

AQUATISCH-ECOLOGISCH EFFECT HERINRICHTING KONINGSDIEP

Achtergronddocument bij m.e.r.



In opdracht van Provinsje Fryslân en Wetterskip Fryslân
2025

COLOFON

Titel:	Aquatisch-ecologisch effect herinrichting Koningsdiep. Achtergronddocument bij m.e.r.	
Auteur:		(Torenbeek Consultant)
Datum:	12 maart 2025	
Status:	Definitief	
In opdracht van:	Provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân	
Begeleiding:	 (provincie Fryslân),	 (Wetterskip Fryslân)

INHOUD

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel	4
1.3	Leeswijzer.....	5
2	Werkwijze	6
2.1	Referentiesituatie	6
2.2	Traject	6
2.3	Uitwerking criteria	7
2.4	Stuurknoppen.....	8
3	Analyse ecologische sleutelfactoren	9
3.1	Hydro-morfologie.....	9
3.2	Habitat.....	16
3.3	Chemische waterkwaliteit.....	17
3.4	Connectiviteit	20
3.5	Samenvatting sleutelfactoren per traject.	22
4	Effecten op flora en fauna	24
4.1	Vis	24
4.2	Macrofauna	26
4.3	Waterplanten	29
5	Effect op KRW-score.....	31
5.1	KRW-beoordelingsmethode.....	31
5.2	Vis	32
5.3	Macrofauna	33
5.4	Macrophyten.....	34
6	Discussie.....	35
6.1	Discussie methodiek	35
6.2	Stuurknoppen voor optimalisering inrichting	36
7	Conclusies en aanbevelingen	38
7.1	Conclusies.....	38
7.2	Beoordeling criteria voor m.e.r.	39
7.3	Aanbevelingen.....	40
Bijlage 1.	Literatuur	41
Bijlage 2.	Locaties uitvoer Sobek-modellering.....	43
Bijlage 3.	Resultaten SOBEK Berekeningen VKA- Debieten	44
Bijlage 4.	Waterstanden VKA	45
Bijlage 5.	Stroomsnelheden VKA	47
Bijlage 6.	Frequentieverdeling stroomsnelheden VKA	49
Bijlage 7.	Inundaties	51
Bijlage 8.	Chemische gegevens	54
Bijlage 9.	Ecologie kenmerkende soorten	56
Bijlage 10.	Milieupreferenties macrofauna	58
Bijlage 11.	Aangetroffen macrofyten.....	60

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Er ligt een plan voor natuurontwikkeling van het Koningsdiep¹. Voor dit plan wordt ook een Milieueffectrapportage (m.e.r.) opgesteld. In deze m.e.r. worden de effecten van het voorgenomen plan (voorkeursalternatief, VKA) op allerlei onderwerpen in kaart gebracht. Het effect op de aquatisch-ecologische waarden van de beek is één van die onderwerpen. In deze notitie wordt dit effect zo kwantitatief mogelijk beschreven. De samenvatting is (wordt) in het m.e.r. opgenomen.

1.2 Doel

Het doel is het verkrijgen van een - zo mogelijk - kwantitatief inzicht in het effect van de maatregelen in het Voorkeursalternatief (VKA) op de volgende parameters:

- Afvoerdynamiek,
- Stroming en stagnatie,
- Connectiviteit,
- Diversiteit in aquatische biotopen,
- Belasting en toxiciteit.

Aan de hand van deze parameters, de zogeheten randvoorwaarden of Ecologische Sleutelfactoren, wordt een inschatting gemaakt van de toekomstige ecologische waterkwaliteit. Hierbij wordt gekeken naar de biodiversiteit op de locaties waar de maatregelen getroffen worden en hoe dit doorwerkt op de KRW maatlatten en de KRW-beoordeling van het waterlichaam Koningsdiep.

De beoordelingen van de Ecologische Sleutelfactoren bieden tevens houvast om de inrichting en het beheer van het Koningsdiep verder te optimaliseren. Een nevensdoel is om de belangrijkste stuurknoppen te benoemen die tot een betere beoordeling van de Ecologische Sleutelfactoren kunnen leiden en daarmee een optimalisatie van de (te verwachten) ecologische waterkwaliteit.

¹ De formele topografische naam is: Alldjip. Het KRW-waterlichaam heet: Koningsdiep.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt de werkwijze beschreven. Hoe wordt de referentiesituatie in beeld gebracht; welke trajecten worden onderzocht en welke aspecten (criteria) onderzocht worden.

In hoofdstuk 3 worden de effecten van het VKA op de Ecologische Sleutelfactoren besproken. In hoofdstuk 4 worden de effecten op de aquatische flora en fauna in algemene zin besproken. In hoofdstuk 5 wordt besproken welk effect het VKA op de KRW-score naar verwachting heeft.

In hoofdstuk 5 vindt een discussie over de gevolgde methodiek plaats. Daarnaast worden stuurknoppen benoemd die gebruikt kunnen worden om de beoordeling van de Ecologische Sleutelfactoren te verhogen en daarmee de inrichting van het Koningsdiep te optimaliseren.

In het laatste hoofdstuk staan de conclusies en aanbevelingen. Naast de algemene conclusies worden ook de effecten gegeven van het VKA op de criteria die in het m.e.r. beoordeeld worden.

2 WERKWIJZE

2.1 Referentiesituatie

In dit onderzoek wordt, zoals in hoofdstuk 1 is aangegeven, het te verwachten ecologisch effect van het Voorkeursalternatief (VKA) beoordeeld. Hierbij is voor een belangrijk deel gebruik gemaakt van hydrologische modellering met het programma SOBEK. De effecten van het VKA moeten vergeleken worden met de situatie bij autonome ontwikkeling. Voor de aquatisch-ecologische kwaliteit van het Koningsdiep zijn er geen grote ontwikkelingen te verwachten als het VKA niet wordt uitgevoerd. Het enige is dat er een gering effect op de chemische waterkwaliteit te verwachten is (nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen) op basis van generiek beleid. De effecten van die geringe ontwikkeling in fysisch- chemische waterkwaliteit zal nauwelijks effect hebben op de aquatische flora en fauna, omdat de chemische waterkwaliteit niet het belangrijkste ecologische knelpunt is. De situatie bij autonome ontwikkeling is dus goed vergelijkbaar met de huidige situatie of de situatie van enkele jaren terug. Het effect van het VKA wordt daarom in dit document beschreven ten opzicht van de huidige situatie of gegevens en analyses van enkele jaren geleden.

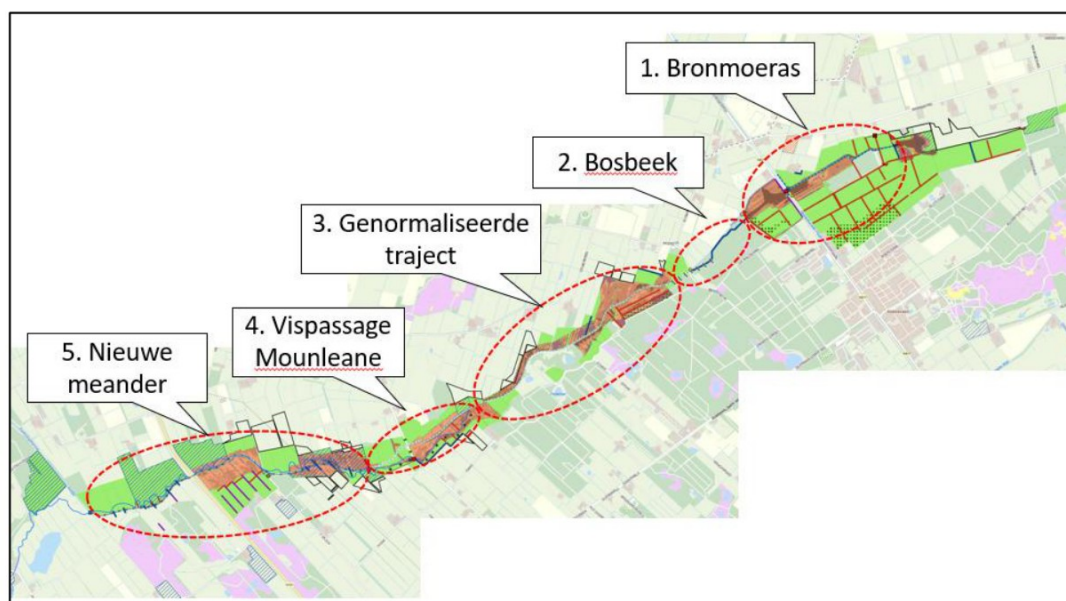
2.2 Traject

Deze notitie gaat over de aquatisch-ecologische effecten van het VKA. Een belangrijk doel van het VKA is een zoveel mogelijk stromende en migreerbare beek te ontwikkelen met een levensgemeenschap (flora en fauna) die zoveel mogelijk past bij een natuurlijke beek. In dit document wordt daarom alleen het traject van brongebied via de bosbeek tot aan het verdeelwerk bij de Poasen beoordeeld (dit is inclusief de bypass bij Mounleane en de nieuwe meander in het meest benedenstroomse deel). Andere oppervlaktewateren worden niet beoordeeld.

De beoordeelde trajecten zijn dus (zie ook Figuur 1):

1. Bronmoeras,
2. Bosbeek, inclusief de bypass langs de stuw Baekendyk,
3. Het huidige, genormaliseerde traject tussen Baekendyk en de bypass Mounleane,
4. De bypass Mounlaeane,
5. De nieuwe meander vanaf de bypass Mounleane tot aan het verdeelwerk bij De Poasen.

Overigens is het ontwerp van de bypass bij Baekendyk (bekkenpassage) nog in ontwikkeling. In deze notitie wordt ervan uitgegaan dat er voor een optimale ecologische inrichting wordt gekozen en de ecologische effecten van de bypass ten minste vergelijkbaar of mogelijk ecologisch beter zijn met die in de bosbeek, omdat het verhang in de bypass groter is en dus de stroomsnelheid hoger dan in de bosbeek. De bypass Baekendyk wordt echter in voorliggend rapport niet apart beoordeeld.



Figuur 1 Beoordeelde trajecten

In het traject dat onderzocht wordt, ligt een aantal locaties waarvan uitvoer van de Sobek-modellering is gegenereerd. Deze locaties zijn aangegeven in Bijlage 2.

2.3 Uitwerking criteria

De criteria die bij het doel (paragraaf 1.2) zijn geformuleerd, zijn deels sturende factoren voor de aquatische flora en fauna. Deze factoren worden zo goed mogelijk gekwantificeerd. Aan de hand daarvan wordt een kwalitatieve inschatting gemaakt op het voorkomen en de verspreiding van (doel) soorten. Die inschatting wordt tenslotte vertaald naar een kwantitatief effect op de KRW-maatlat.

Ecologische sleutelfactoren

De sturende factoren zijn de abiotische omstandigheden (of: milieufactoren) die van belang zijn voor de soortensamenstelling van de flora en fauna. De sturende factoren zijn door de STOWA beschreven als Ecologische Sleutelfactoren (ESF's), met per ESF een beschrijving en methoden of tools om de betreffende ESF te analyseren en te beoordelen (Reeze & Buijse, 2015). De analyse van de ESF's is ook gevolgd door Ecofide (Reeze & Laseroms, 2015). Die analyse is dus goed bruikbaar als beschrijving van de huidige situatie. Mede op basis van de rapportage van Ecofide (met enkele aanpassingen) worden in voorliggende notitie de volgende aspecten van de ESF's onderzocht, zowel in de huidige situatie (Referentie) als de toekomstige (VKA):

1. Hydro-morfologie (ESF Afvoerdynamiek, ESF Grondwater, ESF Stagnatie en ESF Natte doorsnee):
 - a. Verhang,
 - b. Afvoerdynamiek,
 - c. Profiel,
 - d. Stagnatie,
 - e. Weerstand door waterplanten,
 - f. Stroomsnelheid,
2. Habitat (ESF Bufferzone en ESF Waterplanten):
 - a. Bodemsubstraat,
 - b. Oeverbegroeiing,
 - c. Dood hout,
3. Chemische waterkwaliteit (ESF Belasting en ESF Toxiciteit):
 - a. Nutriënten,
 - b. Zuurstof,
 - c. Anorganisch koolstof,
 - d. Toxiciteit,
4. Connectiviteit (ESF Connectiviteit):
 - a. Bereikbaarheid voor vis,
 - b. Herkolonisatie waterplanten en macrofauna.

Flora en fauna

Vervolgens is het effect van de gewijzigde omstandigheden van de ESF's voor flora en fauna onderzocht. De onderzochte soortgroepen zijn de soortgroepen die ook in de Kaderrichtlijn Water (KRW) voor beken van belang zijn, namelijk waterflora, macrofauna en vis. De effecten zijn voor twee parameters in beeld gebracht:

- De biodiversiteit. De vraag daarbij is: welke extra soorten zijn in het VKA te verwachten. Hiervoor is gebruik gemaakt van habitateisen van (doel)soorten.
- Ecologische Kwaliteitsratio (EKR). De KRW beoordeelt de ecologische kwaliteit aan de hand van maatlatten, die gebaseerd zijn op de soortensamenstelling. Als eenheid wordt de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) gebruikt, die aangeeft in hoeverre de soortensamenstelling lijkt op de die van de Referentiesituatie (voor de KRW is dat de situatie zonder menselijke beïnvloeding). Het doel voor het waterlichaam Koningsdiep is ook op deze maatlat, dus als EKR vastgelegd.

2.4 Stuurknoppen

Voor het benoemen van stuurknoppen, waarmee het ecologisch effect van de herinrichting mogelijk verder geoptimaliseerd kan worden, is gebruik gemaakt van de beoordeling van de Ecologische Sleutelfactoren en verder van expert judgement.

3 ANALYSE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

3.1 Hydro-morfologie

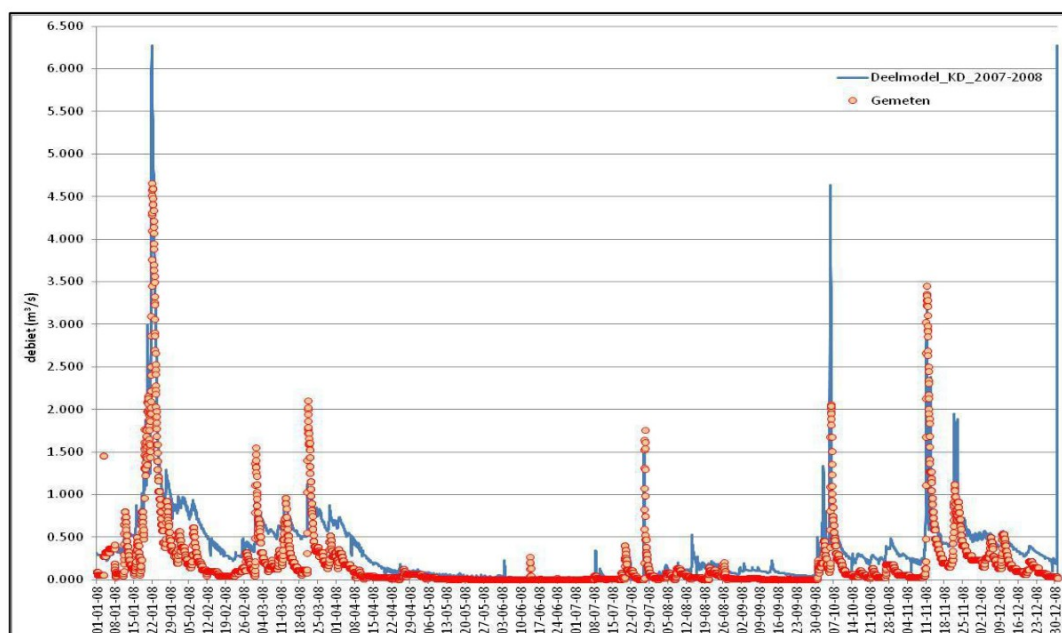
3.1.1 Verhang

Reeze & Laseroms (2015) constateren dat het verhang in het Koningsdiep zeer gering is. Het verhang van het hele beekdal kan door de herinrichting niet veranderd worden. In het VKA zal het verhang dus nog steeds zeer gering zijn. Voor deze ESF heeft het VKA geen effect. Wel moet bedacht worden dat bij een gering verhang nooit een hoge stroomsnelheid over het hele beektraject kan ontstaan. Dit is dus een beperking wat z'n weerslag heeft op de flora en fauna die tot ontwikkeling kan komen.

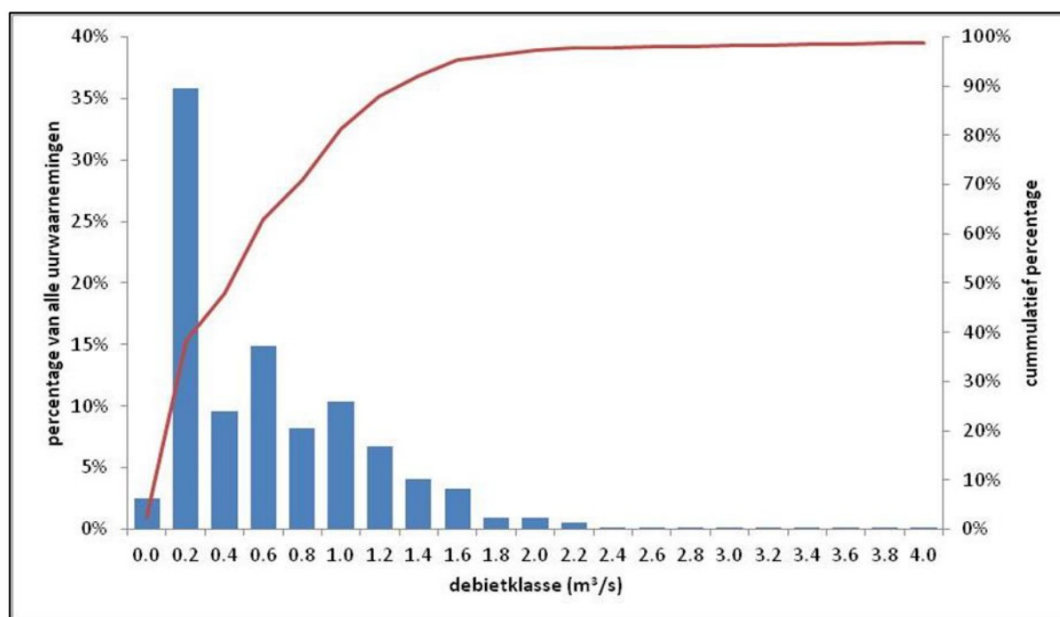
Overigens kan op korte trajecten het verhang wel vergroot worden. Dit is bij de vispassage Mounleane het geval: hier wordt een hoogteverschil over relatief korte afstand overbrugd. Het omgekeerde is bij de nieuwe meander in peilvak Heidehuizen het geval: het verhang van het beekdal is hier al gering, maar door de meandering wordt de beeklengte vergroot en het verhang over het beektraject dus kleiner.

3.1.2 Afvoerdynamiek

In Figuur 2 is de huidige afvoerdynamiek bij stuw Mounleane voor 2008 gepresenteerd (bron: Reeze & Laseroms, 2015). De rode punten in de grafiek zijn gemeten waarden. In Figuur 3 is de frequentieverdeling van de afvoeren gegeven.



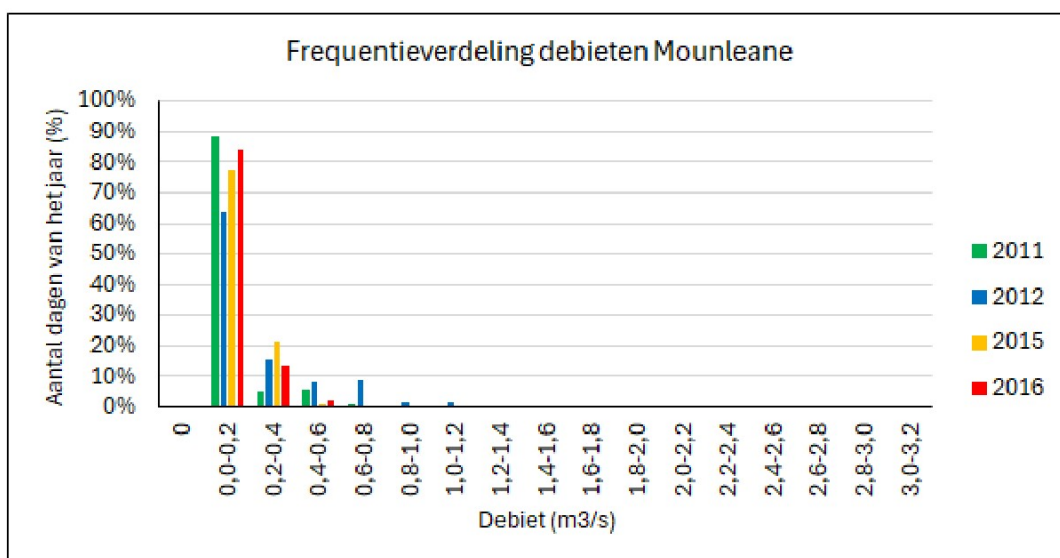
Figuur 2 Afvoerdynamiek stuw Mounleane, 2008. De rode punten geven gemeten waarden, de blauwe lijn is de Sobek-modellering. Bron: Reeze & Laseroms, 2015.



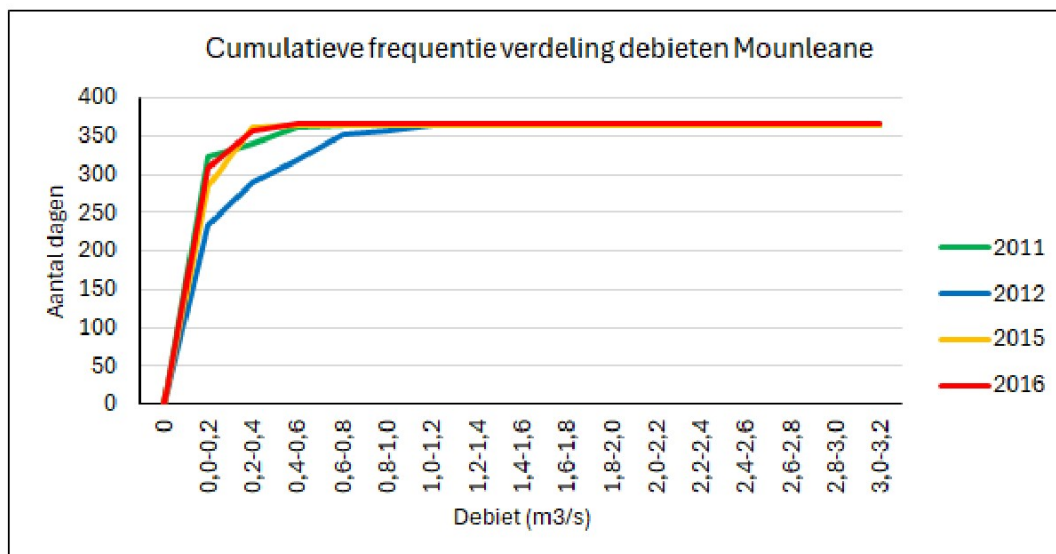
Figuur 3 Frequentieverdeling afvoer stuw Mounleane, gemeten waarden 2008. Bron: Reeze & Laseroms, 2015.

Reeze & Laseroms (2015) concluderen dat de afvoerdynamiek groot is: er zijn hoge pieken die worden afgewisseld door soms hele lange perioden waarin er vrijwel geen afvoer is. De hoogste pieken treden in de winter op. In de zomer is er langdurig helemaal geen afvoer. Maar ook in de winter bedraagt de afvoer minder dan 0,5 m³/s.

In Bijlage 3 zijn de afvoeren van de Sobek-berekeningen van het VKA gegeven voor de jaren 2011-2012 en 2015-2016 (ref. in prep). In Figuur 4 is de frequentieverdeling van het debiet bij Mounleane gegeven (stroomafwaarts van de bypass) en in Figuur 5 de cumulatieve frequentieverdeling. Het meetpunt direct na de bypass Mounleane wordt als representatief voor de nieuwe beek gezien.



Figuur 4 Frequentieverdeling debieten Mounleane (na bypass), SOBEK berekening VKA



Figuur 5 Cumulatieve frequentieverdeling debieten Mounleane (na bypass), Sobek berekening VKA

Het blijkt dat de afvoerdynamiek in het VKA nog steeds erg hoog is: er zijn pieken en lange perioden met zeer weinig afvoer. Wel is het zo dat de pieken minder hoog zijn, vergeleken met de huidige situatie. Daarnaast is de berekende afvoer in de zomer in het VKA hoger dan in de huidige situatie. In de huidige situatie is er een lange periode in de zomer nagenoeg zonder enige afvoer. In 2012 en 2016 worden in het VKA nog wel afvoeren berekend. In de berekende jaar 2011 en 2015 is de periode zonder afvoer korter.

Als extra informatie zijn ook twee parameters berekend volgens de STOWA-uitwerking van de ESF Hydrologie en Morfologie (Reeze & Laseroms, 2018):

- *De Annual coefficient of flow.* Deze parameter geeft informatie over variatie in de afvoer. De parameter wordt berekend door de jaargemiddelde afvoer te delen door de standaarddeviatie van de afvoer, en vervolgens te vermenigvuldigen met 100. Waarden lager dan 30 duiden op een gelijkmatig afvoerpatroon, hogere waarden op sterk dynamisch afvoerpatroon.
- *De kans op pieken in het voorjaar.* Deze parameter wordt berekend door de maximum afvoer (over een heel jaar), te delen door de gemiddelde afvoer in de periode april-mei. Waarden lager dan 4 duiden op een geringe kans op piekafvoeren, hogere waarden juist op een grote kans op piekafvoeren.

De resultaten zijn in Tabel 1 weergegeven. De kans op pieken in de trajecten met de huidige loop kon voor 2011 niet berekend worden, omdat de berekende afvoeren in het voorjaar (waardoor gedeeld moet worden) nagenoeg nul of zelfs negatief zijn.

Tabel 1

Beoordeling Annual coefficient of flow en Kans op piekafvoeren in het voorjaar, op basis van Sobek-berekeningen VKA. Groen = voldoet aan norm, rood = voldoet niet aan norm.

Parameter	Jaar	1. Bronmoeras	2a. Bosloop	2b. Bypass Baekendyk	3. Bypass Mounleane	4. Genormaliseerd traject	5. Nieuwe meander
Annual coefficient of flow	2011	geen gegevens	geen	106	150	65	97
	2012		gegevens	114	147	77	98
	2015		116	116	158	80	110
	2016		114	112	153	63	99
Kans op piekafvoeren in het voorjaar	2011	geen gegevens	geen	28,6	11,2	zeer groot	31,8
	2012		gegevens	14,6	7,7	185	21,2
	2015		7,1	7,0	4,0	18	9,0
	2016		5,9	6,0	3,6	24	7,6

Van het bronmoeras zijn helaas geen gegevens beschikbaar. In de overige trajecten blijkt dat de Annual coëfficiënt of flow nooit aan de norm (<30) voldoet. De Kans op pieken in het voorjaar scoort voor de berekende periode 2011-2012 niet aan de norm, maar voor 2015-2016 is de situatie gunstiger, met name in de bypass Mounleane. De bypass voldoet in 2015-2016 zelfs aan de norm voor de parameter Kans op pieken in het voorjaar (<4). Dit komt doordat de piekafvoeren niet door de bypass gaan, maar over de stuw Mounleane.

Het volgende wordt ten aanzien van de afvoeren geconcludeerd:

1. De pieken zijn in het VKA minder hoog vergeleken met de huidige situatie.
2. De berekende afvoer in de zomer neemt in het VKA toe.
3. De afvoerdynamiek is niet op orde. Alleen de kans op pieken is in de bypass Mounleane op orde, omdat piekafvoeren niet door de bypass gaan maar over de stuw Mounleane.
4. In het genormaliseerde traject, dat in het VKA niet aangepast worden, is de afvoerdynamiek nog steeds slecht.
5. In de nieuwe meander is de situatie beter, maar voldoet nog niet aan de norm voor een optimale situatie voor flora en fauna.

3.1.3 Profiel

Het profiel van een natuurlijke beek is zodanig dat gemiddeld 1 of 2 keer per jaar (bij hoge afvoeren) de beek inundeert. Reeze & Laseroms (2015) constateren dat in de huidige situatie het profiel overgedimensioneerd is waardoor er zelden en zeker geen jaarlijkse inundaties plaatsvinden.

In het VKA krijgt de beek voor een groot deel (circa 75%) een nieuwe loop en dus een nieuw profiel. De profielen van deze trajecten sluiten veel beter aan bij die van een natuurlijke beek. Alleen het genormaliseerde traject (nummer 3; circa 25% van de beekloop) wordt het dwarsprofiel niet aangepast.

Door de herinrichting (VKA) vinden 's winters wel inundaties plaats. In Bijlage 7 zijn de geïnundeerde gebieden in drie situaties weergegeven: de gemiddelde zomerstand, de gemiddelde winterstand en de winterstand bij T=10. De kaartjes zijn van de Sobek-berekening van 2018. Voor het VKA geeft dit een goede indicatie.

De conclusie is dat over een groot deel (ca. 75%) van het beektraject de profielen in het VKA natuurlijker worden.

3.1.4 *Stagnatie*

Stagnatie houdt in dat het waterpeil door stuwen of door dichte begroeiing met vegetatie over een langer traject vrijwel gelijk is. Er vindt dan opstuwing, oftewel stagnatie plaats. In de huidige situatie zijn er stuwen aanwezig die bepalend zijn voor de waterstand over het hele beektraject. Het volgende wordt geconstateerd:

- In het traject van het bronmoeras komt geen stuw. Hier zal geen stagnatie door kunstwerken optreden. .
- In het VKA bestaat de stuw Baekendyk nog wel, maar bevindt zich niet meer in het heringerichte traject: de bosbeek wordt verlengd en mondt benedenstrooms van de stuw Baekendyk uit in de hoofdloop. In de bosbeek zelf komt aan het einde van het traject (voor de bypass Baekendyk) een breed uitgevoerde knipconstructie. Deze zal een beperkte stuwende werking hebben.
-
- In het VKA bestaat de stuw Mounleane ook nog. Hier wordt een bypass gemaakt, maar niet al het water zal door de bypass gaan. Dit heeft tot gevolg dat in het traject direct bovenstrooms van de bypass Mounleane (traject 3) stagnatie door de stuw plaatsvindt.
- Tenslotte hebben het verdeelwerk bij De Poasen en de stuw Heidehuizen een stuwende werking op de nieuwe meander Heidehuizen. Dit blijkt uit Bijlage 4: de waterstanden zijn in de hele meander (begin, midden, eind) nagenoeg gelijk aan elkaar.

De conclusie is dat de situatie met betrekking tot stagnatie in het VKA beter is dan in de huidige situatie. Op veel trajecten vindt echter nog stagnatie plaats: deels in de bosbeek, en verder in het genormaliseerde traject (nummer 3) en in de nieuwe meander.

3.1.5 *Weerstand door waterplanten*

In een natuurlijke beek komen relatief weinig waterplanten tot ontwikkeling; ten eerste omdat in een natuurlijke situatie sprake is van beschaduwing door houtige gewassen en ten tweede omdat de stroomsnelheid hoog is. In de huidige situatie is van beide geen sprake (geen beschaduwing noch een hoge stroomsnelheid), waardoor waterplanten sterk tot ontwikkeling kunnen komen. Om de afvoer te kunnen garanderen en stagnatie te voorkomen vindt er in het Koningsdiep nu twee maal per jaar onderhoud plaats. In de huidige situatie is de begroeiing met waterplanten daarom beperkt, zie Tabel 2. Alleen in juli zijn soms grotere bedekkingen gevonden.

Tabel 2

Bedekkingspercentages vegetatie

Monsterpunt	Datum	submers	drijvend	emers	kroos
0068, kruising N381	23-5-2005		0	1	0
	4-7-2005	3		1	
	6-4-2009		0	1	0
	23-7-2009	5	1	2	0
	25-5-2010		0	0	0
	14-7-2010	20	0	2	0
	23-5-2011		2	0	0
	28-7-2011	40	10	10	0
	11-6-2012		5	15	0
	9-7-2012	40	15	10	1
	14-7-2014	25	15	15	2
	15-4-2015		0	2	0
	29-6-2015	5	25	15	0
	18-4-2018		0	2	0
	5-7-2018	20	40	40	0
	10-5-2021		0	5	0
	28-6-2021	10	15	30	5
0625, kruising Bakkendijksevaart	9-7-2001	0		5	
	7-6-2006		0	1	0
	26-6-2006	5		2	

In het VKA zal in het bronmoeras veel vegetatie tot ontwikkeling kunnen komen, wat een stuwende werking kan hebben. Dit is juist in het brongebied het doel (water vasthouden) en wordt in dit geval als positief beoordeeld.

In de bosbeek is de beschaduwing hoog omdat daar al bos aanwezig is. In dit traject zullen waterplanten daarom niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen en geen weerstand veroorzaken.

In de bypass Mounleane (en overigens naar verwachting ook in de bypass Baekendyk) is de stroomsnelheid hoog. Dit heeft een remmende werking op de ontwikkeling van waterplanten.

Verder is het van belang dat langs het hele traject waar nu geen bomen staan, voor een deel beschaduwing vanaf de zuidoever zal plaatsvinden door plaatselijke ontwikkeling van houtige begroeiing. Omdat de stroomsnelheid (afgezien van de twee bypassen) niet hoog is, kunnen deels toch waterplanten tot ontwikkeling komen. Met het Sobek-model is berekend wat de hydrologische gevolgen zijn als er extra weerstand door waterplanten optreedt. Dit is gedaan door weerstandsfactor (K-Manning) te verlagen van 22,5 naar 15 (dit leidt tot een hogere weerstand). Een K-Manning van 15 staat model voor een matig begroeide watergang. De gevolgen voor afvoeren en waterstanden in de zomer (als er vegetatie staat) blijken niet groot te zijn. Dit betekent dat er in die trajecten meer waterplanten in de zomer kunnen blijven staan. Als het onderhoud daar op wordt aangepast, resulteert dat in een variatie van de stroomsnelheid over het dwarsprofiel: tussen de waterplanten zal een stroomdraad ontstaan waar de

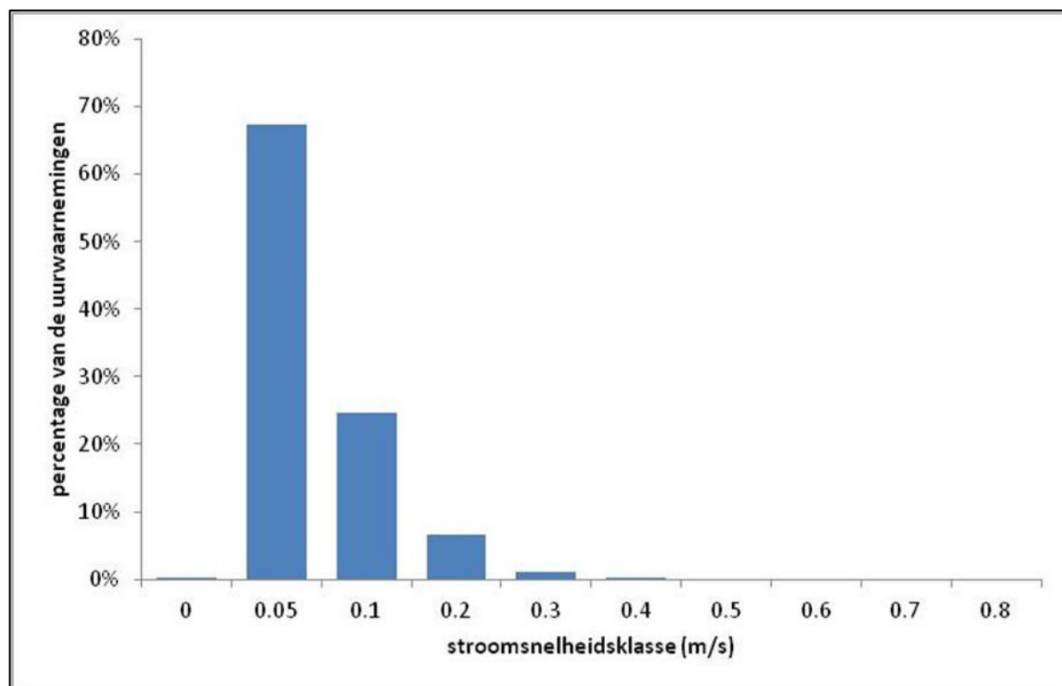
stroomsnelheid hoger is dan de plaatsen waar de waterplanten groeien. Dit leidt tot een grotere habitatheterogeniteit via substraatdifferentiatie.

De conclusie is dat (weerstand door) waterplanten in het VKA een meer natuurlijke situatie zullen opleveren bij het juiste beheer en onderhoud:

- In het bronmoeras veel vegetatie met weerstand, wat juist gewenst is (water vasthouden)
- In de bosbeek geen waterplanten door de sterke beschaduwing
- In het genormaliseerde traject ondanks de gedeeltelijke beschaduwing meer waterplanten, maar bij het juiste beheer mogelijk positief (stroomdraad tussen de waterplanten).
- In de bypass Mounleane weinig waterplanten door de hoge stroming
- In de nieuwe meander ondanks de gedeeltelijke beschaduwing meer waterplanten, maar bij het juiste beheer mogelijk positief (stroomdraad tussen de waterplanten).

3.1.6 Stroomsnelheid

Voor de huidige situatie hebben Reeze & Laseroms (2015) berekende stroomsnelheden uit Sobek gebruikt. In Figuur 6 is de frequentieverdeling van de stroomsnelheid bij Mounleane in 2008 weergegeven. De waarden op de x-as zijn de bovengrenzen van de stroomsnelheidsklassen. Voor een periode langer dan de helft van het jaar is de stroomsnelheid minder dan 5 cm/s. De stroomsnelheid komt maar in 5% van het jaar boven de 10 cm/s uit. Bij piekafvoeren zijn de stroomsnelheden vrijwel overal lager dan 50 cm/s.



Figuur 6 Frequentieverdeling van de stroomsnelheid bij Mounleane in 2008. Bron: Reeze & Laseroms, 2015.

De stroomsnelheden in het VKA zijn gebaseerd op de uitgevoerde Sobek-berekeningen. Van het bronmoeras zijn helaas geen gegevens beschikbaar. Van de overige trajecten zijn de stroomsnelheden in Bijlage 5 gegeven, waarbij van de bosbeek ook de bypass Baekendyk is meegenomen. In Bijlage 6 zijn de frequentieverdelingen van de stroomsnelheden van deze drie trajecten gegeven.

Uit deze gegevens blijkt het volgende:

- In de bosloop zijn de stroomsnelheden niet hoog: in de winter bij hoge afvoeren bedraagt de stroomsnelheid ca. 8 tot maximaal 14 cm/s. In de zomer loopt de stroomsnelheid geleidelijk terug tot 2-4 cm/s. In de aansluitende bypass Baekendyk is de stroomsnelheid wel groot.
- In het genormaliseerde traject is de stroomsnelheden bijna altijd zeer laag: meestal niet hoger dan 5 cm/s.
- In de bypass Mounleane worden altijd relatief hoge stroomsnelheden berekend: globaal tussen de 60 en 120 cm/s. Lage stroomsnelheden of pieken komen nauwelijks voor.
- In de nieuwe meander zijn de stroomsnelheden niet hoog: vaak minder dan 5 cm/s en maximaal (af en toe) 30 cm/s.

Om de resultaten beter te kunnen duiden is ook een criterium uit de ESF-uitwerking Hydrologie en morfologie (Reeze & Laseroms, 2018) gebruikt, namelijk de gemiddelde stroomsnelheid in de zomer (juli-september). Voor een ecologisch gezonde beek moet deze ten minste 20 cm/s bedragen. Het resultaat is in Tabel 3 weergegeven. Het blijkt dat alleen in de bypass Baekendyk en de bypass Mounleane de stroomsnelheid aan het criterium voldoet.

Tabel 3 Beoordeling stroomsnelheid in de zomer (juli-september). Groen: > 20/s, rood: < 20 cm/s

	1. Bronmoeras	2a. Bosloop	2b Bypass Baekendyk	3. Genormaliseerde traject	4. Bypass Mounleane	5. Nieuwe meander
2011	geen gegevens	0,05	0,30	0,00	0,80	0,06
2012		0,05	0,31	0,00	0,82	0,06
2015		0,03	0,21	0,00	0,65	0,03
2016		0,19	0,19	0,00	0,64	0,02

3.2 Habitat

3.2.1 Sedimenttransport en bodemsubstraat

Reeze en Laseroms (2015) concluderen dat in de huidige situatie door de lage stroomsnelheid er geen resuspentie van bodemmateriaal kan plaatsvinden. Er vindt alleen sedimentatie plaats. De bodem bestaat dan ook vrijwel uitsluitend uit fijn zand en slib.

In het VKA is de stroomsnelheid in de bypass Mounleane flink hoger gedurende een lange periode van het jaar. Hier zal naar verwachting regelmatig wel resuspentie optreden, en hier zullen dan ook plekken ontstaan met grof zand. Bovendien komen er

voor een deel houtige gewassen langs de beek, zodat ook bladpakketten en dood hout als bodemsubstraat te verwachten zijn. In de overige trajecten zal de stroomsnelheid te laag zijn om het gewenste mozaïek aan substraten te laten ontstaan. In het bronmoeras is sedimenttransport van nature echter geen ecologisch vereiste. Hier is de beoordeling dan ook positief.

3.2.2 *Oeverbegroeiing*

In de huidige situatie is er vrijwel geen beschaduwing door bomen en struiken langs de oevers. In de rapportage over kleinschalig beekherstel (Reeze et al, 2023) wordt aanbevolen in het traject Beakendyk – De Poasen beekbegeleidende bosschages aan te leggen (of te laten ontstaan). Deze aanbeveling is in het VKA overgenomen. Dat betekent dat alle trajecten benedenstrooms van Beakendyk voor een deel beschaduwd worden. De bosbeek is al beschaduwd. Het doel (GEP) voor vegetatie is voor het Koningsdiep 0,6 EKR. Het bijbehorende doel voor de beschaduwing door bomen bedraagt 40%. Dit zal waarschijnlijk alleen in de bosbeek gehaald worden. Bij een bedekking van 20% is het oordeel niet “goed” maar “matig” (één kwaliteitsklasse lager).

3.2.3 *Dood hout in de beek*

Op dit moment bevindt zich nooit dood hout in de beek.

In het VKA zal er dood hout in de bosbeek terecht komen, zeker omdat door de stijging van de waterstand bomen zullen sterven. In het bronmoeras zal op termijn een bronmoeras tot ontwikkeling komen, waarbij ook dood hout in de beek terecht zal komen. In de overige trajecten, dus benedenstrooms van Beakendyk, wordt ervan uitgegaan dat zich in het VKA beekbegeleidende bosschages langs een deel van de beek gaan ontwikkelen. Op termijn kan dit tot inval van dood hout in de beek leiden. Te veel dood hout is echter door een te grote opstuwing onwenselijk. Hier zal het onderhoud op aangepast moeten worden.

3.3 **Chemische waterkwaliteit**

Voor de huidige chemische kwaliteit van het water is gebruik gemaakt van de meetgegevens van twee meetpunten: 0068 (meetpunt nabij de kruising met de Bakkeveensevaart) en 0625 (meetpunt nabij de kruising met de N381). In Bijlage 8 zijn de zomergemiddelden van de algemeen fysisch-chemische parameters over de periode 2001-2023. Onder de algemeen fysisch-chemische parameters vallen ook de zogenaamde Biologie ondersteunende stoffen uit de KRW. Dit zijn: temperatuur, doorzicht, zuurgraad (pH), zuurstofpercentage, stikstof, fosfor, chloride. In relatie tot de Ecologische Sleutelfactor Belasting zijn nutriënten en zuurstof van belang. In relatie tot de Ecologische Sleutelfactor Toxiciteit zijn milieuvreemde stoffen van belang. Op deze onderdelen wordt hieronder ingegaan.

3.3.1 Nutriënten

De zomergemiddelden van stikstof en fosfor liggen de laatste 5 jaar respectievelijk rond 1,6 mgN/l en 0,16 mgP/l. De KRW-normen voor een R5 bedragen respectievelijk 2,3 mgN/l en 0,11 mgP/l. Stikstof voldoet dus aan de KRW-norm, P niet. Het fosforgehalte is echter niet schrikbarend hoog: het komt wel in de buurt van de norm voor kanalen (0,15 mgP/l) en voldoet aan de norm voor sloten (0,22 mgP/l).

De belangrijkste bronnen van stikstof en fosfor zijn:

- Uit- en afspoeling van meststoffen uit landbouwpercelen,
- Waterinlaat
- Neerslag (alleen voor stikstof)
- Uitwerpselen van watervogels
- Eventuele overstorten en Individuele behandelingen afvalwater (IBA's / septic tanks).

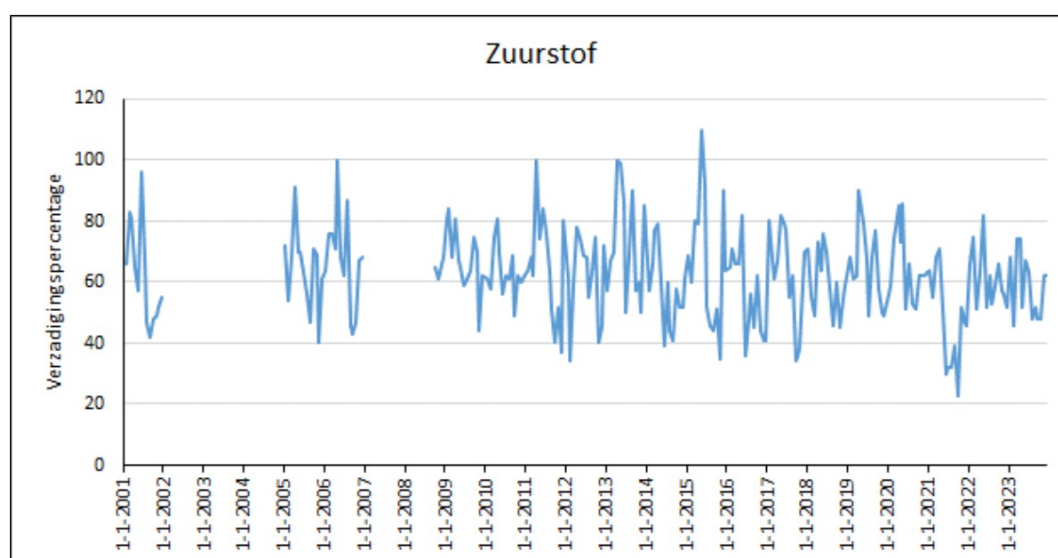
In het VKA wordt het volgende verwacht wat betreft nutriënten:

- Via het bronmoeras en de bosbeek wordt nog maar weinig water uit landbouwgronden afgevoerd. In dit traject is uit- en afspoeling dus geen grote bron meer. Verder benedenstrooms is er een effect te verwachten van omzetting van landbouwgronden langs de beek naar natuurgronden, waarbij de bemesting zal afnemen en waar op sommige plaatsen ook gronden worden afgegraven. Dit zal waarschijnlijk tot een lagere P-belasting in het VKA leiden.
- Waterinlaat zal nog steeds plaatsvinden.
- Belasting door neerslag, uitwerpselen van vogels en eventuele overstorten of IBA's zullen in het VKA vergelijkbaar zijn met de huidige situatie. Sanering van overstorten of IBA's is niet in het VKA voorzien. Het gehalte stikstof uit neerslag zal door autonome ontwikkeling wel dalen, maar dat zal zeer langzaam gaan en voor oppervlaktewater is stikstof uit neerslag meestal geen grote bron (ook niet in de huidige situatie).
- Daarnaast zal het zelfreinigend vermogen van het water toenemen. Met name de ontwikkeling van helofyten zoals riet, kunnen tot een zuivering van met name stikstof leiden. Helofyten hebben de eigenschap dat zuurstof naar de wortels wordt getransporteerd. Rond de wortels is het daarom zuurstof rijk, op wat grotere afstand vaak zuurstof arm. De processen nitrificatie (omzetting van ammonium naar nitraat) en denitrificatie (omzetting van nitraat naar gasvormige stikstof) kunnen onder die omstandigheden optimaal verlopen. Dit betekent dat stikstof naar de atmosfeer verdwijnt en er dus een zuivering plaatsvinden. Naar verwachting zal dit echter een gering effect op de waterkwaliteit hebben: het proces verloopt langzaam en heeft vooral in stilstaand water mogelijk een effect. In de stromende delen zal het effect dus beperkt zijn. Met name in het bronmoeras, waar meer stilstaand water is en waar veel helofyten verwacht worden, zal het effect wel substantieel zijn.
- Aan de andere kant is er bij vernatting van gronden (zoals in het VKA is voorzien) risico op het vrijkomen van fosfaat dat in de bodem onder zuurstofrijke omstandigheden gebonden is. Er is dus een risico op (tijdelijke) verhoging van fosforconcentraties in het oppervlaktewater.

Ondanks deze mogelijk optredende processen, is de verwachting dat de concentraties in het VKA niet zeer sterk zullen veranderen, en in ieder geval voor macrofauna en vis geen knelpunt vormen. In de trajecten waar de huidige loop gehandhaafd blijft en de stroomsnelheid zeer laag is, is er wel risico op sterke groei van waterplanten.

3.3.2 Zuurstof

Zuurstof kan als indicator gebruikt worden voor organische belasting (saprobie), bijvoorbeeld door afbraakprocessen in het bodemslib. Daarbij zijn niet zozeer (zomer)gemiddelden van belang maar vooral minimumwaarden. Als indicatie voor de huidige situatie zijn in Figuur 7 alle individuele metingen van de zuurstofverzadigingswaarde op het meetpunt 0069 (Koningsdiep nabij de kruising met de N381) weergegeven. Hierbij moet bedacht worden dat het zuurstofgehalte in de loop van het traject kan veranderen. De meting op één meetpunt is dus niet indicatief voor de gehele beek.



Figuur 7 Zuurstofverzadigingspercentage, meetpunt 0068, nabij kruising met de N381.

De verzadigingswaarden zijn meestal rond de 50-80%. De hoogste waarden liggen rond de 100%. Dit betekent dat er geen algengroei van betekenis optreedt, omdat dan de zuurstofverzadiging tot ruim boven de 100% kan oplopen. De laagste waarden die jaarlijks optreden bedragen ongeveer 40%. Dit zijn vrij lage waarden die kritisch voor vissen kunnen worden.

In het VKA kan de zuurstofhuishouding als volgt veranderen:

- In de delen waar periodiek stroming van betekenis voorkomt (bosbeek, bypass Mounleane en de nieuwe meander) zullen de zuurstofconcentraties alleen maar hoger worden. Door de stroming wordt de reëreatie (oplossen van zuurstof uit de lucht) bevorderd. Bovendien zal er weinig slib op de bodem ontstaan, waardoor zuurstofverbruik niet hoger wordt of zelfs zal afnemen.
- In de meer stilstaande delen (bronmoeras en genormaliseerde traject) blijft er wel een risico op periodiek lage zuurstofconcentraties. Hier kan slib en bladval (er komen houtige gewassen langs een deel van de zuidoever) op de bodem blijven liggen en gaan rotten. Bij een lage stroomsnelheid (dus langzame

verversing) is er risico op lagere concentraties in het water. De problemen kunnen misschien meevallen; echte problemen ontstaan in stilstaande vijvers die volledig omgeven zijn met bomen en waar dus veel bladinvall ophoopt. Genoemde trajecten van het Koningsdiep hebben minder bomen (slechts delen langs één oever) en er vindt altijd nog enige doorstroming plaats.

3.3.3 *Toxiciteit*

De KRW-beoordeling geeft voor één specifiek verontreinigende stof een normoverschrijding, namelijk cobalt. De sleutelfactor Toxiciteit wordt bepaald door het berekenen van de toxische druk, uitgedrukt als percentage potentieel aangetaste fractie van soorten voor meerdere stoffen (de zogenaamde msPAF). Deze is door Reeze & Laseroms (2015) niet berekend, maar verwacht wordt dat er in het VKA geen hoge toxische druk in het Koningsdiep aanwezig is en mogelijk zelfs een lagere toxiciteit door regulier beleid en door omvorming van landbouwgronden naar natuur.

3.4 **Connectiviteit**

3.4.1 *Vismigratie*

Voor vissen is connectiviteit van wateren een belangrijk aspect, omdat bijna alle vissoorten wel enig migratiegedrag vertonen. Het kan gaan om dag-nacht migratie (van slaap- naar foerageerplaats), om migratie tussen overwinteringsgebieden en actieve leefgebieden, en om migratie van leefgebieden naar paaigebieden. Vooral die laatste migratie kan soms over grote afstanden plaatsvinden, met als uiterste de migratie tussen zoet en zout of omgekeerd. Het beleid van het Wetterskip Fryslân is erop gericht om alle beken voor vis optrekbaar te maken.

In de huidige situatie is een groot deel van het Koningsdiep bereikbaar vanuit de boezem (en vice versa). In het Koningsdiep liggen echter enkele stuwen die niet passeerbaar voor vis zijn.

In het VKA is het Koningsdiep volledig passeerbaar gemaakt. De volgende maatregelen worden daarvoor getroffen:

- De drempel/stuw van het Koningsdiep naar De Poasen wordt zodanig ontworpen dat vispassage mogelijk is.
- Bij de stuw Mounleane komt een bypass.
- De stuw Baekendyk bevindt zich niet meer in het nieuwe beektraject: de bosbeek wordt verlengd en mondt – via een vispassage - benedenstrooms van deze stuw uit in de hoofdloop.
- De knijpstuw aan het eind van de bosbeek wordt vispasseerbaar gemaakt.

3.4.2 *Herkolonisatie macrofauna*

Macrofauna vertoont juist een zeer gering migratiegedrag, meestal over zeer korte afstanden. Voor macrofauna is herkolonisatie wel een aandachtspunt: een habitat dat geschikt gemaakt is voor bepaalde soorten, moeten dat habitat vanuit bronpopulaties

elders wel kunnen bereiken. Veel macrofaunasoorten hebben een levensstadium als adult buiten het water (kokerjuffers, haften, libellen, steenvliegen, dansmuggen), of kunnen als adult zowel in het water leven als vliegen (waterwantsen en waterkevers). In veel gevallen kan herkolonisatie van macrofaunasoorten dus (ook) via de lucht plaatsvinden. Bij De Poasen is bijvoorbeeld de weidebeekjuffer weer gesignaleerd. De larven van deze libel leven in het water, maar als adult leven ze buiten het water en kunnen ze wellicht de meer bovenstroomse trajecten koloniseren en daar eitjes in bijvoorbeeld de vispassage Mounleane leggen.

Voor de Ecologische sleutelfactor Connectiviteit is de maximaal overbrugbare afstand door de lucht en via het water per soort in kaart gebracht. Voor herkolonisatie van het Koningsdiep van bron tot aan De Poasen wordt ervan uitgegaan dat de soorten via de lucht de wateren moeten kunnen bereiken. Via het water vindt migratie namelijk alleen stroomafwaarts plaats en bovenstrooms in het Koningsdiep zijn naar verwachting (nog) geen bronpopulaties. Van de positief scorende soorten voor een R5 kan 40% van de soorten een afstand tot 5 km overbruggen; ca. 95% van de soorten kan een afstand tot 1 km overbruggen. De overige 5% van de soorten kan niet via de lucht migreren.

Voor een deel van de doelsoorten macrofauna kan in het VKA herkolonisatie dus een probleem zijn, omdat zich niet binnen een afstand van 5 km, laat staan 1 km bronpopulaties aanwezig zijn. Daar gaat de aanleg van vispassages ook niet bij helpen, omdat, zoals gezegd, de soorten niet of nauwelijks stroomopwaarts migreren en bovendien zijn de benedenstroomse wateren als habitat niet geschikt voor de doelsoorten.

Uit onderzoek van Boonstra (2022) blijkt dat in Friesland aangelegde vismigratievoorzieningen wel door stromingsminnende macrofaunasoorten gekoloniseerd worden. Kennelijk zijn in veel gevallen bronpopulaties van bepaalde doelsoorten binnen migreerbare afstand aanwezig.

De conclusie wordt getrokken dat herkolonisatie van macrofaunasoorten geen groot knelpunt is.

3.4.3 *Herkolonisatie waterplanten*

Wat voor macrofauna geldt, geldt in grote lijnen ook voor waterplanten. Waterplanten migreren überhaupt niet, maar herkolonisatie van geschikt gemaakte habitats kan wel een aandachtspunt zijn. Waterplanten kunnen via het water maar ook via de lucht nieuwe gebieden herkoloniseren, en wel omdat de zaden door de wind worden getransporteerd of via vogels worden verspreid. De dispersiecapaciteit van doelsoorten van R5 bedraagt voor 77% van de soorten 10 km. Bijna 10% van de soorten kan zelfs 100 km overbruggen.

Ook herkolonisatie van het Koningsdiep door doelsoorten waterplanten zou in het VKA geen probleem hoeven te zijn.

3.5 Samenvatting sleutelfactoren per traject.

In Tabel 4 zijn de (beoordelingen) van de ecologische sleutelfactoren per traject samengevat.

Zoals in de tabel te zien is, staan niet alle Ecologische Sleutelfactoren op alle trajecten op groen. De beoordeling is gebaseerd op het (huidige) Voorkeursalternatief (VKA). Verbetering van de beoordeling van de Ecologische Sleutelfactoren is waarschijnlijk mogelijk door verdere aanpassing van het VKA. In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste stuurknoppen genoemd waarmee dit wellicht bereikt kan worden. Het is overigens de vraag of het mogelijk is om alle Ecologische Sleutelfactoren in alle trajecten op groen te krijgen; verbetering (optimalisatie) is wellicht wel mogelijk.

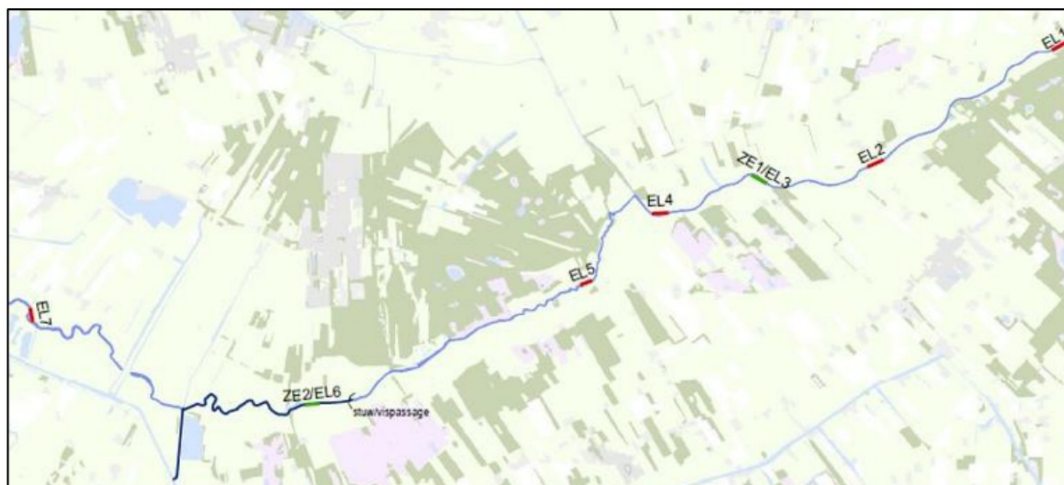
Tabel 4. Samenvatting beoordeling ecologische sleutelfactoren in het VKA. Groen = ESF op orde. Geel = ESF deels op orde,. Rood = ESF niet op orde.

Sleutelfactor/parameter		Huidige situatie	Te verwachten effect Voorkeursalternatief (VKA)				
			1. Bronmoeras	2. Bosbeek	3. Genormaliseerde traject	4. Bypass Mounleane	5. Nieuwe menader
Hydromorfologie	Verhang	Zeer gering	Geen wijziging	Geen wijziging	Geen wijziging	Locaal groter verhang	Locaal geringer verhang
	Afvoerdynamiek	Hoge pieken en lange periodes met lage afvoer.	Geen gegevens. Waarschijnlijk passend bij een bronmoeras	Minder hoge pieken, en meer afvoer in de zomer en kortere periode zonder afvoer. Nog niet optimaal.	Minder hoge pieken, en meer afvoer in de zomer en kortere periode zonder afvoer. Nog niet optimaal.	Geen pieken omdat die via de stuw afgevoerd worden, en meer afvoer in de zomer en kortere periode zonder afvoer. Voldoet aan de norm.	Minder hoge pieken, en meer afvoer in de zomer en kortere periode zonder afvoer. Nog niet optimaal.
	Profiel	Overgedimensioneerd	Natuurlijker profiel	Natuurlijker profiel	Geen wijziging. Overgedimensioneerd	Natuurlijker profiel	Natuurlijker profiel
	Stagnatie	Gestuwd	Geen onnatuurlijke stagnatie	Beperkte stuwende werking door breed uitgevoerd knijpconstructie	Stagnatie door stuw Baekendyk en door stuwende werking van (begin) nieuwe meander	Geen onnatuurlijke stagnatie	Bij lage afvoeren stagnatie door verdeelwerk De Poasen en door stuw Heidehuizen.
	Weerstand door waterplanten	Weinig waterplanten. Maaien	Veel vegetatie die weerstand biedt. Dit is in het bronmoeras juist het doel.	Weinig waterplanten door beschaduwning en stroming	Door aanpassen onderhoud meer waterplantengroei met gunstig effect op hydrologie	Weinig waterplanten door gedeeltelijke beschaduwning en stroming. Aangepast B&O nodig.	Door aanpassen onderhoud meer waterplantengroei met gunstig effect op hydrologie
	Stroomsnelheid	Te laag gedurende te lange periode	Geen gegevens. Waarschijnlijk enige stroming, passend bij een bronmoeras	Enige stroming, maar nog niet optimaal	Zeer lage stroomsnelheden	Hogere stroomsnelheden, ook in de zomer	Enige stroming, maar nog niet optimaal
Habitat	Sedimenttransport en bodemsubstraat	Door de stuwen en de lage stroomsnelheden is er alleen sedimentatie. Substraat vrijwel alleen fijn zand en slib	Geen gegevens. Waarschijnlijk geen sedimenttransport, maar passend bij een bronmoeras.	Wel bladinal en dood hout maar onvoldoende stroming om gewenst mozaik aan substraten te krijgen.	Kans op slibvorming. Door lage stroomsnelheid weinig variatie.	Door stroming, bladinal en dood hout: voldoende variatie in substraten	Wel bladinal en dood hout maar onvoldoende stroming om gewenst mozaik aan substraten te krijgen.
	Oeverbegroeiing	Beschaduwning ontbreekt bijna volledig.	Op termijn ontwikkeling van broekbos met veel beschaduwning	Veel bomen aanwezig	Ontwikkeling van houtige gewassen op delen van de zuidoever	Ontwikkeling van houtige gewassen op delen van de zuidoever	Ontwikkeling van houtige gewassen op delen van de zuidoever
	Dood hout	Niet aanwezig.	Op termijn veel.	Veel (als het niet wordt verwijderd)	Ontwikkeling van houtige gewassen op delen van de zuidoever	Ontwikkeling van houtige gewassen op delen van de zuidoever	Ontwikkeling van houtige gewassen op delen van de zuidoever
Chemische waterkwaliteit	Nutrienten	Vrij gunstig	Waarschijnlijk geen relevante wijziging	Waarschijnlijk geen relevante wijziging	Waarschijnlijk geen relevante wijziging	Waarschijnlijk geen relevante wijziging	Waarschijnlijk geen relevante wijziging
	Zuurstof	Incidenteel lage zuurstofgehalten, maar niet lager dan 4 mg/l	Kans op lage zuurstofgehalten door lage stroomsnelheid en afgestorven planten en bladinal.	Door stroming: minder kans op lage zuurstofgehalten	Kans op lage zuurstofgehalten door afbraakprocessen in bodemslib	Door stroming: minder kans op lage zuurstofgehalten	Door stroming: minder kans op lage zuurstofgehalten
	Toxiciteit	Goed	Blijft onveranderd	Blijft onveranderd	Blijft onveranderd	Blijft onveranderd	Blijft onveranderd
Verspreiding en connectiviteit	Vis	Stuwen aanwezig	Alle stuwen zijn passeerbaar	Alle stuwen zijn passeerbaar	Alle stuwen zijn passeerbaar	Alle stuwen zijn passeerbaar	Alle stuwen zijn passeerbaar
	Macrofauna	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk
	Vegetatie	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk	Herkolonisatie doelsoorten mogelijk

4 EFFECTEN OP FLORA EN FAUNA

4.1 Vis

Voor de huidige situatie zijn de laatste visstandopnamen uit 2020 gebruikt. Voor de locaties: zie Figuur 8. Voor het studiegebied van voorliggende rapportage zijn de volgende locaties EL1 t/m EL4 en ZE1 van belang. De overige locaties liggen buiten het studiegebied.



Figuur 8 Locaties visstandopnamen. Bron: Koole & Koopmans, 2016

In Tabel 5 zijn de aantallen per hectare voor de aangetroffen soorten weergegeven. De soorten zijn ingedeeld naar gilde.

Tabel 5 Resultaat visstandopname Koningdiep, 2015 en 2020

Gilde	Soort	EL1	EL2	EL3	EL4	EL5	EL6	EL7	EL8	ZE1	ZE2
Eurytoop	Aal			1							
	Baars	24	27	31	14		5	24	2	69	81
	Blankvoorn	68	27	161	91	18	7	182		61	1183
	Brasem	5	1	1	1	1		16		14	219
	Hybride							1		1	
	Kleine modderkruiper	4	1	5			1				
	Kolblei			23	24		1	34	12	35	
	Pos									1	
	Snoek	25	15	24	3	3	11	15	5	9	6
Limnofiel	Rietvoorn		4	11		17	7	20	7	3	25
	Tiendornige stekelbaars			1							
	Vetje		8	132	34	9	1				74
	Zeelt	14	3	5			1	3	6	1	1
Rheofiel	Riviergrondel	47	3	2	2						

De vispopulatie bestaat momenteel grotendeels uit eurytope soorten (soorten die weinig kieskeurig zijn ten aanzien van hun biotoop): baars, blankvoorn, brasem, kolblei en snoek. Daarnaast is vetje in 2020 veel gevangen. Dit is een soort met voorkeur voor waterplanten. Er is één rheofiele soort gevonden: de riviergrondel. Deze soort heeft een voorkeur voor stromend water en is dus kenmerkend voor beken.

Effect van het VKA

De visgemeenschap van langzaam stromende midden/benedenlopen op zand (KRW-watertype R5) wordt in de referentie-situatie gevormd door de wat kleinere stromingsminnende soorten zoals bierpje, serpel, riviergrondel, rivierdonderpad, terwijl ook door de vrij beperkte stroomsnelheden eurytope soorten als baars en blankvoorn aanwezig zijn. Plantminnende soorten als snoek, vetje, zeelt, ruisvoorn en tiendoornige stekelbaars zijn aanwezig op delen met geringe stroming, zoals oude meanders en beken of beekdelen met een zeer gering verval. Deze soorten worden in de hoofdstroom van beken met voldoende stroming niet of nauwelijks verwacht. (Van der Molen *et. al.*, 2018). Tot slot is winde een soort die in een R5 kan paaie. De aangetroffen visgemeenschap in het Koningsdiep komt hier slechts in beperkte mate mee overeen. Van de stromingsminnende soorten is alleen de riviergrondel aangetroffen.

De vraag is nu of in het VKA meer stromingsminnende soorten gaan vestigen. Van de genoemde soorten komt de serpel in Friesland niet voor en wordt daarom in het Koningsdiep in het geheel niet verwacht. De winde is in 2015 wel aangetroffen, in 2020 niet meer. De analyse is daarom uitgevoerd voor de volgende soorten: bierpje, rivierdonderpad, en winde.

- Het bierpje bewoont kleine tot middelgrote stromende, zuurstofrijke wateren met een grindrijke zandbodem. Voor het bierpje is een middelmatige stroomsnelheid van 20-50 cm van belang (Brouwer *et. al.*, 2008).
- De rivierdonderpad stelt in tegenstelling tot de nauw verwante beekdonderpad, veel minder eisen aan de kwaliteit van het leefgebied en kan ook in gestuwde, nog maar zeer zwakstromende, licht vervuilde beken, alle grote rivieren, het IJsselmeer en zelfs in kanalen worden aangetroffen. De eitjes worden onder stenen gelegd (Brouwer *et. al.*, 2008).
- De winde kan gekarakteriseerd worden als een 'tijdelijk stromingsminnende soort' die zich vooral ophoudt in open wateren, benedenlopen van grote rivieren en voormalige estuaria. Voor de paai trekt de soort stroomopwaarts naar bovenlopen van beken en rivieren op een diepte van 0,5-1,5 m met een stroomsnelheid van 0,5 m/s. Het paaistubstraat bestaat uit zand, grind, stenen en levende of afgestorven waterplanten (Brouwer *et. al.*, 2008).

In het VKA zijn drie veranderingen van belang:

- De beek wordt geheel optrekbaar.
- Het habitat verandert in grotere of kleinere mate.
- De stroomsnelheid verandert in grotere of kleinere mate.

In Tabel 6 is per traject aangegeven welke soorten in het VKA te verwachten zijn.

Het brongebied wordt vanwege de lage stroomsnelheid en de geringe diepte als ongeschikt beoordeeld voor de stromingsminnende soorten. De bosbeek heeft in het VKA een lage stroomsnelheid en vormt mogelijk alleen voor de rivierdonderpad een geschikt leefgebied. Het genormaliseerde traject blijft in het VKA vanwege de lage stroming ongeschikt voor de stromingsminnende soorten. De bypass heeft een relatief hoge stroomsnelheid en is mogelijk geschikt voor zowel de rivierdonderpad als het biermpje en bovendien als geschikt paaigebied voor de winde. De nieuwe meander heeft een lage stroomsnelheid, maar nog wel hoger dan het genormaliseerde traject. Hier zijn mogelijk zowel het biermpje als de rivierdonderpad te verwachten.

Tabel 6 Te verwachten vissoorten per beektraject in het Voorkeursalternatief

Soort	Brongebied	Bosbeek	Genormaliseerd traject	Bypass	Nieuwe meander
Biermpje	Nee	Nee	Nee	Mogelijk	Mogelijk
Rivierdonderpad	Nee	Mogelijk	Nee	Mogelijk	Mogelijk
Winde	Nee	Nee	Nee	Paaigebied	Nee

4.2 Macrofauna

Voor de huidige situatie zijn tien macrofaunamonsters gebruikt, genomen op twee locaties in verschillende jaren:

- Meetpunt 0625 nabij kruising Bakkeveensevaart; 2001 en 2006
- Meetpunt 0068 nabij kruising met N381, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012, 2015, 2018 en 2021.

De totale soortenlijst van deze monsters samen bedraagt 304 taxa. Voor een duiding hiervan is gekeken naar de soorten die positief scoren op de KRW-maatlat; de kenmerkende soorten en de positief dominante soorten voor een R5. Dit aantal soorten is een stuk kleiner, namelijk 12 kenmerkende en 1 positief-dominante. Voor de abundantie van deze soorten per meetpunt en per jaar: zie Tabel 7.

Tabel 7

Aangetroffen kenmerkende (K) of positieve (P) soorten voor een R5. De abundanties zijn in een logaritmische schaal: 1 = 1, 2 = 2 tot 4, 3 = 5 tot 12, 4 = 13 tot 33

Soort	Indicatie	0625 kruising bakke- veense- vaart		0068 kruising N381							
		2001	2006	2005	2009	2010	2011	2012	2015	2018	2021
Anabolia nervosa	K			4	4	2	3	1	2	3	
Polypedilum bicrenatum	K			4		1	4	2			3
Stictotarsus duodecimpustulatus	K			1				1			
Nemoura cinerea	K				1						
Polypedilum bicrenatum gr.	K				2			1			
Thienemanniella majuscula	K				3						
Platambus maculatus	K					1					
Velia caprai	K					2		1			
Demicryptochironomus vulneratus	K						1				
Anodonta anatina	K								1		
Polypedilum pullum	K									1	
Molanna angustata	K										2
Gammarus pulex	P							4	4	3	3
Aantal K of P		0	0	3	4	4	3	6	3	3	3

Op meetpunt 0625 (nabij kruising Bakkeveensevaart) zijn in het geheel geen kenmerkende of positief scorende soorten gevonden. Op het meetpunt 0068 (nabij kruising met N381) zijn de laatste jaren 3 van deze soorten per bemonstering aangetroffen. In eerdere jaren waren dat er soms meer, tot 6 in 2012. De soorten scoren weliswaar positief op de KRW-maatlat, maar zijn vrij algemene soorten die ook vaak in stilstaande wateren voorkomen. De ecologie van alle genoemde soorten is beschreven in Bijlage 9.

Voor verdere interpretatie is gebruik gemaakt van de milieu- en habitatpreferenties van de kenmerkende soorten (Verberk *et al.*, 2012). In het excel-bestand dat bij deze publicatie hoort, zijn de milieu- en habitatpreferenties van alle Nederlandse macrofaunasoorten kwantitatief in beeld gebracht. Per variabele (bijvoorbeeld: stroming, trofiegraad) zijn verschillende klassen gedefinieerd (voor stroming bijvoorbeeld: stilstaand, langzaam stromend, etc.; voor trofiegraad bijvoorbeeld: oligotroof, mesotroof, etc). Vervolgens zijn voor elke soort 10 punten per variabele over de klassen van die variabelen verdeeld, waarmee de voorkeur van elke soort is vastgelegd. In voorliggende studie zijn de gemiddelde punten per klasse van de belangrijkste variabelen van alle kenmerkende soorten berekend. Dit is gedaan voor de kenmerkende soorten op de KRW-maatlat voor R5 en voor de kenmerkende soorten die in het Koningsdiep zijn aangetroffen. Het resultaat is weergegeven in Bijlage 10.

Het blijkt dat de aangetroffen kenmerkende soorten in het Koningsdiep vergeleken met de kenmerkende soorten voor R5 gemiddeld:

1. een minder hoge preferentie hebben voor stroming,
2. een minder hoge preferentie hebben voor stenen als substraat
3. een hogere preferentie hebben voor slib en zand als substraat
4. een hogere preferentie hebben voor sterker organisch belast water
5. een minder hoge preferentie hebben voor voedselrijk (eutroof) water.

De eerste vier punten zijn goed te verklaren: het Koningsdiep heeft een lagere stroomsnelheid dan een referentie van R5. Door de lagere stroming is er minder hard substraat en meer slib en fijn zand. Het slib leidt tot een zuurstofvraag, waar de soorten in het Koningsdiep beter tegen bestand zijn. Het enige opmerkelijke is het vijfde punt: de minder hoge preferentie voor voedselrijk water. Of eigenlijk is de voorkeur van de R5-soorten voor voedselrijk water al opmerkelijk. Kennelijk kunnen in gezonde beken van het type R5 relatief hoge concentraties aan nutriënten voorkomen. In een referentiesituatie levert dat geen problemen voor overmatige groei van algen of waterplanten, omdat het water stroomt en beschaduwd is. De soorten in het Koningsdiep komen echter gemiddeld bij wat voedselarmer water voor.

Gevolgen van het VKA voor macrofauna

Per traject is het volgende voor de macrofauna bij herinrichting te verwachten:

- Bronmoeras. Op termijn zijn hier typische soorten van broekbossen te verwachten. Zie onderstaand kader over macrofauna in broekbossen.
- De bosbeek heeft een lage stroomsnelheid, maar heeft wel dood hout en bladpakketten, dat voor typische macrofaunasoorten van bovenlopen een belangrijk substraat en voedselbron vormt. Verder zal het bos sterk vernatten en er zullen pleksgewijs en periodiek inundaties of plassen ontstaan. Hier kan zich een broekbos vormen, waarin zich typische soorten kunnen vestigen; zie onderstaande tekst box.
- In het genormaliseerde traject blijft de stroomsnelheid laag en daar is zelfs de kans op meer slibvorming en lagere zuurstofgehalten aanwezig. Deze trajecten worden niet geschikter en mogelijk zelfs slechter voor kenmerkende beeksoorten.
- De vispassage Mounleane heeft ook bij lagere afvoeren stroming, omdat het traject niet gestuwd is. Hierdoor is ook een betere substraatsamenstelling te verwachten. Hier is een toename van stromingsminnende soorten te verwachten.
- In de nieuwe meander Heidehuizen wordt de stroomsnelheid hoger, maar nog steeds te laag voor stroomminnende macrofauna. Verder zal beschaduwing met bladval en dood hout in de beek voor een verbetering van het habitat zorgen. In dit traject zijn dus kenmerkende soorten van een R5 te verwachten, zij het minder dan in de vispassage Mounleane.

Macrofauna van broekbossen

Over de macrofauna van broekbossen is relatief weinig bekend omdat er weinig onderzoek naar gedaan is. Wiggers heeft de laatste jaren, vaak samen met andere deskundigen, inventarisaties uitgevoerd in broekbossen in Brabant, Vechtstromen, Groningen en Friesland.

Uit deze recente inventarisaties blijkt dat in broekbossen soms bijzondere, zeldzame en soms nieuwe soorten voor Nederland gevonden worden.

De aangetroffen soorten zijn vaak aangepast aan de hydrologische dynamiek, zoals droogval en andere specifieke milieuomstandigheden, zoals perioden met zuurstofarmoe. Broekbossen kunnen dienen als refugium voor soorten bij periodieke droogval van een beekstelsel.

Door het kennisnetwerk OBN is onderzoek gedaan naar de sturende factoren voor de ecologie van broekbossen en zijn aanbevelingen gedaan over de ontwikkeling van broekbossen. Voor de fauna in broekbossen blijken vooral de hydrologie en de vegetatiestructuur bepalend. Een afwisseling van geïnundeerd in de winter en gedeeltelijk droogvallen in de zomer lijkt de optimale situatie. Zowel te nat (permanent geïnundeerd) als te droog (water hooguit kortdurend boven maaiveld) werken negatief door op de levensgemeenschappen van broekbossen en leiden tot het verdwijnen van soorten van moerassen en natte bossen.

Literatuur: Runhaar et al, 2019; Wiggers et al, 2019; Wiggers & Moller Pillot, 2019 en 2022, Wiggers et al, 2022

4.3 Waterplanten

Voor de huidige situatie zijn gegevens beschikbaar van twee meetpunten die in meerdere jaren onderzocht zijn:

- Meetpunt 0625 (nabij kruising Bakkeveensevaart): 2001, 2006
- Meetpunt 0068 (nabij kruising N381): 2005, 2009, 2010, 2011 (2x), 2012, 2014, 2015, 2016, 2018 en 2020.

De resultaten staan in Bijlage 11. De totale soortenlijst van al deze opnamen bedraagt 63. Voor de interpretatie van deze soortenlijst is gebruik gemaakt van de indicatieve waarde die de soorten hebben op de KRW-maatlat voor R5. Voor de indicatieve waarde van soorten zijn 5 klassen gedefinieerd, waarbij klasse 1 de meest positieve indicatie betekent en klasse 5 de meest negatieve indicatie. Er zijn zeven soorten van de klassen 1 en 2 in het Koningsdiep waargenomen. De ecologie van deze soorten is hieronder beschreven (informatie uit Pot, 2003):

- Dotterbloem (*Caltha palustris*): soort van matig voedselrijke bodem en water. Komt massaal voor in rietvelden die in de winter onder water staan. Ook in matig schrale soortenrijke beekdalgraslanden of aan de slootkanten van wat ooit zulke graslanden waren.
- Kleine watereppe (*Berula erecta*): In ondiep, min of meer voedselrijk water boven een slappe bodem met veel organische stof. In ondiepe poldersloten in

veengebied is de plant vrij algemeen, maar hij komt ook voor op drijftillen en soms in beekjes. Ook wel onder de schaduw van elzenbomen.

- Brede waterpest (*Elodea canadensis*). Uit Noord-Amerika in Nederland uitgezet. Rodelijstsoort.
- Watermunt (*Mentha aquatica*). De planten kunnen zich op natte, voedselrijke, venige of humeuze bodem, meestal deels in het water, goed ontwikkelen, maar ze komen ook wel op minder voedselrijke plaatsen voor.
- Aarverderkruid (*Myriophyllum spicatum*). Een soort van voedselrijk water, maar in fosfaatarm water kan de plant ook prima overleven; dan schakelt hij over op zijn goed ontwikkeld wortelstelsel. De planten doen het op kleibodem aanzienlijk beter dan op zand- of veenbodem.
- Klein fonteinkruid (*Potamogeton berchtoldii*). In ondiepe sloten en poelen met voedselrijk, maar sulfaatarm water.
- Kleine egelskop (*Sparganium emersum*). Vergelijkbaar als grote egelskop (voedselrijk en carbonaatrijk water en verdraagt enige vervuiling vrij goed), maar vaak in dieper water; ook gevoeliger voor inlaat van sulfaatrijk rivierwater. Veel in (snel) stromende beken met alleen maar ondergedoken of drijvende bladen.

Van deze soorten is alleen Kleine egelskop typisch voor beken (R5).

In paragraaf 3.3 zijn bij anorganisch koolstof soorten genoemd die typisch voor beken met een lage alkaliniteit zijn, namelijk: Drijvende waterweegbree, Teer vederkruid, Duizendknoopfonteinkruid, Grote waterranonkel en Blaasjeskruid. Van deze soorten is alleen Blaasjeskruid in het Koningsdiep aangetroffen.

Gevolgen van het VKA voor waterplanten

Per traject is het volgende voor waterplanten te verwachten in het VKA:

- Bronmoeras. Hier zullen aanvankelijk moerasplanten uitbundig tot ontwikkeling komen. Het is moeilijk te voorspellen welke dat zijn. Op den duur zullen zich ook houtige gewassen, zoals elzen en op wat minder natte delen berken kunnen ontwikkelen. Op den duur zal er een broekbos kunnen vormen.
- Bosbeek. In de bosbeek zelf zullen weinig waterplanten tot ontwikkeling komen vanwege de beschaduwing. Een deel van de bomen zal sterven en vervangen worden door andere soorten. Op den duur kan zich een (mogelijk interessant) broekbos ontwikkelen.
- In het genormaliseerde traject zal de groei van waterplanten enigszins geremd worden door de beschaduwing door houtige gewassen die op den duur op delen van de zuidoever tot ontwikkeling gebracht worden. Toch zal door de lage stroomsnelheid, het relatief voedselrijke water en de vorming van slib op de bodem, de groei van waterplanten eerder uitbundiger worden dan minder. Het maaibeheer zal in het VKA ook extensiever worden dan in de huidige situatie: er mogen meer waterplanten tot ontwikkeling komen. Waarschijnlijk zullen er geen of weinig nieuwe soorten verschijnen; alleen zullen de bedekkingen hoger worden.
- Bypass Mounleane. Hier wordt de stroomsnelheid zo hoog dat zich maar weinig waterplanten zullen vestigen. Alleen soorten die goed tegen stroming bestand zijn, zijn te verwachten, zoals sterrenkroossoorten.
- In de nieuwe meander is de stroomsnelheid relatief laag. De ontwikkeling van de vegetatie is waarschijnlijk vergelijkbaar met die in het genormaliseerde traject.

5 EFFECT OP KRW-SCORE

5.1 KRW-beoordelingsmethode

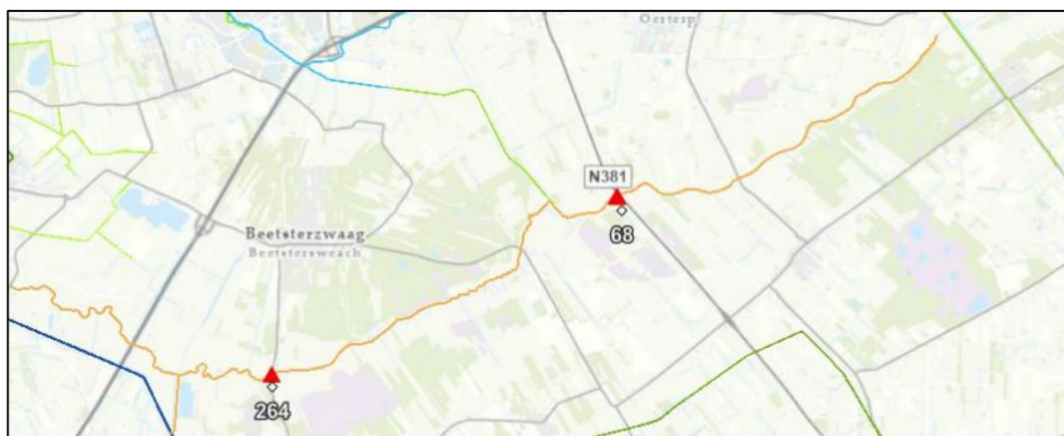
Bij de beoordeling volgens de KRW-systematiek zijn een paar zaken relevant:

Parametergroepen

De beoordeling vindt plaats op basis van verschillende parametergroepen. Dit zijn chemisch verontreinigende stoffen, biologie ondersteunende stoffen (dit zijn: zuurstof, temperatuur, zuurgraad, chloride, stikstof, fosfor en doorzicht) en biologische groepen (voor stromende wateren zijn dat: fyto bentos, macrofyten, macrofauna en vis). In deze studie richten we ons op de biologische groepen macrofyten (water- en oeverplanten), macrofauna en vis, en als ondersteuning de chemische stoffen, met name de biologie ondersteunende stoffen.

Waterlichaam en meetpunten

Een waterlichaam wordt als één geheel beoordeeld. Het waterlichaam Koningsdiep is groter dan het traject van het voorliggend rapport: het loopt tot aan de weg Nij Beets – Tijnje. Voor de metingen kunnen er wel meerdere meetpunten in een waterlichaam liggen. Niet alle meetpunten liggen in het traject van voorliggende studie. Voor macrofyten en macrofauna zijn er twee KRW-meetpunten: 264 en 68 (zie Figuur 9). Het eerstgenoemde meetpunt ligt benedenstrooms (dus buiten) het traject van voorliggende studie. Voor vis zijn er in totaal zeven trajecten die bemonsterd worden. Daarvan liggen er vier in het traject van voorliggende studie (zie Figuur 8, pagina 24). Voor de KRW-beoordeling moeten wel de monitoringsgegevens van alle meetpunten gebruikt worden. Verder speelt mee dat de monitoring volgens landelijke voorschriften uitgevoerd moet worden. Hierbij kunnen soorten gemist worden, bijvoorbeeld de soorten die alleen tijdens de paai in de beek voorkomen. Hoewel het VKA een positief effect kan hebben op de ecologische kwaliteit van een bepaald traject, is dit niet altijd in de KRW-beoordeling terug te vinden.



Figuur 9 Meetpunten macrofyten en macrofauna

Normen en beoordeling

De normen voor vrijwel alle parametergroepen verschillen per watertype (alleen voor de chemisch verontreinigende stoffen is dat niet het geval). Daar komt bij dat waterlichamen die sterk veranderd of kunstmatig zijn, een lagere norm dan die van het natuurlijke watertype kunnen krijgen. Het Koningsdiep is aangemerkt als sterk veranderd en heeft deels lagere normen dan een natuurlijke R5.

De ecologische kwaliteit voor de biologische groepen wordt uitgedrukt in een Ecologisch Kwaliteitsratio (EKR). Dit is een getal dat aangeeft in hoeverre de biologische groep lijkt op een referentie-situatie. Een waarde van 1,0 is de referentie, een EKR van 0,0 betekent dat de gemeten situatie daar in het geheel niet mee overeenkomt. Bij natuurlijke wateren is een EKR van 0,6 het doel; zoals gezegd kunnen voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen per biologische groep lagere doelen geformuleerd worden.

De beoordeling (toepassen van de normen of maatlaten) is met name voor de biologische groepen soms ingewikkeld. Er zijn maatlaten ontwikkeld die opgebouwd zijn uit deelmaatlaten en die kennen vaak ook nog weer een onderverdeling. Voor vegetatie wordt bijvoorbeeld gekeken naar de bedekking van groeivormen (zoals submers, drijvend enemers; elk met eigen normen) en naar de indicatieve waarden van soorten, onderverdeeld in waterplanten en oeverplanten. In de volgende paragrafen zal dit per biologische groep kort worden toegelicht.

Voor het eindoordeel moeten de resultaten van de laatste drie meetjaren gebruikt worden. Omdat in het Koningsdiep metingen om de 3 jaar plaatsvinden, moeten dus monitoringsresultaten over een periode van 9 jaar gebruikt worden.

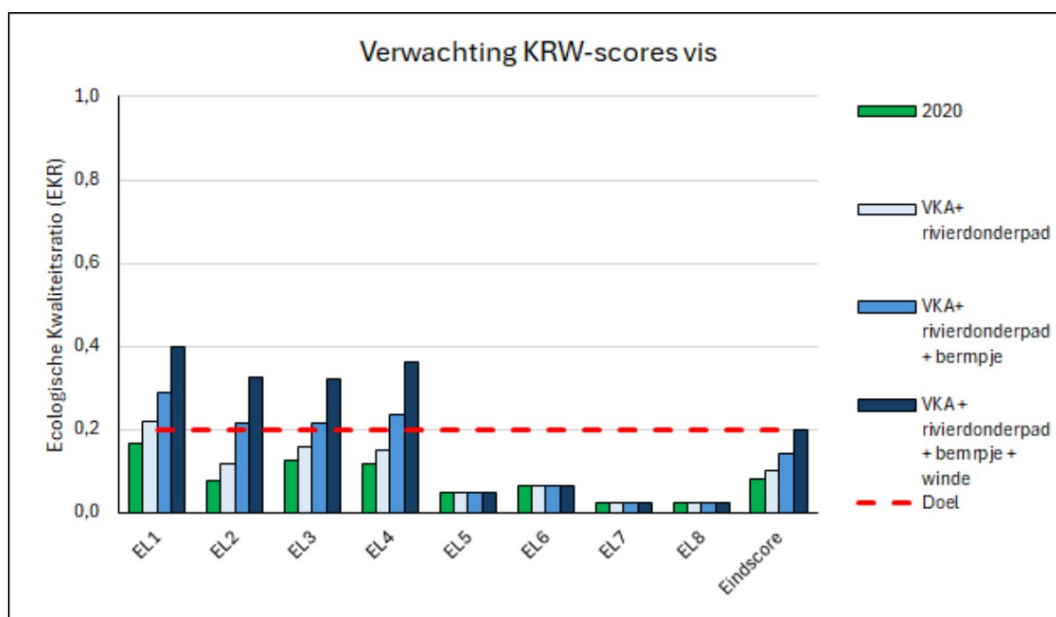
Tot slot is van belang dat voor het eindoordeel van het waterlichaam als geheel in het ene geval de individuele monsters (per monsterpunt) beoordeeld moeten worden, waarna de eindscore voor het waterlichaam het gemiddelde van alle scores is. Som, zoals bij vis, moet op basis van alle opnamen eerst een totaal-lijst samengesteld worden, waarna deze soortenlijst aan de maatlat getoetst kan worden.

5.2 Vis

Er zijn gegevens beschikbaar van visstandopnamen uit 2015 en 2020. Zie paragraaf 4.1 voor de aangetroffen soorten. In paragraaf 4.1 is aangegeven welke mogelijke effecten de herinrichting heeft op de visgemeenschap. Als gevoeligheidsanalyse is de KRW-beoordeling berekend gebaseerd op de visstandopname van 2020. In dat jaar zijn er 8 opnames met electrovisserij en 2 opnames met de zegen. De laatste mogen bij de beoordeling niet gebruikt worden. De trajecten EL1 t/m EL4 liggen in het onderzoeksgebied; de trajecten EL5 t/m EL8 daarbuiten (stroomafwaarts). Om het effect van het VKA te beoordelen zijn drie varianten uitgevoerd waarbij de volgende soorten zijn toegevoegd aan de bemonsteringstrajecten EL1 t/m EL4.

- 10 rivierdonderpadden,
- 10 rivierdonderpadden en 10 bempjes,
- 10 rivierdonderpadden, 10 bempjes en 1 winde.

Het resultaat is aangegeven in Figuur 10. Naast de scores van de individuele monsters zijn ook de eindscores weergegeven.



Figuur 10 Huidige KRW-beoordeling en te verwachten effect van de herinrichting

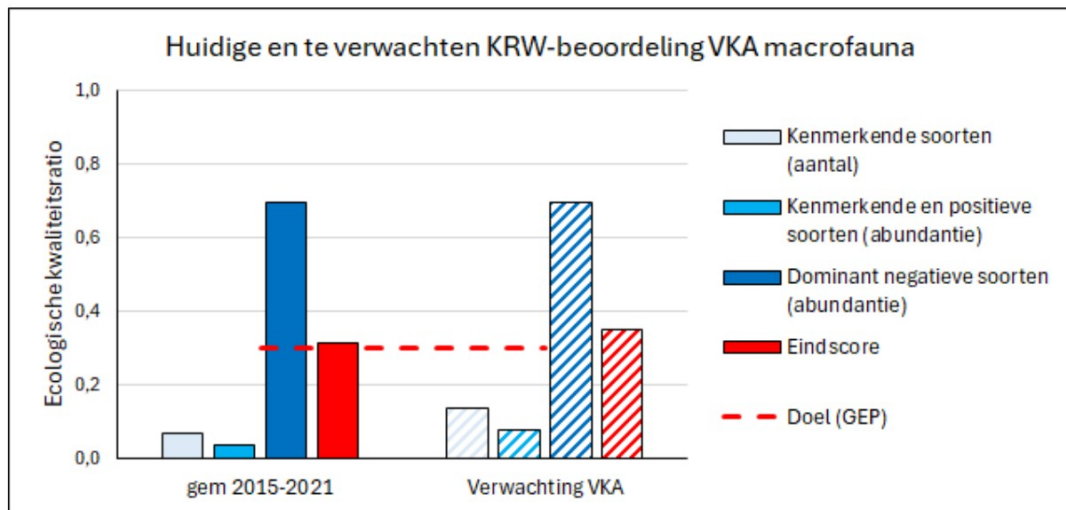
Het blijkt dat het VKA tot een verbetering van de beoordeling van de locaties met de extra soorten leidt (EL1 t/m EL4). Bij toevoeging van alle drie de soorten wordt de score op deze locaties ruim 2 keer zo hoog. Toevoeging van alleen de rivierdonderpad is niet voldoende om op die locaties het doel te halen.

Op de locaties waar geen soorten zijn toegevoegd (EL5 t/m EL8) is uiteraard geen wijziging in de score opgetreden. Door middeling van alle locaties is de toename van de eindscore minder groot: de eindscore wordt bij toevoeging van alle drie de soorten minder dan 2 keer zo hoog. Het doel wordt bij toevoeging van alle drie de soorten nog wel juist gehaald. Het doel (0,2 EKR) is overigens niet hoog: voor natuurlijke beken is 0,2 de grens tussen de klassen “ontoereikend” en “slecht”.

5.3 Macrofauna

Zoals gezegd (paragraaf 5.1) zijn er voor macrofauna twee KRW-meetpunten. Het meetpunt 264 ligt buiten het traject van voorliggende studie. Dit betekent dat alleen het effect van het VKA op meetpunt 0068 onderzocht is.

Hiervoor is eerst de gemiddelde score voor de metingen uit 2015, 2018 en 2021 gemiddeld; zowel de eindscore als de score op de deelmaatlatten. Voor het te verwachten effect van het VKA is de score op de deelmaatlat Kenmerkende soorten en de deelmaatlat Abundantie kenmerkende plus positieve soorten verdubbeld. De score op de deelmaatlat Abundantie dominant negatieve soorten is niet gewijzigd. Het resultaat is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 Te verwachten effect van het VKA op macrofauna, meetlocatie 0068.

Het resultaat is dat de EKR op meetpunt 68 toeneemt van 0,31 naar 0,35; een toename van 0,04 EKR. Om de eindscore van het hele waterlichaam te krijgen, moet de EKR van dit meetpunt nog gemiddeld worden met de EKR van meetpunt 264 (buiten het onderzoekstraject). De toename van de EKR voor het hele waterlichaam zal dus helft van de berekende toename op locatie 68 zijn, dus 0,02 EKR. Dit is één tiende van een kwaliteitsklasse. Het doel voor macrofauna bedraagt 0,3 EKR. Dit doel wordt nu (gemiddeld 2015-2021) al net gehaald (waarde: 0,31 EKR). In het VKA wordt dit iets beter: 0,35 EKR.

5.4 Macrofyten

Voor de macrofyten worden vooralsnog geen (grote) veranderingen verwacht. Er worden geen nieuwe soorten verwacht. De bedekking van de groeivormen kan mogelijk wel veranderen. Bedacht moet worden dat een eventuele verbetering net als bij macrofauna gemiddeld moet worden met de score van de meetpunt buiten het onderzoekstraject (dat in het VKA niet verandert).

6.1 Discussie methodiek

In deze studie is een poging gedaan het aquatisch-ecologisch effect van het VKA van het Koningsdiep te voorspellen. Bedacht moet worden dat de aquatische ecologie een relatief jonge wetenschap is. Er is inmiddels veel bekend maar ook nog veel onbekend. Er zijn veel relaties tussen soorten en hun milieu en tussen soorten onderling; en er zijn veel soorten. Er is getracht zoveel mogelijk gebruik te maken van meetgegevens, van bestaande informatie, bijvoorbeeld over de ecologie van soorten, en bestaande applicaties en modellen. Desondanks is het voorspellen van (aquatische) ecologie nog een lastige zaak. Bij het gebruik van de resultaten van voorliggende studie moet met deze onzekerheden rekening worden gehouden.

Meer concreet gelden de volgende nuances in het onderzoek:

- Aantal bemonsteringen. De levensgemeenschap van met name fauna (in dit geval macrofauna en vis) kan in de loop der jaren maar ook binnen een jaar veranderen. Soorten hebben een specifieke levenswijze, waardoor ze zich niet altijd op dezelfde plaats bevinden. Denk hierbij aan de dag-nacht migratie, seizoenmigratie en paaimigratie van vissen, maar ook aan de diverse stadia van insecten. Voor de vegetatie geldt uiteraard ook de seizoen variatie, waarbij ontwikkeling in het groeiseizoen per soort kan ontwikkelen. Daar komt nog bij dat bij de reguliere bemonsteringen maar op een beperkt aantal locaties plaatsvindt. De bemonsteringen zijn gelukkig meestal zo ingericht dat toch een goede indruk van de levensgemeenschap verkregen kan worden. Voor vis geldt dat misschien in mindere mate, omdat de visstandbemonstering niet tijdens de paaiperiode mag plaatsvinden.
- De milieu- en habitatpreferenties van macrofauna-soorten zijn gebaseerd op een groot aantal maar inmiddels oude metingen.
- Specifiek voor de Sobek-modellering en het gebruik van de resultaten daarvan het volgende:
 - o Waterinlaat is in het huidige model niet opgenomen. In de praktijk gebeurt dat wel. De afvoeren zullen in de praktijk daarom niet zover dalen als uit de berekeningen volgt.
 - o De inbreng van dood hout is (nog) niet in de modellering opgenomen. Bij het inschatten van wijziging in de soortensamenstelling (via verandering van het substraat) is wel met inbreng van dood hout rekening gehouden
 - o De berekende stroomsnelheid is de gemiddelde stroomsnelheid over de hele natte doorsnee. In de praktijk is de stroomsnelheid vlak boven de bodem en vooral langs de oevers waar vegetatie staat, lager. Dat betekent dat zich in het midden van het dwarsprofiel een stroomdraad vormt met een hogere stroomsnelheid dan berekend. Bij bochten en dus bij hermeandering zal de stroomdraad zich naar de buitenbocht verleggen.

6.2 Stuurknoppen voor optimalisering inrichting

Het effect van het VKA op de aquatische ecologie is in voorgaande hoofdstukken (3, 4 en 5) zo goed mogelijk beoordeeld. Er zijn op onderdelen positieve effecten te verwachten, op andere delen niet of nauwelijks. Het VKA is de afgelopen tijd, ook tijdens de loop van voorliggend onderzoek naar de effecten, op onderdelen aangepast. Besloten is om het VKA zoals het nu vormgegeven is, te beoordelen op de effecten op de aquatische ecologie en dat in het m.e.r. op te nemen. Dat neemt niet weg dat door verdere aanpassingen in het ontwerp de ecologische waterkwaliteit nog sterker verbeterd kan worden. Er kan, met andere woorden, gezocht worden naar een verdere optimalisatie van het ontwerp. Houvast daarvoor bieden vooral (de beoordelingen van) de Ecologische Sleutelfactoren (zie de samenvatting daarvan in paragraaf 3.5). Met name de Ecologische Sleutelfactoren die niet op groen staan, kunnen mogelijk nog verbeterd worden.

De Ecologische Sleutelfactoren zijn samenhangende aspecten van het aquatisch milieu die een sterke relatie hebben met de ecologische kwaliteit van het water. Onder een Ecologische Sleutelfactor zitten meestal diverse parameters die bepalend zijn voor de beoordeling. Deze parameters zijn te beschouwen als de stuurknoppen voor optimalisatie van het ontwerp. Kijkend naar de (beoordeling) van de Ecologische Sleutelfactoren kunnen tenminste de volgende stuurknoppen genoemd worden:

- Dwarsprofiel. Voor elk beektraject en ook de bypasses geldt dat het gekozen dwarsprofiel invloed heeft op de stroomsnelheid, maar ook op het vasthouden van water en dus de afvoerdynamiek. Bij het dwarsprofiel gaat het om de bodembreedte en de taludhelling (onder water).
- Lengteprofiel. Voor de nieuw te graven trajecten (bosbeek, bypasses en nieuwe menader) kan voor een meer of minder kronkelend traject gekozen worden. Een sterkere kronkeling (meandering) leidt tot een langer traject en daarmee tot een geringer verval. Vanuit dat oogpunt zou een recht verloop de voorkeur hebben (groter verval en daarmee een hogere stroomsnelheid). Voor een goede ecologische ontwikkeling van een beek is echter ook variatie in de stroming over het dwarsprofiel wenselijk en daarmee juist een zo sterk mogelijk meanderend traject (wat leidt tot hoge stroming in de buitenbochten, lage stroming in de binnenbochten). Bovendien leidt meandering tot beter vasthouden van het water en daarmee tot verbetering van de afvoerdynamiek.
- Ontwerp van kunstwerken. Hierbij gaat het om de overloop van brongebied naar de huidige loop, de knijpstuw aan het eind van de bosbeek, en de overloop/stuw van de nieuwe meander naar De Poasen. Bij het ontwerp gaat het met name om de breedte en de (bodem) hoogte, maar ook om de vorm. Is een knijpstuw aan het eind van de bosbeek de meest optimale vorm, of is bijvoorbeeld een V-stuw niet beter?
- Ontwerp van de vispassages. Het gaat hierbij om de lengte en de breedte van de bekkens, de hoogteverschillen per bekken de inrichting van de overgangen tussen de bekkens (balken, stenen, ...). Hier wordt al nader onderzoek naar uitgevoerd.
- Waterbeheer. In dit geval gaat het om het beheer van de huidige stuw bij Mounlaene en de stuw bij Heidehuizen. Afhankelijk van de afvoer op een bepaald moment kan via de hoogte van de stuw de stroomsnelheid bovenstrooms en benedenstrooms beïnvloed worden.
- Onderhoud. Zeer belangrijk is ook het onderhoud. Wat betreft de invloed van meer of minder vegetatie in de beek is via het Sobek-model al

geëxperimenteerd. Maar ook het moment en frequentie van maaien, de maaimethode (materieel), en de mate waarin vegetatie mag blijven staan, zijn van belang. Verder gaat het ook om de volgende vragen: hoeveel houtige gewassen kunnen langs de beek blijven staan? Hoeveel ingevallen hout wordt uit de beek verwijderd (van belang in de bosbeek, maar ook in de meer benedenstroomse delen), hoeveel bladpakketten mogen blijven liggen in de bosbeek? Hoeveel vegetatie en slib mogen in de (rustige) delen van de bekkens van de vispassages blijven liggen?

7.1 Conclusies

Het VKA heeft de volgende aquatisch-ecologisch effecten:

Bronmoeras

Hoewel hier oppervlaktewater aanwezig is, kan dit moeras niet als onderdeel van een beek van het type R5 beschouwd worden (uiteraard wel als brongebied). Beoordeling van dit moeras met criteria en normen die voor een R5 gelden, is eigenlijk niet goed te doen. In z'n algemeenheid wordt verwacht dat hier een moeras met veel vegetatie tot ontwikkeling zal komen en op termijn vorming van een broekbos. De omstandigheden zijn zo optimaal mogelijk en passend in het huidige landschap. De ecologische ontwikkeling die hier zal optreden moet als meest natuurlijke beschouwd worden.

Bosbeek

De bosbeek zal in beperkte mate kenmerken van een echte bosbeek vertonen. Er is enige stroming aanwezig maar nog te laag voor een optimale ecologische ontwikkeling. De beschaduwning waardoor plantengroei beperkt blijft, en de inval van blad en dood hout zal optreden, passen wel goed bij een bosbeek. Het bos zelf (buiten de beek) kan zich bovendien als broekbos ontwikkelen en kan dan mogelijk andere interessante macrofaunasoorten herbergen. Voor vis is hier misschien de rivierdonderpad te verwachten.

Vispassage Mounleane

In de bypass Mounleane (en waarschijnlijk ook de bypass Baekendyk) komen naar verwachting hoge stroomsnelheden voor. Daardoor zal er niet veel vegetatie tot ontwikkeling komen. De vispassage vormt mogelijk een geschikt habitat voor enkele stromingsminnende macrofaunasoorten en een geschikt leefgebied voor het biermpje en de rivierdonderpad. Biermpje en rivierdonderpad zijn momenteel nog niet aanwezig in het koningsdiep. Op korte termijn zijn deze soorten daardoor niet te verwachten maar op langere termijn mogelijk wel. De winde is in het verleden wel benedenstrooms waargenomen. Deze kan naar verwachting nu ook verder stroomopwaarts in het Koningsdiep periodiek (n de paaiperiode) gaan voorkomen en de vispassage als paaigebied gebruiken..

Genormaliseerde traject

De levensgemeenschap van vis, macrofauna en vegetatie zal in de hoofdstroom daarom nog steeds sterk afwijken van een natuurlijke laaglandbeek. Dit komt door de te lange periode met een zeer geringe afvoer, en de aanwezigheid van stuwen waardoor de stroomsnelheid ook bij hogere afvoeren te laag blijft.

Nieuwe meander

In de nieuwe meander vindt opstuwing plaats door het verdeelwerk bij De Poasen en de stuw Heidehuizen. De stroomsnelheid is, ook bij hoge afvoeren, niet hoog. De biodiversiteit zal in dit traject slechts in geringe mate toenemen.

KRW-beoordeling

De KRW-score van het waterlichaam Koningsdiep zal door de herinrichting als volgt wijzigen:

- Vis: geringe toename door mogelijk extra kenmerkende soorten. Het eindoordeel van het hele waterlichaam neemt door middeling met de andere, niet gewijzigde trajecten van het Koningsdiep slechts in geringe mate toe. De (lage) norm wordt in het VKA net gehaald.
- Zeer geringe toename door verschijnen extra stromingsminnende soorten macrofauna in de vispassage. Het aantal en de abundantie blijft echter laag voor een gezonde R5. Mogelijk interessante soorten die typisch zijn voor broekbossen in het bronmoeras en het bos bij de bosbeek.
- Waarschijnlijk geen verandering voor de score macrofyten.

De biodiversiteit zal, zoals hierboven aangegeven, dus wel in positieve zin kunnen wijzigen. Het resultaat daarvan zien we maar in (zeer) geringe beperkte terug in de KRW-score: vanwege de methode worden de verbeteringen 'weggemiddeld'.

7.2 Beoordeling criteria voor m.e.r.

Hieronder zijn de criteria voor beoordeling van het VKA in het m.e.r. gegeven.

Afvoerdynamiek

Door het vasthouden en bergen van water in het brongebied en door herinrichting van delen van de beek neemt in het VKA de hoogte van de piekafvoeren af, en neemt de berekende afvoer in de zomer toe. Echter, de norm kan niet worden gehaald.

Uitzondering is de bypass Mounleane. Daar komen geen grote piekafvoeren meer voor omdat die via de stuw afgevoerd worden.

Stroming en stagnatie

De stroming neemt in de bypass Mounleane in het VKA sterkt toe en voldoet daar aan de norm. In de bosbeek en de nieuwe meander Heidehuizen is de stroming ook groter, maar is het verschil met de huidige situatie minder groot en voldoet nog niet aan de norm. In het bronmoeras en het genormaliseerde traject blijven de stroomsnelheden zeer laag en onder de norm. In het bronmoeras is dit echter de natuurlijke situatie en dus geen knelpunt.

Connectiviteit

De beek wordt volledig migreerbaar. Er zijn wat connectiviteit betreft in het VKA geen knelpunten meer.

Diversiteit in aquatische biotopen

Ten opzichte van de huidige situatie komen er nieuwe biotopen bij:

- een bronmoeras,
- een broekbos,
- trajecten met langere periodes met stromend water,
- trajecten met geschikt substraat zoals bladpakketten en zand,
- meer variatie in substraten

- delen met veel vegetatie met daartussen een stroomdraad.

Belasting en toxiciteit

De belasting met nutriënten zal in het VKA mogelijk dalen door:

- Minder afvoer van landbouwpercelen op de bosbeek,
- Omzetting van landbouwgronden naar natuur.

Er zijn echter ook processen die mogelijk tot juist een hogere belasting met nutriënten kunnen leiden:

- Vernatting van percelen met kans op verhoogde uitspoeling van fosfor,
- Door bladinvall en geringe stroomsnelheid in het genormaliseerde traject kan zich slib vormen met risico op nalevering.

Wat betreft zuurstofhuishouding worden geen veranderingen verwacht, mogelijk alleen verbeteringen door de hogere stroomsnelheid. Enige risico is slibvorming in het genormaliseerde traject met kans op lagere zuurstofgehalten tot gevolg.

Voor de toxiciteit wordt een geringe verbetering verwacht vanwege de omzetting van landbouwgronden naar natuur.

7.3 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

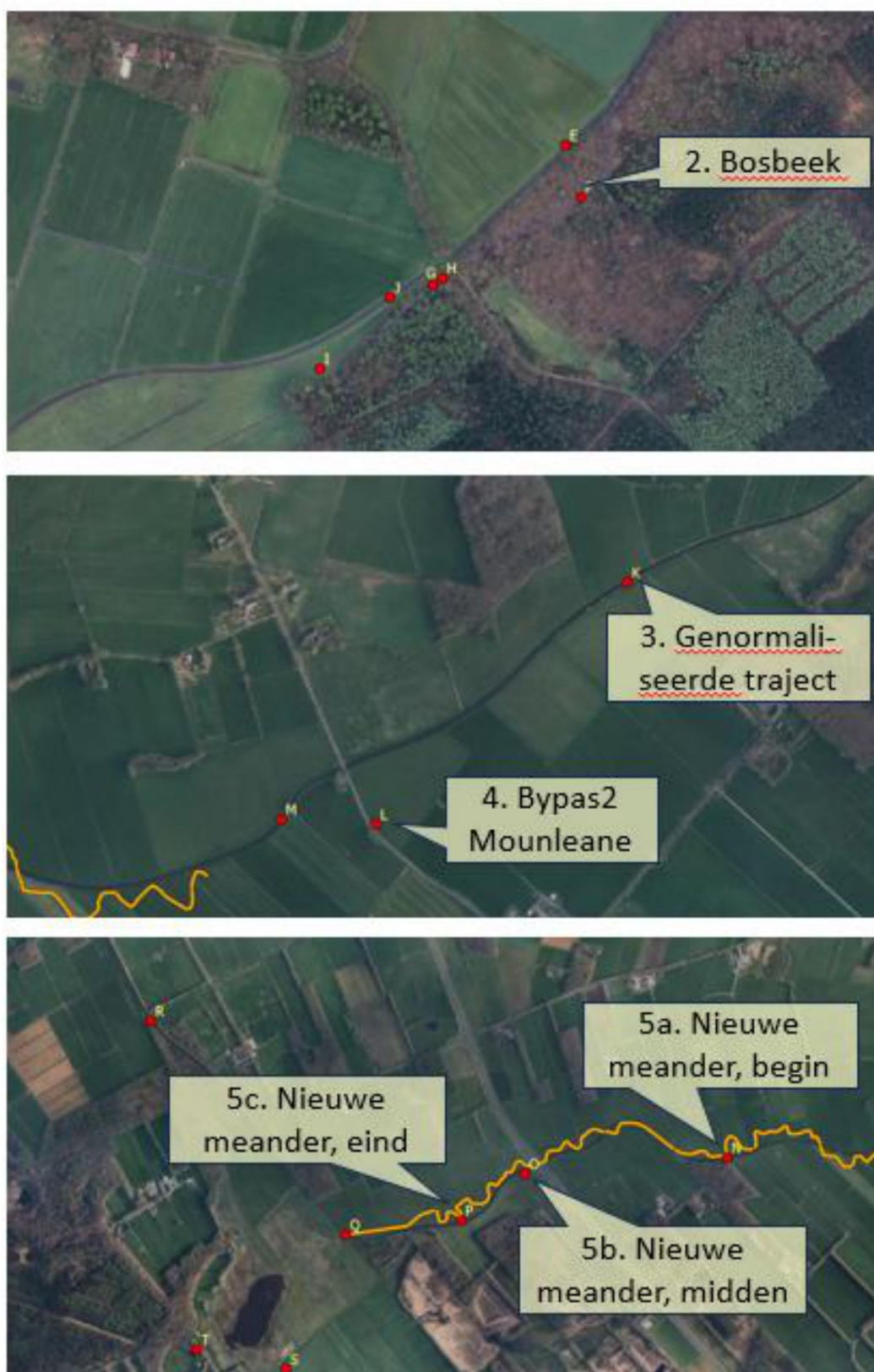
- Indien mogelijk in een nieuwe Sobek-berekening de geconstateerde ontbrekende maatregelen of omstandigheden toevoegen: waterinlaat, verondiepen genormaliseerde traject, en inval van dood hout in de beek.
- Optimalisatie inrichting. Via de stuurknoppen, genoemd in paragraaf 6.2 nadenken over optimalisatie van de inrichting om het ecologisch effect verder te verhogen. Denk hierbij dus aan de dimensionering van de nieuwe trajecten, de vorm van de kunstwerken en de vispassages en over het waterbeheer (beheer van de stuwen).
- Beheer en onderhoud concretiseren. De ecologische effectiviteit hangt niet alleen af van de inrichting, maar ook van beheer en onderhoud. Het gaat hierbij om het maaibeheer, het beheer van houtige gewassen en het beheer van ingevallen dood hout en van blad bladpakketten. Ook dit zijn stuurknoppen voor optimalisatie van het ecologisch effect.
- Monitoring. De effecten van de maatregelen per traject, zoals in voorliggende studie gedefinieerd, monitoren. Dat betekent dat er ook meetpunten in het bronmoeras, de bosbeek en de vispassages gekozen moeten worden. Het beste is om niet alleen de biologische groepen maar ook de milieuomstandigheden, zoals stroomsnelheid, bodemsubstraat, en chemische samenstelling te meten. Op basis van de resultaten van de monitoring kunnen later nog aanpassingen overwogen worden, bijvoorbeeld aanpassing van het dwarsprofiel of aanpassing in het onderhoud.

BIJLAGE 1. LITERATUUR

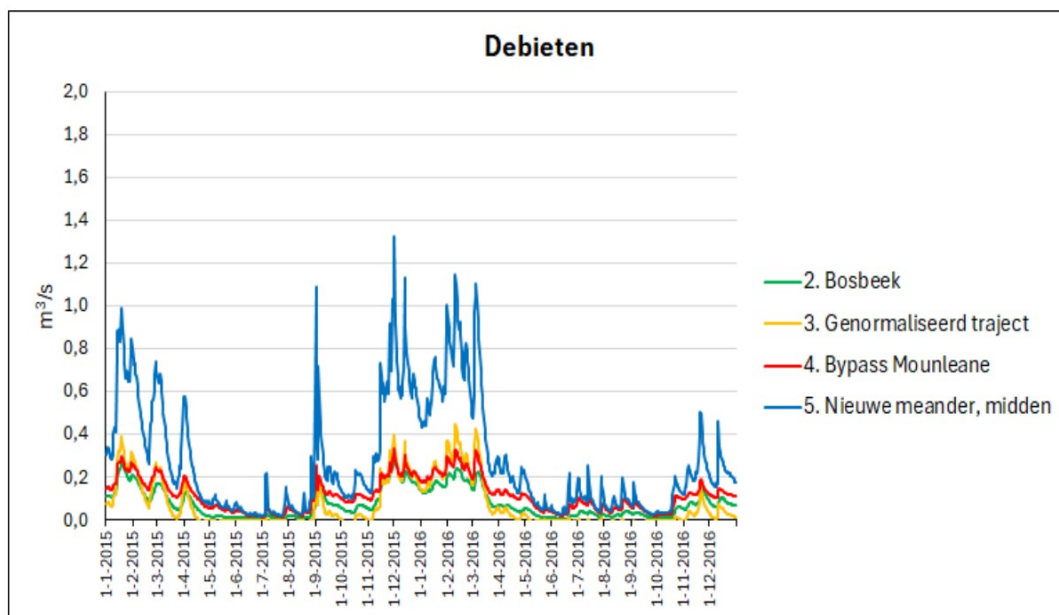
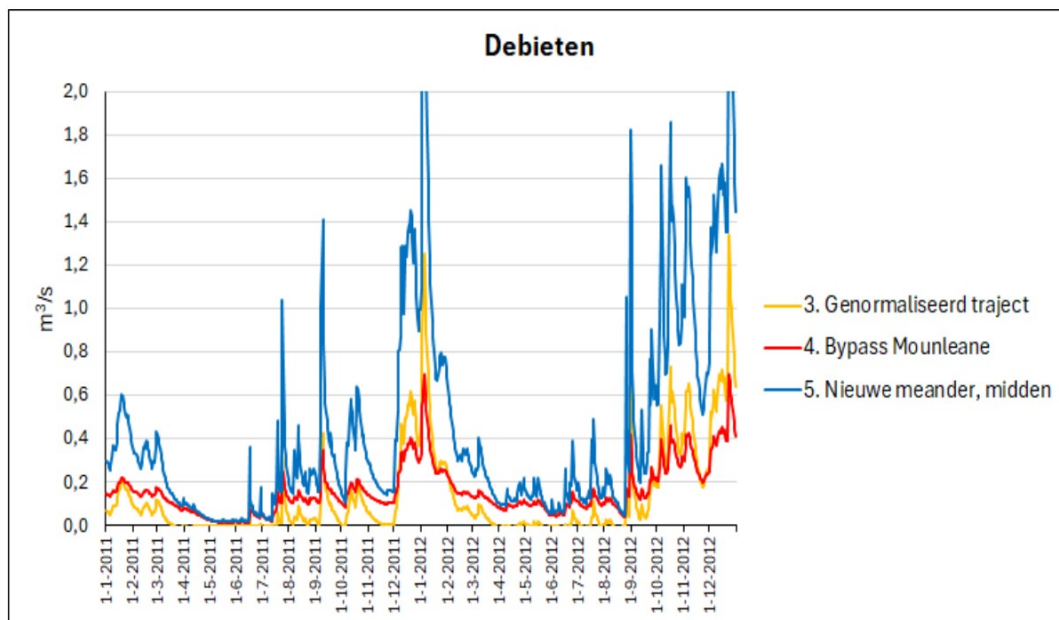
- Boonstra R, 2022. Vismigratievoorzieningen
- Brouwer T, B Crombaghs, A Dijkstra, AJ Scheper & PP Schollemma, 2008. Vissenatlas Groningen en Drenthe. Verspreiding van zoetwatervissen in Groningen en Drenthe in de periode 1980-2007.
- Dijkstra S, 2018. Modelleringsherinrichting Koningsdiep. Notitie modelaanpassingen SOBEK. Anteagroup. In opdracht van Provincie Fryslân.
- Dros B & M Schrijer, 1976. Waterkevertabel. NJN.
- Gittenberger E, AW Janssen, WJ Kuijper, JGJ Kuijper, [REDACTED], G van der Velde & JN de Vries, 2004. De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water.
- Higler LWG, 2005. De Nederlandse kokerjuffers. KNNV, STOWA.
- Koeze B, 2008. De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera). Entomologische tabellen.
- Koole M & M Koopmans, 2016. Visstandopname Friese wateren 2015. A&W-rapport 2186. In opdracht van Wetterskip Fryslân.
- Moller Pillot HKM, 2009. Chironomidae larvae. Biology and ecology of the Chronomini.
- Molen D van der, R Pot, CHM Evers & FCJ van Herpen (red), 2018. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027.
- Pot R, 2003. Veldgids water- en oeverplanten. STOWA, KNNV.
- Reeze B & T Buijse, 2015. Ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren, een methodiek in ontwikkeling. STOWA-rapport 2015-W-06.
- Reeze B & R Laseroms, 2015. Watersysteemanalyse Koningsdiep op basis van ecologische sleutelfactoren voor stromende wateren. In opdracht van Wetterskip Fryslân.
- Reeze B & [REDACTED], 2018. Ecologische sleutelfactoren stromende wateren. Tussenrapportage Hydrologie en Morfologie. STOWA-rapport 2018-57.
- Reeze B, [REDACTED] & [REDACTED], 2023. Kleinschalig hydromorfologisch herstel van beeksystemen in Friesland. In opdracht van Provincie Friesland en Wetterskip Fryslân.
- Runhaar J. RCM Verdonschot, C Swinkels, ECHET Lucassen, R Loeb & AJP Smolders, 2019. Ontwikkeling broekbossen. Kennisnetwerk OBN. OBN227-BE, VBNE.
- Torenbeek R, B Grutters, G van Geest & R Pot, 2018. Ecologische sleutelfactoren Bufferzone en Waterplanten. Tussenrapportage. STOWA-rapport 2018-28.
- Verberk WCEP, PRM Verdonschot, T van Haaren & B van Maanen (red), 2012. Milieu- en habitatpreferenties van nederlandse zoetwatermacrofauna. STOWA-rapport 2012-19, WEW-themanummer 23.
- Wiggers R, HKM Moller Pillot & G Mulderij, 2019. Droogtemeetnet macrofauna 2019 – broekbossen en vennen. Bureau Biota, rapport 2019-017. In opdracht van Waterschap Vechtstromen

- Wiggers R & H Moller Pillot, 2019. Verborgen biodiversiteit in Friese broekbossen – de waarde van macrofauna als indicator voor de ecologische kwaliteit. *Twirre Natuur in Fryslân*, jaargang 29 (2019) nr. 1: 7-13.
- Wiggers R & HKM Moller Pillot, 2022. Verborgen biodiversiteit in Brabantse broekbossen – de waarde van macrofauna als indicator voor de ecologische kwaliteit. Bureau Biota rapport 2022-022. Met subsidieverlening van Provincie Noord-Brabant.
- Wiggers R, J Tonckens & ET van Buren-Wolf, 2022. Broekbossen in Groningen – de rol van macrofauna als graadmeter bij beheer en herstel. Bureau Biota, rapport 2022-011.

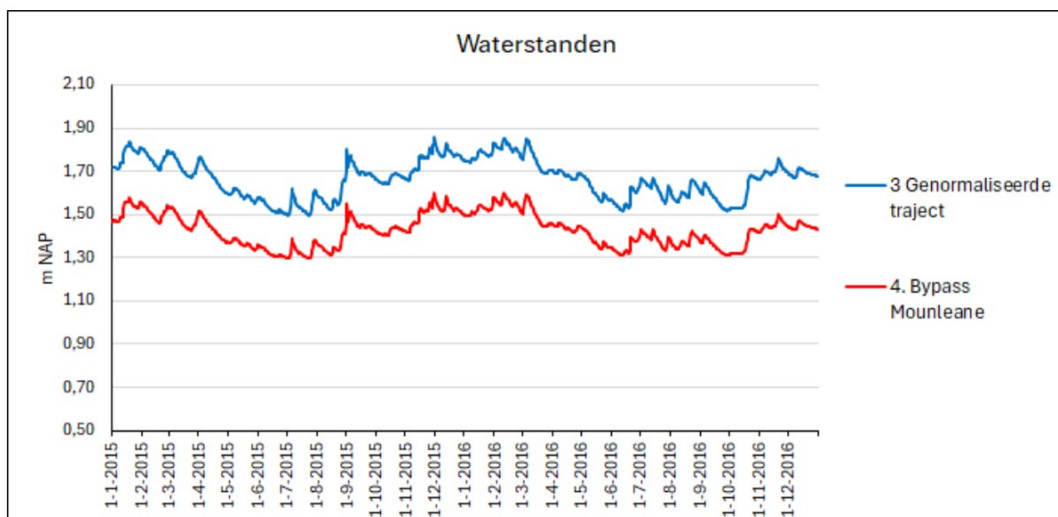
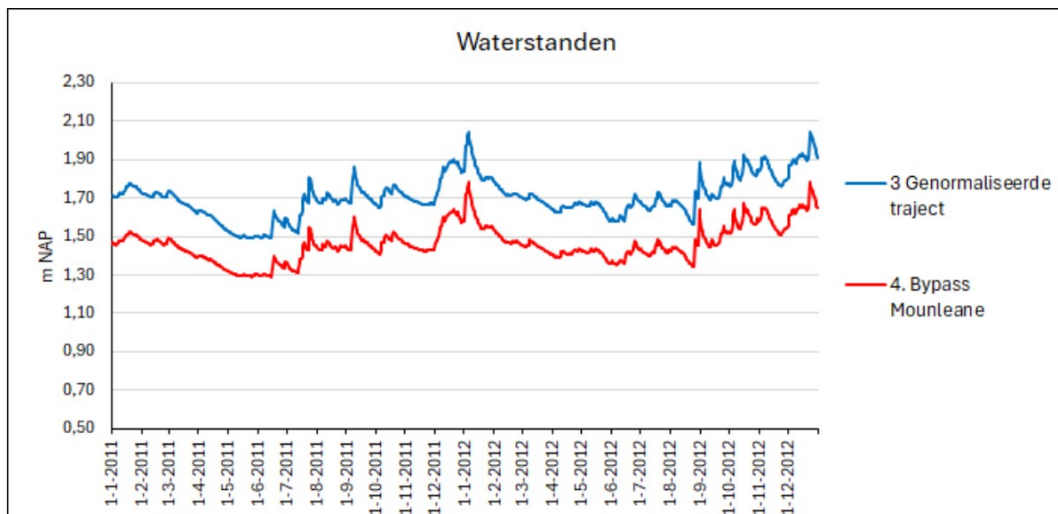
BIJLAGE 2. LOCATIES UITVOER SOBEK-MODELLERING

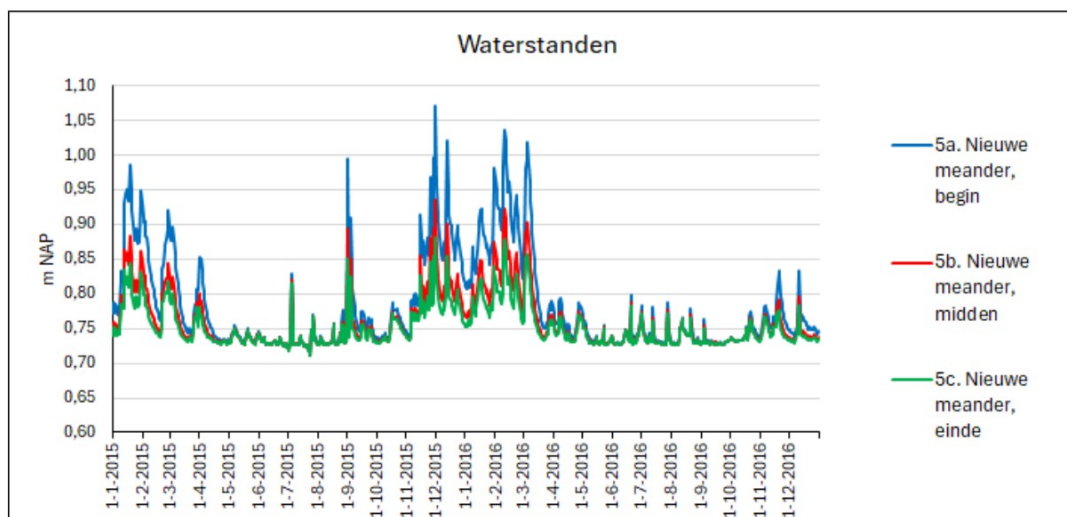
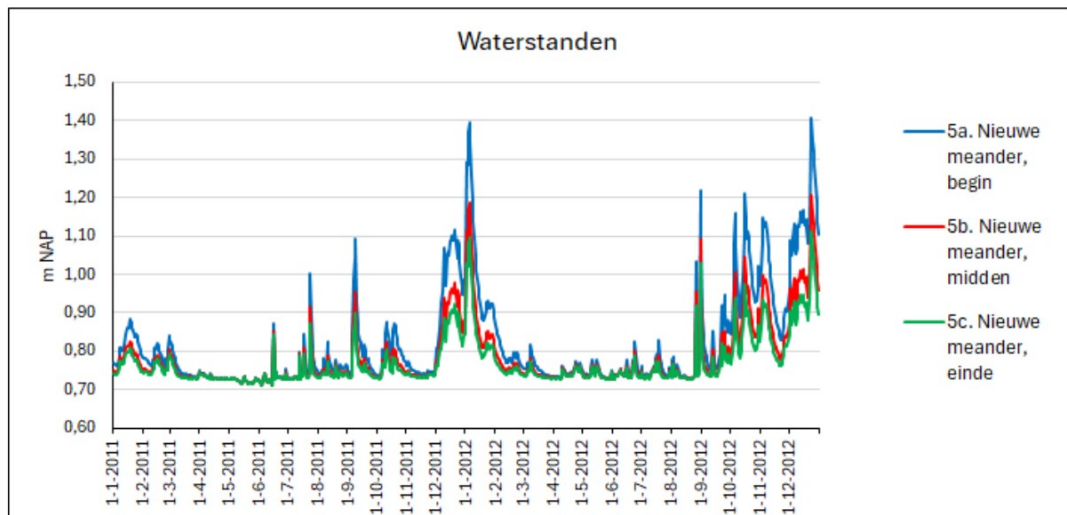


BIJLAGE 3. RESULTATEN SOBEK BEREKENINGEN VKA-DEBIETEN

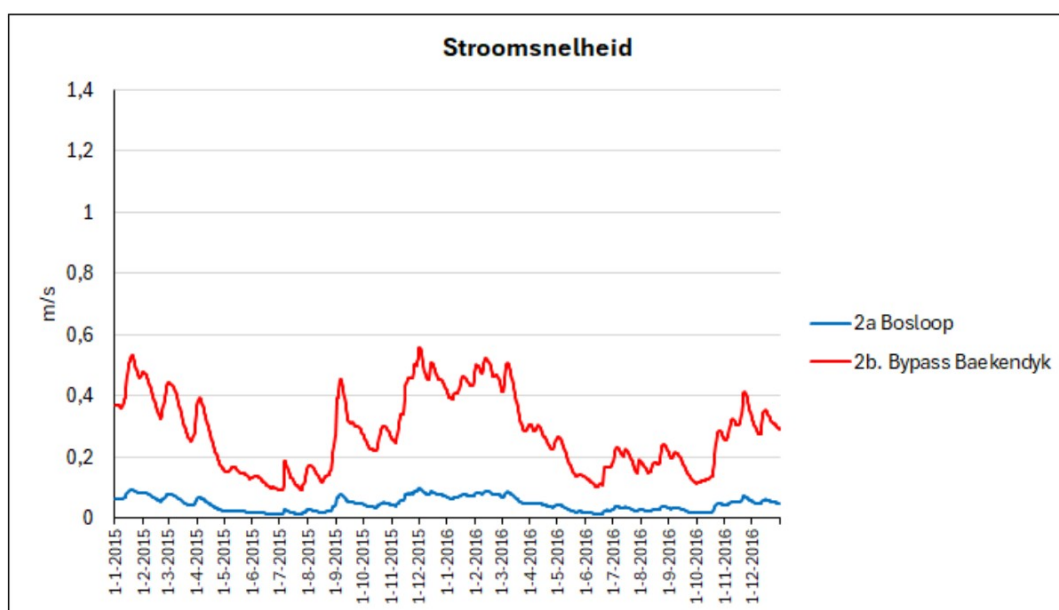
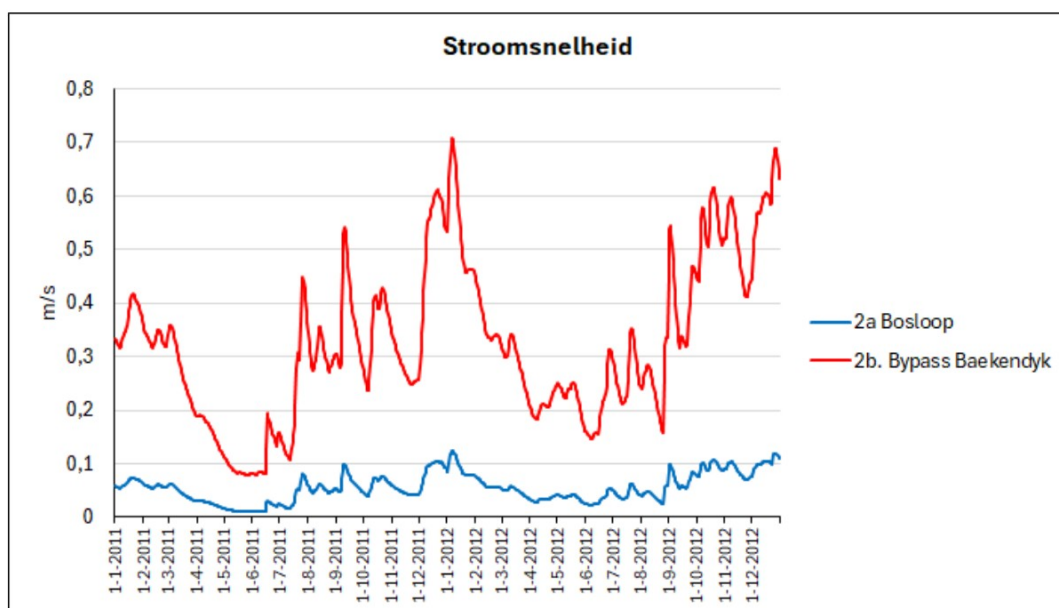


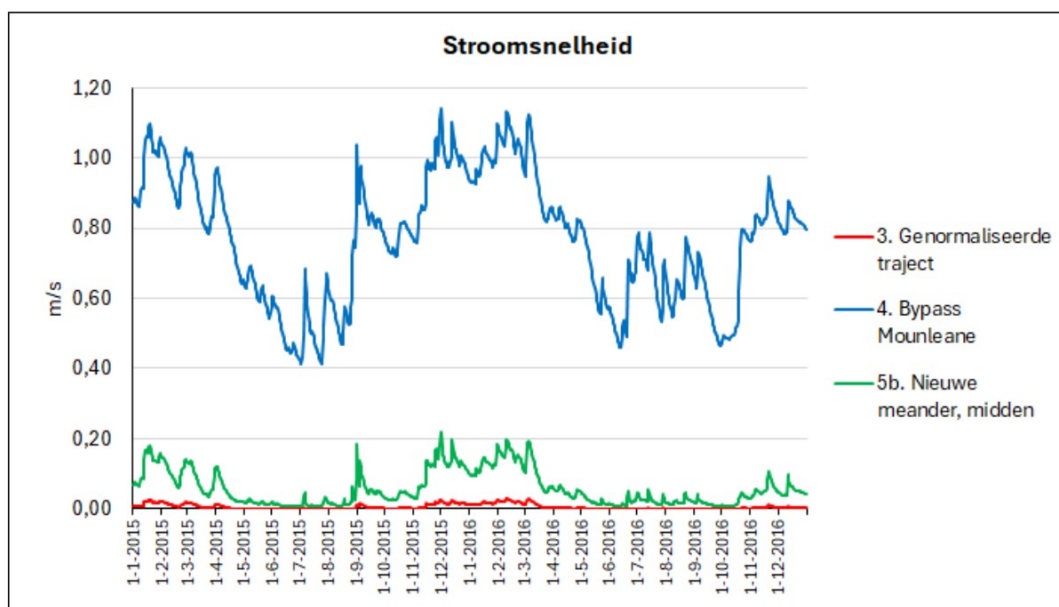
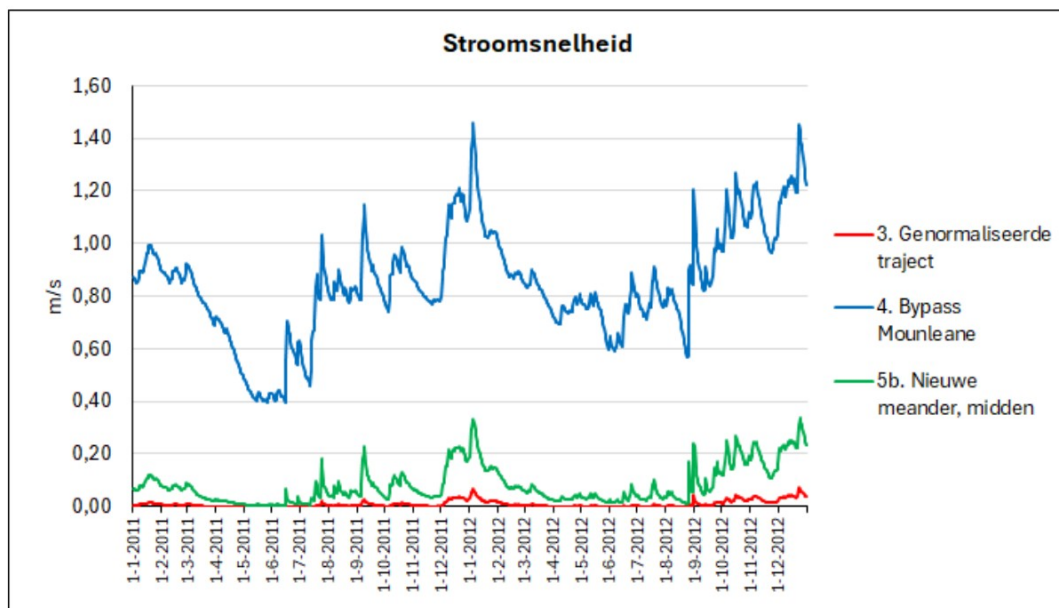
BIJLAGE 4. WATERSTANDEN VKA



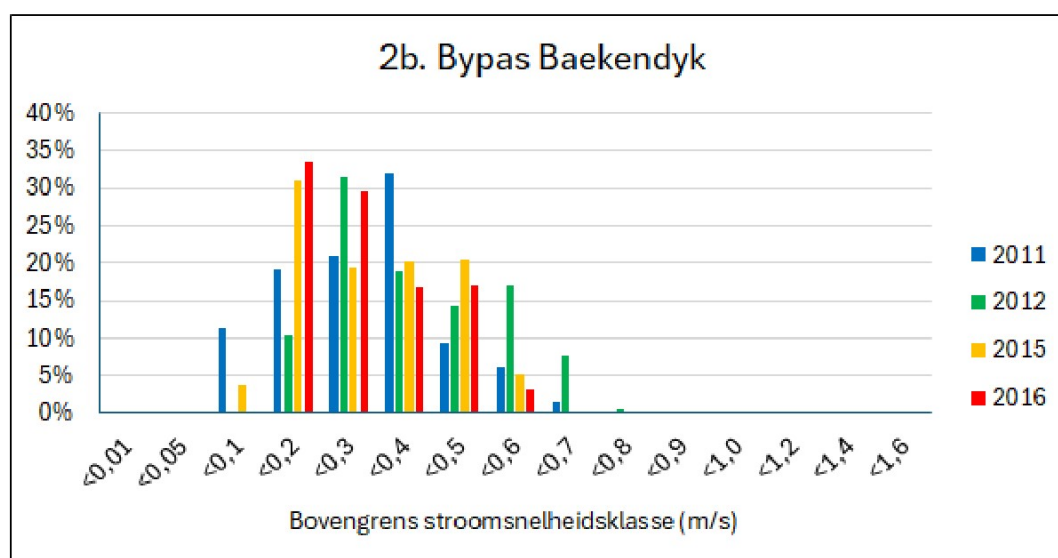
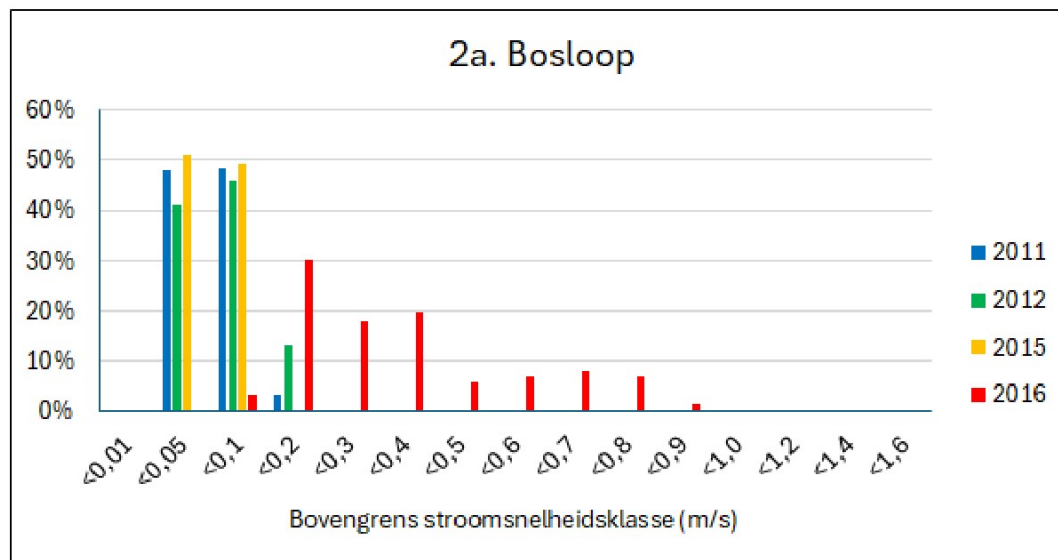


BIJLAGE 5. STROOMSNELHEDEN VKA

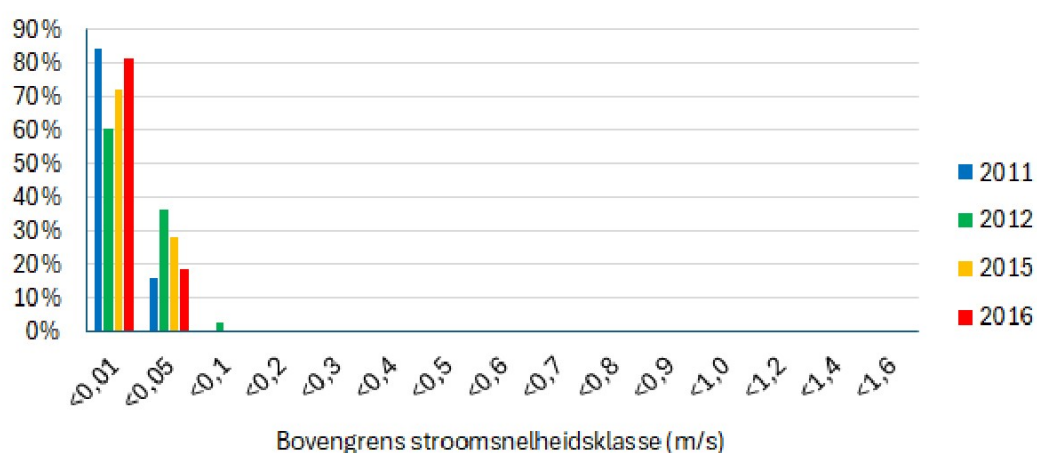




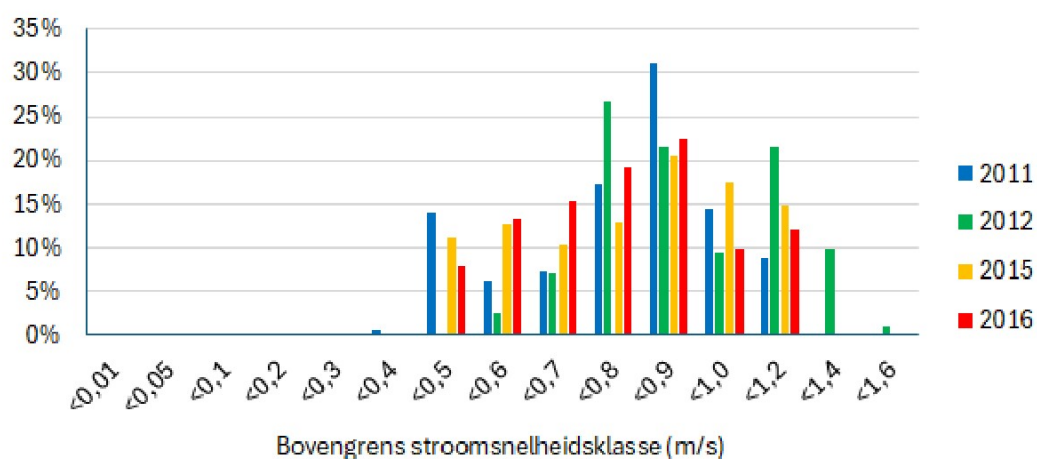
BIJLAGE 6. FREQUENTIEVERDELING STROOMSNELHEDEN VKA



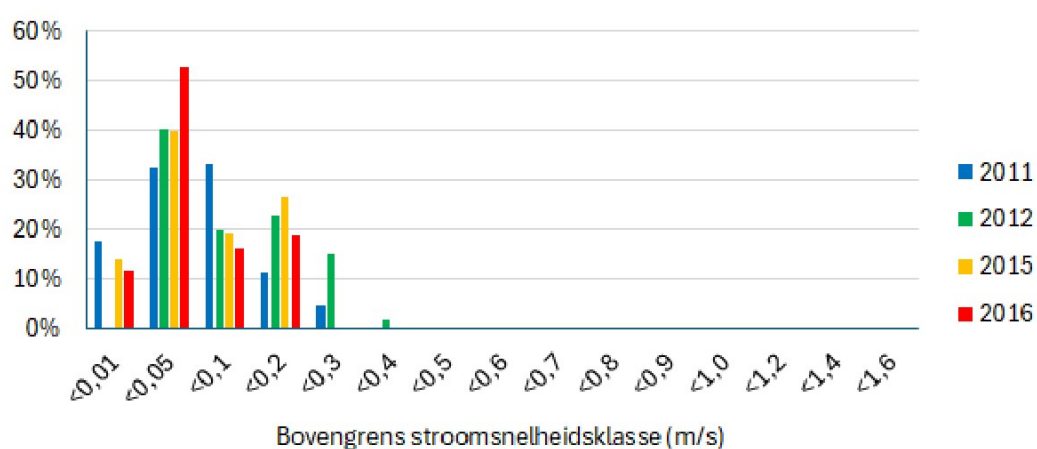
3. Genormaliseerde traject



4. Bypass Mounleane



5b. Nieuwe meander, midden







BIJLAGE 8. CHEMISCHE GEGEVENS

0068, kruising N381	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Temperatuur - Veld	16				16	16			18	15	15	14	16	16	16	15	16	17	16	17	15	15	15
Doorzicht - Veld	50				53	49			63	47	56	54	55	53	46	55	56	54	62	61	58	64	51
Zuurgraad - Veld	6,7				7,2	7,2			7,4	7,3	7,2	7,4	7,5	7,1	7,0	7,0	7,0	7,1	7,3	7,3	6,8	7,0	7,0
zuurstof - Veld	6,2				6,7	6,9			6,3	6,5	7,5	7,1	7,9	5,5	6,7	5,7	6,4	6,6	7,2	6,6	4,1	6,4	5,8
zuurstof (%) - Veld	62				67	68			65	64	74	69	79	54	68	56	65	64	72	66	40	62	58
Biochemisch zuurstofverbruik over 5dagen	3,1				2,8	5,0					2,0	2,5	2,8	1,5	3,5	3,0	3,0	2,5	2,8	2,3	2,5	2,0	2,0
Chemisch zuurstofverbruik	58				52	56																	
Geleidendheid - 25oC - Veld	40				39	39			39	35	40	36	38	36	37	35	38	40	45	41	32	39	37
chloride	33				32	36				31	33	29	33	31	30	30	32	43	54	39	26	42	34
ammonium	0,2				0,1	0,2				0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1
nitriet	0,0				0,0	0,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
nitraat	0,3				0,1	0,4				0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2
stikstof Kjeldahl										2,2	1,7												
stikstof totaal	1,9				1,3	2,0			1,3	2,1	1,5	1,7	1,3	1,9	2,0	2,2	1,5	1,6	1,2	1,3	2,6	1,6	1,4
fosfaat	0,05				0,06	0,08				0,11	0,05	0,09	0,05	0,09	0,09	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,12	0,06	0,06
fosfor totaal	0,18				0,15	0,19			0,12	0,23	0,15	0,20	0,16	0,20	0,20	0,21	0,18	0,16	0,11	0,13	0,25	0,15	0,16
koolstof organisch (nf)											24	18	16	21	21	23	19	18	17	19	27	19	21
sulfaat	13				17	18				17	13	9	11	10	12	10	10	14	19	15	10	14	12
waterstofcarbonaat	2,6				2,5	2,4				2,2	2,7	2,1	2,6	2,0	2,7	2,5	2,4	2,0	2,3	2,5	1,9	2,4	2,1
Onopgeloste stoffen					16				13	19	14	15	16	14	26	18	15	13	8	11	13	6	11
Gloeirest																53	44	47	43	44	68	54	48
chlorofyl-a	38				38	23			17														

0625, kruising Bakkeveensevaart	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Temperatuur - Veld	15					15				15	15									17			
Doorzicht - Veld	50					36				41	34									80			
Zuurgraad - Veld	7,0					7,1				6,8	6,7									7,1			
zuurstof - Veld	5,4					6,1				6,0	5,6									4,9			
zuurstof (%) - Veld	53					58				59	55									50			
Biochemisch zuurstofverbruik over 5dagen	5					6																	
Chemisch zuurstofverbruik	68					75																	
Geleidendheid - 25oC - Veld	29					30				26	27									45			
chloride	34					36				33	33												
ammonium	0,5					0,6				0,6	0,5												
nitriet	0,0					0,0				0,0	0,0												
nitraat	0,4					0,4				0,5	0,5												
stikstof Kjeldahl						3,2				3,0	2,7												
stikstof totaal	2,6					3,0				3,0	2,6												
fosfaat	0,05					0,11				0,09	0,06												
fosfor totaal	0,19					0,22				0,20	0,16												
sulfaat	14					22				20	16												
waterstofcarbonaat	1					1				1	1												
Onopgeloste stoffen	18					22																	
chlorofyl-a	59					31																	

BIJLAGE 9. ECOLOGIE KENMERKENDE SOORTEN

Nemoura cinerea

Steenvlieg. Algemeen in oost-Nederland. In allerlei (licht) stromende wateren en relatief eurytoop. Koeze, 2008

Anabolia nervosa

Kokerjuffer, In Nederland zeer algemene soort in allerlei laaglandbeken, maar ook in stilstaand water. De larve leeft op zand, waterplanten, fijn en grof organisch materiaal. Tolerantie voor organische belasting is vrij hoog. Higler, 2005.

Molanna angustata

Kokerjuffer. Algemene soort, in langzaam stromende wateren en in de brandingszone van meren. En enkele keer ook in petgaten. Bijna altijd op zandbodems. Higler, 2005.

Neureclipsis bimaculata

Kokerjuffer. Weinig algemene soortn van riviertjes. De larven zitten graag op de wortels van elzen. Niet erg gevoelig voor organische verontreiniging. Higler, 2005.

Demicryptochironomus vulneratus

Muggenlarve. In Nederland vrij algemeen in laaglandbeken en minder algemeen in meren, kanalen, laagveenplassen. Afwezig in smalle sloten en snelstromende beken en rivieren. Voornamelijk op zandbodems, maar ook op organisch slib; zelden op stenen. Moller Pillot, 2009.

Polypedilum bicrenatum

Muggenlarve. Komt wijd verspreid voor in Nederland, maar vooral op de Pleistocene zandgronden. Soort van stilstaand water; in Nederland vooral in beken en rivieren, maar ook in meren, sloten. Typische bodembewoner, in zand en slib. Moller Pillot, 2009.

Polypedilum pullum

Muggenlarve. In stillstand en stromend water. Ook in grote rivieren. Niet bij te hoge stroomsnelheid. Leeft op zandbodem of ook wel op detritus. Moller Pillot, 2009.

Thienemanniella majuscula

Muggenlarve. In stromende wateren zoals beken en (kleine) rivieren.
www.waarneming.nl.

Stictotarsus duodecimpustulatus

Waterkever. Beperkt tot schone beken, in rustige bochten met zand of kiezelgrond. Dros & Schrijer, 1976.

Platambus maculatus

Waterkever; "Beekzwemmer". Beperkt tot midden en zuid Nederland. Dros & Schrijer, 1976.

Gammarus pulex

Vlokreeft. Algemene soort in slootjes en beken. In de grote rivieren goeddeels verdrongen door uitheemse soorten zoals *Gammarus tigrinus*. www.waarneming.nl.

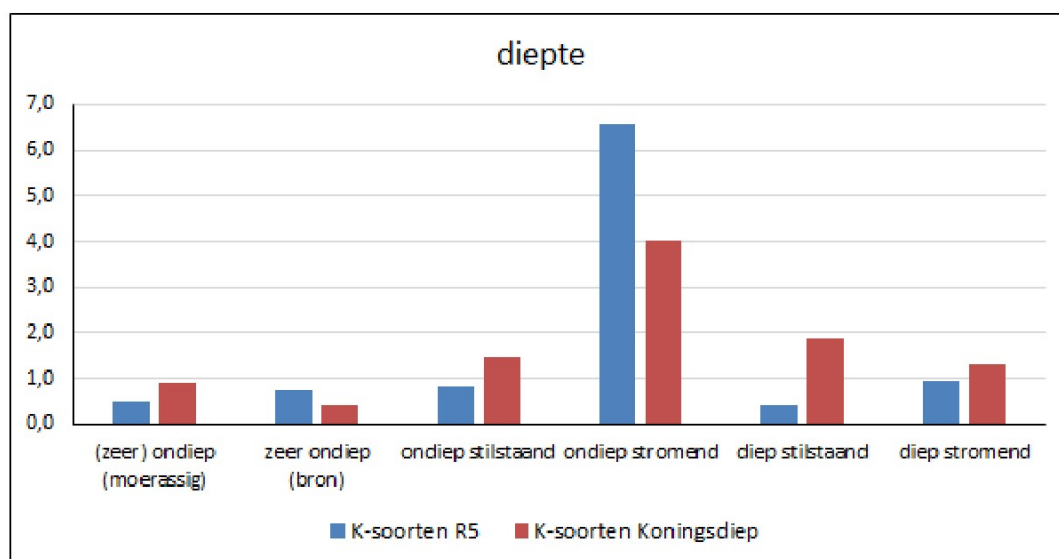
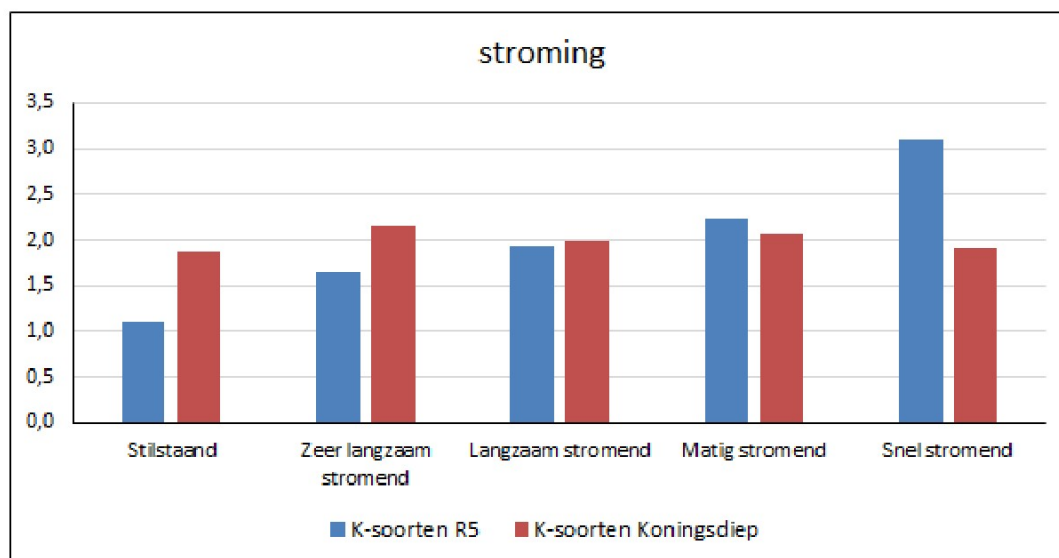
Anodonta anatina

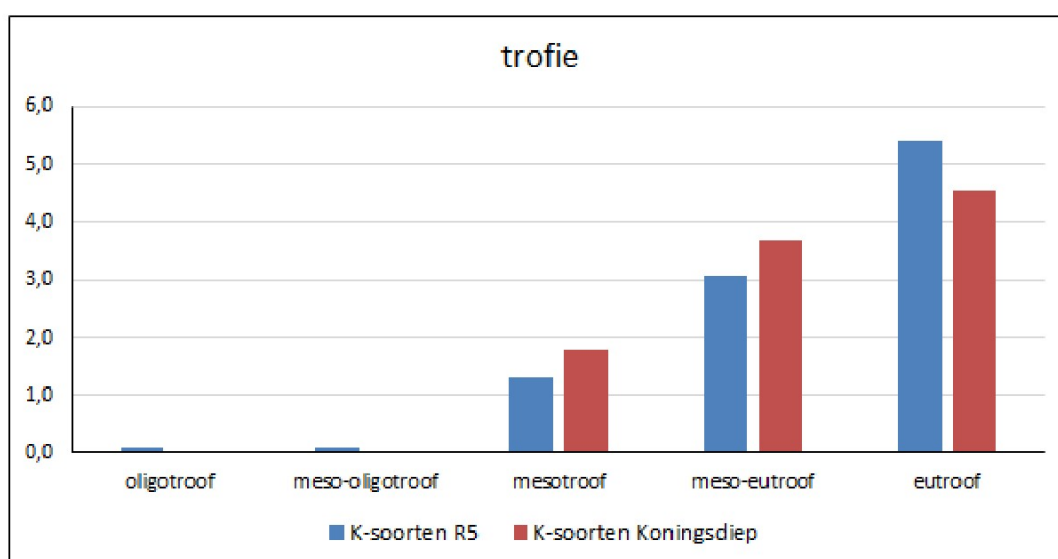
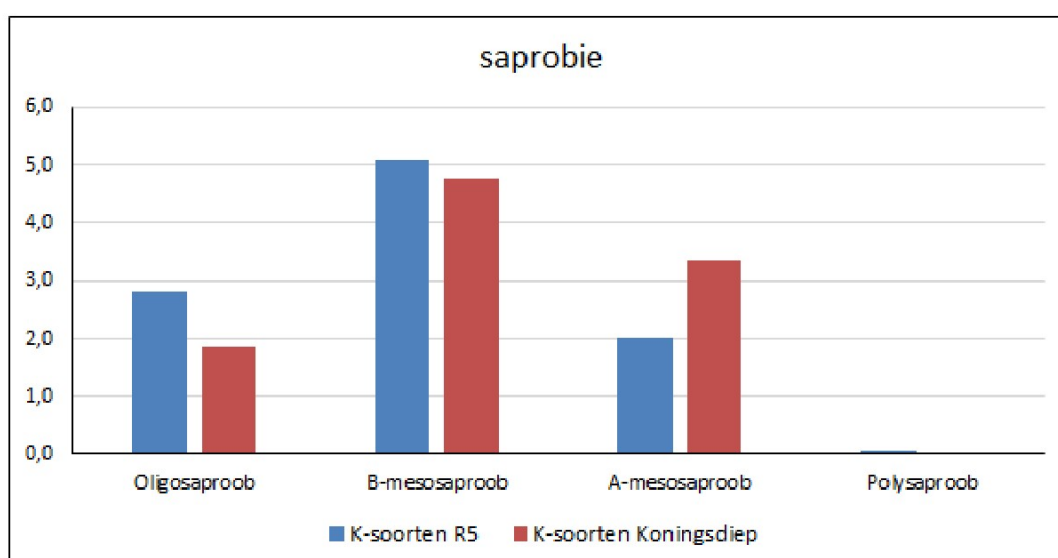
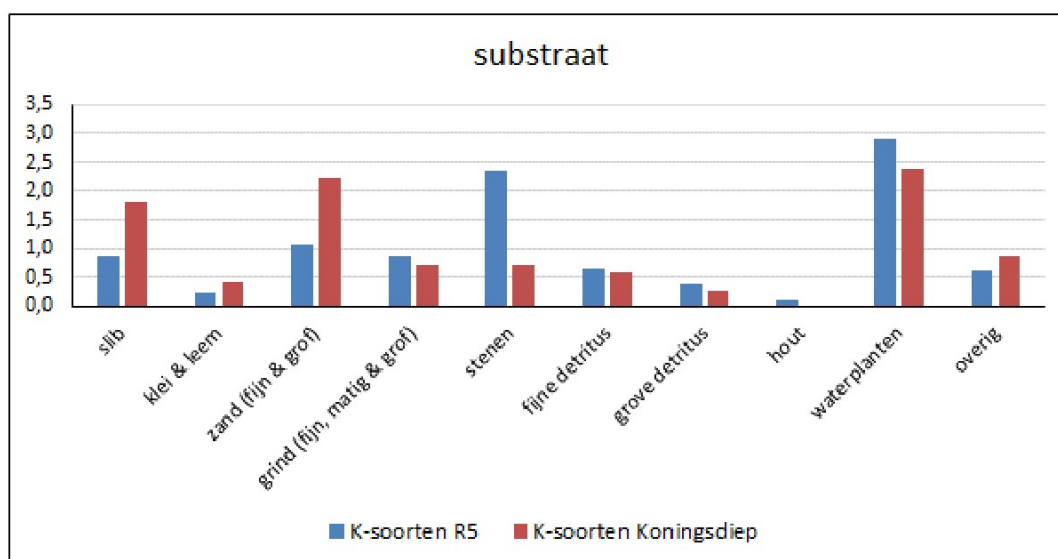
Zowel in stillstand als in stromen water, ook in de grotere stromen. In Nederland algemeen voorkomend. Gittenberger et al, 2004.

BIJLAGE 10. MILIEUPREFERENTIES MACROFAUNA

Milieu- en habitatpreferenties voor kenmerkende soorten;

- Blauw: soorten van R5
- Rood: aangetroffen soorten in het Koningsdiep





BIJLAGE 11. AANGETROFFEN MACROFYTEN

		625		68										
		9-7-2001	26-6-2006	4-7-2005	23-7-2009	14-7-2010	28-6-2021	28-7-2011	9-7-2012	14-7-2014	29-6-2015	29-6-2016	5-7-2018	2-7-2020
Latijnse naam	Nederlandse naam													
Caltha palustris	Dotterboem			2										
Berula erecta	Kleine watereppe						5	2	2		2			2
Elodea canadensis	Brede waterpest							3	2					
Mentha aquatica	Watermunt						2		2		2			
Myriophyllum spicatum	Aarvederkruid			2	3			1		3	2			
Potamogeton berchtoldii	Klein fonteinkruid			2										
Sparganium emersum	Kleine egelskop	4		3	3		3	2	3	3				3
Alisma plantago-aquatica	Grote waterweegbree	1									1			1
Butomus umbellatus	Zwanenbloem						3	2	2	1	2			2
Filipendula ulmaria	Moerasspirea			5	3	3	4	4	9	2	4			4
Myosotis scorpioides	Moerasvergeet-mij-nietje	3	1	2	3	2	3	3	2	2	2			3
Nuphar lutea	Gele plomp			2	2	2	3	3	4	3	3			6
Oenanthe aquatica	Watertorkruid	2					2			1				
Potamogeton mucronatus	Puntig fonteinkruid				2						2			
Glyceria fluitans	Mannagras	5	2											1
Iris pseudacorus	Gele lis		1	1			2	2	2	2	2			2
Lycopus europaeus	Wolfspoot				1									
Myriophyllum verticillatum	Kransvederkruid					3			2					
Persicaria hydropiper	Waterpeper	2												
Phragmites australis	Riet							2						
Potamogeton compressus	Plat fonteinkruid					2	3	5	5	2				3
Potamogeton natans	Drijvend fonteinkruid						5	2	2	2	3			4
Potamogeton trichoides	Haarfonteinkruid	4	2	2										1
Ranunculus circinatus	Stijve waterranonkel									3				1
Rumex hydrolapathum	Waterzuring			1	1			2	2	2	2			1
Utricularia vulgaris	Groot blaasjeskruid													1
Ceratophyllum demersum	Grof hoornblad	2		3	1					3	2			2
Elodea nuttallii	Smalle waterpest	2	4	3	3	4	3	5	7	3	2			5
Glyceria maxima	Liesgras	3	1	4	4	3	5	3	2	5	6			5
Hydrocharis morsus-ranae	Kikkerbeet	1		2	2		2	2	2	2				3
Phalaris arundinacea	Rietgras	3	3	3	4	2	2		2	4				2
Rorippa amphibia	Gele waterkers			1			3	2	2		1			2
Sagittaria sagittifolia	Pijlkruid	6	4	3	3	2	3	3	5	3				7
Sparganium erectum	Grote egelskop	1			2		2	1	1	2	3			3
Agrostis stolonifera	Fioringras	2	2	2										
Angelica sylvestris	Gewone engelwortel	2	2		3	2	2	2		2	1			
Bidens cernua	Knikkend tandzaad	1												
Bidens connata	Smal tandzaad			1										
Bidens frondosa	Zwart tandzaad									1				
Bidens tripartita	Veerdelig tandzaad	1	2											
Callitriche	Sterrekroos	3		2						3				2
Carex disticha	Tweerijige zegge		1											
Carex pseudocyperus	Hoge cyperzegge				2		2				2			
Epilobium	Wilgenroosje			2										
Epilobium hirsutum	Harig wilgenroosje									1				
Epilobium parviflorum	Viltige basterdwederik	1												
Galium palustre	Moeraswalstro	4	2			1	2			1	2			
Hydrocotyle ranunculoides	Grote waternavel						2							
Juncus conglomeratus	Biezenknoppen						1				2			
Juncus effusus	Pitrus	3	2				2	2	2	2	2			2
Lemna minor	Klein kroos	4	4	2	2	2	2		2	3	2			2
Lemna trisulca	Puntkroos	2		2	2	2	3		2	2	2			3
Lotus pedunculatus	Moerasrolklaver	2	3						2		1			
Lysimachia thyrsiflora	Moeraswederik	3		2		2	3	2	2		1			2
Nitella flexilis	Buigzaam glanswier									1				
Persicaria amphibia	Veenwortel	1		2		2		2						
Ranunculus	Waterranonkel								1					
Sagittaria latifolia	Breed pijlkruid										2			
Scutellaria galericulata	Blauw glidkruid		2		2				2					
Spirodela polyrhiza	Veelwortelig kroos	2	2	2		2	2		2					2
Stachys palustris	Moerasandoorn	1			3	2	2	2	2	2				
Urtica	Brandnetel									2	2			
Valeriana officinalis	Echte valeriaan			3	3	3	4	4	4	4	4			

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen