

## Ecologische sleutelfactoren vormen een goede kapstok voor watersysteemanalyses in het Maasstroomgebied

*Niels Evers, Floris Verhagen, Frank van Herpen (Royal HaskoningDHV), Mirja Kits (waterschap Aa en Maas), Ineke Barten (waterschap De Dommel)*

**Wat zijn de sleutelfactoren om beken te herstellen en te voldoen aan ecologische KRW-doelen? Hoe bepaal je de ecologisch meest effectieve maatregelen voor een stromend watersysteem? De waterschappen in het Maasstroomgebied hebben de afgelopen jaren watersysteemanalyses uitgevoerd voor stromende wateren waarbij de eigen systematiek van de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW) is gecombineerd met de landelijke methodiek van Ecologische Sleutelfactoren (ESF). In dit artikel worden de praktische ervaringen gedeeld, met het oog op toekomstige watersysteemanalyses en voor de verdere uitwerking van de ESF's voor stromende wateren door STOWA.**

In het Maasstroomgebied van Brabant en Limburg, verdeeld onder vijf waterschappen (De Dommel, Aa en Maas, Brabantse Delta, Limburg en een deel van Rivierenland) liggen 133 waterlichamen die vallen onder de Kaderrichtlijn Water (KRW), waarvan 96 beken (R-typen) [1]. Vrijwel alle beken zijn in het verleden sterk aangepast door kanalisatie (rechttrekken) en normalisatie (peilbeheer) en hebben een slechte of matige waterkwaliteit. Van 96 beken zijn er zeven KRW-waterlichamen met de status 'natuurlijk', de rest heeft status 'sterk veranderd' of 'kunstmatig'. Van de natuurlijke wateren liggen er twee in Brabant (Tongelreep en 't Merkske) en vijf in Limburg (Swalm, Niers, Roer, Rode Beek Vlodrop en Gulp). In de rest van Nederland zijn er geen beken met de status natuurlijk aangemerkt.

In 2016 voldeed geen enkel waterlichaam volledig aan de KRW-doelstellingen. Daarom staan er nog veel maatregelen op het gebied van herinrichting (beekherstel/aanleg natuurvriendelijke oevers), beheer en onderhoud en verbetering van de waterkwaliteit op de planning. Dit type maatregelen wordt overigens al sinds begin jaren 90, ruim voor de komst van de KRW, uitgevoerd [2].

Voor beekherstel zijn in het verleden diverse handreikingen opgesteld, zoals Beken Stromen [3] en Streefbeelden voor Beken en Kreken [4]. In 2012 is voor de Maaswaterschappen de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen opgesteld (HOW, zie kader) [5]. Met deze handreiking is de afgelopen jaren ervaring opgedaan, inclusief het uitvoeren van watersysteemanalyses. Op dit moment ontwikkelt de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren (ESF) [6]. De Maaswaterbeheerders willen uiterlijk eind 2018 definitieve KRW-doelen vaststellen. Daarom is niet gewacht op de landelijke uitwerking van de ESF's, maar is het gedachtegoed gecombineerd met de stuurvariabelen en grenswaarden uit de HOW. Dit heeft geresulteerd in systeemanalyses in een nieuwe stijl.

In dit artikel worden de ervaringen van deze analyses gedeeld en suggesties en wensen aangeleverd voor de uitwerking van de ESF's voor stromende wateren. Ter illustratie zijn twee watersysteemanalyses kort beschreven: de Beneden-Aa en de Midden- en Beneden-Dommel.

*Tip: wacht niet tot de ESF's helemaal zijn uitgewerkt (gepland eind 2017) want dan is er onvoldoende tijd over om alle analyses uit te kunnen voeren om als input te dienen voor de komende planperiode (2021/2027). Gebruik het raamwerk van de ESF's en reeds beschikbare kennis om de grote hoeveelheid beschikbare data te analyseren en de toestand te kunnen verklaren. Alles staat dan klaar als de landelijke ESF's zijn uitgewerkt.*

#### **Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW)**

Deze handreiking is door de waterbeheerders in het stroomgebied van de Maas opgesteld met als doel het bieden van ondersteuning en het geven van richtlijnen aan waterbeheerders bij de uitvoering van beek- en kreekherstelprojecten. De HOW geeft criteria voor ontwerp, inrichting en beheer en de bijbehorende sleutelfactoren en –processen met aandacht voor de wijze waarop KRW-doelen en provinciale doelen voor waterlopen vertaald kunnen worden in concrete plannen. Daarnaast kan de handreiking gebruikt worden voor evaluatie van beleid van Waterbeheerplan en Stroomgebiedbeheerplan. De handreiking is door alle waterschappen in Noord-Brabant en Limburg gebruikt. Dat gaat van globale KRW-doelanalyses met het Expertsysteem Ecologische Effecten, beschrijvingen van de huidige situatie in termen van abiotische stuurvariabelen tot watersysteemanalyses.

Het expertsysteem ecologische effecten (EEE of Neural Networks) is één van de ecologische instrumenten in de KRW-Verkenner waarmee via abiotische stuurvariabelen de hoogte van de ecologische kwaliteitsratio's (EKR's) voorspeld kunnen worden.

### Ecologische sleutelfactoren (ESF)

Voor het afleiden van doelen en het definiëren van maatregelen is een gedegen ecologische systeemanalyse nodig. Om in Nederland deze analyses op een gestructureerde en afgewogen wijze te kunnen uitvoeren, ontwikkelt STOWA de methodiek van Ecologische sleutelfactoren (zie afbeelding 1). In totaal zijn er voor stromende wateren tien sleutelfactoren, waarbij elk een voorwaarde vormt voor een goed functionerend ecologisch watersysteem. De ecologische sleutelfactoren vormen samen een kapstok voor het uitvoeren van de ecologische watersysteemanalyse.



Afbeelding 1. Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren

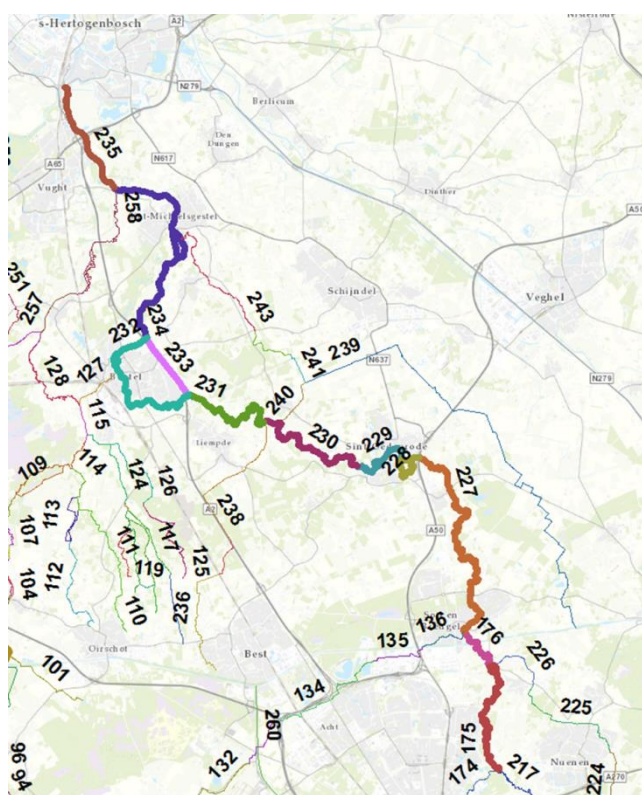
### Algemene systematiek op basis van de HOW en ESF

De HOW is als eerste toegepast met een KRW-knelpuntenanalyse in het gehele beheergebied van waterschap De Dommel. Dit om het systeem te leren begrijpen en te kunnen onderbouwen waarom KRW-doelen niet worden gehaald. Met andere woorden: welke stuurvariabelen staan er nog op geel of rood? Deze systematiek is bij andere waterschappen in diverse vormen gebruikt en verder ontwikkeld.

Het belangrijkste verschil in aanpak tussen de waterschappen is het geografische schaalniveau waarop de analyses zijn uitgevoerd. De waterschappen Aa en Maas en Brabantse Delta voeren de analyses per hydrologisch stroomgebied of KRW-waterlichaam uit. Waterschappen De Dommel en Limburg hebben de analyses in één keer voor het totale beheergebied uitgevoerd; Rivierenland is daar nu mee aan de slag. Het voordeel hiervan is dat het sneller en efficiënter is, maar het nadeel is dat één groot project een minder gedetailleerde gebiedspecifieke uitwerking geeft. Hierna is nog een waterlichaamspecifieke bundeling en nadere detaillering nodig.

*Tip: het is efficiënter en goedkoper om in één keer de data te ontsluiten of al te analyseren voor het gehele beheergebied dan telkens per WSA opnieuw de data te verzamelen en te verwerken.*

Het startpunt in alle analyses van de waterschappen was het indelen in homogene deeltrajecten. Waterlopen/KRW-waterlichamen zijn dusdanig divers qua inrichting, beheer en waterkwaliteit dat een kleiner schaalniveau noodzakelijk is om een goede beschrijving te kunnen geven van het ecologisch functioneren. Een voorbeeld voor de Midden- en Beneden-Dommel is opgenomen in afbeelding 2. Omdat uiteindelijk ook uitspraken op het niveau van het KRW-waterlichaam noodzakelijk zijn, zijn de uitkomsten gemiddeld met een weging voor de lengte van de inliggende trajecten. Deze aanpak is ook door de Werkgroep Doelstellingen benoemd als praktische manier om met het heterogene karakter van KRW-waterlichamen om te gaan.



Afbeelding 2. Deeltrajecten Midden- en Beneden-Dommel (dikgedrukt).

*Tip: deel KRW-waterlichamen op in homogene deeltrajecten. Zo ontstaat zicht op de knelpunten. Door het lengtegewogen opschalen van de resultaten naar het KRW-waterlichaam kunnen daarna goed onderbouwde uitspraken op stroomgebiedsniveau worden gedaan.*

### Voorbeelduitwerking twee watersysteemanalyses

In de systeemanalyse voor de Dommel [7] en Beneden-Aa [8] zijn de homogene deeltrajecten beoordeeld met een score 'goed', 'matig' of 'slecht'. De score 'matig' bestaat (nog) niet officieel in de landelijke systematiek, maar is hier toegevoegd om meer nuance in de beoordeling te kunnen aanbrengen. Voor de grenswaarden is een verschillende indeling per functie van het waterlichaam gebruikt. Het ambitieniveau voor natuurbeken is immers hoger dan voor beken in agrarisch gebied en daar horen andere voorwaarden/eisen bij.

*Tip: scoor de voorwaarden (ESF's) niet op goed of slecht, maar voeg een klasse matig toe om meer onderscheidend en genuanceerd te kunnen oordelen in hoeverre wordt voldaan aan de voorwaarden/eisen voor het ecologisch functioneren.*

### Systeemanalyse Beneden-Aa

De Aa is een 72 kilometer lange beek die ontspringt in Limburg en via Helmond, Veghel en 's-Hertogenbosch naar de Maas stroomt. Voor het benedenstroomse 40 kilometer lange traject Helmond – 's-Hertogenbosch is een systeemanalyse uitgevoerd [8]. De Beneden-Aa is al eeuwenlang sterk door de mens beïnvloed om de scheepvaart naar 's-Hertogenbosch te garanderen, energie te winnen (met watermolens) en wateroverlast te beperken. Het toenmalige waterschap De Aa begon rond 1930 met rechttrekken, verbreden en het plaatsen van stuwen. Bij deze kanalisatie zijn meanders afgesneden en kaden aangelegd om het buiten de oevers treden te voorkomen. Daarmee werd de Aa een afwateringskanaal met een doorvoerfunctie voor het water van het bovenstroomse gebied. Sinds 1993 vormen boven- en benedenloop geen hydrologisch geheel meer, omdat de omgelegde Zuid-Willemsvaart deze doorkruist. Anno 2017 worden de oude meanders weer aangetakt en wordt ruimte gemaakt in waterbergingsgebieden. De Aa speelt ook een belangrijke rol in de herverdeling van water in perioden van droogte. Op diverse plaatsen wordt water het achterliggende land ingelaten ten behoeve van de watervoorziening.





*Afbeelding 3. De Beneden-Aa bovenstrooms van Heeswijk-Dinther is gekanaliseerd*

Voor de systeemanalyse is de Beneden-Aa in 16 homogene deeltrajecten opgedeeld. Door de sterke menselijke beïnvloeding scoort de Beneden-Aa rood op bijna alle onderdelen en trajecten. Het belangrijkste knelpunt is een onnatuurlijk afvoerregime (ESF1) met hoge afvoeren in de winter en lage afvoeren en stroomsnelheden in de zomer. Het beekwater is sterk belast met nutriënten, door de bovenstroomse aanvoer vanuit de Zuid-Willemsvaart, maar ook vanuit drie RWZI's. Mogelijk is dit de oorzaak van de verhoogde waarden voor ammonium (ESF4/5). Bij lage afvoeren kan dit in combinatie met overstorten incidenteel tot waterkwaliteitsproblemen leiden. Andere knelpunten die naar boven kwamen, waren het ontbreken van bomen op de oevers (ESF7), het intensieve maaibeheer (ESF8) en civieltechnische profiel onder water, ook op de plekken waar de oevers boven water wel met flauwe taluds zijn aangelegd (ESF6).

### **Systeemanalyse Midden- en Beneden-Dommel**

De bron van de Dommel bevindt zich op het Kempisch plateau in Vlaams-Limburg. Vanaf de Belgisch-Nederlandse grens bij Borkel en Schaft stroomt de Dommel richting Eindhoven, waar vooral in de winter een groot deel van het Dommelwater afgeleid wordt via het Afleidingskanaal Eindhoven naar het Beatrixkanaal. Het overige water stroomt door de stad Eindhoven en komt samen met het water van de Tongelreep. Benedenstrooms van de stad komt het effluent van de RWZI Eindhoven erbij. Vervolgens meandert de rivier noordwaarts via Boxtel naar 's-Hertogenbosch, om daar via de Dieze en het Diezekanaal in de Maas te stromen.

Hoewel in het verleden de meanders zijn afgesneden is de Midden- en Beneden Dommel nog een redelijk slingerende beek (zie afbeelding 4). Beekherstelprojecten in 2011-2012 zorgden voor aantakking van een deel van deze afgesneden meanders. De waterkwaliteit was historisch zeer slecht door aanvoer van zware metalen vanuit België, lozingen vanuit overstorten en de RWZI's in het stedelijk gebied rond Eindhoven. De waterkwaliteit is verbeterd en vanuit het programma Kallisto staan er nog veel maatregelen gepland voor verdere verbetering [9]. Het project Kallisto van waterschap De Dommel heeft tot doel grip te krijgen op de vuilwaterstromen van de Eindhovense afvalwaterketen. Met slimme sturings-, bergings- en zuiveringsmaatregelen wordt getracht de waterkwaliteit van de Dommel blijvend te verbeteren, op een kosteneffectieve manier.



*Afbeelding 4. De Dommel bij Olland: een slingerend riviertje door afwisselend stedelijk, landelijk en natuurgebied*

De Midden- en Beneden-Dommel is beoordeeld voor elf trajecten [7] en scoort zeer divers op de ESF's (zie tabel 1). De belangrijkste knelpunten zijn de belasting van nutriënten en organisch materiaal vanuit de RWZI's en overstorten (ESF4) en toxiciteitsproblemen van zware metalen en ammonium vanuit lozingen en diffuse belasting (ESF5, deels grensoverschrijdend). Daarnaast is stagnatie (ESF9) een probleem door een aantal stuwen. De afvoerdynamiek (ESF1), natte doorsnede (ESF 6) en beschaduwning vanuit de bufferzone (ESF7) scoren matig. Net als de verstuwings geldt dat vooral voor het benedenstroomse deel. De stroomsnelheid is voor de meeste trajecten al redelijk goed en ook het beheer en onderhoud is redelijk natuurvriendelijk.

Tabel 1. Toetsing ESF's stromende wateren met parameters vanuit de HOW

Ecologische sleutelfactoren	Toetsparameter HOW
ESF 1: Afvoerdynamiek	Debietfluctuatie
ESF 2: Grondwater en ESF 4: Belasting	Zomergemiddelde Stikstof-totaal
	Zomergemiddelde Fosfor-totaal
ESF 3: Connectiviteit	Vispasseerbaarheid
ESF 4: Belasting	Maximale waarde BZV
	Zomergemiddelde Ammonium
	Minimale waarde Zuurstofverzadiging
	Zomergemiddelde Chloride
	Score STOWA-tool belasting door overstorten
ESF 5: Toxiciteit	Maximale waarde Ammonium
	Gemiddelde en maximale waarden Zware metalen
ESF 6: Natte doorsnede	Gemiddelde zomerstromsnelheid
	Sinusiteit
	Percentage beschoeiing
	Profielvorm
	Actieve sedimentatie/erosie
ESF 7: Bufferzone	Percentage beschaduwing
	Type begroeiing rond oevers
	Hoogste temperatuur
ESF 8: Waterplanten	Percentage van het natte profiel gemaaid per maaiperiode
ESF 9: Stagnatie	Gehanteerd peilregime
	Percentage waterdeel onder invloed van verstuwung

### Ervaringen uit beide analyses

De resultaten uit de analyses van beide beken waren op zichzelf geen verrassing. Het systematisch doorlopen van de sleutelfactoren helpt wel om op een gerichte en gestructureerde manier tegen het watersysteem aan te kijken en dit meer in onderlinge samenhang te bekijken. De HOW- en ESF-systematiek dwingen om voor de meest sturende factoren van een beekstelsel per traject een zo kwantitatief mogelijke analyse te maken. In sommige gevallen waren daarvoor benodigde gegevens niet direct beschikbaar. Bijvoorbeeld: hoewel bekend is dat de afvoer in de zomer te laag is, ontbreekt het soms aan kwantitatieve model- en meetinformatie. Deze informatie is wel nodig om voorstellen te kunnen doen voor aanpassing van het profiel of verandering van inlaatregime. De analyse geeft dus nieuwe inzichten en wensen voor benodigde gegevens, ook voor het meet- en modelleringsprogramma van het waterschap voor zowel oppervlakte- als grondwater.

De methodiek helpt bij de communicatie tussen specialisten en adviseurs, bijvoorbeeld over welke afvoersituaties in beeld moeten worden gebracht. Dit zijn niet de geijkte afvoeren die hydrologen gewend zijn voor wateroverlastnormering (T=10, T=25, situatie die één keer per tien of vijftig jaar voor komen) maar ecologisch bepalende factoren als laagwater en morfologisch bepalende



afvoeren. Voor andere relevante partijen, zoals gemeenten, kunnen de uitkomsten nieuwe inzichten geven, omdat op een inzichtelijke manier het gehele watersysteem in beeld wordt gebracht.

De methodiek van de sleutelfactoren kan wel streng overkomen (alles kleurt rood), omdat voor goed ecologisch functioneren aan meerdere voorwaarden moet worden voldaan. Het risico bestaat dat er te rigide getoetst wordt aan KRW-eisen en de analyse resulteert in vijftig tinten rood. In gebiedsprocessen is het risico dan groot dat bestuurders, partners en belanghebbenden de KRW-eisen irreëel en te ambitieus vinden.

*Tip: toets niet alles aan historische referenties, maar aan voorwaarden die passen bij de huidige KRW-ambities en -doelen. In veel gevallen is de historische situatie niet meer haalbaar en ook niet de KRW-ambitie. Alle ESF's gaan dan op rood en het onderscheidend vermogen verdwijnt. Bij een andere gewenste toestand (ambitie) hoort ook een ander ecologisch systeem, met andere voorwaarden/eisen. Dit past ook bij de KRW-systematiek van haalbare en betaalbare doelen.*

### **Evaluatie en aanbevelingen voor gebruik van ESF**

De ervaringen met watersysteemanalyses in stromende wateren hebben het volgende geleerd:

- Werk van grof naar fijn: voer eerst een grove analyse uit voor de belangrijkste stuurvariabelen. Er kan dan al meteen een globaal beeld geschetst worden wat de toestand is van de bepalende factoren in het beekstelsel. Daarna kunnen, indien gewenst, gedetailleerd alle stuurvariabelen uitgewerkt worden. ESF's helpen bij het maken van de keuze voor welke sleutelfactor meer detail nodig is. Ook geografisch kan in meer detail geanalyseerd worden bij het opknippen van de trajecten. Zo wordt stapsgewijs toegewerkt naar betere duiding aan welke knoppen gedraaid moet worden om het functioneren van de beek te verbeteren en loop je niet direct vast als gegevens ontbreken.
- Er ontbreken nog toetsingscriteria voor de ESF's. Bijvoorbeeld: welke afvoerdynamiek is goed, hoeveel grondwater moet er in de beek komen en wat is de minimale grootte van de bufferzone? De HOW-systematiek maakt helder waar deze toetsingscriteria of haalbare doelen/streefbeelden onvoldoende duidelijk zijn.
- Beken zijn heterogeen van karakter. Dit is een duidelijk verschil met meren, die kunnen omslaan van helder naar troebel. Aanbevolen wordt om een tussenklasse toe te voegen om zo naar een echt stoplichtmodel te komen van rood – geel – groen. Daarnaast is kwalitatieve beschrijving van de sleutelfactor van belang om te bepalen aan welke maatregelen (sleutel/knoppen) gedacht moet worden om de situatie te verbeteren.
- Voor beken gelden verschillende ambitieniveaus. In de analyses voor de Brabantse waterschappen is hierop gedifferentieerd door de kwantitatieve stuurvariabelen uit de HOW te koppelen aan de sleutelfactoren. In de landelijke ESF-systematiek gebeurt dat niet, maar wordt gerefereerd aan een ecologisch ideaal en goed werkend systeem.
- De watersysteemanalyses worden uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de werking van het watersysteem, zodat doelen en maatregelen beter op elkaar afgestemd worden. De slag naar de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) van de KRW ontbreekt nu nog in de ESF-uitwerking. Met de KRW-Verkenner kan deze slag aanvullend gemaakt worden. Dit is succesvol gebeurd bij de waterschappen De Dommel, Limburg en Rivierenland [10], [11], [12]. Naast een slag naar EKR's is

in Limburg ook verkend wat andere bruikbare ecologische indicaties zijn voor de sleutelfactoren. Hierbij is gebruik gemaakt van andere indices.

- Het ontbreken van inzicht in grondwaterstroming en kwaliteit is een goed voorbeeld van het ontbreken van data. Dit is een belangrijke sleutelfactor voor de basisafvoer en daarmee de afvoerdynamiek, watervoerendheid, stroming en waterkwaliteit van de beek.
- Watersysteemanalyses die op de hier beschreven manier worden uitgevoerd leveren een dataset met de ecologische toestanden en de abiotische voorwaarden (stuurvariabelen/sleutelfactoren) per traject. Dergelijke datasets zijn ook waardevol voor tal van andere analyses die de kennis over de werking van het water- en ecosysteem vergroten [13].

## Referenties

1. KRW-factsheets (2015). Factsheets definitief, december 2015. Waterkwaliteitsportaal.
2. Pesman, M., Evers, C.H.M. & Kits, M (2016). Succesfactoren en leerervaringen van beekherstel uit de praktijk. *H2O-Online*, 7 november 2016.
3. Verdonschot, P., [red.] (1995). *Beken stromen. Leidraad voor ecologisch beekherstel.*
4. Buskens, R. [red] (2005). *Streefbeeld voor Beken en Kreeken.*
5. Buskens, R., Barten, I., Kits, M. en Vermulst, H. [red] (2012). *Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW)*
6. STOWA (2015). *Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren, een methodiek in ontwikkeling.* STOWA 2015-W-06
7. Royal HaskoningDHV (2016). *HOW-update 2016.* Waterschap De Dommel, Royal HaskoningDHV BE1732
8. Royal HaskoningDHV (2016). *Watersysteemanalyse Beneden Aa.* Waterschap Aa & Maas, Royal HaskoningDHV BE6592
9. Klein, J., Evers, C.H.M., Zanten, O van, Barten, I. & Peeters, E. (2014). *Een Ecologisch Toetingskader (ETK) voor beoordeling van het effect van belasting uit rioolwaterzuivering en riooloverstorten op de rivier Dommel (Update 2014).* Kallisto-project, wp 4, WUR, Waterschap De Dommel en Royal HaskoningDHV.
10. Waterschap De Dommel (te verschijnen). *KRW-Verkenneranalyses ecologie waterlichamen Waterschap De Dommel.*
11. Evers, C.H.M. & Mil, J. van [red.] (2017). *Ecologische watersysteemanalyse en knelpunten KRW-doelen Noord-Limburg.* Waterschap Limburg.
12. Royal HaskoningDHV (2017). *KRW-watersysteemanalyse Beken Groesbeek.* Waterschap Rivierenland, Royal HaskoningDHV BE9009.
13. Royal HaskoningDHV (2017). *Data- en trendanalyses ecologie en relaties met stuurvariabelen.* Waterschap De Dommel, Royal HaskoningDHV BE1732