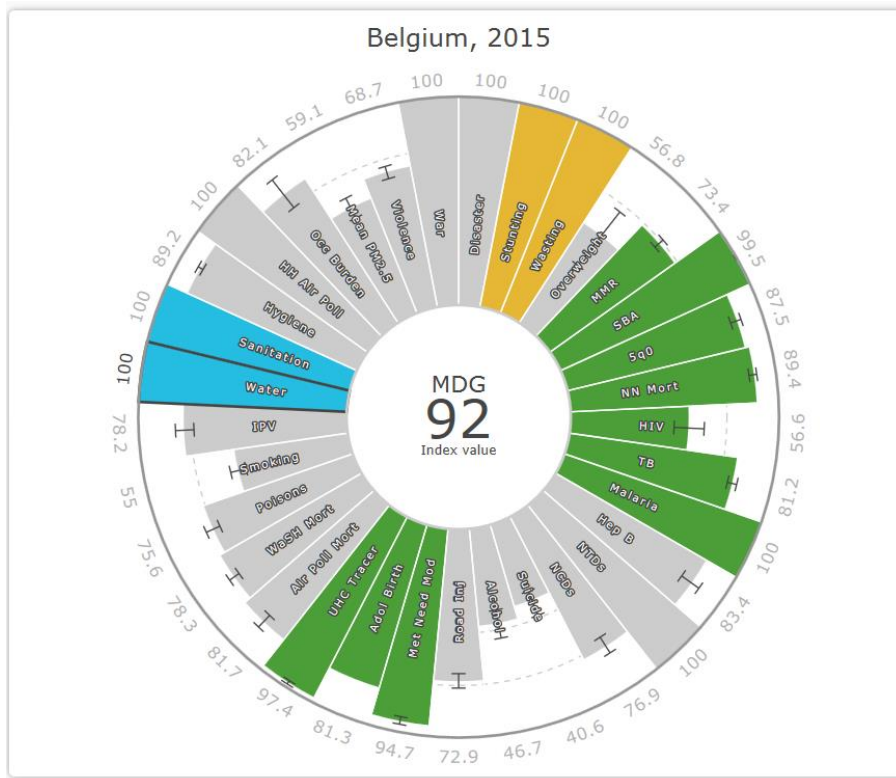
Het belang van watervoorziening is o.a. vertaald in doelstelling 6 van de duurzame ontwikkelingsdoelstellingen zoals die zijn opgezet door de United Nations - schoon water en sanitair voor iedereen (UN, 2016). Het benadrukt het belang van investeringen en duurzaam management om voor alle burgers voldoende drinkwater van goede kwaliteit te garanderen, net als voorzieningen voor afvoer van afvalwater.

Deze voorzieningen zijn dus essentieel om een goede volksgezondheid te garanderen, wat op zijn beurt de basis legt voor economische ontwikkeling waarbij ziekteverzuim voor kinderen en werkenden beperkt is. Dit vertaalt zich dan ook in de indicatoren die de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) opvolgt om de millennium doelstellingen m.b.t. volksgezondheid te monitoren. België krijgt voor beide aspecten, watervoorziening en zuivering, de



maximumscore (WHO, 2017). Dit betekent dat we geen belangrijke kosten voor de gezondheidszorg of menselijk leed als gevolg van watervoorziening en zuivering kennen. Dit aspect is voor heel veel Vlamingen evident maar is in wezen de grootste baat waarom we investeren in watervoorziening en zuivering. Dit illustreert ook dat de baten van een goede drinkwatervoorziening zich vertalen in de vermeden kosten voor gezondheidszorg.

*Figuur 7: Scores voor België voor de indicatoren m.b.t. gezondheidsgerelateerde millenniumdoelstellingen.*



*Bron: Institute for Health Metrics and Evaluation, 2016*

Het evidente en hierdoor ook wat vergeten belang van waterkwaliteit voor de gezondheid kunnen we illustreren met een aantal voorbeelden uit een nog niet zo lang verleden. De overwelving van de Zenne in Brussel in de 19<sup>e</sup> eeuw bijvoorbeeld werd in belangrijke mate geïnitieerd omwille van het steeds sterker vervuilde water van de rivier dat een onwelriekende geur verspreidde. Toen verdacht men de rivier ervan een rol te spelen bij de verspreiding van besmettelijke ziekten zoals cholera. De cholera bacterie, waarvan we nu weten dat ze wordt verspreid via besmet drinkwater, heeft de Brusselse bevolking herhaalde malen uitgedund (Stad Brussel, 2012). Ook in andere steden als Leuven, Diest en Hasselt werden vanaf de 19<sup>de</sup> eeuw rivieren in de binnenstad overwelfd omwille van verontreiniging en gerelateerde problemen met gezondheid.

*Figuur 8: De Zenne in Brussel in 1867*



*Bron: Stad Brussel, 2012*

→ **Baten- kosten verhouding van investeren in drinkwatervoorziening**

Vermeden kosten kunnen we niet terugvinden in de statistieken. Om de omvang van deze baten in te schatten moeten we kijken naar de baten van de maatregelen in die landen die minder goed scoren voor deze voorzieningen. Op basis van een recente wereldwijde studie naar de economische baten van investeringen en uitgaven voor drinkwatervoorziening besluit de WHO dat in een voorzichtige schatting de baten minstens twee keer zo hoog zijn als de kosten (WHO, 2012). Voor elke euro die wordt uitgegeven voor drinkbaar water verdient men er twee terug door vermeden kosten in de gezondheidszorg. De studie van de WHO is beperkt tot de belangrijkste ziektes gerelateerd aan gebrekkige voorziening van drinkwater en sanitair. Een verminderde toegang tot kwaliteitsvol drinkwater verhoogt bijvoorbeeld de kans op ziektes zoals diarree met 18%, met de hieraan verbonden kosten voor doktersbezoek en verhoogde kans op hospitalisatie. Diarree leidt tot extra dagen ziekteverzuim en de hiermee verbonden kosten voor werkgevers en werknemers. Diarree bij kinderen leidt tot kosten voor onderwijs en absentieïsme voor ouders.

Als we deze resultaten vertalen naar de Vlaamse context kunnen we de baten van drinkwatervoorziening schatten op minimaal 1 miljard euro, wat het dubbel van de drinkwatercomponent uit de integrale waterfactuur is. Dit betekent dus dat we baten schatten op afgerond ruim 3€ per m<sup>3</sup> (gegeven een marktprijs voor drinkwater van gemiddeld 1,6 €/m<sup>3</sup>) (Broekx et al., 2013).

Het gebruik van de kosten-baten verhouding voor minder ontwikkelde landen voor Vlaanderen brengt natuurlijk veel onzekerheden mee die we moeilijk kunnen schatten. Dit betekent niet dat de verhouding voor Vlaanderen lager zou zijn. We verwachten dat zowel kosten als baten hoger zijn,

omwille van bijv. hogere loonkosten, die zowel relevant zijn voor kosten van watervoorziening als vermeden kosten. Ten tweede zijn bepaalde factoren (zoals bevolkingsdichtheid, bescherming van de bronnen) gunstiger voor Vlaanderen dan voor veel van de bestudeerde gebieden. Tot slot merken we op dat we deze verhouding toepassen op het geheel van de kosten, en de verhouding dus iets zegt over de gemiddelde kosten en baten. Dit impliceert niet dat alle individuele uitgaven in Vlaanderen dezelfde kosten-baten verhouding hebben. Ook de WHO studie zelf geeft een gemiddelde op basis van uiteenlopende maatregelen en situaties met uiteenlopende kosten, baten en baten-kosten verhoudingen.

→ **Watervoorziening: een goedkope investering in volksgezondheid**

Een andere manier om het belang te illustreren is om de kosten voor drinkwatervoorziening (die tot minder ziektes leiden) te vergelijken met kosten van maatregelen in de gezondheidszorg om ziektes te behandelen. Om de uitgaven voor verschillende ziektes onderling te kunnen vergelijken worden zij uitgedrukt in uitgave per gewonnen gezond levensjaar (DALY, disability adjusted lifeyear). Deze indicator houdt rekening met de lengte en ernst (verlies van levenskwaliteit) van de verschillende ziektes. Uit vergelijkend onderzoek blijkt dat de investeringen in toegang tot drinkwater behoren tot de meest kosten-efficiënte maatregelen om volksgezondheid te vrijwaren. Basisuitgaven voor drinkwater kosten minder dan 50 \$ per bijkomend gezond levensjaar (DALY) dat men wint door deze uitgave (WHO). Dit is heel goedkoop in vergelijking met vele maatregelen in de gezondheidszorg. Voor OESO landen noemt de WHO maatregelen goedkoper dan 20.000 \$/DALY goedkoop, maatregelen tussen 20.000 en 100.000 \$/DALY redelijk en maatregelen boven 100.000 \$/DALY relatief duur. Als we kijken naar hoeveel burgers een extra gezond levensjaar waarderen (op basis van hun uitgaven om bijv. risico's op ongevallen te beperken of resultaten uit waarderingsstudies) dan kunnen we dit waarderen aan 20.000 tot 100.000 euro/DALY (Stassen, WHO, EC). Dit illustreert dat de baten voor drinkwatervoorziening veel hoger kunnen zijn dan de kosten.

→ **Het belang van goede waterkwaliteit voor watervoorziening**

Kwaliteit van de waterbronnen is van essentieel belang voor de productie van leidingwater tegen een relatief goedkope prijs. Naarmate de kwaliteit van de waterbronnen beter is, zijn de bijkomende kosten die men moet maken voor de productie van leidingwater beperkt. Onderstaand voorbeeld illustreert dat er ook in Vlaanderen anno 2016 momenten en plaatsen zijn waar de waterbron nog te veel verontreinigd is voor een kostenbewuste productie van leidingwater.

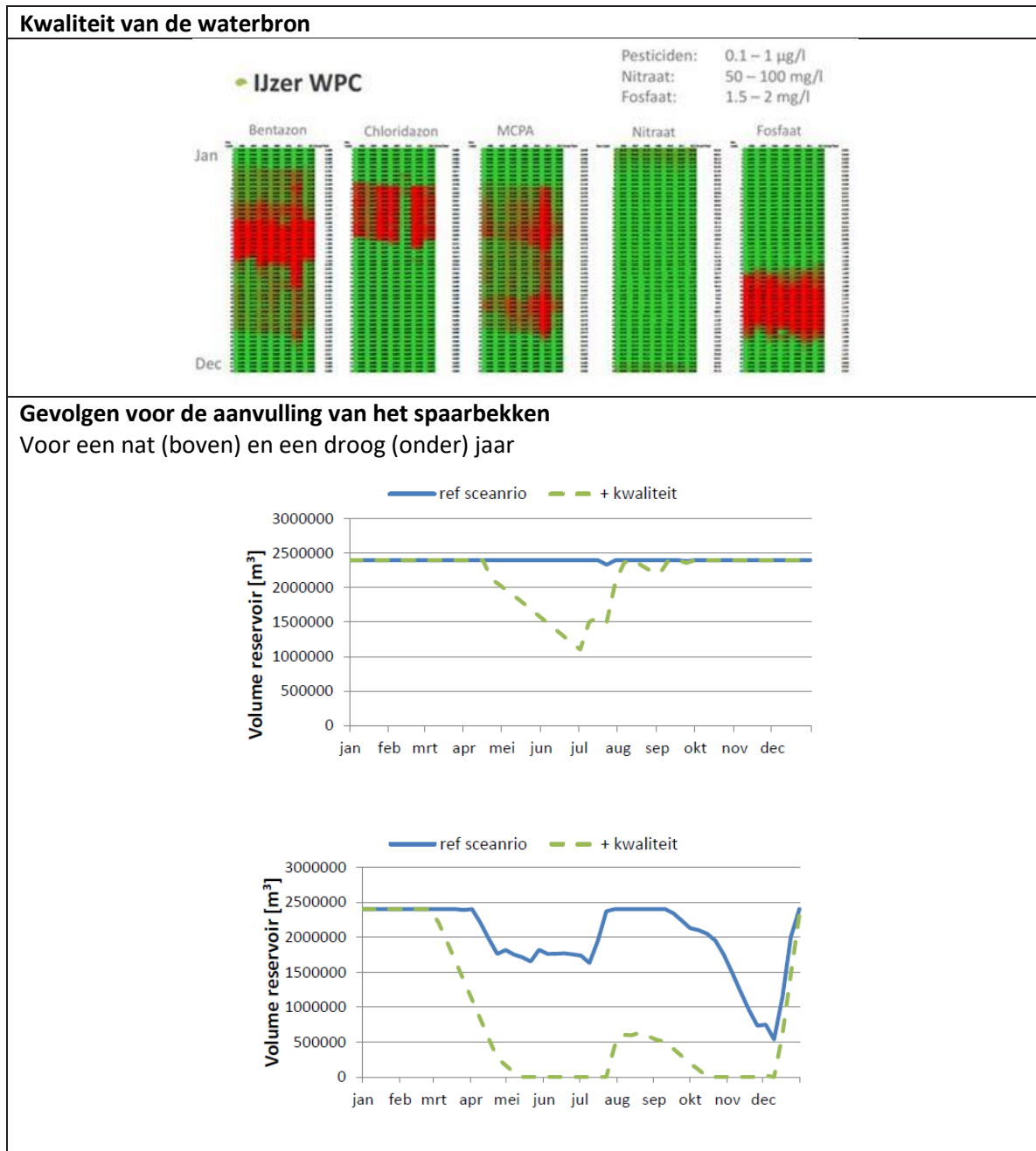
De Watergroep voorziet een groot deel van West-Vlaanderen van drinkwater. Wegens de beperkte beschikbaarheid van grondwater worden in deze regio voornamelijk oppervlaktewaterbronnen gebruikt om het drinkwater te produceren. Concreet gebruikt De Watergroep water uit de IJzer (Waterproductie Centrum De Blankaart) en uit de Schelde (Waterproductie Centrum De Gavers) voor de productie van het drinkwater. In de IJzer is echter, voornamelijk tijdens de zomermaanden en met lage debieten, de waterkwaliteit ongeschikt om op een kostenefficiënte manier drinkwater van te produceren.

Figuur 9 toont de waterkwaliteit van het IJzerwater voor drie pesticiden, nitraat en fosfaat tijdens de periode 2006 tot en met 2012. Wanneer de concentratie boven de getoonde limieten stegen is er een rode kleur gegeven aan die periode. Voor het WaterProductieCentrum De Blankaart zijn het voornamelijk de hoge pesticide concentraties in de zomermaanden die ervoor zorgen dat de inname van water uit de IJzer moet stilgelegd worden. Hierdoor kan het bufferbekken (3 miljoen m<sup>3</sup>) niet of

minder worden aangevuld, zodat de buffercapaciteit kan dalen tot 1 miljoen m<sup>3</sup> voor een nat jaar of in droog jaar helemaal kan wegvallen.

Door een beperking van kwaliteit kan deze waterbron dus niet worden aangesproken, en zal er de facto op andere bronnen beroep worden gedaan om leidingwater te produceren. Dit voorbeeld illustreert het belang van een goede waterkwaliteit van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening.

Figuur 9: Illustratie effect waterkwaliteit in de ijzer op drinkwaterproductie



Bron: op basis VITO en Peleman en Jeurissen, 2015

**→ Het belang van goede waterkwaliteit grondwater voor gezondheid**

In de context van een Europees onderzoeksproject zijn de gevolgen op de volksgezondheid geschat van het gebruik van verontreinigd putwater (grondwater) door huishoudens (Brink en van Grinsven, 2011). Op basis van de gehanteerde aannames wordt voor België geschat dat nitraat in drinkwater leidt tot ongeveer 115 extra gevallen van darmkanker, wat overeenkomt met een toename van 3%. Dit komt overeen met een schadekost voor België van 24 miljoen euro. Dit is iets lager dan wat wordt berekend voor andere EU landen. Als we deze schadekosten uitdrukken per kg afspoeling nitraat van landbouwgronden dan is de schade per kg 3 keer hoger voor België, o.a. omwille van de hogere bevolkingsdichtheid (zie bijlage A).

De aannames in deze studie m.b.t. gebruik van eigen putwater voor consumptie voor Vlaanderen zijn hoger dan wat we verwachten uit andere studies. Deze studie is vooral relevant omdat het de potentiële gevolgen illustreert van een combinatie van mindere kwaliteit van grondwaterbronnen en beperkte toegang tot schoon drinkwater.

**→ Maatschappelijke kosten van beperkingen/onderbrekingen van drinkwatervoorziening**

De maatschappelijke kost of kost voor de gebruiker voor een gebruiksbeperking op drinkwater is geschat in het kader van de studie naar de maatschappelijke aanvaardbaarheid en kosten van watertekorten (laagwaterstrategieën) (Baetens et al. 2006). Hierin wordt de maatschappelijke kost van beperking van drinkwater geschat aan de hand van een economische analyse van de vraagfunctie. Deze analyse houdt er rekening mee dat het water deels wordt gebruikt voor hoogwaardige toepassingen met een hoge waarde en deels voor laagwaardige toepassingen. Op deze wijze kan men de gevolgen schatten van een onderbreking of beperking van de watervoorziening, waarbij korte, kleine beperkingen minder zwaar wegen dan grote, langdurige beperkingen.

De kost voor de gebruiker van een tijdelijke en relatief kleine beperking van de beschikbaarheid van drinkwater is gerelateerd aan het opgeven van relatief laagwaardige toepassingen van drinkwater, waarvan de kost wordt geschat op 100% tot 200% van de marktprijs (1.6€/m<sup>3</sup>) van drinkwater voor de consument.

Anderzijds, indien door watertekort de drinkwatervoorziening verder moet beperkt worden (bijv. 10% gedurende 10 dagen) dan zou de kost per m<sup>3</sup> al iets hoger liggen (3 €/m<sup>3</sup>). Bij grote en langdurige gebruiksbeperkingen kunnen de kosten per m<sup>3</sup> sterk stijgen, omdat hoogwaardige gebruiken worden beperkt. Dit kan oplopen tot meer dan 100 €/m<sup>3</sup> bij bijv. een beperking met 25% gedurende 20 dagen. De maatschappelijke kost voor Vlaanderen van een scenario met dergelijke beperkingen komt voor Vlaanderen dan neer op afgerond meer dan 1 miljard euro (De Sutter et al, 2013).

**1.4.2. EEN PERFORMANTE ECONOMIE****→ Maatschappelijke kosten voor bedrijven en landbouw**

Om het belang van watervoorziening voor bedrijven te schatten kunnen we eveneens kijken naar mogelijke effecten en kosten van droogte-events of onderbrekingen van de watervoorziening. In bovenvermelde studie (Baetens et al. 2006), zijn de gevolgen bekeken van een watertekort bij een beperkt aantal bedrijven uit verschillende sectoren die oppervlaktewater uit het Albertkanaal en de

---

Kempische kanalen gebruiken. Deze gevolgen zijn kleiner naarmate bedrijven nog andere waterbronnen hebben (bijv. hemelwater) of eigen buffers hebben om kortstondig zelf in water te voorzien. Ten eerste illustreren deze gevalstudies dat de bedrijven zelf geen of beperkte eigen buffer hebben omdat zij in het verleden niet door watertekorten zijn getroffen en zij de kans hierop klein schatten. Dit is een eerste baat van goede watervoorziening, voornamelijk dat bedrijven dit soort kosten in buffers kunnen vermijden. Ten tweede toont het de grote verscheidenheid tussen bedrijven en sectoren, zowel naar de marge die bedrijven hebben om tekorten te overbruggen (van 0 tot 30 dagen) als de kost per m<sup>3</sup> bij gebruiksbepanking. Deze varieert van 5 tot meer dan 200 €/m<sup>3</sup>, maar met het grootste deel van de bedrijven (uit sectoren met grote watergebruiken) binnen de vork van 5 tot 50 €/m<sup>3</sup> beperking. Voor de bedrijven in de steekproef uit de landbouwsector zijn de kosten van gebruiksbepanking lager, van 0,5 tot 5 €/m<sup>3</sup>. Deze kengetallen illustreren duidelijk het belang van gegarandeerde watervoorziening, en dat de baten van het gebruik van oppervlaktewater – dat relatief goedkoop kan gewonnen worden – vele malen hoger zijn dan de kosten.

In het kader van een proefproject rond het gebruik van grijs water is onderzocht in welke mate bedrijven in West-Vlaanderen die grondwater gebruiken, kunnen overstappen naar 'grijs water'. Voor een bedrijf is de winning van grondwater relatief goedkoop (0,3 tot 0,4 €/m<sup>3</sup> in de steekproef) in vergelijking met de prijs van leidingwater (1,5 €/m<sup>3</sup> gemiddeld in de steekproef). De studie onderzocht onder welke voorwaarden bedrijven kunnen overstappen van grondwater naar andere en duurdere waterbronnen. De studie illustreert dat de bedrijven vaak onvoldoende marge hadden om de totale kost van het overstappen naar leidingwater te dragen (gemiddeld + 1 €/m<sup>3</sup>), maar dat ze de overstap wel kunnen maken als het alternatief (grijs water) gemiddeld niet meer dan 0,5 €/m<sup>3</sup> duurder is. Ook dit illustreert dat de baten van watergebruik hoger zijn dan de huidige kosten voor watervoorziening.

## **1.5. CONCLUSIE**

De illustraties in dit hoofdstuk maken duidelijk dat investeringen in watervoorziening met toegang tot voldoende water van goede kwaliteit op een relatief goedkope manier baten levert voor de gezondheid van mensen en kosten vermijdt voor gezondheidszorg en voor waterbuffering van bedrijven.

---

## HOOFDSTUK 2. ZELFZUIVEREND VERMOGEN

---

### 2.1. ZUIVERING POLLUENTEN

Het watersysteem beschikt over een zelfzuiverend vermogen en is m.a.w. ook zelf in staat om een deel van de verontreinigende stoffen door allerlei natuurlijke afbraakprocessen te verwijderen.

We bespreken hier voornamelijk nutriënten en meer specifiek de verwijdering van nitraten. Biologische denitrificatie is het proces waarbij nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) wordt omgezet in stikstof (N). Hierdoor komt minder nitraat in grond- en oppervlaktewater terecht waardoor minder eutrofiëring<sup>1</sup> plaats vindt. Denitrificatie gebeurt in slecht gedraineerde bodems van bossen, graslanden en landbouwgronden, in gedeeltelijk tot volledig waterverzadigde bodems, in kwelgebieden en oeverzones, in sedimenten van rivieren, meren en estuaria enz. De mechanismen die eraan ten grondslag liggen, kunnen verschillend zijn. In het algemeen speelt tijd een belangrijke rol. Hoe langer water ergens verblijft, hoe langer afbraakprocessen kunnen plaatsvinden en des te meer afvalstoffen worden verwijderd of omgezet.

Door vernatting en herstel van waterhabitats (oeverzones, waterluwe zones, plasdrasgebieden, overstromingsgebieden) kan dit proces verder verbeteren en zo bijdragen aan een betere waterkwaliteit. Ook een ingreep zoals hermeandering vergroot de verblijftijd van water in de rivier en vergroot het zelfzuiverend vermogen.

Een oeverzone van bijv. 5m breed en die water van het omliggende land (bijv. afstroom neerslag van akkerland, bemesting) binnenkrijgt met een stikstofbelasting van 10 mg/l, verwijdert in absolute termen 88 kg stikstof /jaar. Dit is een hoeveelheid die equivalent is aan de jaarlijkse lozing van 25 inwoners. Deze oeverzone zorgt ervoor dat de concentraties die nog in de waterloop terecht komen dalen van 10 mg/l naar 4 mg/l stikstof, waardoor er aanzienlijk minder polluenten in de rivier terechtkomt (Liekens et al., 2009).

Natte terrestrische ecosystemen die voor een bepaalde periode een hoge waterverzadiging kennen door ondiepe grondwaterstanden dragen ook bij tot het proces en kunnen daardoor ook bijdragen tot de verwijdering van nitraten en zo bijdragen tot een betere grond- of oppervlaktewaterkwaliteit. Een vernatting van een weiland kan bijvoorbeeld leiden tot een toename van de maximale denitrificatie van 65% (Liekens et al. 2009b)

Herstel van overstromingsgebieden zorgt voor bijkomende stikstofverwijdering uit het instromende water door denitrificatie. Een getijdengebied verwijdert gemiddeld 153 kg N/ha.jaar (Cox, 2004). Zoete intergetijdengebieden verwijderen 176 kg en brakke gebieden 107 kg per ha per jaar. Dit effect wordt bevestigd door monitoringgegevens in de Schelde waaruit blijkt dat naast maatregelen genomen door de vervuilers, de nutriënten in de Zeeschelde ook dalen door het herstel van het ecosysteem (OMES rapport 2015).

---

<sup>1</sup> Eutrofiëring is een sterke toename van voedingsstoffen in water waardoor een sterke groei en vermeerdering van bepaalde soorten optreedt, waarbij de soortenrijkheid of biodiversiteit meestal sterk afneemt.

---

## 2.2. SEDIMENTVANG

Sediment komt in de waterloop terecht door bodemerrosie en lozingen van afvalwater. Het sediment zet zich af in de waterloop, waardoor het waterafvoerend vermogen en de bergingscapaciteit van de waterloop vermindert, wat indirect aanleiding geeft tot een verhoogde kans op wateroverlast. Daarnaast geeft dit ook problemen in de vaargeul van bevaarbare waterlopen waardoor de scheepvaart wordt belemmerd. Dit geeft aanleiding tot hoge ruimingskosten om het afvoerend vermogen en de doorgang voor schepen te vrijwaren. Bagger- en verwerkingskosten kunnen sterk variëren afhankelijk van de kwaliteit van het sediment. De kosten voor het baggeren zelf werden geschat op 5-10 €/ton (Broekx et al. 2010). De verwerkingskosten kunnen oplopen tot meer dan 100 €/ton in functie van de kwaliteit. VMM geeft aan jaarlijks ongeveer 5 miljoen euro te besteden aan het baggeren en ruimen van sediment (VMM, 2012).

Het tegengaan van erosie, het zuiveren van afvalwater en het afvangen van sediment in de waterloop zelf zijn maatregelen om bagger- en ruimingskosten te doen dalen.

Oeverzones zorgen er bijvoorbeeld voor dat er minder erosie plaatsvindt in vergelijking met een akkerland en dat er ook sediment uit het instromende rivierwater kan neerslaan. Samen met dit sediment worden ook de aangehechte polluenten verwijderd uit de waterlopen.

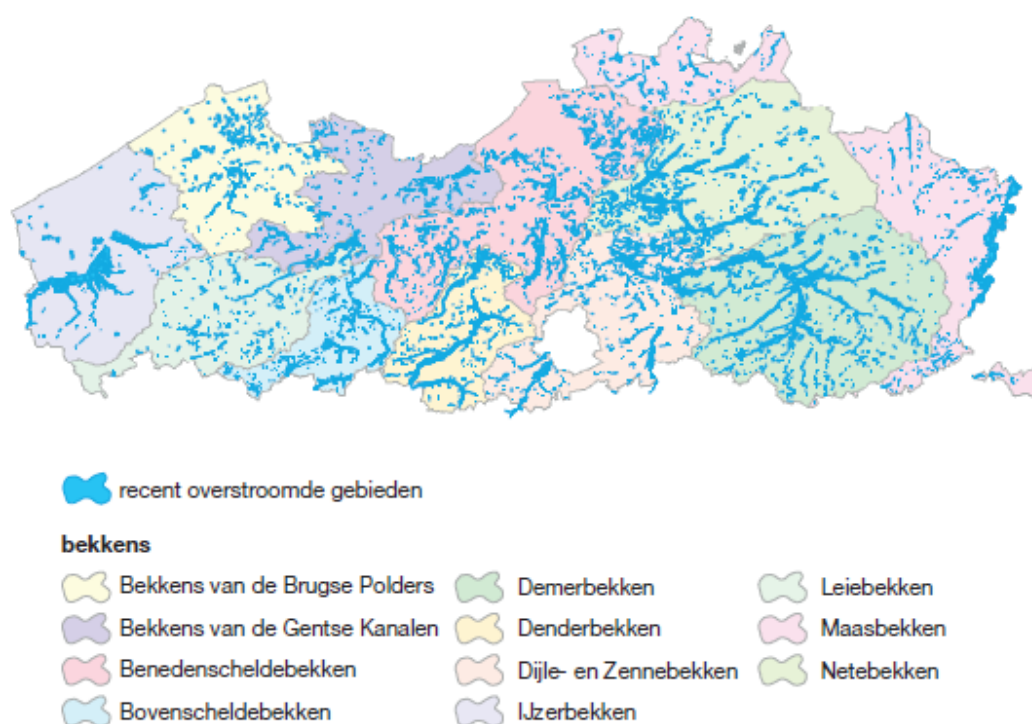
Sedimentvangen dwingen het slib op strategisch gekozen plaatsen te bezinken waardoor de ruimingskosten sterk verminderen. Dit wordt gerealiseerd door de waterloop gericht te verbreden waardoor de stroomsnelheid afneemt en het sediment bezinkt. Bovendien voorkomen ze dat verontreinigd sediment zich afzet in natuurgebied en dat er slib moet geruimd worden in kwetsbare gebieden door sediment lokaal en opwaarts van verontreinigingsbronnen te laten bezinken (VMM, 2012).



### HOOFDSTUK 3. NATUURLIJKE WATERSYSTEMEN BESCHERMEN TEGEN OVERSTROMING

Niettegenstaande Vlaanderen al heel wat beschermingsmaatregelen heeft genomen (dijken, stormmuren, overstromingsgebieden,...) is het risico op overstromen nog altijd reëel. Dit komt doordat de kans op overstromen toeneemt. Het aantal problematische overstromingen is sinds 1970 opmerkelijk gestegen, zowel wereldwijd als in België. Klimaatverandering is daarin slechts één van de mogelijke factoren. Door allerhande ingrepen in het watersysteem en de rivieren (verhardingen, ander landgebruik, rechttrekken van waterlopen...) stellen we vast dat het watersysteem onvoldoende water bovenstrooms kan vasthouden (met minder aanvulling van de grondwatertafels daar), zodat de kansen op overstromingen benedenstrooms toenemen. In de laatste 25 jaar is ongeveer 5% van de totale oppervlakte van Vlaanderen overstromd, en deze overstromingen liggen verspreid over de verschillende bekken in Vlaanderen (zie onderstaande figuur). Naast deze eerder frequente en kleinere overstromingen, lopen we het risico op grotere overstromingen zoals in 1953 en 1976. Zij komen weliswaar minder frequent voor maar de schade is groter. Ook neemt de mogelijke schade veroorzaakt door die overstromingen toe door de toename van de bevolking en de welvaart.

*Figuur 10: Recent overstroomde gebieden in Vlaanderen (1988-2013)*



Bron: Brouwers et al, 2015

Overstromingsrisico's zijn in de laatste 50 jaar ongeveer vervijfvoudigd, zowel in België als in Europa en de rest van de wereld (Brouwers et al, 2015). Als gevolg van klimaatverandering en toenemende

---

verharding zullen de risico's verder stijgen, tenzij beleid dit compenseert. In deze context is het blijvend en verder beperken van de risico's door overstromingen dan ook een belangrijke uitdaging.

Door de natuurlijkheid van het watersysteem te herstellen worden ook de kansen op overstromen en dus de risico's lager. Naast dijken en keringen kunnen ook natuurgebaseerde maatregelen gebouwd worden om water tijdelijk te bergen (overstromingsgebieden) of vertraagd af te voeren (meandering). Daarnaast zijn er ook veel maatregelen mogelijk om water beter bovenstrooms vast te houden en te laten infiltreren. Langs de kust zijn ook het aanleggen van bredere stranden en duinenonderhoud ingrepen die overstromingsrisico's doen afnemen. Uit de kosten-batenanalyse van het Sigmaplan (zie 3.1.3) blijkt dat natuurgebaseerde oplossingen tegen overstromingen eenzelfde bescherming kunnen bieden tegen overstromingen aan een lagere kostprijs. Naast de lagere risico's van overstromingen hebben ze nog een hele waaier aan andere baten. Zo is er de verbetering van de ecologische toestand (zie later) van de waterlopen. Daarnaast bevorderen ze ook de waterkwaliteit van het instromende water en hebben ze een positieve invloed op de beleving van recreanten en omwonenden (zie volgend hoofdstuk).

### **3.1. WAT ZIJN RISICO'S OP OVERSTROMEN?**

De risico's op schade door overstromen worden bepaald door de kans op een overstroming en de schade in geval van overstroming.

$$\text{Risiko} = \text{kans op overstroming} \times \text{schade door overstroming}$$

De kansen op een overstroming van een bepaalde omvang wordt uitgedrukt in een herhalingsperiode (bijv. van extreme neerslag of stormen) die deze kans bepalen. Hierbij maakt men onderscheid tussen drie groepen (zie onderstaande tabel). Er is rekening gehouden met overstromingen omwille van extreme regenval of afvoer, relevant voor het hele land en vooral voor benedenstroomse gebieden en met overstromingen vanuit de zee, die relevant zijn voor de kust en polders en het getijdegevoelig stroomgebied van de Schelde. Overstromingen van riolen vallen hier niet onder. De tabel illustreert dat bij minder frequente overstromingen de potentiële schade groter is, want de overstroomde oppervlakte en de waterdiepte zijn groter.

Tabel 2: Kansen op voorkomen van overstromingen in Vlaanderen

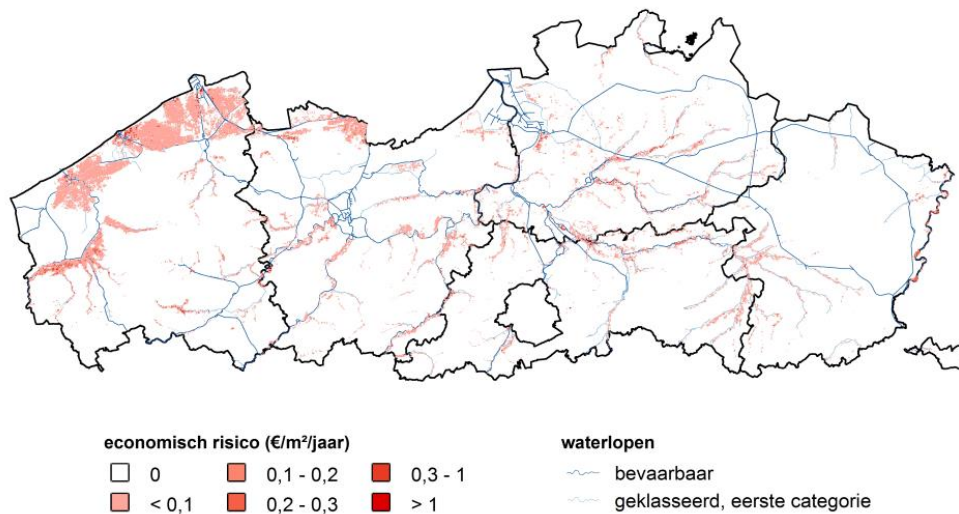
Kans op voorkomen	Herhalingsperiode (jaar)	Overstroomde oppervlakte		Typische overstromingsdiepte	Schade	Getroffen burgers
		ha (x 1000 )	%	cm	Miljoen €	
Groot	10	32	2,35 %	25-50	100	10.000
Middelgroot	100	58	4,21 %	35 – 80	660	67.000
Klein	1000	102	7,5 %	45 - 130	2400	220.000

Bron: *waterinfo.be; Brouwers et al. 2015*

De schade bij een overstroming hangt af van de overstroomde oppervlakte en overstromingsdiepte, het landgebruik, de kwetsbaarheid van infrastructuur, gebouwen, en economie in het overstroomde gebied, het aantal getroffen burgers, en de mate van paraatheid (bijv. evacuatie, e.d. ). Via modelberekeningen kan men de mogelijke materiële schade vrij goed schatten. Deze schade omvat materiële schade aan infrastructuur (woningen, wegen, ...) en inboedel, economische schade door onderbreking productie en handel, en immateriële schade in termen van fysiek en mentaal leed voor de getroffen burgers. Bovenstaande tabel illustreert dat de schade per ha overstroomd gebied groter is voor de grote overstromingen. Dit komt omdat in deze uitzonderlijke overstromingen relatief meer bebouwd gebied overstroomt en de schade groter is door de hogere dieptes en stroomsnelheden. Naast de materiële schade is er de immateriële schade voor burgers (dodelijke slachtoffers, langdurige fysieke letsels en mentale effecten,...). Zij is moeilijker te schatten, maar het aantal getroffen mensen is een indicator hiervoor. Voor overstromingen met een kleine herhalingsperiode is de kans op dodelijke slachtoffers klein, maar bij de uitzonderlijke overstromingen is deze kans reëel omwille van groter dieptes, grotere stijgsnelheden en hoge golven over de zeedijken. Daarnaast onderscheidt men ook nog schade aan cultureel erfgoed en schade aan natuur, die niet in de cijfers zijn inbegrepen.

Het totale risico is de gewogen som van de risico's van alle stormen. Voor de huidige toestand schat men het totale risico voor Vlaanderen in op 50 miljoen euro (Brouwers et al, 2015). Dit risico is verspreid over heel Vlaanderen. De risicopremies die men in Vlaanderen betaalt in het kader van het risico op overstroomden zijn eveneens van eenzelfde orde van grootte (De Sutter, 2013)

Figuur 11: Economische risico op overstromen in de huidige situatie, Vlaanderen



Bron: Brouwers et al, 2015

### 3.2. BATEN VERMEDEEN RISICO'S OP OVERSTROMEN

De eerste baat van de bestaande maatregelen en de kosten voor onderhoud, is het feit dat we in uitzonderlijke omstandigheden beschermd worden. Deze baten kunnen we illustreren aan de hand van een vergelijking van de schade bij twee grote stormen in 2013 met de schade van vergelijkbare stormen enkele decennia geleden.

In 2002 en 2013 is Duitsland getroffen door 2 grote overstromingen als gevolg van uitzonderlijke regenval. Volgens experts komt een combinatie van regenval in verschillende bekkens zoals in 2002 maar één keer in de 150 tot 300 jaar voor. De situatie van 2013 was nog meer uitzonderlijk, en de meest extreme van de laatste 60 jaar in Duitsland. De overstroming in 2002 is de grootste natuurramp tot op heden in Duitsland, en de directe schade is 11,6 miljard euro, waarvan 1,8 miljard ten laste van de verzekeringsindustrie. Na de overstroming van 2002 heeft Duitsland op verschillende vlakken bijkomende maatregelen genomen m.b.t. protectie, preventie en paraatheid, zoals overstromingsgebieden en onderhoud waterkeringen, ruimtelijke ordening, risico beperkende maatregelen voor gebouwen, informatie over overstromingsrisico's voor bewoners en waarschuwing voor overstromingen.

Hoewel de situatie in 2013 extremer was en grotendeels dezelfde bekkens trof, is de schade van de overstroming in 2013 geschat op minder dan 8 miljard euro, waarvan 1,6 miljard voor de verzekeringsindustrie (Thieken, 2016). Dit verschil wijst erop dat de maatregelen die na de overstroming van 2002 zijn genomen hun nut hebben bewezen en dat de baten bij dergelijke extreme situaties enkele miljarden euro kunnen bedragen. Zo is de schade voor de verzekeringsindustrie van de overstroming in 2013 11% lager dan in 2002, terwijl het aantal verzekerden is gestegen van 19% in 2002 tot 34% in 2013. Deze verschillen kunnen we zien als een baat van de maatregelen genomen na 2002. Men kan deze baten niet toewijzen aan individuele maatregelen.

De Sinterklaasstorm van 2013 was één van de hevigste stormen in de afgelopen 50 jaar, die op 5 en 6 december 2013 over Noord-Europa trok en samenviel met springtij. Volgens sommige indicatoren was deze storm van eenzelfde orde als deze van 1953. Toch was de materiële schade en het aantal slachtoffers in verhouding beperkt, en veel kleiner dan in 1953. Dit wordt toegeschreven aan het feit dat in verschillende landen maatregelen zijn genomen en dat deze effectief hebben gewerkt. Zo werden in Nederland en Engeland stormvloedkeringen gesloten en traden in Vlaanderen de overstromingsgebieden in werking.

Gezien de risico's groter worden, zullen ook de baten van bestaand beleid toenemen. Ten eerste neemt de kans op voorkomen van extreme weersomstandigheden toe door de klimaatverandering. Ten tweede stijgt de waarde van infrastructuur en gebouwen door bevolkingsgroei en economische groei.

### → Illustratie van baten van mogelijke maatregelen: Sigmaplan

In het kader van de voorstudies voor de actualisatie van het Sigmaplan om het getijdegevoelige deel van de Schelde te beschermen tegen overstromen is een maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd. De optimale combinatie van verschillende maatregelen (dijken, overstromingsgebieden, stormmuren) reduceert de veiligheidsrisico's tot op een verwaarloosbaar niveau, en heeft een geschatte terugverdientijd van 16 jaar. Als we de parameters die kosten en baten bepalen pessimistisch schatten stijgt de terugverdientijd tot 45 jaar. De vermeden materiële schade is de grootste batencategorie. Daarnaast zijn er baten door verhoogde ecosysteemdiensten.

Tabel 3: Baten van alternatieve scenario's van maatregelen voor actualisatie van het Sigmaplan

Scenario	1	2	3a	3b	4a	4b	4c	5	Optimal
<b>Description</b>	surge Storm barrier	Overschelde	Dyke heightening T4000	Dyke heightening T2500	Flood control areas T4000	Flood control areas T2500	Flood control areas T1000	Controlled reduced tidal areas T4000	Locally optimized flood control areas + dyke heightening
Investment and maintenance	387.35	1,597.24	255.04	240.53	216.59	177.41	140.33	233.08	131.71
Agriculture	0.74				30.36	28.64	23.22	57.92	12.37
Flood protection benefits									736.75
Flanders	739.11	665.11	710.76	691.62	707.39	648.39	624.79	709.79	713.15
Netherlands	-11.10	94.87			23.60	23.60	23.60	23.60	23.60
Other impacts									
Visual intrusion					-6.68	-6.50	-3.71	-6.68	-5.18
Ecological benefits					13.35	11.94	8.25	70.62	8.78
Shipping	-1								
<b>Total net benefits</b>	<b>339.92</b>	<b>-837.27</b>	<b>455.72</b>	<b>451.09</b>	<b>490.72</b>	<b>471.38</b>	<b>489.38</b>	<b>519.76</b>	<b>596.26</b>
Payback period (years)	41	/	28	27	24	22	17	20	16

Bron: Broekx et al, 2011

In het kader van de opmaak van het kustveiligheidsplan is een gelijkaardige kosten-baten analyse uitgevoerd. Ook hier is het mogelijk om de kust verregaand te beschermen en risico's tot

---

aanvaardbare proporties te reduceren via een pakket van maatregelen dat zich terugverdient. Terugverdientijden variëren van enkele tot een honderdtal jaren afhankelijk van de locatie aan het soort ingreep.

### **3.3. SAMENHANG MET KWALITEIT VAN HET TE BERGEN WATER**

De kwaliteit van het te bergen water bij overstromingen heeft ook een impact op de schade die we mogen verwachten door overstromingen en de combineerbaarheid van functies in overstromingsgebieden. Uit een studie naar de multi-functionaliteit van overstromingsgebieden (De Nocker et al. 2007) blijkt dat naast het bestand zijn tegen het overstromingsregime, de waterkwaliteit een belangrijke rol speelt bij het behouden van waardevolle vegetaties in overstromingsgebied. De aanwezigheid van verontreinigingen zoals zware metalen kan aanleiding geven tot toxische effecten voor plantengemeenschappen en op langere termijn tot een verslechtering van de bodemkwaliteit. In bijv. de Schelde zijn de concentraties aan zware metalen de laatste jaren sterk gedaald en de meeste overstromingsgebieden daar kennen al een historische vervuiling met metalen zodat de toestand niet slechter wordt. De metalen die in deze gebieden aanwezig zijn worden vaak minder mobiel doordat ze door de overstromingen begraven worden door een laagje minder vervuild sediment.

---

## HOOFDSTUK 4. BELEVING VAN WATER

---

De aanwezigheid van natuurlijk water (rivieren, beekjes, vijvers,...) geeft een grote meerwaarde aan natuurlijke omgevingen en landschappen voor buitenrecreatie. Het verhoogt de esthetische en recreatieve waarde van de omringende landschappen. Water brengt mensen tot rust en heeft daardoor bijkomende effecten op de mentale gezondheid. Aansluitend heeft water ook nog een sociale waarde: het water draagt bij tot een zeker gevoel van thuishoren of mensen ontlenen een deel van hun identiteit aan het landschap en water in hun omgevingen (Creswell, 2005).

Openlucht recreatie in een blauw-groene omgeving is een belangrijke vrije tijdsbesteding, met talloze baten voor de recreant en afgeleide baten voor gezondheidszorg en de economie. Er is veel wetenschappelijke evidentie dat de aanwezigheid van water van goede ecologische toestand een grote bijdrage levert aan deze baten.

### 4.1. RECREËREN IN, OP EN LANGS HET WATER

Waterrecreatie omvat alle vormen van recreatie waarbij de recreant zich op, in of langs het water bevindt. In en op het water gaat het over de toervaart, door spierkracht voortbewogen kleine schepen (kano's, kajak, roeiboten en vloten), veerdiensten, vissen, zwemmen en duiken. Daarnaast kijken we ook naar wandelen en fietsen langs en nabij water omdat de impact van water op de beleving van de recreant hoger is dan bij een landschap zonder water.

Er zijn geen exacte statistieken voor het geheel van recreatie in de open, groene ruimte en voor waterrecreatie. Maar uit het geheel van verschillende studies, enquêtes en tellingen kunnen we wel goed indicatoren destilleren die het belang van water voor recreatie aangeven. Op basis hiervan schatten we het totaal aantal bezoeken nabij of op natuurlijk zoetwater op circa 235 miljoen per jaar voor Vlaanderen als geheel, en exclusief bezoeken aan kust en strand. Dit komt neer op gemiddeld 35 bezoeken per inwoner.

In verschillende bevestigingen in 2009 en 2011 (Liekens et al. 2009; Liekens et al. 2011, en Liekens et al. 2012) rond de preferenties voor rivierherstel blijkt dat Vlamingen gemiddeld 41 keer per jaar een bezoek brengen langs, in of op het water (exclusief bezoeken aan zee en strand). Dit omvat ten eerste vooral zachte recreatie (wandelen, fietsen, joggen) en activiteiten met focus op natuur. Bij de andere motieven zijn functionele verplaatsingen zoals fietsen langs kanaal naar het werk of de overzet nemen van belang.

Tabel 4 : Gemiddeld aantal activiteiten nabij water per inwoner per jaar, Vlaanderen

Activiteiten nabij water	Totaal (bezoeken per inwoner per jaar)
Wandelen, fietsen, picknick	19,9
Joggen	3,8
Zwemmen	1,55
Hengelen	1,08
Watersport (kajak, zeilen, surfen...)	0,76
Gemotoriseerd (toervaart)	0,45
Bezoeken met focus op natuur	4,20
Andere	9,24
Totaal	40,95

Andere: overzet, rusten, fotografie. Bron: Liekens et al. 2012

Bij gebrek aan goede statistieken kunnen we deze cijfers niet vergelijken met het totaal aantal bezoeken aan open groene ruimte zonder water. De cijfers geven in elk geval wel aan dat het aantal bezoeken nabij water een groot deel uitmaakt van de recreatieve bezoeken aan open groene ruimte in Vlaanderen. Zo wordt op basis van verschillende studies geschat dat Vlamingen gemiddeld 35 bezoeken per jaar brengen aan groene open ruimte, met een bandbreedte van 20 tot 60 bezoeken, al naargelang de definitie van bezoek (duur) en van open groene ruimte (van plantsoentje tot nationaal park) (De Nocker et al. 2016). Bezoeken omvatten hier wandelen en fietsen vanaf thuis, dagtochten en bezoeken als toerist, en zijn exclusief kustbezoek. Beide bronnen zijn niet één op één te vergelijken omdat bezoeken nabij water ook functionele verplaatsingen en heel korte bezoeken (hond uitlaten aan het water) omvatten. We mogen wel besluiten dat natuurlijk water een heel belangrijk element is voor open lucht recreatie.

In totaal schatten we het aantal trips nabij zoet water dan op 235 miljoen per jaar voor Vlaanderen. Zachte recreatie, natuur en functionele verplaatsingen zijn de belangrijkste categorie. Voor enkele categorieën zijn de resultaten verrassend hoog, maar dat kan ook te maken hebben met beperkingen in de enquêtes. Zo is het aantal zwemtrips verrassend hoog is (8 miljoen), gezien onze waterlopen daar niet meer op voorzien zijn. Dit kan erop wijzen dat de verbeterde waterkwaliteit zorgt voor een groter potentieel voor deze activiteit, en dat er meer in rivieren, beken en meertjes wordt gezwommen dan gedacht. Het kan er anderszits ook op wijzen dat respondenten private natuurlijke zwemvijvers meegerekend hebben. Daarnaast worden het aantal hengelbeurten op basis van enquêtes hoger geschat dan op basis van de visverloven.

In de wetenschappelijke literatuur wordt de economische waarde voor de recreant geschat op 2 tot 10 euro per trip (Broekx et al, 2013). We waarderen deze bezoeken op basis van de gemiddelde waarde uit een meta-analyse van studies met verschillende methodes en voor verschillende activiteiten aan 4 €/bezoek (Sen, 2012).

Op basis van de schatting van het totaal aantal bezoeken nabij water en de gemiddelde waarde per bezoek schatten we dat de recreatie waarde van water in Vlaanderen in de orde van grootte is van 940 miljoen euro per jaar.

Deze waarde kan ook op een andere manier geschat worden door te kijken naar de bestedingen van recreanten en toeristen bij hun bezoeken aan water (zie verder).

In de volgende paragrafen bekijken we welke factoren deze waarde verder beïnvloeden.



#### **4.2. WATER VERHOOGT DE BELEVINGSWAARDE VAN HET LANDSCHAP**

Uit een aantal recente studies die peilen naar de preferenties van mensen voor landschappen om te recreëren blijkt duidelijk dat aanwezigheid van water in het landschap de esthetische en recreatieve waarde ervan verhoogt (Van Zanten, 2014, Bateman, 2014 en De Valck, 2016, Schägner, 2016). Van Zanten, 2014 illustreert dit aan de hand van een meta-analyse van verschillende studies in verschillende landen. De Valck, 2016 illustreert dit aan de hand van een enquête in Vlaanderen. De alternatieven waar water aanwezig is, ongeacht of het een rivier, vijver of meer is, vinden de respondenten in deze enquête aantrekkelijker dan alternatieven zonder water.

Op basis van dit model schatten we in dat de aanwezigheid van water de belevingswaarde van het landschap in Vlaanderen gemiddeld met 6 % verhoogt en zelfs met 10 % voor de meest waardevolle landschappen. Lokaal kan water een veel grotere impact hebben op de waardering van het landschap. In de directe omgeving van waterlopen kan het belang van water in de aantrekkelijkheid van het landschap oplopen tot 50%.




Deze studies illustreren het belang om natuurlijk water te integreren in projecten m.b.t. landschapsinrichting en het creëren van groene infrastructuur, en om overwelfde of afgesloten waterlopen terug open te maken en zo het contact met het water te herstellen.

#### **4.3. VERBETERING ECOLOGISCHE TOESTAND WATER VERHOOGT DE BELEVINGSWAARDE NOG VERDER**

Er zijn voorbeelden legio dat een toename van de waterkwaliteit en een verbetering van de infrastructuur eromheen de recreatie doet toenemen. Dit blijkt bijv. uit een bevraging rond het herstel van de Stiemerbeekvallei (Liekens et al. 2013). Hier gaven de bevrageden aan dat ze bij een herstel van de Stiemerbeek zeker recreatief gingen fietsen of wandelen langs de Stiemerbeek. Het aantal mensen dat dit wekelijks zou doen, zou met 10% stijgen. In Finland bleek dat als de helderheid van het water toenam het aantal zwembeurten en visbeurten en het aantal vissers (Vesterinen 2010).

De aantrekkelijkheid van het water en landschap verhoogt verder door kenmerken van waterkwaliteit, soortenrijkdom en natuurlijkheid van de rivier. Dit blijkt uit een aantal keuze-experimenten die VITO in de Dender (Liekens et al. 2009), in de Demer en Nete (Liekens et al. 2011a) en Leie/Oude Kale (Liekens et al. 2011b) en in de Wijers (Liekens et al. 2012) uitvoerde. In deze bevragingen werd aan de respondenten gevraagd om te kiezen tussen verschillende scenario's die variëren in waterkwaliteit, verbetering van de hydromorfologie en verbetering van de soortenrijkdom van de waterlopen. Deze scenario's zijn ook gelinkt aan een extra waterheffing zodat het belang van de verschillende factoren kan afgewogen worden (zie 5.2). Uit deze bevragingen blijkt dat de waarde voor een meer natuurlijke rivier (groenere oevers) met een goede waterkwaliteit en hoge biodiversiteit aanzienlijk hoger werd gewaardeerd dan de huidige toestand. Hierbij is biodiversiteit de belangrijkste factor, gevolgd door respectievelijk waterkwaliteit en hydromorfologie. Ook voor vijvergebieden is er een vergelijkbaar resultaat.

Figuur 12: Voorbeeld van een keuzekaart in een keuze-experiment waarbij de betalingsbereidheid voor een goede toestand van waterlopen werd geschat

	Grote-Nete	Demer	Geen van beiden De toestand blijft zoals beschreven in het scenario.
Maatregel			
Waterkwaliteit	goede kwaliteit	zeer goede kwaliteit	matige kwaliteit
Soortenrijkdom	hoog, met bedreigde soorten	gemiddeld, geen bedreigde soorten	laag
Omvang/locatie	Herenthout-Geel (ongeveer 35 km waterloop)	Aarschot-Diest (ongeveer 20 km waterloop)	Er vinden nergens verbeteringen plaats.
Extra watertaks per huishouden per jaar	10€ per jaar	125€ per jaar	0€

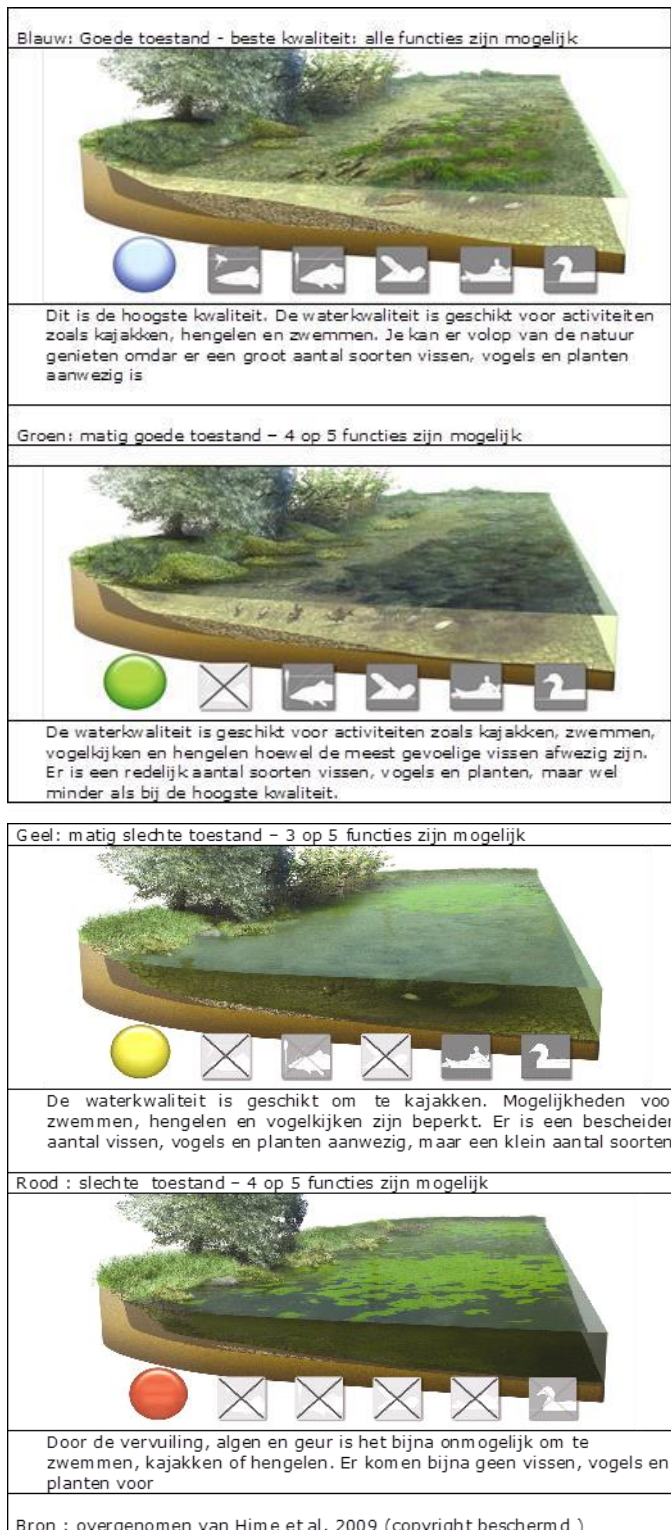
### → Keuze-experiment in de Dender

Voor de schatting van de totale baten van het bereiken van de 'goede toestand' van oppervlaktewater vormt de bandbreedte uit de gevalstudie van de Dender, die werd uitgevoerd in het Europese Aquamoney project (Liekens et al., 2009), een goed vertrekpunt.










In een eerste luik (Bateman et al., 2012) zijn mensen direct gevraagd hoeveel ze willen betalen voor een 'goede toestand' van de Dender. Dit gebeurde aan de hand van een betaalkaart met bedragen van 0 tot 750 euro. Dit luik maakt deel uit van eenzelfde vraagstelling in meerdere landen (UK, Denemarken, Noorwegen, Litouwen) en gebruikt in de verschillende landen eenzelfde beschrijving en illustratie (Figuur 13) om mensen te informeren over de huidige en goede toestand. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een verbetering van de toestand van de Dender over een kort en een langer deel van de rivier.

In een tweede luik (Liekens et al., 2009) is de betalingsbereidheid (BTB) van mensen voor de 'goede toestand' gepeild via een keuze-experiment waarbij zij kozen tussen scenario's voor de Dender waarvoor de kwaliteit van natuurlijke oevers, waterkwaliteit en biodiversiteit varieert in combinatie met een extra heffing voor de financiering van maatregelen. Op basis van hun afwegingen tussen een hogere heffing en de goede toestand voor de Dender kunnen we de bereidheid tot betalen voor de goede toestand afleiden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen kenmerken met betrekking tot waterkwaliteit, hydromorfologie (natuurvriendelijke oevers) en biodiversiteit. De respondenten voor deze studie zijn ad random geselecteerd op basis van de afstand van de woonplaats tot de Dender (tot 30 km). Deze respondenten werden via brief uitgenodigd om deel te nemen aan een internet-enquête. Daarnaast konden mensen bijkomend deelnemen aan de enquête wat niet enkel leidde tot meer respondenten maar ook tot respondenten op grotere afstand. Dit leverde 800 bruikbare antwoorden op.

Figuur 13: Visualisatie van toestandsverbetering voor de betaalkaartmethode



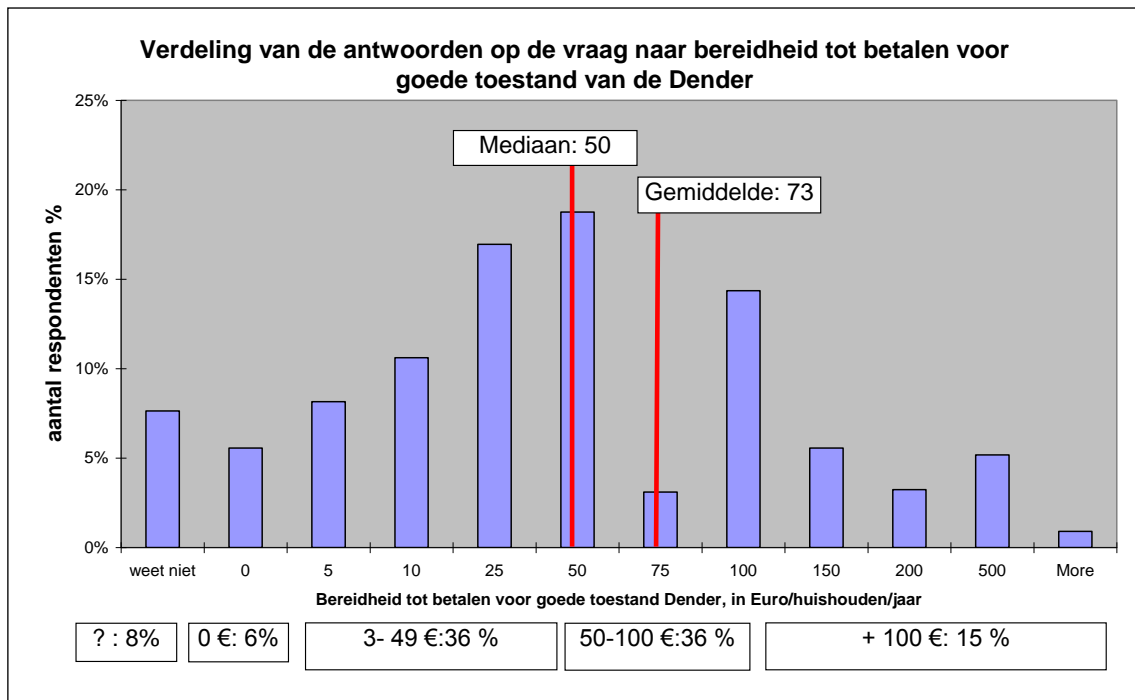
Figuur 14: Keuzekaart bij keuze-experiment Dender

<b>Attribuut</b> Wandelen fietsen	<b>A. Dender in Aalst (stad)</b>  <b>Slecht:</b> Betonnen oeververdediging	<b>B. Dender in Liedekerke (dorp)</b>  <b>Matig:</b> gebruik van bijv. stortstenen.	<b>C. Dender in Kapellemeersen (natuurgebied) D.</b>  <b>Goed:</b> zo natuurlijk mogelijk (plasberm, niet versterkt)	
<b>Kajakken</b>	 <b>Goed:</b> het water heeft geen schuim en er is geen geurhinder	 <b>Matig:</b> het water heeft af en toe een weinig schuimvorming en soms treedt er geurhinder op	 <b>Slecht:</b> het water kent regelmatig schuimvorming en er is regelmatig geurhinder.	Geen van de drie dwz dat in de drie gebieden de situatie voor wandelen, kajakken en op vlak van natuur slecht blijft.
<b>Natuur</b>	 <b>Matig:</b> Een 15-tal courante soorten vis zoals stekelbaars, paling,blankvoorn. Beperkt aantal soorten vogels en insecten. Enkele waterplanten.	 <b>Slecht:</b> weinig soorten, enkel veel voorkomende vis, vogels. Weinig waterplanten	 <b>Goed:</b> De rivier kent een overvloed aan vis-, vogel- en plantensoorten, waaronder ook beschermde soorten zoals bittervoorn en biermje, maar ook trekvissen zoals beekforel.	
<b>Extra Watertaks</b>	10€	10€	20€	

De enquête geeft ten eerste aan dat er een breed draagvlak is voor het verbeteren van de toestand van oppervlaktewateren. Meer dan 85% van de respondenten wil zeker betalen voor het bereiken van de goede toestand, waarvan 50% meer dan 50 euro per huishouden en per jaar. Enkel 6% van de respondenten geeft aan dat ze hier niet voor willen betalen (en dan voornamelijk omdat ze stellen dat hun inkomen dat niet toelaat).

Ten tweede geeft de enquête aan dat er een grote diversiteit is in hoeveel mensen willen betalen. Deze hangt zowel af van de methode die gehanteerd wordt als van een reeks kenmerken van de waterloop, de verbetering en de kenmerken van de respondenten. Als we mensen vragen zelf een bedrag aan te geven (op een betaalkaart met getallen van 0 tot 750 euro) dan worden bedragen aangegeven van 3 tot 1000 euro per huishouden per jaar. Onderstaande figuur geeft de spreiding weer: gemiddeld willen mensen 73 euro per huishouden per jaar betalen voor een 'goede toestand' van het Denderbekken. De mediaan is 50 euro per huishouden per jaar. Ongeveer 15 % van de respondenten is bereid om meer dan 100 euro per jaar te betalen, met een maximum van 1000 euro. Als we abstractie maken van diegenen die 500 euro of meer betalen (1,5% van de respondenten) dan is de gemiddelde betalingsbereidheid 63,2 euro per huishouden per jaar.

Figuur 15: Verdeling bereidheid tot betalen voor goede toestand van de Dender



Noot: resultaten op basis van betaalkaart methode. Bron: Liekens et al. (2009)

Als we de betalingsbereidheid van mensen afleiden op basis van keuze-experimenten, mogen we op basis van de theorie hogere bedragen verwachten. Men kan stellen dat een directe bevraging naar de betalingsbereidheid (Hoeveel wil je betalen voor een goede ecologische status van de rivier) eerder een ondergrens aangeeft van wat mensen echt willen betalen, terwijl mensen in een keuze-experiment eerder gedwongen worden om hun maximale 'bereidheid tot betalen' te onthullen doordat ze keuzes moeten maken tussen verschillende elementen waarvan de prijs er maar één van is. Dit geeft op basis van de respondenten voor de Dender een maximaal bedrag van ca. 310 euro per huishouden per jaar.

We moeten bij de interpretatie rekening houden met het feit dat deze steekproef niet representatief is voor de volledige Vlaamse bevolking. Omdat er een oververtegenwoordiging is van hogere inkomens en opleidingsniveaus, mannen en leden van milieu- of natuurverenigingen, moeten we hiervoor corrigeren. Op basis van de statistische analyse is deze overschatting ca. 15% - 45 %, afhankelijk van welke variabelen men meeneemt en hoe men dit berekent.

Omgerekend geeft dit een vork voor de betalingsbereidheid voor het bereik van de 'goede toestand' voor een gemiddeld Vlaams huishouden van 50 – 200 euro per huishouden per jaar.

Onderstaande tabel toont de voornaamste redenen die respondenten aangeven waarom ze willen betalen voor een 'goede toestand' van de Dender. De voornaamste les uit deze tabel is dat de voornaamste redenen niet specifiek gebonden zijn aan de Dender, maar aan algemene doelstellingen rond waterbeleid. De tabel geeft aan dat voor een grote meerderheid van de respondenten (88%) de voornaamste reden verbonden is aan algemene doelstellingen rond 'goede toestand' van onze waterlopen (algemene waterkwaliteit, toekomstige generaties, natuurbehoud en biodiversiteit). Slechts voor een kleine groep (12%) is de voornaamste reden verbonden aan de

Dender. Opmerkelijk is ook dat deze groep gemiddeld genomen niet dicht bij de Dender woont, en gemiddeld ook niet meer wil betalen voor de 'goede toestand'.

Tabel 5: Voornaamste motief voor betalingsbereidheid 'goede toestand' Dender

Motief	% Aantal respondenten
<b>Gerelateerd aan de Dender</b>	
Dender specifiek	1%
Dender omwille eigen recreatie	4%
Dender altruïsme (recreatie anderen)	5%
Dender optiewaarde (recreatie toekomst)	1%
Subtotaal Dender gerelateerd	12%
<b>Algemene doelen waterbeleid</b>	
Waterkwaliteit algemeen	44%
Belang toekomstige generaties	26%
Natuur en biodiversiteit	10%
Medeverantwoordelijk vervuiling	8%
<b>Subtotaal bredere doelen waterbeleid</b>	<b>88%</b>

Noot: resultaten op basis van betaalkaart methode. Bron: Liekens et al. (2009)

Niettegenstaande een groot deel (90%) van de Vlamingen de Vlaamse waterlopen regelmatig gebruikt voor zachte recreatie (wandelen en fietsen), blijkt dit dus geen hoofdmotief te zijn om te willen meebetalen voor een 'goede toestand' van de waterlichamen. Dit betekent dat we het welvaartsbelang van de 'goede toestand' van oppervlaktewateren niet enkel mogen bekijken vanuit het oogpunt van het gebruik van de waterlopen. Er is sprake van een ruimer perspectief van de erkenning van het belang van een 'goede toestand', de verantwoordelijkheid voor natuurwaarden en de overdracht ervan naar volgende generaties.

Op basis van het keuze-experiment kunnen we ook afleiden wat mensen willen betalen voor welke kenmerken. Mensen willen betalen voor drie onderzochte kenmerken: waterkwaliteit, natuurlijker oevers en biodiversiteit. Ze willen naar verhouding meer voor biodiversiteit betalen (46% van de totale bijdrage).

Op grond van deze overwegingen is in het kader van de disproportionaliteitsbeoordeling van het eerste stroomgebiedsbeheersplan de schattingen van de belevings- en niet-gebruikswaarde voor de Dender gehanteerd als een schatting voor de betalingsbereidheid voor de realisatie van de goede status in alle Vlaamse oppervlaktewateren. De resultaten werden afgerond op 500 miljoen euro om aan te geven dat het gaat om ordes van grootte.

#### → Bijkomende keuze-experimenten

In 2011 zijn er bijkomende bevestigingen georganiseerd binnen een aantal onderzoeksprojecten voor VITO, federaal wetenschapsbeleid en een aantal lokale stakeholders (ANB, regionale landschappen, VLM). De resultaten van deze nieuwe enquêtes laten toe om de top-down benadering beter te onderbouwen. Figuur 16 geeft een overzicht van de locatie van de verschillende gevalstudies.

Figuur 16: Situering van de verschillende gevalstudies



In ieder van deze gevalstudies werden specifieke keuze-experimenten opgezet, die in grote lijnen voortbouwden op de gevalstudie van de Dender, maar dieper ingaan op specifieke aspecten:

- Demer-Nete: De bedoeling van deze studie was om het substitutie-effect op de betalingsbereidheid van de huishoudens beter te schatten. Het substitutie-effect vertrekt van de theorie dat de betalingsbereidheid voor een kwaliteitsverbetering beïnvloed wordt door verbeteringen op andere nabijgelegen rivieren. Een verandering van de waterkwaliteit zal lager gewaardeerd worden als er een andere rivier met dezelfde kwaliteit dichtbij ligt, dan wanneer er geen andere rivier of een rivier met een lagere kwaliteit in de nabijheid ligt. Door twee nabije rivieren in de bevraging op te nemen wordt beter rekening gehouden met het substitutie-effect en het afstandsverval (als iemand verder van een rivier afwoont wil hij minder betalen voor verbeteringen). Verder werden de veranderingen in hydromorfologie uitgebreid tot een 'ruimte voor de rivier'-scenario (hermeandering). De resultaten van deze bevraging worden gebruikt als onderbouwing voor de methode van de opschaling van gegevens van gevalstudies naar andere gelijkaardige rivieren in Vlaanderen.
- Oude Kale-Leie: Hier lag de focus op het verschil in betalingsbereidheid tussen grote en kleine rivieren. De uitgedrukte betalingsbereidheid voor een kleinere, minder gekende waterloop (Oude Kale, categorie 1) was inderdaad lager dan voor een grotere, bekendere waterloop. Dit is ook de reden waarom een toestandsverbetering van nog kleinere waterlopen (categorie 2-3) niet werd gebruikt als basis voor de waardering en enkel is gekeken naar bevaarbare en categorie 1 waterlopen.
- Wijers: In deze case werd de betalingsbereidheid getoetst voor een verbetering van de toestand voor een vijvercomplex nabij Zonhoven. Dit wordt gebruikt om te oordelen hoe betalingsbereidheid wordt beïnvloed voor een ander type waterlichaam.
- De resultaten van alle cases zijn ook vergeleken om de consistentie in betalingsbereidheid te toetsen tussen gebieden.
- Er is ook bijkomend bevroegd of mensen enkel wensten te betalen voor hun eigen bekken of ook voor andere bekkens in Vlaanderen. Specifiek werd via de contingente waarderingmethode bevroegd hoeveel mensen wensten te betalen voor het realiseren van de goede toestand in hun

---

bekken of voor heel Vlaanderen. Voor de mensen die kozen voor hun eigen bekken werd extra bevraagd of ze toch nog een bijkomend bedrag wensten te betalen voor de rest van Vlaanderen.

De resultaten van de individuele studies zijn in aparte rapporten (zie Liekens et al. 2011 en 2012a en b) gerapporteerd en kunnen geraadpleegd worden op de website van de natuurwaardeverkenner bij de achtergronddocumenten ([www.natuurwaardeverkenner.be](http://www.natuurwaardeverkenner.be))

De resultaten van de Demer/Nete en Oude Kale/Leie bevestigen in grote lijnen de omvang van de betalingsbereidheid voor de goede toestand maar geven enkele bijkomende accenten:

- De algemene betalingsbereidheid voor goede toestand bevestigt de grootte-orde van de betalingsbereidheid voor de Dender maar ligt ongeveer 10% tot 30% lager.
- De betalingsbereidheid voor individuele kenmerken verschilt naargelang de bevraging. Waterkwaliteit en biodiversiteit worden iets lager gewaardeerd in de nieuwe bevragingen. Het grootste verschil is echter voor het kenmerk hydromorfologie (van matige naar goede toestand), waar de betalingsbereidheid in de nieuwe studies voor niet-leden van een natuurvereniging veel lager ligt dan bij de Dender. Dit is mogelijk te wijten aan het feit dat in de gevalstudie van de Demer/Nete de goede toestand betrekking heeft op hermeandering (herinrichting vallei), wat een meer ingrijpende maatregel is dan de beschreven goede toestand voor de oevers van de Dender. De betalingsbereidheid voor deze maatregel is gemiddeld gezien laag (4 euro/hh). Respondenten die ook lid zijn van een natuurvereniging hebben wel een grotere betalingsbereidheid voor dit type ingrepen.

Het vastgestelde afstandsverval en het substitutie-effect verlopen anders in deze bevragingen dan bij de Dender:

- Het effect van de afstand tot de rivier op de betalingsbereidheid is groter. De betalingsbereidheid van iemand die op 20 km van de Demer woont en vlakbij de Nete, ligt lager voor een verbetering in de Demer dan van een persoon die vlakbij de Demer woont. Hier speelt ook het substitutie-effect. Als de bewoners dichterbij andere waterlopen wonen, zullen ze minder willen betalen dan iemand die geen waterloop in zijn onmiddellijke omgeving heeft.
- Het afstandsverval tussen een kleinere, onbekendere rivier (Oude Kale) en een grotere, bekende rivier (Leie) is vergelijkbaar maar het substitutie-effect speelt voor de kleinere waterlopen (cat. 1) sterker dan voor de grote bevaarbare waterloop in dit geval de Leie. Bij deze laatste categorie is geen substitutie-effect van de kleine waterloop vastgesteld, maar enkel een afstandsverval-effect.

De bevraging voor de Wijers leert ons dat er ook een betalingsbereidheid is voor de goede toestand van vijvers. Er is een vergelijkbaar afstandsverval. De moeilijkheid bij de interpretatie en opschaling van de gegevens is dat de betalingsbereidheid niet sterk bepaald wordt door de omvang van het gebied (hier aantal vijvers: betalingsbereidheid voor 50 vijvers van 50 ha is slechts 1,5 maal groter dan de betalingsbereidheid voor 1 vijver van 1 ha). Dit betekent dat de vastgestelde betalingsbereidheid voor 1 ha vijver niet zo maar transfereerbaar is naar andere vijvergebieden.



De functie geeft voor een gemiddeld huishouden de volgende waarden:

	Basis	KWAL g	KWAL zg	HYDRO m	HYDRO g	HYDRO zg	SOORT m	SOORT g	Totaal
WTP euro/hh/j aar	28,9	52,1	26,8	5,6	1,3	2,0	38,7	21,4	176,9
Aandeel in totale WTP %	16	29	15	3	1	1	22	12	100

kw= waterkwaliteit, hydro=hydromorfologie, soort=soortenrijkdom, o=ontoereikend, m = matig, g=goed, zg=zeer goed

De bevraging van de betalingsbereidheid voor een goede toestand in het eigen bekken of Vlaanderen geeft bijkomend interessante resultaten. Via een contingente waarderingstudie met een betaalkaart gaven de respondenten zelf een bedrag aan. Deze bevraging geeft aan dat de respondenten gemiddeld 67 euro per huishouden per jaar willen betalen voor het verkrijgen van een goede toestand. Dit is vergelijkbaar met de resultaten in de Denderstudie. In deze bevraging is expliciet gevraagd of de respondent dit bedrag enkel wil betalen voor zijn bekken of voor gans Vlaanderen of België. Aan diegenen die aangaven dat ze het geselecteerde bedrag enkel voor hun bekken wensten te betalen, werd expliciet gevraagd of ze nog extra wilden betalen voor de rest van Vlaanderen. Slechts 16% antwoordde op deze vraag ja. De resultaten van de bevraging zijn weergegeven in Tabel 6. Gelijkaardige resultaten vindt men bijvoorbeeld ook terug in een studie in Wallonië (Bouscasse et al. 2011).

*Tabel 6: Resultaten van de contingente waardering rond betalingsbereidheid voor de realisatie van de goede toestand*

Extra taks	%	Gemiddelde WTP (euro/jaar /huishouden)	Bijkomende WTP voor Vlaanderen (aandeel)	Bijkomende WTP voor Vlaanderen (euro/jaar/huishou den)
Enkel voor eigen bekken	20%	64 euro	16% (van de 20%)	35 euro
Voor gans Vlaanderen	40%	87 euro		
Voor gans België	20%	95 euro		
Ik wil niet extra betalen	20%	0 euro		

Op basis van de nieuwe cijfers schatten we de belevings- en niet gebruikswaarde voor het bereiken van een goede ecologische status op 100 tot 300 miljoen euro. Dit cijfer ligt lager dan voorheen omdat we rekening houden met de vervanging door andere waterlopen in de omgeving en met het feit dat er 16,8% van de huishoudens enkel voor het eigen bekken wil betalen, waar we voorheen ervan uitgingen dat 100% van de huishoudens voor verbeteringen in Vlaanderen wilden betalen.

#### 4.4. BESTEDINGEN VAN RECREANTEN EN TOERISTEN EN INVLOED OP DE TEWERKSTELLING

Hoeveel recreanten en toeristen besteden tijdens een bezoek en wat hiervan de impact is op de economie en tewerkstelling is terug te vinden in een aantal Vlaamse studies (Toerisme Vlaanderen, 2009; Toerisme Vlaanderen, 2011; bestedingen in het Nationaal Park Hoge Kempen - MAS, 2009; economische impact fietsroutes in Antwerpen provincie Antwerpen, 2012). We schatten op basis van deze bronnen de gemiddelde besteding per daguitstap op 8,3 euro/bezoek. Het merendeel van de uitstappen betreft lokaal wandelen en fietsen.

Hoewel zij slechts een klein aandeel uitmaken van het totaal aantal bezoeken (4%) hebben daguitstappen een relatief veel groter aandeel in de bestedingen. De bestedingen gebeuren vooral in de horeca en de toeristische sector (hotels en vakantieverblijven). Verder worden er ook specifieke uitgaven gemaakt, zoals het aankopen van wandel- of fietskaarten of vergoedingen voor geleide wandelingen e.d. Deze cijfers omvatten echter niet de gerelateerde uitgaven zoals investeringen in verrekijkers, fietsen of wandelschoenen.

Tabel 7: Gerapporteerde kengetallen voor bestedingen per bezoek

Activiteit	Bron	Besteding €/bezoek	Aandeel in bezoeken	Aandeel in Bestedingen
Lokaal wandelen	NPHK, 2009	3	45%	16%
Korte fietstochten	Prov. Antwerpen	8	45%	44%
Daguitstappen	Toerisme Vlaanderen	18,6	6%	13%
Verblijfstoerisme	Toerisme Vlaanderen	57	4%	27%
Gewogen gemiddelde		8,33	100%	100%

Om het economische belang van deze bestedingen te duiden kijkt men naar de toegevoegde waarde die zij genereren in deze en andere sectoren. De toegevoegde waarde wordt berekend op basis van de omzet (in dit geval de totale bestedingen) min de aankoop (bijv. in de horeca sector). Het is een maat voor de waarde die wordt toegevoegd binnen een bepaalde sector en de vergoedingen die hiervoor betaald worden (bijvoorbeeld lonen). Als de besteding gebeurt in een sector die bijvoorbeeld hiertoe veel energie verbruikt die wordt geïmporteerd, dan is de toegevoegde waarde voor de Vlaamse economie beperkt. Gebeurt het in sectoren die bijv. arbeidsintensief zijn en weinig importeren dan is de toegevoegde waarde in Vlaanderen groot. Om dit op een systematische wijze te doen is op Europees vlak de toerisme satellite accounting methodiek (TSA) ontwikkeld waarvan voor Vlaanderen recent de eerste resultaten gepubliceerd zijn (Weekers, 2012). In deze methodiek wordt op een systematische wijze rekening gehouden met hoe de bestedingen doorwerken in de rest van de economie. Dit gaat bijvoorbeeld om de toelieferingen aan de horecasector of drukkerijen voor het printen van kaarten. Deze kopen op hun beurt goederen of diensten aan in andere sectoren en dit wordt allemaal verrekend. Verder wordt er rekening gehouden met de gemiddelde toegevoegde waarde in al deze sectoren. Op basis van de meest recente data is berekend dat de bestedingen een toegevoegde waarde creëren (direct en indirect) van gemiddeld **42%** en op die manier bijdragen aan de economische groei (Weekers, 2012).

De tewerkstellingseffecten die met deze uitgaven samenhangen, kan men kwantificeren aan de hand van beschikbare kengetallen die werkgelegenheidseffecten per miljoen euro finale vraag schatten. We bouwen hiervoor voort op een studie die heeft geschat hoeveel tewerkstelling wordt

gegenereerd door één miljoen euro uitgaven in recreatie en toerisme. Dit komt neer op 15,7 jobs of voltijds equivalenten (De Baerdemaeker et al., 2011).

Tabel 8: Gebruikte kengetallen voor tewerkstelling(VTE) per miljoen euro bestedingen

Tewerkstelling per miljoen euro besteding (in VTE)	
directe tewerkstelling	11,2
indirecte tewerkstelling	4,6
totaal	15,7

Bron : De Baerdemaeker et al, 2011

#### 4.5. INVLOED VAN BELEVING OP DE FYSIEKE EN MENTALE GEZONDHEID

In de wetenschappelijke literatuur is er veel evidentie over de gezondheidseffecten van contact met groen, en dat dit ook geldt voor water. Het kijken naar groen en blauw heeft een stressreducerende werking en herstelt het concentratievermogen (van aandachtsmoeheid). (Ulrich, 1984; Custers en Van den Berg; 2007; De Vries et al. 2009). Een verklaring is dat natuurlijke omgevingen de mogelijkheid bieden om afstand te nemen van routinematige bezigheden en gedachten om zo tot rust te komen (Kaplan en Kaplan, 1989). 'Blauwe ruimte' ( zee, rivieren, meren, waterpartijen...) is in deze studies erg onderbelicht, hoewel iedereen wel erkent dat een wandeling langs water of op het strand mensen tot rust brengt (therapeutische waarde van het landschap). White et al. 2010 hebben studies rond stress niveaus bij meer of mindere mate aanwezigheid van groen (Ulrich et al.1984) herhaald voor water. Ze toonden landschappen met meer en mindere mate water. De stress niveaus daalden aanzienlijk bij aanwezigheid van meer water in de foto's zowel voor landelijke gebieden als voor stedelijke gebieden (fontein, kanalen...). Beelden met zowel groen als water scoorden het hoogst.

Een studie in de UK toont dat mensen die dicht bij de kust wonen beter scoren op basis van zelf gerapporteerde gezondheidsindicatoren (deels door rustgevende van de zee, maar ook door hoe dicht bij de zee, hoe meer er gewandeld werd op het strand met verhoogde vitamine D-niveaus tot gevolg). Ook andere waterlichamen hadden een positief effect (Wheeler et al. 2012).

Völker S et Kistemann T. 2011 maakten een review van de studies die expliciet het effect van water in het landschap op gezondheid onderzochten. De meeste studies onderzoeken percepties en stress niveaus op basis van foto's, films etc. en vinden allen dat water een extra positief effect heeft op gemoed en preferenties voor een landschap ten opzichte van groen. Water heeft meer effect op emotionele status van iemand dan andere omgevingen (Felsten 2009).

Bovenvermelde studies verklaren niet waarom we deze gezondheidseffecten mogen verwachten. Eén van de mogelijke verklaringen die veel aandacht krijgt in de literatuur is dat groen/blauw aanzet tot meer bewegen, wat op zijn beurt leidt tot een betere mentale en fysieke gezondheid. Er is heel wat wetenschappelijk bewijs dat toegankelijke en veilige groene ruimte een positieve invloed heeft op het niveau van beweging en op het welzijn van mensen (Croucher et al., 2007; HCN, 2004; Bird, 2004). Aantrekkelijke, groene en veilige omgevingen nabij huis of werk bieden de beste opportuniteiten om dagelijks te bewegen. Het effect op kinderen is ook duidelijk. Kinderen met eenvoudige toegang tot veilige groene ruimten (bv. parken, ... ) hebben een hogere kans om fysiek actief te zijn dan anderen, met een positief effect op hun gezondheid als gevolg (Vreke et al., 2006).

---

Dit geldt zeker voor kinderen uit lage inkomensgezinnen (Mitchell et al 2008, Croucher et al 2007). De grootste gezondheidswinsten van groen zijn te boeken in de armere buurten (Mitchell and Popham, 2007). Onderzoek uit Nederland toont aan dat jongens uit gebieden die aan de Nederlandse groennorm voldoen (minstens 75m<sup>2</sup> groen per woning binnen 500 meter van de woning) bijna 15% meer buiten spelen (gemiddeld 1,5 uur per week) dan jongens die wonen in wijken onder de groennorm. Alleen bij jongens vond het onderzoek een direct verband tussen extra buiten spelen en een verminderde kans op overgewicht, wellicht omdat meisjes minder intensief buiten spelen (de Vries et al, 2008). Een uur langer buitenspelen zou resulteren in 25% minder kans op overgewicht. De resultaten van een Europese enquête suggereren dat de kans op fysieke activiteit drie keer hoger is en het voorkomen van obesitas 40% lager in buurtomgevingen waar veel groen aanwezig is in tegenstelling tot buurten met weinig groen (Ellaway et al, 2005). Bateman et al, 2011 geven aan dat een studie in de UK aantoont dat mensen die groene ruimte hebben binnen 500 meter rond hun woning 24% meer kans hebben om voldoende fysieke activiteit te hebben.

Ondanks de vele wetenschappelijke evidentie zijn er weinig studies die toelaten om de effecten specifiek voor water en in minder mate voor groen echt te kwantificeren. Momenteel lopen er twee Europese projecten die de invloed van water en groen op de gezondheid beter willen onderbouwen ([www.phenotype.eu](http://www.phenotype.eu) en <https://bluehealth2020.eu/>)

---

## HOOFDSTUK 5. WATER IN DE STAD

---

### 5.1. OPEN LEGGEN VAN RIVIEREN IN STADSCENTRA

Dorpen en steden ontstonden dicht bij een waterbron zodat de inwoners gebruik konden maken van het water. Bij veel traditionele volkeren is de link met het water bewaard gebleven. Bij ons is die link in de loop van de tijd minder geworden, in heel veel plaatsen omdat onze waterlopen open riolen werden en op veel plaatsen werden overwelfd (zie ook eerder bij watervoorziening). Toch is het gevoel van identiteit (“sense of place”) die we aan de waterlopen in onze omgeving ontleen doorgegeven over generaties. Zo voelen Antwerpenaren zich nog steeds met de Schelde verbonden.

Dat water een belangrijke rol speelt in deze identiteit bewijzen de verschillende projecten die water terug dichterbij de stad brengen. Ondergrondse rivieren en verdwenen dokken worden terug hersteld nu de waterkwaliteit sterk is verbeterd. Naast de historische link met het water, leidt het openstellen van waterlopen in de steden tot plaatsen waar mensen tot rust kunnen komen, kunnen recreëren en elkaar ontmoeten (sociale cohesie).

Enkele voorbeelden:

Mechelen herstelt langzaam de vlieten op verschillende plaatsen. De stad wil daarmee zijn historische vlietdooraderde stad terug in beeld brengen en het vergroot de kwaliteit van het openbaar domein. Water zorgt volgens de Mechelaars voor natuur en leven in de stad en brengt mensen samen.

In Leuven werd in het stadspark terrassen uitgegraven zodat het contact met de Dijle terug mogelijk is. Ook in Kortrijk en Antwerpen worden de oevers/kaaien heraangelegd om het contact met de rivier te herstellen. Op andere plaatsen in Leuven werd de Dijle terug opengelegd om zo de historische band van de inwoners met de rivier terug te herstellen. In Tongeren wordt voor dezelfde redenen de Jeker in zijn glorie hersteld, in Diest de Demer en in Overijse de Ijse.

Ook in Brussel denken ze erover om de Zenne waar het mogelijk is terug open te leggen op een aantal plaatsen. In een bevraging die werd uitgevoerd door VITO om te bepalen of hier draagvlak voor is, bleek er een grote betalingsbereidheid voor een zo natuurlijk mogelijk herstel van de Zenne (Liekens, 2015). Belangrijkste redenen om de Zenne te herstellen voor de respondenten waren natuur in de stad, de aantrekkelijkheid van de stad en sensibiliseren van burgers rond belang van natuur en water. Enkele citaten uit de reacties van de respondenten:

“Ieder zichzelf respecterende stad heeft een open rivier met recreatieve functies”

“Een stad heeft een waterloop nodig”

“Une ville avec une rivière est plus belle et plus attractive. Elle retrouve une âme, qu'on ne retrouve malheureusement pas à Bruxelles.”

“Stad en natuur moet je vervlechten”

Uit deze bevraging in Brussel blijkt dat inwoners het herstel van het contact met de Zenne waarderen, maar de waardeverhoging neemt sterk toe naarmate dit herstel gepaard gaat met een meer ecologische inrichting (natuurlijke oevers) en gepaard gaat met hoge waterkwaliteit en biodiversiteit. Een maximum scenario wordt tot zeven keer hoger gewaardeerd dan een minimum

scenario met herstel met verharde oevers. Een ruime meerderheid van de inwoners (90 %) verkiest een combinatie van maatregelen, inclusief morfologische.

Tabel 9: Waardering van verschillende scenario's voor herstel contact met Zenne in Brussel

Thema	Scenario / indicator	Bereidheid tot betalen €/hh.jaar
Morfologie	Open Zenne met betonnen oevers	40
	Open Zenne met natuurlijke oevers	57
Waterkwaliteit	Matig	97
	Goed	140
Biodiversiteit	Gemiddeld	47
	Goed	68
Inrichting	Banken,...	31

Bron: op basis Liekens et al, 2015

## 5.2. RECREATIE, SOCIALE COHESIE EN EDUCATIE

Herstel van waterlopen in de stad kunnen leiden tot nieuwe locaties om te dagelijks te recreëren zoals wandelen, fietsen en vissen. Ook toeristen worden aangetrokken. Verschillende studies naar belevingswaarde van binnenstedelijk gebied geven aan dat de aanwezigheid van groen en water het meest bepalend zijn voor de sfeer en de gezelligheid van de stad (Aertsens et al. 2012).

Doordat water voor allerlei activiteiten, brengt het mensen uit de omgeving dicht bij elkaar. Ze ontmoeten elkaar aan het water en de omgeving maakt het makkelijker om contacten te leggen. Ook het samen beschermen en verbeteren van hun woonomgeving door de herstelprojecten bevordert de samenhang in een wijk. Er zijn tal van beschrijvende studies over de voordelen van groene omgeving en de mogelijkheid tot sociale contacten (van Meerbeek, 2014). Het bevorderen van sociale contacten wordt als een van de hoofdoorzaken genoemd (samen met compensatie van stress) voor de verklaring van de positieve effecten van nabijheid van natuur op gezondheid in het Nederlandse Vitamine G-project, en belangrijker dan bijv. beweging (van den Berg, 2010). Er zijn nauwelijks empirische studies die de hoeveelheid groen in de stad en sociale contacten bestuderen, en hun bevindingen lopen uiteen (Veneklaas, 2011) en deze zijn er nog minder specifiek voor water.

Er is ook evidentie dat negatief sociaal gedrag zoals graffiti spuiten, vandalisme en afval achterlaten reduceert in een groenere omgeving in vergelijking met een plantvrije omgeving. (Brunson, 1999) Dit geldt wel enkel voor vrij open landschappen met lage vegetatie. Water kan hier ook toe bijdragen. Dit wordt verklaard door het feit dat groen-blaue ruimtes stress reduceren en dus ook zorgen dat mensen minder agressief reageren. Daarnaast lokt de groen-blaue ruimte mensen meer naar buiten zodat er meer sociale controle is (Entrix, Inc. ,2010).

Whitehead, 2004 vindt positieve effecten van groen/blauwe infrastructuur binnen het kader van stads-kernvernieuwing voor consumenten, werknemers en bedrijven.

Consumenten zouden meer spenderen, of vaker komen of verder willen rijden voor winkels in aangenamer landschap (meer groen/blauwe structuren) wel voornamelijk bomen (Wolf, 2007 en 2013).

Er is ook kwalitatieve informatie die aangeeft dat werknemers werken in een groen kader positief waarderen, met een positief effect op de aantrekkelijkheid van groene locaties. Er zijn onvoldoende studies om dit potentiële effect te kwantificeren.

Verschillende studies duiden er op dat werknemers en leerlingen beter presteren en minder stress hebben als ze uitkijken op een groen/blauwe omgeving (Lottrup, 2012; Pati, Harvey, and Batach 2008). Plympton, Conway, and Epstein (2000) and Kellert (2004)

Daarnaast bieden herstelprojecten een opportuniteit om mensen te sensibiliseren rond de waarde van water en natuur. Kinderen die de waterprojecten bezoeken en leren door het werkelijk te zien (bijv. waterdiertjes vangen) zijn eerder gemotiveerd om ook in hun dagelijks leven inspanningen te doen.

### **5.3. VERKOELEND EFFECT VAN WATER IN STADSKERNEN**

Het temperatuurverschil tussen steden en het landelijke gebied errond bedraagt gemiddeld enkele graden. Op zich geen probleem, ware het niet dat het verschil in temperatuur bij een hittegolf nog versterkt wordt en kan oplopen tot 8 graden. We spreken ook van het stedelijke hitte-eilandeffect. Het hitte-eilandeffect heeft vooral 's nachts kwalijke gevolgen. Steden koelen na zonsondergang minder snel af, waardoor het tijdens een hittegolf ook 's nachts erg warm blijft. Bij heel jonge, oude of zwakke mensen kan dat gezondheidsproblemen veroorzaken en zelfs fataal worden. Tijdens de hittegolf in de zomer van 2003 vielen er alleen al in Parijs duizenden vervroegde doden door de extreme hitte.

Het hitte-eilandeffect heeft verschillende oorzaken. Steden absorberen meer warmte, doordat ze meer beton en steen bevatten (en andere bouwmaterialen met een hoge warmtecapaciteit). Die materialen slaan overdag warmte op en geven die 's nachts weer af. Ook asfalt, een donker materiaal, neemt erg veel zonnestraling op. Daarnaast wordt er in steden minder warmte uitgewisseld met de atmosfeer. Als de aarde nog verder opwarmt, zal het stedelijke hitte-eilandeffect nog toenemen. Groene en blauwe infrastructuur heeft een belangrijk potentieel om dit effect tegen te gaan, enerzijds als bron van koeling in dichtbevolkte steden op warme (zomer)dagen en anderzijds met een mogelijke vermindering van warmteverliezen op koude (winter)dagen (Akbari et al. 2001; EPA 1992; Methay et al. 2011; Shashua-Bar & Hoffmann 2000).

Een overzicht van Coutts et al. 2012 beschrijft meer in detail hoe water kan bijdragen. Open water, rivieren maar ook kleinere waterpartijen hebben een verkoelende werking in stadskernen. Diverse studies hebben aangetoond dat windafwaarts of in de nabije omgeving van waterlichamen temperaturen 1 à 2 °C lager liggen in vergelijking met nabije gebieden. Motieven hiervoor worden gezocht in evaporatie van water waardoor je een soort van oase-effect krijgt overdag, of in lagere oppervlaktetemperaturen van waterlichamen die door windverplaatsing koelte brengen in versteende omgeving. Dit effect kan zich verspreiden tot enkele honderden meters van het waterlichaam. Lokale omstandigheden zoals de grootte van het waterlichaam, het lokale klimaat en het stedelijk ontwerp hebben grote invloed op de aard en de grootte van het effect.

Naast dit verkoelend effect van de oppervlaktetemperaturen (dat voor kleine waterpartijen zoals fontein etc. relatief klein is) kan water natuurlijk ook verkoeling bieden door te pootje baden. Denk maar aan Parkspoor Noord in Antwerpen.

---

## 5.4. WATER, WONEN EN WERKEN

### 5.4.1. INLEIDING EN METHODE

Zoals vermeld in vorig hoofdstuk verhoogt de aanwezigheid van water de belevingswaarde van landschappen. In vorig hoofdstuk lag de focus op de recreatieve waarde. In dit hoofdstuk bekijken we hoe dit de belevingswaarde van de woonomgeving verhoogt. Dit omvat ook een stuk de recreatieve waarde voor nabije recreatie door omwonenden, maar gaat anderzijds ook ruimer en omvat de waarde van uitzicht over water vanuit woning en tuin en contact met water bij functionele verplaatsingen (naar werk, school of winkels).

Een hogere kwaliteit van de woonomgeving vertaalt zich in de vastgoedwaarde voor die woningen en bouwgronden. Mensen zullen immers meer willen betalen voor een huis in een woonomgeving met veel kwaliteit dan voor eenzelfde huis in een minder aantrekkelijke omgeving. Water nabij de woonomgeving kan de kwaliteit ook verlagen, in het bijzonder bij een slechte waterkwaliteit of een verhoogd risico op overstromen. Deze effecten verlagen de waarde van vastgoed. Beleid dat waterkwaliteit verhoogt en risico op overstromen beperkt verhoogt de vastgoedwaarde.

In dit hoofdstuk bespreken we hoe water in de woonomgeving de waarde van vastgoed verhoogt. We bespreken het effect van de aanwezigheid van water en het effect van kwaliteit van het water. Andere redenen dan louter zicht op water die deze waardetoeename verklaren zijn te vinden in het hoofdstuk water in de stad.

De invloed van water op woningprijzen wordt aangetoond door hedonische studies. Deze studies hanteren statistische methodes om het effect op de vastgoedwaarde van verschillende bepalende factoren te schatten. Hierbij maakt men onderscheid tussen een reeks kenmerken:

- van het bouwperceel (omvang, oriëntatie, vorm );
- van de woning (omvang (woonoppervlakte, aantal kamers,...), graad van afwerking en functionaliteit (aantal badkamers, wc's, keuken, verwarming, isolatie), leeftijd, staat van onderhoud, ...);
- m.b.t. de functionele kenmerken van de omgeving (nabijheid van voorzieningen (werk, school, winkels, transport), type buurt, mate van stedelijkheid, aanwezigheid ...);
- m.b.t. de natuurlijkheid van de omgeving (parken, bossen,...) en de nabijheid en kwaliteit van water (rivieren, beken, vijvers en plassen, kust);
- verstoring van de leefomgeving, waaronder geluidshinder, verontreiniging van bodem en grondwater;
- van de economische omgeving (rentevoeten, fiscaliteit, taksen).

Via deze studies kan men het effect van nabijheid van water op woningprijzen schatten. Verder bouwt de literatuur ook op andere infobronnen, zoals informatie van makelaars of bevragingen van burgers.

### 5.4.2. MEERWAARDE DOOR AANWEZIGHEID VAN WATER (BLAUWE RUIMTE)

#### → Meerwaarde van de blauw-groene ruimte

Er is veel evidentie dat gemiddeld genomen de nabijheid van, toegang tot en uitzicht op water de vastgoedwaarde verhoogt. Ten eerste is er evidentie vanuit studies die kijken naar de effecten van



blauw-groene ruimtes op de vastgoedprijzen. Deze studies kijken naar het gezamenlijk effect van blauwe ruimtes (natuurlijk water) en groene ruimtes (parken, bossen, natuurgebieden, landbouwgroen,...), zonder dat men de effecten van de blauwe ruimte kan onderscheiden. De conclusie uit deze literatuur is dat nabijheid van blauw groene ruimte binnen de 1 km de vastgoedwaarde verhoogt tot maximaal ongeveer 5 % voor nabije blauw-groene ruimte (Broekx et al, 2013; Brander, 2011). De meerwaarde is hoger voor meer stedelijke gebieden. Een meer gedetailleerde studie in Nederland vindt dat deze effecten voor natuur met een heel hoge recreatieve waarde (hot spots) veel hoger kunnen zijn (+ 20 %) en dat ze effecten kunnen hebben tot op 7 km (Daams, 2016). Deze effecten zijn ook aangetoond in een recente, gedetailleerde studie voor Vlaanderen. Als in het gebied tot 800 meter rond een woning het aandeel van de blauwe-groene ruimte stijgt met 10 %, dan stijgt de waarde van de woning met 5 % tot 7,5 %, afhankelijk van het omringende landgebruik (bos en natuur versus landbouw) (Vastmans et al, 2015). Dit effect is het sterkst en meest significant voor blauw-groene ruimte binnen de 400 meter. De meerwaarde van een extra procent blauwe groene ruimte is groter in gebieden met relatief weinig groen of water en is sterker in meer stedelijke gebieden.

Ten tweede zijn er studies die informatie geven over het afzonderlijk effect van natuurlijk water. Omdat deze studies uiteenlopende indicatoren hanteren voor het belang van water in de omgeving, en de omgevingen en types water sterk uiteenlopen (meren, rivieren, alle water,...), is het niet mogelijk om deze studies samen te vatten tot één gemiddeld cijfer voor het effect (Kroll, 2011). Het globale beeld uit de studies bevestigt enerzijds de meerwaarde als gevolg van water maar toont anderzijds dat de omvang van het effect sterk kan variëren en dat er meerdere mechanismen zijn die de meerwaarde verklaren. In het literatuuroverzicht varieert de meerwaarde van 2% tot 60%, en enkele minwaardes. Typische kengetallen voor uiteenlopende types water en locaties zijn een meerwaarde voor havenzicht (+ 2 %, Hong Kong), aangenaam zicht op water (+ 8-10 %, Finland) en zicht op waterwegen en kanalen (+ 11 %, Texas), nabijheid van water (+ 13 %, China) en vastgoed aan de waterkant (+ 60 %, Nieuw Zeeland)(Kroll, 2011).

Grootschalige studies naar effecten van blauw-groene ruimte in de UK tonen aan dat aanwezigheid van water een belangrijke bijkomende impact heeft bovenop de meerwaarde van de groene ruimte (Gibbons, 2012; Mourato, 2011, Bateman, 2015). Een stijging van het aandeel water en waterrijke natuur (wetlands, floodplains) in het landgebruik met 10 % (in aandeel van het totale landgebruik) binnen 500 meter rond de woning verhoogt de waarde van woningen met 4 % (Gibbons, 2012). Deze stijging is dubbel zo hoog als de stijging als gevolg van de toename van loofbos. Een andere indicator op wijkniveau geeft aan dat het effect van blauwe en groene ruimte ongeveer even hoog zijn. Bijkomend is er een effect m.b.t. de nabijheid van de kust en van rivieren. Als een woning 1 km verder van een rivier is gelegen, daalt de vastgoedwaarde met 0.9 %.

De eerder vermelde studie voor Vlaanderen (Vastmans, 2015) vindt geen extra effecten voor aanwezigheid van water, bovenop de bovenvermelde meerwaarde van 5 % tot 7,5 %. Als men de cijfers meer in detail analyseert vindt men beperkte aanwijzingen voor een minwaarde voor nabijheid bevaarbare waterlopen en een meerwaarde voor vijvers en plassen binnen de 200 meter. Gezien de studie niet specifiek de invloed van water onderzocht en de definitie van nabijheid van water mogelijk te generiek was, kunnen hier weinig conclusies voor water uit getrokken worden.

Verschillende studies bevestigen deze ordes van grootte, maar geven bijkomende nuances in functie van de kenmerken van het water. Voor Nederland zijn er verschillende studies die meerwaarde vinden voor woningen in de onmiddellijke nabijheid van water. Daniel et al, 2011 vinden een 3 % meerwaarde voor woningen dicht bij de rivier, maar met minwaardes voor woningen in overstroombare gebieden (zie verder). Békés et al, 2016 vinden eenzelfde effect voor Hongarije. Brouwer et al, 2007 vinden voor Nederland meerwaarde voor woningen met rivieren binnen 500

---

meter, en bijkomende effecten in functie van verbetering van waterkwaliteit (zie verder). Bervaes et al, 2004 vinden dat voor Nederland dat het uitzicht op water belangrijk is dan de afstand tot water. Zij vinden de grootste meerwaarde (+ 15%) voor woningen met uitzicht over water aan de achterzijde, tegenover 6 % voor water aan de voorzijde. Ook voor de US vindt men hoge waardestijgingen voor woningen gelegen aan het water (+ 10 %), en dit stijgt als men ook toegang heeft tot het water (Lansford and Jones. 1995). Mooney and Eisgruber, 2001 vinden voor de US (Oregon) dat woningen dichtbij rivieren een meerwaarde genieten van 7 %, maar dit is lager naarmate er meer bufferzones zijn die het zicht op water beperken. Cho et al. 2006 vinden voor de US (Texas) een waardestijging voor nabijheid tot de rivier, maar enkel voor grotere rivieren met mooie uitzichten. Kleinere rivieren of beken hebben te weinig invloed op het landschap om de kwaliteit van de woonomgeving te veranderen. Dit onderscheid wordt ook teruggevonden in een recente studie voor Denemarken (Munch, 2016). Lee en LI, 2009 vinden dan weer dat waterbekkens zonder vegetatie (bijv. betonnen constructies) en recreatiemogelijkheden eerder leiden tot een negatief effect op de woningprijzen.

Op basis van enkele gevalstudies voor de US wordt de waardestijging toegewezen aan onderliggende factoren, bijvoorbeeld zicht op het meer, toegang tot het meer en nabijheid van het meer (Muller, 2009). Omdat het aantal gevalstudies beperkt is en het relatieve belang afhangt van de concrete situatie (bijv. mate van toegankelijkheid) kan men geen algemene conclusies trekken over het relatieve belang van de onderscheiden factoren. Gemiddeld was de waardestijging in de gevalstudies 1.1 tot 1.6 %. De waardestijging voor uitzicht geldt enkel voor een beperkt aantal woningen, terwijl deze voor nabijheid en toegang veel verder kunnen reiken.

Tot slot zijn er een hele reeks studies die de meerwaarde bevestigen van woningen of appartementen met zicht op zee, in vergelijking met woningen of appartementen op dezelfde locatie maar zonder dat zicht.

#### → **Minwaarden voor woningen in overstromingsgevoelig gebied**

Zoals hierboven al aangegeven zijn er ook situaties waar nabijheid van de rivier kan leiden tot minwaardes, vooral voor woningen in overstromingsgevoelige gebieden. In vele situaties zijn de risico's op overstromingen voor potentiële kopers niet duidelijk, zodat de woningmarkt het overstromingsrisico "vergeet" te verrekenen in de marktprijzen. Na een overstroming wordt de markt zich wel bewust van deze risico's, en dalen de woningprijzen. Hetzelfde mechanisme geldt als het risico op overstromen voor het publiek kenbaar wordt gemaakt, als gebieden worden aangewezen als prioritaire overstromingsgebieden of als het risico zich vertaalt in hogere verzekeringspremies.

Voor al deze situaties zijn er gevalstudies in de literatuur die aangeven hoe dit zich vertaalt in minwaardes. Een voorbeeld is de daling van de woningprijzen als gevolg van de overstromingen van 1993 en 1995 langs de Maas in Nederland (Daniel et al, 2009). Dit onderzoek toont ook aan dat dit geen tijdelijk schokeffect is, maar dat de minwaardes ook na een decennium observeerbaar blijven. Gelijkwaardige voorbeelden zijn er voor vele landen (Australië, Nieuw Zeeland, verschillende regio's in de VS) (Yeo, 2015). Anderzijds zijn er ook voorbeelden waar overstromingen de woningprijzen niet hebben beïnvloed.

Op basis van een meta-analyse van 19 studies, voornamelijk in de US, wordt geschat dat de stijging van de kans op overstromen met 1 % tot een minwaarde leidt van -0,6 % (Daniel, 2009). Békés et al, 2016 vinden voor Hongarije een algemene meerwaarde voor woningen aan meren en nabij rivieren, maar een belangrijke minwaarde voor woningen in overstromingsgevoelige gebieden. Als de

verwachte overstromingsdiepte met 10 cm stijgt, daalt de woningprijs met 1%. Op basis van bevraging van vastgoedmakelaars en investeerders schat men dat een overstromingsrisico van 1 % leidt tot een minwaarde voor commercieel en industrieel landgebruik van -5 % tot -15 % voor de waarde van de percelen (Kenney et al, 2006).

Yeo, 2015 vindt in de literatuur zowel voorbeelden dat het aanwijzen van een overstromingsgebied of het publiek maken van informatie m.b.t. overstromingsrisico's leidt tot minwaardes als dat het geen effect heeft. Blijkbaar zijn hierbij verschillende factoren van belang, zoals de mate waarin de markt overstromingsrisico's al heeft verdisconteerd en kenmerken van de communicatie m.b.t. verstaanbaarheid en credibiliteit voor het brede publiek.

En literatuuroverzicht van (oudere) studies in de VS bevestigt deze elementen ten dele. De meeste studies vinden geen systematische minwaardes voor woningen in overstroombare gebieden (floodplains), maar wel voor woningen met hogere verzekeringspremies en voor recent overstroomde gebieden (Chao et al, 1998).

Omgekeerd kan een betere bescherming van woningen tegen overstromen een meerwaarde genereren. Zo wordt geschat dat in de US de prijzen van woningen nabij Cheseake Bay tot 21 % zijn gestegen omwille van een betere kustverdediging die anticipeert op de verwachte stijging van de zeespiegel. Als beperkte risico's op overstromen zich vertalen in lagere verzekeringspremies, dan wordt dit verder doorvertaald in de prijzen van de woningen (Chao et al, 1998).

#### → **Meerwaarde kantoorgebouwen en winkels**

Voor bedrijven zijn er nauwelijks studies die het effect tussen aanwezigheid van water/groen en waarde op vastgoed onderzoeken. Clements, 2013, citeert resultaten uit literatuur voor effecten van goed aangelegde groene en blauwe infrastructuur op huurprijzen voorkantoren en kleinhandel van 5 % tot 7 % (op basis van Bisco Werner, 2001, Whitehead, 2006 en EPA, 1995). Anderzijds leidt nabijheid van waterbekkens zonder aantrekkelijke vegetatie en recreatiemogelijkheden tot een daling van de huurprijzen met 7 % (EPA, 1995). Philips, 2000, vermeldt dat voor Amerikaanse steden kantoren met parkzicht 10 % hogere huur betalen. Bovendien blijken gebouwen of winkels in groen/blauwe omgeving makkelijker te verhuren (hogere bezettingsgraad).

#### **5.4.3. MEERWAARDE VAN EEN BETERE KWALITEIT VAN OPPERVLAKTEWATER**

Het is evident dat de meerwaarde die is aangetoond in bovenvermelde bronnen pas mogelijk wordt als er een minimale waterkwaliteit gegarandeerd is. Zoals hierboven al aangegeven werden nog niet zo heel lang geleden rivieren net overweld omwille van gezondheidseffecten en om de woonkwaliteit te vrijwaren. In de volgende paragrafen onderzoeken we in welke mate de woningprijzen stijgen als de waterkwaliteit verder verbetert.

Er zijn in verhouding minder studies, omdat de invloed van verbetering van de waterkwaliteit op woningprijzen moeilijker te onderzoeken is omdat het meer data vraagt, vooral rond waterkwaliteit. Ten tweede is het niet eenvoudig voor potentiële kopers om de waterkwaliteit op verschillende locaties goed in te schatten en te vergelijken. Vandaar dat de literatuur vooral indicatoren meeneemt die voor burgers goed zichtbaar zijn, zoals de doorzichtigheid van het water (Secchi index).

Er zijn verschillende buitenlandse studies die aangeven dat verbetering van waterkwaliteit leidt tot hogere prijzen van vastgoed (Brouwer, 2007; Kroll and Cray, 2010 ; Poor, Pessagno and Paul 2007;

Mourato et al., 2011, Tolun et al. 2012, Artell 2014, Bin 2016). Onderstaande tabel illustreert op basis van de studie voor Nederland (Brouwer, 2007) dat de meerwaarde als gevolg van een verhoogd doorzicht relevant is en kan oplopen tot 0.5 % van de woningprijs voor een verbetering met 10 cm. Dit effect is additief t.o.v. de meerwaarde als gevolg van nabijheid van water binnen de 500 meter van de woning. Het effect hangt vrij lineair af van de waterkwaliteitsverbetering en is aangetoond voor verschillende types water. Het effect voor rivieren en beken is dubbel zo groot als voor beken en kanalen.

*Tabel 10: Stijging woningprijs in functie van doorzicht voor woningen binnen 500 meter van de waterloop*

Type	Stijging woningprijs per 10cm verbetering doorzicht
Meer	0,50%
Beek	0,30%
Kanaal	0,20%
Grote rivier	0,50%

*Bron: Brouwer, 2007*

Bin et al, 2016 bevestigt in een studie voor Florida (US) de meerwaarde als gevolg van verbetering van waterkwaliteit, op basis van een indicator die in een puntenschaal en 5 klassen wekelijks de waterkwaliteit opvolgt. Deze resultaten zijn publiek en worden bijv. wekelijks in kranten gepubliceerd. De studie evalueert het effect van verschillen tussen locaties en in de tijd, en gedurende een periode (2000-2011) met stijgende en dalende woningprijzen. De studie toont dat een stijging van de waterkwaliteitsindex met 1 % de waarde van de woning gemiddeld met 0.21 % (of 1700 \$) doet stijgen. Dit effect doet zich zowel voor bij stijgende als bij dalende woningprijzen, en ook tijdens en na de economische recessie van 2007.

Een recente studie uit Finland (Artell, 2014) vindt een effect van waterkwaliteit op de vastgoedprijzen voor vakantiehuisen. Het effect is groter naarmate de locatie meer watergebonden recreatieve activiteiten toelaat.

#### **5.4.4. MINWAARDES ALS GEVOLG VAN VERONTREINIGING GRONDWATER**

Er zijn - vooral in de context van lekkende ondergrondse tanken in de VS – studies die goed aantonen dat de waarde van woningen daalt als het grondwater in het gebied verontreinigd is, en als deze informatie publiek is en gekend is bij potentiële kopers en verkopers. Deze minwaarde kan oplopen tot 7 % à 10 % (Guignet, 2013; Guignet, 2011). Deze minwaarde wordt geassocieerd met verlies van mogelijkheden om het grondwater zelf te gebruiken, gebruiksbeperkingen op de tuin voor het zelf telen van groenten voor consumptie, gezondheidsrisico's omwille van mogelijke vervuiling van binnenhuislucht via uitdamping van stoffen uit bodemvocht en een stigma effect op een wijk omwille van gekende verontreiniging. De minwaarde zelf is vrij onafhankelijk van de omvang en graad van de verontreiniging, wat illustreert dat kopers en verkopers de beschikbare informatie moeilijk goed kunnen interpreteren, en dat de minwaarde moet gezien worden als een risicopremie. De minwaarde is wel groter als de woningen een grondwaterwinning hebben en in regio's waar het gebruik van grondwater goed ingeburgerd is.

#### **5.4.5. MEERWAARDE EN AFGELEIDE ECONOMISCHE EFFECTEN VAN INTEGRAAL WATERBELEID**

Verschillende studies geven het belang aan van projecten zoals het terug openleggen van overwelfde rivieren in steden voor de woonomgeving. Dit wordt gecapteerd in de woningprijs en dit kan een heel proces op gang zetten van opwaardering van stadsbuurten. Hogere woningprijzen leiden tot meeropbrengsten voor lokale overheden, zowel m.b.t. onroerende voorheffing als m.b.t. andere taken. Literatuur geeft ook aan dat opwaardering of renovatie van één aspect van de omgeving spill over effecten heeft op de omliggende panden. Als bijv. een historisch pand wordt genoveerd stijgt de waarde van omliggende woningen, die op hun beurt aanzetten tot meer renovatie.

#### **5.4.6. CONCLUSIE**

Bovenstaande elementen en studies geven aan dat we voor Vlaanderen een belangrijke meerwaarde op de vastgoedmarkt mogen verwachten voor de nabijheid van water, en dat deze meerwaarde is gestegen en verder kan stijgen als gevolg van integraal waterbeleid.

Projecten waarbij overwelfde rivieren terug worden opengelegd, of contact met water wordt hersteld zijn illustraties dat deze meerwaarde voor de woonomgeving in de praktijk erkend worden. We zien ook her en der dat particulieren langs waterlopen het contact tussen tuin en rivier herstellen of verder uitbouwen.

Het is evenwel niet evident om een schatting te maken van het geheel van deze meerwaarde voor Vlaanderen, omdat we geen goede basisdata hebben voor enkele belangrijke parameters (bijv. aantal woningen nabij de rivier) en de meerwaardefuncties uit de literatuur (bijv. parameters m.b.t. waterkwaliteit) niet onmiddellijk te vertalen zijn naar een Vlaamse context.

Aan de hand van enkele eenvoudige aannames en berekeningen kunnen we wel aannemen dat deze meerwaarde heel belangrijk kunnen zijn. Ten eerste zijn er veel woningen die van potentiële meerwaarde kunnen genieten. Als we ervan uitgaan dat ongeveer 700.000 woningen binnen een straal van 500m liggen van een bevaarbare of categorie 1 waterloop, dan betekent een meerwaarde van 1% een éénmalige baat van 1,6 miljard euro. Daarnaast zijn ook vermeden minwaardes door goede bescherming van grondwater en bescherming tegen overstromen heel relevant in de Vlaamse context.

---

## HOOFDSTUK 6. WINS WINS MET ANDERE MILIEUDOMEINEN

---

Watersystemen hebben ook indirect een positieve impact op andere milieudomeinen. We beschouwen hierbij het systeem niet alleen als het water zelf, maar als het volledige ecosysteem met zijn oevers dat in een typisch rivierherstel project wordt gerestaureerd.

### 6.1. VERBETERING LUCHTKWALITEIT

Nabijheid van blauw-groene ruimte heeft een positief effect op luchtkwaliteit omdat vegetatie fijn stof afvangt en water de resuspensie of het terug opwaaien van fijn stof beperkt.

De fijn stof problematiek is belangrijk omwille van de schade voor de volksgezondheid door blootstelling aan fijn stof. Deze hangt af van de concentraties van fijn stof in de omgevingslucht. Deze concentraties worden ten eerste bepaald door de uitstoot, de processen m.b.t. verdunning en verspreiding in de atmosfeer (bijv. windsnelheid) en de processen m.b.t. de depositie van fijn stof waardoor fijn stof uit de atmosfeer verdwijnt. De blauw-groene ruimte grijpt in op laatstgenoemde processen en verhoogt de netto depositie. Als we het belang van de blauw groene ruimte uitdrukken in termen van effecten op concentraties, dan lijkt de bijdrage beperkt. Omdat echter de schade voor de volksgezondheid bij de huidige concentraties heel groot is, is deze beperkte bijdrage toch belangrijk als we ze uitdrukken in euro's vermeden schade aan volksgezondheid per ha bos of per ha water.

Een negatief effect van deze depositie zou kunnen zijn dat vervuilende stoffen zoals zware metalen in het water of in de bodem terecht komen. Voor de waterkwaliteit is dit verwaarloosbaar omwille van de kleine hoeveelheden in verhouding met de volumes water in de rivier enerzijds en omwille van de al aanwezige concentraties in het water zelf.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de factoren die de afvang van fijn stof door de blauw-groene ruimte bepalen. De bruto afvang wordt bepaald door de concentraties in de omgevingslucht en het effect van vegetatie of water op de depositiesnelheden. De bruto afvang is het grootst voor naaldbos omwille van de omvang van de planten (in vergelijking met struiken of gras), de kenmerken van de kruin en het feit dat naaldbomen wintergroen zijn en dus het hele jaar door effectiever fijn stof kunnen afvangen. Water heeft een beperkt effect omdat het contactoppervlak met de omgevingslucht beperkt is. De netto afvang wordt bepaald door de resuspensie van fijn stof, waardoor ze wordt gehalveerd voor alle vegetatietypes, maar niet voor water.

Dit betekent dat één ha water tot 7 kg fijn stof per jaar kan afvangen. Naarmate de vegetatie in de watergebonden natuurgebieden meer struiken en bossen omvat kan dit stijgen tot 25 kg/ha.jaar. De maatschappelijke waarde van deze afvang kunnen we meten aan de hand van kengetallen voor de schade aan de volksgezondheid door uitstoot van fijn stof. Dit omvat verkorting van de levensverwachting en hogere kans op ziektes, en de vermeden kosten omvatten vermeden uitgaven in de gezondheidssector, kosten van ziekteverzuim voor werknemers en werkgevers en de kost van de patiënt en zijn omgeving voor tijdsverlies, lijden en verkorting van de levensverwachting.

De maatschappelijke baat van de blauwe-groene ruimte varieert dan van 410 €/ha voor water tot 1400 €/ha voor naaldbos. Op basis van het aandeel van water in totaal landgebruik in Vlaanderen

kunnen we de totale afvang door water schatten op 175 ton/jaar en een maatschappelijke baat van ruim 10 miljoen euro per jaar.

Tabel 11: Overzicht van de kengetallen voor afvang PM10 door vegetatie en water

		Eenheid	naaldbos	loofbos	struik	gras	water	akker
1	depositiesnelheid	m/s	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2
2	concentratie	µg/m <sup>3</sup>	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
3	bruto afvang	kg/ha.jr	50,1	35,8	21,5	14,3	7,2	14,3
4	resuspensie	%	50%	50%	50%	50%	0%	50%
5	netto afvang	kg/ha.jr	25,1	17,9	10,7	7,2	7,2	7,2
6	waardering	€/kg	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	57
7	waarde/ha	€/ha	1431	1020	610	410	410	410

1. Depositiesnelheden: op basis van VITO modelstudies (Viaene, 2016) en literatuurstudie (Broekx et al, 2013).
2. Concentratie PM10 in omgevingslucht, Vlaanderen, 2013 (data IRCEL , jaargemiddelde )
3. Bruto afvang: (1) x (2) ,
4. Resuspensie: gemiddelde waarde, op basis literatuurstudie.
5. Netto afvang, inclusief correctie voor resuspensie
6. Op basis externe kosten van luchtverontreiniging, rekening houdend met grootte en kenmerken afgevangen stof, (De Nocker et al. 2013)
7. Waarde: (5) x (6)

## 6.2. KOOLSTOFOPSLAG IN ZOETWATERECOSYSTEMEN

Het probleem van klimaatverandering en de rol van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) als broeikasgas is welbekend. Door koolstofopslag in biomassa en bodem verlaagt de concentratie van koolstofdioxide in de atmosfeer. Voor water is vooral de koolstofopslag in de bodem van belang. De hoeveelheid koolstofopslag in de bodem is afhankelijk van het landgebruik, de bodemtextuur en de grondwaterstand (Meersmans, 2008). Veranderingen in landgebruik en grondwaterstanden kunnen leiden tot een verhoging van de koolstofopslag in de bodem.

Bodems onder natuurlijke ecosystemen vertonen doorgaans grotere koolstofvoorraden dan deze onder intensief landgebruik (door het regelmatig scheuren van de bodem). De koolstofvoorraden zijn dus groter in bosbodems en permanent grasland dan in bodems van tijdelijk grasland of akkerbodems. Vooral moerassen en historische veenbodems bezitten grote hoeveelheden koolstof. Behoud en herstel van deze ecosystemen is dan ook erg belangrijk omwille van de grote koolstofvoorraden die ze hebben en de potentie voor extra opslag ten opzichte van andere ecosystemen.

De rol van (zoet)waterhabitats in koolstofopslag wordt vaak onderschat. Wereldwijd beslaan ze ongeveer 6 tot 9% van de aardoppervlakte maar bevat ze wel 35% van de totale koolstofvoorraad in terrestrische ecosystemen. Omdat zoetwaterhabitats een hoge productiviteit kennen, hebben ze een hoge capaciteit voor koolstofopslag. Daarnaast begraven ze ook koolstof doordat ze sediment opslaan uit het inkomende water (Australian government, 2012).

(Zoet)waterhabitats slaan gemiddeld in de eerste 50 jaar 4 ton C/ha.jaar op (Altor and Mitsch 2008). De hoeveelheid koolstof die jaarlijks wordt opgeslagen neemt af naarmate het systeem meer in evenwicht is. Deze getallen houden rekening met het feit dat zoetwaterhabitats ook bronnen van broeikasgassen kunnen zijn onder de vorm van methaan en stikstofgas.

Tabel 12: Opslag van koolstof in een waterhabitat.

Leeftijd zoetwaterhabitat	Permanent hoge watertafel (0-20 cm) (ton C/ha.jaar)	Seizoensgebonden (tussen 20-40 cm onder maaiveld tijdens zomer) (ton C/ha.jaar)
0	4,27	4,54
10	4,13	4,17
20	3,98	3,79
30	3,82	3,41
40	3,65	3,02
50	3,47	2,63
60	3,27	2,22
70	3,06	1,81
80	2,83	1,39
90	2,57	0,96
100	2,34	0,52

Bron: Altor en Mitsch 2008

Herstel van waterlopen en de bijbehorende habitats kan dus een toename van het de koolstofopslag in de bodem bevorderen.

Hoe natter de bodem en hoe hoger het kleigehalte, hoe meer koolstof kan worden vastgelegd. Beheerstechnische ingrepen zoals drainage verminderen de opslag, terwijl vernattingsprocessen de voorraad aan bodemkoolstof vergroten. Op basis van de resultaten van het onderzoeksproject ECOPLAN (2015) kunnen we afleiden dat een verhoging van de grondwaterstand (GLG) met 1 cm de hoeveelheid opgeslagen koolstof 41 kg per ha doet toenemen. Dit kan toenemen afhankelijk van vegetatie en bodemtextuur. De aanwezigheid van rietvegetatie doet de koolstofopslag in de bodem nog verder toenemen (Ottoy et al. 2015, Lesschen et al., 2012).

Daarnaast wordt er ook koolstof in het watersysteem vastgelegd door begraving. Deze hoeveelheid koolstof (C) werd door het OMES-model (Onderzoek Milieueffecten Sigmaplan) geschat op een grootteorde van 1,5 ton C/ha.jaar (Cox et al. 2004) bij de aanleg van gecontroleerde gereduceerde getijdengebieden in de Zeeschelde.

Het maatschappelijk belang van C-opslag kan men waarderen op basis van vermeden reductiekosten of vermeden schadekosten (De Nocker et al. 2010; Aertsens et al. 2013). Vermeden reductiekosten geven weer hoeveel kosten men elders kan vermijden aan emissiereductiemaatregelen om te garanderen dat de gemiddelde temperatuur op wereldvlak maximaal maar met 2°C stijgt ten opzichte van het pre-industriële niveau (1780). De cijfers zijn afgeleid van een meta-analyse van resultaten van verschillende klimaatmodelstudies (Kuik et al. 2009). Een aandachtspunt is dat men in de loop der jaren continu nieuwe en duurdere maatregelen moet nemen om op een emissiepad te blijven dat consistent is met de 2°C doelstelling. De marginale kosten stijgen in de tijd en gaan van 20 euro/ton CO<sub>2</sub>-eq. in 2010 tot 220 euro/ton CO<sub>2</sub>-eq in 2050. Vermeden schadekosten geven aan wat de waarde is van de schade die men kan vermijden door het verminderen van het klimaatteffect. De orde grootte van deze methodes geeft dezelfde resultaten.



### 6.3. ENERGIE EN WARMTE DOOR WATER

Gezien het vlakke karakter van Vlaanderen is energieproductie door waterkrachtcentrales relatief onbelangrijk in vergelijking met andere landen als Noorwegen en regio's zoals Wallonië. Bestaande waterkrachtcentrales in Vlaanderen zijn eerder kleinschalig. De teksten en cijfers die hier zijn opgenomen, zijn afkomstig van Van Esch et al. 2016.

In een waterkrachtcentrale wordt de potentiële energie, die aanwezig is in een waterloop, omgezet in mechanische energie en vervolgens in elektriciteit. Water zorgt voor de drijfkracht die het waterwiel of de turbine doet draaien. In Vlaanderen vinden we kleinschalige waterkrachtcentrales (<10 MW) met turbines terug op 'oude' molensites en enkele sluizen (bijv. Kanaal Leuven-Dijle).



Bron: <https://www.flickr.com/photos/erfgoed/7235389722/>

Via de VREG (<http://www.vreg.be/nl/groene-stroom>) beschikken we over het vermogen van de installaties in dienst genomen tot en met 29/02/2016, waarvan de aanvraag tot toekenning van groenestroomcertificaten en garanties van oorsprong werd verwerkt tot 3/03/2016. We schatten de productie in door de totale productie in Vlaanderen in 2014 of 2.567 MWh (VREG, versie 2/10/2015). De waterkrachtcentrales van Kwaadmechelen/Ham en Olen zijn niet opgenomen in de groene stroom statistieken van de VREG en zijn hier toegevoegd. We schatten het vermogen en de productie van deze centrales in op basis van de informatie die publiek beschikbaar is via de website van NV De Scheepvaart (<http://www.descheepvaart.be/nieuws.aspx>).

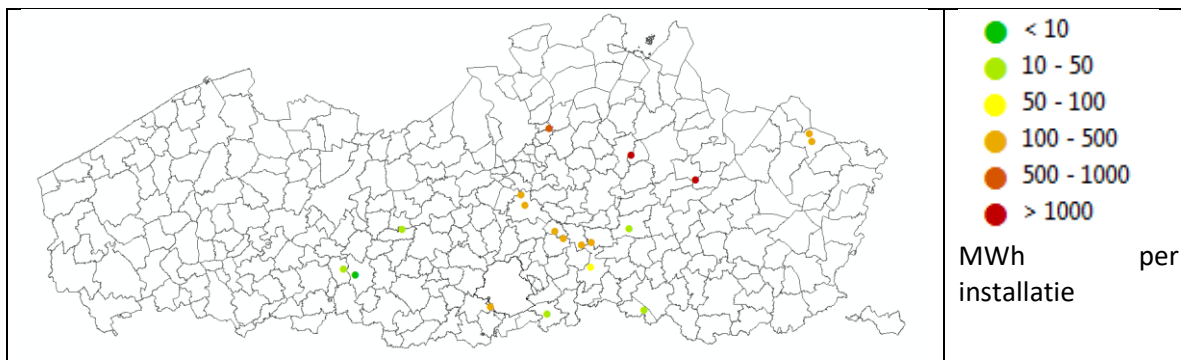
Tabel 13: Huidige productie kleinschalige waterkracht

	Aantal installaties	Vermogen (MWe)	Productie (GWh ele)
Sluizen	10	2,8	8,0
Molens	9	0,3	0,7
<b>Totaal</b>	<b>19</b>	<b>3,1</b>	<b>8,7</b>

Deze productie is equivalent aan het jaarverbruik van ongeveer 2500 huishoudens. In vergelijking met de totale hoeveelheid groene stroomproductie in Vlaanderen is dit verwaarloosbaar klein (ongeveer 0,1%).

Onderstaande figuur toont de ligging van de kleinschalige waterkrachtcentrales in Vlaanderen.

Figuur 17: Huidige elektriciteitsproductie waterkracht



#### 6.4. RECUPERATIE VAN ENERGIE EN GRONDSTOFFEN UIT AFVALWATER

Afvalwater wordt meer en meer gezien als belangrijk onderdeel in onze circulaire economie. Dit betekent dat we steeds meer mogelijkheden zien om van deze afvalstof terug een grondstof te maken en zo de cirkel te sluiten. Afvalwaters ontstaan op verschillende locaties: huishoudens, industriële productie- en reinigingsprocessen, in gemeenschapsgebouwen zoals ziekenhuizen en zwembaden,... De voorbije decennia zette men vooral in op afvoer en zuivering van het gemengde afvalwater. Zuivering is echter een energieverwendend proces, zonder aandacht voor de aanwezige grondstoffen, warmte en calorieën in het afvalwater. De voorbije jaren bestudeert en implementeert men steeds vaker alternatieve opties waarbij waardevolle fracties uit afvalwater worden gescheiden en gerecupereerd.

Een logische eerste stap in het sluiten van de cirkel is een **scheiding van materiaalstromen aan de 'bron'**. Bij het mengen van afvalwaters worden de grondstoffen en de calorieën sterk verdund waardoor ze moeilijker te recupereren en te valoriseren zijn. Op huishoudelijk niveau tracht men bijvoorbeeld de afval(water)stromen, rijk aan organische materiaal, zoals toiletwater en keukenafval, te scheiden van de minder vervuilde, maar vaak warmere stromen, zoals douchewater en de afvoer van wasmachines. In een verdere stap zou men zelfs de nutriëntrijke urine kunnen scheiden van het calorierijke fecale materiaal. Ook op industrieel vlak past men deze logica steeds meer toe. Stroomopwaarts in het lokale rioleringsstelsel zijn de proceseffluenten te vinden, rijk aan specifieke herwinbare of waardevolle componenten: katalysatoren in de chemie, zetmeel in de aardappelverwerking, edelmetalen in de oppervlaktebehandeling,...

**Recuperatie van grondstoffen** uit afval is een volgende stap die aan belang wint, zo ook uit afvalwaters. De terugwinning van fosfor uit afvalwater vormt hierbij het mooiste voorbeeld. Fosfor is een essentieel voedingselement en zo ook noodzakelijk als meststof in de land- en tuinbouw. Europa is voor 100% afhankelijk van geïmporteerd fosforerts. Al naar gelang de kennisbron wordt een uitputting verwacht binnen 50 à 100 jaren. Recuperatie uit huishoudelijke en industriële effluenten via de precipitatie van struviet (magnesium-ammonium-fosfaat) is een veelbelovende piste. Binnen Vlaanderen is de Nuresys® technologie hier het verst in gevorderd. Door de veelheid aan productieprocessen en effluenten in de industrie zijn de mogelijkheden naar recuperatie daar erg ruim. Het water zelf is ook een potentieel recupereerbare grondstof. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn hygiëne en veiligheid, waardoor verregaande zuivering vereist is. Huishoudelijke effluent zijn doorgaans vervuild met bacteriologie, hardnekkige cosmetica en reinigingsproducten, geneesmiddelen en hun afbraakproducten,... Vlaanderens mooiste en best gekende voorbeeld bevindt zich in Knokke. Daar behandelt de intercommunale IWVA het effluent van de RWZI in een meertrapsinstallatie, waaronder een ultrafiltratie en een omgekeerde osmose. Voor een finale zuivering en remineralisatie wordt het behandelde water geïnfiltrerd in de duinen en, na een verblijftijd van ongeveer 55 dagen, terug opgepompt voor inzet als drinkwater.

Naast grondstoffen bevat afvalwater ook heel wat **energie**. Dit is op te splitsen in twee delen. De **chemische energie** is opgeslagen in het organische materiaal en kan gevaloriseerd worden via vergisting en vorming van biogas. O.a. in het nieuwbouwproject 'Oude Dokken' in Gent plant men een dergelijke verwerking van 'menselijk afval'. Daarnaast is afvalwater vaak warm. Deze **thermische energie** kan in een stedelijke omgeving op verschillende niveaus wordt gevaloriseerd via warmtepompen en –wisselaars: lokaal ingebouwd in douches, op rioolniveau (riothermie) of aan de RWZI, na zuivering. Ook in de industrie gaat er nu veel warmte verloren via het afvalwater. De Vlaamse BLUE HERO technologie is bijvoorbeeld een gepatenteerd systeem waarbij men, startende van effluenten op lage temperatuur, proceswater kan opwarmen tot 60°C.

### 6.5. PRODUCTIE VAN BIOMASSA

Door herstelmaatregelen als ruimte voor de rivier en de creatie van oeverzones zou de productie van riet en wilg kunnen toenemen, wat als materiaal kan geoogst worden of als sprokkelhout kan gebruikt worden. Voor de batenschatting is dit weinig relevant. Enerzijds zijn de markten voor dergelijke materialen in Vlaanderen zeer klein (bijv. riet voor daken), anderzijds is gebruik van materiaalstromen uit natuurbeheer voor energiegebruik in praktijk niet zo evident.

Het commercieel gebruik van deze materialen als materiaal of biomassa-reststromen gebeurt zeer weinig in praktijk omwille van 3 praktische beperkingen. Ten eerste is er een logistieke beperking. Om schade aan de bodemstructuur zo veel mogelijk te beperken wordt erop aangedrongen dat er geoogst wordt met zo licht mogelijk materiaal (8 m<sup>3</sup> opraapwagens). Die wagens mogen bovendien niet meer dan twee keer hetzelfde pad volgen. Deze eisen maken dat slechts weinig landbouwers ofwel het geschikte materieel hebben ofwel bereid zijn om onder deze condities te werken. Ten tweede is er een contractuele beperking. Beheerders van natuurgebieden willen de vrijheid behouden om het beheer aan te passen aan nieuwe inzichten, wat maakt dat langetermijn afnamecontracten minder courant zijn. Ten derde is er een organisatorische beperking. Oogsten gebeurt in vele gevallen door vrijwilligers, wat maakt dat er geoogst wordt wanneer zij beschikbaar zijn, niet wanneer de weersomstandigheden het gunstigst zijn.

Voor het beheer van bermen van waterlopen is er wel een mogelijkheid. Voor het ganse traject aan waterwegen, onder het beheer van NV De Scheepvaart, komt er per jaar 1750 ton bermmaaisel vrij dat kan ingezet worden als biomassa-reststroom. Door meer ecologisch beheer zou dit wel dalen (Cornelus et al. 2013).

## HOOFDSTUK 7. WATER EN BIODIVERSITEIT

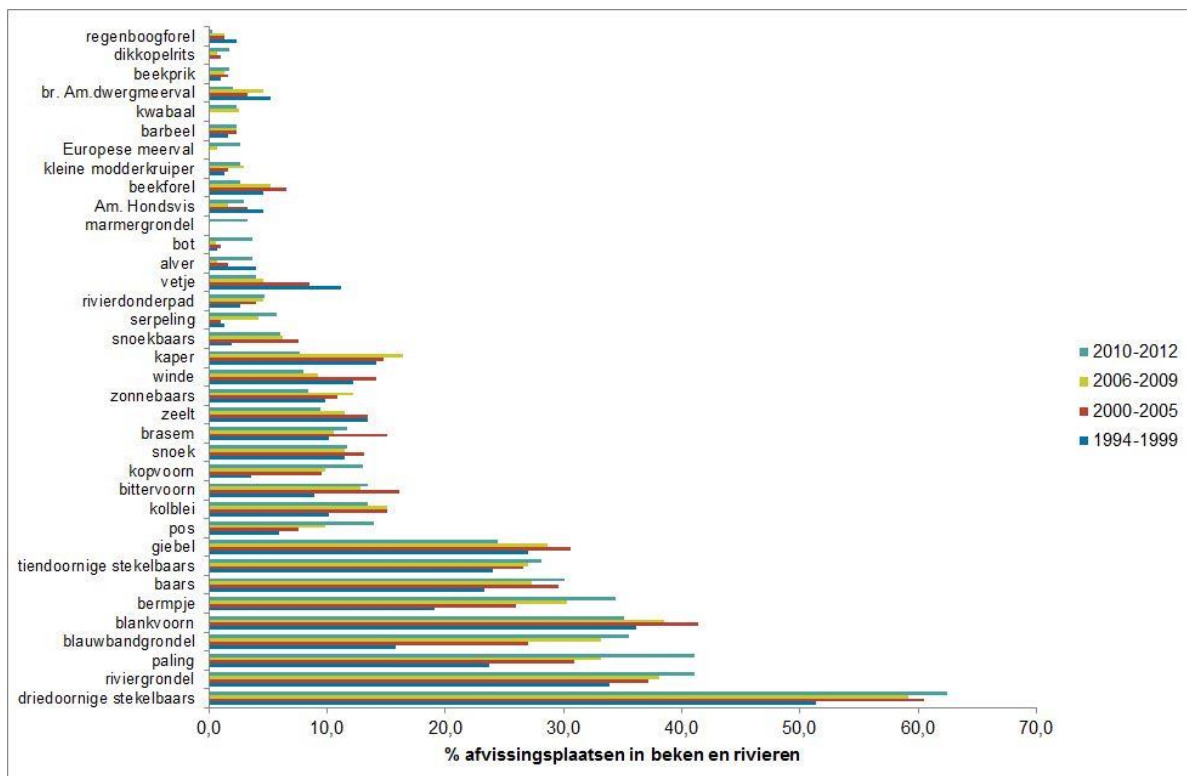
### 7.1. ZELDZAME ECOSYSTEMEN

Zoetwatersystemen zijn bij de zeldzaamste in Europa maar herbergen een zeer hoge verscheidenheid aan organismen vaak ook omdat er belangrijke ecosystemen liggen tussen de overgangen tussen water en land. Zoetwatersystemen beslaan slechts 0,8% van de wereld's oppervlakte maar bevatten wel 6% van alle beschreven soorten (Dudgean et al. 2006).

Soorten staan erg onder druk door slechte waterkwaliteit en het rechtekken van waterlopen.

Investeren in simpele maatregelen om de waterkwaliteit te verbeteren, doorgang voor soorten te verzekeren en meer ruimte te geven aan de waterlopen, leiden tot herstel van tal van soorten.

De natuur komt langzaam terug in de Vlaamse beken. Insecten, vissen, vogels en zoogdieren zijn terug van weggeweest.



Bron: instituut voor Natuur- en bosonderzoek, kerndataset

Momenteel komen nog steeds dezelfde algemene soorten (paling, riviergrondel en stekelbaars) het meeste voor maar ze worden wel op meerdere plaatsen gevangen. Habitat- of kwaliteitgevoelige soorten zoals bot, alver en rivierdonderpad nemen langzaam toe door beter waterkwaliteit en hermeandering. Andere soorten gaan er wel op achteruit sommige omdat ze graag gedijen in troebel water andere omdat de omstandigheden toch nog niet ideaal zijn. Hier is het belang van herstel van habitats belangrijk.

## 7.2. KINDERKAMERS

Ondiepe zomerwarme habitatten zoals slikken en schorkreken, brakwatergebieden en oeverzones fungeren typisch als kinderkamer. Kinderkamers dragen als habitat meer dan gemiddeld bij tot het overleven van jonge dieren tot de volwassen leeftijd (Beck et al. 2001). Kinderkamers voor vis worden onderscheiden van andere habitatten op basis van één of meer van de volgende meetbare eigenschappen. Er is een permanent verbinding tussen kinderkamers en adulte habitats. Door de verhoogde productiviteit kunnen kinderkamers hogere densiteiten per eenheid oppervlakte ondersteunen. Het voedselaanbod in combinatie met het relatief warmere water stimuleert de specifieke groei. Het ondiepe karakter weerhoudt predatoren en verhoogt de specifieke overleving.

Deze dienst brengt verhoogde baten voor hengelen en eventueel commerciële visvangst met zich mee doordat er enerzijds meer soorten beschikbaar zijn en anderzijds de hoeveelheid van een soort kan toenemen.

Het is erg moeilijk om het effect van de kinderkamers op de populaties van vissen te kwantificeren en waarderen omdat er te weinig informatie beschikbaar is. Verder is er weinig kennis over hoe hengelaars een ruimer soortenaanbod zouden waarderen ten opzichte van de voor hen momenteel interessante soorten.

Voor de inrichting van de Hemmepolder (Ijzer) als schorregebied werd een ruwe inschatting gemaakt van de invloed van een betere kinderkamerfunctie voor garnalen op de garnaalvangst. Deze baat werd geschat op 140.000 tot 460.000 euro per jaar afhankelijk van het scenario (gebied van 27,8 ha als respectievelijk binnendijks overstromingsgebied (57000m<sup>3</sup> getijdenvolume) dan wel volledige ontpoldering (98000 m<sup>3</sup> getijdenvolume)) (Liekens et al. 2006).

## 7.3. OTTER EN BEVER TERUG VAN WEGGEWEEST?

Tot voor kort werd gedacht dat de otter in Vlaanderen en bij uitbreiding in geheel België uitgestorven was. Niets blijkt echter minder waar. Met vondsten in het Scheldebekken is de kans groot dat otters weer aanwezig zijn. Ook bevers die in Wallonië en buitenland werden geherintroduceerd vinden de weg naar Vlaanderen. Denk maar aan de bevers in het centrum van Leuven. Door een betere waterkwaliteit en herstel van habitats krijgen otters en bevers terug kansen om te overleven.

## 7.4. BELANG VAN BIODIVERSITEIT VOOR ECOSYSTEEDIENSTEN

Los van het feit dat biodiversiteit aan soorten en habitats een waarde op zichzelf heeft, is biodiversiteit ook belangrijk voor de levering van de ecosystemendiensten.

Een rijkere fauna en flora zorgen immers voor een grotere beleving van het water zowel naar recreatie als milieu-educatie (bijv. op zoek naar waterbeestjes). Uit de bevragingen rond de preferenties voor een goede status van onze waterlopen blijkt dat mensen een groot belang hechten aan de aanwezigheid van verschillende soorten in het water (zie de resultaten van de bevragingen in hoofdstuk 4).

Biodiversiteit gaat niet enkel over de diversiteit in soorten maar ook in de diversiteit in genen, functionele groepen en zelfs landschappen (Diaz et al. 2007). Deze types biodiversiteit zorgen ervoor

---

dat ofwel bepaalde ecosysteemdiensten worden geleverd ofwel dat de ecosystemen beter bestand zijn tegen plotse veranderingen waardoor de diensten die het watersysteem levert (denk maar aan het zelfreinigend vermogen van rivieren) beter kunnen gegarandeerd worden met andere woorden een soort van verzekering (Balvanera et al. 2006, Haines-Young and Potschin, 2009).

Costanza et al. 2007 vond bewijs dat een 1% verandering in de biodiversiteit resulteerde in een 0,5% verandering in de waarde van ecosysteemdiensten (vnl. gelinkt aan de netto productiviteit van de ecosystemen). Ook Fagan 2008 observeerde dat behoud van een grote verscheidenheid aan plantensoorten in graslanden de productiviteit van het grasland verhoogde.

Engelhardt en Ritchie (2001) toonden aan dat in wetland systemen een verhoogde diversiteit in bloeiende planten niet alleen de productiviteit verhoogde maar ook de retentie van fosfor bevorderde. Dit heeft te maken met het aanwezig zijn van verschillende groepen van planten, hun functies en hun gevoeligheid aan de hoeveelheid nutriënten in het water. Als er verschillende functionele groepen zijn die bijv. allemaal nutriënten uit het water verwijderen, kan bij (tijdelijk) uitvallen van een groep (omwille van te hoge vervuilingsgraad) de verwijdering gegarandeerd blijven doordat andere soorten met een vergelijkbare functie dan gaan domineren. Anderzijds kunnen bepaalde sleutelsoorten essentieel zijn voor de levering van een bepaalde dienst denken we bijv. aan bijen voor bestuiving.

## LITERATUURLIJST

Aertsens, J., De Nocker, L., Lauwers, H., Katelijne, N., Simoens, I., Meiresonne, L., Turkelboom, F. en Broekx, S. (2012). Daarom groen! Waarom u wint bij groen in uw stad of gemeente. Studie uitgevoerd in opdracht van: ANB – Afdeling Natuur en Bos; 144 p

Akbari et al. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* 70: 295-310

Altor, A. E. and W. J. Mitsch, (2008). "Methane and carbon dioxide dynamics in wetland mesocosms: Effects of hydrology and soils." *Ecological Applications* 18(5): 1307-1320

Artell 2014, Lots of value? A spatial hedonic approach to water quality valuation *Journal of Environmental Planning and Management* 57(6):862-882

Australian government, (2012). The role of wetlands in the carbon cycle. issues paper of Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities in consultation with the Wetlands and Waterbirds Taskforce

Baetens J., Peeters P. & Van Eerdenbrugh K. (2006) Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen – opmaak van een modelinstrumentarium voor de ontwikkeling van laagwaterstrategieën. Rapport nr. 724\_02. UA-Ecosystem Management Research Group in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Waterbouwkundig Laboratorium.

Balvanera, P., Pfisterer, A.B., Buchmann, N., He, J.-S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. and Schmid, B. (2006) Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9, 1146-1156. Bateman et al., 2009

Bateman I. J. R. Brouwer S. Ferrini M. Schaafsma D. N. Barton A. Dubgaard B. Hasler S. Hime I. Liekens S. Navrud L. De Nocker R. Ščeponavičiūtė D. Seméniené (2012) Making Benefit Transfers Work: Deriving and Testing Principles for Value Transfers for Similar and Dissimilar Sites Using a Case Study of the Non-Market Benefits of Water Quality Improvements Across Europe. *Environ Resource Econ* DOI 10.1007/s10640-011-9476-8

Bateman, I., Day, B., Agarwala, M., Bacon, P., Baďura, T., Binner, A., De-Gol, A., Ditchburn, B., Dugdale, S., Emmett, B., Ferrini, S., Carlo Fezzi, C., Harwood, A., Hillier, J., Hiscock, K., Hulme, M., Jackson, B., Lovett, A., Mackie, E., Matthews, R., Sen, A., Siriwardena, G., Smith, P., Snowdon, P., Sünnerberg, G., Vetter, S., & Vinjili, S. (2014) UK National Ecosystem Assessment, Follow-on. Work Package Report 3: Economic value of ecosystem services. UNEP-WCMC, LWEC, UK.

Beck M, Kenneth L Heck Jr, Kenneth W Able and others 2001 The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates *BioScience*, 51(8):633-641. 2001

Békés G., Horváth A., Zápi Z. (2016), Flood risk and housing prices: evidence from Hungary, Institute of Economics, Centre for Economic and Regional Studies, Hungarian Academy of Sciences, Discussion papers MT-DP – 2016/20, Budapest, 2016.

Bervaes, J.C.A.M. & J. Vreke (2004). De invloed van groen en water op de transactieprijzen van woningen. Alterra-rapport 959, Alterra, Wageningen.

Bin, O., Czajkowski, J., Li, J., Villarini, G., (2016). Housingmarket fluctuations and the implicit price of water quality: empirical evidence from a South Florida housing market. *Environ. Resour. Econ.* <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-016-0020-8>

Bouscasse H., Defrance P., D'Hernoncourt J., Fontenoy D., Hecq W., Marchal A., Sacré D., Strosser P. (2009). Evaluation économique des bénéfices environnementaux non-marchands et de la valeur de non-usage réalisées suite à la mise en oeuvre des plans de gestion de l'eau et l'atteinte des objectifs environnementaux de la Directive Cadre Eau pour les eaux de surface en Région wallonne. Rapport final du projet Ec'Eau Wall. Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement.

Brander, L.M., Koetse M.J. (2011), The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results, *Journal of Environmental Management*, Volume 92, Issue 10, October 2011, Pages 2763–2773.

Brink C. en van Grinsven H. (2011). Costs and benefits of nitrogen in the environment, in Sutton M.A. (2011), *The European Nitrogen Assessment*, Cambridge University Press, 2011, pp. 513-540

Broekx Steven, De Nocker Leo, Poelmans Lien, Staes Jan, Jacobs Sander, Van der Biest Katrien, Verheyen Kris, (2013). Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000. Studie uitgevoerd in opdracht van: Agentschap Natuur en Bos (ANB/IHD/11/03) door VITO, Universiteit Antwerpen en Universiteit Gent 2013/RMA/R/1

Broekx S, De Nocker L (2006). Een verkenning van de maatschappelijke kosten en baten van optimaal baggeren van Belgische bevaarbare waterlopen en kanalen. Rapport voor het Koninklijk Instituut voor het Duurzame Beheer van de Natuurlijke Rijkdommen en de Bevordering van Schone Technologie, vzw KINT 13 Oktober 2006

Broekx S, Smets S, Liekens I, Bulckaen D, Smets S, De Nocker L, (2011). Designing a long-term flood risk management plan for the Scheldt estuary using a risk based approach. *Natural Hazards* 57, 245-266.

Brouwer, R. et al. (2007). *De Baten van Wonen aan Water: Een Hedonische Prijsstudie naar de Relatie tussen Huizenprijzen, Watertypen en Waterkwaliteit*, IVM, Amsterdam.

Brouwers, J., Peeters, B., Van Steertegem, M., van Lipzig, N., Wouters, H., Beullens, J., Demuzere, M., Willems, P., De Ridder, K., Maiheu, B., De Troch, R., Termonia, P., Vansteenkiste, Th., Craninx, M., Maetens, W., Defloor, W., Cauwenberghs, K. (2015), 'MIRA Klimaatrapport 2015 – Over waargenomen en nog verwachte klimaatveranderingen', Vlaamse Milieumaatschappij – MIRA, september 2015, 99 p.; Samenvatting

Brunson, L. 1999. Resident Appropriation of Defensible Space in Public Housing: Implications for Safety and Community. Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois, Champaign-Urbana, IL.

Entrix, Inc. 2010. *Portland's Green Infrastructure: Quantifying the Health, Energy, and Community Livability Benefits*. Prepared for the City of Portland Bureau of Environmental Services. Available at [www.portlandoregon.gov/bes/article/298042](http://www.portlandoregon.gov/bes/article/298042). Accessed 6/24/2013.

Chao, P.T., Floyd, J.L., Holliday, W. (1998), *Empirical Studies of the Effect of Flood Risk on Housing Prices*, IWR report, United States Army Corps of Engineers



- Cho, S.H., Bowker J.M., Park W.M. (2006). Measuring the contribution of water and green space amenities to housing values: an application and comparison of spatially weighted hedonic models. *Journal of Agricultural and Resource Economics*. 485-507.
- Cornelis E, Devriendt N, Van Dael M, Pelkmans L. (2013) ECP Beerse/Merksplas: biomassa inventaris. VITO en U Hasselt Costanza et al. 2007
- Costanza, R., Fisher, B., Mulder, K., Liu, S., Christopher, T. (2007) Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. *Ecological Economics*, 61, 478- 491.
- Coutts Andrew M., Nigel J. Tapper, Jason Beringer, Margaret Loughnan and Matthias Demuzere. *Progress in Physical Geography* 2013 37 2-28 Watering our cities: The capacity for Water Sensitive Urban Design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context
- Cox, T., K. Buis en P. Meire, 2004. Datacompilatie in het kader van SMER en MKBA voor de actualisatie van het Sigmaphan, Universiteit van Antwerpen, Ecosystem Management Research Group, Antwerpen
- Cresswell, T. (2005) *Place: a short introduction*, Blackwell Publishing. ISBN 1-4051-0672-7
- Custers, M.H.G. & Van den Berg, A.E. (2007). *Natuur, stress en cortisol: experimenteel onderzoek naar de invloed van tuinieren en activiteiten in groenkamers op het fysiologisch, affectief en cognitief herstel van stress*. Alterra-rapport 1629. Wageningen: Alterra. Daams, 2016
- Daniel V.E., Florax R.J., Rietveld P. (2009), *Flooding risk and housing values: an economic assessment of environmental hazard*, *Ecol. Econ.*, 69 (2) (2009), pp. 355-365
- De Nocker L., Liekens I. (2004) *Natte natuur in het Schelde-estuarium*. Bijlagen bij finaal rapport. In opdracht van ProSes. VITO 2004/ims/r/233
- De Nocker Leo, Els Verachtert, Steven Broekx, Lien Poelmans, Leon Brabers, Inge Liekens, Jeremy De Valck, Maarten Van der Meulen 2016. *Kwantificering en waardering ecosysteemdienst Recreatie, methode 2016 achtergronddocument IWT project ECOPLAN*
- De Nocker, L; Michiels, H; Deutsch, F; Lefebvre, W; Buekers, J; Torfs R. (2010). *Actualisering van de externe milieuschadetekosten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaatverandering; Studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Milieurapport Vlaanderen MIRA/2010/03; December 2010; 122 p. , [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be)*
- De Nocker, L., Broekx, S. (2012) *Onderzoek naar een uniforme tariefstructuur voor leidingwaterproductie en -levering in Vlaanderen, Studie uitgevoerd in opdracht van: Dienst Reguleringsinstantie, Vlaamse Milieumaatschappij, Vito, RMA, december 2012*
- De Sutter, R. (2011). *Integrated assessment of spatial climate change impacts in Flanders - mirrored to the Dutch experiences = Integratierapport over ruimtelijke effecten van klimaatverandering in Vlaanderen, met een toets vanuit de Nederlandse ervaringen. Climate Change and Changes in Spatial Structures (CcASPAR): Gent. 109 pp.*

De Valck, J., Broekx, S., Liekens, I., De Nocker, L., Van Orshoven, J., Vranken, L (2016), Contrasting collective preferences for outdoor recreation and substitutability of nature areas using hot spot mapping, *Landscape and Urban Planning*, 151, 64-78

de Vries, S., Maas, J., Kramer, H. (2009), Effecten van nabije natuur op gezondheid en welzijn, mogelijke mechanismen achter de relatie tussen groen in de woonomgeving en gezondheid, Wageningen, WOt-rapport 91, 83 blz.

Díaz, S., Fargione, J., Chapin F.S. III and Tilman, D. (2007) Biodiversity loss threatens human well-being. *PLOS Biology*, 4, 8, e277. DOI:10.1371/journal.pbio.0040277. Dudgeon et al. 2006

Dudgeon David, Angela H. Arthington, Mark O. Gessner, Mark O. Gessner, Zen-Ichiro Kawabata Duncan J. Knowler Christian Lévêque Robert J. Naiman, Anne-Hélène Prieur-Richard, Doris Soto, Melanie L. J. Stiassny, Caroline A. Sullivan. 2006 Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*. Volume 81, Issue 2 May 2006 Pages 163–

Engelhardt, K.A.M., Ritchie, M.E. (2001) Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature*, 411, 6838, 687-689

EPA 1992. Cooling our communities. A guidebook on tree planting and light-colored surfacing. EPA report

Fagan, K.C., Pywell, R.F., Bullock, J.M., Marrs, R.H (2008) Do restored calcareous grasslands on former arable fields resemble ancient targets? The effect of time, methods and environment on outcomes. *Journal of Applied Ecology*, 45, 4, 1293-1303

Felsten, G., 2009. Where to take a study break on the college campus: an attention restoration theory perspective. *J. Environ. Psychol.* 29, 160– 167.

Gibbons, S., Mourato, S., Resende, G. (2011). The Amenity Value of English Nature : A Hedonic Price Approach, *Environmental and Resource Economics Special Issue on the UK National Ecosystem Assessment*, 57(2), 175-196

Guignet Dennis (2013), What Do Property Values Really Tell Us? A Hedonic Study of Underground Storage Tanks, *Land Economics*, May 2013 89:211-226

Guignet Dennis (2011), What Do Property Values Really Tell Us? Evidence from revealed and stated preference studies, Dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park, in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 2011

Haines-Young R. and Potschin M. 2009 The link between biodiversity, ecosystem services and human wellbeing. in RAFFAELLI, D. & C. FRID (EDS.): *ECOSYSTEM ECOLOGY: A NEW SYNTHESIS*. BES ECOLOGICAL REVIEWS SERIES, CUP, CAMBRIDGE

Helgers en Vastmans 2015 Hedonische prijsanalyse van het effect van open groene ruimte op de marktprijzen voor wonen in Vlaanderen. Onderzoek in opdracht van Agentschap voor Natuur & Bos. KULeuven centrum voor economische studiën

Institute for Health Metrics and Evaluation (2016 ), Health-related SDGs (sustainable development goals, <https://vizhub.healthdata.org/sdg/> Kaplan R., Kaplan S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press

- Kellert, S.R. 2004. Beyond LEED: From Low Environmental Impact to Restorative Environmental Design. Keynote address, Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Portland Oregon, June 4, 2004.
- Kenney, S., Pottinger, G., Plimmer, F. and Yasmin, P. (2006) Flood risk and property, impacts on commercial and residential stakeholder's strategies (Reading: College of Estate Management).
- Kroll, C.A.; Cray A.F; , J.D. (2010). Hedonic Valuation of Residential Resource Efficiency Variables; A Review of the Literature; The Center for Resource Efficient Communities; University of California, Berkeley; 53 p.
- Lansford, N. H., & Jones, L. L. (1995). Marginal price of lake recreation and aesthetics: An hedonic approach. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 27(1), 212–223. doi:10.1017/S107407080001974X
- Leen Van Esch, Erika Meynaerts, Karolien Vermeiren, Inge Uljee, Liliane Janssen, Ruben Guisson en Guy Engelen (VITO), Hans Hoes en Nico Robeyn (TerraEnergy), 2016. Hernieuwbare EnergieAtlas Vlaamse gemeenten. Studie uitgevoerd in opdracht van: Vlaamse overhead, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
- Jan Peter Lesschen, Hanneke Heesmans, Janet Mol-Dijkstra, Anne van Doorn, Eric Verkaik, Isabel van den Wyngaert, Peter Kuikman, 2012. Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Wageningen, Alterra, Alterrapport 2396. 62 blz.
- Liekens Inge 2013. Raming van de baten van een verbetering van de ecologische toestand van de Stiemerbeek. Rapport in opdracht van VLM
- Liekens Inge 2015 Raming van de baten van een herstel van de ecologische toestand van de Zenne. Onderzoek in samenwerking met de universiteit van Hong Kong en BIM.
- Liekens I., Schaafsma M., Staes J., Brouwer Roy, De Nocker L. en Meire P., 2009. Uitvoeren van een economische waarderingsstudie van natuurlandschappen voor gebruik in MKBA van infrastructuurprojecten. Rapport in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid. VITO, 2009/RMA/R/
- Liekens I, Sarah Bogaert, Leo De Nocker, Joachim Maes, Dirk Libbrecht, Lieven De Smet, Paul Nunes (2006) Maatschappelijke kosten-batenanalyse van het natuurherstelproject Hemmepolder. Studie in opdracht van ANB cel kustzonebeheer met de steun van de Europese Unie in het kader van het Interreg III b – project 'FRAME. VITO 2006/IMS/R/415
- Liekens I., De Nocker L., Broekx S., De Valck J., Van Esch L., Aertsens J. (2012a) Raming van de baten van een goede ecologische toestand van de Demer. Studie uitgevoerd in opdracht van Regionaal Landschap Noord Hageland en ANB. VITO/2012/RMA/12
- Liekens I., De Nocker L., Broekx S., De Valck J., Aertsens J. (2012b) Raming van de baten van verbeteringen aan de ecologische toestand van de Oude Kale. Studie uitgevoerd in opdracht van regionaal landschap meetjesland. VITO 2012/RMA/R/17
- Liekens I., De Valck J., De Nocker L., Broekx S., Aertsens J.(2011) Raming van de baten van een goede ecologische toestand kerngebied Wijers. Studie uitgevoerd in opdracht van VLM Limburg. VITO 2011/RMA/R/378

Liekens Inge, Van der Biest Katrien, Staes Jan, De Nocker Leo, Aertsens Joris, Broekx Steven (2013) Waardering van ecosysteemdiensten: een handleiding. Studie uitgevoerd in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid. VITO 2013/RMA/R/46

Luttik, J., (2000) The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands. *Landscape and Urban Planning* 48 (3-4): 161-167.

Lottrup, L. 2012. "Workplace Greenery: Use, Preferences, and Health Benefits of Green Outdoor Environments at Workplaces." *Forest & Landscape Research* No. 50-2012. Forest & Landscape Denmark, Frederiksberg.

Meersmans, J., F. De Ridder, et al. 2008. "A multiple regression approach to assess the spatial distribution of Soil Organic Carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium)." *Geoderma* 143(1-2): 1-13.

Methay, J., et al., 2011. Urban Green Spaces: Potentials and Constraints for Urban Adaptation to Climate Change. *Resilient Cities: Cities and Adaptation to Climate Change - Proceedings of the Global Forum 2010, 2011*. 1: p. 479-485.

Michielsen, S, Pereira, F.; Mostaert, F. (2012) Opmaak van modellen voor onderzoek naar waterbeschikbaarheid en -allocatiestrategieën in het Scheldestroomgebied: Deelrapport 2 - Analyse van het huidige watergebruik. Versie 3\_0. WL Rapporten, 724\_04., Antea Group in opdracht van WL. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

MIRA Indicatorrapport 2012 (2013) Marleen Van Steertegem (eindred.), Milieurapport Vlaanderen, Vlaamse Milieumaatschappij.

MIRA Indicatorrapport 2012 (2013) Marleen Van Steertegem (eindred.), Milieurapport Vlaanderen, Vlaamse Milieumaatschappij.

MIRA-kernset milieudata: <http://www.milieurapport.be/nl/mira-kernset/>

Mourato S., Giles Atkinson, Murray Collins, Steve Gibbons, George MacKerron and Guilherme Resende (2010). *Economic Analysis of Cultural Services, Background report to UK NEA Economic Analysis Report, Department of Geography and Environment , London School of Economics and Political Science London, 2010*

Mooney, S., Eisgruber. L. M. (2001), The Influence of Riparian Protection Measures on Residential Property Values: The Case of the Oregon Plan for Salmon and Watersheds, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 22, Issue 2–3, pp 273–286.

Muller, N. Z. (2009), Using hedonic property models to value public water bodies: An analysis of specification issues, *Water Resour. Res.*, 45, W01401, doi:10.1029/2008WR007281

Münch, A.; Porner N., Stine P.; Racz, V. J.; and Hjalager, A., (2016). "Towards multifunctionality of rural natural environments?—Aneconomic valuation of the extended buffer zones along Danish rivers, streams and lakes" *Land Use Policy* (50), 1-16.

Navarro R.S. and Schmidt G. (2012): *Environmental Flows in the EU. Discussion Paper. Version Draft 1.0, for discussion at the EG WS&D, 23 April 2012, 45 p.* NERA (2007) *The benefits of Water Framework Directive programmes of measures in England and Wales. A final report to DEFRA re CRP project 4b/c* Londen

OMES rapport 2015. Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu Maris, T.; Meire, P. (2016)

Ottoy, S. V Beckers, P Jacxsens, M Hermy, J Van Orshoven 2015 Multi-level statistical soil profiles for assessing regional soil organic carbon stocks *Geoderma* 253, 12-20

Pati, D., T.E. Harvey Jr., and F. Batach. 2008. "Relationships Between Exterior Views and Nurse Stress: An Exploratory Examination." *Health Environments Research and Design* 1(2): 27–38.

Peleman, G. Jeurissen B., Een halve eeuw van oppervlaktewater tot drinkwater – vraag en aanbod in balans ?, *Waterbalansen als brug tussen kennis en beleid*, 12e waterforum, 2 oktober 2015

Poor, P. J., Pessagno, K. L., & Paul, R. W. (2007). Exploring the hedonic value of ambient water quality: A local watershed-based study. *Ecological Economics*, 60(4), 797–806. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.02.013

Plympton, P., S. Conway, and K. Epstein. 2000. Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford. National Renewable Energy Laboratory. NREL/CP-550-28049. Available at [www.nrel.gov/docs/fy00osti/28049.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28049.pdf). Accessed 10/14/2013.

Schägner J.P., Brander L., Maes J., Paracchini Volkmar Hartje M.L. (2016), Mapping recreational visits and values of European National Parks by combining statistical modelling and unit value transfer, *Journal for Nature Conservation* 31 (2016) 71–84

Seitzinger, S., J. A. Harrison, et al. 2006. Denitrification across landscapes and waterscapes: A synthesis. *Ecological Applications* 16(6): 2064-2090.

Sen A., Darnell A., Bateman I., Munday P., Crowe A., Brander L., Raychaudhuri, J., Lovett, A., Provins, A., and Foden J., 2012. Economic assessment of the recreational value of ecosystems in great Britain, CSERGE working paper 2012-01.

Shashua-Bar & Hoffmann 2000. *Energy and Buildings* 31: 221-235

Stad Brussel, 2012. *De Zenne - De centrale lanen*.

Stassen, K., Torfs R., Maris U., Dijkmans R., 2007, DALYs versus monetary valuation for Environmental Health Priority Setting based on Data of Air Pollution and Noise in Flanders (Belgium), Vito, 2007

Stevens, M., Demolder, H., Jacobs, S., Michels, H., Schneiders, A., Simoens, I., Spanhove, T., Van Gossum, P., Van Reeth, W., Peymen, J. (red.) (2014). *Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen*. Syntheserapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M. 2014.1988666, Brussel

Thielen, A. H., S. Kienzler, H. Kreibich, C. Kuhlicke, M. Kunz, B. Mühr, M. Müller, A. Otto, T. Petrow, S. Pisi, and K. Schröter. (2016) Review of the flood risk management system in Germany after the major flood in 2013. *Ecology and Society* 21(2):51. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08547-210251> Tolun Gamze, L., S. Ergenekon, S. Murat Hocaoglu, A. Suha Donertas, T. Cokacar, S. Husrevoglu, C. Polat Beken, and A. Baban. 2012. Socioeconomic response to water quality: a first experience in science and policy integration for the Izmit Bay coastal system. *Ecology and Society* 17(3): 40. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04984-170340>

Ulrich R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment, in *Human Behavior and Environment: Advances in Theory and Research*, Vol. 6, eds Altman I., Wohlwill J. F., editors. (New York, NY: Plenum Press, 85–125. 10.1007/978-1-4613-3539-9\_4

U.S. EPA. 1995. Economic Benefits of Runoff Controls. Office of Wetlands, Oceans and Watersheds. Available at [http://water.epa.gov/polwaste/nps/econ\\_ben\\_runoff\\_control.cfm](http://water.epa.gov/polwaste/nps/econ_ben_runoff_control.cfm). Accessed Nov. 1, 2013

Van Grinsven HJM, Rabl A, en de Kok TM (2010) Estimation of incidence and social cost of colon cancer due to nitrate in drinking water in the EU: a tentative cost-benefit assessment. *Environmental Health* 2010 9:58

van Zanten B., Peter H. Verburg, Mark J. Koetse, Pieter J.H. van Beukering (2014), Preferences for European agrarian landscapes: A meta-analysis of case studies, *Landscape and Urban Planning* 132 (2014) 89–101.

Vesterinen J, Pouta E, Huhtala A, Neuvonen M. (2010). Impacts of changes in water quality on recreation behavior and benefits in Finland. *J Environ Manage.* 91(4): 984-94.

van den Berg, A.E., van den Berg, C.G. (2011) A comparison of children with ADHD in a natural and built setting, *Child: Care, Health and Development* 37 (2011)3. - ISSN 0305-1862 - p. 430 - 439.

Van Meerbeek P, (2014), Sociale Impact van stedelijk groen volgens wetenschap en deskundigen, Eindrapport Ronde Tafel 'Sociale impact van stedelijk groen', BRAL, Brussel, 2014.

Veeneklaas, F.R., Salverda, I.E., van Dam, R.I., During, R. (2011), Empirisch onderzoek naar de relatie mens - natuur/groen : een state of the art, *Alterra-rapport 2198*, Wageningen, 2011

Völker S en Kistemann T. 2011 The impact of blue space on human health and well-being – Salutogenetic health effects of inland surface waters: A review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 214 (2011) 449–460

VMM, 2012. Ruiming waterlopen kost ons jaarlijks 5 miljoen euro. In: *Verreikijker* December 2012.

Weekers K., 2012. De economische betekens van toerisme in vlaanderen, eerste toepassing van methode van satellietrekeningen, *Studiedienst Vlaamse regering*, 2012/2.

Wheeler BW1, White M, Stahl-Timmins W, Depledge MH 2012 Does living by the coast improve health and wellbeing? *Health Place.* 2012 Sep;18(5):1198-201. doi: 10.1016/j.healthplace.2012.06.015. Epub 2012 Jul 1.

White M., Smith A., Humphryes K., Pahl S., Snelling D., Depledge M. (2010). Blue space: the importance of water for preference, affect, and restorativeness ratings of natural and built scenes. *J. Environ. Psychol.* 30, 482–493. 10.1016/j.jenvp.2010.04.004

Whitehead, T., D. Simmonds, and J. Preston. 2006. The Effect of Urban Quality Improvements on Economic Activity. *Journal of Environmental Management* 80, 1:1-12.

WHO (2012), Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage, WHO/HSE/WSH/12.01, World health organization

WHO (2017), World Health Statistics 2017: Monitoring health for the SDGs, World health organization  
Wolf, K.L. 2004. "Nature in the Retail Environment: Comparing Consumer and Business Response to Urban Forest Conditions." *Landscape Journal* 23(1): 40–51.

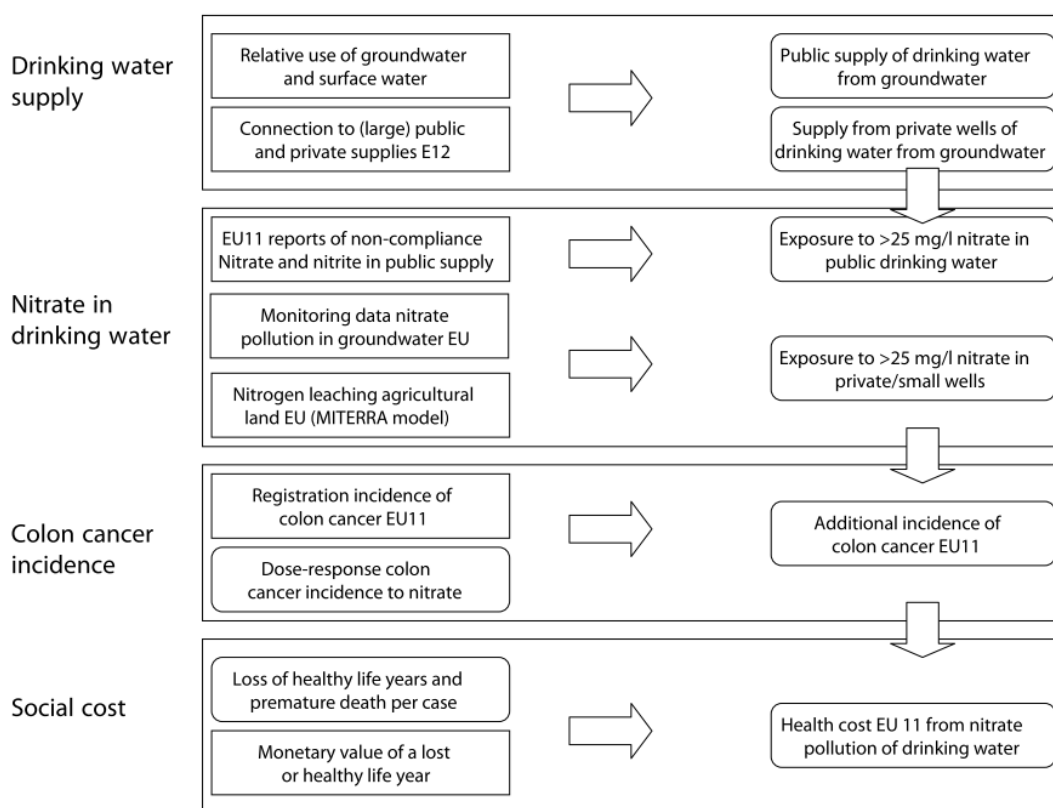
Wolf, K.L. 2013. The Urban Forest. *Communities & Banking* 24 (2): 25–27.

Yeo S., Roche K., Mc Aneney J. (2015), Effects of disclosure of flood-liability on residential property values, an update, Floodplain Management Association National Conference, Australia, 2015

**BIJLAGE A IMPACT VAN NITRAAT IN DRINKWATER OP VOLKSGEZONDHEID**

Schade aan menselijke gezondheid (o.a. darmkanker) door nitraat in drinkwater is geschat door Brink en van Grinsven (2011) op basis van de analyse in het Europese Exiopol project (Exiopol, 2011). De bandbreedte varieert van 0 euro (geen effecten) tot 0,7 (0,1 – 2,4) euro/kg emissie N naar water als Europees gemiddelde en bij aanname van gezondheidseffecten boven 25 mg/l nitraat in drinkwater. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de verschillende stappen in de schatting van de effecten.

*Figuur 18: Stappen in de bepaling van gezondheidsschade door nitraat in drinkwater*



Bron: Brink en van Grinsven, 2011

De blootstelling is geschat aan de hand van parameters geschat per land m.b.t. het aandeel grondwater en oppervlaktewater in de drinkwatervoorziening, het aandeel drinkwater uit putten voor privégebruik, % overschrijdingen van 25 mg/l grenswaarde voor NO<sub>3</sub> in drinkwater, afspoeling van stikstof van landbouwland, ... Dit leidt tot een schatting dat 5,9 % van de Belgen drinkwater gebruikt met meer dan 25 mg/l nitraat. Dit is vergelijkbaar met het Europese gemiddelde van 6,4 %.

Men schat vervolgens het aandeel van de bevolking, dat blootgesteld is aan concentraties boven de 25 mg/l nitraat en de hieraan gelinkte gezondheidseffecten (aantallen extra kankers). Een centrale aanname is dat er gezondheidseffecten optreden boven concentraties van 25 mg/l nitraat in drinkwater. Een opmerking hierbij is dat de norm voor nitraat in drinkwater in de EU 50 mg/l bedraagt (Drink Water directive (Directive 98/83/EC)). Deze is in overeenstemming met de WHO



richtlijn van 1970 en 2007. De nitraatrichtlijn bevestigt ook voor grondwater en oppervlaktewater de 50 mg/l grens. Deze grenzen zijn compromissen die geen rekening houden met het mogelijk effect van nitraat als precursor van nitrosamines (N-nitrosoverbindingen) die (mogelijk) carcinogeen zijn (Grizzetti, 2011).

De dosis-effect relaties zijn afgeleid van Amerikaanse studies. Hierbij wordt aangenomen dat een gebruik van drinkwater met meer dan 25 mg/l nitraat leidt tot een verhoging (verdubbeling) van het risico op darmkanker voor inwoners die meer dan gemiddeld vlees eten (deze mensen hebben reeds een verhoogd risico op darmkanker).

De economische waardering van kankergevallen houdt rekening met fysiek en mentaal leed als gevolg van leven met darmkanker en vervroegde sterfte. Hiertoe worden de cijfers met betrekking tot waardering van verlies van een levensjaar gehanteerd en waardering van kwaliteitsverlies van een levensjaar met kanker uitgedrukt in Daly's (dissability adjusted life years). De kengetallen en aannames zijn consistent met hoe gezondheidseffecten voor andere milieuproblemen worden verrekend in Europese projecten (ExternE project) en door VMM-Mira (Torfs, 2003).

Op basis van de gehanteerde aannames wordt voor België geschat dat nitraat in drinkwater leidt tot ongeveer 115 extra gevallen van darmkanker, wat overeenkomt met een toename van 3%. Dit komt overeen met een schadekost voor België van 24 miljoen euro of omgerekend 2,4 euro/inwoner. Dit cijfer is iets lager dan het gemiddelde voor Europa (2,9 euro/inwoner). Dit komt verder neer op 2,4 euro/kg afspoeling nitraat van landbouwgronden. Dit is een heel stuk boven het Europese gemiddelde van 0,7 euro/kg.

Deze cijfers werden gecorrigeerd voor Vlaanderen. Er kunnen bedenkingen gezet worden bij de aannames voor grondwatergebruik uit eigen putten. In de studie werd voor België aangenomen dat 90% van de inwoners toegang heeft tot leidingwater. In Vlaanderen ligt dit aantal op 97,4%. Op basis van de cijfers uit van Grinsven, 2010 en Vlaamse cijfers wordt voor Vlaanderen een totale schadekost door nitraat in drinkwater herschat op 9 miljoen euro/jaar.

Door beter beheer en maatregelen om nitraten te weren uit het drinkwater, kunnen deze kosten verminderen.