

**Ecologische rekenregels voor
Rijkswateren in de KRW-
Verkenner**



Ecologische rekenregels voor Rijkswateren in de KRW-Verkenner

Mijke van Oorschot
Gertjan Geerling
Leon van Kouwen

1204157-000

Titel
Ecologische rekenregels voor Rijkswateren in de KRW-Verkenner

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|
| Opdrachtgever Waterdienst | Project 1204157-000 | Kenmerk 1204157-000-ZWS-0002 | Pagina's 41 |
|-------------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|

Samenvatting

De KRW-Verkenner is een beleidsondersteunend instrument dat de effectiviteit van KRW-maatregelen op de ecologische en chemische toestand van oppervlaktewateren door kan rekenen. De ecologische module van de KRW-Verkenner bevat op dit moment alleen kennisregels voor regionale wateren. Dit rapport bevat een uitwerking van de ontwikkeling van de ecologische kennisregels voor R7 en R8 watertypen (Rijkswateren) die bedoeld zijn voor implementatie in de KRW-Verkenner.

De kennisregels zijn gebaseerd op ecotopen als rekeneenheden. Elk ecotoop bevat een lijst met soorten en hoeveelheden van soorten. Door middel van een oppervlakte gewogen berekening kunnen EKR-scores berekend worden voor de KRW-waterlichamen.

Naast een uitgebreide beschrijving van de ontwikkeling van de rekenregels wordt er ook een hoofdstuk gewijd aan de implementatie van de kennisregels in de KRW-Verkenner en worden er aanbevelingen gedaan over de doorontwikkeling van de kennisregels.

Trefwoorden

KRW-Verkenner, Rijkswateren, Ecologische kennisregels, Kaderrichtlijn Water, Biologische kwaliteitselementen, Ecotopen

Referenties

Van Oorscot, Mijke, Geerling, Gertjan (2011). Ecologische kennisregels voor Rijkswateren R7 en R8 in de KRW-Verkenner. Deltares. Delft.

| Versie | Datum | Auteur | Paraaf | Review | Paraaf | Goedkeuring | Paraaf |
|--------|-----------|--|--------|------------------|--------|--------------|--------|
| | jun. 2011 | Mijke van Oorscot (bij afwezigheid) | | Gerben van Geest | | Toon Segeren | |
| | Jan. 2012 | Gertjan Geerling | | Gerben van Geest | | Toon Segeren | |

Status
definitief

Inhoud

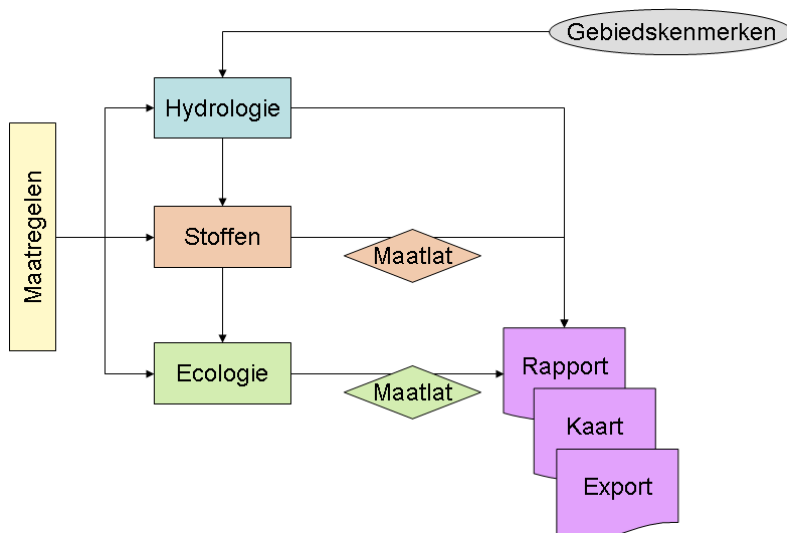
| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 1.1 | KRW-Verkenner | 1 |
| 1.2 | Achtergrond | 1 |
| 1.3 | Doel | 2 |
| 1.4 | Kader | 2 |
| 1.5 | Leeswijzer | 2 |
| 2 | Algemene informatie over ecotopen en maatregelen | 3 |
| 2.1 | Watertype R7 (langzaam stromende rivier of nevengeul op zand of klei) | 3 |
| 2.1.1 | Algemene beschrijving | 3 |
| 2.1.2 | Ecotopenkaart | 5 |
| 2.2 | Watertype R8 | 5 |
| 2.2.1 | Algemene beschrijving | 5 |
| 2.2.2 | Ecotopenkaart | 7 |
| 2.3 | Beschrijving maatregelen | 7 |
| 2.3.1 | (Meestromende) Nevengeul | 7 |
| 2.3.2 | Aantakken strangen | 7 |
| 2.3.3 | Natuurvriendelijke oevers: vooroever | 7 |
| 2.3.4 | Natuurvriendelijke oevers: vrij eroderend | 8 |
| 2.3.5 | Uiterwaardverlaging | 8 |
| 2.3.6 | Getijdenkreken | 8 |
| 2.4 | Status van de kennisregels | 9 |
| 3 | Dataverzameling en analyse | 11 |
| 3.1 | Benodigde schaalniveau van kennisregels | 11 |
| 3.2 | Watertype R7 | 11 |
| 3.2.1 | Deelsystemen Watertype R7 | 11 |
| 3.2.2 | Gebruikte ecotopen | 13 |
| 3.2.3 | Macrofyten | 14 |
| 3.2.4 | Fytobenthos | 15 |
| 3.2.5 | Vis | 15 |
| 3.2.6 | Macrofauna | 17 |
| | Verwerking en analyse | 17 |
| | Herkomst data | 17 |
| 3.3 | Watertype R8 | 18 |
| 3.3.1 | Deelsystemen watertype R8 | 18 |
| 3.3.2 | Relevante ecotopen | 19 |
| 3.3.3 | Macrofyten | 20 |
| 3.3.4 | Vis | 21 |
| 3.3.5 | Macrofauna | 21 |
| 3.3.6 | Overzicht van detailniveau kennisregels | 21 |
| 4 | Kennisregels | 23 |
| 4.1 | Macrofyten R7 | 23 |
| 4.1.1 | Maatlat algemeen | 23 |
| 4.1.2 | Berekening maatlaten | 23 |
| 4.2 | Vis R7 | 25 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2.1 | Maatlat algemeen | 25 |
| 4.2.2 | Berekening maatlatten | 25 |
| 4.3 | Macrofauna R7 | 26 |
| 4.3.1 | Maatlat algemeen | 26 |
| 4.3.2 | Berekening maatlat | 26 |
| 4.4 | Macrofyten R8 | 27 |
| 4.4.1 | Maatlat algemeen | 27 |
| 4.4.2 | Berekening maatlatten | 27 |
| 4.5 | Vis R8 | 28 |
| 4.5.1 | Maatlat algemeen | 28 |
| 4.5.2 | Berekening maatlatten | 28 |
| 5 | Implementatie in de KRW-Verkenner | 31 |
| 5.1 | Het definiëren van maatregelen | 31 |
| 5.2 | Scenario berekenen en resultaten bekijken | 33 |
| 5.3 | Aanpassen basis data | 34 |
| 6 | Validatie | 35 |
| 7 | Conclusies en Aanbevelingen | 37 |
| 7.1 | Conclusies | 37 |
| 7.2 | Aanbevelingen voor reeds ontwikkelde rekenregels | 37 |
| 7.3 | Strategie voor ontbrekende kennisregels | 38 |
| 8 | Referenties | 39 |
| 9 | Bijlagen | 41 |

1 Inleiding

1.1 KRW-Verkenner

De KRW-Verkenner is een analyse-instrument voor het doorrekenen van effecten van KRW-maatregelen op de ecologische en chemische kwaliteit van het oppervlaktewater¹. Het geeft inzicht in de effectiviteit van maatregelen en maatregelpakketten in relatie tot KRW-doelen. De KRW-Verkenner is opgebouwd uit een water- en stoffenbalans en een ecologische module. Deze modules kunnen samen of afzonderlijk van elkaar worden toegepast en berekeningen kunnen zowel op regionaal als op rijksniveau worden uitgevoerd. De resultaten van de effectiviteit van maatregelen worden weergegeven in EKR-scores die worden berekend volgens de KRW-maatlatten voor de betreffende watertypen. In Figuur 1.1 staat een schematische weergave van de modules in de KRW-Verkenner.



Figuur 1.1 Schematische weergave van de modules in de KRW-Verkenner

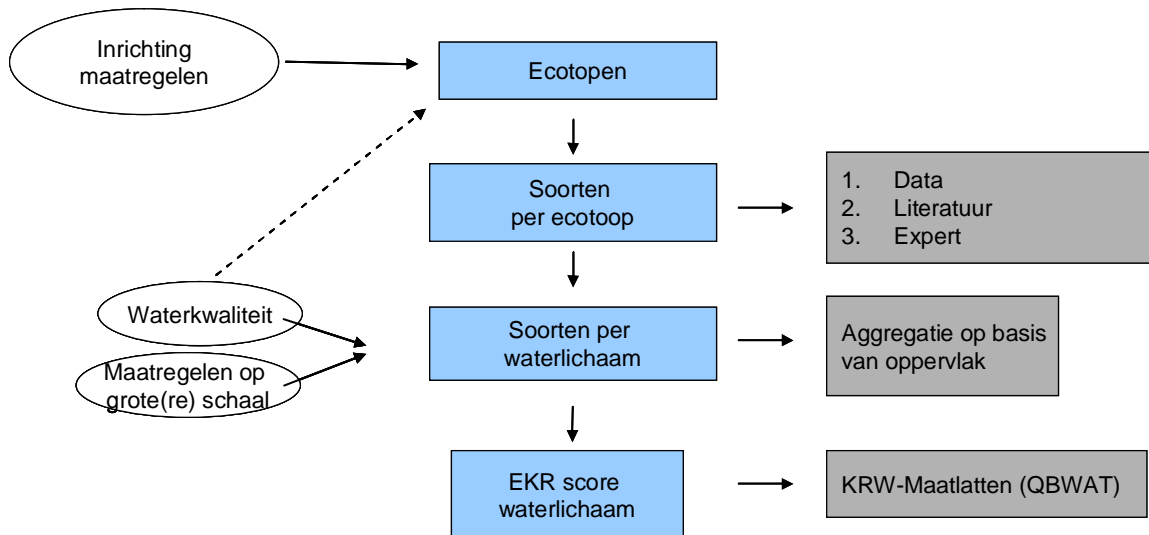
1.2 Achtergrond

De KRW-Verkenner bevat op dit moment alleen ecologische kennisregels voor regionale wateren. Deze zijn gebaseerd op regressiebomen die zijn afgeleid van de verbeterde 'Ex-Ante' datasets (Royal Haskoning, 2008). Voor de Rijkswateren zijn tot op heden nog geen kennisregels afgeleid. In 2010 is begonnen met het ontwikkelen van een methodiek om ecologische kennisregels op te stellen voor Rijkswateren. Hierbij worden ecotopen als rekeneenheden gebruikt (Van Oorschot, Geerling, & van den Roovaart, 2010).

Een ecotoop is een ruimtelijk begrensde ecologische eenheid, waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door de abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Hierdoor is een ecotoop een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid. Voorbeelden van ecotopen zijn een nevengeul of ondiep zomerbed (< 1,5 m diepte) in een rivier. Door de homogene landschappelijke eenheid (met min of meer dezelfde abiotische condities) heeft ieder ecotoop een kenmerkende soortenlijst (Figuur 1.2). Aan de hand van deze soortenlijsten (en abundanties) kunnen EKR-scores berekend worden met behulp van de KRW-maatlatten. De berekening van de EKR-score wordt over de

1. www.krwwerken.nl

oppervlaktes van de verschillende ecotopen gewogen. Dit betekent dat wanneer een ecotoop een groter oppervlak in een KRW-lichaam inneemt, dan neemt de invloed van dit ecotoop op de EKR-score dus evenredig toe. De EKR-scores op waterlichaam niveau worden berekend met QBWAT². QBWAT is een programma dat de KRW-maatlatscores berekent op basis van invoer van soortenlijsten en abundanties.



Figuur 1.2 Overzicht van de ecotopen methodiek voor het afleiden van ecologische kennisregels. De soortenlijsten voor de ecotopen kunnen opgesteld worden op basis van data, literatuur en/of expertkennis.

1.3 Doel

Het doel van dit onderzoek is om met behulp van de ecotopen methodiek kennisregels van de watertypen R7 en R8 af te leiden die geïmplementeerd kunnen worden in de KRW-Verkenner.

1.4 Kader

Conform de prioritering van de KRW-watertypen door de Waterdienst en het beperkte budget zijn in dit project alleen de watertypen R7 (Langzaam stromende rivier op zand of klei) en R8 (Zoet getijdenwater op zand of klei) uitgewerkt. In paragraaf 2.4 is weergegeven voor welke KRW-maatlatten kennisregels zijn ontwikkeld.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staat algemene informatie over de watertypen R7 en R8, de maatregelen die in deze watertypen gepland zijn en achtergrondinformatie over de gebruikte ecotopenkaarten. In hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de relevante ecotopen voor de biologisch kwaliteitselementen. Tevens is toegelicht hoe de databewerking is uitgevoerd die nodig is voor het opstellen van soortenlijsten per ecotooptype. In hoofdstuk 4 zijn de maatlatten en kennisregels per biologisch kwaliteitselement en per watertype beschreven. In hoofdstuk 5 staat een voorzet voor de implementatie. Hoofdstuk 6 geeft de resultaten weer van een eerste validatie en in hoofdstuk 7 staan een aantal aanbevelingen vermeld.

2. <http://www.roelfpot.nl/>

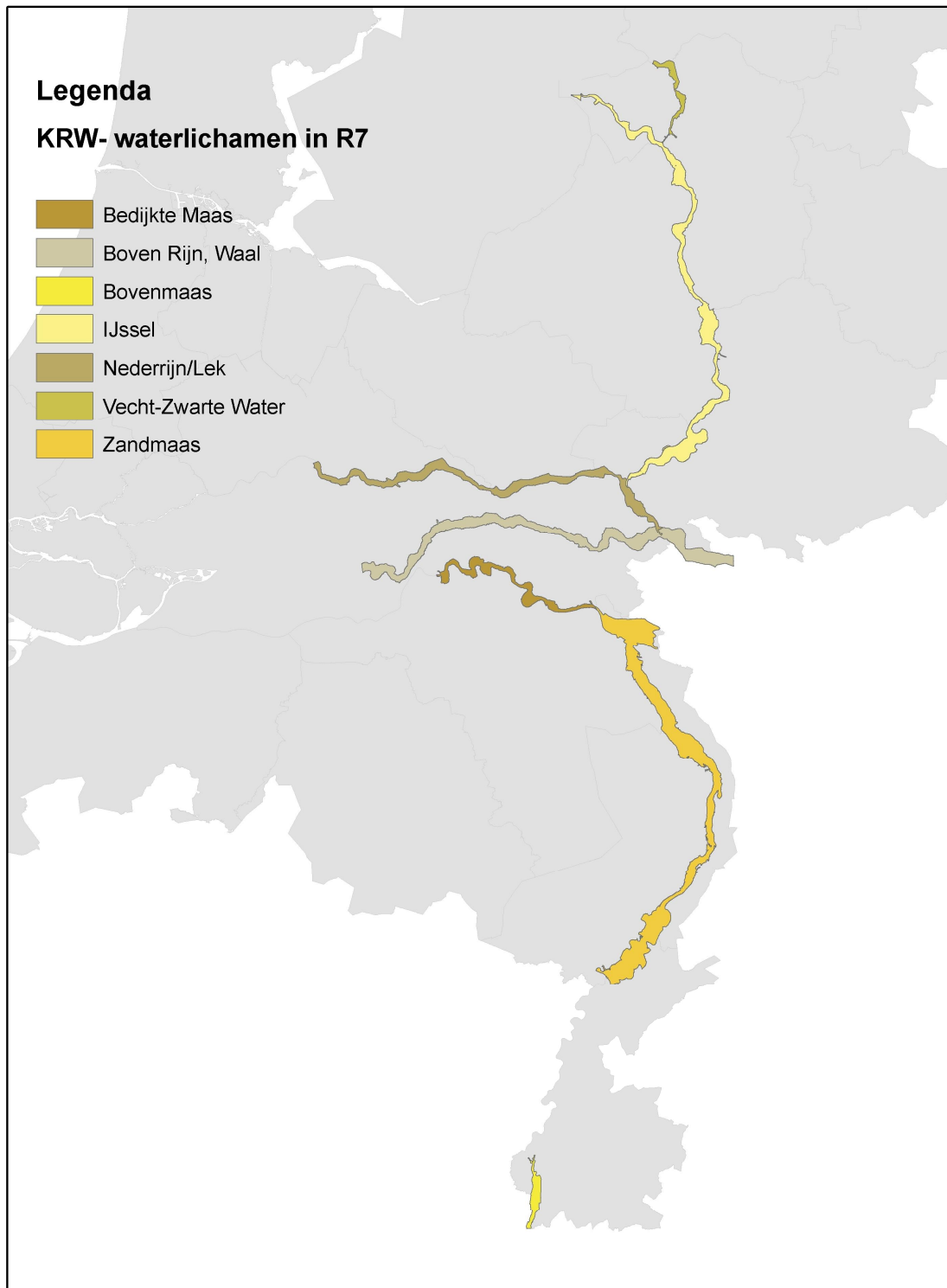
2 Algemene informatie over ecotopen en maatregelen

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de ecotopen en maatregeltypen in de wateren (KRW-type R7 en R8) waarvoor ecologische kennisregels zijn ontwikkeld. Hierbij wordt aangegeven welke ecotopen bij de ontwikkeling van kennisregels zijn gebruikt en hoe de ecotopen zijn gekoppeld aan maatregeltypen.

2.1 Watertype R7 (langzaam stromende rivier of nevengeul op zand of klei)

2.1.1 Algemene beschrijving

Het watertype R7 wordt getypeerd als een langzaam stromende rivier of nevengeul op zand of klei. Hieronder valt een deel van de Rijntakken en een deel van de Maas (Van der Molen & Pot, 2007). Figuur 2.1 geeft een overzicht van de ligging van KRW-waterlichamen die binnen het KRW-watertype R7 worden onderscheiden.



Figuur 2.1 Rijkswateren van KRW type R7 Langzaam stromende rivier op zand of klei

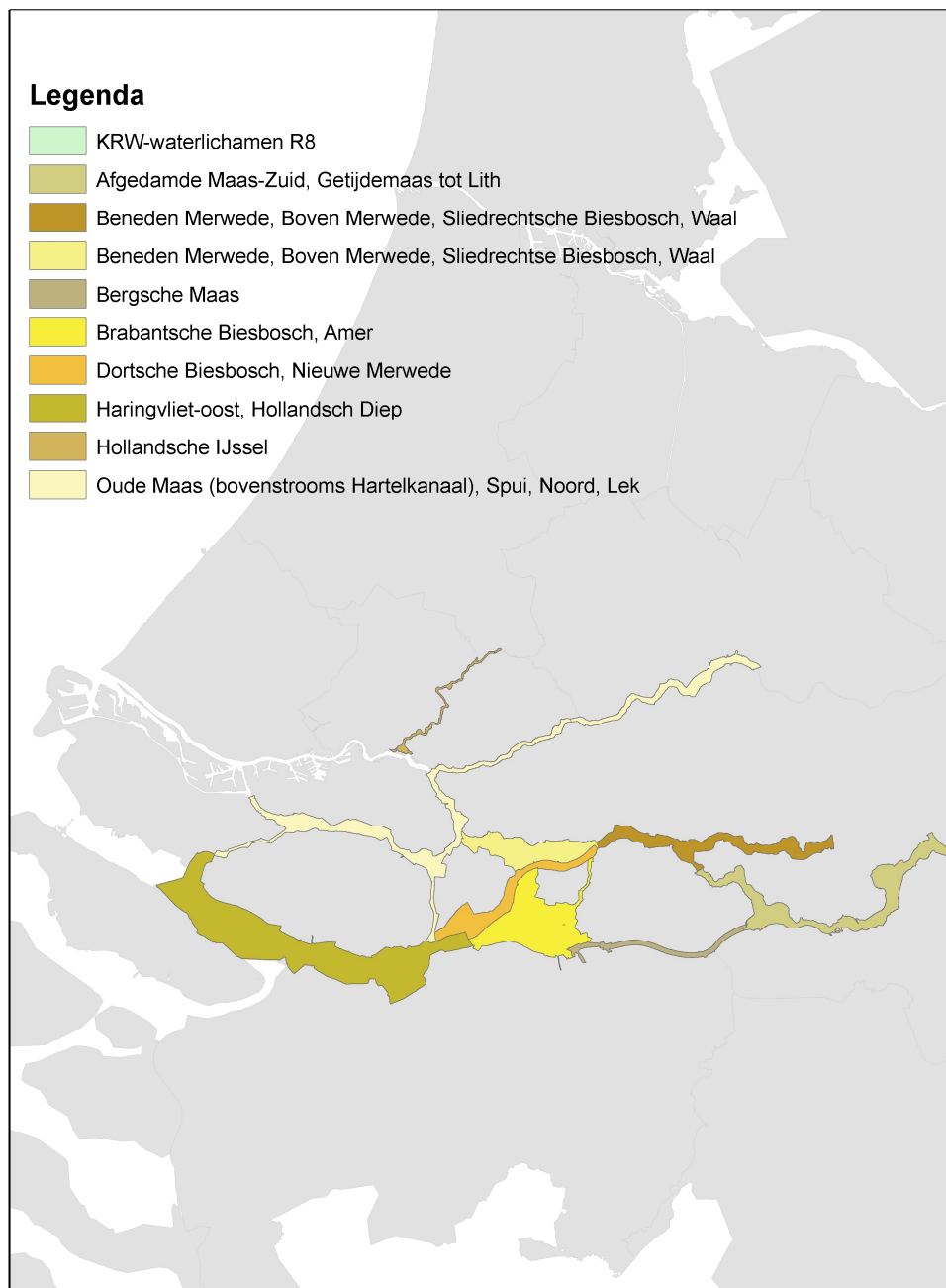
2.1.2 Ecotopenkaart

Als basisinformatie is gebruik gemaakt van de ecotopenkaart tweede cyclus (Rijkswaterstaat Adviesdienst Geo-informatie en ICT, 2008). De volgende ecotopenkarteringen zijn voor R7 van belang: Rijntakken-Oost 2005 (Houkes, 2007a) en Maas 2004 (Willems, A Tabak, P Jesse, A. S. Kers, & K. W. van Dort, 2007). Hieruit zijn de voor KRW belangrijke aquatische ecotopen geselecteerd, een overzicht wordt gegeven in hoofdstuk 3.

2.2 Watertype R8

2.2.1 Algemene beschrijving

Het watertype R8 bestaat uit zoete getijdenwateren op zand of klei. Dit omvat de benedenlopen van de grote rivieren die onder invloed staan van het getij vanuit de Noordzee. In dit type wisselt tweemaal daags de waterstroming en fluctueert het waterpeil tenminste 0,3 meter (Van der Molen & Pot, 2007). In Figuur 2.2 staat een overzichtsplaatje van KRW-waterlichamen van KRW type R8.



Figuur 2.2 KRW-waterlichamen in R8.

2.2.2 Ecotopenkaart

Voor R8 is dezelfde ecotopenkaart gebruikt als voor R7. De R8 waterlichamen beslaan een iets groter gebied dan in de ecotopenkartering voor getijdenwateren (Rijn-Maas-Monding) is afgebakend. Het uiterst oostelijk deel van de Rijntakken-Oost kartering valt onder waterlichamen van het type R8. In deze delen zijn nog een aantal rivierecotopen te vinden met name nevengeul en zomerbed, die respectievelijk in het getijdengebied een tweezijdig aangetakte getijdenkreek en getijdenrivier heten. De ecotopen zomerbed (rijntakken/maas) en getijdenrivier (Rijn-Maas-Monding) zijn in beide gevallen de hoofdgeul van het water. Meer informatie over de gebruikte ecotopen wordt in H3 gegeven.

2.3 Beschrijving maatregelen

In deze eerste fase zijn de volgende maatregelen onderzocht voor R7 en R8 (zie Tabel 2.1). Hierbij zijn de definities en doelstellingen van maatregelen gevolgd zoals deze in de Richtlijn Projectmonitoring zijn weergegeven (Bak et al, 2010). Onderstaand zijn deze maatregelen kort beschreven.

Tabel 2.1 Overzicht onderzochte maatregelen en het voorkomen in watertype R7 en R8.

| Type | R7 | R8 |
|---|----|----|
| (Meestromende) nevengeul | v | v |
| Aantakken strangen | v | v |
| Natuurvriendelijke oevers: vooroever | v | v |
| Natuurvriendelijke oevers: vrij eroderend | v | V |
| Uiterwaardverlaging | v | V |
| Getijdenkreken | | V |

2.3.1 (Meestromende) Nevengeul

Een meestromende nevengeul ligt parallel aan de hoofdstroom en is permanent tweezijdig aangetakt (boven- en benedenstreams). Het is dus vooral de stroming die de nevengeulen onderscheidt van andere wateren in uiterwaarden (zoals aangetakte strangen). De doelstelling is het realiseren van leefgebied voor (verschillende levensstadia van) soorten van *ondiep stromend water*. In getijdenwateren zal het ecologisch karakter van een nevengeul vooral door het getij worden bepaald. In dit geval vertoont de soortensamenstelling een grotere gelijkenis met een getijdenkreek dan met nevengeul zoals in R7 wordt aangetroffen.

2.3.2 Aantakken strangen

Een eenzijdig aangetakte strang is een water langs de rivier dat eenzijdig aangetakt is aan de hoofdstroom. Het waterpeil in deze strang volgt dus direct het rivierpeil, maar het water stroomt niet of nauwelijks mee met de rivier (zoals bij een nevengeul wel het geval is). De doelstelling van deze maatregel is het realiseren van leefgebied voor soorten van stagnerend water die in open verbinding staan met de rivier. Dergelijke wateren kunnen als paai- en opgroei gebied dienen voor bepaalde (reofiele) vissoorten.

2.3.3 Natuurvriendelijke oevers: vooroever

Natuurvriendelijke oevers (NVO's) met vooroeververdediging zijn onverharde oevers die natuurlijk ingericht zijn en beschermd worden door een harde dam(metje) in het water, parallel aan de eigenlijke oever. In het tussenliggende water ontstaat een (relatief) ondiepe water- of moeraszone, een zogenaamde plasberm. Vooroevers kunnen aangelegd worden met of zonder doorstroomopeningen voor de wateruitwisseling met de hoofdstroom.

Doel van een NVO is het wegnemen of beperken van golfslag op de oever, herstel van natuurlijke(re) land - water overgangen met bijbehorende droog – nat gradiënten en soorten en levensstadia van ondiep water van oeverplanten, waterplanten, macrofauna en vissen die hiervan afhankelijk zijn.

2.3.4 Natuurvriendelijke oevers: vrij eroderend

Vrij eroderende oevers zijn natuurlijke land-water overgangen zonder oeververdediging waarin – binnen zekere grenzen – vrije erosie en sedimentatie kan plaatsvinden. Het doel is herstel van de oorspronkelijke oeversituatie van zandstranden, steilranden en ondiepe luwe zones met waterplanten, waar kenmerkende levengemeenschappen van de rivieren zich kunnen ontwikkelen.

2.3.5 Uiterwaardverlaging

Uiterwaardverlaging kan op veel manieren worden uitgevoerd. In alle gevallen wordt een oppervlak van het winterbed langs de rivier afgegraven. Hierdoor neemt de jaarlijkse (onder invloed van rivierafvoer (R7-wateren) of dagelijkse (onder invloed van getij (R8-wateren) overstromingsfrequentie en -duur van de overstromingsvlakte toe. Het doel van deze maatregel is vergroting van de overstromingsvlakte of getijdenzone en de daaraan verbonden habitats en soorten.

De maatregel kan langs alle grote rivieren worden uitgevoerd, hoewel niet langs alle riviertakken van 'uiterwaarden' wordt gesproken (Maas: weerden, Rijn-Maasmonding: gorzen). Bij de vergravingen kan variatie in hoogteligging aangebracht worden. Hierbij kunnen ook plassen, geulen of kreken ontstaan. Ook wordt de maatregel wel gecombineerd met het doorsteken van zomerkades, waardoor een gebied bij lagere waterstanden gaat overstromen. In het zoetwatergetijdegebied wordt uiterwaardverlaging ingezet om de intergetijdezone te vergroten. Hierbij ontstaat een hele flauwe oeverzone met dagelijks wisselende waterstanden.

In een groot aantal gevallen is de maatregel "Uiterwaardverlaging" op te splitsen in de volgende maatregelen:

- a. aanleg van nevengeulen;
- b. aantakken van strangen aan de rivier;
- c. aanleg van natuurvriendelijke oevers: vooroever;
- d. aanleg van natuurvriendelijke oevers: vrij eroderend;
- e. aanleg van getijdenkreken;
- f. aanleg van kwelmoerassen en wateren die niet permanent zijn verbonden met de rivier;

Voor de eerste vijf genoemde maatregelen (a t/m e) zijn reeds kennisregels opgesteld: voor het berekenen van de effectiviteit van uiterwaardverlaging is het van belang dat bekend is . Voor de laatstgenoemde (aanleg van kwelmoerassen en niet-permanent verbonden wateren) zijn geen kennisregels noodzakelijk, omdat deze wateren niet in de KRW-beoordeling worden meegenomen.

2.3.6 Getijdenkreken

Getijdenkreken in R8-wateren zijn vertakte krekensstelsels waar de invloed van het getij duidelijk merkbaar is. Ze vormen de scherpe en steile dynamische overgangszones tussen land en water. De maatregel betreft uitgraven of aantakken van oude of het graven van nieuwe getijdenkreken. Vaak is het doorsteken van een zomerkade ook onderdeel van deze

maatregel. Ook wordt bij de aanleg van een kreek vaak het maaiveld verlaagd (zie ook uiterwaardverlaging).

Het doel is realisatie van zoetwatergetijdennatuur door herstel of vergroting van de getijwerking en de daar bijbehorende natuurlijke oeversituatie (intergetijdengebied) van zand- en slikplaten, steilranden en luwe zones met water- en oeverplanten.

2.4 Status van de kennisregels

In dit project is zoveel mogelijk getracht operationele kennisregels op te leveren voor alle deelmaatlaten die tot het KRW-type R7 en R8 behoren. De data-aanlevering voor de kennisregels is afhankelijk van het project 'Effectiviteit maatregelen'. Ten tijde van het schrijven van dit rapport was de data analyse in dit project nog niet volledig afgerond voor bepaalde onderdelen. Dit heeft tot gevolg dat sommige kennisregels nog niet volledig door data onderbouwd zijn, maar op punten aangevuld zijn met expert kennis. In sommige gevallen was het geheel niet mogelijk om een kennisregel af te leiden.

In Tabel 2.2 is de status van de ontwikkeling van de ecologische kennisregels weergegeven.

Tabel 2.2 Overzicht van de status van de kennisregels van de deelmaatlaten.

| KRW-type | Naam maatregel-type | fytoplankton abundantie | macrofyten soort | macrofyten abundantie | oeverplanten | macrofauna | vis soorten | vis abundantie |
|----------|---|----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|------------|----------------|-------------------|
| R7 | Aantakken strangen | nvt | 3 | 3 | nvt | 2 | 3 | 3 |
| R7 | Meestromende nevengeulen | nvt | 4 | 4 | nvt | 2 | 3 | 3 |
| R7 | Natuurvriendelijke oevers (met vooroever-verdediging) | nvt | 1 | 1 | nvt | 1 | 1 | 1 |
| R8 | Aantakken strangen | nvt | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| R8 | Getijdenkreeken | nvt | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |

1. De kennisregel is nog niet technisch operationeel
2. De kennisregel is technisch operationeel, maar inhoudelijk nog onvoldoende
3. De kennisregel is inhoudelijk voldoende onderbouwd met expert kennis of data
4. De kennisregel is met de huidige methode en stand van kennis volledig onderbouwd

NB de deelmaatlat Fytobenthos is in dit project buiten beschouwing gelaten.

NB voor vrij eroderende oevers geldt dezelfde status als voor natuurvriendelijke oevers

Bij *niveau 1* is er nog geen kennisregel, hierbij ontbreekt dan nog de benodigde kennis, data, de juiste ecotopen en/of goede KRW-maatlat om de kennisregel vorm te geven.

Op *niveau 2* is er weliswaar een kennisregel gemaakt, maar inhoudelijk is deze als onvoldoende beoordeeld. Dit is soms het geval als niveau 1 omwille van de technische implementatie (het programmeren) toch is gebouwd, of omdat bekende deelsystemen nog niet apart zijn gedefinieerd.

Bij *niveau 3* is de kennisregel werkzaam, maar zijn nog verbeteringen denkbaar in opdeling van de regel met data uit verschillende deelsystemen (bv Rijn / Maas) of is de regel alleen op expertkennis opgebouwd terwijl er waarschijnlijk wel data zijn.

Op *niveau 4* is een kennisregel volledig onderbouwd met huidige stand van kennis, afgewogen tegen de mate van fijnheid van het model en de KRW-maatlat methodiek.

3 Dataverzameling en analyse

3.1 Benodigde schaalniveau van kennisregels

In dit hoofdstuk is toegelicht welk schaalniveau van toepassing is op de kennisregels. Doorslaggevend hierbij is de variatie van hydromorfologische kenmerken die voor de ecologie relevant zijn. Ter illustratie is dit onderstaand uitgewerkt voor R7-wateren. Deze variatie kan betrekking hebben tussen waterlichamen van hetzelfde KRW-type, maar ook op variatie binnen één waterlichaam. Ter illustratie is dit onderstaand voor het KRW-type R7 uitgewerkt.

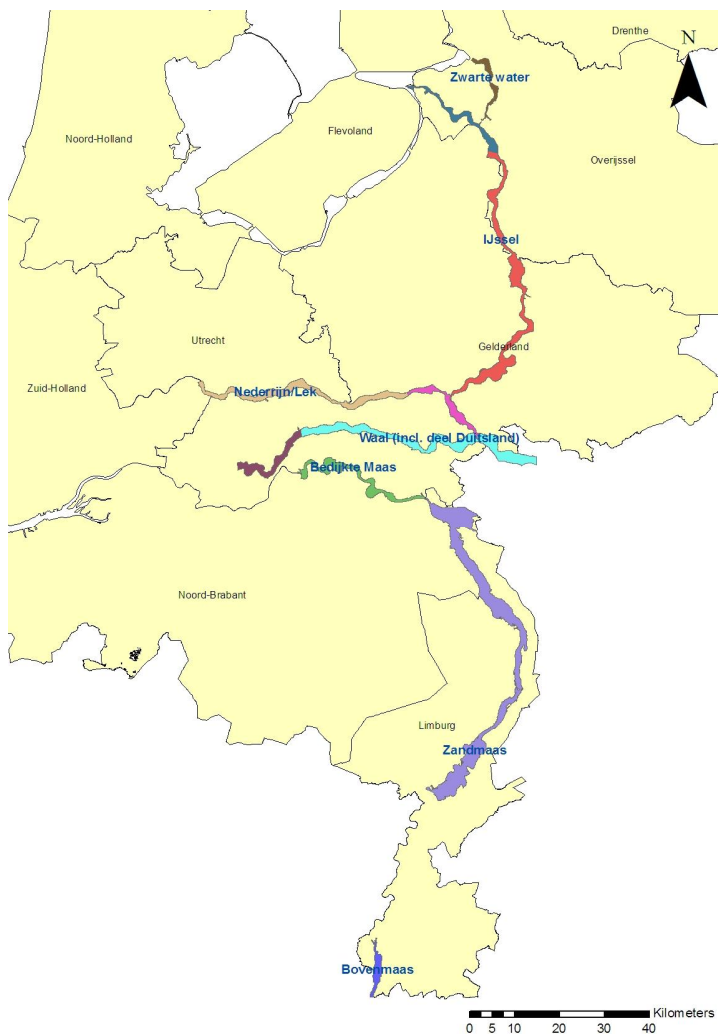
Het KRW-type R7 omvat zowel de Rijn als de Maas. Tussen de Rijn en Maas zijn echter grote verschillen in hydromorfologie, met bijgevolg ook duidelijke verschillen in soortensamenstelling en –abundantie. Dit betekent dat afzonderlijke soortenlijsten moeten worden opgesteld voor de ecotopen in resp. de Rijn en Maas. Op een kleiner schaalniveau geldt ditzelfde ook. Zo zijn er duidelijke verschillen in hydromorfologie tussen verschillende Rijntakken. Zo hebben de gestuwde delen in de Neder-Rijn/Lek een andere soortensamenstelling dan in de vrij afstromende Waal en IJssel. Ook binnen één riviertak kunnen duidelijke verschillen aanwezig zijn. In de stroomopwaartse delen van de IJssel fluctueert het rivierpeil veel sterker dan op stroomafwaarts gelegen trajecten. Deze variatie binnen één waterlichaam (bijvoorbeeld de IJssel) heeft grote gevolgen voor de soortensamenstelling. Zo zijn waterplanten vrijwel beperkt tot de stroomafwaarts gelegen locaties van de IJssel, omdat de peilfluctuaties in de stroomopwaartse delen te groot zijn.

Uit het bovenstaande verhaal blijkt dat de R7 en R8-waterlichamen zodanig zijn opgedeeld, dat hierbij riviertrajecten zijn ontstaan met (min of meer) gelijke hydromorfologische kenmerken. Voor elk van deze riviertrajecten zijn soortenlijsten opgesteld voor de verschillende ecotopen die hier voorkomen en voor de KRW relevant zijn.

3.2 Watertype R7

3.2.1 Deelsystemen Watertype R7

Het watertype R7 bestaat uit een aantal deelsystemen die – gezien hun systeemkenmerken - ecologisch onderscheiden moeten worden. Dit is het gevolg door verschillen in stroomgebied en hydraulische werking zoals waterstandfluctuaties en mate van stroming. Het type R7 bevat twee delen van verschillende stroomgebieden, de Rijn en de Maas, die een ecologisch deelsysteem vormen door verschillen in afvoerregime. Deze deelsystemen zijn verder nog in te delen in vrij afstromende en gestuwde delen, en indelen met hoge peilfluctuaties en met lage -fluctuaties. Dat laatste hangt samen met het effect van stuwen en een bovenstroomse of benedenstroomse ligging. De deelsystemen zijn als GIS bestand beschikbaar en weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Waterlichamen (namen) en deelwaterlichamen van het type R7

Hierbij is de bestaande indeling in waterlichamen zoveel mogelijk gevolgd om onnodig kleine deelsystemen te voorkomen. Wanneer door de indeling in deelsystemen, de bestaande waterlichamen zijn verkleind, valt deze in de KRW-Verkenner terminologie in de categorie Oppervlakte Waterlichaam (OWL). Het KRW-waterlichaam (WL) bevat dan twee of meer oppervlakte waterlichamen (OWL). Omdat de indeling een ecologische grondslag heeft, maakt het uit in welk OWL de maatregel wordt uitgevoerd. Zo zal de effectiviteit van de aanleg van nevengeulen langs gestuwde delen van een rivier anders zijn dan in vrij afstromend delen.

Elk waterlichaam of daarin liggende oppervlakte waterlichamen bestaat uit een aantal ecotopen en in de KRW-Verkenner is het oppervlak van ieder relevant ecotoop in hectare s opgenomen. Op basis van de ecotoop-oppervlakten per OWL worden de KRW-scores berekend. Door het toepassen van maatregelen verandert de oppervlakte-verdeling van de ecotopen, waardoor een nieuwe KRW-score berekend kan worden.

3.2.2 Gebruikte ecotopen

In tabel 3.1 staan de voor R7 relevante ecotopen genoemd. Een ecotoop bestaat uit een omlijning vanuit een luchtfoto met daarbij een aantal abiotische kenmerken uit andere databronnen. Eén van de kenmerken is de diepteklasse, zoals ondiep, matig diep en diep (zie Tabel 3.1). In de tabel is aangegeven voor welke biologische kwaliteitselementen (BKE's) deze informatie is gebruikt. Voor de BKE's waarin diepte nog geen rol speelt, kan deze later (wanneer data beschikbaar is) alsnog worden meegenomen.

Tabel 3.1 Gebruikte ecotopen in R7 waterlichamen. Waar mogelijk is op basis van data onderscheid gemaakt in diepteklasses

| Ecotoop | Hydrologie | Diepte (m) | Waterplanten | Vis | Macrofauna |
|-----------|--------------|------------|--------------|-----|------------|
| Zomerbed | Alle diepten | | | | v |
| | Ondiep | 0 – 1 | v | v | |
| | Matig diep | 1 – 3 | | v | |
| | Diep | > 3 | | | |
| Nevengeul | Alle diepten | | | v | v |
| | Ondiep | 0 – 1 | v | | |
| | Matig diep | 1 – 3 | v | | |
| | Diep | > 3 | v | | |
| Strang *) | Alle diepten | | | v | v |
| | Ondiep | 0 – 1 | v | | |
| | Matig diep | 1 – 3 | v | | |
| | Diep | > 3 | v | | |

Oevers

Oever Ecotopen zoals in stelsel zijn niet te relateren aan de maatregelen**)

*) Strangen vallen in de ecotopenkaart onder dynamisch rivierbegeleidend water. Uit deze groep zijn middels GIS alleen de aangetakte wateren meegenomen. Wanneer in dit rapport wordt gerefereerd aan strang, dan worden de eenzijdig aangetakte rivierbegeleidende wateren uit de ecotopenkaart bedoeld.

***) In het ecotopenstelsel is niet aangegeven welke oevers in stortsteen liggen en welke niet. Hierdoor is een voorspelling nog niet mogelijk.

Het ecotooptype "Eenzijdig aangetakte strang" bestaat niet, deze zijn in de ecotopenkaart opgenomen als dynamisch rivierbegeleidend water. Hieronder vallen echter ook niet aan de hoofdgeul aangetakte wateren, en deze worden in de beoordeling van de KRW niet meegenomen. Aan de hand van een GIS analyse zijn alleen de aangetakte dynamische rivierbegeleidende ecotopen geselecteerd en in de analyse opgenomen.

Voor de oevers zijn lijnvormige ecotopen beschikbaar voor alle rivieren. Voor NVOs en vrij eroderende oevers worden oeverlengte gerelateerde kennisregels (in plaats van oppervlaktegebaseerde kennisregels) gebruikt. In de ecotopenkaart en ontbreken gegevens over de inrichting van de oevers, waardoor niet bekend is welke oevers bestort zijn of niet.

3.2.3 Macrofyten

Macrofyten komen in alle aquatische ecotopen voor, behalve in het matig diepe en diepe zomerbed. Diepte en dieptevariatie is een belangrijke variabele voor de kieming en groei van waterplanten (van Geest *et al.*, 2011; Van der Molen *et al.*, 2000). Voor diepte is gebruik gemaakt van de diepteklassen zoals die beschreven is voor de verschillende ecotopen in de ecotopenkartering (zie Tabel 3.1). De diepteklassen ondiep, matig diep en diep worden direct verwerkt in het percentage bedekking van de planten. Waterplanten komen in de rivieren voor tot ongeveer 2m diepte.

De data van de ecologische kennisregels voor waterplanten in R7 zijn gebaseerd op de diepteklasse 'ondiep', dit is 1 meter of ondieper en deze kan volledig door waterplanten worden begroeid. Ecotopen die "matig diep" of "diep" zijn, omvatten naast de diepere delen ook de oevers. De waterlijn is de grens van het ecotoop. Daarom kan worden aangenomen dat in een matig diep ecotoop (1-3 meter) 50% en in een diep ecotoop (>3m) 10% begroeibaar areaal bestaat ten opzichte van een ondiep ecotoop.

Het is aangetoond dat het voorkomen van waterplanten sterk wordt beïnvloed door fluctuaties van het rivierpeil tijdens het groeiseizoen. Op locaties met sterke peilfluctuaties komen geen waterplanten voor. Daarom is waterstanddynamiek toegevoegd als extra kaartlaag omdat deze niet in de ecotopenkaart is opgenomen. Hierbij zijn de volgende rivierkilometertrajecten met verschillende peilfluctuatie regimes (van Geest *et al.*, 2011) onderscheiden:

1. W1: Waal van Lobith tot Tiel (rivierkm. 862 tot 913)
2. W2: Waal van Tiel tot Haaften (rivierkm. 913 tot 937)
3. W3: Waal van Haaften tot Gorinchem (rivierkm. 937 tot 952)
4. L1: Neder-Rijn/Lek van Pannerdens Kanaal tot Driel (rivierkm. 868 tot 891)
5. L2: Neder-Rijn/Lek van Driel tot Vianen (rivierkm. 891 tot 947)
6. IJ1: IJssel van Arnhem tot Windesheim (rivierkm. 879 tot 973)
7. IJ2: IJssel van Windesheim tot Kampen (rivierkm. 973 tot 1001)

In het zusterproject "effectiviteit maatregelen" zijn nog geen data van de Maas geanalyseerd. Daarom is de Maas vergeleken met gestuwde en ongestuwde delen van Rijntakken. Voor de Zandmaas is dezelfde abundantie gehanteerd als in het traject L1 (zie hierboven), voor de Bedijkte Maas is dezelfde abundantie gehanteerd als in het traject W2, voor Vecht/Zwarte water is dezelfde abundantie gehanteerd als in het traject L2. De Grensmaas wordt buiten beschouwing gelaten omdat deze onder het KRW-type R16 valt.

Om soortenlijsten en abundantie per ecotoop af te leiden voor waterplanten in R7 is gebruik gemaakt van MWTL data van 1998-2009 uit Van Geest *et al.* (2011). Op basis van de MWTL data is per rivierkilometer traject een soortenlijst (inclusief abundantie) opgesteld. Deze data is representatief voor een waterdiepte kleiner dan één meter en valt daarmee in de diepteklasse 'ondiep'. De data van verschillende punten is per rivierkilometer traject geaggregeerd volgens het protocol toetsen en beoordelen (Torenbeek & Pelsma, 2008) en het achtergronddocument voor de maatlatten (Van den Berg, 2004). Alleen de soorten die in meer dan 3.75% van de monitoringslocaties voorkwamen zijn meegenomen. Wanneer de bedekking lager dan deze waarde is, wordt een soort in het traject met de minste opnamen (L2) minder dan 1 keer aangetroffen. Deze duidelijke drempelwaarde is opgenomen om het aantal soorten te beperken en zo een onrealistische KRW-score te voorkomen.

3.2.4 Fytobenthos

In het project 'Effectiviteit maatregelen' wordt niet gekeken naar fytobenthos, zodat voor deze deelmaatlat geen kennisregels zijn ontwikkeld. Om toch tot een KRW-score te berekenen, zijn de KRW deelmaatlatwaarden van de huidige situatie genomen.

3.2.5 Vis

Voor de vissen zijn per zegentrek in een ecotoop (nevengeul, strang of kribvak) de abundanties per 100 m² berekend. Vervolgens is de abundantie bepaald door alle zegentrekken binnen een ecotoop bij elkaar op te tellen en dit te delen door het aantal trekken. De hieruit berekende abundanties, aandelen en soortensamenstelling voor de nevengeulen, eenzijdig aangetakte strangen en kribvakken staan vermeld in de digitale Excel bijlage.

Beschikbare gegevens en selectie

Er zijn verschillende bronnen voor visgegevens in de grote rivieren (Dorenbosch *et al.*, 2011; Grift, 2001; MWTL-bemonsteringen). Niet alle deze bronnen zijn even bruikbaar.

Voor het opstellen van kennisregels voor vissen in R7 en R8 is alleen gebruik gemaakt van de gegevens die zijn ingezameld voor het project "OBN" (Dorenbosch *et al.*, 2011), omdat deze voldeden aan de bemonsteringseisen van de KRW. Hierbij is alleen gebruik gemaakt van de gegevens van zegenvisserij, omdat deze een betere schatting geven van de dichtheid dan met electrovisserij. Een goede schatting van de dichtheid is van belang omdat in de KRW-Verkenner een gewogen gemiddelde van de visgemeenschap wordt berekend op basis van de oppervlakteverdeling van ecotopen in een waterlichaam. De gegevens van "OBN" hebben betrekking op zowel voorjaars- als najaarsbemonsteringen. Het "Handboek Hydrobiologie" (Bijkerk *et al.*, 2010) schrijft een bemonstering in de zomer of het voorjaar voor, omdat dit de beste schatting geeft van de visstand. Dus najaarsgegevens zijn niet gebruikt. In het najaar is vis namelijk minder gelijkmatig verdeeld. De gegevens zijn verzameld voor de ecotopen ondiep zomerbed (bestaande uit visbemonsteringen in kribvakken), eenzijdig aangetakte strangen en nevengeulen. Een overzicht van de geselecteerde gebieden, het aantal zegentrekken en het bemonsterde oppervlak van het gebied is weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Riviertakken met hierin bemonsterde gebieden, aantal zegentrekken en bemonsterd oppervlak. De gebruikte zegen heeft een maaswijdte van 5 mm, een breedte van 25 m en een hoogte van 2.5 m (Dorenbosch et al., 2011).

| Naam gebied | | | Aantal zegentrekken | Bemonsterd oppervlak (m ²) |
|-------------|------|----------------------------|---------------------|--|
| Waal | NG | Beneden leeuwen | 5 | 1475 |
| | | Gameren | 6 | 2100 |
| | | Opijnen | 5 | 2250 |
| | STR | Klompewaard | 4 | 1425 |
| | | Passewaay | 6 | 2500 |
| | KR | Gameren (Waal) | 5 | 2100 |
| | | Klompewaard | 5 | 2500 |
| | | Waal Herwijnen | 6 | 3000 |
| Neder-Rijn | NG | Bakenhof | 4 | 1375 |
| | STR | Blauwe Kamer | 5 | 1300 |
| | KR | Amerongse Bovenpolder | 1 | 500 |
| | | Bakenhof (Arnhem) | 5 | 2500 |
| | | Blauwe Kamer | 4 | 950 |
| Lek | NG | - | - | - |
| | STR | Uitweg | 6 | 3450 |
| | | Schoonhoven | 4 | 1650 |
| | KR | Jaarsveld (Lek) | 3 | 1500 |
| | | Uitweg | 4 | 2000 |
| IJssel | NG | Vreugderijkerwaard | 7 | 3075 |
| | STR | Duursche Waarden | 5 | 2025 |
| | | Scheren Welle | 4 | 1800 |
| | | Vreugderijkerwaard Zuid | 4 | 1700 |
| | KR | Deventer | 7 | 1691 |
| | | Vreugderijkerwaard kribben | 4 | 510 |
| | Maas | NG | Loonse Waard | 2 |
| STR | | Asseltse Plassen | 3 | 1232 |
| | | Isabellagreend | 5 | 893 |
| | | Neer / Hanssummerweerd | 4 | 1650 |
| | | Ravenstein | 3 | 1400 |
| | | Loonse waard | 2 | 820 |
| KR | | Empel | 2 | 1000 |
| | | Gewande (Maas) | 1 | 500 |
| | | Hedel | 2 | 1000 |
| | | Well (Maas) | 2 | 900 |

De volgende kanttekeningen kunnen gemaakt worden bij het gebruik van de visdata van het project "OBN". Zo zijn de data gebaseerd op slechts één meetjaar, terwijl bekend is dat visstand van jaar tot jaar sterk kan variëren. Verder wordt de maatlat voor soortensamenstelling sterk beïnvloed door de bemonsteringsinspanning; de abundanties van gilden zijn hiervoor veel minder gevoelig. Verder is de methode niet compatibel met de MWTL-methodiek, maar deze wordt wel gebruikt want voor nevengeulen en strangen zijn het OBN-onderzoek en de gegevens van (Grift, 2001) de enige die te gebruiken zijn. Hiernaast kon er geen onderscheid gemaakt worden tussen (eventuele) verschillen in visstand tussen (deel)waterlichamen, omdat deze data niet beschikbaar zijn voor geulen en eenzijdig aangetakte strangen.

Connectiviteit tussen verschillende KRW-waterlichamen of KRW-watertypen

Migratie kan de soortensamenstelling en abundanties van visgemeenschappen in waterlichamen beïnvloeden. Op basis van literatuur en expertkennis is vastgesteld dat het effect van vismigratie op de KRW-score van grote rivieren niet kwantificeerbaar is (Kroes *et al.*, 2008). De maatregel “vistrappen, visgeleiding en visvriendelijk sluisbeheer” is daarom niet in de kennisregels opgenomen.

Ter toelichting: weliswaar is bekend welke vissoorten worden gestimuleerd door verbeterde migratiemogelijkheden, maar omdat deze soorten reeds in de rijkswaterlichamen aanwezig zijn heeft dit geen invloed op de score van de deelmaatlat “soortensamenstelling”. De abundantie van de betreffende soorten kan wel vergroot worden. De moeilijkheid ligt echter in het schatten van deze aantallen. Verwacht wordt dat deze aantallen laag zijn in vergelijking met de totale aantallen van de vissoorten in de waterlichamen, waardoor het verbeteren van de migratiemogelijkheden een verwaarloosbaar effect heeft op de uitkomst van de deelmaatlat “abundantie”.

Als alternatief zou per waterlichaam het percentage open verbindingen, verbindingen met vistrappen, visgeleiding en visvriendelijk sluisbeheer en vooralsnog gesloten verbindingen kunnen worden weergegeven. Deze informatie geeft inzicht in potentiële knelpunten voor vismigratie.

3.2.6 Macrofauna

Volgens het Handboek Hydrobiologie (Bijkerk *et al.*, 2010) moeten voor macrofauna monsters worden verzameld in verschillende representatieve habitats in een waterlichaam. Hierbij wordt steeds één monster per habitat genomen; deze monsters worden afzonderlijk geanalyseerd op soortensamenstelling en –abundantie. In de KRW-Verkenner representeren de ecotopen de variatie in habitats in een waterlichaam, ieder ecotoop is dus één habitat. Voor ieder ecotoop wordt een afzonderlijke EKR-score berekend en deze EKR-scores worden oppervlaktgewogen gemiddeld voor alle ecotopen in een waterlichaam. Hiermee verschilt de rekenwijze van de macrofauna-maatlat van de maatlat voor macrofyten, waarbij alle plantensoorten van de monsterlocaties in het gehele waterlichaam worden geaggregeerd tot één soortenlijst waarna vervolgens een EKR-score wordt berekend.

Verwerking en analyse

Allereerst is voor elke monsterlocatie het bijbehorende ecotooptype bepaald. Vervolgens is de EKR-score per ecotoop berekend met behulp van QBWat (Pot, 2011). Hiervoor zijn de abundanties per m² bepaald en zijn de gegevens geïmporteerd in QBWat. Voor alle wateren zijn de scores op de maatlat voor KRW-type R7 (grote rivier/nevengeul op zand of klei) berekend. Voor Dombosch en Tiendgorzen (beide R8) zijn de maatlaten van Van der Molen & Pot (2007) gebruikt (en niet de nieuwe macrofauna-maatlat van Peeters *et al.*, 2010).

Herkomst data

In de dataset die gebruikt is voor nevengeulen en strangen zijn in totaal 477 monsters opgenomen die met verschillende methoden zijn bemonsterd (handnet, borstel, happer, steekbuis, onbekend). Ook het substraat verschilt van steen en klei bij de borstelmonsters tot zand, slib, grind en vegetatie bij de handnetmonsters.

De gegevens zijn uit verschillende monitoringscampagnes afkomstig, te weten:

- Projectmonitoring. Na de aanleg/aantakking van nevengeulen zijn de projecten gemonitord. Dit geldt voor Beneden Leeuwen (1996, 1997, 1999, 2000, 2002, 2004; Simons *et al.* 2000), Gameren (1998-2002; Greijdanus-klaas *et al.* 2004), Opijnen (1993,

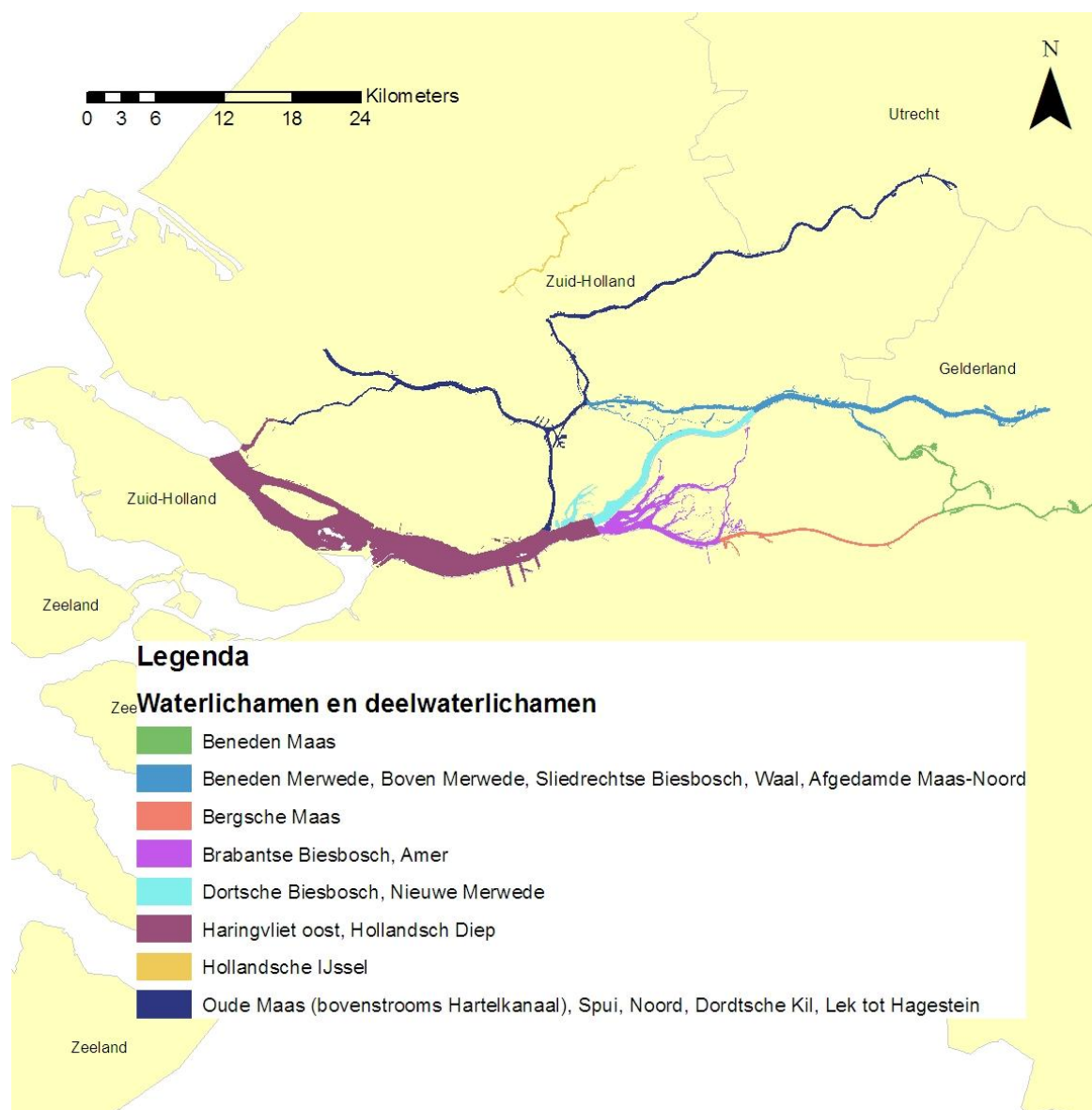
1996, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003; Simons *et al.* 2000) en de Duursche Waarden (1993; Coops *et al.* 1994). In het geval van Beneden-Leeuwen en Opijnen is ook na de evaluatie de monitoring voortgezet. Daarnaast zijn in 2009 een aantal gebieden bemonsterd (Gameren, Vreugderijkerwaard, Bakenhof, Klompenwaard en Oude Waal; De Rooij *et al.* 2009). De gegevens van Dombosch en Tiendgorzen zijn in het verzameld in het kader van de herinrichting van een aantal oeverlanden in het benedenrivierengebied (Klink, 2003). Het kader waarin de gegevens van de Afferdense en Deestse Waarden zijn verzameld is onbekend.

- MWTL monitoring. Monsters uit kribvakken bij Haaften, Heesselt, Lent, Lobith, Slijk-Ewijk en Wolferen zijn bemonsterd in het kader van het MWTL en zijn hier meegenomen voor het ondiep zomerbed.

3.3 Watertype R8

3.3.1 Deelsystemen watertype R8

Voor type R8 zijn vooralsnog geen extra deelsystemen onderscheiden anders dan de bestaande indeling in waterlichamen. In Figuur 3.2 is deze indeling weergegeven.



Figuur 3.2 Water- en deelwaterlichamen van het type R8.

De scheiding tussen KRW-typen R7 en R8 is op basis van dezelfde criteria is genomen als de grens van rivier en getijdenrivier in de ecotopenkaarten, namelijk de grens van 30 cm getijslag. Opvallend is dat deze twee grenzen niet op dezelfde plaats in de kaarten liggen. Voor de indeling in het KRW-Verkenner model is de ligging van de waterlichamen als leidend genomen.

3.3.2 Relevante ecotopen

In Tabel 3.3 staan de voor R8 relevante ecotopen genoemd. Een ecotoop bestaat uit een omlijning vanuit een luchtfoto met daarbij een aantal abiotische kenmerken. Eén van de kenmerken is de diepteklasse, zoals ondiep, matig diep en diep. In de tabel is aangegeven voor welke biologische kwaliteitselementen deze informatie is gebruikt.

Tabel 3.3 Gebruikte ecotopen in R8 waterlichamen. Wanneer op basis van data-analyse onderscheid in diepte kon worden gemaakt, is dat gedaan.

| Ecotoop | Hydrologie | Waterplanten | Vis | Macrofauna |
|---|-------------------|---------------------|------------|-------------------|
| Zomerbed/getijdenwater ¹ | Alle dieptes | | v | |
| | Ondiep | v | | |
| | Matig diep | | | |
| | Diep | | | |
| Nevengeul | Alle dieptes | v | v | |
| | Ondiep | | | |
| | Matig diep | | | |
| | Diep | | | |
| Strang ² | Alle dieptes | v | v | |
| | Ondiep | | | |
| | Matig diep | | | |
| | Diep | | | |
| Matig tot gering dynamisch water | | v | v | |
| Eenzijdig aangetakte getijdenkreek | | v | v | |
| Oevers | | | | |
| Oever Ecotopen zoals in stelsel zijn niet te relateren aan de maatregelen | | | | |

¹ In de ecotopenkaart van R8 wateren wordt onderscheid gemaakt in zomerbed en getijdenwater. Omdat de KRW-waterlichamen niet precies op de grens liggen waar zomerbed (r-type) overgaat in getijdenwater (g-type) worden zomerbed en getijdenwater als hetzelfde ecotoop gezien. We maken dus in de kennisregels voor R8 geen onderscheid tussen deze ecotooptypen. De oppervlakten van deze ecotopen worden dan ook bij elkaar opgeteld.

² Strangen vallen in de ecotopenkaart onder dynamisch rivierbegeleidend water. Uit deze groep zijn middels GIS alleen de aangetakte wateren meegenomen. Wanneer in dit rapport wordt gerefereerd aan strang, dan worden de eenzijdig aangetakte rivierbegeleidende wateren uit de ecotopenkaart bedoeld. De strangen die getypeerd zijn als 'eenzijdig aangetakte getijdenkreek' worden als een apart ecotoop meegenomen.

3.3.3 Macrofyten

Voor macrofyten in R8 is de data-analyse in het project 'Effectiviteit maatregelen' nog niet gereed. Daarom is de kennisregel voor de deelmaatlat abundantie op basis van expertkennis ingevuld. Het was niet mogelijk om met expert kennis een kennisregel voor de deelmaatlat soortensamenstelling af te leiden.

De waterlichamen in R8 zijn getypeerd door getijslag, de overgang van zomerbed (hoofdgeul in rivieren) naar de typering getijdenwater, de eigenlijke hoofdgeul van de getijdenrivier, is in de KRW en het ecotopenstelsel gelegd bij een ondergrens van 30 cm getijslag. Het getijslag is een belangrijke parameter voor het voorkomen van waterplanten en de abundantie die ze kunnen behalen (Van de Rijt, 2001). In de ecotopenkaart is getijslag niet opgenomen als aparte klasse. Op basis van expert kennis in combinatie met data uit EMOE is voor alle waterlichamen een indeling gemaakt in getijslag (Tabel 3.4). Op basis van het getijslag is een abundantie bepaald in een getijdenwater en in een getijdenkreek. Onder getijdenwater worden de ecotopen zomerbed en getijdenwater verstaan. De overige ecotopen vallen buiten de hoofdgeul en onder de typering getijdenkreek.

Tabel 3.4 Indeling in getijslag van KRW-waterlichamen in R8

| KRW-waterlichaam | Getijslag (m)* |
|--|----------------|
| Beneden maas | 0.3 |
| Beneden Merwede, Boven Merwede, Sliedrechtse Biesbosch, Waal, Afgedamde Maas-Noord | 0.7 |
| Bergsche Maas | 0.3 |
| Brabantse Biesbosch, Amer | 0.3 |
| Dortsche Biesbosch, Nieuwe Merwede | 0.7 |
| Haringvliet oost, Hollandsch Diep | 0.3 |
| Hollandsche IJssel | 0.7 |
| Oude Maas (bovenstrooms Hartelkanaal), Spui, Noord, Dordtsche Kil, Lek tot Hagestein | 0.7 |

* Het getijslag is hier een gemiddelde waarde van een getijdenrange.

3.3.4 Vis

Voor de verschillende ecotopen in R8 zijn soortenlijsten (met bijbehorende abundanties) gemaakt op basis van visbemonsteringen die in 2006 zijn uitgevoerd (zie bijlage en De Lange & Vriese, 2006). Hierbij kon onderscheid gemaakt worden tussen verschillende ecotopen; een verdere opdeling in ecotopen per waterlichaam was echter niet mogelijk. In een later stadium kunnen de kennisregels op dit punt worden verfijnd. Vanwege de overheersende invloed van getijwerking zijn nevengeulen in R8 opgevat als getijdenkreken.

3.3.5 Macrofauna

Voor macrofauna kan vooralsnog geen kennisregel afgeleid worden. Hiervoor zijn verschillende oorzaken. Ten eerste is de data-analyse voor macrofauna in R8-watervoren nog niet uitgevoerd in het project "effectiviteit maatregelen". Ten tweede is er nog geen officiële KRW-maatlat voor macrofauna in R8. Bovendien is er geen duidelijk verband tussen de maatregelen en ecotopen en de indeling van de nieuwe maatlat. De methodiek van de nieuwe maatlat is namelijk compleet anders dan voor R7 wateren. De nieuwe maatlat bestaat uit twee grote delen: het profundaal en het litoraal. De laagste KRW-score van de twee telt als uiteindelijke eindscore (Peeters *et al.*, 2010). Deze scores worden berekend door de macrofaunamonters te karakteriseren op soorten die gevoeligheid zijn voor verontreiniging en substraat. Bij deze nieuwe maatlat ligt de nadruk vooral op de effecten van milieukwaliteit (ondermeer toxicanten) op de macrofaunasamenstelling. Hierdoor zullen de inrichtingsmaatregelen die de verhouding profundaal ten opzichte van litoraal beïnvloeden geen invloed hebben op de eindscore. Verder is niet duidelijk in welke habitats worden bemonsterd. Hierdoor kunnen de ecotopen niet gekoppeld worden aan maatregelen, en kan geen nieuwe EKR-score berekend worden. Over deze punten is kort contact geweest met de opstellers van de maatlat, maar dit moet nog verder worden uitgediept wanneer data voor "effectiviteit maatregelen" beschikbaar is.

3.3.6 Overzicht van detailniveau kennisregels

In Tabel 3.5 is het detailniveau van de kennisregels, op basis van het schaalniveau waarin deze van toepassing is, weergegeven. De oranje gearceerde vakjes geven per deelmaatlat weer of de data verschilt op het betreffende detailniveau. De detailniveaus zijn van klein naar groot: KRW-watertype, waterlichaam, rivierkilometer traject en ecotoop. Deze tabel geeft inzicht in het schaalniveau van het effect van een maatregel. Ter illustratie: de deelmaatlat 'soorten' van het biologische kwaliteitselement 'vis' heeft verschillen in data per ecotoop per in ieder waterlichaam. Dit betekent dat de data die achter de kennisregel zit verschilt op waterlichaam niveau per ecotoop.

Tabel 3.5 Detailniveau van de kennisregels voor R7

| Deelmaatlat | Macrofyten | | | Vis | | Macrofauna |
|-------------------------|------------|------------|-------------|---------|------------|------------|
| | Soorten | Abundantie | Fytobenthos | Soorten | Abundantie | |
| KRW-watertype | | | | | | |
| Waterlichaam | | | * | | | |
| Rivierkilometer traject | | | | | | |
| Ecotoop | | | | | | |

*Voor de deelmaatlat Fytobenthos is geen kennisregel afgeleid in R7 watertypen, maar hiervoor wordt een default EKR-score genomen. Deze score is bepaald op waterlichaamniveau.

Tabel 3.6 Detailniveau van de kennisregels voor R8

| Deelmaatlat | Macrofyten | | Vis | |
|-------------------------|------------|------------|---------|------------|
| | Soorten | Abundantie | Soorten | Abundantie |
| KRW-watertype | | | | |
| Waterlichaam | * | | | |
| Rivierkilometer Traject | | | | |
| Ecotoop | | | | |

* Voor deze deelmaatlat is geen kennisregels zijn geen kennisregels afgeleid. Hiervoor wordt een default EKR-score genomen. Deze score is bepaald op waterlichaamniveau.

4 Kennisregels

4.1 Macrofyten R7

4.1.1 Maatlat algemeen

Bij de maatlat voor macrofyten wordt gebruik gemaakt van het begroeibaar areaal. In R7-wateren omvat het begroeibaar areaal de volgende ecotopen: ondiep zomerbed, dynamische strang (waarvan alleen de eenzijdig aangetakte strangen zijn geselecteerd, zie blz. ??) en nevengeul. De maatlat voor macrofyten is verdeeld in de onderdelen 'abundantie', 'soortensamenstelling' en 'fytobenthos'. De maatlat abundantie wordt berekend door het totale percentage bedekking in het begroeibaar areaal direct te relateren aan de EKR-score (Van der Molen & Pot, 2007). De maatlat soortensamenstelling wordt berekend door een score toe te kennen aan individuele planten op basis van hun bedekking in het begroeibaar areaal. De totale score ten opzichte van een watertype afhankelijke referentie bepaalt de EKR-score. Voor het watertype R7 is deze referentiewaarde 40 (Van der Molen & Pot, 2007).

4.1.2 Berekening maatlaten

Deelmaatlat soortensamenstelling

Op basis van de beschikbare data was het niet mogelijk om tussen verschillende ecotopen (ondiep zomerbed, nevengeulen en eenzijdig aangetakte strangen) onderscheid te maken in soortensamenstelling van macrofyten (van Geest et al., 2011). Dit betekent dat verschuivingen in het oppervlak van deze ecotopen (door de uitvoer van maatregelen) niet tot gewijzigde EKR-score leidt.

De berekening in de KRW-Verkenner vindt als volgt plaats. De bedekking per plant per ecotoop wordt oppervlakte gewogen berekend met de onderstaande formule.

$$B_{j,\text{waterlichaam}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot B_{j,i}}{\sum_{i=1}^n A_i} \cdot 100$$

Waarin,

$B_{j,\text{waterlichaam}}$ = bedekking van plant j in het waterlichaam (%)

A_i = oppervlak van ecotoop i (ha)

$B_{j,i}$ = bedekking van plant j in ecotoop i (%)

$\sum_{i=1}^n A_i$ = totale oppervlakte van alle relevante ecotopen (ha)

De EKR-score van de deelmaatlat soortensamenstelling wordt berekend door de oppervlakte gecorrigeerde bedekkingen per plant in te voeren in QBWAT.

Deelmaatlat abundantie

De bedekking van alle planten ten opzichte van het begroeibaar areaal kan oppervlakte gewogen berekend worden met de onderstaande formule.

$$B_{\text{waterlichaam}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot B_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \cdot 100$$

Waarin,

$B_{\text{waterlichaam}}$ = bedekking van Macrofyten in het begroeibaar areaal (%)

B_i = bedekking van Macrofyten in ecotoop i

A_i = oppervlak van ecotoop i (ha)

$\sum_{i=1}^n A_i$ = totale oppervlakte van alle relevante ecotopen (ha)

De EKR-score van de deelmaatlat abundantie wordt berekend door de oppervlakte gecorrigeerde abundanties in te voeren in QBWAT.

De maatlat berekent de score op basis van het oppervlak van begroeibaar areaal. Hierdoor leidt een vergroting van het begroeibaar areaal niet tot een toename in EKR-score.

Eindscore

De uiteindelijke EKR-score van Macrofyten in het waterlichaam wordt in de KRW-Verkenner berekend door het gemiddelde te nemen van de deelmaatlaten soortensamenstelling, abundantie en Fytobenthos. Voor Fytobenthos wordt de meest recente EKR-score genomen zoals die beschikbaar is bij Rijkswaterstaat.

$$EKR_{\text{macrofyten}} = \frac{EKR_{\text{abundantie}} + EKR_{\text{soortensamenstelling}} + EKR_{\text{fytobenthos}}}{3}$$

Bovenstaand is aangegeven dat de EKR-score van de deelmaatlat soortensamenstelling niet wordt beïnvloed door veranderingen in het oppervlak van ondiep zomerbed, nevengeulen en eenzijdig aangetakte strangen. Hiernaast hebben veranderingen in het begroeibaar areaal ook geen invloed op de abundantie-maatlat, omdat de EKR-score wordt berekend op basis van het begroeibaar areaal. De locatiekeuze van de maatregelen heeft daarentegen wel een grote invloed op de EKR-score, omdat waterplanten alleen in de benedenstroomse trajecten van de Rijn dominant zijn (zie paragraaf 3.2.3). Maasdata zijn nog niet apart geanalyseerd en aan het model toegevoegd, zie H3.

4.2 Vis R7

4.2.1 Maatlat algemeen

De maatlat voor vis is opgedeeld in soortensamenstelling en abundantie. Bij de deelmaatlat soortensamenstelling wordt gekeken naar aantallen vissoorten in de gilden. De gilden die onderscheiden worden zijn limnofiel, reofiel en diadroom. Hierbij kunnen diadrome vissen ook reofiel zijn. Per gilde wordt een aparte EKR-score berekend. De uiteindelijke score van de deelmaatlat soortensamenstelling is een gemiddelde van de EKR-scores van de drie gilden. Bij de deelmaatlat abundantie wordt gekeken naar de relatieve dichtheid van reofiele en limnofiele vissen in relatieve abundanties. De eindscore van de maatlat wordt berekend door een gemiddelde te nemen van de deelmaatlaten soortensamenstelling en abundantie.

4.2.2 Berekening maatlaten

Maatlat soortensamenstelling

De EKR-scores van de drie visgilden (reofiel, limnofiel en diadroom) worden berekend met QBWAT op basis van de aantallen soorten in verschillende gilden.

De deelmaatlat voor soortensamenstelling is dan het gemiddelde van de drie maatstaven. Dit wordt berekend in de KRW-Verkenner.

$$EKR_{\text{soortensamenstelling}} = \frac{EKR_{\text{reofiel}} + EKR_{\text{limnofiel}} + EKR_{\text{diadroom}}}{3}$$

Maatlat abundantie

De maatlat abundantie wordt bepaald door het relatieve aantal van reofiele en limnofiele vissen. Via onderstaande formule kan een oppervlakte gewogen berekening gemaakt worden van de vissen op waterlichaam niveau.

$$H_{v, \text{waterlichaam}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot H_{v,i})}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Waarin,

$H_{v, \text{waterlichaam}}$ = abundantie van vis v op waterlichaam niveau

$H_{v,i}$ = abundantie van vis v in ecotoop i

A_i = oppervlakte van ecotoop i (ha)

$\sum_{i=1}^n A_i$ = Oppervlakte van alle (relevante) ecotopen (ha)

Per waterlichaam kan vervolgens een lijst met vissen en abundanties naar QBWAT gestuurd worden. QBWAT berekent vervolgens de EKR-score van de deelmaatlat abundantie voor de twee maatstaven (limnofiel en reofiel). De deelmaatlat voor abundantie is dan het gemiddelde van de twee maatstaven. Dit wordt berekend in de KRW-Verkenner.

$$EKR_{\text{abundantie}} = \frac{EKR_{\text{limnofiel}} + EKR_{\text{reofiel}}}{2}$$

Eindscore

De uiteindelijke EKR-score van het waterlichaam wordt vervolgens berekend in de KRW-Verkenner met de onderstaande formule.

$$EKR_{\text{vis}} = \frac{EKR_{\text{abundantie}} + EKR_{\text{soortensamenstelling}}}{2}$$

4.3 Macrofauna R7

4.3.1 Maatlat algemeen

De EKR-score van de maatlat macrofauna in R7 wordt bepaald door positief dominante soorten, negatief dominante soorten en kenmerkende soorten en families. In de macrofauna maatlat zijn de deelmaatlat abundantie en de deelmaatlat soortensamenstelling opgenomen in een formule (Van der Molen & Pot, 2007).

De EKR-score van macrofauna wordt per monitoringslocatie berekend. De monitoringslocaties moeten een representatie zijn van al het aanwezig habitat. Dit staat bekend als de multihabitatmethode. Vervolgens worden de monsters gewogen op basis van representativiteit in het gehele waterlichaam (Beers et al., 2010; Torenbeek & Pelsma, 2008). Omdat wij in onze methodiek ecotopen beschouwen als uniek habitat, is dit hetzelfde als een oppervlakteweging op ecotoopniveau.

4.3.2 Berekening maatlat

De EKR-score per ecotoop wordt berekend aan de hand van de input van soorten en abundanties met de formule voor macrofauna in QBWAT. Vervolgens wordt met de KRW-Verkenner een EKR-score berekend per waterlichaam door een oppervlakte gewogen gemiddelde met de onderstaande formule. Hiervoor worden de oppervlakten van de ecotopen gebruikt.

$$EKR_{\text{macrofauna}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot EKR_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Waarin,

EKR_i = EKR-score van ecotoop i

A_i = oppervlak van ecotoop i (ha)

$\sum_{i=1}^n A_i$ = totale oppervlakte van alle relevante ecotopen (ha)

4.4 Macrofyten R8

4.4.1 Maatlat algemeen

Bij de maatlat voor Macrofyten in R8 wordt gerekend met het begroeibaar areaal. Het begroeibaar areaal bestaat uit de (meta)ecotopen 'zandbedding met vegetatie' en 'slibbedding met vegetatie'. De maatlat is verdeeld in de onderdelen abundantie, soortensamenstelling, oevervegetatie en fyto benthos. De maatlat abundantie wordt berekend door het totale percentage bedekking in het begroeibaar areaal te relateren aan de EKR-score (Van der Molen & Pot, 2007). De maatlat soortensamenstelling wordt berekend door een score toe te kennen aan individuele planten op basis van hun bedekking in het begroeibaar areaal. De totale score ten opzichte van een watertype afhankelijke referentie bepaalt de EKR-score. Deze waarde is 38 voor het watertype R8. (Van der Molen & Pot, 2007).

4.4.2 Berekening maatlaten

Deelmaatlat abundantie

De bedekking van alle planten ten opzichte van het begroeibaar areaal kan oppervlakte gewogen berekend worden met de onderstaande formule.

$$B_{\text{waterlichaam}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot B_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \cdot 100$$

Waarin,

$B_{\text{waterlichaam}}$ = bedekking van Macrofyten in het begroeibaar areaal (%)

B_i = bedekking van Macrofyten in ecotoop i

A_i = oppervlak van ecotoop i (ha)

$\sum_{i=1}^n A_i$ = totale oppervlakte van alle relevante ecotopen (ha)

Eindscore

De uiteindelijke EKR-score van Macrofyten in het waterlichaam wordt berekend door het gemiddelde te nemen van de deelmaatlaten soortensamenstelling en abundantie. Voor de deelmaatlat soortensamenstelling wordt de meest recente EKR-score genomen zoals die beschikbaar is bij Rijkswaterstaat.

$$EKR_{\text{macrofyten}} = \frac{EKR_{\text{abundantie}} + EKR_{\text{soortensamenstelling}}}{2}$$

De soortenmaatlat voor macrofyten voor R8 is niet in de KRW-verkenner geïmplementeerd, zie hoofdstuk 3 voor uitleg. Voor dit project waren geen data voorhanden. Idem voor de oevermaatlat omdat vlakdekkende data over getijslag die de oeverbegroeiing bepaald (kennis uit EMOE model) niet voorhanden is.

4.5 Vis R8

4.5.1 Maatlat algemeen

De maatlat voor vis is opgedeeld in soortensamenstelling en abundantie. Bij de deelmaatlat soortensamenstelling wordt gekeken naar aantallen vissoorten in de gilden. De gilden die onderscheiden worden zijn limnofiel, reofiel en diadroom. Hierbij kunnen diadrome vissen ook reofiel zijn. Per gilde wordt een aparte EKR-score berekend. De uiteindelijke score van de deelmaatlat soortensamenstelling is een gemiddelde van de EKR-scores van de drie gilden. Deze deelmaatlat is niet afhankelijk van areaalveranderingen van ecotopen. De EKR-score kan alleen veranderen als er nieuwe ecotopen aangelegd worden die er voorheen niet waren en waaraan een andere soortensamenstelling is toegekend. Bij de deelmaatlat soortensamenstelling wordt gekeken naar de dichtheid van reofiele en limnofiele vissen in relatieve abundanties. De eindscore van de maatlat wordt berekend door een gemiddelde te nemen van de deelmaatlaten soortensamenstelling en abundantie.

4.5.2 Berekening maatlaten

Maatlat soortensamenstelling

De maatlat soortensamenstelling is gebaseerd op al of niet voorkomen van soorten in een waterlichaam. Aangezien deze niet oppervlakteafhankelijk is, hoeft voor deze maatlat geen oppervlakte gewogen berekening te worden gemaakt. Alleen als een nieuw ecotoop toegevoegd wordt waar nieuwe soorten voorkomen, worden deze toegevoegd aan de lijst en moet de EKR-score opnieuw berekend worden. De EKR-scores van de drie visgilden (reofiel, limnofiel en diadroom) worden berekend met QBWAT.

De deelmaatlat voor soortensamenstelling is dan het gemiddelde van de drie maatstaven. Dit wordt berekend in de KRW-Verkenner.

$$EKR_{\text{soortensamenstelling}} = \frac{EKR_{\text{reofiel}} + EKR_{\text{limnofiel}} + EKR_{\text{diadroom}}}{3}$$

Maatlat abundantie

De maatlat abundantie wordt bepaald door het relatieve aantal van reofiele en limnofiele vissen. Via onderstaande formule kan een oppervlakte gewogen berekening gemaakt worden van de vissen op waterlichaam niveau.

$$H_{v, \text{waterlichaam}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot H_{v,i})}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Waarin,

$H_{v, \text{waterlichaam}}$ = abundantie van vis v op waterlichaam niveau

$H_{v,i}$ = abundantie van vis v in ecotoop i

A_i = oppervlakte van ecotoop i (ha)

$\sum_{i=1}^n A_i$ = Oppervlakte van alle (relevante) ecotopen (ha)

Per waterlichaam kan vervolgens een lijst met vissen en abundanties naar QBWAT gestuurd worden. QBWAT berekent vervolgens de EKR-score van de deelmaatlat abundantie voor de twee maatstaven (limnofiel en reofiel). De deelmaatlat voor abundantie kan is dan het gemiddelde van de twee maatstaven.

$$EKR_{\text{abundantie}} = \frac{EKR_{\text{limnofiel}} + EKR_{\text{reofiel}}}{2}$$

Eindscore

De uiteindelijke EKR-score van het waterlichaam wordt vervolgens berekend met de onderstaande formule. Dit is het gemiddelde van de deelmaatlaten abundantie en soortensamenstelling. De EKR-score voor soortensamenstelling ligt hierin vast, aangezien deze afhangt van de vaststaande lijst vissoorten die aan de ecotopen in een waterlichaam als rekenregel zijn gekoppeld.

$$EKR_{\text{vis}} = \frac{EKR_{\text{abundantie}} + EKR_{\text{soortensamenstelling}}}{2}$$

5 Implementatie in de KRW-Verkenner

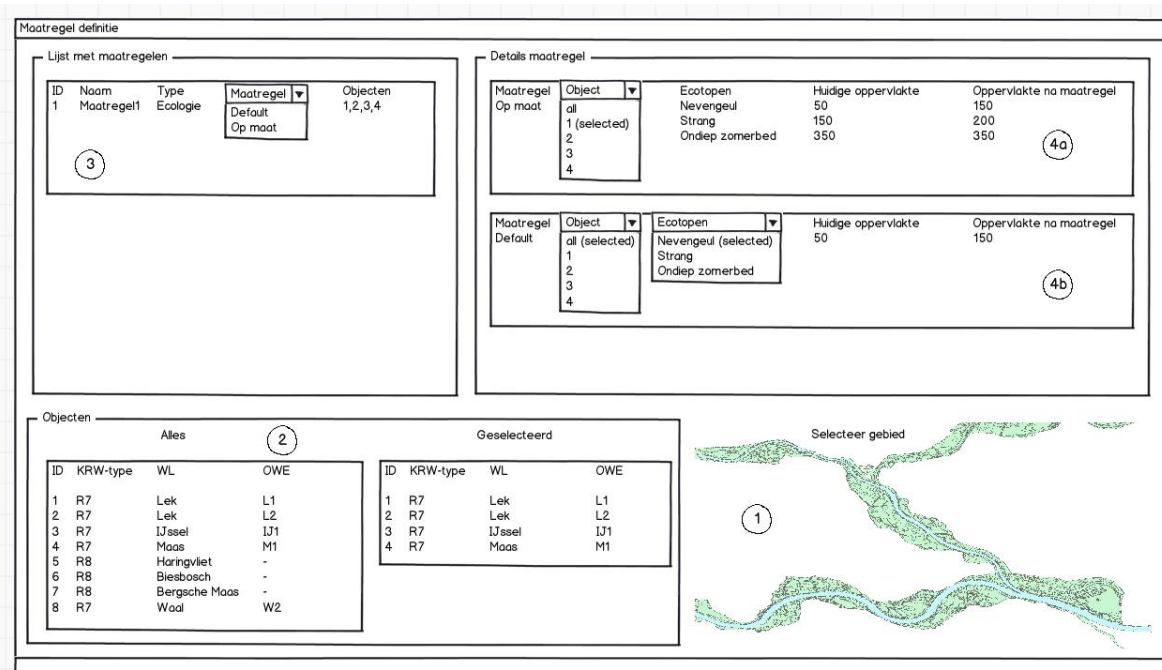
Dit hoofdstuk is geschreven voordat de daadwerkelijke implementatie van de rekenregels in de KRW-Verkenner plaats heeft gevonden. Het kan dus voorkomen dat de hierin beschreven methode niet geheel gelijk is aan de uiteindelijke implementatie in verband met tijdsafhankelijke aspecten, technische mogelijkheden, keuzes van de ontwikkelaars en aansluitingen met andere modules in de KRW-Verkenner.

5.1 Het definiëren van maatregelen

De gebruiker kan de rekenregels in de KRW-Verkenner gebruiken door oppervlakten van ecotopen te veranderen. Het veranderen van oppervlakten van ecotopen staat gelijk aan het nemen van inrichtingsmaatregelen. In de KRW-Verkenner zijn als basis default oppervlakten (in ha) van ecotopen ingevoerd van de huidige situatie. Deze zijn berekend per waterlichaam in ArcGIS versie 9.3 met ecotopenkaarten zoals beschreven in hoofdstuk 3. De gebruiker kan een locatie en een maatregeltipe (bijvoorbeeld een nevengeul) kiezen en de oppervlakte van de maatregel invoeren. Daarnaast kan een gebruiker zelf ook flexibel de oppervlakten van verschillende ecotopen veranderen om zo met verschillende maatregelen te spelen. Voor het nemen van een maatregel, moeten verschillende stappen gezet worden.

1. Selectie van gebied op kaart of in lijst
2. Gewenste gebieden toevoegen aan selectie
3. Definitie van een maatregel
4. Invoeren van details van een maatregel

In Figuur 5.1 is een voorbeeld te zien van hoe de User Interface van de KRW-Verkenner eruit kan gaan zien. De nummers in de figuur corresponderen met de bovenstaande nummers. Voor zover mogelijk is dezelfde structuur gehanteerd voor de User Interface als momenteel in de KRW-Verkenner zit. Hieronder volgt een stapsgewijze beschrijving voor het invoeren van een maatregel.



Figuur 5.1 Voorbeeld van het scherm in de User Interface van de KRW-Verkenner voor het nemen van maatregelen.

1. Selectie van een gebied op een kaart of in een lijst

De eerste stap van het definiëren van een maatregel is de keuze van het gebied waarin je de maatregel wilt treffen. In de KRW-Verkenner is het mogelijk om op een kaart de betreffende KRW waterlichamen (aangegeven met WL) of oppervlaktewaterlichamen (aangegeven met OWE, dit zijn delen van KRW-waterlichamen oftewel de kleinste rekeneenheden) te selecteren. In de KRW-Verkenner worden dit 'objecten' genoemd. De objecten kunnen ook uit een lijst geselecteerd worden (zie hiervoor het volgende punt).

2. Gewenste gebieden toevoegen aan selectie

De KRW-Verkenner bevat een lijst met alle objecten in de schematisatie. Hieruit kun je een selectie maken voor het nemen van een maatregel. Als de gebieden geselecteerd zijn via de kaart (stap 1), zijn de objecten grijs gearceerd in deze lijst en kunnen ze in een keer toegevoegd worden aan de lijst met geselecteerde objecten.

3. Definitie van een maatregel

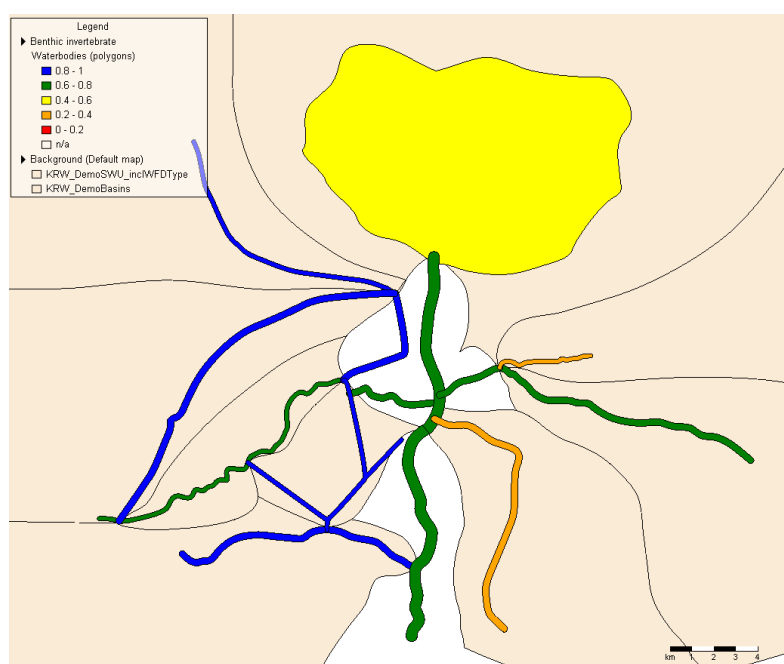
Bij het definiëren van een maatregel kan de Id ingevuld worden (dit is voor het selecteren van individuele maatregelen in een maatregelpakket en wordt in dit rapport niet verder besproken), de naam van de maatregel, het type maatregel (in ons geval 'Ecologie') en er kan gekozen worden voor twee maatregel variaties. Dit zijn een 'default' maatregel en een 'op maat' maatregel. In het geval van een 'default' maatregel kan de gebruiker per watertype kiezen uit voorgedefinieerde maatregelen (in het geval van R7 zijn dit bijvoorbeeld 'Nevengeul' of 'Strang'). Standaard worden alle objecten uit de geselecteerde objecten toegevoegd aan de maatregel. Dit kan desgewenst gewijzigd worden.

4. Details van een maatregel

Hier kunnen, op basis van de gemaakte keuzes in stap 3, de details van de maatregel ingevuld worden. Als de 'default' optie is gekozen (zie 4a) in stap 3 dan kan er maar een ecotoop geselecteerd worden voor het nemen van een maatregel (in dit geval is dit 'Nevengeul'). In dit geval kan alleen de oppervlakte van dit ecotoop veranderd worden. Als de 'op maat' optie wordt gekozen (zie 4b), dan kan de gebruiker de ecotoop oppervlakten van alle relevante ecotopen wijzigen. In dit scherm kan ook gekozen worden of de maatregel betrekking heeft op een of alle objecten. Als voor alle objecten gekozen wordt (zoals bij 4b), dan wordt de maatregel uitgevoerd op alle geselecteerde objecten. Nu wordt er dus in alle objecten (1 t/m 4) een nevengeul aangelegd van 100 ha. Deze keus kan alleen gemaakt worden als de maatregel objecten betreft binnen hetzelfde KRW-watertype en dit kan dus niet voor een combinatie van R7 en R8 objecten.

5.2 Scenario berekenen en resultaten bekijken

Als de maatregel gedefinieerd is zoals beschreven in paragraaf 5.1, kan deze maatregel toegevoegd worden aan een maatregelpakket. Dit maatregel pakket kun je loslaten op een 'case' oftewel een scenario. Na het doorrekenen van het scenario kunnen de resultaten als EKR-scores per biologische kwaliteitselement bekeken worden bij de output van het ecologie model in tabel of kaartvorm. Als gekozen wordt voor de kaartvorm worden kleuren corresponderend met de KRW-maatlatten geplot op de oppervlaktewatereenheden (zie voorbeeld in Figuur 5.2).



Figuur 5.2 Voorbeeld voor de weergave van de EKR-scores van macrofauna op fictieve waterlichamen.

5.3 Aanpassen basis data

De rekenregels worden flexibel in de KRW-Verkenner geïmplementeerd. Dit wil zeggen dat de soortenlijsten en waarden van huidige ecotoop oppervlakten als een editable lijst in de KRW-Verkenner geïmplementeerd kunnen worden. De gebruiker kan deze lijsten dus inzien en eventueel aanpassen. Dit heeft het grote voordeel dat bij nieuwe data beschikbaarheid de lijsten aangepast kunnen worden waardoor de rekenregel kwalitatief beter wordt. Een overzicht van alle soortenlijsten en oppervlakten van ecotopen is te vinden in de digitale bijlage.

6 Validatie

De uitkomsten van de rekenregels zijn gevalideerd met gerapporteerde EKR-scores van de biologische kwaliteitselementen per waterlichaam (van Kerkum & Ohm, 2011 - *Concept*). Dit zijn EKR-scores gemiddeld over een aantal jaren. De berekende en gemeten (gerapporteerde) EKR-scores zijn weergegeven in Tabel 6.1, Tabel 6.2 en Tabel 6.3.

Tabel 6.1 Validatie van EKR-scores van Macrofyten.

| Waterlichaam | Watertype | Macrofyten | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|----------------------|---------|------------|---------|-------------|---------|------------|-----------|------------|--|
| | | Soortensamenstelling | | Abundantie | | Fytobenthos | | Totaal | | Verschil | |
| | | Berekend | Gemeten | Berekend | Gemeten | Berekend | Gemeten | Berekend | Gemeten | | |
| IJssel | R7 | 0.3 | 0.48 | 0.81 | 0.95 | | 0.66 | 0.59 | 0.696667 | 0.1066667 | |
| Nederrijn/Lek | R7 | 0.05 | 0.1 | 0.32 | 0.67 | | 0.67 | 0.34666667 | 0.48 | 0.13333333 | |
| Waal | R7 | 0 | 0.03 | 0.09 | 0.21 | | 0.67 | 0.25333333 | 0.3033333 | 0.05 | |
| Zandmaas | R7 | 0.05 | 0.54 | 0.355 | 0.91 | | 0.62 | 0.34166667 | 0.69 | 0.34833333 | |
| Bovenmaas | R7 | 0.05 | 0.53 | 0.27 | 0.9 | | 0.54 | 0.28666667 | 0.656667 | 0.37 | |
| Bedijkte maas | R7 | 0 | 0.1 | 0.023 | 0.75 | | 0.52 | 0.181 | 0.456667 | 0.27566667 | |
| Vecht/zwartewater | R7 | 0.05 | 0.37 | 0.647 | 0.94 | | 0.63 | 0.44233333 | 0.646667 | 0.20433333 | |
| Beneden Maas | R8 | | 0.42 | 0.92 | 0.48 | | 0.64 | 0.66 | 0.513333 | 0.14666667 | |
| Beneden Merwede, Boven M | R8 | | 0.18 | 0.488 | 0.66 | | 0.67 | 0.446 | 0.503333 | 0.05733333 | |
| Bergsche Maas | R8 | | 0.4 | 0.399 | 0.42 | | 0.64 | 0.47966667 | 0.486667 | 0.007 | |
| Brabantse Biesbosch, Amer | R8 | | 0.45 | 0.321 | 0.36 | | 0.64 | 0.47033333 | 0.483333 | 0.013 | |
| Dortsche Biesbosch, Nieuw | R8 | | 0.41 | 0.492 | 0.59 | | 0.67 | 0.524 | 0.556667 | 0.03266667 | |
| Haringvliet oost, Hollandsch | R8 | | 0.39 | 0.336 | 0.49 | | 0.42 | 0.382 | 0.433333 | 0.05133333 | |
| Hollandsche IJssel | R8 | | 0.3 | 0.5 | 0.51 | | 0.51 | 0.43666667 | 0.44 | 0.00333333 | |
| Oude Maas (bovenstreams | R8 | | 0.28 | 0.494 | 0.38 | | 0.42 | 0.398 | 0.36 | 0.038 | |

Er zijn geen EKR-scores gerapporteerd van de oevervegetatie, daarom is deze deelmaatlat weggelaten. De geel gearceerde delen geven aan dat er geen rekenregel is ontwikkeld voor dit onderdeel. Om toch een volledige beoordeling te geven worden de gerapporteerde EKR-scores meegenomen in de uiteindelijke EKR-score van de berekende maatlat. De oranje gearceerde cellen in de laatste kolom geven aan dat het verschil tussen gemeten en berekende EKR-score groter is dan een EKR-klasse (0.2).

Tabel 6.2 Validatie van EKR-scores van vis

| Waterlichaam | Watertype | Vis | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|----------------------|-----|---------|----------|------------|------|---------|-------|----------|------------|----------|----------|
| | | Soortensamenstelling | | | | Abundantie | | | | Totaal | | Verschil | |
| | | Berekend | | Gemeten | | Berekend | | Gemeten | | Berekend | Gemeten | | |
| IJssel | R7 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.39 | 0.84 | 0.615 | 0.09 | 0.4575 | 0.295 | 0.1625 | |
| Nederrijn/Lek | R7 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.166667 | 0.54 | 0.48 | 0.27 | 0.375 | 0.1 | 0.27083333 | 0.32 | 0.049167 |
| Waal | R7 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0.066667 | 0.5 | 0.45 | 0 | 0.225 | 0.09 | 0.14583333 | 0.295 | 0.149167 |
| Zandmaas | R7 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.233333 | 0.54 | 0.32 | 0.23 | 0.275 | 0.12 | 0.25416667 | 0.33 | 0.075833 |
| Bovenmaas | R7 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.233333 | 0.54 | 0.27 | 0.26 | 0.265 | 0.12 | 0.24916667 | 0.33 | 0.080833 |
| Bedijkte maas | R7 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.233333 | 0.31 | 0.28 | 0.23 | 0.255 | 0.28 | 0.24416667 | 0.295 | 0.050833 |
| Vecht/zwartewater | R7 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.166667 | 0.45 | 0.48 | 0.27 | 0.375 | 0.17 | 0.27083333 | 0.31 | 0.039167 |
| Beneden Maas | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.48 | 0.35 | 0.16 | 0.255 | 0.24 | 0.2775 | 0.36 | 0.0825 |
| Beneden Merwede, Boven M | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.38 | 0.39 | 0.1 | 0.245 | 0.27 | 0.2725 | 0.325 | 0.0525 |
| Bergsche Maas | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.48 | 0.32 | 0.87 | 0.595 | 0.24 | 0.4475 | 0.36 | 0.0875 |
| Brabantse Biesbosch, Amer | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.48 | 0.28 | 0.83 | 0.555 | 0.24 | 0.4275 | 0.36 | 0.0675 |
| Dortsche Biesbosch, Nieuwe | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.55 | 0.87 | 0.59 | 0.73 | 0.29 | 0.515 | 0.42 | 0.095 |
| Haringvliet oost, Hollandsch D | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.61 | 0.88 | 0.38 | 0.63 | 0.12 | 0.465 | 0.365 | 0.1 |
| Hollandsche IJssel | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.38 | 0.91 | 0.35 | 0.63 | 0.27 | 0.465 | 0.325 | 0.14 |
| Oude Maas (bovenstreams H | R8 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.38 | 0.88 | 0.44 | 0.66 | 0.27 | 0.48 | 0.325 | 0.155 |

Tabel 6.3 Validatie van EKR-scores van macrofauna

| Waterlichaam | Watertype | Macrofauna | | |
|-------------------|-----------|-------------|---------|----------|
| | | Berekend | Gemeten | Verschil |
| IJssel | R7 | 0.209843564 | 0.35 | 0.140156 |
| Nederrijn/Lek | R7 | 0.214304855 | 0.37 | 0.155695 |
| Waal | R7 | 0.21269401 | 0.33 | 0.117306 |
| Zandmaas | R7 | 0.206198027 | 0.4 | 0.193802 |
| Bovenmaas | R7 | 0.206066474 | 0.34 | 0.133934 |
| Bedijkte maas | R7 | 0.206223027 | 0.32 | 0.113777 |
| Vecht/zwartewater | R7 | 0.320904605 | 0.38 | 0.059095 |

Bij de meeste rekenregels is het verschil tussen berekende en gemeten EKR-score niet groter dan 0.2. Bij de rekenregels voor Macrofyten in de Zandmaas, Bovenmaas, Bedijkte maas en Vecht/Zwarte Water is dit echter wel het geval. Voor deze waterlichamen zijn echter data gebruikt van de Rijn, omdat de data voor de Maas en Vecht/Zwarte Water nog niet geanalyseerd is in het project "Effectiviteit maatregelen". De rekenregels voor deze waterlichamen verdienen dan ook extra aandacht bij de doorontwikkeling.

7 Conclusies en Aanbevelingen

7.1 Conclusies

Uit de resultaten kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- met behulp van de kennisregels bleek het voor de meeste waterlichamen in R7 en R8 goed mogelijk om de huidige EKR-score te voorspellen. Hieruit blijkt dat de gehanteerde methode goed werkt.
- De lagere validatieresultaten voor de waterlichamen van de Maas en Vecht/Zwarte Water kan goed verklaard worden doordat van deze waterlichamen nog geen data zijn geanalyseerd. Als dit is gebeurd, dan zullen voor deze waterlichamen hoogstwaarschijnlijk ook goede kennisregels beschikbaar zijn.

7.2 Aanbevelingen voor reeds ontwikkelde rekenregels

De kennisregels kunnen op verschillende manieren verbeterd worden. De achtergronden hiervan zijn besproken in H3. Hieronder volgt een korte opsomming van aanbevelingen:

- De invoer voor de nieuwe concept Macrofauna maatlat van R8 is gebaseerd op soortenlijsten. Het is echter ondoenlijk om op basis van ecotopen de soortensamenstelling te voorspellen. In de toekomst kan voor R8 dezelfde weg gevolgd worden als voor R7, waar EKR-scores direct gekoppeld zijn aan ecotopen. Deze methode moet verder uitgewerkt worden en er moeten per ecotoop goede datasets beschikbaar zijn voor de onderbouwing.
- Voor het voorspellen van de EKR van natuurvriendelijke oevers is per waterlichaam of oppervlaktewatereenheid informatie nodig van de oevers die wel of niet bekleed zijn met stortsteen. Geadviseerd wordt om deze gegevens bij ecotopenkartering in kaart te brengen.
- Voor goede R8 ecologische voorspellingen voor waterplanten is de grootte van de getijslag belangrijk. Op dit ogenblik is een (GIS-)kaart met getijslag voor het benedenrivierengebied niet beschikbaar. Idealiter moet deze kaart rekening houden met de hydrologische effecten van diverse natuurontwikkelingsprojecten in de (omgeving van) de Biesbosch.
- Voor de Maas zijn nog geen deelsystemen onderscheiden. Eveneens zijn er nog geen data-analyses uitgevoerd voor de Maas. Een nadere opsplitsing in deelsystemen (met bijbehorende data-analyse) is nodig voor de ontwikkeling van goede kennisregels;
- Voor de maatlat vis in R8 geldt nu voor het hele R8 gebied een vaste soortenverdeling. Bij voorkeur worden verschillende deelsystemen onderscheiden;
- Fytobenthos is vooralsnog opgenomen als vaste standaard waarde van de huidige situatie. Het advies is dit om dit voorlopig te houden, tenzij er aanwijzingen zijn dat de score berekening hierop fout gaat.

7.3 Strategie voor ontbrekende kennisregels

De aan ecotopen gekoppelde rekenregels blijken goed te werken en sluiten goed aan bij inrichtingsprojecten van Rijkswaterstaat. In de vervolgfase worden ook voor de andere Rijkswateren de rekenregels ingevuld. De opdrachtgever wil graag medio 2012 de KRW-Verkenner operationeel hebben. Met de huidige inspanning van de data-analyse blijkt het niet mogelijk te zijn om alle kennisregels op een datagebaseerde methode te ontwikkelen. Om toch een werkend systeem te krijgen wordt momenteel een strategie ontwikkeld om expertkennis te gebruiken. Hierbij worden de soortenlijsten voor de ecotopen met expertkennis gevuld (in plaats van data). In een later stadium kan de expertkennis geüpdate worden met kennis uit een data-analyse (bijvoorbeeld van het project “Effectiviteit Maatregelen”).

8 Referenties

- Bak, A., Liefveld, W. M., & van Splunder, I. (2010). *Richtlijn Projectmonitoring Inrichtingsprojecten Rijkswateren*. Lelystad.
- Beers, M., Bijkerk, R., Bonhof, G., Brans, B., Buskens, R., Coops, H., van Dam, H., Fockens, K., Kampen, J., van Maanen, B., Mertens, A., Moeleker, M., Nieuwenhuis, R., Pilon, J., Pot, R., Spier, J., Swarte, M., van Tongeren, O., Torenbeek, R., Vermaat, J., Wagenvoort, A., Wilhelm, M., de Wit, M. (2010). *Handboek Hydrobiologie*.
- Bijkerk, R. (Ed.). (2010). *Handboek hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Deel III: Macro* (p. 182). Amersfoort: STOWA.
- Dorenbosch, M., Van Kessel, N., Kranenbarg, J., Spikmans, F., Verberk, W., & Leuven, R. (2011). *Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor riviervissen*. Driebergen-Rijsenburg.
- Grift, R. E. (2001). *How fish benefit from floodplain restoration along the lower River Rhine*. Wageningen University.
- Houkes, G. (2007a). *Ecotopenkartering Rijntakken-Oost 2005; Biologische monitoring zoete rijkswateren*. Delft.
- Houkes, G. (2007b). *Ecotopenkartering Volkerak-Zoommeer 2005; Biologische monitoring zoete Rijkswateren*. Delft.
- Houkes, G. (2008). *Ecotopenkartering Rijn- Maasmonding 2006; biologische monitoring zoete en brakke rijkswateren*.
- Kroes, M., Brevé, N., Vriese, F., Wanningen, H., & Buijse, A. (2008). *Nederland leeft met... vismigratie: Naar een gestroomlijnde aanpak van de vismigratieproblematiek in Nederland*. Utrecht. Retrieved from <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/149971.pdf>
- Peeters, E.T.H.M., de Lange, H. J., de la Haye, M. A. A., & Reeze, A. J. G. (2010). *KRW-maatlat macrofauna voor zoet getijdenwater (R8)*.
- Rijkswaterstaat Adviesdienst Geo-informatie en ICT. (2008). *Tweede cyclus Rijkswaterstaat-Ecotopenkartering*. Delft.
- Van de Rijt, C. (2001). *Ecohydrologisch Model voor de Oevervegetatie van Estuaria*. Rotterdam.
- Royal Haskoning. (2008). *Ontwikkeling en toepassing ecologisch expertsysteem voor regionale wateren; Ex-ante evaluatie KRW*. Den Bosch.
- Torenbeek, R., & Pelsma, T. A. H. M. (2008). *Protocol toetsen en beoordelen voor de operationele monitoring en toestand- en trendmonitoring toetsjaar 2007*.

- Van den Berg, M. red. (2004). *Achtergrondrapportage referenties en maatlatten waterflora. Rapportage van de expertgroepen macrofyten en fytoplankton.*
- Van der Molen, D. T., & Pot, R. (2007). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water. Water.*
- Van der Molen, D.T., Aarts, H., & Geilen, N. (2000). *RWES Aquatisch.* Lelystad.
- Van Geest, G. J., de Niet, A., & Teurlincx, S. (2011). *Waterplanten langs de Nederlandse Rijntakken.* Delft.
- Van Oorschot, M., Geerling, G., & van den Roovaart, J. (2010). *Ecologische rekenregels voor Rijkswateren.*
- Willems, D., Tabak, A, Jesse, P, Kers, A. S., & Dort, K. W. van. (2007). *Ecotopenkartering Maas 2004; biologische monitoring zoete rijkswateren.* Delft.
- Willems, D., Tabak, Alex, Jesse, Peter, Dort, K. van, Knotters, A., & Kers, B. (2007). *Ecotopenkartering IJsselmeergebied 2004.* Delft.

9 Bijlagen

De bijlagen bestaan uit een Excel workbook met alle brondata die als input voor de KRW verkenner geldt. De excelbladen zijn dermate uitgebreid dat leesbaar afdrucken in rapportvorm onmogelijk is.