

RAPPORT

Ecologische KRW-Verkenneranalyse Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.

Ecologische effecten RWZI-maatregelen

Klant: Waterschap Aa en Maas

Referentie: WATBF7635R001F0.1

Versie: 0.1/Finale versie

Datum: 16 januari 2018



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Larixplein 1
5616 VB EINDHOVEN
Netherlands
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 42 50 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Ecologische KRW-Verkenneranalyse Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.

Ondertitel: Ecologische KRW-Verkenneranalyse Hertogswetering
Referentie: WATBF7635R001F0.1
Versie: 0.1/Finale versie
Datum: 16 januari 2018
Projectnaam: Ecologische KRW-Verkenneranalyse Hertogswetering
Projectnummer: BF7635
Auteur(s): Niels Evers en Mirte Schipper

Opgesteld door: Niels Evers

Gecontroleerd door: Luuk van Gerven

Datum/Initialen: 16-01-2018 LvG

Goedgekeurd door: Niels Evers

Datum/Initialen: 16-01-2018 NEV

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Leeswijzer	2
2	Methode	3
2.1	Aanpak op hoofdlijnen	3
2.2	Ecologische sleutelfactoren en stuurvariabelen (stap 1)	5
2.3	Homogene deeltrajecten (stap 2)	5
2.4	Bepalen huidige situatie ESV's (stap 3)	6
2.5	Bepalen haalbare situatie na maatregelen (stap 4)	7
2.6	Haalbaarheidsanalyse KRW-doelen (stap 5 en 6)	8
3	Resultaten	11
3.1	Huidige ecologische toestand	11
3.2	Waarden ESV's voor en na maatregelen	13
3.3	Haalbaarheid KRW-doelen	19
4	Conclusies en aanbevelingen	25
4.1	Ecologische knelpunten en maatregelen	25
4.2	Haalbaarheid KRW-doelen	25
	Referenties	27

Bijlagen

Bijlage 1: Waarden ESV's

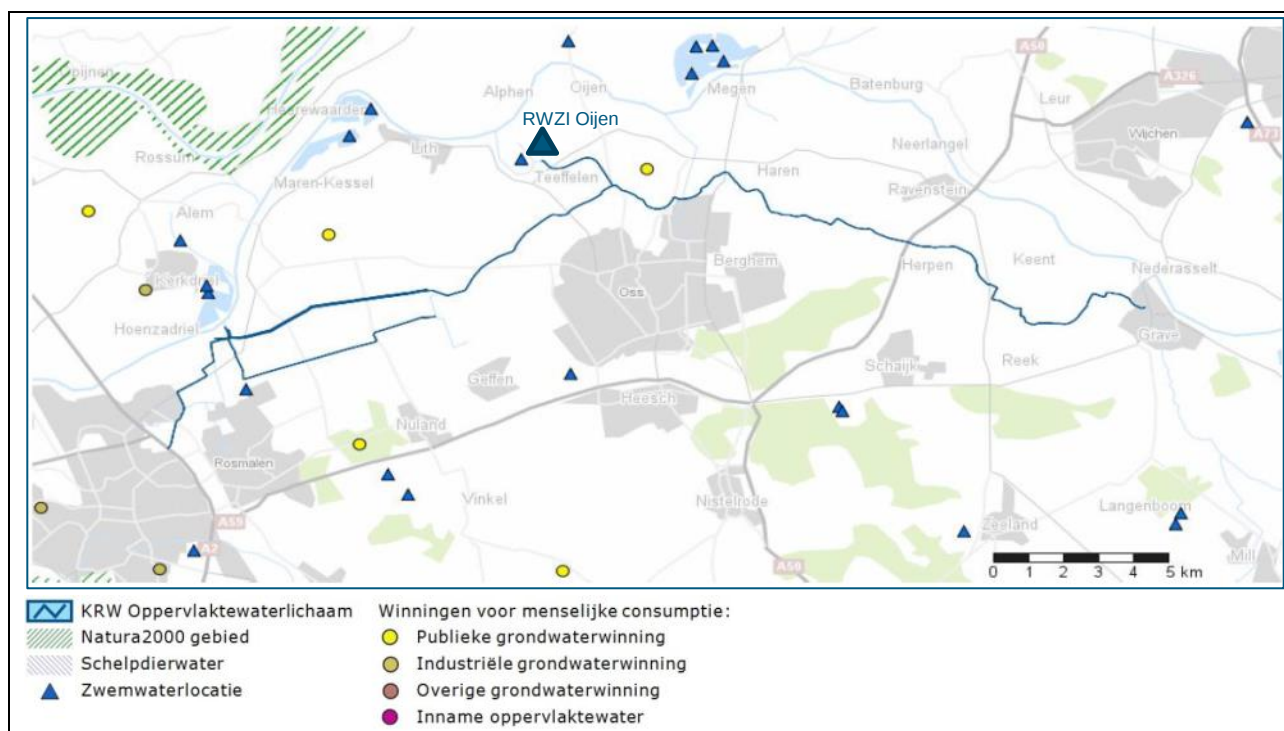
Bijlage 2: Invoer en berekeningen KRW-Verkenner

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Hertogswetering wordt via de Teeffelse Wetering belast met effluentwater vanuit de RWZI Oijen. De externe belasting is in de eerdere watersysteemanalyse mede daarom benoemd als belangrijk ecologisch knelpunt (Witteveen+Bos, 2015). Op de RWZI staan ook maatregelen gepland om de kwaliteit van het effluent te verbeteren. Hierdoor zal de waterkwaliteit in de Hertogswetering (benedenstreamse deel) ook verbeteren. Daarnaast staan er andere (KRW-)maatregelen gepland. Zoals de aanleg van natuurvriendelijke oevers, extensivering van het onderhoud en aanpassing van het peilbeheer. Waterschap Aa en Maas (WAM) wil weten wat het effect van de maatregelen is op de ecologie, in KRW-terminen (EKR's).

De Hertogswetering is onderdeel van het KRW-waterlichaam Hertogswetering, Hoefgraaf e.a. (NL38_7D) met KRW-type M3 (regionale vaart/kanaal). Het is een samengesteld waterlichaam met meerdere lopen waarvan de Hertogswetering het grootste deel betreft (figuur 1.1). Via de Teeffelse Wetering loost de RWZI van Oijen op dit waterlichaam. Alleen de Teeffelse Wetering en de benedenloop van de Hertogswetering staan onder invloed van het effluent van de RWZI.



Figuur 1.1: KRW-waterlichaam Hertogswetering, Hoefgraaf e.a. (NL38_7D)

1.2 Doelstelling

Met deze studie is het effect van de maatregelen op de RWZI's en in het watersysteem op de ecologische toestand in kaart gebracht voor het KRW-waterlichaam Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.

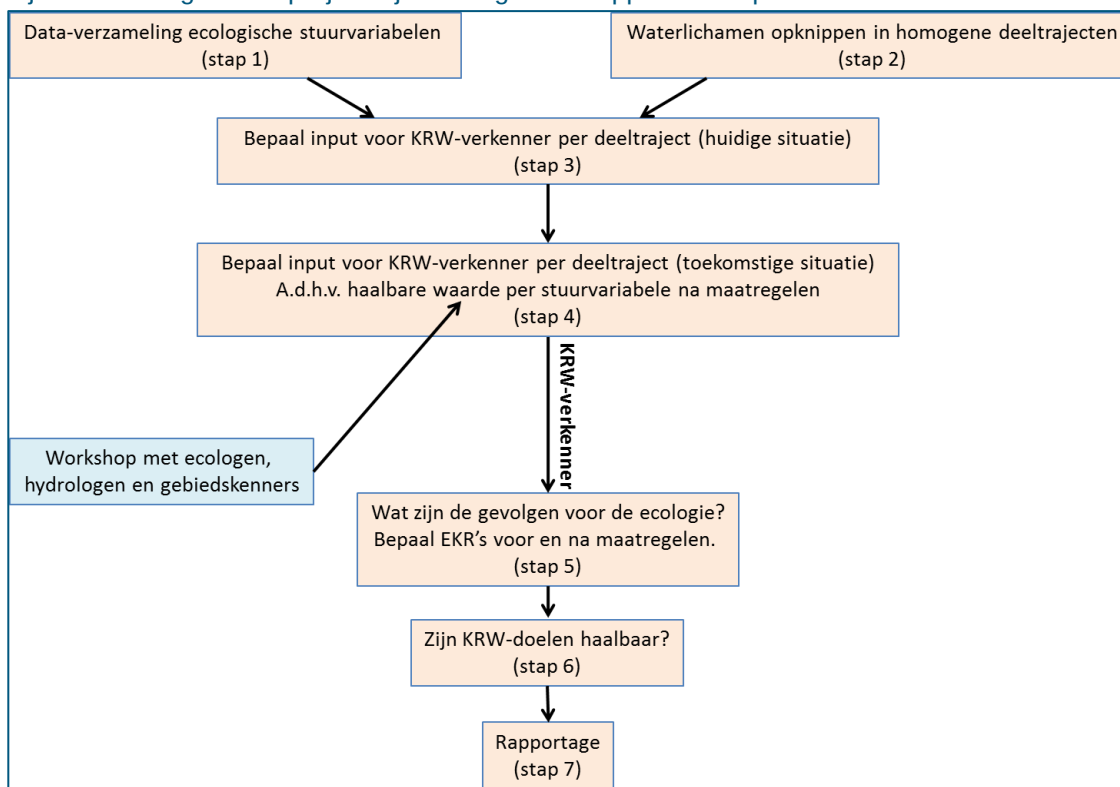
1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de gebruikte methodiek stapsgewijs toegelicht. In hoofdstuk 3 volgen de resultaten; wat is de huidige ecologische toestand (3.1), welke maatregelen zijn er mogelijk om de knelpunten aan te pakken en wat leveren ze op in termen van stuurvariabelen (3.2) en voor de ecologische toestand in relatie tot de KRW-doelen (GEP's) (3.3). In hoofdstuk 4 volgen de belangrijkste conclusies over het effect van de maatregelen, met aanbevelingen en nadere analyses ter onderbouwing.

2 Methode

2.1 Aanpak op hoofdlijnen

Bij de uitvoering van dit project zijn de volgende stappen doorlopen:



Eerst is er een beknopte systeemanalyse uitgevoerd om de huidige abiotische en biotische toestand te kwantificeren (stap 1 t/m 3). Deze analyse sluit aan op de methodiek van de Ecologische sleutelfactoren (kader 1) en de HOW (Buskens et al., 2012). Op basis van deze methoden hebben we de factoren geïdentificeerd die sturend zijn voor de ecologie van kanalen en vaarten. Van deze ecologische stuurvariabelen zijn de waardes bepaald voor de huidige situatie. Het waterlichaam is hiervoor opgedeeld in homogene deeltrajecten om de verschillen binnen dit (vrij grote) waterlichaam mee te kunnen nemen.

Vervolgens is bepaald in hoeverre deze stuurvariabelen wijzigen door maatregelen (stap 4). Hiervoor is een workshop georganiseerd met medewerkers van het waterschap om te komen tot een lijst van maatregelen. Daarna is het effect berekend van deze maatregelen op de EKR-scores voor fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vissen (stap 5 en 6). Hiervoor is de KRW-Verkenner gebruikt (kader 2). Daarbij zijn de EKR's van de deeltrajecten vertaald naar de EKR's op KRW-waterlichaam-niveau en vergeleken met de huidige doelen (GEP's).

Kader 1: Ecologische sleutelfactoren (ESF's)

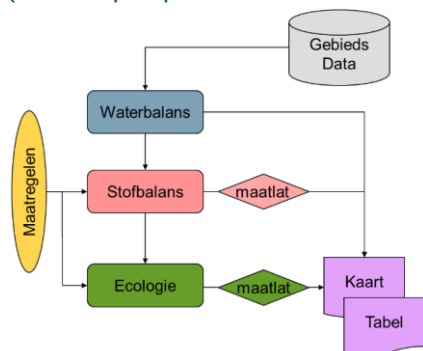
Landelijk is de afgelopen jaren het inzicht gegroeid dat een gedegen ecologische systeemanalyse aan de basis moet staan van het afleiden van doelen en het definiëren van maatregelen. De STOWA ontwikkelt daartoe de methodiek van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's, zie figuur; STOWA, 2014). Daadwerkelijk begrip van deze factoren, die van belang zijn voor de gemeenschappen en soorten die de biologische kwaliteitselementen vormen, kan helpen om de juiste stuurfactoren en maatregelen te vinden die deze sleutelfactoren kunnen beïnvloeden. Met deze kennis van sleutelfactoren én met zicht op de haalbaarheid van maatregelen, kunnen streefbeelden op het niveau van waterlichamen en deeltrajecten worden vastgesteld.



Kader 2: KRW-Verkenner

De KRW-Verkenner is een analyse-instrument voor het doorrekenen van effecten van KRW-maatregelen op de ecologische en chemische kwaliteit van het oppervlaktewater. Het geeft de gebruikers inzicht in de effectiviteit van maatregelen en maatregelpakketten in relatie tot de KRW-doelen. Voorbeelden van maatregelen zijn het aanpakken van puntbronnen zoals rioolwaterzuiveringsinstallaties of diffuse bronnen zoals landbouw of verkeer. Ook kan de KRW-Verkenner de effecten van maatregelen doorrekenen naar ecologische kwaliteit (EKR's). Binnen dit project is alleen gebruik gemaakt van dit deel van de KRW-Verkenner. Het gaat dan concreet om twee ecologische tools; NNv4 en PUNNV3 (zie paragraaf 2.6).

(bron: <https://publicwiki.deltares.nl/display/KRWV/KRW-Verkenner>)



2.2 Ecologische sleutelfactoren en stuurvariabelen (stap 1)

Allereerst is een lijst opgesteld van abiotische factoren die van invloed zijn op de ecologische toestand en die nodig zijn voor het vullen van de KRW-Verkenner. Deze factoren noemen we in het vervolg van dit rapport ecologische stuurvariabelen (ESV's). De lijst van ESV's is weergegeven in tabel 2.1 en is mede samengesteld op basis van inputparameters die nodig zijn ter bepaling van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's) voor stilstaande wateren (STOWA Diginieuwsbrief 6, 2017, vanuit Van Gerven & Evers, 2017a) en de vergelijkbare (HOW-)analyses zoals o.a. uitgevoerd voor het boezemstelsel van Schieland (Van Gerven & Evers, 2017a) en het waterlichaam Beken Groesbeek van Rivierenland (Van Gerven & Evers, 2017b). Per ESV is aangegeven op welke ESF deze betrekking heeft en voor welke variabele van de KRW-Verkenner die relevant is.

De benodigde stuurvariabelen voor de KRW-Verkenner dekken niet alle ESF's. Onder andere het lichtklimaat, waterbodem, verspreiding en toxiciteit kunnen nog belemmerend werken op de ecologische ontwikkeling zonder dat dit met de KRW-Verkenner direct in beeld gebracht kan worden. Omdat het lichtklimaat en de waterbodemkwaliteit ook een relatie hebben met de gemeten nutriëntenconcentraties wordt dat effect deels wel indirect meegenomen. De relatief algemene soorten die op de maatlaten voor sloten en kanalen staan, zijn naar verwachting ook voldoende aanwezig in het stroomgebied waardoor verspreiding ook niet direct een doorslaggevend knelpunt lijkt te vormen. Toxiciteit is mede door de aanwezigheid van de RWZI wel een potentieel knelpunt dat niet direct inzichtelijk gemaakt kan worden met de KRW-Verkenner. Bij de interpretatie van de resultaten is dit een aandachtspunt.

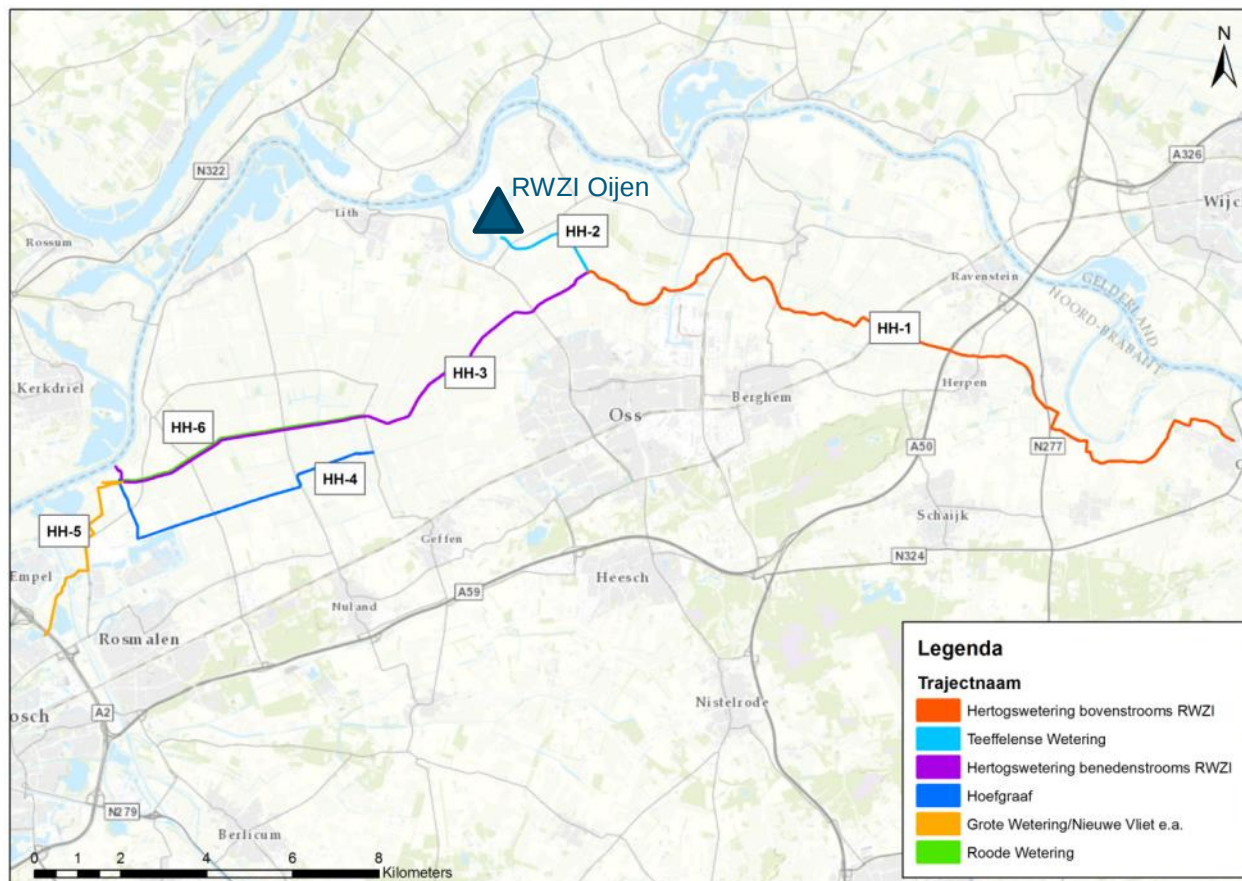
Tabel 2.1: De 21 ecologische stuurvariabelen (ESV's) die zijn gebruikt in deze studie, inclusief de bijbehorende Ecologische Sleutelfactor (ESF) en gekoppelde KRW-Verkenner stuurvariabelen

Categorie	Ecologische stuurvariabele	Eenheid	ESF (M-typen)	KRW-Verkenner variabele
Chemie	Fosfor totaal (zgm)	mg P/l	ESF 1: Productiviteit. water	Totaal fosfor
Chemie	Stikstof totaal (zgm)	mg N/l	ESF 1: Productiviteit water	Totaal stikstof
Waterbeheer	Peilbeheer	-	ESF 4: Habitatgeschiktheid	Peildynamiek
Onderhoud	Maai-intensiteit (% gemaaid profiel)	%	ESF 6: Verwijdering	Onderhoud
Onderhoud	Maaifrequentie	aantal x per jaar	ESF 6: Verwijdering	Onderhoud
Onderhoud	Maaimethode (materieel)	-	ESF 6: Verwijdering	Onderhoud
Onderhoud	Baggerfrequentie	cyclus in jaren	ESF 6: Verwijdering	Onderhoud
Scheepvaart	Aanwezigheid scheepvaart	-	ESF 4: Habitatgeschiktheid	Scheepvaart
Oeverinrichting	% natuurvriendelijke oevers	%	ESF 4: Habitatgeschiktheid	Oeverinrichting
Oeverinrichting	% oeverbeschoeiing	%	ESF 4: Habitatgeschiktheid	Oeverinrichting
Oeverinrichting	% steil met gras	%	ESF 4: Habitatgeschiktheid	Oeverinrichting

2.3 Homogene deeltrajecten (stap 2)

Het waterlichaam is voor de analyses opgedeeld in zes homogene deeltrajecten (figuur 2.1). De Hertogswetering zelf is opgeknipt bij de instroom van de Teeffelense Wetering (waar het RWZI-effluent op zit). Daarnaast zijn de Teeffelense Wetering, Hoefgraaf, Roode Wetering en de combinatie van Grote

Wetering met Nieuwe Vliet e.a. aparte deeltrajecten. De analyses zijn voor deze deeltrajecten uitgevoerd, waarna een lengte-gewogen opschaling naar het waterlichaam plaatsvindt in stap 4.



Figuur 2.1: Homogene deeltrajecten gebruikt voor de knelpuntenanalyse in deze studie.

2.4 Bepalen huidige situatie ESV's (stap 3)

De volgende stap is het invullen van de ESV's per deeltraject voor de huidige situatie. Het waterschap heeft hiervoor de benodigde informatie verstrekt. Naast de ESV's is ook de huidige ecologische toestand bepaald per traject met de gemeten EKR's van fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis. In bijlage 1 zijn de waarden opgenomen per ESV en traject.

Oeverinrichting

Met een GIS-analyse zijn de percentages oeverlengte met een NVO of beschoeiing bepaald. De NVO percentages zijn vervolgens gecorrigeerd omdat het vaak enkelzijdige NVO's betrof. Hiervoor is een factor van 0.6 gebruikt. De totale lengte minus de NVO's en de beschoeide delen is het aandeel steile oevers met gras.

Onderhoud

De frequentie van het onderhoud uit 2016 is ontsloten vanuit het maaibestek conform uitvoering. De maaientensiteit, gebruikte methoden/materieel en de baggercyclus zijn ingevuld door de beheerder.

Peilbeheer

Het peilbeheer is afgeleid uit het huidige peilbesluit.

Waterkwaliteit

In alle deeltrajecten is de waterkwaliteit gemeten. Het gaat dan om meetlocaties waarop het waterschap maandelijks meet. De gegevens uit 2016 zijn gebruikt om de ESV's in te vullen. Het jaar 2016 is gekozen omdat dit het meest recente volledige meetjaar is en het best aansluit op de biologische data. 2017 was ook een optie geweest, maar dat was een afwijkend jaar met opvallend lagere nutriëntenconcentraties en lijkt daarmee niet representatief te zijn voor de huidige toestand en is daarmee niet passend bij de huidige biologische toestand. Een deel van de biologische data is ook van voor 2017 (fytoplankton en macrofauna).

Ecologie

Daarnaast hebben we de huidige ecologische toestand van de deeltrajecten bepaald met de beschikbare biologische metingen. Het gaat dan om recente meetgegevens uit de jaren 2014 (macrofauna), 2016 (fytoplankton) en 2017 (overige waterflora en vis). De biologische kwaliteitselementen zijn niet altijd in alle trajecten allemaal gemeten. Dat geldt vooral voor fytoplankton, maar dat is door de korte verblijftijd ook geen knelpunt. In geval van meerdere metingen per deeltraject zijn de bijbehorende EKR's gemiddeld.

De huidige doelen zijn voor alle biologische elementen 0.60 EKR op KRW-waterlichaamniveau (tabel 2.2, KRW-factsheets WKP). Dit is conform de landelijke defaults voor sloten en kanalen (Evers et al., 2012).

Tabel 2.2: De ecologische toestandsvariabele en hun bijbehorende toetskader.

Ecologische toestandsvariabele	Eenheid	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht	Meetjaar
Fytoplankton	EKR	≥0.6	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2	2016
Overige Waterflora	EKR	≥0.6	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2	2017
Macrofauna	EKR	≥0.6	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2	2014
Vissen	EKR	≥0.6	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2	2017

2.5 Bepalen haalbare situatie na maatregelen (stap 4)

Vervolgens is bepaald welke situatie haalbaar is na maatregelen. Dit is gedaan op basis van een op 14 december 2017 gehouden workshop met medewerkers van het waterschap. In deze workshop is per categorie (scheepvaart, beheer en onderhoud, peilbeheer, oeverinrichting en waterkwaliteit) nagegaan of er maatregelen gepland staan en wat het effect hiervan is op de relevante ESV's. Voor waterkwaliteit is daarbij aangesloten op een analyse door het waterschap (Van der Hulst et al., 2017 en kader 3). Omdat er verschillende maatregelen verkend worden op de RWZI Oijen heeft dit geleid tot 6 maatregelscenario's, naast de huidige toestand en een scenario waarbij de nutriëntennormen in alle trajecten gehaald worden (totaal 8 rekenaarscenario's in de KRW-Verkenner). Dit laatste scenario is van belang voor het bepalen van het GEP, conform nieuwe Handreiking doelaflading (Werkgroep Doelstellingen, 2017).

Kader 3: afleiding nutriëntenconcentraties na maatregelen op de RWZI

De verwachte concentraties benedenstrooms Teeffelse Wetering en benedenstrooms Hertogswetering zijn gebaseerd op vrachtbalansen bepaald op basis van de debieten en concentraties van de jaren 2016 en 2017. Motivatie: op aangeven van afdeling Advies Zuiveren is effluent in 2016 en 2017 meest representatief voor de toekomst wanneer er geen renovatie zou plaatsvinden.

Per maatregel op de RWZI is een verwachte nutriëntenconcentratie in het oppervlaktewater bepaald. Wanneer met en andere maatregel eenzelfde concentratie kan worden bereikt dan zijn resultaten van de analyses in dit rapport uiteraard ook van toepassing.

Vier scenario's met de huidige inrichting en maai-/peilbeheer met:

- huidige nutriëntenconcentraties;
- nutriëntenconcentraties bij doorvoeren scheiden sliblijn op de RWZI;
- nutriëntenconcentraties bij renovatie RWZI;
- nutriëntenconcentraties bij aanvullende filtratiestap met bijvoorbeeld een zandfilter op de RWZI.

Vier scenario's na uitvoering inrichtings- en beheermaatregelen:

- nutriëntenconcentraties bij doorvoeren scheiden sliblijn op de RWZI;
- nutriëntenconcentraties bij renovatie RWZI;
- nutriëntenconcentraties bij aanvullende stap met zandfilter op de RWZI;
- nutriëntenconcentraties conform doelen (indien nog niet gehaald bij bovenstaande varianten).

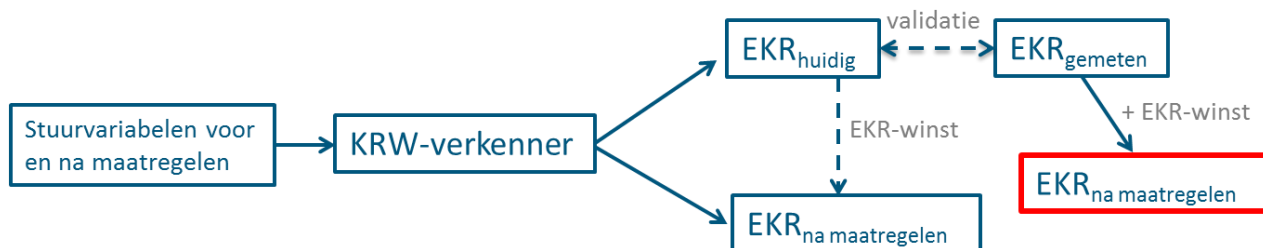
Hierbij moet worden aangetekend dat het onderhoud in de benedenstrooms van de RWZI gelegen trajecten (HH-2 en HH-3) pas kan worden aangepast als de nutriëntenconcentraties tot rond de normen zijn gedaald. Dit is in het scenario waarbij er een aanvullende filtratievoorziening (bv. een zandfilter) wordt geplaatst het geval. In tabel 2.3 zijn de scenario's samengevat voor alle parameters. De resultaten van de workshop zijn uiteengezet in paragraaf 3.2.

Tabel 2.3: Scenario's ecologische KRW-Verkenneranalyse.

Naam	Morfologie	Onderhoud	N/P
Huidige situatie	Huidig	Huidig	Huidig
Huidig met scheiden sliblijn	Huidig	Huidig	Gescheiden sliblijn
Huidig met renovatie	Huidig	Huidig	Renovatie
Huidig met zandfilter	Huidig	Huidig	Zandfilter
Na maatregelen met scheiden sliblijn	Na maatregelen	Na maatregelen, HH-2/3 is huidig	Gescheiden sliblijn
Na maatregelen met renovatie	Na maatregelen	Na maatregelen, HH-2/3 is huidig	Renovatie
Na maatregelen met zandfilter	Na maatregelen	Na maatregelen	Zandfilter
Na maatregelen en nutriënten op norm	Na maatregelen	Na maatregelen	Alles norm

2.6 Haalbaarheidsanalyse KRW-doelen (stap 5 en 6)

Vervolgens is de KRW-Verkenner (versie 3.1) gebruikt om het beoogde effect van de maatregel-scenario's door te rekenen. De daarbij gevolgde stappen zijn weergegeven in figuur 2.2. Eerst zijn de waarden van de stuurvariabelen (van voor en na de maatregelen) per traject vertaald naar de zes invoerwaarden (N-totaal, P-totaal, peildynamiek, scheepvaart, onderhoud en oeverinrichting) waarmee de KRW-verkenner werkt. De bijbehorende vertaalregels zijn weergegeven in tabel 2.4.



Figuur 2.2: Gevolgd stappenplan om per deeltraject het effect van maatregelen op de EKR's te bepalen.

Tabel 2.4: Vertaling van de ESV's (Ecologische stuurvariabelen) naar de inputvariabelen van de KRW-verkenner (andere uitwerking in paragraaf 3.3).

Ecologische stuurvariabelen	KRW-Verkenner variabele	Berekening van KRW-verkenner variabele
Peilbeheer	Peildynamiek	= 1 bij tegennatuurlijk peil = 2 bij vast peil = 3 bij natuurlijk peil In huidige situatie overal tegennatuurlijk peil, na maatregelen vast peil (van 1 naar 2)
Scheepvaart	Scheepvaart	=1 bij intensief bevaren =2 bij niet of nauwelijks bevaren Voor en na maatregelen niet of nauwelijks bevaren (waarde 2)
Maaifrequentie en -intensiteit	Onderhoud	=1 bij intensief onderhoud =2 bij extensief onderhoud Waarde = 2 – maaientensiteit/100. -0.1 correctie bij 4 keer maaien per jaar (alleen bij HH-4) -0.2 correctie bij 5 keer maaien per jaar (alleen bij HH-2) -0.1 correct bij gebruik sleepmets (overal in huidige situatie) Door de lage frequentie van baggeren 1x per 7 jaar is hiervoor geen correctie nodig gebleken. Na maatregelen is de intensiteit overal 50%, zonder sleepmets en met een frequentie van maximaal 2x per jaar: waarde 1.5 Voor traject HH-2 en HH-3 is dit pas mogelijk bij de scenario's waar de nutriënten zijn gezakt tot rond de normen. Anders blijft intensiever onderhoud nodig in verband met de snelle plantengroei door voedselrijkdom.
Oeverinrichting (% NVO, % steil, % beschoeid)	Oeverinrichting	=1 bij beschoeide oever =2 bij steile oever met gras =3 bij natuurvriendelijke oever (NVO) Waarde = 1*(%beschoeid/100) + 2*(%steil/100) + 3.0*((%NVO)/100)
Totaal fosfor (zgm)	Totaal fosfor	Waarden 1 op 1 overgenomen uit de beknopte systeemanalyse
Totaal stikstof (zgm)	Totaal stikstof	

Daarna zijn de bijbehorende EKR's voor overige waterflora, macrofauna, fytoplankton en vis berekend met de ecologische tools (NNv4 en PUNNv3) uit de KRW-verkenner. Daarvoor is de uitkomst van beide ecologische tools gemiddeld om te komen tot de uiteindelijke EKR (conform aanpak bij o.a. HHSK, Rivierenland, Dommel en Limburg). Vervolgens is de EKR-winst, de verhoging van de EKR door het

nemen van maatregelen, bepaald door de berekende EKR's van de huidige situatie te vergelijken met de berekende EKR's na maatregelen.

Om te komen tot de uiteindelijke toekomstige EKR op waterlichaamniveau is de EKR-winst per deeltraject lengte-gewogen opgeschaald naar het KRW-waterlichaam en opgeteld bij de huidige gemeten en gerapporteerde EKR's uit de KRW-factsheets (rapportagejaar 2017 = metingen tot en met 2016).

Daarnaast is een validatie uitgevoerd door de per deeltraject berekende en gemeten EKR's met elkaar te vergelijken, voor de huidige situatie. Dit geeft inzicht in de betrouwbaarheid van de KRW-verkenner berekeningen.

3 Resultaten

3.1 Huidige ecologische toestand

De ecologische toestand van het waterlichaam Hertogswetering, Hoefgraaf e.a. is nog niet op orde, mede door het effluent van RWZI Oijen (figuur 3.1). Figuur 3.2 illustreert dit (rapportage 2016, WKP). Te zien is dat alle afzonderlijke biologische kwaliteitselementen nog niet voldoen aan de gestelde doelen, met uitzondering van fytoplankton. Dat geldt ook voor rapportage jaar 2017 (met metingen tot en met 2016). Deze is nog niet beschikbaar via het WKP, maar de oordelen zijn gelijk aan rapportagejaar 2016. Voor overige waterflora is het doelgat het grootst.

De nutriënten zijn de belangrijkste probleemstoffen van de algemeen fysisch-chemische kwaliteitselementen en de RWZI Oijen is een belangrijke bron. Ammonium, kobalt en zink zijn ook nog probleemstoffen voor de ecologische toestand en daarnaast 4-tertiair-octylfenol als prioritaire stof en verschillende geneesmiddelen in het effluent die nog niet worden meegenomen in de KRW-toestandsbepaling. Deze stoffen geven samen een toxische druk op het ecosysteem die niet direct meegenomen kan worden met de KRW-Verkenner. Vooral over ammonium is er vanuit Kallisto (De Klein, et al., 2014) wel veel kennis over de effecten op ecologie.

Figuur 3.2 geeft tevens een prognose voor 2021 en 2027. Voor 2021 zijn er nog geen verbeteringen ingecalculerd. Vooralsnog is het de beleidsmatige verwachting dat in 2027 aan alle doelen wordt voldaan. Dit betreft een landelijke afspraak.



Figuur 3.1: Luchtfoto RWZI Oijen, Waterschap Aa en Maas

Ecologische toestand

Biologie	GEP	Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2016	Prognose 2021	Prognose 2027
Macrofauna (EKR)	≥ 0,60	 *				
Overige waterflora (EKR)	≥ 0,60	 *				
Vis (EKR)	≥ 0,60	 *				
Fytoplankton (EKR)	≥ 0,60	 *				

Algemeen fysische chemie

Fosfor totaal (zgm) (mg P/l)	≤ 0,15	 *				
Stikstof totaal (zgm) (mg N/l)	≤ 2,80	 *				
DIN (winterperiode) (mg N/l)	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT
Zoutgehalte (zgm) (mg Cl/l)	≤ 300	 *				
Temperatuur (max. waarde) (gr.C)	≤ 25,0	 *				
Zuurgraad (zgm) (-)	5,5 - 8,5	 *				
Zuurstofverzadiging(sgraad)(zgm) (%)	40 - 120	 *				
Doorzicht (zgm) (m)	≥ 0,65	 *				

Specifieke verontreinigende stoffen (normoverschrijding)

	Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2016	Prognose 2021	Prognose 2027
ammonium					
kobalt					
zink					

Legenda:  blauw = zeer goed / voldoet  groen = goed  geel = matig  oranje = ontoereikend
 rood = slecht / voldoet niet leeg = geen gegevens

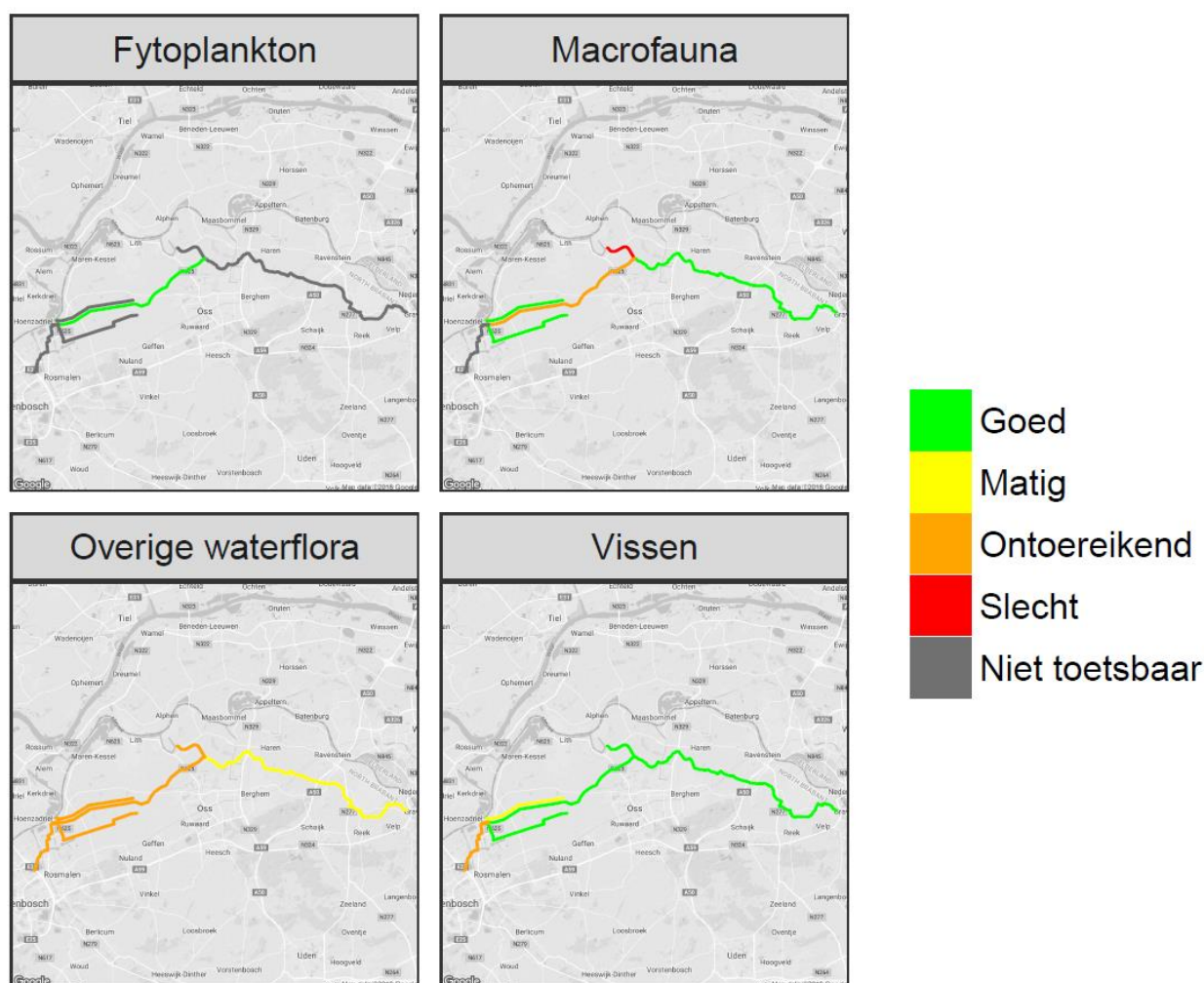
Figuur 3.2: Ecologische toestand van de Hertogswetering, Hoefgraaf e.a., rapportagejaar 2016 (bron: KRW-factsheets)

De in deze studie uitgevoerde analyse geeft een genuanceerder beeld van de huidige ecologische toestand door deze uit te splitsen op deeltrajectniveau i.p.v. waterlichaamniveau (figuur 3.3). Het traject bovenstrooms van de instroom van de Teeffelse Wetering is duidelijk veel beter dan het benedenstroomse traject van de Hertogswetering. Dit is ook beschreven in een notitie door Mieke Moeleker (in prep.) waarin de link met het effluent wordt gelegd. Behalve de hoge nutriëntenconcentratie moet het effect van de ammoniumpieken niet onderschat worden, maar de pieken zijn de laatste jaren wel lager en minder frequent geworden (mondelinge mededeling Wim van der Hulst en KRW-factsheets). Het effect van minder en lagere ammoniumpieken na maatregelen kan helaas niet met de KRW-Verkenner

worden bepaald. Ervaringen bij De Dommel leert dat dit voor macrofauna rond 0.1 EKR 'winst' kan zijn (Evers, in prep.).

Fytoplankton is alleen in het benedenstrooms de RWZI gelegen traject van de Hertogswetering bemonsterd. De toestand is daar op het eerste gezicht onverwacht hoog. Echter, door de sterke doorstroming is de verblijftijd kort en daarmee functioneert het systeem voor algen meer als een beek dan als een stilstaand water. De algen hebben feitelijk niet de tijd om tot hoge dichtheden (bloei) te komen.

Overigens is het waterlichaam in 2017 weer bemonsterd voor macrofauna, maar deze resultaten zijn nog niet beschikbaar. Deze monsters kunnen wel inzicht bieden in een eventuele verbeterende trend als gevolg van onder andere lagere ammoniumpieken vanuit de RWZI.



Figuur 3.3: Huidige ecologische toestand per deeltraject.

3.2 Waarden ESV's voor en na maatregelen

De waarden van de ESV's zijn conform de besproken methodiek afgeleid. In een workshop met medewerkers van het waterschap, georganiseerd op 14 december 2017¹, zijn de maatregelen benoemd

¹ Voetnoot: Sessie met Bart Brugmans en Carlo Rutjes, gebiedsinformatie Stephan van Orsouw (inrichting) en Marcel van Drunen (onderhoud en peilbeheer) ingebracht. Daarnaast een GIS-analyse door Frans Burgers naar onderhoud en oeverinrichting.

om de ecologische toestand te verbeteren tot en met 2027. Er staan nog behoorlijk wat maatregelen op de planning, zowel voor inrichting, onderhoud, peilbeheer als waterkwaliteit (RWZI-Oijen). Alleen voor scheepvaart worden geen noemenswaardige veranderingen verwacht (is en blijft niet of nauwelijks aanwezig). Alle maatregelen zijn gekwantificeerd per ESV. De tabel met alle waarden voor en na maatregelen is opgenomen in bijlage 1. Onderstaand zijn ze per groep van ESV (op basis van de KRW-Verkenner stuurvariabelen) besproken.

Oeverinrichting

Er zijn al veel natuurvriendelijke oevers aangelegd (vooral in de trajecten HH-1 en HH-2) en er staan er ook nog een behoorlijk aantal gepland (KRW-factsheets). Waar de doelstelling NVO op ligt, wordt in principe een enkelzijdige NVO aangelegd voor 2027 (50%). Delen met doelstelling Ecologische Verbindingszone (EVZ) krijgen soms een tweezijdige NVO (>50%). Hierdoor neemt ook het aandeel van de beschoeiende oevers nog licht af. Vooral in de Hertogswetering benedenstrooms de RWZI, Hoefgraaf, Roode Wetering en Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a. staat nog veel gepland (tabel 3.1).

Tabel 3.1: Huidige en toekomstige waarden ESV's oeverinrichting

Trajectnummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	53	58	%
HH-2	Teeffelse Wetering	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	57	57	%
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	22	77	%
HH-4	Hoefgraaf	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	34	50	%
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	0	50	%
HH-6	Roode Wetering	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	0	50	%
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Oeverbeschoeiing %	6.3	5	%
HH-2	Teeffelse Wetering	Oeverbeschoeiing %	5.2	5	%
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Oeverbeschoeiing %	0.2	0.2	%
HH-4	Hoefgraaf	Oeverbeschoeiing %	2.5	2	%
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Oeverbeschoeiing %	6.8	2.5	%
HH-6	Roode Wetering	Oeverbeschoeiing %	6.3	5	%
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Steile oever	40.9	37	%
HH-2	Teeffelse Wetering	Steile oever	37.8	38	%
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Steile oever	77.6	23	%
HH-4	Hoefgraaf	Steile oever	63.9	48	%
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Steile oever	93.2	48	%
HH-6	Roode Wetering	Steile oever	93.7	45	%

Peilbeheer

Het peilbeheer is in alle trajecten nu tegennatuurlijk met in de zomer ca. 30cm hoger peil dan in de winter (tabel 3.2). Na maatregelen is overal een vast peil als hoogst haalbare ingeschat. In een deel van de trajecten is dit ook al meegenomen bij inrichtingsplannen (bijvoorbeeld de Roode Wetering en het benedenstroomse deel van de Hertogswetering).

Tabel 3.2: Huidige en toekomstige waarden ESV peilbeheer

Trajectnummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-
HH-2	Teeffelse Wetering	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-
HH-4	Hoefgraaf	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-
HH-6	Roode Wetering	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-

Onderhoud

Ook het onderhoud zal (ecologisch) verbeteren na de geplande KRW-maatregelen. Een frequentie van maximaal twee keer per jaar is haalbaar geacht zodra de nutriëntenconcentraties benedenstrooms de zuivering voldoende zijn gedaald. De intensiteit zakt dan overal naar 50% zoals nu ook al in het bovenstrooms de RWZI gelegen traject van de Hertogswetering het geval is. De baggerfrequentie blijft naar verwachting gelijk, al zal de hoeveelheid bagger waarschijnlijk gaan dalen bij lagere nutriëntenconcentraties. Dit vanwege minder plantengroei en daardoor minder snelle aanvulling waterbodem via afgestorven plantenmateriaal.

Tabel 3.3: Huidige en toekomstige waarden ESV's onderhoud

Trajectnummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Maaifrequentie	2.0	2	1/jaar
HH-2	Teeffelse Wetering	Maaifrequentie	5.7	2*	1/jaar
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Maaifrequentie	3.2	2*	1/jaar
HH-4	Hoefgraaf	Maaifrequentie	4.0	2	1/jaar
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Maaifrequentie	0.6	0.6	1/jaar
HH-6	Roode Wetering	Maaifrequentie	1.0	1.0	1/jaar
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	50	50	%
HH-2	Teeffelse Wetering	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50*	%
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50*	%

Trajectnummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid
HH-4	Hoefgraaf	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%
HH-6	Roode Wetering	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-
HH-2	Teeffelse Wetering	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan*	-
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan*	-
HH-4	Hoefgraaf	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-
HH-6	Roode Wetering	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar
HH-2	Teeffelse Wetering	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar
HH-4	Hoefgraaf	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar
HH-6	Roode Wetering	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar

*Pas haalbaar nadat de nutriëntenconcentraties zijn gedaald tot rond de normen. Dit is het geval bij plaatsing van – een aanvullende filtratiestap op RWZI Oijen. In de overige trajecten kan het in alle scenario's na maatregelen.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit benedenstrooms de RWZI gaat verbeteren door maatregelen op de RWZI. Hiervoor zijn verschillende varianten nog in onderzoek. De een analyse van het waterschap is voor deze varianten onderzocht wat de nutriëntenconcentraties in de twee beïnvloede trajecten dan wordt (Van der Hulst et al., 2017). In de andere trajecten is voorsnog geen verbetering van de waterkwaliteit voorzien. Mede omdat de waterkwaliteit in het (grote) bovenstroomse traject van de Hertogswetering al zeer goed is voor fosfor. Het is echter wel mogelijk dat door verminderde belasting vanuit de landbouw en eventueel kleinere bronnen zoals overstorten ook in de andere trajecten lagere nutriëntenconcentraties haalbaar zijn in 2027. De kwantificering ontbreekt echter nog en ook daarom is dit nu niet meegenomen in de analyses. Daarmee is ook beter aan te geven wat het effect van de RWZI-maatregelen is en dat is specifiek voor dit onderzoek het belangrijkste.

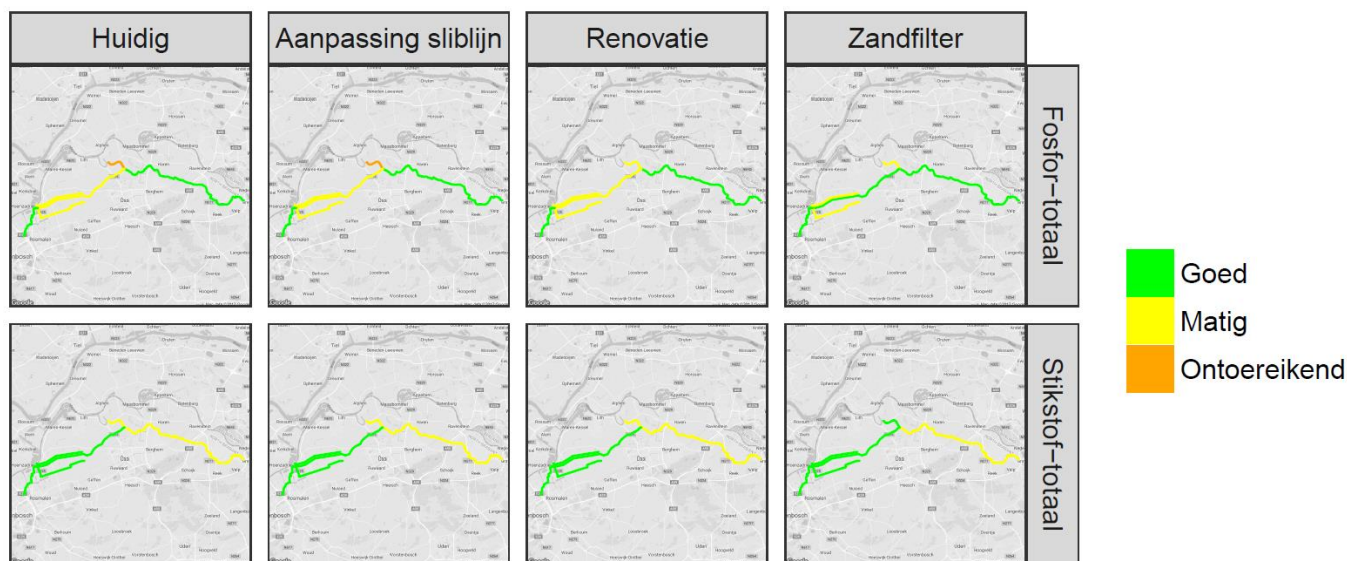
De resulterende nutriëntenconcentraties van de verschillende scenario's zijn weergegeven in tabel 3.4. Het jaar 2016 is als uitgangspunt voor de huidige situatie genomen. Dit wijkt af van de van het waterschap (Van der Hulst et al., 2017.), waar een gemiddelde van 2016 en 2017 als huidige toestand is gehanteerd. Daar is echter ook geconcludeerd dat 2017 een afwijkend jaar is ten aanzien van een opvallend laag zomerhalfjaargemiddelde voor totaal fosfor. Omdat we biologische gegevens gebruiken uit de periode 2014-2017 zijn de fysisch-chemische gegevens uit 2016 ook beter representatief, maar een optimale aansluiting is niet mogelijk door de brede spreiding van de biologische monsters in de tijd. Zodra alle monsters van 2017 beschikbaar zijn (april 2018) kan dit wel. Figuur 3.4 geeft een visuele samenvatting van het effect van de maatregelen. Door de vrij brede klasse matig (0.15-0.0.30 mg P/ en 2.8-5.6 mg N/l) vallen de waarden in goed of matig, behalve in de Teeffelse Wetering.

Fosfor heeft in de Teeffelse Wetering de hoogste concentraties en in de Hertogswetering benedenstrooms de instroom van de Teeffelse Wetering. Dit is dus goed te relateren aan de RWZI. Met de maatregelen dalen die concentraties daarom ook snel. In de Roode Wetering blijven de concentraties hoog. Dit deel wordt echter niet beïnvloed wordt door de RWZI, waardoor RWZI-maatregelen daar ook geen effect hebben, maar er is wel veel uitspoeling van landbouwgronden. Stikstof wordt in de bovenstroomse gebieden in hogere concentraties aangetroffen. Er is geen verschil voor stikstof tussen de Teeffelse Wetering (met effluent) en het bovenstroomse traject van de Hertogswetering (landbouw en inlaat). In de Roode Wetering zijn voor stikstof juist lagere concentraties gemeten. Dat is een opvallend verschil met fosfor, zeker gezien de landbouwinvloed in dit deel van het gebied (de Roode Wetering ligt hier parallel aan de Hertogswetering en voert het landbouwwater af).

Tabel 3.4: Huidige en toekomstige waarden nutriënten per maatregelscenario op de RWZI

Scenario	Parameter	Eenheid	HH-1	HH-2	HH-3	HH-4	HH-5	HH-6
Huidige situatie	TotP	mgP/l	0.06	0.52	0.27	0.16	0.05	0.26
	TotN	mgN/l	2.9	2.9	2.6	2.4	1.6	1.5
Met scheiden sliblijn	TotP	mgP/l	0.06	0.40	0.25	0.16	0.05	0.26
	TotN	mgN/l	2.9	2.9*	2.6*	2.4	1.6	1.5
Met renovatie	TotP	mgP/l	0.06	0.26	0.17	0.16	0.05	0.26
	TotN	mgN/l	2.9	2.9*	2.6*	2.4	1.6	1.5
Met zandfilter	TotP	mgP/l	0.06	0.17	0.11	0.16	0.05	0.26
	TotN	mgN/l	2.9	2.8	2.0	2.4	1.6	1.5
Overall nutriënten minimaal op norm	TotP	mgP/l	0.06	0.15	0.11	0.15	0.05	0.15
	TotN	mgN/l	2.8	2.8	2.0	2.4	1.6	1.5

*Het scheiden van de sliblijn en renovatie van de RWZI hebben geen merkbaar effect op de effluent- en oppervlaktewaterkwaliteit voor stikstof



Figuur 3.4: Huidige en toekomstige toestand voor de chemische waterkwaliteit

3.3 Haalbaarheid KRW-doelen

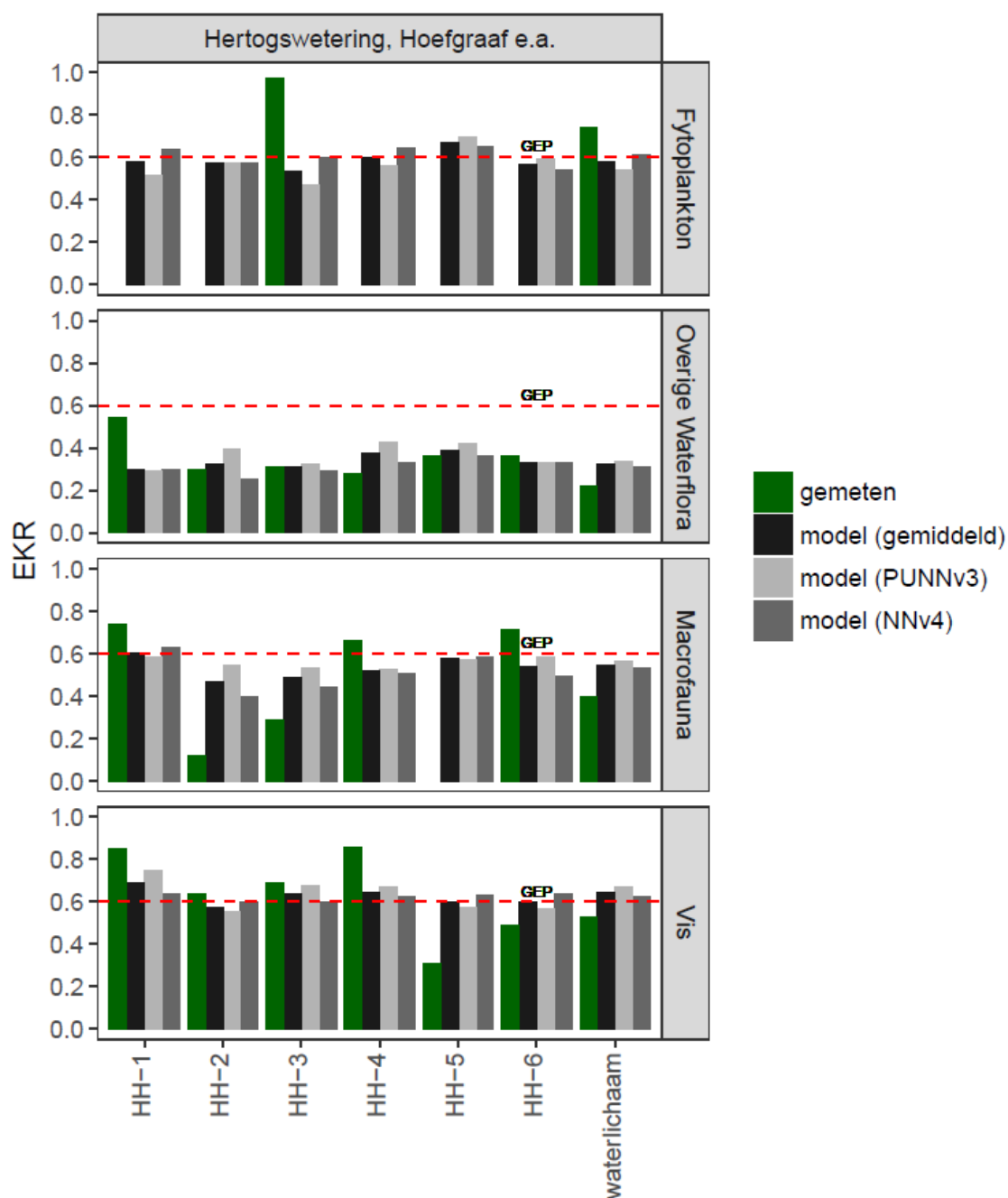
Validatie

Met de KRW-verkenner is onderzocht wat het ecologische effect van de maatregelen is en of dit voldoende is om de biologische KRW-doelen in 2027 te halen. Alvorens in te gaan op de voorspelde toekomstige situatie, is de KRW-verkenner eerst gevalideerd door de met de KRW-verkenner voorspelde huidige EKR's te vergelijken met de gemeten EKR's. Hieruit blijkt dat de voorspelde huidige toestand in het algemeen redelijk goed overeenkomt met de gemeten toestand behalve het traject HH1 voor overige waterflora en HH-2 en HH-3 voor macrofauna (figuur 3.5). Deze en andere (kleinere of minder relevante) verschillen zijn te verklaren door specifieke kenmerken van het systeem:

- Voor fytoplankton is maar in één traject gemeten (HH-3, Hertogswetering benedenstrooms de RWZI). De nutriëntenconcentraties zijn hier vrij hoog en de tools berekenen gemiddeld een kwaliteit onder de norm. Door de zeer korte verblijftijd (veel doorstroming) kan het fytoplankton echter niet tot hoge dichtheden komen en hierdoor is de EKR met 0.97 in 2016 erg hoog. In de factsheets is met 0.74 een lagere toestand voor het hele waterlichaam gerapporteerd (middeling over de laatste 3 jaar).
- Overige waterflora is in alle trajecten gemeten in 2017. Traject HH-1 (Hertogswetering bovenstrooms de RWZI) voorspelt het model een hogere EKR dan gemeten. Het bijbehorende meetpunt ligt echter in een veel breder deel: de Putwielen. Vooral voor overige waterflora kan dat afwijkingen geven in de EKR. In de overige trajecten sluiten de metingen en berekeningen goed op elkaar aan. De EKR van het waterlichaam als geheel is duidelijk lager dan de EKR per traject. Dit komt doordat de metingen in 2017 hoger waren dan de eerdere jaren, waardoor de EKR van het waterlichaam (gemiddeld over de laatste 3 meetjaren tot en met 2016) grofweg een tiende EKR lager ligt.
- Macrofauna is in vijf van de zes trajecten gemeten. Benedenstrooms de RWZI in HH-2 en HH-3 zijn de metingen lager dan de modeluitkomsten (gemiddeld ca. 0.2 EKR). Vermoedelijk speelt hier de eerder genoemde toxische druk een rol. Met name het toxische effect van de verschillende stoffen in het effluent, waaronder ammonium lijkt hier zichtbaar. Ammoniumpieken kunnen bijvoorbeeld leiden tot sterk verlaagde EKR's voor macrofauna en macrofyten (zie Kallistotoetsinstrument De Dommel; De Klein et al., 2014). De KRW-verkenner houdt geen rekening met ammonium waardoor de KRW-verkenner de betreffende EKR's overschat. In de overige trajecten is de gemeten EKR licht hoger dan de berekende EKR.

- Vis is in alle trajecten bemonsterd. Tussen de monsters zit wat meer variatie dan in de berekende waarden, maar gemiddeld liggen gemeten en berekende waarden dicht bij elkaar.

Samenvattend kan gesteld worden dat het model zeker bruikbaar is voor toepassing bij deze trajecten, mede door het relatief toepassen van het model waarmee voor kleine afwijkingen wordt gecorrigeerd. Bij de uitkomsten moet wel rekening gehouden worden met de toxische druk benedenstrooms van de RWZI voor macrofauna. Als die analoog aan de nutriëntenconcentratie dalen dan is maximaal een extra EKR-verbetering van 0.20 in deze trajecten mogelijk. Dit is meer dan eerder gezien bij de Dommel (Evers, in prep.), maar dat betreft ook een ander watertype (riviertje).



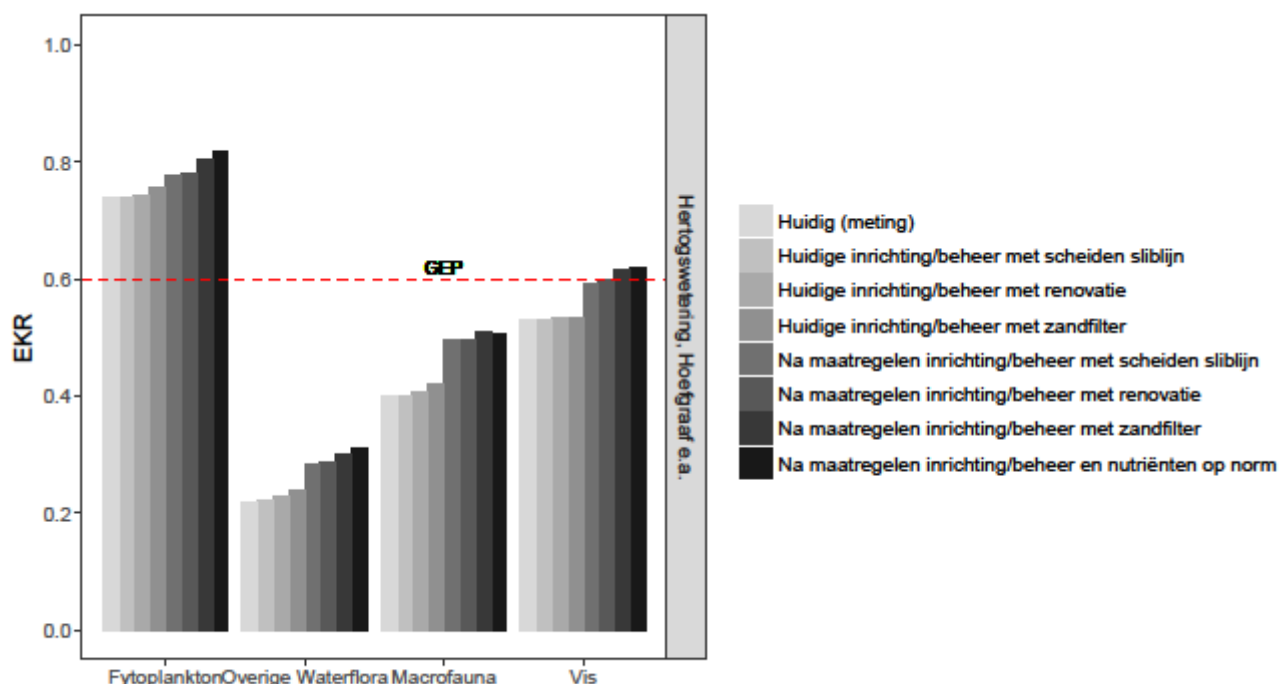
Figuur 3.5: Gemeten en berekende EKR's voor de huidige toestand per traject, ter validatie van het model.

Effecten maatregelen en doelbereik

De invoer van de KRW-Verkenner is opgenomen in bijlage 2. In tabel B1.1 staan per scenario de gebruikte waarden van de KRW-verkenner variabelen, die zijn afgeleid op basis van de ecologische stuurvariabelen (bijlage 1). Tabel B1.2 toont de door de KRW-verkenner berekende EKR-winst per deeltraject en laat tevens zien hoe deze EKR-winst is opgeschaald naar de EKR-winst voor het gehele waterlichaam. De maatregelen leiden tot een duidelijke EKR-winst, zeker de combinatie van inrichting/onderhoud/peilbeheer met een zandfilter op de RWZI en met de nutriënten overal op maximaal de norm (bijlage 2, tabel 3.5 en figuur 3.6). De verschillen tussen de RWZI-scenario's zijn relatief klein, maar bij plaatsing van een aanvullende filtratievoorziening zijn de berekende EKR's duidelijk het hoogst. Dit is dus ook het enige scenario waarbij de nutriëntendoelen haalbaar zijn benedenstrooms de RWZI (paragraaf 3.2, Waterkwaliteit).

De KRW-Verkennerberekeningen laten zien dat de KRW-doelen voor fytoplankton en vis na het nemen van de geplande inrichting- en beheermaatregelen haalbaar zijn (figuur 3.6; tabel 3.5 geeft de achterliggende EKR's). Voor vis geldt dit met name voor de combinatie van inrichting-/beheermaatregelen met de verregaande RWZI-maatregelen. Voor overige waterflora en macrofauna zijn op het eerste gezicht de huidige GEP's nog niet haalbaar. Dit is niet vreemd gezien de zeer lage huidige ecologische toestand, zeker voor overige waterflora, in de laatste KRW-toestandsbepaling (gegevens tot en met 2016). Zelfs al zou je de nutriënten kunnen verlagen tot de norm dan lijkt dit nog niet voldoende om de doelen te halen. Echter, bij macrofauna zagen we eerder dat de huidige kwaliteit benedenstrooms van de RWZI duidelijk lager was dan de berekende waarden. Dit schreven we toe aan toxische druk vanuit het effluent van o.a. ammonium, 4-tertiair octylfenol en medicijnresten. Wanneer de RWZI-maatregelen niet alleen leiden tot lagere nutriëntenconcentraties maar ook tot minder toxische druk, is in de benedenstroomse trajecten een aanvullende EKR-winst van ca. 0.2 haalbaar macrofauna. Op waterlichaamniveau blijft daar dan ca. 0.1 van over gezien de lengte van deze trajecten t.o.v. het totaal. Daarmee zou het GEP voor macrofauna van 0.60 net haalbaar zijn (bij plaatsing aanvullende filtratievoorziening/zandfilter).

Bij overige waterflora zagen we dat de meest recente metingen ca. een tiende hoger lagen dan de laatst bepaalde KRW-score voor de factsheets. Omdat we deze laatste officiële score als basis nemen voor deze analyses, geeft dit een onderschatting van de haalbare EKR van ook ca. een tiende. Voor overige waterflora is een GEP van 0.40 of maximaal 0.45 waarschijnlijk haalbaar.



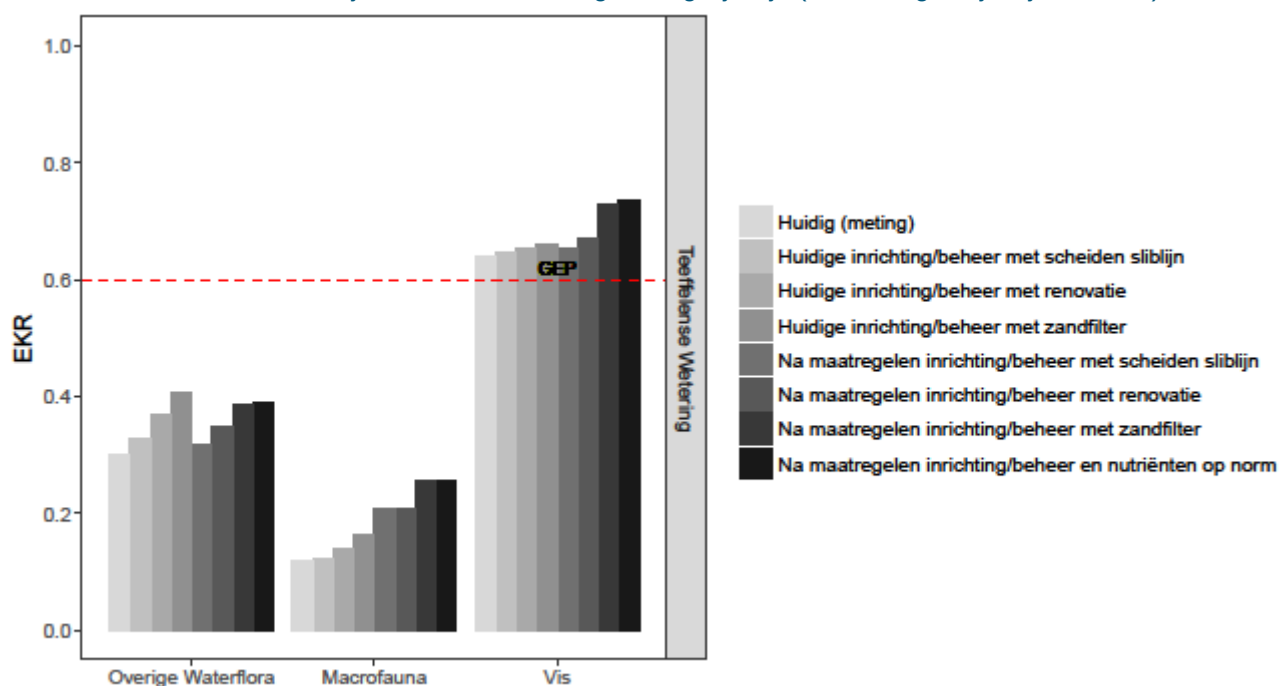
Figuur 3.6: Huidige en te verwachten EKR's in 2027 per maatregelscenario en biologische kwaliteitselement

Tabel 3.5: Huidige en te verwachten EKR's in 2027 per scenario

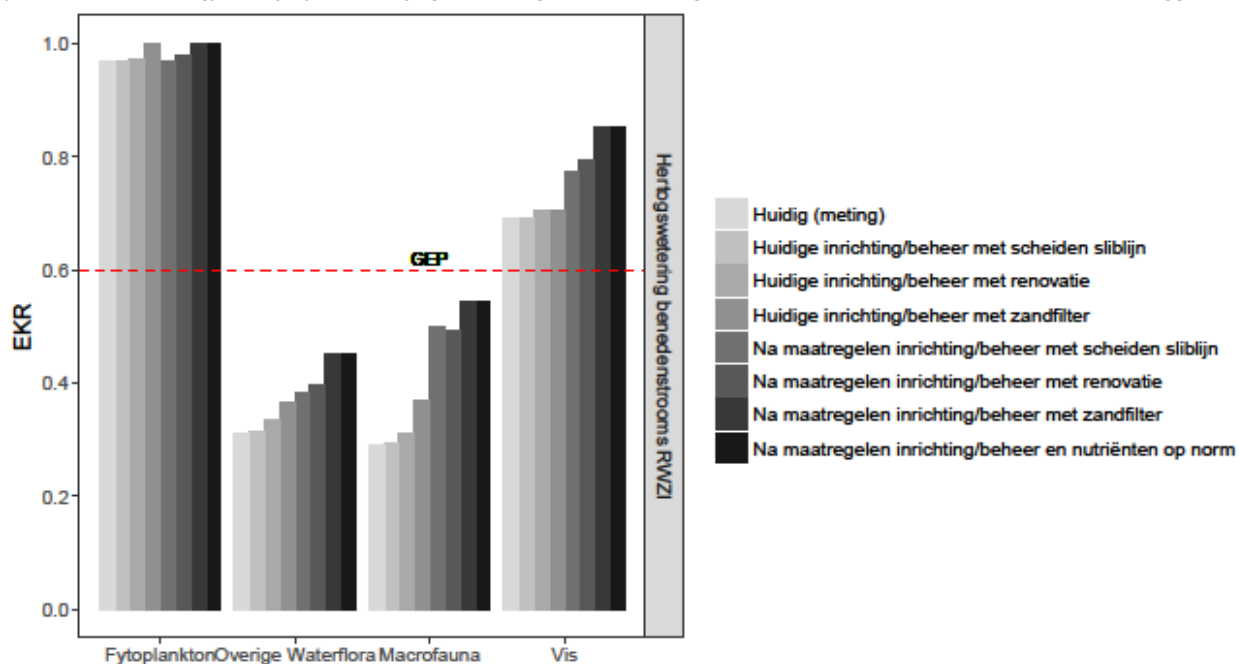
Element	Huidig	Alleen RWZI-maatregelen			Inclusief maatregelen inrichting, onderhoud en peilbeheer				GEP
		Scheiden sliblijn	Renovatie	Zandfilter	Scheiden sliblijn	Renovatie	Zandfilter	Nutriënten overal op GEP	
Fytoplankton	0.74	0.74	0.74	0.76	0.78	0.78	0.80	0.82	0.60
Overige Waterflora	0.22	0.22	0.23	0.24	0.28	0.29	0.30	0.31	0.60
Macrofauna	0.40	0.40	0.41	0.42	0.50	0.50	0.51	0.51	0.60
Vis	0.53	0.53	0.53	0.53	0.59	0.60	0.62	0.62	0.60

Wanneer we inzoomen op de deeltrajecten die onder invloed staan van de RWZI dan zien we dat ook daar de GEP's voor fytoplankton en vis haalbaar zijn na de maatregelen (figuur 3.7 en 3.8). Dat is ook al zo in de huidige toestand in die trajecten. Fytoplankton is in HH-2 overigens niet gemeten en daardoor niet verder meegenomen. De toestand voor overige waterflora en macrofauna laat in beide trajecten een duidelijke verbetering zien als gevolg van de maatregelen (zie ook tabel 3.6). Omdat we hier uitgaan van de laatst gemeten toestand (2017 voor overige waterflora) zien we dat een doel van 0.40 of 0.45 inderdaad realistisch is bij plaatsing van het zandfilter. Het waterkwaliteitsaspect is hier ook wat dominanter dan in het waterlichaam als geheel. Deels omdat alleen deze trajecten lagere nutriëntenconcentraties hebben in de maatregelvarianten, maar deels ook omdat in HH2 geen inrichtingsmaatregelen meer op het programma heeft staan. Dit leidt vooral bij overige waterflora tot een 'dubbel trapje' waarbij de nutriëntenconcentraties vrijwel volledig de EKR-winst bepalen. Opvallend daarbij is wel dat een zandfilter met huidig beheer nog net iets hogere EKR op lijkt te leveren dan een zandfilter met extensiever beheer (0.02 EKR hoger). Dit blijkt te worden veroorzaakt door een uitschieter in de PUNNV3 resultaten die het gemiddelde te ver omhoog halen. In de praktijk zal de EKR hetzelfde of net iets lager dan de EKR van de variant met het minder intensieve maaibeheer zijn.

In HH-3 staan nog wel inrichtingsmaatregelen gepland en hier zien we dus ook voor overige waterflora de hoogste EKR's bij de combinatie van maatregelen in het watersysteem met maatregelen op de RWZI. Ook hier zijn we een kleine misser bij het model om vergelijkbare reden als bij HH-2, maar dan voor macrofauna. In praktijk zal de EKR bij uitvoering van de maatregelen in het watersysteem, gecombineerd met het scheiden van de sliblijn of de renovatie ongeveer gelijk zijn (en niet lager zijn bij renovatie).



Figuur 3.7: Huidige en te verwachten EKR's in 2027 per maatregelscenario en biologische kwaliteitselement voor traject HH-2 (Teefelse Wetering), van fytoplankton zijn geen metingen van de huidige toestand en daarom is dit kwaliteitselement weggelaten.



Figuur 3.8: Huidige en te verwachten EKR's in 2027 per maatregelscenario en biologische kwaliteitselement voor traject HH-3 (Hertogswetering benedenstrooms RWZI)

Tabel 3.6: Huidige en te verwachten EKR's in 2027 per scenario voor HH2 en HH3

Element	Huidig	Alleen RWZI-maatregelen			Inclusief maatregelen inrichting, onderhoud en peilbeheer				GEP
		Scheiden slibblij	Renovatie	Zandfilter	Scheiden slibblij	Renovatie	Zandfilter	Nutriënten overall op GEP	
HH-2									
Fytoplankton	Onbekend								0.60
Overige Waterflora	0.30	0.33	0.37	0.41	0.32	0.35	0.39	0.39	0.60
Macrofauna	0.12	0.12	0.14	0.16	0.21	0.21	0.26	0.26	0.60
Vis	0.64	0.65	0.65	0.66	0.65	0.67	0.73	0.74	0.60
HH-3									
Fytoplankton	0.97	0.97	0.97	1.00	0.97	0.98	1.00	1.00	0.60
Overige Waterflora	0.31	0.32	0.34	0.37	0.38	0.40	0.45	0.45	0.60
Macrofauna	0.29	0.29	0.31	0.37	0.50	0.49	0.54	0.54	0.60
Vis	0.69	0.69	0.70	0.70	0.77	0.79	0.85	0.85	0.60

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Ecologische knelpunten en maatregelen

Op basis van de analyses zijn de volgende conclusies en aanbevelingen benoemd wat betreft knelpunten en effecten op de biologie van maatregelen:

- De biologische toestand van het waterlichaam Hertogswetering, Hoefgraaf e.a. is nog niet op orde. Met uitzondering van fytoplankton voldoet nu nog geen enkel kwaliteitselement (fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis) aan de gestelde doelen. Voor overige waterflora is het doelgat het grootste (ontoereikend), gevolgd door macrofauna (laag in matig). De laatste metingen uit 2017 van vis laten zien dat de doelen op de meeste plekken inmiddels al wel worden gehaald en ook de metingen van overige waterflora uit 2017 laten een verbetering zien. De resultaten van de macrofaunamonsters uit 2017 komen binnenkort beschikbaar en het is interessant om te zien of die ook een verbetering ten opzichte van 2017 laten zien. Het lijkt dus wel de goede kant op te gaan met de biologische kwaliteit. Mede door de aanleg van natuurvriendelijke oevers, maar ook verbetering van de effluentkwaliteit (zoals minder ammoniumpieken).
- Alleen met het plaatsen van een aanvullende filtratiestap, zoals een zandfilter op RWZI Oijen komen de nutriëtnormen binnen bereik in het beïnvloede deel van het waterlichaam. In de Roode Wetering (geen RWZI-invoer) zal daarvoor nog een reductie vanuit de landbouw plaats moeten vinden. Voor de Roode Wetering loopt ook een inrichtingsplan.
- De huidige biologische knelpunten worden waarschijnlijk voornamelijk veroorzaakt door hoge nutriëntenconcentratie (ESF1 'Productiviteit Water'), een intensief onderhoud (ESF6 'Verwijdering') en een tegennatuurlijk peil (mede sturend voor ESF4 'Habitatgeschiktheid'). Een aantal trajecten heeft daarnaast nog geen natuurlijke oeverinrichting (ESF4 'Habitatgeschiktheid'). Een exact beeld van de knelpunten kan nu nog niet geschetst worden, omdat een dergelijke analyse geen onderdeel is in deze fase van het project en ook nog niet volledig is uitgevoerd in de watersysteemanalyse uit 2015. Dit is wel aan te bevelen om later de onderbouwing bij eventuele doelaanpassing goed uit te kunnen voeren (zie aanbeveling in 4.2). ESF 5 'Toxiciteit' en ESF 7 'Organische belasting' vormen ook nog knelpunten via de te hoge ammoniumconcentraties, resten van geneesmiddelen en andere toxische stoffen vanuit het effluent. Dit is echter (nog) geen stuurvariabele in de KRW-Verkenner. Maar in de beïnvloede trajecten lijkt het een ca. 0.2 EKR verlagende werking op macrofauna te hebben. Een analyse met de ESF-tool voor toxiciteit kan hier nog nadere onderbouwing aan geven.
- Uit een workshop met medewerkers van het waterschap bleek dat er nog veel maatregelen op het programma staan voor inrichting, onderhoud en peilbeheer. Daarnaast zijn er vergaande maatregelscenario's op de RWZI in onderzoek. Vooral met de meest vergaande RWZI scenario's in combinatie met natuurvriendelijke inrichting, onderhoud en een vast peil zijn er duidelijk hogere EKR's te verwachten. De verschillen tussen de RWZI scenario's zijn beperkt, maar het zandfilter levert wel duidelijk de hoogste EKR's. De verschillen op waterlichaamniveau zijn ook beperkt omdat meer dan de helft van het waterlichaam niet wordt beïnvloed door de RWZI (dempend effect op het totaal). Op de benedenstrooms de RWZI gelegen trajecten is het verschil groter tussen de RWZI-scenario's, zeker in de Teeffelse Wetering.

4.2 Haalbaarheid KRW-doelen

De KRW-Verkennerberekeningen tonen aan dat de meeste KRW-doelen na het nemen van de geplande en aanvullende maatregelen haalbaar zijn. Dit is niet vreemd gezien de hoge huidige toestand voor fytoplankton (goed) en vis (boven in matig) en de uitgebreide maatregelen die zijn doorgerekend. Voor overige waterflora en in mindere mate macrofauna is de huidige toestand nog laag en het effect van de maatregelen conform KRW-Verkennerberekeningen mogelijk niet groot genoeg om aan de huidige doelen

te kunnen voldoen. Dit jaar (2018) kan het waterschap de doelen heroverwegen, middels de nieuwe Handleiding doelaflading (Werkgroep doelstellingen 2017).

We adviseren om alvorens eventueel tot doelaanpassing van met name overige waterflora over te gaan om eerst een volledige knelpuntenanalyse conform ESF methodiek uit te voeren (voorbeelden in Van Gerven & Evers, 2017a/b). Pas dan kan goed onderbouwd worden dat er daadwerkelijk knelpunten overblijven die niet opgelost kunnen worden zonder schade aan functies. De huidige analyse laat wel zien dat het probleem vooral in het onderhoud moet worden gezocht, in combinatie met toxiciteit, als dat niet parallel met verbetering voor nutriënten meeloopt op de zuivering (met name ammonium, geneesmiddelen en andere toxische stoffen in het effluent).

Referenties

Buskens, R., I. Barten, M. Kits en H. Vermulst, 2012. Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (HOW). Royal HaskoningDHV Rapport, Den Bosch.

Werkgroep Doelstellingen, 2017. Handreiking doelaflleiding KRW.

Evers C.H.M., A.J.M. van den Broek, R. Buskens, A. van Leerdam, R.A.E. Knoben, F.C.J. van Herpen, 2012. Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA rapport 2012-34.

Evers. C.H.M., in prep. Watersysteemrapportages Waterschap De Dommel. Royal HaskoningDHV en Waterschap De Dommel.

Gerven, L.P.A. van, C.H.M. Evers, 2017a. KRW-watersysteemanalyse Beken Groesbeek. Knelpunten en doelenanalyse. RHDHV rapport, Amersfoort.

Gerven, L.P.A. van en C.H.M. Evers, 2017b. KRW-watersysteemanalyse Boezem Schieland. Welke KRW-doelen zijn haalbaar? RHDHV rapport, Amersfoort.

Hulst, W. van der, B. Brugmans, M. Moeleker en Hanneke van Zuilichem, 2017. Effect nutriëntenreductie effluent rwzi Oijen op de waterkwaliteit van de Hertogswetering. Waterschap Aa en Maas, afd. Onderzoek & Monitoring Den Bosch.

Klein, J., C.H.M. Evers, O. van Zanten, I. Barten, E. Peeters, 2014. Een Ecologisch Toetsingskader (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.

KRW-factsheets met rapportagejaar 2016, Waterkwaliteitsportaal:

<https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Data/Publiek?viewName=Bronbestanden&year=2016&month=December>

Moeleker, M. in prep. Hertogswetering – Effecten rwzi Oijen op ecologie. Waterschap Aa en Maas, Den Bosch

Witteveen + Bos, 2015. Watersysteemanalyse conform ESF's. In opdracht van Waterschap Aa en Maas. Versie 30 december 2015.

Bijlage 1: Waarden ESV's

Tabel B1.1: Waarden stuurvariabelen voor en na maatregelen.

Traject-nummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid	Meetjaar	Bron
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	53	58	%		Programma in beeld
HH-2	Teeffelse Wetering	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	57	57	%		Programma in beeld
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	22	77	%		Programma in beeld
HH-4	Hoefgraaf	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	34	50	%		Programma in beeld
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	0	50	%		Programma in beeld
HH-6	Roode Wetering	Percentage natuurvriendelijke oevers (NVO)	0	50	%		Programma in beeld
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Oeverbeschoeiing %	6.3	5	%		Legger
HH-2	Teeffelse Wetering	Oeverbeschoeiing %	5.2	5	%		Legger
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Oeverbeschoeiing %	0.2	0.2	%		Legger
HH-4	Hoefgraaf	Oeverbeschoeiing %	2.5	2	%		Legger
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Oeverbeschoeiing %	6.8	2.5	%		Legger
HH-6	Roode Wetering	Oeverbeschoeiing %	6.3	5	%		Legger
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Steile oever	40.9	37	%		Verschil NVO en beschoeiing
HH-2	Teeffelse Wetering	Steile oever	37.8	38	%		Verschil NVO en beschoeiing
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Steile oever	77.6	23	%		Verschil NVO en beschoeiing
HH-4	Hoefgraaf	Steile oever	63.9	48	%		Verschil NVO en beschoeiing
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Steile oever	93.2	48	%		Verschil NVO en beschoeiing
HH-6	Roode Wetering	Steile oever	93.7	45	%		Verschil NVO en beschoeiing

Traject-nummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid	Meetjaar	Bron
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Maaifrequentie	2.0	2	1/jaar		Expert judgement
HH-2	Teeffelse Wetering	Maaifrequentie	5.7	2	1/jaar		Expert judgement
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Maaifrequentie	3.2	2	1/jaar		Expert judgement
HH-4	Hoefgraaf	Maaifrequentie	4.0	2	1/jaar		Expert judgement
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Maaifrequentie	0.6	0.6	1/jaar		Expert judgement
HH-6	Roode Wetering	Maaifrequentie	1.0	1.0	1/jaar		Expert judgement
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	50	50	%		Expert judgement
HH-2	Teeffelse Wetering	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%		Expert judgement
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%		Expert judgement
HH-4	Hoefgraaf	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%		Expert judgement
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%		Expert judgement
HH-6	Roode Wetering	Maaointensiteit (percentage gemaaid profiel)	70	50	%		Expert judgement
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-		Expert judgement
HH-2	Teeffelse Wetering	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-		Expert judgement
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-		Expert judgement
HH-4	Hoefgraaf	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-		Expert judgement
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet	Maaimethoden (knippen,	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-		Expert judgement

Traject-nummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid	Meetjaar	Bron
	e.a.	afvoeren, materieel?)					
HH-6	Roode Wetering	Maaimethoden (knippen, afvoeren, materieel?)	Sleepmes/kraan	Maaibalk/Kraan	-		Expert judgement
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar		Expert judgement
HH-2	Teeffelse Wetering	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar		Expert judgement
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar		Expert judgement
HH-4	Hoefgraaf	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar		Expert judgement
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar		Expert judgement
HH-6	Roode Wetering	Baggerfrequentie	7	7	1/jaar		Expert judgement
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-		Peilbesluit
HH-2	Teeffelse Wetering	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-		Peilbesluit
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-		Peilbesluit
HH-4	Hoefgraaf	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-		Peilbesluit
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-		Peilbesluit
HH-6	Roode Wetering	Peilbeheer (natuurlijk, vast, tegennatuurlijk)	Tegennatuurlijk	Vast peil	-		Peilbesluit
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Scheepvaart (geen, extensief, intensief)	Geen	Geen	-		Expert judgement
HH-2	Teeffelse Wetering	Scheepvaart (geen, extensief, intensief)	Geen	Geen	-		Expert judgement
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Scheepvaart (geen, extensief, intensief)	Geen	Geen	-		Expert judgement
HH-4	Hoefgraaf	Scheepvaart (geen, extensief, intensief)	Geen	Geen	-		Expert judgement

Traject-nummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid	Meetjaar	Bron
		intensief)					
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Scheepvaart (geen, extensief, intensief)	Geen	Geen	-		Expert judgement
HH-6	Roode Wetering	Scheepvaart (geen, extensief, intensief)	Geen	Geen	-		Expert judgement
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Zomergemiddelde Stikstof totaal	2.9	2.9 / 2.9 / 2.9 / 2.8	mg N/l	2015	Waterkwaliteitsdatabase
HH-2	Teeffelse Wetering	Zomergemiddelde Stikstof totaal	2.9	2.9 / 2.9 / 2.8 / 2.8	mg N/l	2016	Waterkwaliteitsdatabase
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Zomergemiddelde Stikstof totaal	2.6	2.6 / 2.6 / 2 / 2	mg N/l	2016	Waterkwaliteitsdatabase
HH-4	Hoefgraaf	Zomergemiddelde Stikstof totaal	2.4	2.4 / 2.4 / 2.4 / 2.4	mg N/l	2014	Waterkwaliteitsdatabase
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Zomergemiddelde Stikstof totaal	1.6	1.6 / 1.6 / 1.6 / 1.6	mg N/l	2015	Waterkwaliteitsdatabase
HH-6	Roode Wetering	Zomergemiddelde Stikstof totaal	1.5	1.5 / 1.5 / 1.5 / 1.5	mg N/l	2014	Waterkwaliteitsdatabase
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Zomergemiddelde Fosfor totaal	0.06	0.06 / 0.06 / 0.06 / 0.06	mg P/l	2015	Waterkwaliteitsdatabase
HH-2	Teeffelse Wetering	Zomergemiddelde Fosfor totaal	0.52	0.40 / 0.26 / 0.17 / 0.15	mg P/l	2016	Waterkwaliteitsdatabase
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Zomergemiddelde Fosfor totaal	0.27	0.25 / 0.17 / 0.11 / 0.11	mg P/l	2016	Waterkwaliteitsdatabase
HH-4	Hoefgraaf	Zomergemiddelde Fosfor totaal	0.16	0.16 / 0.16 / 0.16 / 0.15	mg P/l	2014	Waterkwaliteitsdatabase
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Zomergemiddelde Fosfor totaal	0.05	0.05 / 0.05 / 0.05 / 0.05	mg P/l	2015	Waterkwaliteitsdatabase
HH-6	Roode Wetering	Zomergemiddelde Fosfor totaal	0.26	0.26 / 0.26 / 0.26 / 0.15	mg P/l	2014	Waterkwaliteitsdatabase
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Fytoplankton	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-2	Teeffelse Wetering	Fytoplankton	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Fytoplankton	0.97		EKR	2016	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-4	Hoefgraaf	Fytoplankton	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Fytoplankton	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit

Traject-nummer	Deeltrajectomschrijving	Toets	Waarde huidig	Waarde na maatregelen	Eenheid	Meetjaar	Bron
HH-6	Roode Wetering	Fytoplankton	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Overige waterflora	0.30		EKR	2014	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-2	Teeffelse Wetering	Overige waterflora	0.05		EKR	2014	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Overige waterflora	0.02		EKR	2014	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-4	Hoefgraaf	Overige waterflora	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Overige waterflora	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-6	Roode Wetering	Overige waterflora	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Macrofauna	0.74		EKR	2014	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-2	Teeffelse Wetering	Macrofauna	0.12		EKR	2015	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Macrofauna	0.29		EKR	2016	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-4	Hoefgraaf	Macrofauna	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Macrofauna	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-6	Roode Wetering	Macrofauna	Niet recent gemeten		EKR		Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-1	Hertogswetering bovenstrooms RWZI	Vissen	0.85		EKR	2017	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-2	Teeffelse Wetering	Vissen	0.64		EKR	2017	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-3	Hertogswetering benedenstrooms RWZI	Vissen	0.69		EKR	2017	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-4	Hoefgraaf	Vissen	0.86		EKR	2017	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-5	Grote Wetering/Nieuwe Vliet e.a.	Vissen	0.31		EKR	2017	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit
HH-6	Roode Wetering	Vissen	0.49		EKR	2017	Waterkwaliteitsdatabase toetsing Aquokit

Bijlage 2: Invoer en berekeningen KRW-Verkenner

Projectgerelateerd



Tabel B2.1: Invoer stuurvariabelen KRW-Verkenner

NODEID	YEAR	BOD	Chloride	Connectivity	Maintenance	Meandering	N	P	Shadow	Shipping	Shore	WaterlevelDynamics	Weir
HH-1	2016	0	0	0	1.4	0	2.9	0.06	0	2	2.5	1	0
HH-2	2016	0	0	0	1	0	2.9	0.52	0	2	2.5	1	0
HH-3	2016	0	0	0	1.2	0	2.6	0.27	0	2	2.2	1	0
HH-4	2016	0	0	0	1.1	0	2.4	0.16	0	2	2.3	1	0
HH-5	2016	0	0	0	1.2	0	1.6	0.05	0	2	1.9	1	0
HH-6	2016	0	0	0	1.2	0	1.5	0.26	0	2	1.9	1	0
HH-1	2017	0	0	0	1.4	0	2.9	0.06	0	2	2.5	1	0
HH-2	2017	0	0	0	1	0	2.9	0.40	0	2	2.5	1	0
HH-3	2017	0	0	0	1.2	0	2.6	0.25	0	2	2.2	1	0
HH-4	2017	0	0	0	1.1	0	2.4	0.16	0	2	2.3	1	0
HH-5	2017	0	0	0	1.2	0	1.6	0.05	0	2	1.9	1	0
HH-6	2017	0	0	0	1.2	0	1.5	0.26	0	2	1.9	1	0
HH-1	2018	0	0	0	1.4	0	2.9	0.06	0	2	2.5	1	0
HH-2	2018	0	0	0	1	0	2.9	0.26	0	2	2.5	1	0
HH-3	2018	0	0	0	1.2	0	2.6	0.17	0	2	2.2	1	0
HH-4	2018	0	0	0	1.1	0	2.4	0.16	0	2	2.3	1	0
HH-5	2018	0	0	0	1.2	0	1.6	0.05	0	2	1.9	1	0
HH-6	2018	0	0	0	1.2	0	1.5	0.26	0	2	1.9	1	0
HH-1	2019	0	0	0	1.4	0	2.9	0.06	0	2	2.5	1	0
HH-2	2019	0	0	0	1	0	2.8	0.17	0	2	2.5	1	0

Projectgerelateerd



NODEID	YEAR	BOD	Chloride	Connectivity	Maintenance	Meandering	N	P	Shadow	Shipping	Shore	WaterlevelDynamics	Weir
HH-3	2019	0	0	0	1.2	0	2.0	0.11	0	2	2.2	1	0
HH-4	2019	0	0	0	1.1	0	2.4	0.16	0	2	2.3	1	0
HH-5	2019	0	0	0	1.2	0	1.6	0.05	0	2	1.9	1	0
HH-6	2019	0	0	0	1.2	0	1.5	0.26	0	2	1.9	1	0
HH-1	2027	0	0	0	1.5	0	2.9	0.06	0	2	2.5	2	0
HH-2	2027	0	0	0	1	0	2.9	0.40	0	2	2.5	2	0
HH-3	2027	0	0	0	1.2	0	2.6	0.25	0	2	2.8	2	0
HH-4	2027	0	0	0	1.5	0	2.4	0.16	0	2	2.5	2	0
HH-5	2027	0	0	0	1.5	0	1.6	0.05	0	2	2.5	2	0
HH-6	2027	0	0	0	1.5	0	1.5	0.26	0	2	2.5	2	0
HH-1	2028	0	0	0	1.5	0	2.9	0.06	0	2	2.5	2	0
HH-2	2028	0	0	0	1	0	2.9	0.26	0	2	2.5	2	0
HH-3	2028	0	0	0	1.2	0	2.6	0.17	0	2	2.8	2	0
HH-4	2028	0	0	0	1.5	0	2.4	0.16	0	2	2.5	2	0
HH-5	2028	0	0	0	1.5	0	1.6	0.05	0	2	2.5	2	0
HH-6	2028	0	0	0	1.5	0	1.5	0.26	0	2	2.5	2	0
HH-1	2029	0	0	0	1.5	0	2.9	0.06	0	2	2.5	2	0
HH-2	2029	0	0	0	1.5	0	2.8	0.17	0	2	2.5	2	0
HH-3	2029	0	0	0	1.5	0	2.0	0.11	0	2	2.8	2	0
HH-4	2029	0	0	0	1.5	0	2.4	0.16	0	2	2.5	2	0
HH-5	2029	0	0	0	1.5	0	1.6	0.05	0	2	2.5	2	0
HH-6	2029	0	0	0	1.5	0	1.5	0.26	0	2	2.5	2	0
HH-1	2030	0	0	0	1.5	0	2.8	0.06	0	2	2.5	2	0

Projectgerelateerd



NODEID	YEAR	BOD	Chloride	Connectivity	Maintenance	Meandering	N	P	Shadow	Shipping	Shore	WaterlevelDynamics	Weir
HH-2	2030	0	0	0	1.5	0	2.8	0.15	0	2	2.5	2	0
HH-3	2030	0	0	0	1.5	0	2.0	0.11	0	2	2.8	2	0
HH-4	2030	0	0	0	1.5	0	2.4	0.15	0	2	2.5	2	0
HH-5	2030	0	0	0	1.5	0	1.6	0.05	0	2	2.5	2	0
HH-6	2030	0	0	0	1.5	0	1.5	0.15	0	2	2.5	2	0

Tabel B2.2: Berekende EKR-winst per scenario

ID	Scenario	HH-1	HH-2	HH-3	HH-4	HH-5	HH-6	Gehele waterlichaam
Lengte_m		19684	2830	12936	7473	4683	9305	56911
fractie		0.3458734	0.049726766	0.227302279	0.131310292	0.082286377	0.163500905	1
	Huidig met scheiden sliblijn	0	0.016845	0	0	0	0	0.000837647
	Huidig met renovatie	0	0.037399	0.001978	0	0	0	0.002309335
	Huidig met zandfilter	0	0.0638865	0.0559355	0	0	0	0.015891136
	Na maatregelen met scheiden sliblijn	0.08397	0	0	0	0.093042	0	0.036699077
	Na maatregelen met renovatie	0.08397	0	0.0110795	0	0.093042	0	0.039217473
	Na maatregelen met zandfilter	0.08397	0	0.121849	0	0.093042	0	0.064395632
	Na maatregelen en nutriënten op norm	0.087488	0	0.121849	0	0.093042	0.06978	0.077021508
Overige Waterflora	Huidig met scheiden sliblijn	0	0.0277065	0.0050435	0	0	0	0.002524154
	Huidig met renovatie	0	0.070128	0.0256005	0	0	0	0.009306291
	Huidig met zandfilter	0	0.105533	0.0556735	0	0	0	0.017902528
	Na maatregelen met scheiden sliblijn	0.0711845	0.0188845	0.0735235	0.0421205	0.047896	0.0658805	0.062515513
	Na maatregelen met renovatie	0.0711845	0.0487335	0.0860305	0.0421205	0.047896	0.0658805	0.066842677
	Na maatregelen met zandfilter	0.0711845	0.08712	0.1411615	0.0421205	0.047896	0.0658805	0.081282915
	Na maatregelen en nutriënten op norm	0.077567	0.0890285	0.1411615	0.0436935	0.047896	0.101225	0.089570764

Projectgerelateerd



ID	Scenario	HH-1	HH-2	HH-3	HH-4	HH-5	HH-6	Gehele waterlichaam
Macrofauna	Huidig met scheiden sliblijn	0	0.0027875	0.003425	0	0	0	0.000917124
	Huidig met renovatie	0	0.0182035	0.0214435	0	0	0	0.005779358
	Huidig met zandfilter	0	0.0432915	0.078002	0	0	0	0.019882779
	Na maatregelen met scheiden sliblijn	0.000106	0.0872925	0.210696	0.1109085	0.07267	0.1486275	0.097113027
	Na maatregelen met renovatie	0.000106	0.089365	0.20318	0.1109085	0.07267	0.1486275	0.095507681
	Na maatregelen met zandfilter	0.000106	0.1354255	0.252827	0.1109085	0.07267	0.1486275	0.109082997
	Na maatregelen en nutriënten op norm	0.004762	0.1361005	0.252827	0.1106135	0.07267	0.130985	0.107803648
Vis	Huidig met scheiden sliblijn	0	0.005998	0.0024405	0	0	0	0.000852992
	Huidig met renovatie	0	0.012305	0.014382	0	0	0	0.003880949
	Huidig met zandfilter	0	0.019353	0.0146635	0	0	0	0.004295409
	Na maatregelen met scheiden sliblijn	0.011277	0.0143825	0.0844075	0.050292	0.1422945	0.13335	0.063917228
	Na maatregelen met renovatie	0.011277	0.030812	0.1034015	0.050292	0.1422945	0.13335	0.069051594
	Na maatregelen met zandfilter	0.011277	0.089773	0.16168	0.050292	0.1422945	0.13335	0.085230369
	Na maatregelen en nutriënten op norm	0.017703	0.0953285	0.16168	0.0529285	0.1422945	0.1426285	0.089592451