

Scoren met natuurvriendelijke oevers

Rapportage van het onderzoek naar het ecologisch functioneren van oevers langs regionale M-typen wateren

Eindrapport

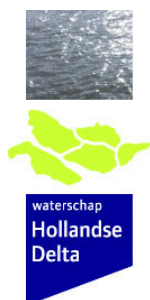


Grontmij
Amsterdam, 30 april 2011

Een project door:



Meewerkende waterschappen:



Gesteund door:



Uit een subsidie van:



Verantwoording

Titel	:	Scoren met natuurvriendelijke oevers
Subtitel	:	oevers langs regionale M-typen wateren
Projectnummer	:	275711 GM-1032497/MDH
Referentienummer Opdrachtgever	:	231932
Opdrachtgever	:	Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden Postbus 550 3990 GJ Houten
Datum	:	30 april 2011
Uitvoering	:	Dr. Ir. H.A. Rutjes, Drs. M.A.A. De la Haye, Drs. L. Servatius, D. Tempelman, S. Moedt, Drs. A. Van Dulmen, Ing. T. Van Haaren en E.C. Verduin MSc.
Auteur(s)	:	Haye, M.A.A., de la, E.C. Verduin, G. Everaert, P. Goethals, I. Pauwels & C. Blom
E-mail adres	:	Michelle.delahaye@grontmij.nl
Gecontroleerd door	:	Drs. M.A.A. de la Haye
Paraaf gecontroleerd	:	
Goedgekeurd door	:	Ir. M. F. Wilhelm
Functie	:	Teamleider
Paraaf goedgekeurd	:	
Contact	:	Science Park 406, 1098 XH Amsterdam Postbus 95125, 1090 HC Amsterdam T +31 20 592 22 44, F +31 20 592 22 49 www.grontmij.nl
Citeren als	:	Haye, M.A.A., de la, E.C. Verduin, G. Everaert, P. Goethals, I. Pauwels & C. Blom (2011), Scoren met natuurvriendelijke oevers, oevers langs regionale M-typen wateren. Grontmij. Rapportnummer: 275711 GM-1032497/MDH

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	9
1	Inleiding..... 15
1.1	Algemeen..... 15
1.2	Afbakening..... 15
1.3	Koppeling met handreiking Standplaatsfactoren NVO's..... 16
1.4	Uitvoering..... 16
1.5	Werkwijze..... 16
1.6	Leeswijzer..... 18
2	Bestaande gegevens verzamelen (stap 1)..... 19
2.1	Stap 1a: Verzamelen bestaande monitoring gegevens van oevers..... 19
2.2	Stap 1b: Validatie en standaardisatie..... 20
2.3	Stap 1c: Controle op compleetheid en scheefheid..... 20
2.4	Stap 1d: Resultaten controle compleetheid en verdeling..... 21
3	Dataset compleet maken (stap 2)..... 22
3.1	Stap 2a: Aanvullen bestaande data..... 22
3.2	Stap 2b: Oevertoets goed scorende oevers..... 23
3.3	Opstellen database voor gegevens analyse..... 25
3.3.1	Standaardisatie..... 25
3.3.2	Koppelen van gegevens..... 26
4	Analyse data (stap 3)..... 27
4.1	Analyse methode..... 27
4.2	Verkenning data..... 27
4.2.1	EKR-scores volledige dataset..... 28
4.2.2	Aantal data..... 28
4.3	Keuzes naar aanleiding van dataverkenning..... 30
4.3.1	Samenvoeging klassen binnen één parameter en/of watertype..... 32
4.3.2	Relevantie van EKR-score voor evaluatie..... 33
4.3.3	Analyse met volledige dataset of subset..... 34
4.3.4	(Proef)modellen..... 34
5	Resultaten analyses (stap 4)..... 37
5.1	Resultaten vis en tijdreeksanalyse..... 37
5.1.1	Resultaten visgegevens..... 37
5.1.2	Tijdreeksanalyses..... 40
5.2	Datadriven modelresultaten..... 41
5.2.1	Leeswijzer modellen..... 41
5.2.2	Modellen voor alle oevers..... 44
5.2.2.1	Macrofyten alle oevers..... 44
5.2.2.2	Macrofauna alle oevers..... 49
5.2.3	Modellen voor natuurvriendelijke oevers (NVO's)..... 53
5.2.3.1	Macrofyten subset NVO's..... 54
5.3	Resultaten samengevat..... 58

6	Discussie en conclusies	59
6.1	Discussie naar aanleiding van de analyses	59
6.2	Conclusies en discussie naar aanleiding van de analyses	60
6.3	Eindconclusies met betrekking tot de onderzoeksvragen	65
7	Leerpunten en aanbevelingen	66
7.1	Leerpunten van dit onderzoek	66
7.2	Aanbevelingen	67
7.3	Voorstellen	67
7.4	Dankwoord	68
	Literatuur	69
	bijlage 1: Checklist voor verzamelen oeverdata	71
	bijlage 2: Oeverstoets	72
	bijlage 3: Plantenlijst en levensvormen	74
	bijlage 4: Indicatorsoorten macrofauna	75
	bijlage 5: Ondersteunende modellen	78
	bijlage 6: Invulmogelijkheden voor de checklist	84

Samenvatting

Algemeen wordt aangenomen dat de aanleg van natuurvriendelijke oevers (NVO's) kansen biedt voor het ontwikkelen van water- en oeverplantenvegetaties, en de hiermee geassocieerde levensgemeenschappen. Bovendien kan aanleg van NVO's leiden tot een vermindering van de nutriëntenbelasting in watergangen. De aanleg van NVO's is daarom dan ook opgenomen in de stroomgebiedbeheerplannen, waarin de maatregelen voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) staan, als belangrijke maatregel om de ecologische kwaliteit van de waterlichamen te verbeteren. In de Rijndelta alleen al is de aanleg van ongeveer 3500 km natuurvriendelijke oevers ingepland (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2008).

Naar de positieve ecologische effecten van natuurvriendelijke oevers was tot nu toe echter nog geen statistisch onderzoek gedaan. Er bestond een grote kennisleemte met betrekking tot de dosis effect relatie van natuurvriendelijke oevers, in het bijzonder in regionale wateren. Om kosteneffectief bij te dragen aan de doelen van de KRW is onderbouwde kennis over randvoorwaarden voor natuurvriendelijke oevers nodig, ook om te kunnen prioriteren bij de aanleg. Beheerders hebben behoefte aan antwoorden op onder andere de volgende vragen:

- Welke omvang moet een natuurvriendelijke oever hebben om verschil te maken op de ecologische KRW maatlatten?
- Wat is het effect bij verschillende vormen van peilbeheer?
- Hoe kunnen natuurvriendelijke oevers het best onderhouden worden?

In dit door Agentschap NL gesubsidieerde project 'Scoren met natuurvriendelijke oevers' is onderzoek gedaan naar kwantificering van de belangrijkste sturingsfactoren voor de aanleg én het beheer en onderhoud van natuurvriendelijke oevers, met als doel de waterbeheerders handvatten te geven voor toekomstige oeverprojecten. De volgende vragen zijn voor dit onderzoek geformuleerd:

- Verbetert de ecologische kwaliteitsratio (EKR) na de aanleg van natuurvriendelijke oevers?
- Wat zijn belangrijke sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende natuurvriendelijke oevers?
- Zijn deze sleutelfactoren statistisch te onderbouwen?
- Is het mogelijk met kennis over deze sleutelfactoren beheerders handvatten te bieden voor toekomstige inrichting en beheer?

Afbakening

Het project heeft zich primair gericht op het verzamelen en analyseren van bestaande gegevens over (natuurvriendelijke) oevers bij een aantal waterschappen in West-Nederland. Waar mogelijk is gebruik gemaakt van andere onderzoeken, vaak uit zowel het wetenschappelijke als uit het 'grijze' circuit, vaak zijn dit interne rapporten met zeer waardevolle praktijk ervaringen van waterschappers, om gevonden relaties te toetsen en zo mogelijke verder te kwantificeren. Ook zullen de resultaten uit dit onderzoek 'Scoren met natuurvriendelijke oevers', terug komen in de handreiking standplaatsfactoren mogelijkheden voor natuurvriendelijke oevers, uitgevoerd voor de STOWA (Sollie e.a. 2011), voor zover onze resultaten standplaatsfactoren betreffen.

Uitvoering

Dit project is geïnitieerd door het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Het is gefinancierd met behulp van een subsidie van Agentschap NL in het kader van innovatiegelden KRW met bijdragen van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard en Waterschap Hollandse Delta en STOWA. Het onderzoek is uitgevoerd door Grontmij in nauwe samenwerking met de Universiteit Gent, die de data ana-

lyses heeft uitgevoerd. De begeleidingsgroep bestond uit medewerkers van waterschappen, STOWA, LTO Noord en de Waterdienst van Rijkswaterstaat.

Werkwijze onderzoek

Bij het opzetten van het onderzoek is vanwege de relatief korte looptijd van twee jaar niet gekozen voor een praktijkproef, maar voor zoveel mogelijk uitgaan van bestaande gegevens. Voor een praktijkproef, zoals een nieuwe inrichting of een nieuw type beheer van een oever, was een doorlooptijd van twee jaar veel te kort. De ecologische ontwikkelingen zouden zich dan nog in een kolonisatiefase bevinden. Besloten is gebruik te maken van bestaande monitoringgegevens, betreffende (natuurvriendelijke) oevers, die bij waterschappen beschikbaar waren. Dit zijn gegevens die in de afgelopen jaren verzameld zijn. Na het aanleveren van de data op een geüniformeerde wijze zijn de data gestandaardiseerd en gecontroleerd. Daarna zijn de data geanalyseerd op scheefheid van de verdeling van de gegevens (te veel oevers van hetzelfde type of veel dezelfde ecologische kwaliteit) en vervolgens gericht aangevuld met één seizoen veldmetingen in 2010. Door het bundelen van de gegevens van verschillende waterschappen kon in relatief weinig tijd een behoorlijke database opgebouwd worden, die geanalyseerd kon worden op inrichting- en beheerfactoren in relatie tot ecologische ontwikkelingen. Door de aanzienlijke omvang van de op deze manier bijeengebrachte gegevensset zouden de analyses ervan mogelijk statistisch te onderbouwen zijn.

Eén van de belangrijkste activiteiten bij dit onderzoek was het bijeenbrengen van bestaande gegevens van verschillende waterschappen in één database. Daarna zijn de data geanalyseerd op wetmatigheden.

Het onderzoek is in vier stappen uitgevoerd:

- Verzamelen bestaande monitoring gegevens van oevers;
- Meten onbrekende data;
- Analyse data;
- Rapportage en afronding.

In deze samenvatting gaan we niet verder in op de eerste drie stappen. Deze stappen zijn na te lezen in hoofdstuk 2, 3 en 4 van het rapport. In totaal zijn in 6 maanden tijd tien analyses gedaan. Die analyses zijn besproken met de begeleidingsgroep waarna keuzes gemaakt zijn voor de vervolg aanpak, bepaalde selecties of samenvoegingen, waarna weer verder gegaan is met nieuwe analyses (zie ook tabel 8). In deze samenvatting bespreken we verder de beoordeling van de modellen aan de hand van een voorbeeld en de uiteindelijke resultaten van de modeluitkomsten, de conclusies, de aanbevelingen en leerpunten van het onderzoek.

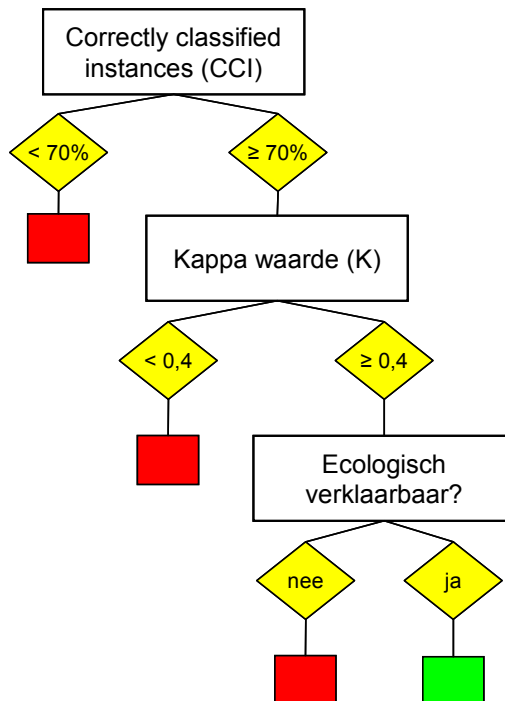
Beoordeling van de modellen

In dit rapport zijn alleen de statistisch verantwoorde modellen weergegeven (modellen met een Correctly Classified Instances (CCI) van > 70% en een 'betrouwbaarheidsindex' Kappa van > 0,4 zie ook paragraaf 4.3.4). Naast een statistische beoordeling is ook samen met de begeleidingsgroep beoordeeld of de modellen logisch of te wel ecologisch relevant waren (expert oordeel). Bij het bepalen of modellen logisch of onlogisch zijn, zijn de modellen gespiegeld aan een aantal regels die in de huidige praktijk algemeen geaccepteerd zijn met betrekking tot processen die van invloed zijn op het voorkomen van macrofauna en water- en oeverplanten in oevermilieus. Deze regels zijn de volgende:

- Natuurvriendelijke oevers (NVO's) geven hogere EKR-scores voor macrofyten en macrofauna dan niet-beschoeide oevers, en van beschoeide oevers verwachten we dat ze de laagste scores hebben.
- In oevers met een flauw talud, zowel boven als onderwater, is de EKR-score voor macrofyten en macrofauna hoger (zie ook figuur 2.1).
- Brede natuurvriendelijke oevers hebben een hogere ecologische kwaliteit dan smalle oevers.
- Flexibel- en natuurlijk peilbeheer zijn beter voor oeverplanten dan vast- en tegennatuurlijk peilbeheer. Voor een goede groei van riet en andere helofyten is een natuurlijke fluctuatie van het waterpeil noodzakelijk. Voor waterplanten is het peil minder belangrijk, wel wordt het begroeibaar areaal kleiner bij tegennatuurlijk peil (Coops 2002).

- Voedselarme zandbodems leveren over het algemeen interessantere vegetaties en macrofauna gemeenschappen op dan de vaak voedselrijkere klei- en veenbodems, en dus hogere EKR-scores.
- Waterplanten groeien beter in helder water en relatief voedselarme omstandigheden (fosfaat laag, stikstof laag) dan in troebel voedselrijk water.
- Variatie in habitats levert meer verschillende soorten macrofyten en macrofauna op.
- Maaien/schonen¹ met afvoeren is de beste vorm van beheer (o.a. Keizer e.a. 2006, ter Heerdt e.a. 2010), waarmee vermessing en verruiging door strooisel ophoping wordt voorkomen en verlanding² vertraagd wordt.
- Klepelen is slecht voor water- en oeervegetatie, er treedt door ophoping van organisch materiaal snel verlanding op.
- Niet beheren en onderhouden van watergangen en oevers leidt tot verlanden en uiteindelijk tot bosvorming.
- In kanalen met een aan- en afvoerfunctie zijn hogere EKR-scores te verwachten dan in kanalen met scheepvaart, omdat in deze laatste door scheepvaart meer golfslag is waardoor meer verstoring optreedt.

In de gepresenteerde modellen zijn steeds alleen goede (groen) en slechte scores (rood) weergegeven, doordat een doorgedreven stratificatie gebruikt (zie tekstblok in paragraaf 4.3). In het onderstaande schema is de werkwijze bij het beoordelen van de modellen in een stroomschema gezet. Als modellen niet logisch zijn kan het nieuwe inzichten opleveren ten aanzien van natuurvriendelijke oevers, of het kan liggen aan de opbouw van de dataset of aan de beoordeling van de onderliggende gegevens.



Stroomschema beoordeling modellen.

¹ Met maaien (ook wel schonen genoemd), gaat het om zowel het droge als het natte deel van de oever. Klepelen gebeurt alleen op droge oevers.

² Met verlanding wordt hier het dichtslibben van oevers bedoeld door een opeenhoping van organisch materiaal en slib, en niet verlanding via het proces van kragge vorming en drijftillen.

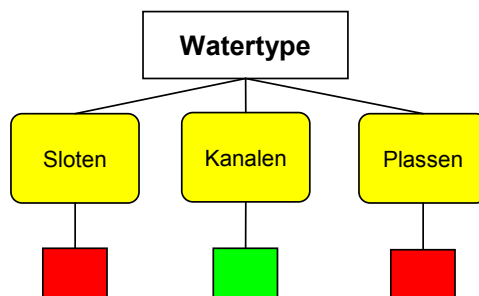
Resultaten

Er zijn in deze studie modellen gegenereerd voor macrofauna en macrofyten. De meeste modellen geven de relatie weer tussen eigenschappen van oevers en de ecologische scores volgens de maatlatten van de Kaderrichtlijn Water, de Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) score. In sommige gevallen is naast de EKR-score ook gebruikt gemaakt van indicatorsoorten (zie ook § 4.3.2). Van de honderden modellen, zijn er maar enkele tientallen overgebleven die statistisch goed genoeg waren om te presenteren (rekenkundig correct).

De uiteindelijk overgebleven modellen zijn weergegeven in hoofdstuk 5. Hierna wordt er één model gepresenteerd met uitleg.

Het onderstaande model is een klein maar veelzeggend model.

- Als het watertype kanaal is levert dat een goede score op voor macrofyten;
- Is het watertype sloot of plas dan is de score slecht.

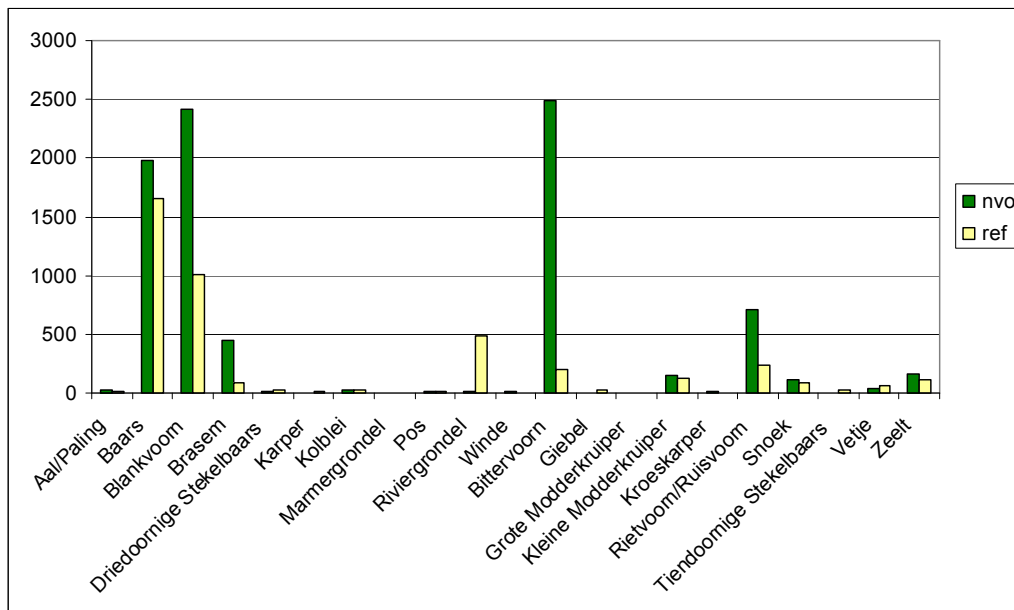


Model voor macrofyten, EKR-score, alle data, n=112, CCI: 85%, K 0,69.

Dit model laat de algemene tendens voor de EKR-scores voor macrofyten in het gehele rapport zien. De kanalen scoren beter dan sloten, meren en plassen. Het watertype lijkt een grote rol te spelen in de kwaliteit van de vegetatie van waterlichamen. Een mogelijke oorzaak hiervoor is dat de beoordelingsmethode leidend is. De KRW-maatlat voor macrofyten is vanwege de gebruiksfunctie van kanalen (scheepvaart en/of afvoer) soepeler dan die sloten en plassen. Hierdoor scoren macrofyten in kanalen eerder goed dan in sloten, plassen en meren. In het model worden de verschillende watertypen vanwege dit verschil al snel onderscheidend. Ook in de meer complexe modellen zien we vaak als eerste een scheiding in het watertype.

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze

Voor vissen waren te weinig gegevens beschikbaar om betrouwbare beslisbomen te maken. Uit een analyse van de visdata met traditionele statische technieken bleek dat in natuurvriendelijke oevers significant meer vis aangetroffen werd dan in de traditionele oevers (de referentielocaties) waarmee is aangetoond dat natuurvriendelijke oevers dienst doen als opgroei habitat voor jonge vis. Verder is voor twee plantenminnende soorten (Bittervoorn en Ruisvoorn) aangetoond dat ze significant meer voorkomen in natuurvriendelijke oevers dan daarbuiten.



Gemiddeld aantal vissen in natuurvriendelijke oevers, en in referentielocaties voor alle vissoorten.

Enkele concluderende opmerkingen

- Van de in deze studie onderzochte parameters zijn watertype, beheer, onderhoud, bodemtype, peilbeheer, oevertype en type Natuurvriendelijke oever het vaakst geselecteerd zijn als factor(en) voor het verklaren van EKR-score voor macrofyten en macrofauna.
- Natuurvriendelijke oevers bereiken een hogere ecologische score voor macrofyten en macrofauna dan beschoeide oevers, dit geldt ook in mindere mate voor onbeschoeide oevers ten opzichte van beschoeide oevers.
- De ecologische score van macrofyten laat zich gemakkelijker voorspellen met onze aanpak dan de kwaliteit van de macrofaunagemeenschap. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een complexere relatie met de omgeving van macrofauna dan die van macrofyten.
- Zowel uit de analyse met de volledige dataset als uit de subset met natuurvriendelijke oevers komt naar voren dat beheer door middel van maaien belangrijk is voor zowel macrofyten als macrofauna.
- Bij natuurvriendelijke oevers is een flauw onderwater talud/plasberm gunstiger voor waterplanten dan een steil talud.
- In oevers en natuurvriendelijke oevers is enige vorm van afkalving (oevererosie) goed voor de ontwikkeling van macrofyten.
- Het is opvallend dat in de modellen bij macrofyten en macrofauna niet altijd dezelfde parameters belangrijk zijn.
- Natuurlijk ontstane vegetaties scoren beter dan aangeplante vegetaties.
- In natuurvriendelijke oevers is duidelijk meer vis aangetroffen dan in de traditionele oevers. Verder is voor twee plantenminnende soorten (Bittervoorn en Ruisvoorn) aangetoond dat ze meer voorkomen in natuurvriendelijke oevers dan erbuiten.
- Op basis van de tijdreeksanalyses hebben we geen optimum na jaar van aanleg van een NVO kunnen vinden op basis van de EKR-scores voor macrofauna en macrofyten. De ervaring leert dat enige tijd nodig is (enkele jaren) voor de ontwikkeling van een vegetatie en de daarbij horende macrofauna levensgemeenschap.

Eindconclusies met betrekking tot de onderzoeksvragen

Om te bepalen in hoeverre het onderzoek bijdraagt aan de behoefte van de waterbeheerders beantwoorden we hier de vragen die bij het begin van het onderzoek zijn opgesteld.

1. Verbetert de ecologische kwaliteitsratio (EKR) na de aanleg van natuurvriendelijke oevers?

Enkele modellen geven een duidelijke indicatie dat de EKR-scores bij natuurvriendelijke oevers beter zijn dan bij beschoeide oevers. We hebben in ons onderzoek echter alleen oevers onderzocht, we hebben geen vergelijking gemaakt tussen watergangen met en zonder natuurvriende-

lijke oevers. We kunnen dan ook op basis van onze gegevens niet stellig zeggen dat door de aanleg van natuurvriendelijke oevers de EKR van dat waterlichaam verbetert.

2. Wat zijn belangrijke sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende natuurvriendelijke oevers?

Op basis van de gewogen uitkomsten van de modellen (zie ook tabel 11) zijn watertype, oevertype, peilbeheer, geen aanplant van vegetatie, beheer, onderhoud, afkalving, type NVO, waterdiepte en bodemtype de belangrijkste sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende oevers.

3. Zijn deze sleutelfactoren statistisch te onderbouwen?

Een aantal factoren wel, echter niet allemaal. Een aantal sleutelfactoren komt in meerdere modellen als bepalend naar voren, dit zijn beheer, onderhoud, bodemtype, watertype, peilbeheer en oevertype en type NVO. Met de resultaten uit deze studie kunnen een aantal aannames met betrekking tot standplaatsfactoren uit de studie van Sollie e.a. 2011 statistisch onderbouwd worden. Dit geldt in de locatiewijzer voor het watertype en voor de standplaats sleutel voor bodemtype, landgebruik, aanplant versus natuurlijke ontwikkeling, boomopslag (beschaduwning) en nutriënten.

4. Is het mogelijk met kennis over deze sleutelfactoren beheerders handvatten te bieden voor toekomstige inrichting en beheer?

Ja, namelijk beheer en onderhoud loont, uit meerdere modellen blijkt dat met maaien en onderhoud betere ecologische scores bereikt worden, zowel bij de macrofyten als indirect bij de macrofauna. Ook door oevers onbeschoeid te laten kan natuurwinst behaald worden, zeker in combinatie met ecologisch beheer. Flauwe taluds zowel onderwater als bovenwater positief zijn voor de EKR-score van water- en oeverplanten.

Leerpunten en aanbevelingen

- Data (over oevers) zijn bij de waterschappen niet op een centrale plek opgeslagen. Ze liggen vaak bij verschillende afdelingen en zijn soms zelfs alleen analoog beschikbaar. Voorgesteld wordt om een centrale gegevensopslag voor monitoringgegevens en aanlegparameters op te zetten waardoor gegevens bij verschillende afdelingen eenvoudig te benaderen zijn. In Limnodata zijn monsters uit natuurvriendelijke oevers niet apart te onderscheiden.
- Veel chemische, biologische en morfologische gegevens bleken niet volgens dezelfde manier opgeslagen te zijn. Bij het samenvoegen leverde dit soms problemen op. Het gebruik van een gestandaardiseerd opslagsysteem zou dit probleem kunnen oplossen.
- In de loop der jaren zijn de opname- en analyse methoden wel eens veranderd, en daardoor vaak niet 100% compatibel met de Kaderrichtlijn Water maatlatten. Bij het veranderen van meetmethoden dient men rekening te houden met bestaande gegevens, en deze data eventueel updaten, zodat ze in de toekomst bruikbaar blijven.
- Bij de aanleg van projecten dient men al na te denken of met het project wellicht wil evalueren, er dienen dan al lijstjes opgesteld te worden met parameters die belangrijk zijn om vast te leggen voor latere evaluatie. De voor deze studie opgezette checklist is hiervoor een goed uitgangspunt.
- De KRW-maatlat scores zijn niet gevoelig genoeg voor de ecologische analyses specifiek voor oevers. Het ontwikkelen van een gevoelige beoordeling waarmee een indicatie gekregen kan worden over de effecten van maatregelen en of ze bijdragen aan de KRW doelstelling zou een waardevolle aanvulling zijn voor evaluatie.
- Het is belangrijk voor bestaande en toekomstige oeverprojecten een gestandaardiseerde monitoring strategie op te zetten zodat in de toekomst de effecten beter gezamenlijk geëvalueerd kunnen worden. Misschien zou een (oever)projecten oeverdatabase aangelegd moeten worden. De database die bij deze studie opgezet is zou hiervoor een start kunnen zijn.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Algemeen wordt aangenomen dat de aanleg van natuurvriendelijke oevers kansen biedt voor de ontwikkeling van water- en oeverplanten en hiermee geassocieerde levensgemeenschappen. Ook kunnen ze leiden tot een vermindering van de nutriëntenbelasting in watergangen. In de stroomgebiedbeheerplannen waarin de maatregelen voor de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) worden vastgelegd is de aanleg van natuurvriendelijke oevers dan ook op grote schaal ingepland totaal ongeveer 3500 km in de Rijndelta (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2008).

De positieve ecologische effecten van natuurvriendelijke oevers waren tot nu toe echter nog niet onderbouwd met statistisch onderzoek. Er bestaat een grote kennisleemte met betrekking tot de dosis effect relatie van natuurvriendelijke oevers, in het bijzonder in regionale wateren. Om kosteneffectief bij te dragen aan de doelen van de KRW is onderbouwde kennis over randvoorwaarden voor natuurvriendelijke oevers nodig, ook om te kunnen prioriteren tijdens de aanlegfase.

De volgende vragen leven bij de waterbeheerders:

- Welke omvang moet een natuurvriendelijke oever hebben om verschil te maken op de ecologische maatlaten?
- Wat is het effect bij verschillende vormen van peilbeheer?
- Hoe kunnen natuurvriendelijke oevers het best onderhouden worden?

In dit door Agentschap NL gesubsidieerde project 'Scoren met natuurvriendelijke oevers' is onderzoek gedaan naar kwantificering van de belangrijkste sturingsfactoren voor natuurvriendelijke oevers met als doel de waterbeheerders een handvat te geven voor de aanleg én het beheer.

De volgende vragen zijn voor het onderzoek geformuleerd:

- Verbetert de ecologische kwaliteitsratio (EKR) na de aanleg van natuurvriendelijke oevers?
- Wat zijn belangrijke sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende natuurvriendelijke oevers?
- Zijn deze sleutelfactoren statistisch te onderbouwen?
- Is het mogelijk met kennis over deze sleutelfactoren beheerders handvatten te bieden voor toekomstige inrichting en beheer?

1.2 Afbakening

Het project heeft zich primair gericht op het verzamelen en analyseren van bestaande gegevens over natuurvriendelijke oevers bij een aantal waterschappen in West-Nederland. Hierbij is de volgende afbakening in acht genomen met betrekking tot oevers die wel en geen deel uitmaken van dit onderzoek.

- Onder het begrip natuurvriendelijke oevers wordt in dit onderzoek verstaan; oevers met een flauw talud, plas-dras oevers en plasbermen.
- De natuurvriendelijke oevers zijn allemaal gelegen in zogenaamde M-typen wateren binnen de KRW (brakke M-typen wateren zijn niet meegenomen in dit onderzoek).
- Monitoringsgegevens van natuurvriendelijke oevers die onderdeel uitmaken van een groter ingrijpend pakket van maatregelen op een waterlichaam zijn niet meegenomen.

1.3 Koppeling met handreiking Standplaatsfactoren NVO's

In opdracht van de STOWA hebben Tauw en B-ware gewerkt aan een synthese van beschikbare kennis over belangrijke standplaatsfactoren voor natuurvriendelijke oevers. Het rapport Standplaatsfactoren van natuurvriendelijke oevers (Sollie e.a. 2011) is een gewenste aanvulling op de handreiking Natuurvriendelijke oevers van de STOWA (van Vossen & Verhagen 2009) waarin weinig aandacht is besteed aan de ontwikkeling van oevers en de relatie met de standplaats. De handreiking standplaatsfactoren voor natuurvriendelijke oevers geeft inzichten in de (abiotische) randvoorwaarden voor ontwikkeling en middels oeversleutels kan deze kennis praktisch door de waterbeheerder worden toegepast. Resultaten binnen het onderzoek Scoren met natuurvriendelijke oevers zullen, zover het standplaatsfactoren betreft, terug komen in de handreiking standplaatsfactoren.

1.4 Uitvoering

Dit project is geïnitieerd door het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Het is gefinancierd met behulp van een subsidie van Agentschap NL in het kader van innovatiegelden KRW en bijdragen van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard en Waterschap Hollandse Delta en STOWA. Het is uitgevoerd door Grontmij in nauwe samenwerking met de Universiteit Gent, die de analyses hebben uitgevoerd. De begeleidingsgroep bestond uit medewerkers van Waterschappen, STOWA, LTO en de Waterdienst. In de onderstaande tabel zijn de deelnemers en de organisaties waarvoor ze werken weergegeven.

Begeleidingsgroep		
organisatie	naam	functie
H de Stichtse Rijnlanden	Ciska Blom	beleidsmedewerker
STOWA	Bas van der Wal	Onderzoekscoördinator
Waterschap Hollandse Delta	Fred Kuipers	Sr adviseur waterkwaliteit
HH van Schieland en de Krimpenerwaard	Christa Groshart	Beleidsmedewerker
Waterschap Zuiderzeeland	Martijn Hokken	Beleidsadviseur
Waterschap Groot Salland	Marjet Hooft	beleidsmedewerker
HH Rijnland	Eric Verlaan	beleidsmedewerker
Waterdienst RWS	Marieke Ohm/ Frans Kerkum	beleidsmedewerkers
LTO Noord	Kees van Rooijen	beleidsmedewerker
Uitvoering		
organisatie	naam	functie
Universiteit Gent	Peter Goethals	Univ. Docent en onderzoeker
Universiteit Gent	Gert Everaert	promovendus
Universiteit Gent	Ine Pauwels	promovendus
Grontmij NL	Edwin Verduin	Adviseur ecologie
Grontmij NL	Michelle de la Haye	Adviseur ecologie

1.5 Werkwijze

Bij het opzetten van het onderzoek is vanwege de relatief korte looptijd gekozen om geen praktijkproef te doen, maar uit te gaan van bestaande gegevens. Voor een praktijkproef, zoals een nieuwe inrichting of een nieuw type beheer van een oever, is twee jaar doorlooptijd te kort. De ecologische ontwikkelingen bevinden zich dan nog in een kolonisatiefase. In de afgelopen jaren hebben waterschappen veel monitoringprojecten uitgevoerd, waarbij steeds vaker ook in en rond natuurvriendelijke oevers gemeten is. Door deze gegevens van verschillende waterschappen te bundelen is op korte termijn een behoorlijke database op te bouwen, die vervolgens geanalyseerd kan worden op inrichting- en beheersfactoren in relatie tot ecologische ontwikkelin-

gen. Door de aanzienlijke omvang van de op deze manier bijeengebrachte gegevensset zijn de analyses mogelijk statistisch te onderbouwen.

Eén van de belangrijkste activiteiten bij dit onderzoek was het bijeenbrengen van bestaande gegevens van verschillende waterschappen in één database. Daarna zijn de data geanalyseerd op wetmatigheden.

Bij het onderzoek zijn vier stappen doorlopen:

1. Verzamelen bestaande monitoring gegevens van oevers;
2. Meten onbrekende data;
3. Analyse data;
4. Rapportage en afronding.

De afzonderlijke werkzaamheden die bij deze stappen zijn uitgevoerd zijn in de volgende hoofdstukken toegelicht.

In tabel 1 zijn de werkzaamheden in een tijdschaal geplaatst.

tabel 1: Uitvoering van werkzaamheden in tijd.

jaar	maand	werkzaamheden	projectoverleg
2008	okt-nov dec	projectvoorstel geschreven projectvoorstel ingediend Senter Novem	
2009	april apr-mei juni juli aug sept okt nov dec	projectvoorstel goedgekeurd offerte opgesteld project gegund start project checklist opgesteld checklist rondgestuurd informatie bijeenkomst data verzamelen data + bouwen database data naar Gent 1ste analyse	29-jun-09 15-sep-09 13-okt-09
2010	jan feb mrt apr mei juni juli aug sept okt nov dec	presentatie 1ste analyse data specificeren vraag bij 2de ronde dataverzamelen verzamelen goed scorende NVO's voor quickscan opstellen quickscan + aanlevering 2de ronde data Quickscan en selectie oevers voor extra metingen planning veldwerk + vraag 2de ronde data bemonstering macrofauna an waterplanten analyse macrofauna bemonstering vissen verzamelen data + database aanvullen data naar Gent 2de analyse presentatie 2de analyse data	28-jan-10 23-mrt-10 12-aug-10 4-okt-10 29-dec-10
2011	jan feb mrt apr sept	slotanalyses + rapportage slotanalyses + rapportage rapportage + uitwerken oeversleutel her-analyses + rapportage + uitwerken oeversleutel presentatie	2011 2011 2011 2011 2011

1.6 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk over vraagstelling, afbakening, koppeling met de handreiking standplaatsfactoren, uitvoering en werkwijze, wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de manier waarop de bestaande oeverdata zijn verzameld bij de waterschappen. Hierbij komen aan bod de inzameling van de bestaande data, de validatie- en standaardisatieslagen, de controle op compleetheid en scheefheid in de verdeling van de gegevens, maar eveneens de resultaten van deze eerste analyse. Hoofdstuk 3 behandelt het aanvullen van de dataset met bestaande gegevens, waarbij de resultaten uit de eerste analyse leidend waren. Ook wordt de keuzemethode voor de extra metingen in de zomer van 2010 besproken, de opbouw van de database en tot slot het koppelen van de data uit de verschillende databases. Hoofdstuk 4 beschrijft de gebruikte analyse methode van de data, de toegepaste bewerkingen en hoe de model uitkomsten te interpreteren. In hoofdstuk 5 zijn de resultaten gepresenteerd in de vorm van de gegenereerde modellen. De conclusies en discussie zijn weergegeven in hoofdstuk 6. En in hoofdstuk 7 zijn aanbevelingen voor toekomstige monitoring van oevers en leerpunten uit dit onderzoek beschreven.

Naast deze rapportage zijn een aantal ruwe tussenproducten opgeleverd, waaronder de gegevens verkenning en de ruwe analyses. Omdat ze te gebruiken zijn als achtergrondinformatie zijn ze als pdf bestanden op een CD gezet, die achter in de rapportage is opgenomen. De handleiding voor het gebruik van de checklist is ook op deze CD gezet.

2 Bestaande gegevens verzamelen (stap 1)

De eerste stap van het onderzoek is het verzamelen van bestaande gegevens bij de meewerkende waterschappen. In dit hoofdstuk is beschreven hoe hierbij te werk is gegaan, en hoe de ontvangen gegevens gecontroleerd zijn, en vervolgens geanalyseerd zijn op volledigheid en variatie in data.

2.1 Stap 1a: Verzamelen bestaande monitoring gegevens van oevers

Bij diverse waterschappen zijn in de loop der jaren grotere en kleinere monitoring onderzoeken uitgevoerd waarbij gegevens verzameld zijn over natuurvriendelijke oevers. Deze gegevens hebben we voor dit onderzoek bijeen gebracht in een database. De aangeleverde gegevens verschillen van elkaar omdat ze afkomstig zijn uit:

- natuurvriendelijke oevers, niet ingerichte en traditionele (beschoeide) oevers;
- verschillende ontwerptypen van natuurvriendelijke oevers (figuur 2-1);
- verschillend beheerde oevers;
- oevers van verschillende leeftijden;
- oevers in verschillende watertypen.

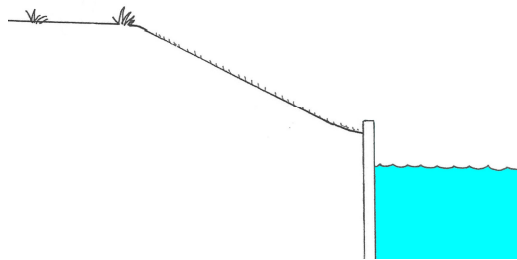
In stap 1a is in nauw overleg met de waterschappen een keuze gemaakt over de te gebruiken data en parameters. Samen met de waterschappen is een checklist met een uitgebreide handleiding opgesteld. Deze checklist is vervolgens door de waterschappen per oeverlocatie ingevuld (zie bijlage 1).

Pas bij een volledig ingevulde checklist kon een oeverlocatie automatisch weggeschreven worden in het database formaat voor dit project. Hierna werd de checklist automatisch herstart en klaar voor het invoeren van de volgende locatie. Deze methodiek zorgt voor een gestandaardiseerde verzameling van oeverdata van verscheidene oevers van verschillende waterschappen. De meewerkende waterschappen hebben de checklist ingevuld voor ongeveer 300 gerealiseerde natuurvriendelijke oeverprojecten en traditionele oevers.

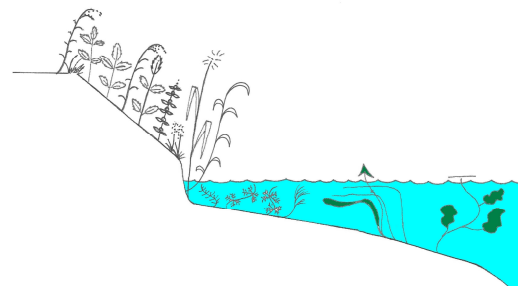
Naast aanleg- en onderhoudsgegevens van verschillende oevers uit de checklist was het ook nodig om een grote hoeveelheid biologische en chemische gegevens te verzamelen. Deze datasets werden uit verschillende bronnen verkregen.

- Eigen data van de waterschappen, d.w.z. meetnet- of projectdata die in eigen beheer is opgeslagen. De meeste biologische en chemische gegevens zijn op deze manier aangeleverd.
- Data uit Limnodata Neerlandica. Deze data is verkregen via STOWA en Royal Haskoning.

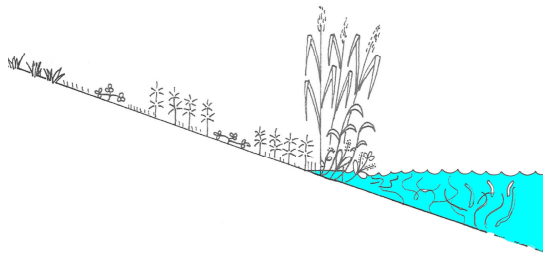
Beschoeid



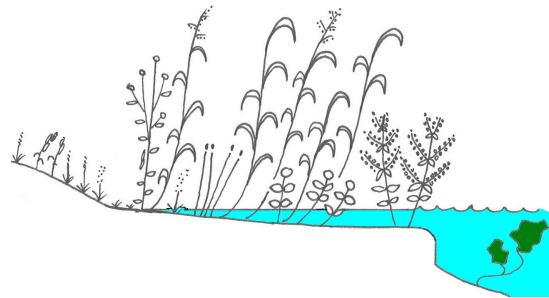
Niet beschoeid



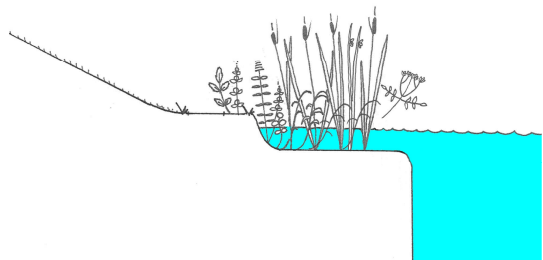
Flauw talud



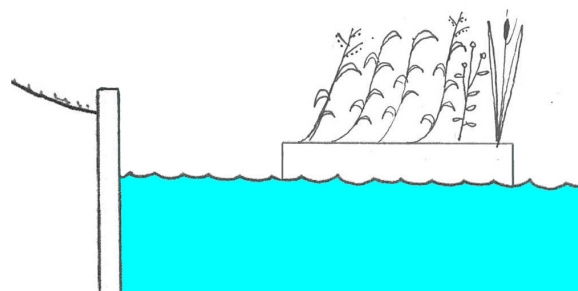
Plas-dras



Plasberm



Floatlands



figuur 2-1: Voorbeeldschetsen van verschillende NVO-typen (naar: van Dulmen & Wilhelm, 2010). De onbeschoeide oevers kunnen overigens allemaal uitgerust zijn met een onderwaterwand.

2.2 Stap 1b: Validatie en standaardisatie

Voor de standaardisatie en validatie van de gegevens zijn alle data opgeslagen in een aantal Access-databases. Er is voor deze methode gekozen, omdat de hoeveelheid data vrij groot was en omdat de originele gegevens na het uitvoeren van controles en aanpassingen intact moesten blijven.

Naar aanlevering van de data door de waterschappen zijn alle ruwe data verzameld in verschillende datasets. Per waterschap is vervolgens geëvalueerd welke data aanwezig waren en welke bruikbaar waren voor de analyse. De checklist data is gecontroleerd op juistheid en volledigheid van invullen. Hierbij zijn de biologische parameters gecontroleerd op extreme waarden en de parameternamen gelijkgesteld. Voor de biologische gegevens geldt dat de naamgeving van de soorten, zoveel mogelijk gelijk gesteld is aan de TWN lijst (Taxa waterbeheer Nederland) en waar afwijkingen zijn gevonden zijn deze geüniformeerd. De datasets zijn tevens zoveel mogelijk gelijkgesteld aan het EcoLIMS formaat, zodat een import in EcoLIMS van alle biologische gegevens aan het einde van dit project mogelijk wordt. Hierdoor wordt het eenvoudig om de data bij verschillende waterschappen lokaal op te slaan en wordt hopelijk ook de bruikbaarheid van de data vergroot.

2.3 Stap 1c: Controle op compleetheid en scheefheid

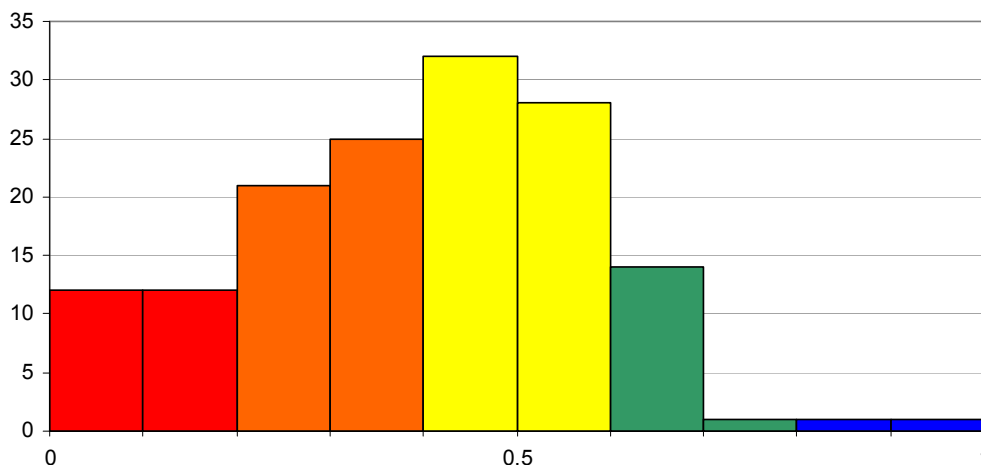
Na de validatie en standaardisatie zijn de gegevens in een database naar Gent gestuurd voor een controle op volledigheid en de verdeling van de aangeleverde data. Bij de volledigheid-check is gecontroleerd of van alle aangeleverde locaties ook alle parameters zijn ingevuld. Bij de controle op verdeling is gecontroleerd of de aangeleverde oeverlocaties zowel laag als hoog scoorden op de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR), en of de verdeling van score normaal ver-

deeld is en niet scheef is naar één kant. Op basis van de volledigheidscntrole en de check op verdeling van de gegevens is bepaald met welke metingen de database aangevuld (stap 2) moest worden om de kwaliteit ervan te verbeteren.

2.4 Stap 1d: Resultaten controle compleetheid en verdeling

De analyse op volledigheid leverde een lijst op met parameters die bij de eerste ronde nog niet aangeleverd waren door de waterschappen. In totaal is voor 349 oevers de checklist ingevuld. Op basis hiervan is een lijst opgesteld van parameters waarvan het de moeite waard was om deze nog op te zoeken (tabel 2). Dit laatste is bekeken op basis van verwachte relevantie, aantal al aanwezige data en aantal ontbrekende data. De resultaten van deze analyse waren als volgt:

- Bij de aangeleverde data zijn vrijwel geen visgegevens. Door de Universiteit Gent is aangegeven dat het de database sterk zou verbeteren, wanneer er visgegevens van 40 tot 50 locaties zouden worden toegevoegd aan de database.
- Van de aangeleverde natuurvriendelijke oever locaties is de EKR-scores scheef. De EKR-scores van de locaties waren 'slecht' of 'ontoereikend' of 'matig', maar zelden 'goed'. Om de verdeling in de dataset te verbeteren moest deze aangevuld worden met gegevens van goed scorende natuurvriendelijke oevers (figuur 2-2)



figuur 2-2: Verdeling EKR-scores van natuurvriendelijke oevers van de eerste aangeleverde set gegevens van waterschappen

3 Dataset compleet maken (stap 2)

De tweede stap van het onderzoek was de dataset compleet maken voor analyse. In dit hoofdstuk is beschreven hoe dit gedaan is. Enerzijds door de waterschappen gericht om de ontbrekende data te vragen, en anderzijds door in 30 oevers extra gegevens te verzamelen.

3.1 Stap 2a: Aanvullen bestaande data

Uit stap 1d bleek dat in de aangeleverde data van de waterschappen voor bepaalde parameters veel data ontbraken. Besloten is om in stap 2 de waterschappen opnieuw te vragen om data aan te leveren. Voor de afzonderlijke waterschappen is een lijst opgesteld (tabel 2).

tabel 2: Lijst met ontbrekende data per waterschap van natuurvriendelijke- en traditionele oevers.

HDSR			
TRADITIONELE OEVERS		NVO'S	
jaar_van_aanleg	63	beheer	17
beheer	1	beheer_regelmaat	17
beheer_regelmaat	1	type_beschoeiing	17
type_beschoeiing	1	vegetatie_aangeplant_natuurlijk	17
vegetatie_aangeplant_natuurlijk	1	afstand_dichtstbijzijnde_nvo	17
afstand_dichtstbijzijnde_nvo	45	nvo_diepte	18
omgeving2	1	talud_nvo	17
bodemtype	13	omgeving2	17
slibdikte	70	aantal_zijden_nvo	17
		slibdikte	1
WSHD			
TRADITIONELE OEVERS		NVO'S	
oevertype	9	jaar_van_aanleg	13
jaar_van_aanleg	60	nvo_breedte	13
onderhoud	4	nvo_diepte	35
onderhoud_regelmaat	4	talud_bovenwater	35
baggeren	7	talud_nvo	18
vegetatie_aangeplant_natuurlijk	60	kunstmatige_bedding	35
afstand_dichtstbijzijnde_nvo	23	landschappelijke_ligging	18
talud_bovenwater	61	omgeving1	18
talud_nvo	1	omgeving2	35
talud_onderwater	24	beschaduwing	35
kunstmatige_bedding	61	slibdikte	35
landschappelijke_ligging	2	waterbreedte	18
omgeving1	1		
omgeving2	61		
beschaduwing	61		
bodemtype	12		
slibdikte	61		
waterbreedte	1		
waterdiepte	5		
HHSK			
TRADITIONELE OEVERS		NVO'S	
oevertype	2	nvo_type	4
nvo_type	4	jaar_van_aanleg	4
jaar_van_aanleg	48	baggeren	3
baggeren	32	vegetatie_aangeplant_natuurlijk	8
oeverlengte	44	nvo_breedte	6
type_beschoeiing	2	nvo_diepte	7
vegetatie_aangeplant_natuurlijk	48	talud_bovenwater	8
aanwezigheid_vooroevers	0	talud_nvo	8
afstand_dichtstbijzijnde_nvo	27	talud_onderwater	5
talud_bovenwater	48	slibdikte	8
talud_onderwater	21	waterdiepte	2
bodemtype	1		
slibdikte	41		
waterdiepte	10		

In deze lijst staan de belangrijkste parameters bovenaan. Door aanvulling van de belangrijkste parameters zal de database aanzienlijk in kwaliteit verbeteren. Hierbij ging het om parameters die bij de eerste voorlopige analyses veelbelovende resultaten lieten zien. Door deze parameters aan te vullen zouden eventuele wetmatigheden later statistisch beter te onderbouwen zijn. Andere parameters waren onontbeerlijk omdat ze cruciaal zijn voor de analyse, zoals het jaar van aanleg van een natuurvriendelijke oever. Weer andere parameters zouden goede aanknopingspunten opleveren voor toekomstige inrichting en beheer.

3.2 Stap 2b: Oevertoets goed scorende oevers

Omdat uit stap 1c/d bleek dat verdeling van de EKR-scores oevers scheef was is besloten extra biologische gegevens te verzamelen in oevers waarvan de verwachting is dat ze een hoge EKR-score. Hiervoor is de participerende waterschappen gevraagd locaties met natuurvriendelijke oevers aan te leveren waarvan zij dachten dat die op ecologie goed zouden scoren. Het eerste resultaat hiervan was een lijst met 56 nieuwe oeverlocaties. Op basis van de beschikbare middelen binnen het project konden slechts 30 oevers bemonsterd worden. Om de 30 beste locaties te selecteren is met behulp van een oevertoets de ecologie van de aangeleverde oevers beoordeeld. De oevertoets was zo opgezet dat een oever beoordeeld werd op een aantal snel te bepalen ecologisch relevante kenmerken, die bij een relatief kort veldbezoek te bepalen zijn. Afhankelijk van de grootte van de oever duurde één inventarisatie tussen de 15 en 30 min. De lijst met te bepalen parameters en scores is te vinden in bijlage 2. In tabel 3 is de uitkomst van de oevertoets gegeven.

De 30 hoogst scorende oevers uit de oevertoets (tabel 3) zijn vervolgens gekozen voor het verzamelen van aanvullende biologische gegevens; vis, macrofauna en waterplanten. Deze bemonsteringen zijn uitgevoerd in de zomer van 2010 volgens de KRW richtlijnen. De enige afwijking ten opzichte van de KRW methode is dat voor de macrofyten per locatie slechts één monster genomen is, terwijl voor een beoordeling van een locatie volgens de KRW vaak meerdere monsters gebruikt worden. Dit kan leiden tot extreme en niet representatieve EKR-scores.

tabel 3: Uitkomst oevertoets met bovenaan in groen de hoogst scorende oevers waar in de zomer van 2010 extra veldwerk is uitgevoerd.

Locatiernaam	afkorting	score	Uitvoeren?
	waterschap	oevertoets	
UTOR_4	HDSR	36	ja
Nesselande wijk NVO 12	HHSK	35	ja
REZ50	WGS	35	ja
Krimpen aan den IJssel NVO 9	HHSK	32	ja
REZ20	WGS	32	ja
SNZ40	WGS	32	ja
UTKK_12	HDSR	31	ja
Nesselande plas NVO13	HHSK	31	ja
UTKK_11	HDSR	30	ja
UTOH_1	HDSR	30	ja
Hitland	HHSK	30	ja
Zevenhuizerplas	HHSK	30	ja
Schollebos NVO5	HHSK	30	ja
Moordrecht	HHSK	30	ja
BMP431	HRL	30	ja
UFW62	WGS	30	ja
HOP225	WSHD	30	ja
ZHWI_10	HDSR	29	ja
Zoetermeer	HHSK	29	ja
SNZ15	WGS	29	ja
IWG26	WGS	29	ja
Hoeksche park Scheitocht	HHSK	28	ja
Capelle Nieuwerkerkse tocht	HHSK	28	ja
Bergse voorplas	HHSK	28	ja
BMP1005	HRL	28	ja
IWG25	WGS	28	ja
Hennipsloot	HHSK	27	ja
BMP088	HRL	27	ja
CVT50	WZZ	n.a. ¹	ja
POEL00931	WZZ	n.a. ¹	ja
BMP175	HRL	27	nee
BMP1010	HRL	27	nee
UFW06	WGS	27	nee
Rotterdam prinses Beatrixlaan	HHSK	26	nee
nieuw, benedenheulseweg TO 146 Stolwijk	HHSK	26	nee
BMP036	HRL	26	nee
HOP159	WSHD	25	nee
ZHWI_9	HDSR	24	nee
HOP140	WSHD	24	nee
Hoeksche park nieuwe watergang GZH	HHSK	23	nee
takkenbossenoever NVO2	HHSK	23	nee
Benedenkerk	HHSK	22	nee
HOP1026	WSHD	19	nee
HOP1011	WSHD	18	nee
BMP595	HRL	17	nee
HOP227	WSHD	17	nee
HOP304	WSHD	17	nee
Benedenberg	HHSK	n.a. ¹	nee
Takkenbossenoever NVO1	HHSK	n.a. ¹	nee

¹) N.A. er is geen oevertoetscore bekend, voor deze locaties is door middel van een veldbezoek en/of expertkennis beslist of de bemonstering uitgevoerd wordt.

De EKR-scores van de extra bemonsterde 'goede oevers' waren relatief laag, vooral als alleen naar de eindscores van alle kwaliteitselementen samen wordt gekeken, waarbij 'matig' de hoogste score is (tabel 4). De individuele scores per kwaliteitselement zijn wel beter. Ondanks dat de scores voor planten hoger zijn dan van de eerder aangeleverde gegevens, blijven deze scores laag. Doordat maar één opname gebruikt is voor het bepalen van een EKR-score is dit beeld waarschijnlijk veel negatiever beeld dan in werkelijkheid het geval is.³

³ Bij het bepalen van de EKR-score van één oeverlocatie worden normaal minimaal zes opnames gebruikt. Bij meer opnames neemt vooral de kans op het aantreffen van extra soorten toe, waardoor de score voor deze deelmaatlat omhoog gaat. Door de score te bepalen op basis van slechts één opname valt vooral de deelmaatlat score voor aantal soorten tegen, en valt de uiteindelijke EKR-score voor vegetatie ook laag uit.

Opvallend zijn de relatief hoge scores voor vis, 20 van de 29 natuurvriendelijke oevers (NVO's) scoren 'goed' en 19 van 28 traditionele oevers scoren eveneens 'goed'. Een verklaring hiervoor ligt in het feit dat doordat de maatlatten voor een heel waterlichaam opgesteld zijn, waarbij zowel de geschikte delen als de minder geschikte delen bemonstert dienen te worden. In de minder geschikte delen zouden dan soorten voorkomen als brasem en karper, die nu in de oevers nauwelijks gevangen zijn. Ook als het relatieve aandeel minder belangrijke soorten zoals blankvoorn en baars toeneemt, zal het aandeel plantminnende soorten afnemen en de EKR-score ook. In dit project zijn alleen de betere plekken 'de goed scorende delen' van waterlichamen bemonstert, namelijk langs de oever (op de referentie locaties) en in natuurvriendelijke oevers, en dus zijn de scores voor vis relatief hoog.

tabel 4: De EKR-scores van de in 2010 geïnventariseerde oevers. ⁴

	eindklasse	vegetatie	macrofauna	vis NVO's	vis ref's
slecht	11	9	2	0	1
ontoereikend	14	12	16	2	3
matig	10	12	14	7	5
goed	0	1	3	20	19
zeer goed	0	0	0	0	0
	35	34	35	29	28

3.3 Opstellen database voor gegevens analyse

Na de aanvulling van de gegevens zijn er verschillende handelingen uitgevoerd.

3.3.1 Standaardisatie

Oevergegevens (Checklist)

De meeste dataleveranciers hebben gebruik gemaakt van de checklist (versie 1.4), welke garandeert dat de data gestandaardiseerd wordt verzameld. Een kleine hoeveelheid gegevens is echter los aangeleverd of aangeleverd uit een oudere versie van de checklist, waardoor deze data wel zijn gestandaardiseerd. De nieuw aangeleverde data zijn toegevoegd aan de Access database met de checklist gegevens (zie paragraaf 2.2). Na de tweede verzamelronden hebben de meewerkende waterschappen data van 349 oeverlocaties (NVO en niet-NVO's) aangeleverd. In bijlage 6: Invulmogelijkheden voor de checklist is de volledige lijst met checklistparameters en opties weergegeven.

Biologische data

Alle verzamelde biologische data is samengevoegd en zoveel mogelijk gestandaardiseerd door middel van de parameternamen uit de TWN lijst (versie september 2010). Deze lijst is de huidige gangbare standaard voor taxanamen. De verzamelde biologische data zijn zowel afkomstig uit de Limnodata Neerlandica als van data direct geleverd door de waterschappen. In deze datasets worden verschillende monstermethodieken beschreven. Zo is vegetatie soms opgenomen volgens het systeem van Braun-Blanquet, Tansley of in bedekkingspercentages. Er is voor gekozen om methodieken waarmee een valide EKR-score verkregen wordt, te behouden. De macrofauna en macrofyten data zijn geanalyseerd, gestandaardiseerd en met QBwat (versie 4.3) is een KRW beoordeling uitgevoerd. Zo is per locatie, per jaar, per kwaliteitselement, per monster/opname/afvissing de Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) bepaald. Zowel de totale EKR-scores als de scores van de afzonderlijk deelmaatlatten zijn gebruikt in de statistische analyses uitgevoerd door Universiteit Gent.

⁴ Niet in alle oevers zijn evenveel monsters genomen, omdat nadat de vegetatie al was uitgevoerd bekend werd dat van sommige oevers de verkeerde coördinaten waren aangeleverd, inmiddels was het veldseizoen voor planten ver gevorderd en is besloten die oevers over te slaan voor planten.

Chemische data

De chemische data van de waterschappen en uit Limnodata zijn samengevoegd, en er is een analyse gedaan op dubbele waarnemingen, deze zijn verwijderd. Vervolgens zijn de eenheden en grootheden in de dataset zoveel mogelijk gestandaardiseerd volgens de parameters van de IDSW (Informatie Desk Standaarden Water). Parameters met onmogelijke waarden of zeer hoge waarden zijn uit de dataset gehaald.

3.3.2 Koppelen van gegevens

Na het verzamelen van de aanvullende gegevens, zijn de datasets samengevoegd tot 4 grote datasets, resp. checklist dataset, biologische gegevens, chemische gegevens en KRW-scores. De data is door middel van een linkcode voor ieder locatie aan elkaar gekoppeld, zodat alle data voor iedere oever eenvoudig beschikbaar wordt. Deze linkcodes waren noodzakelijk, omdat een locatie vaak verschillende locatiecodes/namen heeft in de diverse gebruikte systemen. Dit zou mogelijk voor problemen zorgen bij het samenvoegen van de datasets. Na het succesvol koppelen van de gegevens en een controle van de gegevens zijn de 4 datasets naar de Universiteit van Gent verstuurd.

De Universiteit Gent heeft besloten om de 349 oevers in de database om te zetten naar jaarlijkse cases. Hierdoor wordt één case van een oever met bijvoorbeeld vier jaar meetgegevens, als vier cases in de dataset opgenomen. Voor onze gegevens zijn gemiddeld per oever 2,65 bemonsteringen uitgevoerd in verschillende jaren. Ieder bemonsterd jaar met beoordelingen zorgt voor 1 case. De 349 oevers zorgen daarom in totaal voor een dataset van 926 cases die door de Universiteit van Gent statistisch geanalyseerd werden.

4 Analyse data (stap 3)

In dit hoofdstuk wordt stap 3, de analyse van de data behandeld. Eerst is een dataverkenning uitgevoerd om een indruk te krijgen van de aangeleverde data. Hiermee zijn de mogelijk- en onmogelijkheden voorafgaand aan de analyse afgetast. Daarna zijn een paar optimalisatie slagen aan de dataset uitgevoerd, door bijvoorbeeld bepaalde variabelen te bundelen, omdat ze apart te weinig onderscheidend bleken. Om dezelfde reden is ook het aantal watertypen teruggebracht tot alleen sloten, kanalen en plassen/meren. Er zijn verder analyses uitgevoerd om te bepalen of de EKR de meest relevante beoordeling van de ecologische kwaliteit van oevers is, of dat ook andere indicatoren bruikbaar zijn. Samen met de begeleidingsgroep zijn eerst proefmodellen en daarna de definitieve analyses bekeken en beoordeeld.

4.1 Analyse methode

Voor het analyseren van de data is gebruik gemaakt van Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) programmatuur (WEKA; Witten & Frank, 2005 versie 3.6.1). WEKA bevat instrumenten om data voor te bewerken, te classificeren, en met de data regressies, clusteringen, associaties en visualisatie uit te voeren. Het is belangrijk om te weten dat de resultaten datadrijven zijn. Dit wil zeggen dat de rekenregels worden opgesteld door de algoritmen op basis van de gegevens, zonder de voorafgaande incorporatie van expert kennis. Dit in groot contrast met kennisgebaseerde systemen. Datadriven beslisbomen zijn zeer praktisch om ecologische modellen te ontwikkelen op basis van kleine datasets. De uitkomsten zijn vaak zeer betrouwbaar, transparant en gemakkelijk te interpreteren. In ons onderzoek zijn beslisbomen gebruikt om wetmatigheden te vinden tussen ecologische EKR-scores en natuurvriendelijke oevers. De waarde van de modeluitkomsten wordt gevalideerd door een 10-voudige kruisvalidatie. Hierbij wordt de originele dataset opgedeeld in 10 subsets van ongeveer gelijke grootte. Van de 10 subsamples wordt 1 achtergehouden als validatie set, de andere 9 subsamples worden als training data gebruikt. De kruisvalidatie wordt dan 10 keer herhaald (folds), waarbij elk van de 10 subsamples een keer als validatie set gebruikt wordt. Het resultaat van deze 10 folds wordt gemiddeld in één voorspelling. Het gebruik van kruisvalidatie is vooral zeer nuttig als weinig data beschikbaar zijn voor het trainen en valideren van een model (Goethals e.a. 2007). Als vuistregel wordt aangehouden dat in een kruisvalidatie minimaal 10 records moeten zitten, dus bij ca. 50 records wordt een 5-voudige kruisvalidatie uitgevoerd.

Wat zorgt ervoor dat je met dezelfde data een ander model kan genereren?

- De voorspellingsvariabelen zijn te selecteren, daar is mee te variëren. Bij het begin van een analyse wordt een groep variabelen opgegeven en het model kiest de meest relevante voorspellingsvariabelen.
- Ook door de instellingen (settings) aan te passen kan met dezelfde data een andere beslisboom ontstaan. Bijvoorbeeld door het 'snoeien van de boom', minder vertakkingen toelaten.
- Maar ook andere settings kunnen aangepast worden, waardoor de uitkomsten er anders uitzien bijv. de keuze voor multiple of binary splits.

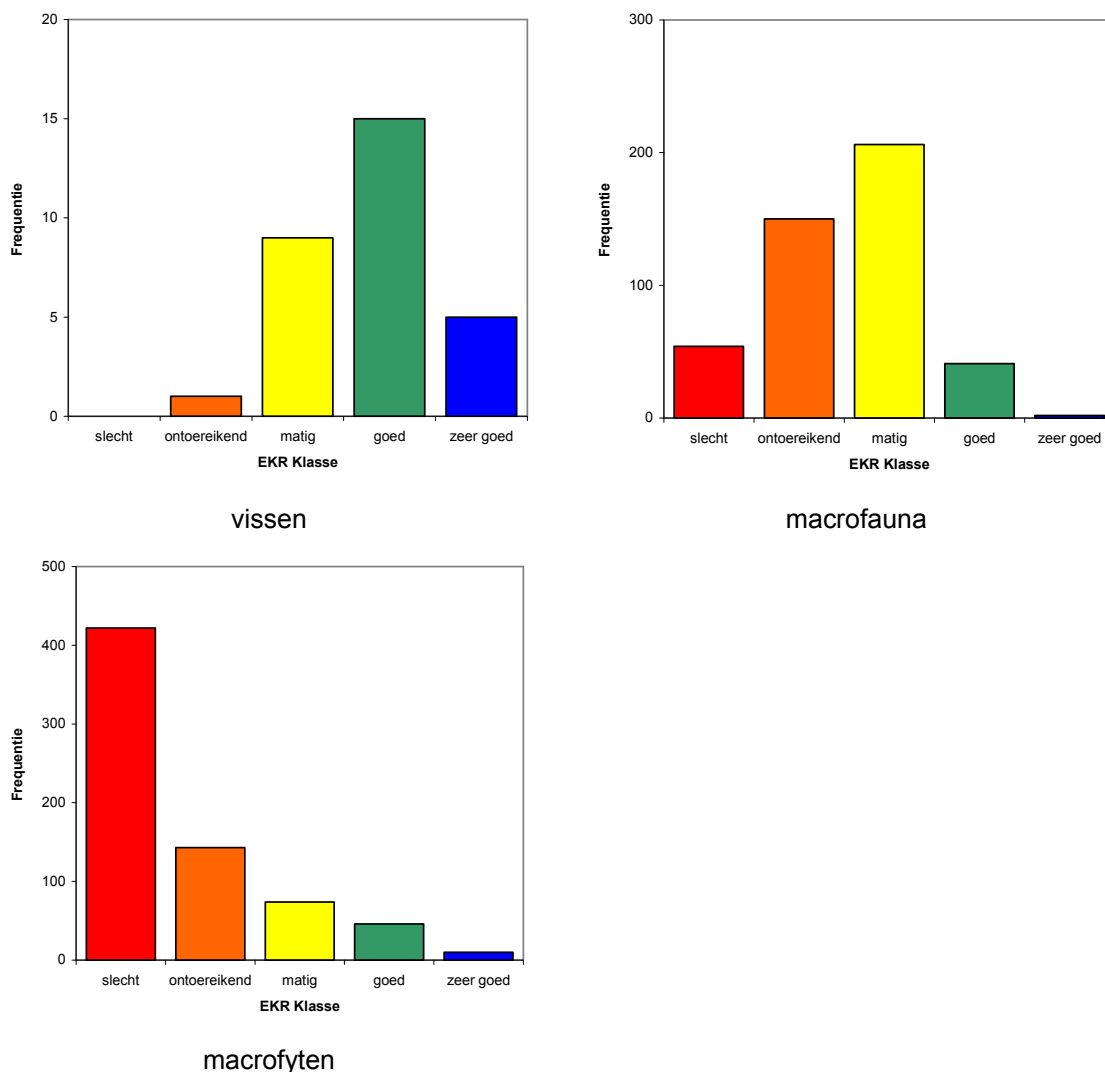
4.2 Verkenning data

Voordat met het modelleren is gestart is eerst een uitgebreide verkenning van de aangeleverde data uitgevoerd. Hiermee is eigenlijk de kwaliteit van de data bepaald, zodat duidelijk werd welke analyses wel en niet met data uitgevoerd konden worden. Het resultaat is een samenvattend document van ruim 250 bladzijden met staafdiagrammen, frequentie verdelingen van klassen en boxplots. Dit document is handig om univariate verbanden te verkennen (verdeling van de waarden van enkele variabelen), waarmee de uitkomst van de modellen voor de lezer verklaard wordt, en duidelijk wordt waarom een beslissingsboom een bepaalde afsplitsing maakt. Een

aantal opmerkelijke bevindingen van de verkenning zijn in de volgende subparagrafen beschreven. De volledige documenten (PDF) zijn te vinden op de bijgevoegde CD.

4.2.1 EKR-scores volledige dataset

De EKR-scores voor vissen liggen aanzienlijk hoger dan die voor macrofauna en macrofyten. De lage scores voor macrofyten wordt deels veroorzaakt doordat er maar één opname beschikbaar was voor het berekenen van de EKR-score (zie ook §3.2)



figuur 4-1: Verdeling van de EKR-klassen van de extra gemeten oevers in 2010 (linksboven vis; rechtsboven macrofauna en linksonder macrofyten).

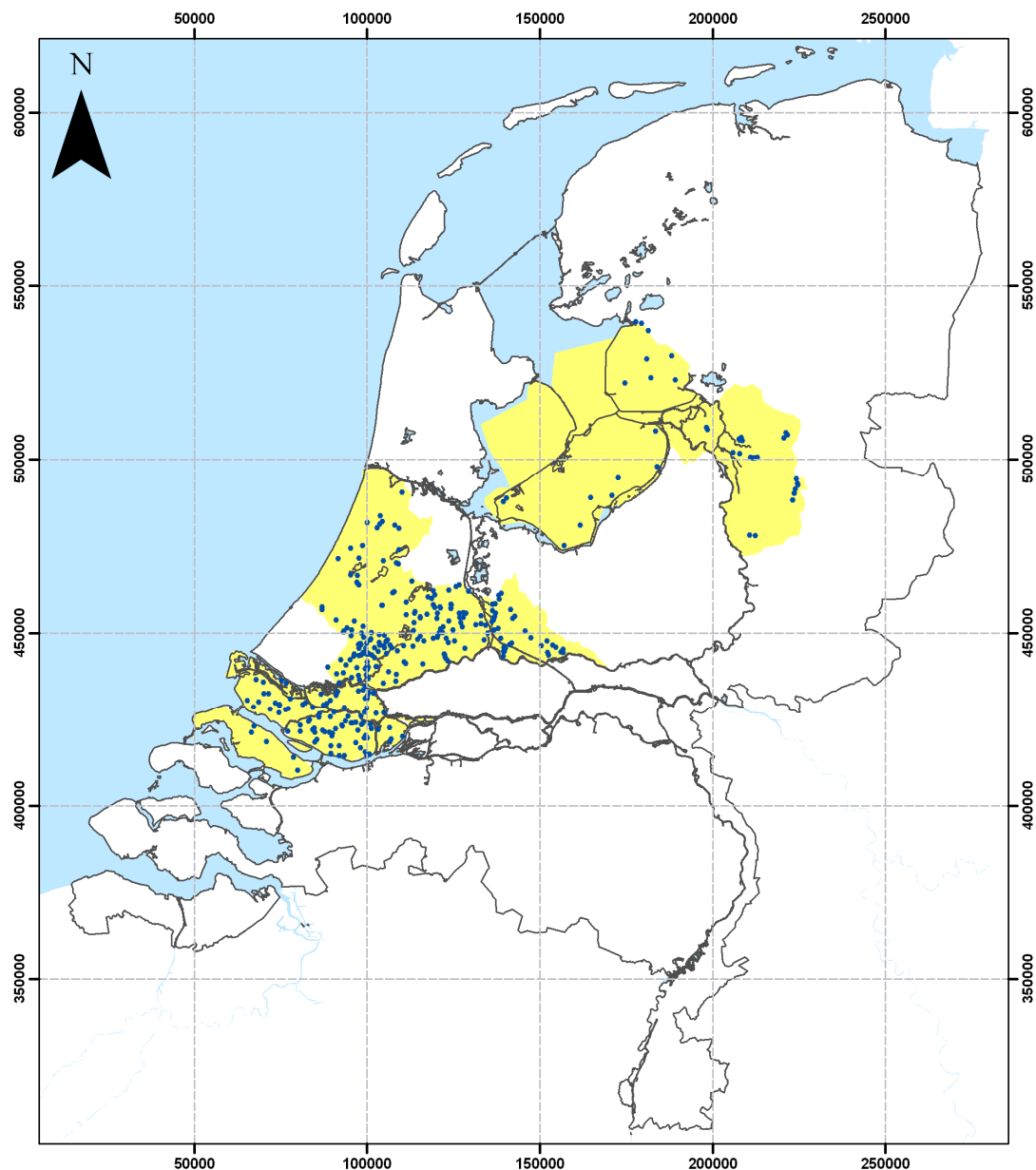
4.2.2 Aantal data

In de onderstaande tabel is de verdeling van een aantal voor dit onderzoek belangrijke parameters weergegeven. De data verdeling over de verschillende typen oevers en peilbeheer redelijk evenwichtig, behalve van natuurlijk peil zijn weinig data. De verdeling over de KRW watertypen is dat niet, er zijn relatief veel oeverlocaties aan gebufferde sloten op minerale bodem (M1a) aangeleverd (ca 45%) en maar weinig langs ondiepe laagveenplassen (M25).

tabel 5: Verdeling gegevens van een aantal voor dit onderzoek belangrijke parameters.

Parameters	KRW watertype	aantal	%
Oevertype			
beschoeid		161	17,4
niet beschoeid		381	41,1
Natuurvriendelijke inrichting		338	36,5
onbekend		46	5,0
Peilbeheer			
flexibel		194	21,0
natuurlijk		39	4,2
tegen natuurlijk		339	36,6
vast peil		354	38,2
KRW-watertypen			
Gebufferde (regionale) kanalen	M3	217	23,4
Gebufferde laagveensloten	M8	59	6,4
Grote diepe en ondiepe gebufferde meren en plassen	M14 + M20	23	2,5
Grote diepe en ondiepe kanalen zonder scheepvaart	M6a + M7a	34	3,7
Grote diepe en ondiepe kanalen met scheepvaart	M6b + M7b	81	8,7
Laagveen vaarten en kanalen	M10	46	5,0
Ondiepe laagveenplassen	M25	28	3,0
Gebufferde sloten op minerale bodem	M1a	424	45,8
Zwakke brakke wateren	M30	2	0,2
onbekend		12	1,3
totaal aantal ¹		926	100

1) Dit is niet het totaal aantal oevers, maar het aantal cases in de dataset (1 case = 1 oever met 1 jaar aan gegevens), 1 oever bevat meestal uit meerdere cases. Het totaal aantal oevers in de dataset is 346.



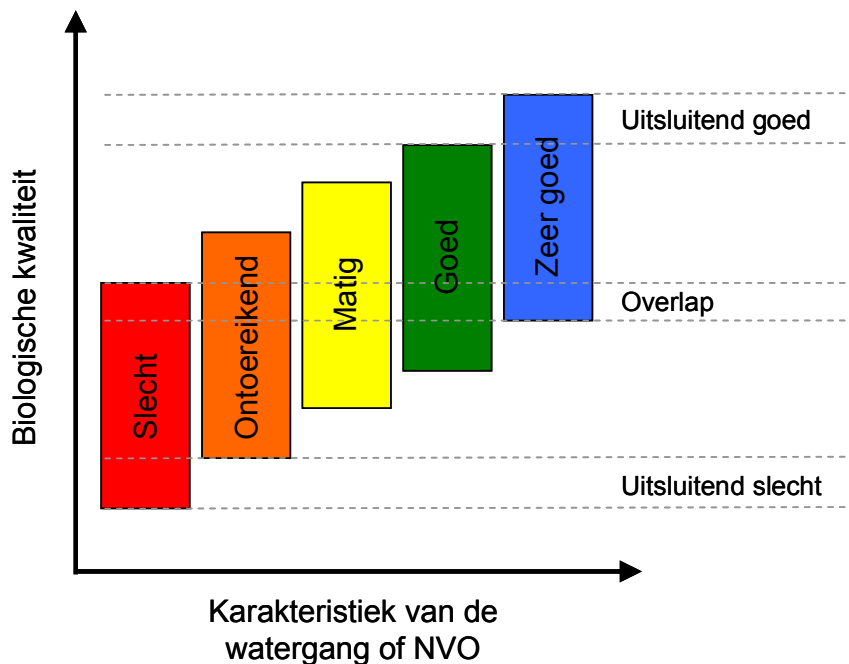
figuur 4-2: Locaties in de 5 beheersgebieden van waterschappen. (resp.: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Zuiderzeeland en Waterschap Groot Salland)

4.3 Keuzes naar aanleiding van dataverkenning

De verkenning van de gegevens is deels op de volledige dataset gedaan, maar ook deels op selecties uit de dataset. De keuzes die tot bepaalde selecties hebben geleid zijn tot stand gekomen in overleg met de projectgroep en op basis van de eerste verkenning van de volledige set gegevens. Gaandeweg de verkenning is een aantal keuzes gemaakt. De belangrijkste zijn hierna kort toegelicht. Uitgebreidere toelichtingen en illustraties volgen in de onderstaande subparagrafen. De volgende keuzes zijn met betrekking tot de dataset gemaakt:

- Bij te weinig data is getracht de data te bundelen, om zodoende een voldoende grote dataset over te houden voor enige statistisch onderbouwing. Als van een parameter bepaalde klassen niet of nauwelijks waren ingevuld is getracht deze te bundelen onder een andere bovenliggende klasse (zie 4.2.1).
- Als van vergelijkbare watertypen geen relevante verschillen in eigenschappen zijn aangeleverd zijn de betreffende watertypen gebundeld (zoals diepe en ondiepe scheepvaartkanalen en diepe en ondiepe niet-scheepvaartkanalen).

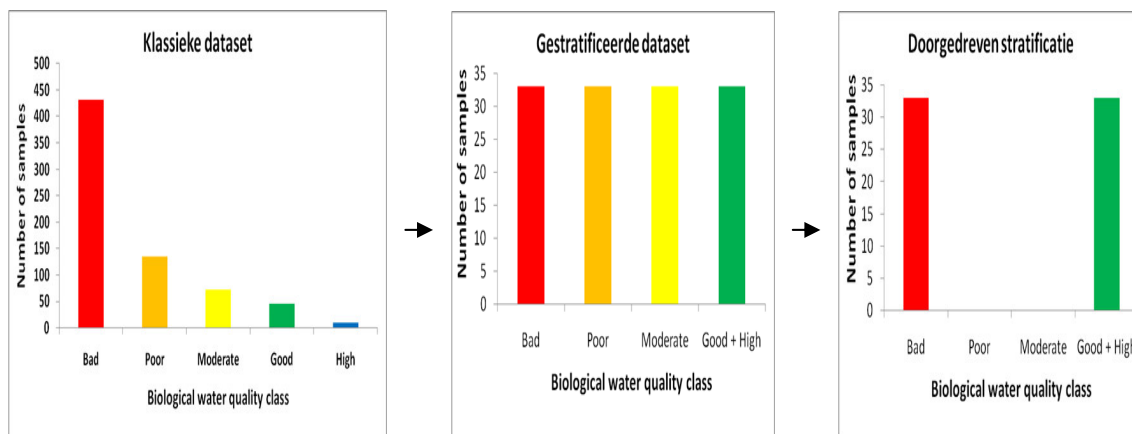
- Bij de macrofyten en macrofauna is ervoor gekozen om de analyses niet alleen met de EKR uit te voeren maar ook met onderliggende data, zoals de deelmaatlatcores en specifieke soorten.
- Splitsen dataset in subsets op basis van oorzakelijke verbanden tussen bepaalde (systeem) eigenschappen of ecologische groepen (subset sloten en kanalen of subset alle oevers en alleen natuurvriendelijke oevers).
- Alleen de uiterste EKR-scores laten meelopen in de modellen (goed en slecht), omdat de extreme scores vaak een duidelijker verschil geven dan het grijze middengebied. En er zit tussen de waarden dan minder overlap, waardoor de ruis kleiner wordt (doorgedreven stratificatie) (zie ook figuur 4-3).
- Soms gebruik van basisstratificatie of doorgedreven stratificatie (zie kader).
- Er zijn ook modellen gemaakt die gebaseerd zijn op de gehele ecologische range, deze komen verderop in dit document aan de orde.



figuur 4-3: In deze figuur is biologische kwaliteit (EKR-score) uitgezet tegen de karakteristieken van de watergang of natuurvriendelijke oever (NVO). De data uit een bepaalde klasse heeft relatief veel overlap met de vorige en de opvolgende klasse, echter de slechtste en de best scorende oevers hebben veel minder overlap. Doorgedreven stratificatie van de data zorgt ervoor dat deze overlap zoveel mogelijk wordt voorkomen en de ruis weggenomen wordt.

- Geen modellen generen bij minder dan 50 locaties. Hierdoor konden er voor vissen geen modellen gemaakt worden.
- Bij onvoldoende data van bepaalde watertypen zijn types samengevoegd.
- Bij de eerste analyses proefmodellen generen om de bruikbaarheid van de data en de sterkte of zwakte van de gevonden verbanden te testen met regressies of tijdreeksanalyses.

In een klassieke dataset komen over het algemeen locaties met een slechte tot matige waterkwaliteit vaker voor dan (extreem) goede locaties. Indien modellen worden gemaakt met een dergelijke klassieke dataset, dan zal er een scheeftrekking optreden naar deze slechte of matige gevallen. Dit betekent dat er relatief gezien een grotere kans zal zijn om een slechte tot matige waterkwaliteit te voorspellen in vergelijking met een goede. Door stratificatie van een dataset kan dit fenomeen verholpen worden. *At random* worden van elke waterkwaliteit evenveel gevallen geselecteerd en in een nieuwe dataset gestopt. Met deze gestratificeerde dataset kunnen modellen worden gemaakt waar elke waterkwaliteitsklasse met even grote kans voorspeld kan worden. De theoretische relevantie van de modellen wordt verder geoptimaliseerd door te werken met een doorgedreven stratificatie. Dit houdt in dat de matige waterkwaliteit volledig uit de dataset verdwijnt en enkel nog wordt gewerkt met de twee uiterste waterkwaliteiten (zie figuur 4-4). Een nadeel daarbij is dat een deel van de gegevens niet gebruikt wordt.



figuur 4-4: Illustratie van het stratificeren van een dataset.

4.3.1 Samenvoeging klassen binnen één parameter en/of watertype

Bij het verkennen van de data bleek dat sommige parameters uit de checklist niet voldoende ingevuld waren om onderscheidend te zijn of door verschillende waterschappen anders geïnterpreteerd waren en daardoor niet onderscheidend bleken. In tabel 6 zijn de parameters benoemd waarbinnen samenvoegingen zijn gedaan met een korte uitleg waarom dit is gedaan.

tabel 6: Samenvoeging van parameters uit de checklist oevers.

Checklist parameter	Orginele benaming	Aanpassing
Oevertype	beschoeid (traditioneel)	geen NVO
	niet-beschoeid	geen NVO
	NVO	NVO
	anders	geen NVO
NVO type	nvt	nvt
	plasberm	plasberm_onderwaterwand
	floatlands	floatlands_anders
	plas-dras	plas-dras_flauw talud
	flauw talud	plas-dras_flauw talud
	onderwaterwand	plasberm_onderwaterwand
	anders	floatlands_anders
beheer	geen	geen
	maaïen	maaïen met/zonder afvoer
	maaïen met afvoer	maaïen met afvoer
	maaïen zonder afvoer	maaïen zonder afvoer
	begrazen	begrazen
	anders	anders
Watertype	M3, M7a, M6a, M7b, M6b en M10	kanalen
	M1 en M8	sloten
	M14, M20, M25 en M27	plassen en meren
Talud NVO	nvt	nvt
	1:3	flauw talud
	1:5	flauw talud
	anders	andere
Peilbeheer	natuurlijk peilbeheer	natuurlijk peilbeheer
	geen peilbeheer	natuurlijk peilbeheer

4.3.2 Relevantie van EKR-score voor evaluatie

Het bepalen van de EKR-score bij macrofyten is bij oevers waarschijnlijk niet de beste manier om nauwkeurig de ecologische status weer te geven. Dit komt omdat die berekening van de KRW-maatlat score is opgesteld om een heel waterlichaam te beoordelen. Verder is de berekening van de EKR-score voor een waterlichaam gebaseerd op minimaal 6 meetlocaties waarbij iedere meetlocatie uit meerdere meetpunten kan bestaan van 100 m. In een oever wordt in de praktijk vaak maar één vegetatie opname gemaakt, die bovendien vaak korter is dan 100 m. Daarom zal een oever beoordeeld met de maatlat macrofyten vaak een relatief lage EKR-score hebben, vooral de deelmaatlat aantal soorten scoort laag. Daardoor wordt het verschil met traditionele beschoeide oevers waarschijnlijk te gering om statistisch te kunnen aantonen. Bovendien verschillen de maatlaten per watertype, waardoor de verschillen in EKR-score ook beïnvloed worden. Om toch verschillen te kunnen aantonen tussen natuurvriendelijke - en traditionele oevers is gekeken of er verschillen zijn in het voorkomen van groeivormen bij planten in relatie tot het oevertype (indicatorsoorten genoemd in de modellen). Hiervoor is van de plantensoorten bepaald of ze behoren tot de groeivorm helofyt⁵ of hydrofyt⁶ (zie bijlage 3). Waarbij het uitgangspunt is dat de aanwezigheid van helofyten en hydrofyten de aanwezigheid van planten indiceert die echt in een oever en watergang thuishoren. Alle planten die niet direct in een oever horen worden daarmee uit de analyse geweerd. Bij macrofauna is naast de EKR-score gekeken naar indicatorsoorten als andere methoden om de ecologische status te beoordelen en te vergelijken. Hiervoor heeft onze macrofauna expert (D. Tempelman) van de soortenlijst uit de dataset bepaald welke soorten plantenminnende en bodembewonende soorten een goede ecologische toestand indiceren. Vooral de plantenminnende soorten zullen vaker in natuurvriendelijke oevers aangetroffen worden (zie bijlage 4). In de analyses zijn modellen gegenereerd waarbij deze soorten gecombineerd en apart als parameter aangeboden zijn. Dit wordt specifiek benoemd in een dergelijk model.

⁵ Levensvorm met de winterknoppen onder het wateroppervlak, bloeiende plant steekt boven water.

⁶ Levensvorm die of in het water groeit of in een bodem, die doordrenkt of volledig met water verzadigd is.

4.3.3 Analyse met volledige dataset of subset

Eén van de resultaten van het modelleerproces was dat de biologische status van de geëvalueerde kwaliteitselementen sterk afhankelijk was van het watertype. Daarom zijn tijdens de tweede analyse ronde sub-datasets gemaakt voor 'kanalen' en 'sloten' en zijn de verdere analyses gebaseerd op deze subset van gegevens. Dit had wel tot gevolg dat voor watertypes waarvan slechts weinig gegevens waren aangeleverd al bij voorbaat geen betrouwbare modellen opgesteld konden worden.

Op basis van het aantal locaties in de subset van gegevens is besloten om modellen te bouwen voor de watertypes 'Gebufferde regionale kanalen', 'Grote kanalen zonder scheepvaart' en 'Zoet gebufferde sloten'. Voor het kwaliteitselement vissen waren te weinig gegevens om betrouwbare beslismodellen te maken. De visgegevens zijn met traditionele statistische analyses beoordeeld waarvan de resultaten zijn opgenomen in paragraaf 5.1.

4.3.4 (Proef)modellen

In totaal zijn een honderdtal proefmodellen opgesteld, die vervolgens zijn geëvalueerd op basis van mathematische criteria. Hierbij wordt een model op basis van de Cohen's kappa waarde, en het relatieve aantal Correctly Classified Instances (CCI) als zeer goed, matig of slecht beoordeeld (zie ook: Everaert e.a. 2010). Met de kappa waarde wordt de betrouwbaarheid van een model aangegeven (zie tabel 7).

tabel 7: Kappa waarden met betrouwbaarheden van gegenereerde modellen
(naar: Everaert e.a. 2010).

Kappa waarde	Betrouwbaarheid model
≤ 0	Slecht
0-0,2	Weinig
0,2-0,4	Matig
0,4-0,6	Goed
0,6-0,8	Heel goed
0,8-1	Bijna perfect

De CCI is het percentage van het aantal goed ingedeelde gevallen door het model (zie voorbeeld in tekstblok).

Voorbeeldmodel

Afkalving tot macrofyten indicatorsoorten NVO subset

Aantal gevallen (n) 54

Afkalving = geen: tussen 0 en 1 indicatorsoorten (20.65*/3.29**)

Afkalving = zwak: 5 of meer indicatorsoorten (7.94*/3.06**)

Afkalving = matig

- watertype= sloten: tussen 0 en 1 indicatorsoorten (6.5*/1.53**)

- watertype= kanalen: 5 of meer indicatorsoorten (14.15*/0.38**)

Afkalving = sterk: 5 of meer indicatorsoorten (4.76*/1.24**)

Correctly Classified Instances (CCI): 44 (81.5%)

Incorrectly Classified Instances (ICI): 10 (18.5%)

Kappa waarde: 0,63

Oordeel:

Statistisch gezien een heel goed model. Bij geen afkalving worden weinig indicatorsoorten gevonden, bij zwakke, matige en sterke meer. Op basis hiervan zou men kunnen besluiten in NVO's ruimte voor enige mate van afkalving (oevererosie) te reserveren.

* Totaal aantal instanties (goed + fout)

** Aantal niet-correct geclassificeerde instanties

Voor de Correctly Classified Instances (CCI) wordt > 70% beschouwd als een betrouwbaar model. Als de waarde daaronder ligt is de voorspellende waarde van het model onvoldoende. Verder is op basis van expertoordeel nagegaan in hoeverre de gegenereerde modellen toepasbaar waren met het oog op de aanleg of het onderhoud van een oever, en dat de modellen ecologisch relevant waren. In deze fase zijn zowel classificatie- als regressiebomen gebouwd. Dit leverde geen relevante regressiebomen, wellicht omdat de beschikbare gegevens te weinig waren om de variabiliteit in de biologische kwaliteit afdoende te verklaren. Op basis van de classificatiebomen kon één conclusie getrokken worden. De biologische status van de macrofyten-gemeenschap kon namelijk gemakkelijker voorspeld worden, dan de kwaliteit van de macrofaunagemeenschap. De resultaten van deze fase met proefmodellen is gebruikt om met de projectgroepleden te discussiëren over het generen van relevante modellen voor de definitieve analyses. In de onderstaande tabel zijn kort de doorlopen analyse rondes weergegeven, en de belangrijkste resultaten en besluiten voor vervolg analyses.

Bij de uiteindelijke analyses is afhankelijk van de proefanalyses gezocht naar de beste inzet van subsets of parameters. Op alle subsets is een doorgedreven stratificatie uitgevoerd, omdat alleen zo statistisch onderbouwde modellen tot stand kwamen. Soms is gebruik gemaakt van de EKR-scores en soms van de groeivormen bij macrofyten of indicatorsoorten bij macrofauna. Bij een aantal analyses is alleen de subset natuurvriendelijke oevers gebruikt, terwijl bij andere analyses alle oevers te betrekken. Ook zijn afzonderlijke analyses gedaan aan de subsets kanalen en sloten.

tabel 8: Overzicht van de opeenvolging van analyses met de resultaten en besluiten.

datum	analyse	resultaat	besluit
29-nov-10	analyse volledige dataset	onbetrouwbare modellen	Splitsen oevertypes in NVO, onbeschoeid en beschoeid.
		ecologisch niet relevant	stratificeren (alle EKR klassen evenveel locaties)
	analyse op alleen NVO's	Modellen worden betrouwbaarder, maar nog niet genoeg, zeer complexe modellen.	Doorgedreven stratificatie proberen op totale- en subsets.
		Watertype en beheer zijn belangrijk, chemie minder belangrijk.	Splitsen watertypen in subsets.
		Voorspelling macrofyten beter dan van macrofauna, van vissen zijn te weinig data.	Eén van de eindconclusies
18-jan-11	analyses op subsets	Doorgedreven stratificatie levert betrouwbare maar soms ecologisch onlogische modellen.	Sommige parameters hebben teveel variabelen, bundelen variabelen en parameters.
	Gebufferde regionale kanalen', 'Grote kanalen zonder scheepvaart' en 'Zoet gebufferde sloten'	Voor 'Gebufferde regionale kanalen', 'Grote kanalen zonder scheepvaart' en 'Zoet gebufferde sloten' zijn geen macrofauna modellen te maken op basis van de EKR-score.	EKR is niet gevoelig genoeg, ook naar deelmaatlaten en eventueel indicatorsoorten kijken
		Bij 'gebufferde regionale kanalen' komt voor macrofyten afkalving en maaibeheer als belangrijke parameter naar boven voor een goede EKR-score, bij 'Grote kanalen zonder scheepvaart' halfopen open oevers en bij 'Zoet gebufferde sloten' peilbeheer.	EKR is niet gevoelig genoeg, ook naar deelmaatlaten en groeivormen kijken
		Mogelijk worden de resultaten negatief beïnvloed door slecht presterende jonge of zeer oude oevers.	Analyse van goed gedocumenteerde locaties naar een optimum in jaar na aanleg voor EKR macrofauna, macrofyten en vis.
26-jan-11	Tijdreeksanalyses voor en na aanleg NVO's	Voor alle NVO's is spreiding te groot om een trend te zien, en van een aantal goed gedocumenteerde oevers is het aantal waarnemingen te klein.	Er zijn te weinig gegevens om het optimum aantal jaar na aanleg vast te stellen voor de EKR macrofauna, macrofyten en vis.
4-mrt-11	Analyses met volledige dataset en met subset NVO's.	Enkele goede modellen met indicatorsoorten en groeivormen (logisch en statistisch onderbouwd), maar ook veel onlogische modellen.	Naast datadriven ook expert driven modellen maken.
		Door alleen EKR-score 'goed' of 'slecht' te gebruiken (doorgedreven stratificatie) zijn de modellen gebaseerd op weinig data.	Dezelfde analyse op de volledige range van ecologische kwaliteit.
	Analyses met volledige dataset met deelmaatlaten macrofauna en macrofyten.	Geen goede modellen, of niet relevant of statistisch zeer zwak, maar ook veel onlogische modellen.	Geen bruikbare analyses
9-mrt-11	Analyse van modellen met door expert aangeleverde parameters.	Enkele goede modellen (logisch en statistisch onderbouwd), maar ook veel onlogische modellen.	Eindproduct samen met de modellen uit analyse van 4 maart.
16-mrt-11	Analyse op de volledige range van ecologische kwaliteit.	Geen statische betrouwbare modellen!	Geen bruikbare analyses
26-apr-11	Her-analyses met gecorrigeerde volledige dataset en met subset NVO's.	Enkele goede modellen met indicatorsoorten en groeivormen (logisch en statistisch onderbouwd), maar ook veel onlogische modellen.	Eindproduct samen met de modellen uit analyse van 4 maart.

5 Resultaten analyses (stap 4)

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 5.2 en volgende de resultaten gepresenteerd van de statistische analyses en de daaruit voortvloeiende beslisboom modellen voor macrofyten en macrofauna. In paragraaf 5.1 zijn de beschikbare visdata gepresenteerd die aan een meer traditionele statistische analyse onderworpen zijn. Ook zijn in de eerste paragraaf de resultaten weergegeven van een tijdreeksanalyse van de data, om te controleren of er verband is aan te tonen tussen de ontwikkeling van de KRW-score en het jaar na aanleg van een NVO.

5.1 Resultaten vis en tijdreeksanalyse

Voor vis zijn bij de eerste ronde data verzamelen geen bestaande monitoringdata aangeleverd, en ook de extra monitoringinspanning in de zomer van 2010 heeft onvoldoende visdata opgeleverd om modellen te produceren voor vissen, daarom zijn de visdata los van de andere data aan een traditionele statistische analyse onderworpen.

5.1.1 Resultaten visgegevens

Aanpak

Omdat we voor dit onderzoek de effecten van natuurvriendelijke oevers op de visstand wilden aantonen, is in een zowel natuurvriendelijke (NVO's) als traditionele oevers (TRO's) elektrisch gevestigd. In totaal zijn 57 oeverlocaties bemonsterd (zie tabel 4), waarbij steeds trajecten van 300 x 2 m bevist zijn. De traditionele oevers die dienst deden als referentie locaties moesten minimaal op een kilometer afstand van een natuurvriendelijke oever liggen in dezelfde watergang. Tijdens een expertbijeenkomst over deze vismonitoring is besloten vanwege mogelijke verschillen in abiotische omstandigheden af te zien van het kiezen van een referentielocatie in andere watergangen. De referentie locaties zijn gelegen langs de oevers van een watergang, en dus niet representatief voor de visstand van de hele watergang.

Per oeverlocatie zijn alle data omgerekend naar aantallen en biomassa per hectare. Vervolgens zijn de data onderzocht op verschillen tussen natuurvriendelijke en traditionele oevers. Hiervoor zijn de locaties zo veel mogelijk paarsgewijs bekeken om variatie tussen waterlichamen zo veel mogelijk uit te sluiten.

Verwachting

Natuurvriendelijke oevers worden aangelegd als paai- en opgroeigebied voor vissen, en als leefgebied voor plantenminnende soorten, maar ook als leefgebied voor algemene soorten (eurytope soorten). De functie als paaigebied kon niet getoetst worden, omdat het niet mogelijk was in het paaiseizoen te meten waarbij paaiende vis of visbroed vastgesteld kon worden. De functie als opgroeigebied voor plantenminnende en eurytope soorten konden we wel bekijken, door de 0+ vis per soort te analyseren.

De volgende twee hypothesen zijn aan de hand van de verzamelde visdata getoetst:

1. Doen natuurvriendelijke oevers dienst als paai- en opgroeigebied voor vis?
2. Is het aandeel plantminnende vissen groter in natuurvriendelijke oevers dan daarbuiten?

Resultaten

Aantal vissen en aantal soorten

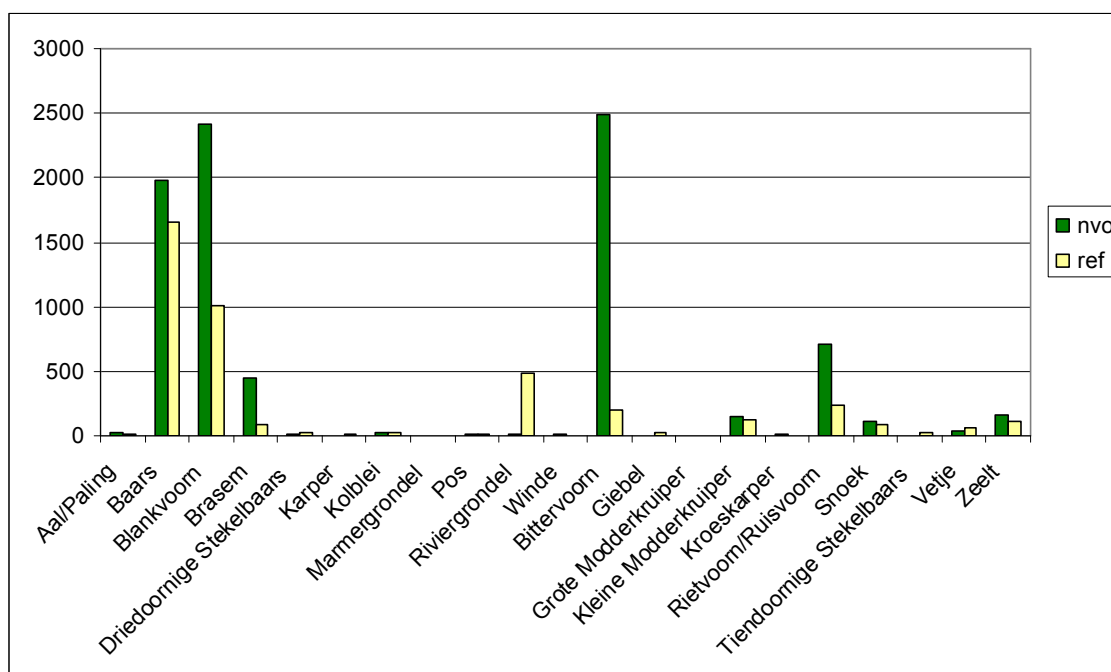
In natuurvriendelijke oevers is duidelijk meer vis aangetroffen dan in de traditionele oevers, de referentielocaties (met Student-T, $p < 0,000$). Belangrijk hierbij is op te merken dat vooral kleine vis in veel grotere aantallen aanwezig is in de NVO's. Dit onderschrijft duidelijk de functie als

opgroei habitat voor jonge vis. Van de vissen groter dan 40 cm zijn er is juist meer op de referentielocaties dan in NVO's aangetroffen.

Tabel 9: Statistische toetsing van het aantal exemplaren gevangen vis van verschillende lengteklassen in natuurvriendelijke oevers (NVO) en op referentie locaties.

Groep	NVO	Referentie	% verschil	p-waarde T-toets
Aantal 0+	128070	58644	218%	<0,000
Aantal 0+ <15 cm	112115	55778	201%	<0,042
Aantal 16-25 cm	7277	5779	126%	ns
Aantal 25-40 cm	966	597	162%	ns
Aantal >40 cm	715	799	89%	ns
EKR	matig/goed	matig/goed	nvt	ns

In totaal zijn 21 soorten aangetroffen, waarbij in de NVO's meestal iets minder soorten zijn gevonden dan in de referentielocaties (figuur 5-1). De oorzaak is dat een aantal stroomminnende en eurytope soorten niet in de NVO's gevonden zijn. De gemiddelde EKR-score voor vissen is wel hoger in de NVO's, maar verschilt niet significant met de referentielocaties (zie ook tabel 4).

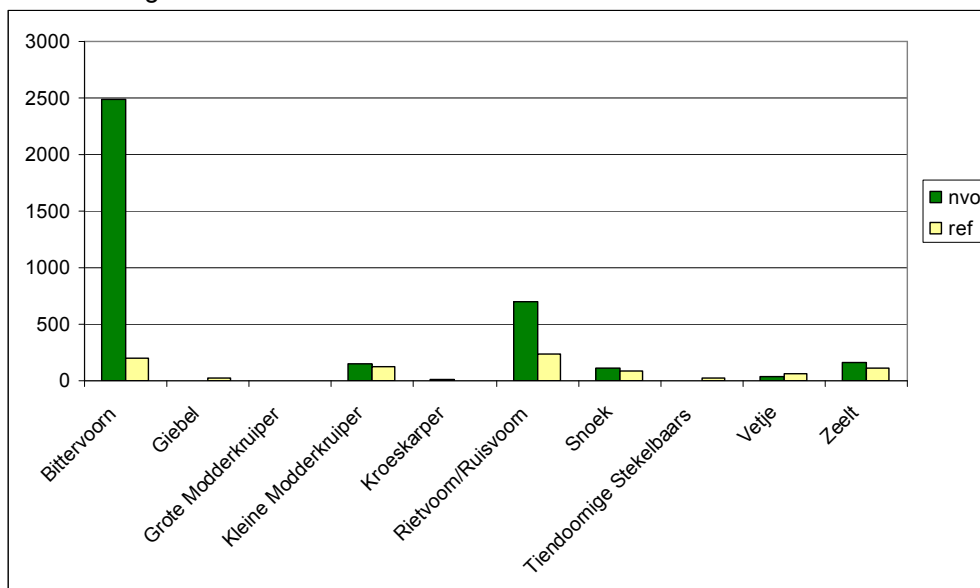


figuur 5-1: Gemiddeld aantal vissen in natuurvriendelijke oevers, en in referentielocaties voor alle vissoorten.

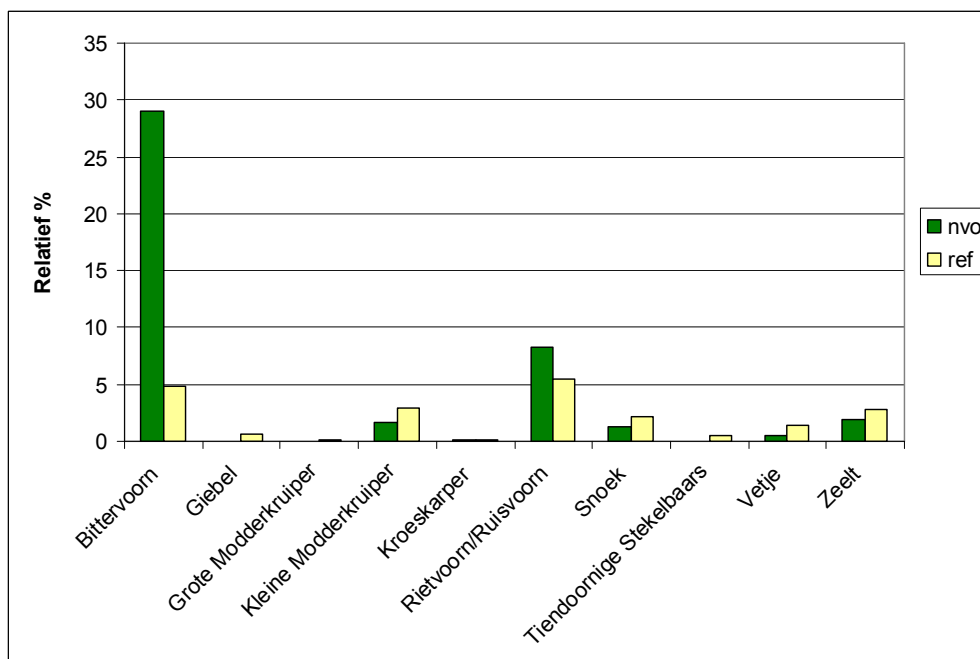
Plantminnende soorten

Van de meeste plantminnende soorten worden meer exemplaren in de NVO aangetroffen dan daarbuiten (zie figuur 5-2). Alleen van soorten die zeer weinig zijn aangetroffen, zoals Vetje, en Tienddoornige stekelbaars, zijn meer exemplaren buiten de NVO's aangetroffen dan er binnen. Doordat het aantal waarnemingen relatief laag is, kan dit op toeval berusten. Omdat de totale hoeveelheid vis in de NVO's veel hoger is dan op de referentielocaties, is ook de relatieve verandering ten opzichte van de totale visstand per soort geanalyseerd. Uit figuur 5-3 blijkt dat er slechts voor een aantal plantminnende soorten een relatieve stijging te zien is ten opzichte van de totale visstand. Op basis van een General Linear Model (GLM) waarin de aantallen zijn geanalyseerd afhankelijk van het oevertype, begroeiing, gilde (plantminnend of eurytoop) en soort, blijkt dat plantminnende soorten weliswaar in relatief hogere aantallen aanwezig zijn in NVO's, maar dat door de grote variatie in de data het verschil (net) niet significant is ($p=0,07$). Dat plantminnende soorten meer profiteren van natuurvriendelijke oevers dan niet plantminnende

soorten, kan op basis van deze data niet statistisch worden aangetoond. Een belangrijk aspect is dat plantminnende soorten geassocieerd zijn met vegetatie en dat in de natuurvriendelijke oevers uit dit onderzoek is de vegetatiebedekking niet altijd beter is dan erbuiten. Vegetatie had wel een zeer significant effect ($p < 0,000$) op de aanwezigheid van plantminnende soorten. Als met eenvoudige paarsgewijze vergelijkingen alleen naar soorten wordt gekeken dan is te zien dat relatief gezien Bittervoorn en Ruisvoorn significant vaker voorkomen in de NVO's dan erbuiten (P-waarde respectievelijk 0,000 en 0,004). Ook Blankvoorn (een eurytoop) werd relatief meer in NVO's gevonden dan erbuiten (zie figuur 5-1). Hiervan werden overigens vooral kleine exemplaren tot 15 cm gevangen. De resultaten van dit onderzoek suggereren dat plantminnende vis niet abundanter is in natuurvriendelijke oevers dan erbuiten, maar aan de aanwezigheid van waterplanten belangrijk is, ongeacht het type oever. Dit zou kunnen betekenen dat een maai-beheer waarbij een deel van de waterplanten gespaard wordt wellicht een even effectieve maatregel kan zijn als de aanleg van NVO's in een waterlichaam om het aandeel plantminnende vis te vergroten.



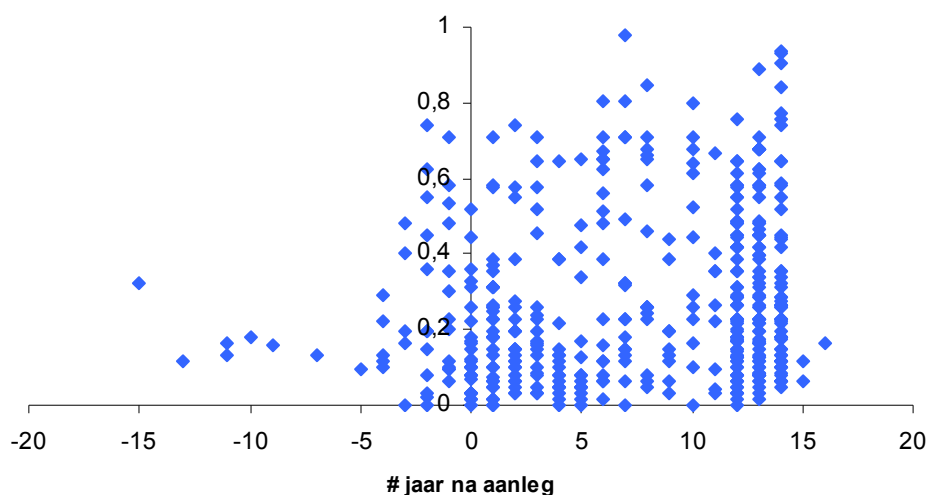
figuur 5-2: Gemiddeld aantal vissen in natuurvriendelijke oevers en in referentielocaties voor plantminnende vissoorten.



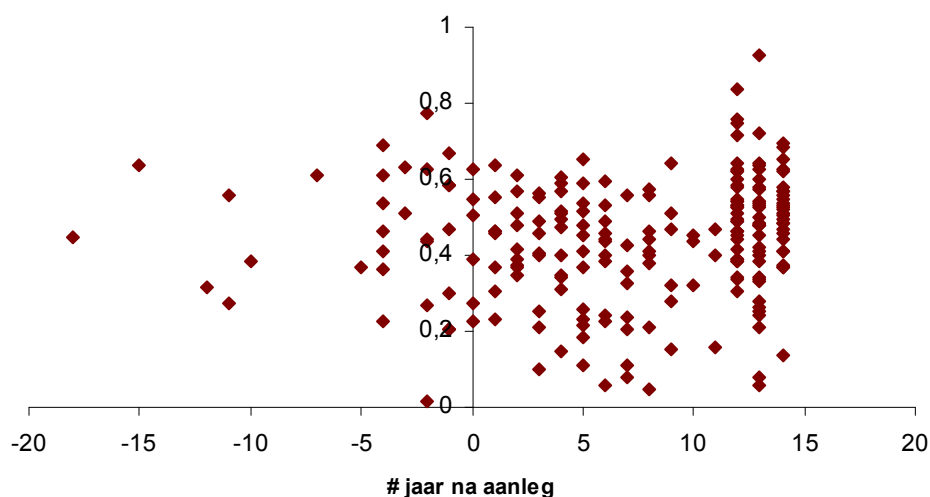
figuur 5-3: Relatief aantal vissen in natuurvriendelijke oevers en in referentielocaties voor plantminnende vissoorten.

5.1.2 Tijdreeksanalyses

Deze analyse is uitgevoerd omdat een nieuw aangelegde natuurvriendelijke oever een ontwikkeling doormaakt waarbij de vraag gesteld kan worden of er tijdens de ontwikkeling een optimum in KRW beoordeling voor de verschillende kwaliteitselementen optreedt. Het bestaan van een optimum zou gevolgen kunnen hebben voor de opbouw van de database en daarmee voor de vervolg analyses. Er zijn verschillende tijdreeksanalyses gedaan om te achterhalen of de hoogste EKR-scores in een bepaald aantal jaar na aanleg gevonden wordt. Door de grote spreiding in de gegevens is uit de analyse van alle NVO's echter geen optimum te vinden (figuur 5-4 en figuur 5-5).



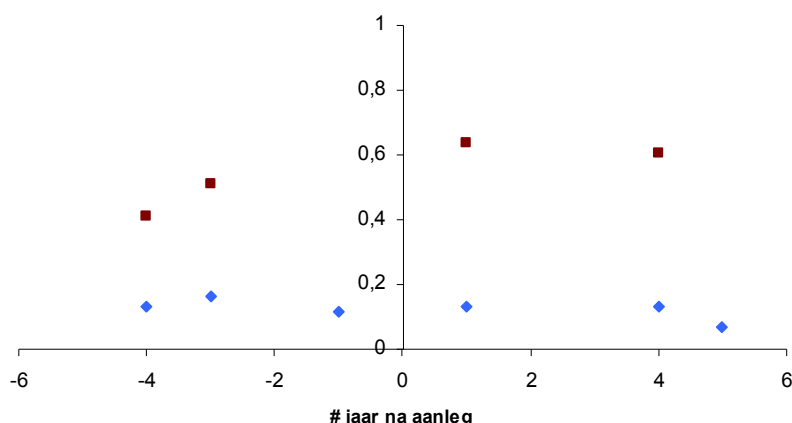
figuur 5-4: Deelmaatlat score voor macrofyten aantal soorten in zoete gebufferde sloten enkele jaren voor aanleg van een natuurvriendelijke oever en enkele jaren erna.



figuur 5-5: Maatlat score voor macrofauna in zoete gebufferde sloten enkele jaren voor aanleg van een natuurvriendelijke oever en enkele jaren erna.

Daarnaast zijn de aangeleverde data van een paar goed gedocumenteerde oevers onderzocht op het voorkomen van een optimum jaar in de EKR-score (figuur 5-6). Hier bleken de meetdata of te ver uit elkaar te liggen om een uitspraak te kunnen doen of er waren te weinig metingen. In de onderstaande figuur is dit geïllustreerd met één locatie waar relatief veel metingen zijn uitgevoerd voor macrofauna en macrofyten. Tussen het eerste en het vierde jaar na aanleg kan een

optimum gezeten hebben, toen en erna zijn helaas geen metingen uitgevoerd. Ook kan het optimum in die periode nog niet bereikt zijn.



figuur 5-6: Deelmaatlat score voor macrofyten (blauw) aantal soorten en macrofauna (rood) op locatie WSG-LOH78 enkele jaren voor aanleg van een natuurvriendelijke oever en enkele jaren erna.

Met uitzondering van enkele gevallen, zijn er uit deze studie geen locaties bekend, waar een langdurige monitoringreeks in NVO's beschikbaar is. Daarom kunnen er alleen trends uit de gehele dataset worden gegenereerd.

5.2 Datadriven modelresultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de classificatiebomen voor vegetatie en macrofauna over de gehele dataset en alleen de NVO-data gepresenteerd. Voor meer uitleg over de dataverzameling en de analysemethodiek zie hoofdstuk 2 en 3.

5.2.1 Leeswijzer modellen

In de volgende subparagrafen zijn een aantal modellen gepresenteerd. Alleen de statistisch verantwoorde modellen zijn weergegeven, met een CCI van > 70% en een K van > 0,4. Modellen die veel op de gepresenteerde modellen lijken of waarvan delen ecologisch gezien niet goed uit te leggen zijn, maar die de gepresenteerde modellen wel ondersteunen zijn opgenomen in bijlage 5.

Boven ieder gepresenteerd model wordt eerst puntsgewijs opgesomd wat uit het model af te lezen is. In de figuuronderschriften van de modellen wordt steeds in een vaste volgorde een aantal karakteristieken van de analyse en het model gegeven, dit zijn:

1. biologisch kwaliteitselement (macrofyten – macrofauna)
2. respons variabele (indicatorsoorten – EKR-score)
3. type dataset
4. aantal elementen in deze dataset (n =....)
5. CCI-waarde gevolgd door percentage (%) en de Kappa-waarde

Sommige weergegeven waarden moeten als indicatie of kwalitatief gezien worden. De gebruikte programmatuur maakt de scheiding tussen < of > dan, in sommige gevallen zijn slechts enkele lage of hoge waarden verantwoordelijk voor de ligging van deze knip. Bijvoorbeeld: voor de afstand tot de NVO wordt 50 meter als afstand naar de dichtstbijzijnde oever genoemd. Hieruit moet dan geconcludeerd worden dat wanneer een NVO dichtbij ligt, een betere EKR-score verkregen wordt, de aangegeven 50 meter is dus indicatief en moet niet absoluut worden gezien. Onder ieder model wordt vervolgens een (mogelijke) verklaring gegeven voor de gevonden verbanden op basis van expertoordeel en waar mogelijk aangevuld met andere bronnen.

Tot slot is per model in een samenvattend tabelletje een eindoordeel gegeven, waarin aangegeven is of een model statisch goed is, logisch is en op welke aspecten van de oever het model betrekking heeft (locatiekeuze, ontwerp, inrichting, beheer, onderhoud en/of peilbeheer).

In de gepresenteerde modellen is steeds een doorgedreven stratificatie gebruikt (zie tekstblok in paragraaf 4.3), daarom zijn in de figuren alleen goede (groen) en slechte scores (rood) weergegeven. Als het aantal oevers (instances) onder een parameter of variabele erg laag is, is het blokje wit gemaakt, als teken dat op basis van deze uitkomsten geen uitspraken worden gedaan.

Voor ieder model is een conclusie getrokken of het gebruikt kan worden op basis van de rekenkundige regels die hierboven zijn genoemd en vanuit expert oordeel ecologisch verklaarbaar zijn van het model, zogenaamd logisch zijn van het model.

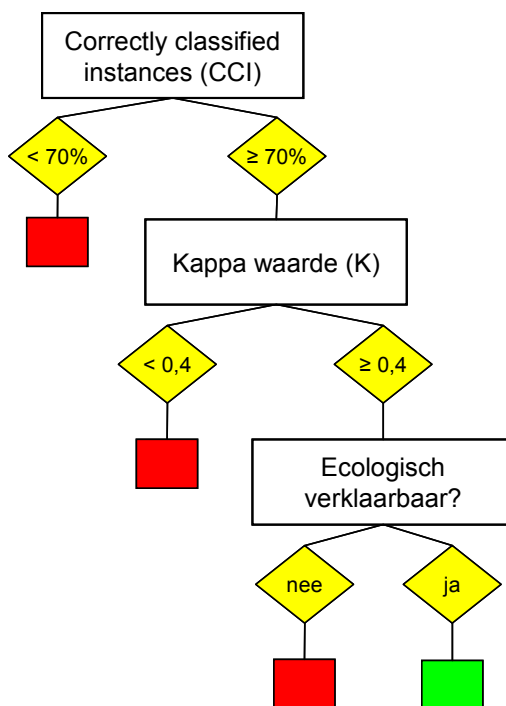
Bij het bepalen of modellen logisch of onlogisch zijn, zijn de modellen gespiegeld aan een aantal regels die in de huidige praktijk algemeen geaccepteerd zijn met betrekking tot processen die van invloed zijn op het voorkomen van macrofauna en water- en oeverplanten in oevermilieu. Deze regels zijn de volgende:

- Natuurvriendelijke oevers (NVO's) geven hogere EKR-scores voor macrofyten en macrofauna dan niet-beschoeide oevers, en van beschoeide oevers verwachten we dat ze de laagste scores hebben.
- In oevers met een flauw talud, zowel boven als onderwater, is de EKR-score voor macrofyten en macrofauna hoger (zie ook figuur 2.1).
- Brede natuurvriendelijke oevers hebben een hogere ecologische kwaliteit dan smalle oevers.
- Flexibel- en natuurlijk peilbeheer zijn beter voor oeverplanten dan vast- en tegennatuurlijk peilbeheer. Voor een goede groei van riet en andere helofyten is een natuurlijke fluctuatie van het waterpeil noodzakelijk. Voor waterplanten is het peil minder belangrijk, wel wordt het begroeibaar areaal kleiner bij tegennatuurlijk peil (Coops 2002).
- Voedselarme zandbodems leveren over het algemeen interessantere vegetaties en macrofauna gemeenschappen op dan de vaak voedselrijkere klei- en veenbodems, en dus hogere EKR-scores.
- Waterplanten groeien beter in helder water en relatief voedselarme omstandigheden (fosfaat laag, stikstof laag) dan in troebel voedselrijk water.
- Variatie in habitats levert meer verschillende soorten op.
- Maaien/schonen⁷ met afvoeren is de beste vorm van beheer (o.a. Keizer e.a. 2006, ter Heerdt e.a. 2010), waarmee vermesting en verzuivering door strooisel ophoping wordt voorkomen en verlanding⁸ vertraagd wordt.
- Klepelen is slecht voor water- en oevervegetatie, er treedt door ophoping van organisch materiaal snel verlanding op.
- Niet beheren en onderhouden van watergangen en oevers leidt tot verlanden en uiteindelijk tot bosvorming
- In kanalen met een aan- en afvoerfunctie zijn hogere EKR-scores te verwachten dan in kanalen met scheepvaart, omdat in deze laatste door scheepvaart meer golfslag is waardoor meer verstoring optreedt.

⁷ Met maaien (ook wel schonen genoemd), gaat het om zowel het droge als het natte deel van de oever. Klepelen gebeurt alleen op droge oevers.

⁸ Met verlanding wordt hier het dichtslibben van oevers bedoeld door een opeenhoping van organisch materiaal en slib, en niet verlanding via het proces van kragge vorming en drijftillen.

In het onderstaande schema is de werkwijze bij het beoordelen van de modellen in een stroom-
schema gezet. Als modellen niet logisch zijn kan het of leiden tot nieuwe inzichten, of liggen
aan de opbouw van de dataset of liggen aan de beoordeling van de onderliggende gegevens.



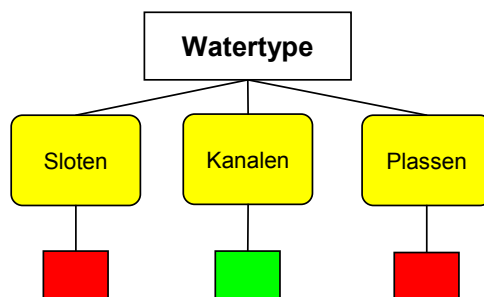
figuur 5-7: Stroomschema beoordeling modellen.

5.2.2 Modellen voor alle oevers

5.2.2.1 Macrofyten alle oevers

Als eerste presenteren we een model met de parameter die veel invloed heeft op de gehele data analyse (figuur 5-8).

- Als het watertype kanaal is levert dat een goede score op voor macrofyten;
- Is het watertype sloot of plas dan is de score slecht.



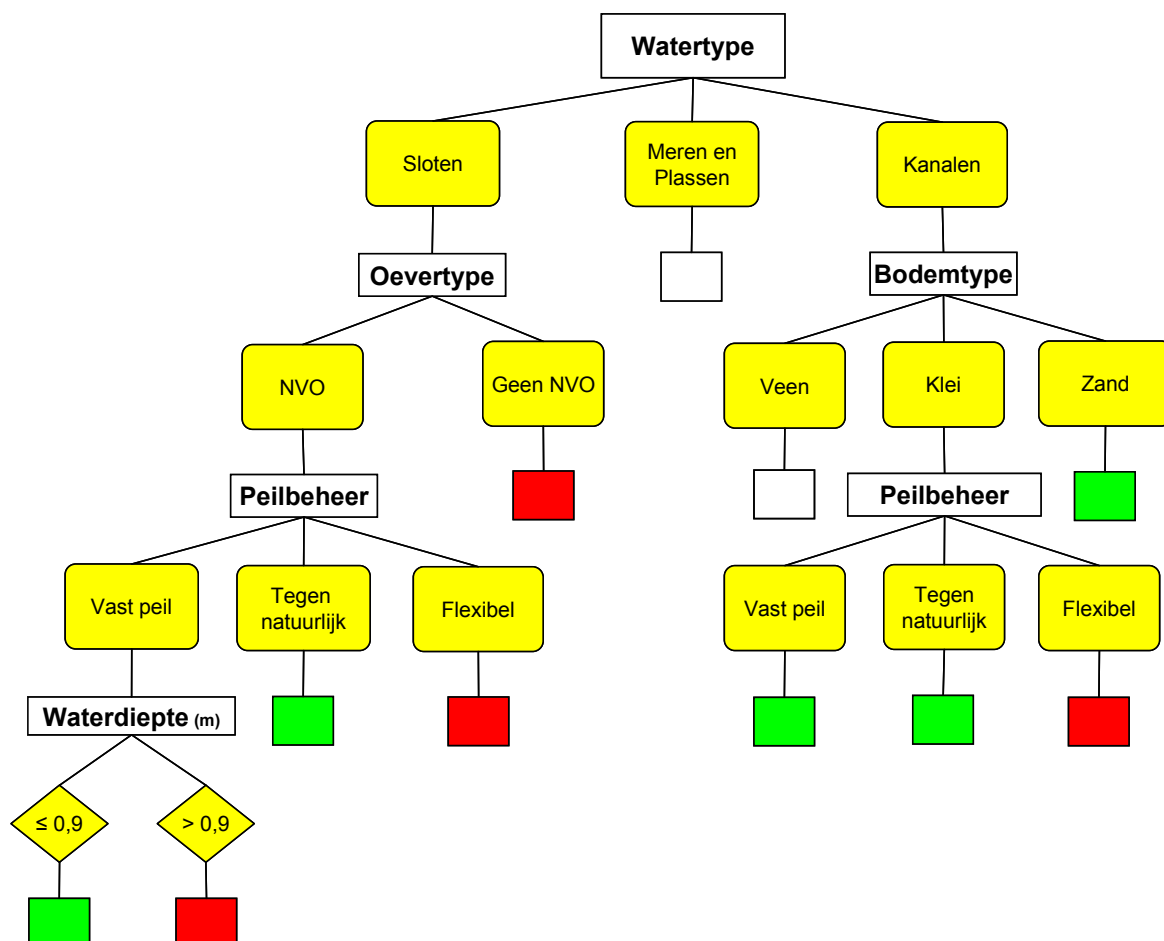
figuur 5-8: Model voor macrofyten, EKR-score, alle data, $n=112$, CCI: 85%, K 0,69.

Dit model laat de algemene tendens voor de EKR-scores voor macrofyten in het gehele rapport zien. De kanalen scoren beter dan sloten, meren en plassen. Het watertype lijkt een grote rol te spelen in de kwaliteit van de vegetatie van waterlichamen. Een mogelijke oorzaak hiervoor is dat de beoordelingsmethode leidend is. De KRW-maatlat voor macrofyten is vanwege de gebruiksfunctie van kanalen (scheepvaart en/of afvoer) soepeler dan die sloten en plassen. Hierdoor scoren macrofyten in kanalen eerder goed dan in sloten, plassen en meren. In het model worden de verschillende watertypen vanwege dit verschil al snel onderscheiden. Ook in de meer complexe modellen zien we vaak als eerste een scheiding in het watertype.

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze

Van het onderstaand model (figuur 5-9) voor macrofyten is het volgende af te leiden:

- Bij sloten scoren niet-NVO's slecht;
- NVO's in sloten scoren alleen goed bij tegennatuurlijk peil en bij vast peil bij een waterdiepte < 0,9 m;
- In sloten scoren NVO's bij een flexibel peil slecht;
- Kanalen scoren altijd goed op zand;
- Kanalen op klei scoren alleen goed bij vast en tegennatuurlijk peil.



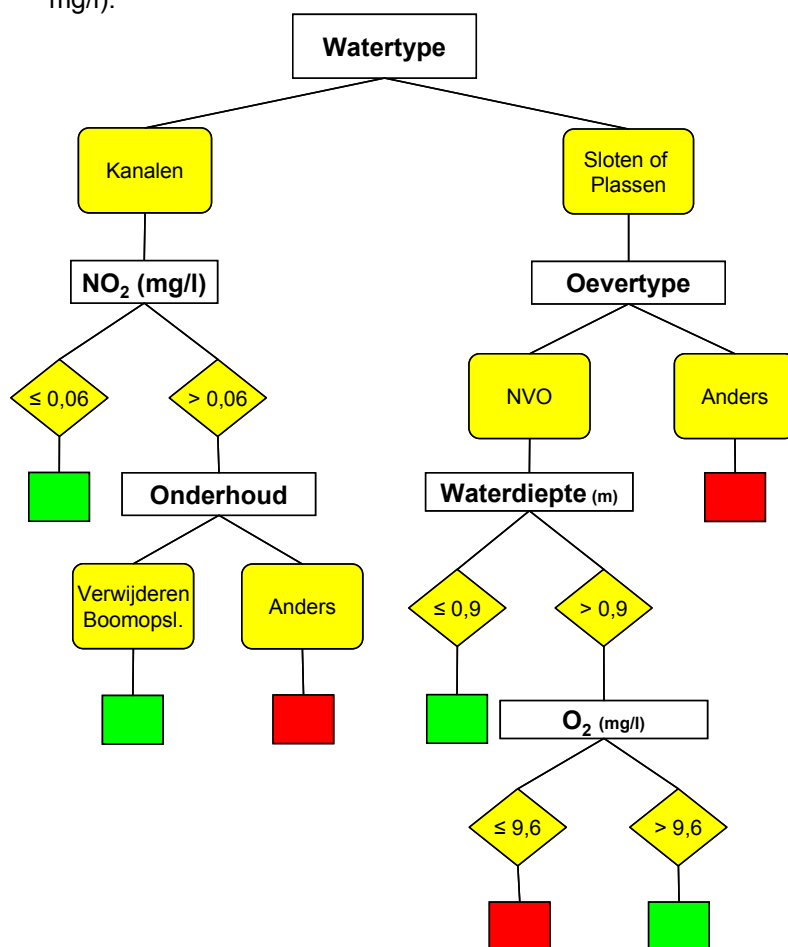
figuur 5-9: Model voor macrofyten, EKR-score, alle data, n=112, CCI: 83%, K: 0,66.

Waterplanten in kanalen scoren hoger op zand- en kleibodems dan op veen, dit is conform de ecologische theorieën. Bij een kleibodem doen de planten het alleen goed bij een vast- en tegen natuurlijk peil en slecht bij een flexibel peil. Voor waterplanten is een vast peil niet onoverkomelijk, wel kan vooral in grote wateren met een tegen natuurlijk peil het begroeibaar areaal verkleinen in het groeiseizoen (Coops 2002). Voor oeverplanten is het model op dit punt onlogisch, de algemene aanname is dat flexibel peil goed is en vast- en tegen natuurlijk peil slecht zijn (o.a. Coops 2002).

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze, ontwerp en peilbeheer

Van het model in figuur 5-10 voor macrofyten is af te leiden dat:

- De EKR-score voor macrofyten is goed in kanalen bij lage nitrietgehalten (NO_2), bij hoge NO_2 gehalten is de score alleen goed als boomopslag verwijderd wordt;
- Bij sloten of plassen alleen een hoge EKR-score macrofyten bij NVO's bij een geringe waterdiepte, bij diepere watergangen scoren ze alleen goed bij een hoog zuurstofgehalte ($> 9,6$ mg/l).



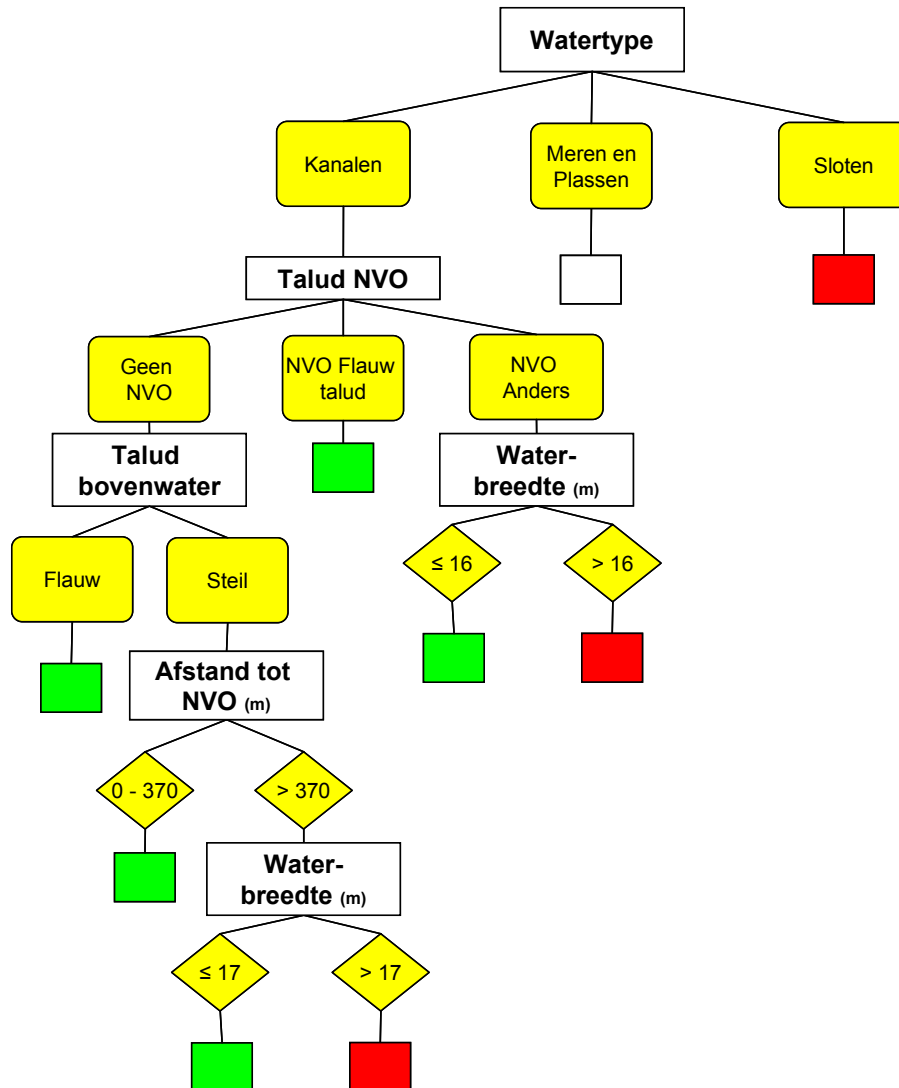
figuur 5-10: Model voor macrofyten, EKR-score, alle data, $n=112$, CCI:80%, $K: 0,59$.

Bladval kan voor hoge nitrietgehalten zorgen (o.a. de Vos e.a. 2006), nitriet kan een toxisch effect hebben op planten en dieren. Het verwijderen van bomen kan daardoor een gunstige invloed hebben op waterplanten, het water wordt immers minder toxisch doordat het nitrietgehalte afneemt. Ook zal het verwijderen van boomopslag direct zorgen voor minder schaduw op de oever en het wateroppervlak, waardoor de vegetatie beter kan ontwikkelen. In sloten of plassen scoren waterplanten in natuurvriendelijke oevers goed en slecht in niet NVO's (dit zijn beschoeide, niet-beschoeide of andere oevers). De relatie tussen waterplanten en het zuurstofgehalte is op zich logisch, maar zou eigenlijk omgedraaid moeten zijn. Het hoge zuurstofgehalte is gerelateerd aan een goede score voor de vegetatie, terwijl juist de aanwezigheid van veel waterplanten kan zorgen voor een hoog zuurstofgehalte in het water. Belangrijk is wanneer het zuurstofgehalte gemeten is. Daarnaast kan wellicht de relatie hoog zuurstofgehalte met een hoge EKR voor vegetatie gerelateerd worden aan het ontbreken van processen die veel zuurstof vragen, zoals de afbraak van organisch materiaal in een slibbodem.

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze, ontwerp en onderhoud

In het model weergegeven in figuur 5-11 is de EKR-score voor macrofyten als volgt verklaard:

- Bij kanalen is de EKR-score macrofyten goed bij NVO's met een flauw talud;
- Bij kanalen is de score ook goed bij niet NVO's met een flauw bovenwatertalud;
- Bij kanalen scoren NVO's met een steil bovenwatertalud alleen goed als de afstand tot de NVO 0 - 370 meter is of bij een smal kanaal (< 17 m);
- Andere NVO's (dit zijn plasbermen, plas-dras, floatlands, onderwaterwand) scoren alleen goed als het om een smal kanaal gaat.



figuur 5-11: Model voor macrofyten, EKR-score, alle data, $n=112$, CCI: 77%, K: 0,55.

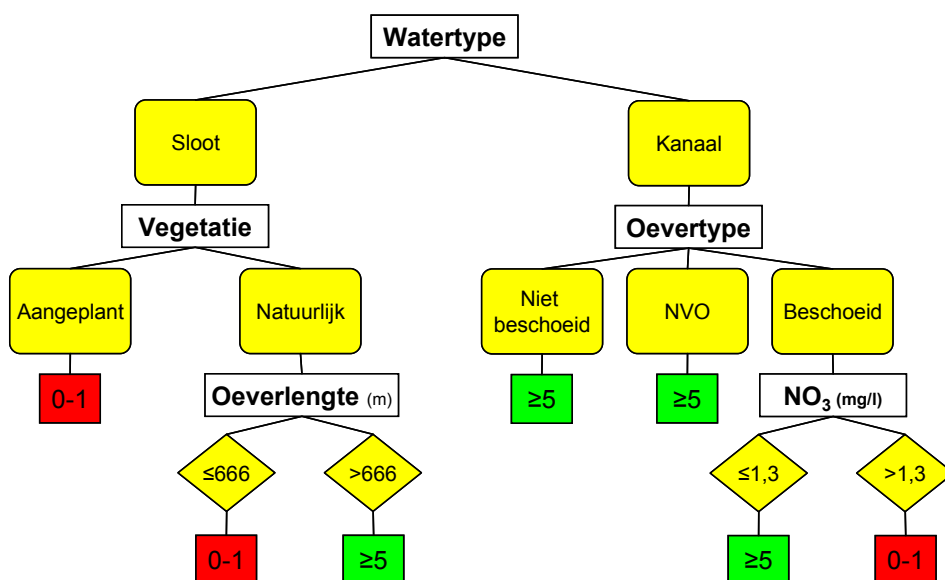
Dat macrofyten beter scoren in natuurvriendelijke oevers met een flauw talud is wat verwacht wordt immers de zone waar waterplanten kunnen groeien is dan breder. Blijkbaar is met een flauw bovenwater talud ook een goede EKR-score te behalen. Dat komt omdat in de EKR-maatlat ook helofyten zitten, die deels op de waterlijn groeien en profiteren van een flauw bovenwater talud. De nabijheid van een andere natuurvriendelijke oever zal zaden en vegetatieve plantendelen kunnen aanvoeren voor de kolonisatie, een uitstralingseffect op de omgeving. Hoe breder en groter een watergang des te lastiger zal vegetatie zich vestigen, het begroeibaar areaal is ook kleiner. Alle processen die spelen in een watersysteem worden immers ook een maatje groter zoals wind- en golfdynamiek, erosie en sedimentatie, etc. Daarnaast kan het ook een effect zijn van minder begroeibaar areaal in de bredere scheepvaartkanalen die in de beoordeling terug te zien is. Als hier bij de data aanlevering geen rekening mee is gehouden (wat zeer waarschijnlijk is) kunnen vooral in de bredere (scheepvaart)

kanalen de EKR-scores macrofyten lager uitvallen dan wanneer wel rekening gehouden is met begroeibaar areaal.

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze en ontwerp

Het model in figuur 5-12 is een model uit een van de eerste gegevensanalyses⁹ en laat zien dat:

- In kanalen met NVO's en niet beschoeide oevers een goede score behaald wordt voor macrofyten indicatorsoorten;
- Kanalen met beschoeide oevers alleen goed scoren bij een nitraatgehalte (NO₃) van < 1,3 mg/l;
- Sloten scoren alleen goed met een natuurlijke begroeiing en een oeverlengte > 666 m.



figuur 5-12: Model voor macrofyten, indicatorsoorten, alle data, n=162; CCI: 74%, K: 0,48.

Het is logisch dat macrofyten het beter doen in NVO's en niet beschoeide oevers omdat bij beschoeide oevers vaak een zone voor water- en oeverplanten ontbreekt. De hogere score in een natuurlijke vegetatie komt doordat in natuurlijke vegetaties doorgaans meer soorten worden aangetroffen. Dit wordt verklaard doordat aanplant zich vaak beperkt tot een of enkele soorten, bijv. rietpollen aanplant. Daarnaast leveren lage nutriëntengehalten over het algemeen meer en interessante soorten op dan eutrofe omstandigheden. Pelsma e.a. (2009) geven aan dat bij een totaal fosfaatgehalte van groter dan 0,35 mg/l het aanleggen van een natuurvriendelijke oever niet aan te raden is, eerst zal het fosfaatgehalte verder omlaag moeten. De betere score wordt ook gerelateerd aan de areaalgrootte, hoe groter een oever hoe groter de kans op meer soorten, waardoor een grotere oever in eenzelfde gebied meer soorten kan herbergen dan een kleinere. Dat langere oevers beter scoren dan kortere is mogelijk ook te verklaren door een monitoringeffect, hoe groter het onderzochte gebied hoe groter kans op het treffen van soorten. Pas sinds 2006 zijn de oevers conform de KRW methodiek opgenomen waarbij de opnames standaard 100 m lang zijn.

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze, ontwerp en inrichting

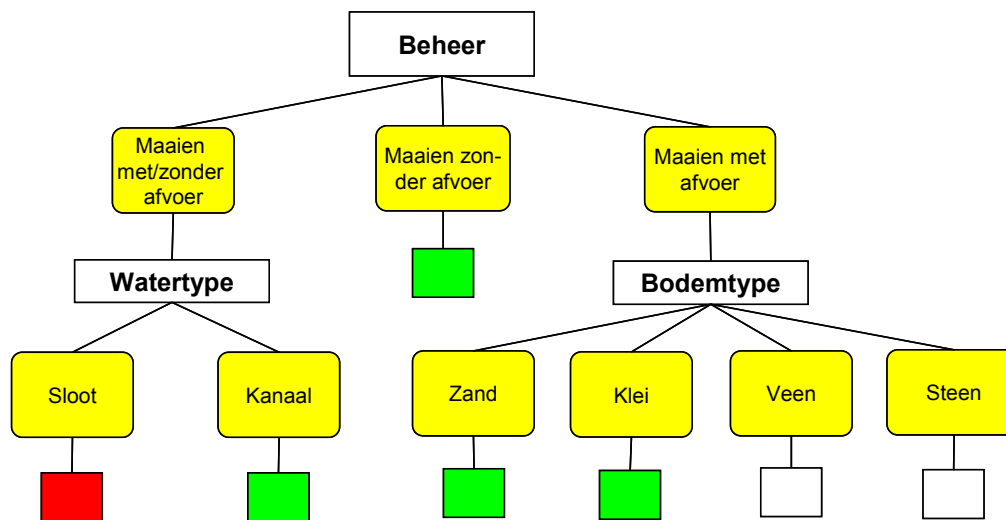
⁹ De meeste modellen uit eerdere analyse rondes konden niet hergebruikt worden, omdat een verandering in de onderliggende dataset had plaatsgevonden, bij dit model en het model in figuur 5-17 was dat niet het geval.

Zie ook het model in bijlage 5 waar de uitsplitsing van oevertype al helemaal bovenin het model gebeurt.

5.2.2.2 Macrofauna alle oevers

In figuur 5-13 is een model weergegeven waarin de EKR-score van macrofauna als volgt verklaard wordt:

- Oevers die gemaaid/geschoond worden zonder afvoer scoren goed voor EKR macrofauna;
- Oevers waar wordt gemaaid/geschoond en afgevoerd scoren goed;
- Oevers die worden gemaaid (met afvoer onbekend) scoren alleen goed voor kanalen.



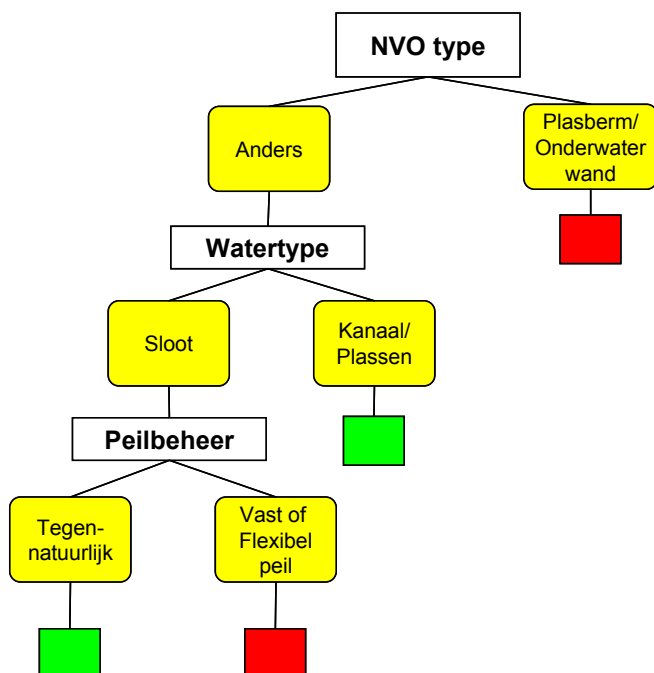
figuur 5-13: Model voor macrofauna, EKR-score, alle data, n=82, CCI: 84%, K 0,68.

Over het algemeen wordt aangenomen dat maaien/schonen zonder afvoeren slecht is voor vegetaties en de daarmee geassocieerde levensgemeenschappen. Na verloop van tijd treedt hierdoor verrijking, verruiging van de vegetatie en tot slot verlanding op. De goede scores voor maaien/schonen met afvoer is volgens de verwachting. Het afvoeren van maaisel/schoonsel leidt tot vershraling van het oevermilieu waardoor de soortenrijkdom toe kan nemen. Voor macrofauna zouden op korte termijn de invloed van niet afvoeren van maaisel wel eens positief kunnen zijn, doordat er een groter aanbod van voedsel en habitat ontstaat (zie ook figuur 5-21). Op de lange termijn is de verwachting dat bij maaien zonder afvoer een oever verlandt en helemaal ongeschikt wordt voor macrofauna.

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Beheer en locatiekeuze

In het volgende model in figuur 5-14 is de EKR-score van macrofauna als volgt bepaald:

- Plasbermen en onderwaterwanden scoren slecht voor de EKR macrofauna;
- andere NVO's (plas-dras en flauw talud) scoren goed bij kanalen en plassen, en bij sloten alleen goed bij een tegennatuurlijk peil in tegenstelling tot een vast of flexibel peilbeheer.



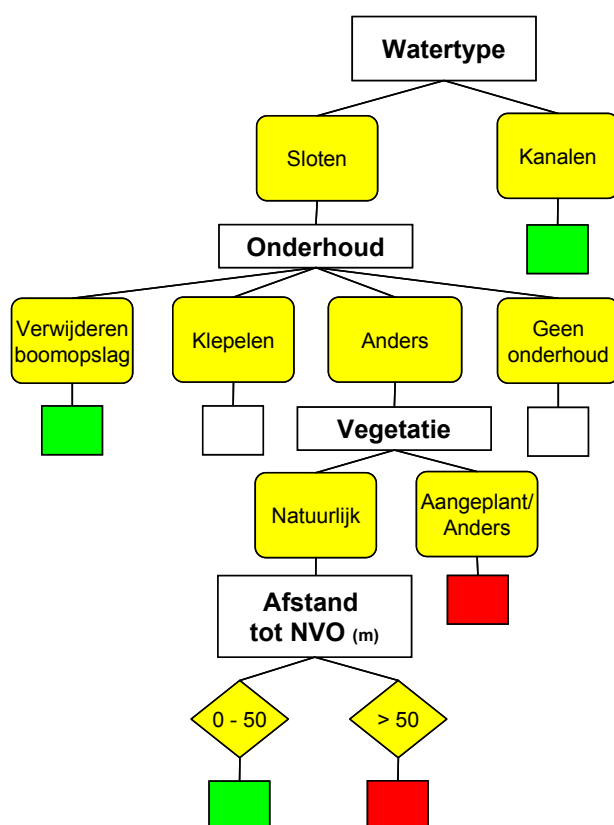
figuur 5-14 : Model voor macrofauna, EKR-score, alle data, $n=82$, CCI: 80%, $K 0,61$.

Blijkbaar zijn bijna alle NVO's goed voor de ontwikkeling van macrofauna in kanalen. Dit is op zich logisch, omdat in deze uniforme, vaak met steile taluds of oeververdedigingen afgewerkte watergangen weinig habitats aanwezig zijn voor macrofauna. Het deel van het model, dat aangeeft dat tegennatuurlijk peil in sloten goed zou zijn voor de EKR voor macrofauna zou verklaard kunnen worden doordat bij een hogere waterstand in de zomer er meer habitat en voedsel beschikbaar is voor macrofauna. Het lijkt erop dat het waterlijnhabitat belangrijk is voor macrofaunasoorten. Bij plas-dras oevers en bij oevers met flauwe taluds is dit habitat aanzienlijk meer voorhanden dan bij plasbermen (en onderwaterwanden). En bij een tegennatuurlijk peil komt er meer waterlijnhabitat beschikbaar dan bij een vast peil of een variërend flexibel peil. In kanalen en in mindere mate bij plassen (weinig cases) is de EKR-score voor macrofauna in plas-dras en flauwe oever NVO's wel altijd goed. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de soepelere maatlat voor kanalen (zie ook figuur 5-8).

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Ontwerp en peilbeheer

Onderstaand model is op twee manieren gemaakt één keer met een binaire split en één keer met een multiële split. Het meest uitgebreide model is hieronder gepresenteerd, het tweede model staat in bijlage 5. Op basis van het model is het volgende af te leiden:

- Kanalen scoren goed voor de EKR macrofauna;
- Sloten scoren alleen goed op EKR macrofauna als boomopslag verwijderd wordt;
- Sloten met ander onderhoud (dat is dan niet: klepelen, geen onderhoud en verwijderen van boomopslag) krijgen alleen een goede EKR-score macrofauna bij een natuurlijke vegetatie, en als ze binnen 0 – 50 meter van een NVO gelegen zijn.



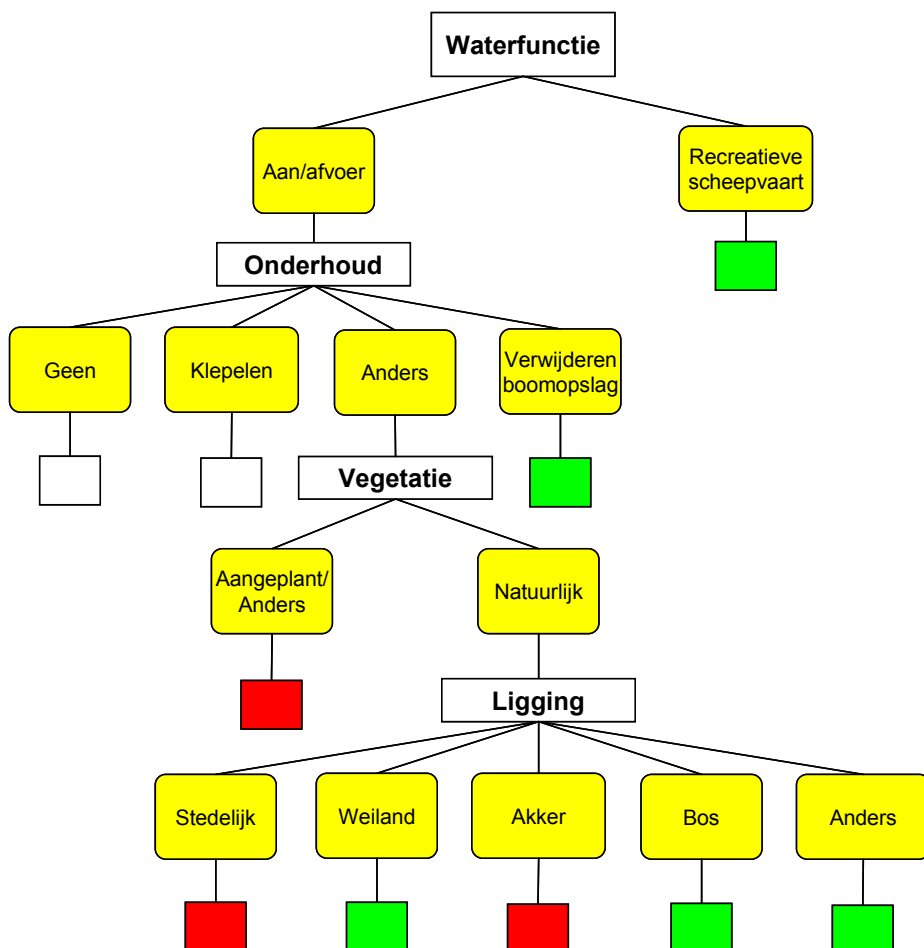
figuur 5-15: Model voor macrofauna, EKR-score, alle data, $n = 82$, CCI: 83%, $K 0,66$.

Dat onderhoud goed is voor de macrofauna EKR is logisch, omdat anders een oever verland en er geen plek meer is voor aquatische macrofauna, ook beschaduwing kan een negatieve invloed hebben op macrofauna. Zonder onderhoud blijft organisch materiaal liggen en hoopt vaak op wat tot zuurstofloosheid kan leiden en een sliblaag. Slootonderhoud betreft meestal direct of indirect de hele sloot, vaak wordt een sloot terug gebracht in een pioniermilieu, een stadium dat meestal arm is aan soorten, maar wel veel individuen kan herbergen. In natuurlijke vegetaties ontwikkelen zich meestal meer plantensoorten dan in aangeplante vegetaties (zie ook figuur 5-12). Dit leidt tot meer variatie in habitats, wat weer leidt tot meer macrofaunasoorten. Verder is de structuur van een natuurlijke vegetatie veel interessanter voor macrofauna dan van een aangeplante vegetatie, die vaak maar uit een handvol even oude, in rechte lijnen geplante soorten bestaat. De invloed van onderhoud op een aangeplante of een natuurlijke vegetatie is deels te verklaren. Een eenzijdige vegetatie zal eerder last hebben van een tijdelijke nadelige situatie na onderhoud dan een gevarieerde vegetatie, omdat in deze laatste de soorten meer verschillen in bouw, leeftijd en strategie. Mogelijk zal een natuurlijke vegetatie zich hierdoor ook sneller herstellen. De nabijheid van een NVO heeft blijkbaar een uitstralingseffect op de EKR-score voor macrofauna op de meetlocaties (zie ook bijlage 5).

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze, onderhoud, inrichting en omgeving

In het model in figuur 5-16 is de EKR-score voor macrofauna goed bij onderhoud evenals in het vorige model en bijlage 5. Daarnaast is ook de functie van de watergang van belang:

- Wateren met recreatieve scheepvaart scoren goed op EKR macrofauna (kanalen);
- Wateren met aan/afvoerfunctie scoren goed bij verwijderen boomopslag (sloten en kanalen);
- Wateren met aan/afvoerfunctie scoren alleen goed bij natuurlijke vegetatie in weilanden en bossen;
- In stedelijk gebied en akkers scoren wateren met aan/afvoerfunctie slecht op EKR macrofauna ook bij een natuurlijke vegetatie.



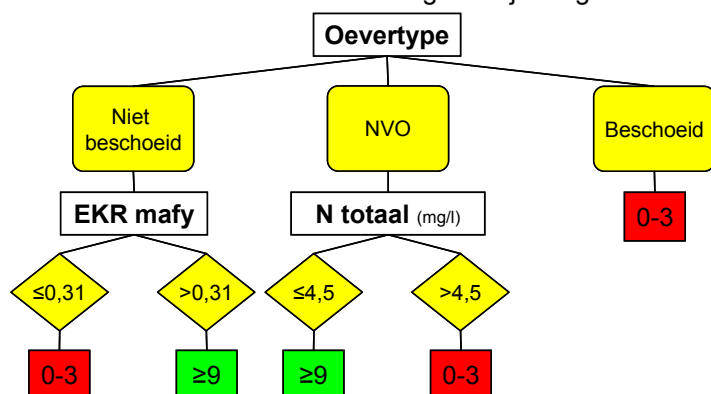
figuur 5-16: Model voor macrofauna, EKR-score, alle data, $n = 82$, CCI: 76%, $K 0,51$.

Deels komt de verklaring overeen met die van het vorige model, geen onderhoud leidt tot verlanding en ongeschikte habitats voor macrofauna. Opvallend is dat de omgeving naar voren komt, het is op zich wel volgens de verwachting dat een vegetatie in een weiland of bos een betere macrofauna score oplevert dan langs een akker of in de stad. Dit kan verklaard worden door het gebruik van nutriënten of bestrijdingsmiddelen in de buurt van akkers of in de stad en de afwezigheid van nabije bronpopulaties. Dat de macrofauna in wateren met recreatieve scheepvaart (voornamelijk kanalen) beter scoort, is mogelijk een gevolg van de maatlaten voor deze groep. In dit soort kanalen wordt er blijkbaar gemakkelijker goed gescoord op de maatlat voor macrofauna (zie ook figuur 5-8).

Rekenkundig:	Statistisch sterk model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Functie, onderhoud, inrichting en ligging

Onderstaand model (figuur 5-17) is erg interessant (zie voetnoot 9):

- Beschoeide oevers scoren slecht voor macrofauna indicatoren (zie 4.3.2 voor uitleg indicatorsoorten);
- NVO's scoren alleen goed bij totaal stikstofgehalte van $<4,5$ mg/l;
- Niet beschoeide oevers scoren goed bij een goede score voor de EKR macrofyten;



figuur 5-17: Model voor macrofauna, indicatorsoorten, alle data, $n = 58$, CCI: 72%, $K: 0,44$

Dit model laat zien dat bij beschoeide oevers, weinig indicatorsoorten voor macrofauna gevonden zijn. Niet-beschoeide oevers kunnen goed scoren voor het aantal indicatorsoorten van macrofauna, wanneer de EKR voor macrofyten ook hoog scoort. De aanwezigheid van veel macrofauna indicatorsoorten is gerelateerd aan een goed ontwikkelde vegetatie. Voor NVO's geldt dat ze goed scoren als het totaal stikstof concentraties lager is $4,5$ mg/l, dit is trouwens een erg hoge concentratie (zie ook leeswijzer modellen paragraaf 5.2.1). Beschoeide oevers scoren altijd slecht voor macrofauna. Uit het model zou geconcludeerd kunnen worden dat het verhogen van de EKR-score macrofyten voor niet beschoeide oevers, door bijvoorbeeld ecologisch beheer, ook tot een stijging in de EKR-macrofauna leidt.

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Ontwerp, locatiekeuze en indirect beheer

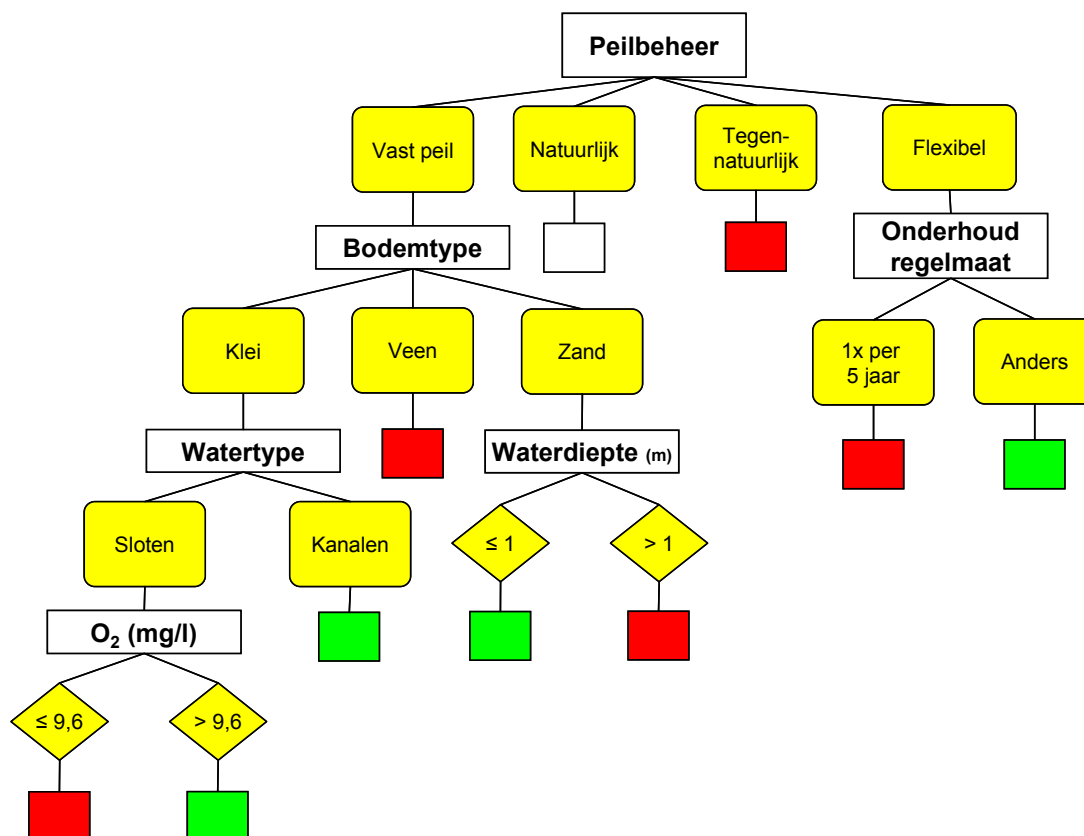
5.2.3 Modellen voor natuurvriendelijke oevers (NVO's)

Naast een algemene dataset, met daarin zowel natuurvriendelijke als traditionele oevers is er ook een subset van de dataset gemaakt met alleen natuurvriendelijke oevers. De data-driven modellen in deze paragraaf zijn afgeleid van de NVO's uit de dataset. Het aantal cases is daarom lager dan in de complete dataset (rond de 50 in plaats van rond de 80).

5.2.3.1 Macrofyten subset NVO's

Het model in figuur 5-18 geeft aan dat in NVO's:

- Een tegennatuurlijk peil slecht scoort op de EKR macrofyten;
- Bij een flexibel peil 1x per 5 jaar onderhoud een slechte score geeft, terwijl bij onderhoud regelmaat anders (1x per 3 jaar, 1 x per 10 jaar, onbekend of geen onderhoud) de score goed is;
- Bij een vast peil scoort veen slecht en zand slecht bij een waterdiepte >1 m;
- Bij een vast peil scoren kanalen op klei goed en sloten op klei alleen goed bij zuurstofgehalte van > 9,6 mg/l;



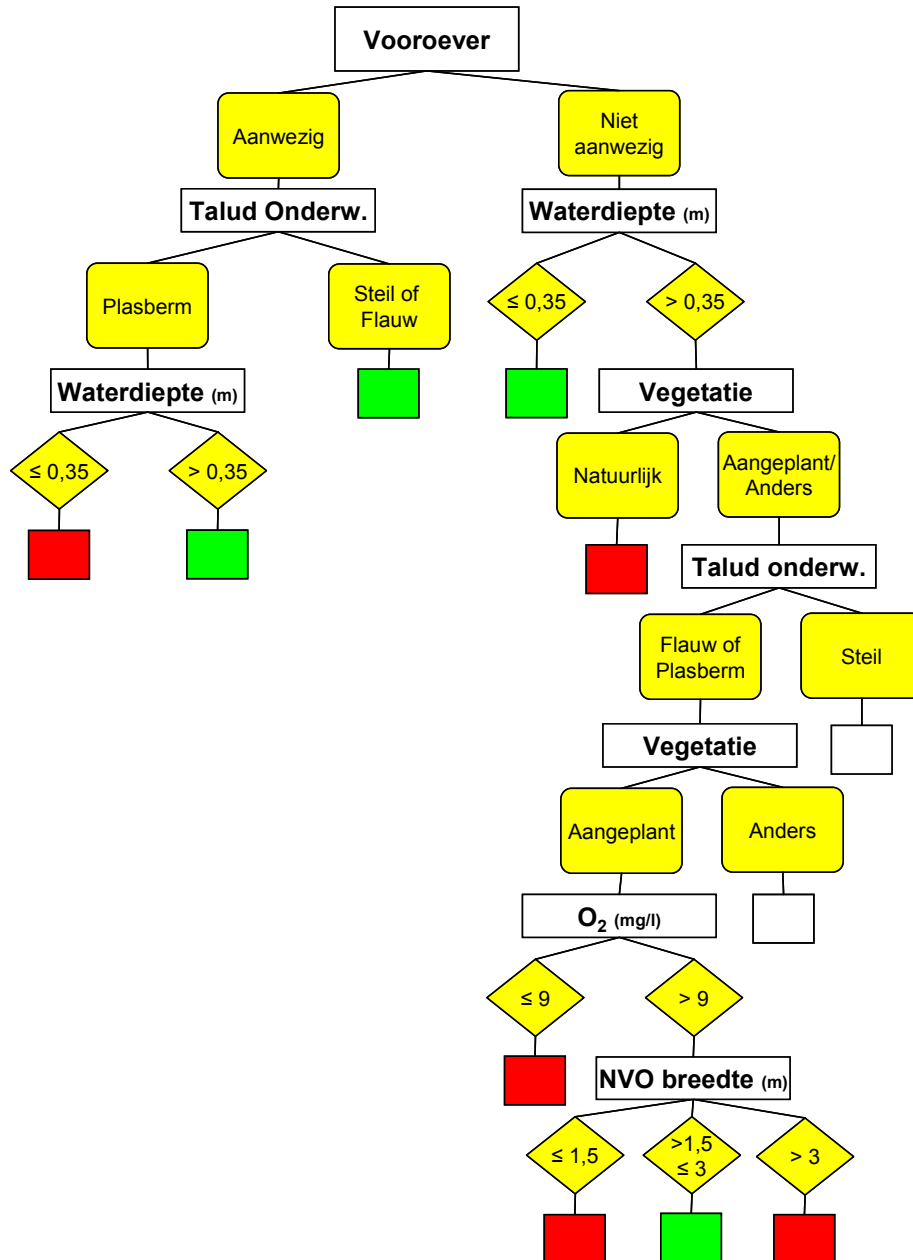
figuur 5-18: Model voor macrofyten, EKR-score, NVO data, n = 58, CCI: 78%, K 0,55.

Het eerste deel van het model is ecologisch te verklaren, echter het tweede deel is erg complex en ecologisch niet goed te interpreteren. Het peilbeheer heeft een belangrijke functie. Dit model spreekt een eerder model tegen, in dat model (figuur 5-9) scoort een tegennatuurlijk peil goed en een flexibel peil slecht voor alle natuurvriendelijke oevertypen (gehele dataset). Voor NVO's lijkt dit dus niet hetzelfde te zijn. Dit zou verklaard kunnen worden omdat in de macrofyten maatlat zowel waterplanten als oeverplanten bevat. Op waterplanten heeft peilbeheer minder invloed dan op oeverplanten. De regel voor het vaste peil komt overeen tussen dit model en het model in figuur 5-9.

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Deels onlogisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Peilbeheer, onderhoud en locatiekeuze

Het model in figuur 5-19 is wederom een complex model:

- In aanwezigheid van een vooroever scoren NVO's goed voor macrofyten, met uitzondering van ondiepe watergangen met plasberm (NVO).
- In afwezigheid van een vooroever scoren macrofyten in ondiepe wateren (< 0,35 m) goed. Bij diepere wateren scoren aangeplante oevers bij een steil onderwatertalud goed op macrofyten.
- Bij een hoog zuurstofgehalte en een NVO tussen 1,5 en 3 m breedte kan ook goed gescoord worden op EKR van macrofyten, er zijn echter veel voorwaarden, waaraan de NVO dan moet voldoen.



figuur 5-19: Model voor macrofyten, EKR-score, NVO data, $n = 58$, CCI: 76%, $K = 0,52$.

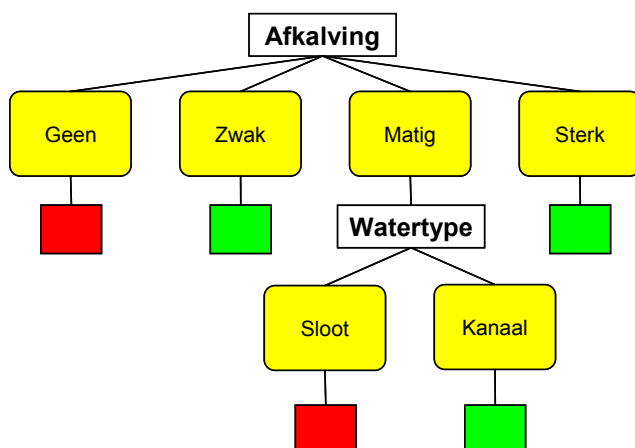
Het model selecteert als eerste op de aanwezigheid van een vooroever. Alleen bij zeer ondiepe wateren achter vooroevers is het niet mogelijk een hoge EKR-score te krijgen voor macrofyten, in alle andere gevallen wel. Op zich is de zone ondieper dan ca. 0,3 m vaak te instabiel voor de vestiging van water- en oeverplanten. De aanleg van een vooroever lijkt dus van groter belang bij een diepere watergang. Andere NVO types, met een steil of flauw talud, in combinatie met

een vooroever kunnen tot een goede EKR-score leiden. Wanneer er geen vooroever aanwezig is, dan is als eerste de waterdiepte van belang. Wanneer de watergang zeer ondiep is, dan kan de EKR-score macrofyten hoog zijn. Hierna wordt het model erg complex (tot 5 niveaus) en onlogisch, aanplant of natuurlijk tweemaal voor, waardoor de drie mogelijke opties van elkaar worden gescheiden. Specifiek voor NVO's kan aanplant van vegetatie in enkele gevallen dus zorgen voor hogere scores. In eerdere algemene modellen scoorde aanplant slecht (figuur 5-15, figuur 5-16 en bijlage 5). Het is interessant dat de breedte van de NVO naar voren komt. Een goede EKR-score voor macrofyten wordt verkregen bij een breedte tussen de 1,5 – 3 m. Dit is mogelijk een monitoringeffect, in relatief smalle oevers volgen de verschillende vegetatietypen elkaar sneller op, waardoor ze misschien beter meegenomen worden in de opnames dan in bredere oevers. Twee andere modellen in bijlage 5 geven ook een relatie tussen de aan- of afwezigheid van een vooroever. Ze lijken veel op het voorgaande model en zijn ondersteunend hiervoor.

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Ontwerp en inrichting

Uit het model in figuur 5-20 zijn de volgende wetmatigheden af te leiden:

- Bij zwakke en sterke afkalving (erosie) is de EKR-score macrofyten goed;
- Als er geen afkalving is de score slecht;
- Bij matige afkalving scoren kanalen goed en sloten slecht.



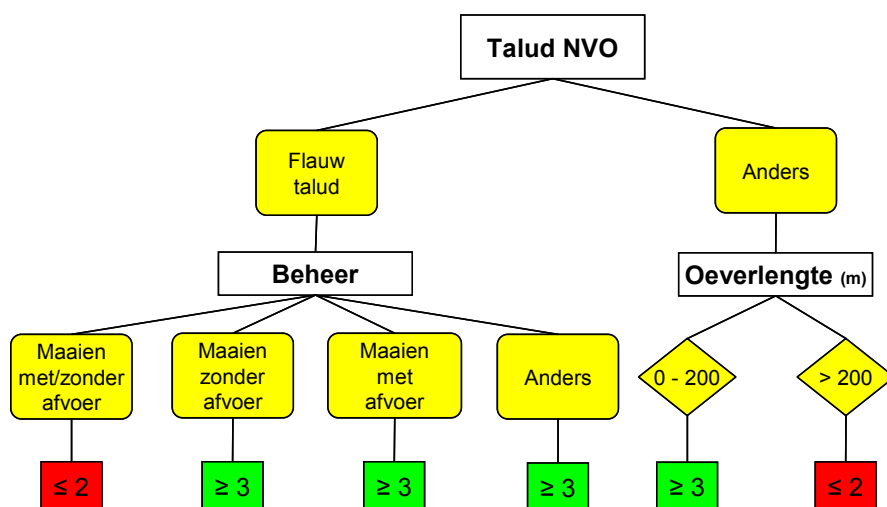
figuur 5-20: Model voor macrofyten, EKR-score, NVO data, n=54, CCI: 81%, K 0,62.

Door erosie ontstaan plaatselijke afwijkende milieus die voor variatie zorgen. Variatie zorgt in veel gevallen voor groeimogelijkheden voor meer soorten wat voor een goede EKR-score kan zorgen.

Rekenkundig:	Statistisch heel goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Ontwerp en inrichting

Het onderstaand model (figuur 5-21) is een model dat scores voorspelt voor macrofauna aan de hand van indicatorsoorten voor de bodem. Hoe meer indicatoren hoe beter de score.

- Een NVO met een flauw talud scoort goed als dit wordt gemaaid/geschoond;
- Als niet bekend is of het maaisel wordt afgevoerd scoort een flauw talud slecht;
- bij andere NVO's scoort een korte oever (< 200 m) beter dan een lange oever.



figuur 5-21: Model voor macrofauna indicatoren (bodem), NVO data, $n = 58$, CCI: 75%, $K 0,50$.

Als een NVO een flauw talud (1:3 en 1:5) heeft is het van belang dat maaibeheer uitgevoerd wordt. De meeste oevers waar maaien met of zonder afvoer is ingevuld zijn aangeleverd door Waterschap Hollandse Delta waar de macrofauna scores relatief laag zijn. De relatie tussen wel en niet afvoeren na maaien en macrofauna is niet duidelijk. Zowel afvoeren als niet afvoeren geeft een goede score, dit is mogelijk een korte termijn effect, waarbij de macrofauna reageert op een groter voedselaanbod (zie ook figuur 5-13). Als het talud van de NVO anders is (dit is als n.v.t. of anders is ingevuld) dan is bij een kleinere oeverlengte het aantal indicatorsoorten hoger dan bij een grotere oeverlengte. Dit is niet logisch, er zouden eerder meer soorten verwacht worden vanwege de toename in areaalgrootte. Dit is mogelijk een monitoringeffect, een korte oever wordt mogelijk vollediger bemonsterd dan een grotere oever.

De relatie met maaibeheer is logisch omdat door maaibeheer uit te voeren voorkomen wordt dat een NVO helemaal dichtgroeit en uiteindelijk verland. Het afvoeren van maaisel is goed voor de vegetatie (o.a. Keizer e.a. 2006, ter Heerdt 2010).

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Ontwerp en beheer

5.3 Resultaten samengevat

In totaal zijn 16 modellen gepresenteerd (incl. bijlage 5) die statistisch goed zijn en ecologisch geheel of gedeeltelijk te verklaren zijn. De meeste modellen zijn gegenereerd op basis van de totale dataset, en een kleiner aantal is gemaakt op basis van de NVO dataset (zie tabel 10).

tabel 10: Aantal gepresenteerde modellen voor macrofyten en macrofauna uit totale dataset en NVO subset.

	macrofyten	macrofauna	totaal
alle data	5	7	12
alleen NVO's	4	0	4
totaal aantal modellen	9	7	

De meeste modellen hebben betrekking op macrofyten. Op zich is dit ook logisch omdat veel van de voor oevers karakteristieke macrofauna en vissen afkomen op de aanwezige water- en oeverplanten. Op basis van de NVO dataset konden geen betrouwbare modellen gegenereerd worden voor macrofauna. Enkele algemene resultaten uit de modellen zijn de volgende:

- Oevers langs kanalen (zowel traditionele en natuurvriendelijke) geven een betere score voor de macrofyten en macrofauna maatlat dan sloten, plassen en meren (figuur 5-8, figuur 5-11, figuur 5-13 en figuur 5-15).
- De aanwezigheid van een NVO in de buurt leidt tot betere EKR-scores voor zowel macrofauna en macrofyten, dit kan een uitstralingseffect zijn (figuur 5-15 en bijlage 5).
- Natuurlijke vestiging van vegetatie leidt tot hogere scores voor macrofauna dan aanplant van vegetatie (figuur 5-15, figuur 5-16 en bijlage 5).
- In bos of weiland is de kans op een betere EKR-score voor macrofauna groter dan langs een akker of in de stad (figuur 5-16).
- Zand biedt betere mogelijkheden voor macrofyten en macrofauna dan klei, en klei beter dan veen (figuur 5-9 en figuur 5-13).
- Over het algemeen scoort flexibel peil slechter voor zowel macrofauna als macrofyten dan tegennatuurlijk en vast peil (figuur 5-9, figuur 5-18). Soms spreken de modellen elkaar tegen.
- Natuurvriendelijke en niet-beschoeide oevers leveren goede scores op voor macrofyten en macrofauna in vergelijking met beschoeide oevers die meestal slecht scoren (figuur 5-9, figuur 5-10, figuur 5-11 en figuur 5-12).
- Zowel boven- als onderwater levert een flauw talud betere scores op bij macrofyten en macrofauna dan een steil talud (figuur 5-11, figuur 5-19 en bijlage 5, figuur 5-17 en figuur 5-21).
- In NVO's is enige mate van afkalving is goed voor indicatorsoorten van macrofyten (figuur 5-20).
- Kanalen die smaller zijn dan 17 m lijken beter te scoren dan bredere kanalen (figuur 5-11).
- Een vooroevers is belangrijker bij een grotere waterdiepte (figuur 5-19 en bijlage 5).
- NVO's die groter zijn dan 1,5 m en kleiner dan 3,0 m scoren beter voor macrofyten dan kleinere en grotere NVO's (figuur 5-19).
- Als diepte in een model zit komt vaak ook zuurstof erin voor, mogelijk is dit een relatie met de aanwezigheid van een sliblaag (of een omgekeerde relatie aangezien planten overdag zuurstof produceren)(figuur 5-10 en figuur 5-19).
- Hele hoge zuurstofconcentraties in het water zijn gerelateerd aan een hoge EKR score (figuur 5-18, figuur 5-19 en bijlage 5).
- Als stikstof in een model voorkomt, worden de goede scores bij de lagere gehalten gevonden (figuur 5-10, figuur 5-12) en in mindere mate in figuur 5-17.
- Maai-beheer en onderhoud leiden tot betere scores voor oevers voor zowel macrofauna als macrofyten (figuur 5-10, figuur 5-13, figuur 5-15, figuur 5-16, figuur 5-18 en bijlage 5).
- Natuurvriendelijke oevers hebben een functie als opgroei habitat voor jonge vis. Verder is aanwezigheid van vegetatie positief gerelateerd aan de aanwezigheid van plantminnende vis. Van Bittervoorn en Ruisvoorn beide plantminnende soorten significant vastgesteld dat ze vaker in NVO's dan erbuiten gevonden zijn dan erbuiten (zie paragraaf 5.1.1).

6 Discussie en conclusies

In dit hoofdstuk wordt van de uitkomsten van het onderzoek besproken in hoeverre ze een antwoord geven op de onderzoeksvragen. Tevens zijn een aantal conclusies getrokken op basis van de datagedreven classificatiebomen.

6.1 Discussie naar aanleiding van de analyses

Een aantal van de uitkomsten van de analyses zoals gegeven in hoofdstuk 5 worden hier nader besproken.

Watertype meest bepalend

Door de totale analyses is te zien dat kanalen beter scoren dan sloten, plassen en meren voor de EKR-score macrofyten en macrofauna (figuur 5-8 en figuur 5-15). Dit roept de vraag op of kanalen gemiddeld gezien binnen de kaders en beoordelingsmethodiek op dit moment gewoon al in een betere toestand verkeren dan de sloten en de meren of dat hier iets anders aan de hand is. Kanalen hebben meestal een gebruiksfunctie, zoals scheepsvaart, water aan- en afvoer, met de daarbij behorende inrichting en beheer (beschoeiing, steile oevers, vast peil, gemiddelde waterkwaliteit). In de maatlaten voor kunstmatige en sterk veranderde wateren wordt met het voorkomen van soorten rekening gehouden met de gebruiksfunctie van watertype en is daarom minder streng, waardoor de scores eerder hoog zijn. In de modellen worden de verschillende watertypen vanwege dit verschil al snel uit elkaar gezet. Ook in de meer complexe modellen zien we vaak als eerste een scheiding in het watertype. In sloten is ook sprake van een gebruiksfunctie (wateraanvoer en - afvoer) maar is de potentie aan kwaliteit hoger ingeschaald doordat ze ondieper zijn, niet beschoeid en meer kunnen variëren in waterkwaliteit. Andere verklaringen kunnen zijn dat de maatlaten voor sloten strenger zijn dan realistisch voor de kwaliteit van sloten, of dat de maatlaten voor kanalen meer geschikt zijn om positieve effecten van oevers te meten, omdat de het aandeel van soorten in het water in de maatlat beperkt is. De drukken (pressures) in kanalen maken de maatlaten dan als het ware gevoeliger voor NVO's. Overigens moet wel in ogenschouw genomen worden dat het hier toetsingen van afzonderlijke meetpunten op de maatlat betreft, en de maatlaten qua beoordelingsmethodiek eigenlijk niet geschikt zijn om afzonderlijke meetpunten te toetsen.

Voor een analyse waarbij verschillende KRW-watertypen betrokken zijn is het van belang dat de maatlaten van de verschillende watertypen onderling vergelijkbaar worden. Het is nu zo dat sommige watertypen door de maatlaten consequent hoog of laag scoren. Voor de macrofyten geldt dat wanneer er doorgedreven stratificatie toegepast wordt, dit ervoor zorgt dat de kanalen meestal onderdeel zijn van de hoge scores en de sloten en plassen een lagere score opleveren.

Peilbeheer en NVO-typen

De vraag welk peilbeheer het beste is voor de kwaliteit van het water houdt de waterschappen flink bezig. Immers de verschillende belangen van de gebruikers lijken hierin tegenstrijdig. Voor landbouw is een tegennatuurlijk peil meestal gewenst. Natuur en de natuurvriendelijke oevers zijn gebaat bij een natuurlijk peilbeheer waarbij de zomerstand lager is dan in het voorjaar, zodat zaden kunnen kiemen. Dit botst en veel waterschappen kijken nu of over gegaan kan worden naar een flexibel peilbeheer waarin de boven- en de ondergrens gehanteerd worden ongeacht het seizoen, omdat dit een natuurlijk peil enigszins benaderd zonder dat de gebruiksfuncties hier nadeel van ondervinden. De relatie natuurvriendelijke oever en peilbeheer komt echter niet eenduidig uit de resultaten. In één model is tegennatuurlijk peilbeheer positief voor de score op de macrofauna maatlat (figuur 5-14). Ook macrofyten lijken in bepaalde gevallen positief te

scoren bij een tegennatuurlijk of vast peil (figuur 5-9) Dit wordt echter in de resultaten voor de dataset met alleen NVO's weer tegengesproken. Hierin is vast en flexibel peil onder bepaalde omstandigheden beter dan tegennatuurlijk, wat altijd slecht scoort (figuur 5-18). Verder was het aantal oevers met een natuurlijk peilbeheer in de dataset zo klein was, dat hier geen uitspraken over gedaan kunnen worden. Uit andere modelresultaten lijkt de macrofauna vooral te profiteren van de aanwezigheid van vegetatie rond de waterlijn ongeacht het peilbeheer.

Een verklaring voor de verschillen in modeluitkomsten voor macrofyten ligt mogelijk in de opbouw van de maatlat macrofyten. Doordat de maatlatscores onderdeel zijn van scores van deelmaatlaten, is aan de uitkomst van een dergelijke analyse (met doorgedreven stratificatie) niet gemakkelijk te herleiden welk deel van de maatlaten nu precies reageert. Omdat er bij dit project juist gezocht is naar algemene tendensen in de data, is er bij het verklaren van de soms complexe modelresultaten moeilijk terug te grijpen naar de brongegevens, waar uiteindelijk toch verklaringen gevonden kunnen worden. Een voorbeeld hiervan zijn de verschillen in modeluitkomsten bij peilbeheer op de EKR-score voor macrofyten. De modeluitkomsten met betrekking tot peilbeheer te variabel om op basis van deze analyses hier uitspraken te doen voor het voeren van een bepaald peilbeheer ter verbetering van EKR-scores.

Beheer en onderhoud van oevers

Uit de modellen en de onderliggende data komt naar voren dat het maaien en onderhouden van de watergang en oevers positief is voor de waterkwaliteit op de KRW maatlat. Dit is te verklaren aangezien het beheer van een watergang, de watergang in een 'pionierstoestand' houdt. Echter kan met de data-analyse niet aangetoond worden of het wel of niet afvoeren van het maaisel een positief of negatief effect heeft op de macrofauna. Dit komt omdat men bij het invullen van de checklist dan wel wist dat er gemaaid werd, maar niet wist of het maaisel afgevoerd werd of niet. Verwacht zou zijn dat het afvoeren van maaisel een positief effect heeft op de macrofauna en het niet afvoeren van maaisel een negatief effect. Door het niet afvoeren van maaisel treedt ophoping van organisch materiaal op, waardoor zuurstofloosheid kan voorkomen en giftige stoffen vrij kunnen komen door chemische afbraakprocessen, etc.

EKR-score van NVO's en andere oevers

Natuurvriendelijke oevers scoren altijd hoger dan beschoeide oevers (figuur 5-9, figuur 5-10, figuur 5-11, figuur 5-12 en bijlage 5 en figuur 5-17). Verder zijn de EKR-scores van onbeschoeide oevers in enkele modellen ook beter dan bij beschoeide oevers (figuur 5-12 en bijlage 5 en figuur 5-17). Dit betekent dat met onbeschoeide oevers al een natuurwinst te behalen valt ten opzichte van beschoeide oevers. Op zich is het wel logisch want bij oevers zonder beschoeiing is de zone waar water- en oeverplanten kunnen groeien altijd groter is dan bij beschoeide oevers.

6.2 Conclusies en discussie naar aanleiding van de analyses

Aanleiding voor het onderzoek zijn de vele kilometers aan natuurvriendelijke oevers die de waterbeheerders gepland hebben aan te leggen om de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn water te behalen. De aanleg van natuurvriendelijke oevers wordt gezien als een goede maatregel om de waterkwaliteit in de waterlichamen te verbeteren naar het goede niveau. De mate waarin deze maatregel bijdraagt is echter met de huidige kennis slecht te kwantificeren en te sturen. Dit heeft geleid tot het formuleren van een onderzoeksvoorstel met de volgende onderzoeksvraag: Hoe kunnen natuurvriendelijke oevers effectief bijdragen aan het behalen van de doelen voor de KRW?

Na honorering van het project is het voorstel en de onderzoeksvraag verder uitgewerkt en zijn de volgende vragen zijn voor het onderzoek geformuleerd:

1. Verbeterd de ecologische kwaliteitsratio (EKR) na de aanleg van natuurvriendelijke oevers?
2. Wat zijn belangrijke sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende natuurvriendelijke oevers?
3. Zijn deze sleutelfactoren statistisch te onderbouwen?
4. Is het mogelijk met kennis over deze sleutelfactoren beheerders handvatten te bieden voor toekomstige inrichting en beheer?

Ten aanzien van de onderzoeksvragen kan op basis van de resultaten van dit onderzoek het volgende worden geconcludeerd:

1. Verbetert de ecologische kwaliteitsratio (EKR) na de aanleg van natuurvriendelijke oevers?

Natuurvriendelijke oevers kunnen bijdragen aan het verbeteren van de ecologische kwaliteit van wateren, doordat ze betere EKR-scores opleveren voor macrofyten en macrofauna in vergelijking met beschoeide oevers. Dit geldt in mindere mate ook voor niet-beschoeide oevers in vergelijking met beschoeide oevers. Op locaties waar voldoende ruimte is kan men met het niet plaatsen/vervangen en/of (deels) verwijderen van een beschoeiing een aanzienlijke natuurwinst behalen. In combinatie met een meer ecologisch beheer (minder vaak maaien) kan dit op termijn tot een aanzienlijke kostenbesparing leiden.

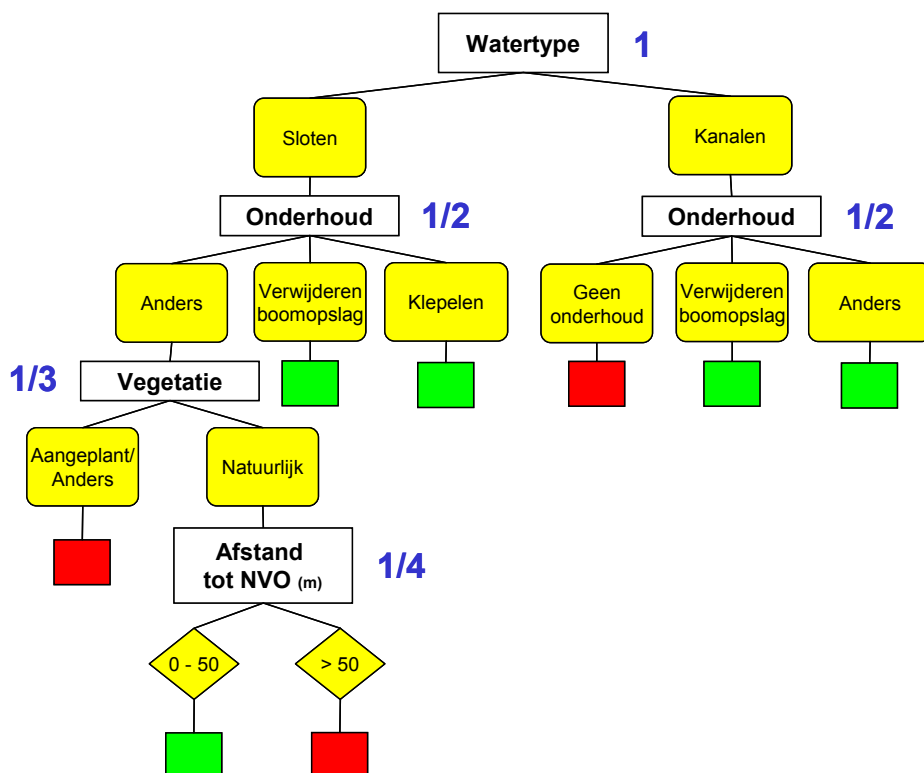
Daarnaast zorgt de aanwezigheid van een natuurvriendelijke oever in de nabije omgeving voor een betere score op de maatlat (figuur 5-11, bijlage 5 en figuur 5-15). Dit kan het gevolg zijn van het uitstralingseffect van een natuurvriendelijk oever de kolonisatie van soorten in de omgeving.

2. Wat zijn belangrijke sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende natuurvriendelijke oevers?

Op basis van de classificatiebomen kon de conclusie getrokken worden dat de biologische status van de macrofytengemeenschap zich gemakkelijker laat voorspellen dan de kwaliteit van de macrofaunagemeenschap. Dit is mogelijk het gevolg van de afhankelijkheid van een diverse macrofaunagemeenschap van de aanwezigheid van verschillende structuren. Zo zijn sommige macrofauna soorten afhankelijk van de aanwezigheid van macrofyten. Het model waarbij een goede macrofyten EKR ook de macrofauna goed scoort bevestigt deze conclusie (figuur 5-17).

Weging van parameters

Om een kwalitatief overzicht te genereren voor waterbeheerders van relevante parameters voor ontwerp en beheer van oevers, is een weging toegepast op alle parameters die in de geselecteerde modellen terugkomen. Hiervoor is van iedere parameter het niveau in het model bepaald. De weging is gelijk aan de inverse ($1/x$) van het niveau van de parameter in het model. In figuur 6-1 is geïllustreerd hoe de gebruikte weging is toegepast, hoe hoger een parameter in het model hoe hoger de weegfactor. De wegingen zijn per parameter voor alle modellen uitgewerkt, hiervan is een totaaloverzicht gemaakt van alle aanwezige parameters.



figuur 6-1: Weging van de parameters in een model.

De weging van alle parameters is gesommeerd voor alle modellen, maar ook afzonderlijk voor de modellen voor alleen macrofyten, de modellen voor macrofauna en de modellen specifiek voor NVO's (tabel 11), zodat duidelijk wordt, voor welk KRW-kwaliteitselement welke parameters van belang zijn. Uit deze tabel wordt duidelijk dat het watertype (sloot/kanaal/meer) van groot belang is in de modellen die uit de dataset zijn gegenereerd, voor zowel macrofyten als macrofauna. Het is opvallend dat een aantal parameters dat voor macrofyten van belang is, niet terugkomt in de modellen voor bij macrofauna. Voorbeelden hiervan zijn 'talud van de NVO', 'waterdiepte', 'oeverlengte', 'zuurstof', etc. Andersom geldt dit ook voor macrofauna, waar bijvoorbeeld 'beheer', 'NVO-type', 'waterfunctie' en 'stikstof' een rol spelen, waar dat voor macrofyten niet direct uit de modellen naar voren komt. Voor de modellen aan de subdata NVO's komt naar voren dat peilbeheer, het talud van de NVO, afkalving, waterdiepte, watertype en de aanwezigheid van een vooroever de hoogste scores halen¹⁰.

¹⁰ Omdat drie van de vier modellen voor NVO's macrofyten betreft, is het macrofauna model niet apart gewogen.

tabel 11: Som van de wegingen voor alle parameters (aflopend gesorteerd op totale score). In de tabel is de totale weging per parameter weergegeven voor alle modellen, modellen specifiek voor macrofyten, modellen specifiek voor macrofauna en voor modellen specifiek voor NVO's. De hoogste scores (top 3) per onderdeel wordt weergegeven in lichtblauw.

Parameter	Alleen macrofyten (n=6)	Alleen macrofauna (n=5)	Alleen NVO's (n=4)	Totaal (n=15)
Watertype	5,00	3,00	0,83	8,83
Oevertype	1,50	1,00		2,50
Onderhoud	0,33	2,00		2,33
Peilbeheer	0,67	0,33	1,00	2,00
Vegetatie (aangeplant/natuurlijk)	0,50	1,00	0,33	1,83
Beheer		1,00	0,50	1,50
Bodemtype	0,50	0,50	0,50	1,50
Talud NVO	0,50		1,00	1,50
Waterdiepte	0,58		0,83	1,42
Afkalving			1,00	1,00
NVO type		1,00		1,00
Vooroever			1,00	1,00
Waterfunctie		1,00		1,00
Oeverlengte	0,33		0,50	0,83
Afstand tot NVO	0,25	0,50		0,75
Zuurstof	0,25		0,42	0,67
Waterbreedte	0,53			0,53
EKR macrofyten		0,50		0,50
Nitriet	0,50			0,50
Onderhoud regelmaat			0,50	0,50
Stikstof		0,50		0,50
Nitraat	0,33			0,33
Talud bovenwater	0,33			0,33
Landschappelijke ligging		0,25		0,25
Talud onderwater			0,25	0,25
NVO breedte			0,14	0,14

3. Zijn deze sleutelfactoren statistisch te onderbouwen?

Ja, dat is mogelijk blijkt uit de resultaten van dit onderzoek. Met de resultaten uit deze studie kunnen een aantal aannames met betrekking tot standplaatsfactoren uit de studie Sollie e.a. 2011 statistisch onderbouwd worden. Dit geldt in de locatiewijzer voor het watertype en voor de standplaatsleutel voor bodemtype, landgebruik, aanplant versus natuurlijke ontwikkeling, boomopslag (beschaduwning) en nutriënten. Beheer komt bij onze analyses ook meerdere keren naar voren als belangrijke factor voor het behalen van een goede EKR score. Dit sluit aan bij het volgen van ontwikkelingstrajecten ter verbetering of ten behoud van standplaatsfactoren in oevers zoals beschreven in Sollie e.a. 2011. Volgens hen is het niet mogelijk om aan te geven welk effect standplaatsfactoren hebben op de EKR-score van een maatlat. Inspelen op de specifieke standplaatsfactoren kan de score positief of negatief beïnvloeden, bij de beschrijving van de ontwikkelingstrajecten worden deze nader ingevuld.

4. Is het mogelijk met kennis over deze sleutelfactoren beheerders handvatten te bieden voor toekomstige inrichting en beheer?

In kwalitatieve zin zijn een aantal uitspraken te doen over ontwerp- en inrichtingsaspecten van oevers en natuurvriendelijke oevers, dit zijn (deze zijn ook opgenomen in tabel 11):

- Maaien/schonen en onderhoud van oevers en natuurvriendelijke oevers belangrijk is voor zowel de macrofyten als de macrofaunagemeenschap. Door maaien/schonen en onderhoud wordt verlanding voorkomen en worden opnieuw habitats geschapen voor macrofyten en macrofauna. Over de optimale frequentie van maaien/schonen of onderhoud zijn geen uitspraken te doen omdat de aangeleverde gegevens op dit gebied niet voldoende waren.
- Bij NVO's is een flauw onderwater talud of plasberm gunstiger voor waterplanten dan een steil talud. Bij een steil talud is vaak maar een zeer klein deel van het talud geschikt voor de vestiging van waterplanten. Te diep is het doorzicht beperkend, te ondiep is de bodem te instabiel om te kunnen wortelen, door golfomslag is de bodem hier constant in beweging (de Redelijkheid & Scheffer 1990; de la Haye 1997). De kans dat vestiging in deze dynamische zone lukt is vele malen kleiner dan bij een flauw talud. Voor macrofauna zijn plasbermen minder gunstig, deze profiteren meer bij een flauw talud rond de waterlijn (figuur).
- In oevers en natuurvriendelijke oevers is enige vorm van afkalving (oevererosie) goed voor de ontwikkeling van macrofyten. Hierbij is waarschijnlijk de aanwezigheid van variatie in habitats de oorzaak voor de aanwezigheid van meer plantensoorten en uiteindelijk een hogere EKR-score voor macrofyten. Op den duur zal de macrofauna ook hiervan profiteren.
- Natuurlijk ontstane vegetaties scoren beter dan aangeplante. Bij aanplant staan de planten vaak in een georganiseerde structuur, zijn de planten allemaal van dezelfde leeftijd, zijn de soorten van te voren geselecteerd, zijn de planten mogelijk op minder optimale plekken geplant en wordt spontane vestiging van 'wilde soorten' bemoeilijkt doordat een deel van de beschikbare ruimte in beslag wordt genomen door de aanplant. Bij spontaan ontwikkelde vegetaties is de structuur, zowel de hoogte als in bedekking, en variatie in soorten vrijwel altijd veel afwisselender. Het advies is dan ook om zo min mogelijk aan te planten. In sommige gevallen dient de aanplant niet zozeer het versnellen van de vegetatie ontwikkeling, als wel het voorkomen dat bepaalde soorten zich vestigen. In sommige oevers is riet zo dominant dat zonder aanplant van andere soorten alleen riet zich zal vestigen. Door het aanplanten van andere soorten krijgen die ook een kans. Hierbij is het wel belangrijk geen cultivars of exoten te introduceren, lokale soorten hebben de voorkeur, en de planten niet te netjes zetten.
- De dimensies van natuurvriendelijke oevers en aanliggende watergangen (lengte, breedte, diepte) zijn verscheidene keren geselecteerd als belangrijk voor het verkrijgen van hoge EKR-scores. Een kwantificering van de dimensies is niet mogelijk omdat de aangeleverde gegevens op dit gebied te weinig onderscheidend waren.
- Op basis van de analyses kan gezegd worden dat peilbeheer een belangrijke sleutelfactor is in het functioneren van oevers. Op basis van de modeluitkomsten willen we geen uitspraken doen ten gunste van een type peilbeheer, de dataset is op dit gebied te eenzijdig, te klein en te onvolledig (locaties met natuurlijk peil ontbreken vrijwel geheel aan de dataset) en de gevolgen te groot.
- De resultaten van de visstandgegevens tussen de natuurvriendelijke oevers en referentielocaties in traditionele oevers vertoonden te weinig verschillen om onderscheidende modellen te kunnen maken. Daarnaast was het aantal cases laag (30 cases), normaal wordt een minimum aangehouden van 50 cases. Als er meer verschil tussen de gegevens had gezeten was een analyse misschien wel mogelijk geweest. Het grootste deel van de EKR-scores was overigens wel hoog, waarmee duidelijk wordt dat vis meestal wel redelijk tot goed scoort voor de KRW.
- In natuurvriendelijke oevers is duidelijk meer vis aangetroffen dan in de traditionele oevers, de referentielocaties, waarbij aangetoond is dat natuurvriendelijke oevers dienst doen als opgroei habitat voor jonge vis. Verder is voor twee plantenminnende soorten (Bittervoorn en Ruisvoorn) aangetoond dat ze meer voorkomen in natuurvriendelijke oevers dan erbuiten. Deze bevinden komen overigens overeen met die van een eerdere studie in rijkswateren

(Rutjes & de la Haye 2009). Waaruit bleek dat het aantal vissoorten in NVO's niet verschilde van het open water, maar dat in de NVO's wel veel hogere dichtheden voorkomen, en de lengtefrequentie verdeling afwijkt. In de NVO's kwamen meer kleine exemplaren voor.

- Op basis van de tijdreeksanalyses hebben we geen optimum na jaar aanleg van een NVO kunnen vinden voor de scores van de kwaliteitselementen macrofauna en macrofyten. De ervaring leert dat tijd nodig is (enkele jaren) voor ontwikkeling van een vegetatie en de daarbij horende macrofauna levensgemeenschap. Hoelang dit duurt, is afhankelijk van de omstandigheden terplekke, zoals het ontwerp van de oever, de voedselrijkdom van bodem en water, de dynamiek en begrazing. Bij sloten is 5 -10 jaar na aanleg een piek in de deelmaatlat aantal soorten macrofyten te gevonden, dit is niet statistisch onderbouwd maar komt wel overeen met de vegetatie ontwikkelingen die doorgaans in het veld gezien worden.

6.3 Eindconclusies met betrekking tot de onderzoeksvragen

1. *Verbeterd de ecologische kwaliteitsratio (EKR) na de aanleg van natuurvriendelijke oevers?*

Enkele modellen geven een duidelijke indicatie dat de EKR-scores bij natuurvriendelijke oevers beter zijn dan bij beschoeide oevers. We hebben in ons onderzoek echter alleen oevers onderzocht, we hebben geen vergelijking gemaakt tussen watergangen met en zonder natuurvriendelijke oevers. We kunnen dan ook op basis van onze gegevens niet stellig zeggen dat door de aanleg van natuurvriendelijke oevers de EKR van dat waterlichaam verbeterd.

2. *Wat zijn belangrijke sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende natuurvriendelijke oevers?*

Op basis van de gewogen uitkomsten van de modellen zijn watertype, oevertype, peilbeheer, vegetatie aangeplant (wel/niet), beheer, onderhoud, afkalving, type NVO, waterdiepte en bodemtype de belangrijkste sleutelfactoren voor ecologisch beter scorende oevers.

3. *Zijn deze sleutelfactoren statistisch te onderbouwen?*

Een aantal factoren wel, echter niet allemaal. Een aantal sleutelfactoren komt in meerdere modellen als bepalend naar voren, dit zijn beheer, onderhoud, bodemtype, watertype, peilbeheer en oevertype en type NVO. Met de resultaten uit deze studie kunnen een aantal aannames met betrekking tot standplaatsfactoren uit de studie van Sollie e.a. 2011 statistisch onderbouwd worden. Dit geldt in de locatiewijzer voor het watertype en voor de standplaatsleutel voor bodemtype, landgebruik, aanplant versus natuurlijke ontwikkeling, boomopslag (beschaduwing) en nutriënten.

4. *Is het mogelijk met kennis over deze sleutelfactoren beheerders handvatten te bieden voor toekomstige inrichting en beheer?*

Ja, namelijk beheer en onderhoud loont, uit meerdere modellen blijkt dat met maaien en onderhoud betere ecologische scores bereikt worden, zowel bij de macrofyten als indirect bij de macrofauna. Ook door oevers onbeschoeid te laten kan natuurwinst behaald worden, zeker in combinatie met ecologisch beheer. Flauwe taluds zowel onderwater als bovenwater positief zijn voor de EKR-score van water- en oeverplanten.

7 Leerpunten en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de leerpunten en aanbevelingen uit het onderzoek besproken. Ook worden voorstellen gedaan voor het beheer en de opslag van data, monitoring en beoordeling. Afgesloten wordt met voorstellen voor aanvullend onderzoek.

7.1 Leerpunten van dit onderzoek

Het heeft veel tijd gekost om de benodigde data te verzamelen, omdat de aanwezige data niet op een centrale plek waren opgeslagen, bij verschillende afdelingen lagen en soms zelfs alleen analoog beschikbaar waren. De medewerkers van de participerende waterschappen moesten vaak collega's bij andere afdelingen vragen tijd vrij te maken om bepaalde gegevens op te zoeken. Veel data bleken niet voorradig bij de waterschappen, omdat sommige data niet opgeslagen worden.

Wanneer in een project veel mensen meewerken en data aanleveren, is het heel belangrijk om duidelijkheid te hebben over wat er precies bedoeld wordt met bijv. een bepaalde parameter. Het is belangrijk dat de perceptie van de personen die data aanleveren gelijk is. De data en de validiteit van de dataset kan hierdoor namelijk bepaald worden. Wanneer de perceptie van personen verschillend is bij bijvoorbeeld wat er precies onder een bepaalde parameter of parameter waarde verstaan wordt, dan kan data die ogenschijnlijk gelijk is toch verschillend zijn. Dit kan zorgen voor storende fouten in de dataset. Een goed voorbeeld hiervan is de term 'natuurlijke oever' (Oevertypen: Natuurlijk) deze term zorgt vaak voor verwarring. Een NVO kan namelijk ook onder natuurlijke oevers worden ingedeeld. Wij hebben de keuze gegeven uit een 'natuurlijke oever' en een NVO, zodat er een duidelijk verschil was, en een NVO altijd apart is ingevoerd. Gedurende dit project zijn we diverse van dit soort voorbeelden tegengekomen, het is dus belangrijk dat men zich ervan bewust is, en door vooroverleg dit zoveel mogelijk probeert te voorkomen.

Veel chemische, biologische als morfologische gegevens worden nog niet gestandaardiseerd opgeslagen. Bij het samenvoegen van bestanden dienden alle velden dezelfde namen te hebben, organismen slechts één naam, de concentraties in dezelfde eenheden te staan, etc. Ondanks de gebruikte checklist, waarmee data slechts in één formaat aangeleverd kon worden, is toch veel tijd gaan zitten in het omzetten en de standaardisatie van de gegevens.

Veranderde opname en analyse methoden: in sommige datasets waren gedurende de verzamelperiode, door veranderd inzicht en beleid, de opname- en analyse methoden van parameters verandert. Bijvoorbeeld door de implementatie van de KRW zijn nieuwe richtlijnen opgezet voor monitoring (Splunder e.a. 2006) en maatlatten voor het beoordelen (Evers & Knoben 2007). Niet alle door ons verzamelde oude gegevens bleken 100% geschikt om hiermee te beoordelen. Hierin komt mogelijk verbetering door implementatie handboek hydrobiologie van de STOWA (Bijkerk 2010).

Ook bij het ver- en bewerken van aangeleverde data kan veel mis gaan. Ondanks dat veel controles waren ingebouwd ging nog steeds wel eens wat mis. Vooral als data van verschillende bronnen komen is inzicht in de materie een 'must' en een zeer kritische blik noodzakelijk.

De KRW maatlatscores bleken niet gevoelig te zijn voor de ecologische analyses specifiek voor oevers. De maatlatten zijn dan ook bedoeld om hele waterlichamen mee te toetsen. Daarom

hebben we eerst geprobeerd verschillen aan te tonen op basis van de deelmaatlat scores en ten slotte een alternatieve methode bedacht met indicatorsoorten.

7.2 Aanbevelingen

- Samenwerken (andere lopende initiatieven) platvorm oevers, studie Tauw & B-ware: Naast deze studie is ook een studie uitgevoerd door Tauw en B-ware, hierbij zijn sleutels opgesteld op basis van standplaatsfactoren voor het kiezen van de beste locatie om NVO's aan te leggen. De resultaten van onze studie kunnen bepaalde aspecten van hun studie onderbouwen.
- Kopgegevens van nieuwe oever projecten: van nieuwe projecten is het belangrijk een standaard aantal kopgegevens vast te leggen. De voor deze studie opgezette checklist kan hiervoor dienen als uitgangspunt.
- Monitoring oevers in de toekomst: het is belangrijk voor bestaande en toekomstige oeverprojecten een gestandaardiseerde monitoring strategie op te zetten zodat in de toekomst de effecten beter geëvalueerd kunnen worden. Misschien zou een (oever)projecten oeverdatabase aangelegd moeten worden. De database die bij deze studie opgezet is zou hiervoor een start kunnen zijn.
- Beheer gegevens in de toekomst: bij deze studie is het zeer arbeidsintensief gebleken om bestaande monitoringgegevens om te zetten in een gestandaardiseerde dataset. Hiervoor zijn meerdere redenen aan te wijzen: gebruik van verschillende namen voor zaken als type oever en type NVO, type beheer en onderhoud, peilbeheer etc.

7.3 Voorstellen

Voor databaseer en dataopslag, monitoring en beoordeling:

- Centrale gegevensopslag waardoor gegevens bij verschillende afdelingen eenvoudig te benaderen zijn. In Limnodata zijn op dit moment monsters uit natuurvriendelijke oevers niet apart te onderscheiden.
- Gebruiken van een gestandaardiseerd opslagsysteem voor biologische gegevens, chemische gegevens, morfologische gegevens en aanlegparameters. Als gegevens in een datasysteem (zoals EcoLIMS of een compatibel formaat) worden ingevoerd is het gemakkelijker data van verschillende bronnen bij elkaar te bewaren. Hierop aansluitend, zou een invoerprotocol ervoor kunnen zorgen dat de data bij verschillende partijen en gebruikers op een soortgelijke manier wordt verzameld en vastgelegd.
- Bij het veranderen van meetmethoden ook rekening houden met bestaande gegevens en aandacht besteden aan hoe die te updaten zodat ze in toekomst bruikbaar blijven.
- Bij het uitvoeren van projecten nadenken of een project misschien geëvalueerd moet worden en samenstellen van lijstjes met parameters die belangrijk zijn om te bewaren voor latere evaluatie.
- Het ontwikkelen van een gevoelige beoordeling waarmee snel een indicatie gekregen kan worden van effecten van maatregelen en of ze bijdragen aan de KRW doelstelling. Zodat de verschillen tussen maatlaten onderling minder belangrijk worden dan ze in dit onderzoek blijken te zijn.
- Data aanvullen in een database via een gecontroleerd systeem, zodat de originele data behouden blijven en tevens de controle op de data in herleidbare stappen kan worden uitgevoerd.

Voor nader onderzoek:

- Over het algemeen scoort flexibel peil slechter voor zowel macrofauna als macrofyten dan tegennatuurlijk en vast peil. Op welke worden de scores voor peilbeheer beïnvloed door de opbouw van de maatlat voor macrofyten? Is een peilbeheer dat goed is voor oeverplanten ook goed voor waterplanten, macrofauna en vissen? En is een peilbeheer dat goed is voor oeverplanten in gewone oevers ook goed voor oeverplanten in natuurvriendelijke oevers?
- De in dit onderzoek gebruikte dataset is samengesteld uit oude en nieuwe gegevens waar bij de opnames in het veld deels wel en deels geen rekening is gehouden met begroeibaar areaal van water- en oeverplanten. Hierdoor kunnen de EKR-scores beïnvloed zijn. Wat is de invloed van de verschillende opname technieken op de EKR-scores voor macrofyten?

7.4 Dankwoord

En tot slot een woord van dank. Gedurende de twee jaar dat dit onderzoek gelopen heeft hebben we met veel mensen van de volgende organisaties zeer prettig samengewerkt: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Zuiderzeeland, Hoogheemraadschap Rijnland, Waterschap Groot Salland, STOWA, Waterdienst, LTO, Agentschap NL en de Universiteit Gent. Het onderzoek heeft zijn 'ups' en 'downs' gehad, maar dankzij inzet en volharding zijn we er toch met zijn allen in geslaagd een mooi eindproduct neer te zetten met concrete resultaten en aanmoedigingen voor de toekomst. Op deze plek willen we een aantal mensen persoonlijk bedanken hiervoor. Te beginnen met de aanstichtster Ciska Blom, het was fijn met jou samen te werken, kritisch, meedenkend, positief, motiverend, op zijn tijd streng maar altijd rechtvaardig. En de leden van de begeleidingsgroep die steeds opbouwend meegedacht hebben Christa Groshart, Fred Kuijpers, Martijn Hokken, Eric Verlaan, Marjet Hooft, Bas van der Wal, Kees van Rooijen, Frans Kerkum en Marieke Ohm. De inzet en het geduld bij de analyses, heranalyses en finale heranalyses en de uitleg van ingewikkelde modeluitkomsten van Peter (Goethals), Gert (Everaert) en Ine (Pauwels) van de Universiteit van Gent zullen we niet gauw vergeten. En dan de inspanningen van onze eigen mensen bij het plannen, verzamelen/inventariseren en analyseren van de veldgegevens en vooral ook hun flexibiliteit: Amy Storm, Carlo Rutjes, Sebastiaan Moedt, David Tempelman, Ton van Haaren, Bert Storm, Lidewij Servatius, Edwin van der Pouw Kraan, Arthur van Dulmen en Michiel Wilhelm.

Amsterdam, 30 april 2011
Michelle de la Haye & Edwin Verduin

Literatuur

NB. Er is niet naar alle literatuur verwezen in de tekst, toch zijn deze referenties opgenomen omdat ze waardevolle informatie geven over natuurvriendelijke oevers.

Bijkerk, R. (red) (2010). Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Rapport 2010 - 28, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.

Boedeltje, G., B. Besteman, P. Duijn & M. de la Haye (2009). Waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaartkanalen. De Levende Natuur - jaargang 110 - nummer 5.

Coops, H. (red.) 2002. Ecologische effecten van peilbeheer: een kennisoverzicht. RIZA -rapport 2002.040. Lelystad.

CUR (1999). Natuurvriendelijke oevers: Aanpak en toepassingen. CUR publicatie nr. 200.

CUR (1999). Natuurvriendelijke oevers: belasting en sterkte. CUR publicatie nr. 201.

CUR (1999). Natuurvriendelijke oevers: Oeverbeschermingsmaterialen. CUR publicatie nr. 202.

CUR (1999). Natuurvriendelijke oevers: Fauna. CUR publicatie nr. 203.

CUR (1999). Natuurvriendelijke oevers: Vegetatie langs grote wateren. CUR publicatie nr. 204.

CUR (2000). Natuurvriendelijke oevers: Water- en oeverplanten. CUR publicatie nr. 205.

Dulmen, A. van & M. Wilhelm. (2010), Monitoring van natuurvriendelijke oevers van waterlichamen in het beheersgebied van HDSR, 2010, Vaststelling van de staat en diversiteit van de natuurvriendelijk ingerichte oevers in de zomer van 2010 en een vergelijking met de toestand in 2007, 2008 en 2009. Grontmij |rapportnummer 290153-deelrapport nvo's.

Everaert, G., P. Boets, K. Lock, S. Dzeroski, S. & P.L.M. Goethals (2011). Using classification trees to analyze the impact of exotic species on the ecological assessment of polder lakes in Flanders, Belgium. Ecological Modelling 222, 2202– 2212.

Evers, C.H.M. & R.A.E. Knoben (red.) (2007). Omschrijving mep en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA rapportnummer 2007-32b, RWS-WD rapportnummer 2007.019 en ISBN 978.90.5773.383.3.

Goethals, P.L.M., A.P. Dedeker, W. Gabriels, S. Lek & N. De Pauw (2007). Applications of artificial neural networks predicting macroinvertebrates in freshwaters. Aquat Ecol (2007) 41:491–508.

Haye, M.A.A. de la (1997). Waterplanten in natte stroken: pioniers of blijvertjes? Habitateisen versus oe-verontwerp. W-DWW-97-026.

Heerdt, G. ter (2010). Natuurvriendelijk onderhoud en ecologische kwaliteit. Literatuuronderzoek naar de ideale frequentie van schonen en onderbouwing van het nut van het afvoeren van maaisel. Waternet rap-portnr. 10.012104.

- Holsteijn, A. (2010). Duurzame en natuurvriendelijke oevers beter en goedkoper. Het waterschap(11): 20-21.
- Keizer, P.J., L.C. van den Hengel en C. Groshart (2006). Leidraad beheer groenvoorzieningen. Delft, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. DWW-2006-039; ISBN 90-369-5616-1.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008). Stroomgebiedbeheerplan Rijndelta versie 1 september 2008.
- Pelsma, T., E. Weenink & G. Hoogland (2009). Principe ontwerpen natuurvriendelijke oevers. Project waternet afdeling onderzoek & projecten nr. p_5000564000.
- Planbureau voor de Leefomgeving (2008). Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water, juni 2008.
- Pot, R. (1993). Natuurvriendelijke oevers langs kleine wateren. Werkdocument IKC-NBLF nr. 29.
- RBO (2008). Adviesnota Schoon Water Rijn-West, Arnhem, juni 2008.
- Redelijkheid, M. de & M. Scheffer (1990). Verspreiding en dynamiek van ondergedoken waterplanten in de randmeren DBW/RIZA nota nr. 90.036.
- Rutjes, H.A. & M.A.A. de la Haye (2009). Van scheepvaartkanaal naar visbiotoop. Visionair nr. 12 juni 2009 28-31.
- Sollie, S., P. de Kwaadsteniet en E. Brouwer (in prep). Standplaatsfactoren van natuurvriendelijke oevers; Onderzoek naar de standplaatsfactoren van natuurvriendelijke oevers en toepasbaarheid daarvan voor planvorming en ontwerp. Onderzoek door Tauw en B-Ware in opdracht van STOWA. Projectnummer 4717009.
- Sollie, S., H. Coops & J. Verhoeven (2006). Oeverzones langs ondiepe meren; Peilbeheer en nutriënten.
- Splunder van I., T.A.H.M Pelsma & A. Bak (red.) (2006). Richtlijnen monitoring oppervlakte water. Europese Kaderrichtlijn Water. Versie 1.3, augustus 2006. ISBN 9036957168.
- Strien, W.T.F.H. van & L.B. van den Hengel (2000). Bermsloten...natuurlijk; een handreiking voor ontwerpers en groenmedewerkers van Rijkswaterstaat. DWW.
- Vossen, J. van & D. Verhagen (2009). Handreiking natuurvriendelijke oevers STOWA 2009-37.
- Waterschap Hollandsche Delta (2007). Handboek oevers en waterberging. Handreiking voor ontwerp, inrichting en onderhoud.
- Waterschap Hollandsche Delta (2008). Voorbeeldenboek natuurvriendelijke oevers en waterberging.
- Vos, B., de, J. Callebaut & E. de Bie, E. (2006). Verkennend onderzoek naar de relatie tussen bladvalanalyses en vegetatietypes in geselecteerde bosproefvlakken van het NICHE meetnet. INBO.R2006.32. Instituut voor Natuur en Bosonderzoek, Brussel.
- Witten, I.H. & E. Frank (2005). Data mining: practical machine learning tools and techniques. Morgan Kaufmann, San Francisco, USA, 560 pp.

bijlage 1: Checklist voor verzamelen oeverdata


CHECKLIST oeverdata v.1.4

Klik op de button om te beginnen Datum			
Ingevuld door Locatiecode Locatiennaam x" y" Watertype Oever onderdeel van het meetnet?			
Jaar van aanleg		n.v.t.	
Oever	Oever type (NVO/traditioneel)	Beschoeid (traditioneel)	m
	Type beschoeiing	n.v.t.	
	Type NVO	n.v.t.	
	Hoe lang is de oever?	0	
	Is er een vooroever aanwezig?	nee	
	Soort vooroever?	n.v.t.	
	Hoofdfunctie water	niet duidelijk	
	Landschappelijke ligging	Natuurlijk	
	Hoofdfunctie omgeving	n.v.t.	
	Nevenfunctie omgeving	n.v.t.	
Kosten NVO	-1	l/m	
Beheer & Onderhoud			
Beheer	Geen		
Beheer regelmaat	geen beheer		
Onderhoud	Geen		
Onderhoud regelmaat	geen onderhoud		
Laatste baggerbeurt in	nooit		
Hydromorfologie			
Waterdiepte**		m	
Waterbreedte		m	
Breedte NVO	-1	m	
Gemiddelde diepte NVO	-1	m	
Aantal zijden van watergang met NVO	0		
Bodemtype	Onbekend		
Talud onderwater			
Talud bovenwater			
Talud NVO			
Aanwezigheid kunstmatig substraat	nee		
Peilbeheer	Geen peilbeheer		
Slibdikte	-1	cm	
Verblijftijd (d)	Onbekend		
Stroming	-1	cm/s	
Afkalving/Expositie	Onbekend		
Isolatie	Open		
Beschaduwing	Geen schaduw		
Meandering	Geen		
Kweld/Wegzijing	n.v.t.		
Vegetatie	Vegetatie aangeplant of natuurlijk	Natuurlijk	
Afstand naar NVO	Afstand naar dichtstbijzijnde NVO	-1	m
Overige	Zijn er foto's beschikbaar	Nee	
Opmerkingen toegevoegd***?		Nee	

Alles ingevuld?

* Bij voorkeur in Amersfoort coördinaten (RD)
 ** Gemiddelde diepte van de gehele watergang
 *** Zie tabblad: Opmerkingen

Zie ook pdf handleiding Checklist op de CD achterin

bijlage 2: Oeverstoets

nr	variabele			score	Uitleg										
1	EGV water	>800 µS/cm <800	ga niet door met quick scan ga door naar 2	0											
				1											
2	troebel helder			0											
				1											
3	stinkt naar rotte eieren geen opvallende geur			0											
				1											
4	doorzicht	.. dm	bodemzicht of meer dan 60 cm 25-60 cm minder dan 20 cm	3											
				2											
				1											
5	opslibbing	nee een beetje veel	< 5 cm 5-10 cm >20 cm	3											
				2											
				1											
6	inrichting	breedte waterpartij in de nvo	0-1 m 1-2,5 >2,5	1	1 soort bepaald het beeld van de vegetatie 2-4 soorten bepalen het beeld van de vegetatie > 4 soorten bepalen het beeld van de vegetatie										
				2											
				3		diepte	0-0,25 m 0,25-0,50 m 0,50-1,00 1,00-1,5 m >1,5 m	1							
				2											
				3											
				2											
		1	aandeel open water	100% 66% 33% <33%				1							
		3													
		2													
		1				variatie in biotopen	begroeiing	zeer uniform matig uniform/matig divers zeer divers	1						
		2													
		3							diepte	overal even diep matig divers in diepte zeer divers in diepte	1				
	2														
	3	sliblaag	overal sliblaag hier en daar sliblaag bijna nergens slib	1											
	2														
	3			vegetatie			Bedekking emers	0 1 2 1 3 2 3 2 1 3 2 3			<1 1-5% >5% <33% 33-66% >66% <10% 10-20% >20% <33% 33-50% >50% > 10% < 10%				
	Bedekking submers										1 3 2 1 3 2 3 2 1 3 2 3				
									Bedekking kroos	3 2 1 1 3 2 3 2 1 3 2 3					
												Bedekking drijfbladplanten	1 3 2 3 1 3 2 3 1 3 2 3		
		flab	3 1 1 3 2 3 1 3 2 3 1 3												
						9	beschaduwing	door bomen							
	2														
	1														
10	opmerkingen over aanwezigheid andere diergroepen (soorten noemen indien mogelijk)														
	libellen vlinders vissen planten amfibieën vogels macrofauna anders														
	maximale eindscore minimale eindscore				29 10										
11	Verbinding met watergang			ja nee											

bijlage 3: Plantenlijst en levensvormen

Helofyten/Hydrofyten	Helofyten/Hydrofyten
<i>Acorus calamus</i>	<i>Nymphaea</i>
<i>Alisma gramineum</i>	<i>Nymphaea</i>
<i>Alisma lanceolatum</i>	<i>Nymphaea alba</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Nymphoides peltata</i>
<i>Azolla filiculoides</i>	<i>Oenanthe aquatica</i>
<i>Berula erecta</i>	<i>Persicaria amphibia</i>
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	<i>Phalaris</i>
<i>Butomus umbellatus</i>	<i>Phragmites</i>
<i>Callitriche obtusangula</i>	<i>Polygonum amphibium</i>
<i>Callitriche platycarpa</i>	<i>Pontederia cordata</i>
<i>Callitriche stagnalis</i>	<i>Potamogeton</i>
<i>Caltha palustris</i>	<i>Potamogeton crispus</i>
<i>Caltha palustris ssp. palustris</i>	<i>Potamogeton lucens</i>
<i>Carex acuta</i>	<i>Potamogeton mucronatus</i>
<i>Carex riparia</i>	<i>Potamogeton natans</i>
<i>Ceratophyllum</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Potamogeton obtusifolius</i>
<i>Chara</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>
<i>Chara vulgaris</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Cicuta virosa</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>
<i>Eleocharis palustris</i> [1]	<i>Potamogeton trichoides</i>
<i>Eleocharis palustris</i> [2]	<i>Potentilla palustris</i>
<i>Elodea</i>	<i>Ranunculus circinatus</i>
<i>Elodea nuttallii</i>	<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Equisetum fluviatile</i>	<i>Rorippa</i>
<i>Galium palustre</i>	<i>Rorippa amphibia</i>
<i>Glyceria</i>	<i>Rorippa microphylla</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>
<i>Glyceria maxima</i>	<i>Rumex hydrolapathum</i>
<i>Glyceria notata ssp. declinata</i>	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
<i>Hippuris vulgaris</i>	<i>Schoenoplectus lacustris</i>
<i>Hydrocharis</i>	<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Scirpus lacustris ssp. lacustris</i>
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	<i>Scirpus lacustris ssp. tabernaemontani</i>
<i>Lemna</i>	<i>Scirpus maritimus</i>
<i>Lemna</i>	<i>Scrophularia umbrosa</i>
<i>Lemna gibba</i>	<i>Sium latifolium</i>
<i>Lemna minor</i>	<i>Sparganium</i>
<i>Lemna minuscula</i>	<i>Sparganium angustifolium</i>
<i>Lemna minuta</i>	<i>Sparganium emersum</i>
<i>Lemna trisulca</i>	<i>Sparganium erectum</i>
<i>Lemna turionifera</i>	<i>Sparganium erectum</i>
<i>Ludwigia grandiflora</i>	<i>Stellaria palustris</i>
<i>Ludwigia palustris</i>	<i>Stratiotes aloides</i>
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	<i>Thelypteris palustris</i>
<i>Mentha</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Menyanthes trifoliata</i>	<i>Typha latifolia</i>
<i>Myosotis</i>	<i>Utricularia</i>
<i>Myosotis</i>	<i>Utricularia vulgaris</i>
<i>Myosotis palustris</i>	<i>Veronica catenata</i>
<i>Myriophyllum</i>	<i>Wolffia arrhiza</i>
<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Zannichellia</i>
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	<i>Zannichellia palustris</i>
<i>Najas marina</i>	<i>Zannichellia palustris</i> [2]
<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Zannichellia palustris ssp. palustris</i>
<i>Nitella opaca</i>	<i>Zannichellia palustris ssp. pedicellata</i>
<i>Nuphar lutea</i>	
<i>Nymphaea</i>	

bijlage 4: Indicatorsoorten macrofauna

In de onderstaande tabel staan de macrofauna soorten vermeldt die typerend worden geacht voor oevers en veel in vegetatie voorkomen. Deze soorten zijn indicatorsoorten genoemd in de analyse.

Soortgroep	Soortnaam
Dansmuggen	<i>Cricotopus obnixus</i>
Dansmuggen	<i>Dicrotendipes lobiger</i>
Dansmuggen	<i>Endochironomus lepidus</i>
Dansmuggen	<i>Glyptotendipes gripekoveni</i>
Dansmuggen	<i>Glyptotendipes mancurianus</i>
Dansmuggen	<i>Glyptotendipes scirpi</i>
Dansmuggen	<i>Glyptotendipes signatus</i>
Dansmuggen	<i>Polypedilum albicorne</i>
Dansmuggen	<i>Polypedilum pedestre agg.</i>
Dansmuggen	<i>Schineriella schineri</i>
Dansmuggen	<i>Tanytus vilipennis</i>
Dansmuggen	<i>Zavrelia pentatoma</i>
Dansmuggen	<i>Zavrelia marmorata</i>
Ephemeroptera	<i>Baetis vernus</i>
Ephemeroptera	<i>Cloeon simile</i>
Kevers	<i>Acilius canaliculatus</i>
Kevers	<i>Acilius sulcatus</i>
Kevers	<i>Cybister lateralmarginalis</i>
Kevers	<i>Dytiscus</i>
Kevers	<i>Dytiscus marginalis</i>
Kevers	<i>Galerucella nymphaeae</i>
Kevers	<i>Graphoderus</i>
Kevers	<i>Graphoderus cinereus</i>
Kevers	<i>Gyrinus marinus</i>
Kevers	<i>Gyrinus substriatus</i>
Kevers	<i>Halplus flavicollis</i>
Kevers	<i>Halplus lineolatus</i>
Kevers	<i>Hydaticus seminiger</i>
Kevers	<i>Hydaticus transversalis</i>
Kevers	<i>Hydraena riparia</i>
Kevers	<i>Hydraena testacea</i>
Kevers	<i>Hydrochus carinatus</i>
Kevers	<i>Hydroporus angustatus</i>
Kevers	<i>Hydroporus erythrocephalus</i>
Kevers	<i>Hydroporus tessellatus</i>
Kevers	<i>Limnebius nitidus</i>
Kevers	<i>Platambus maculatus</i>
Kevers	<i>Rhantus grapii</i>

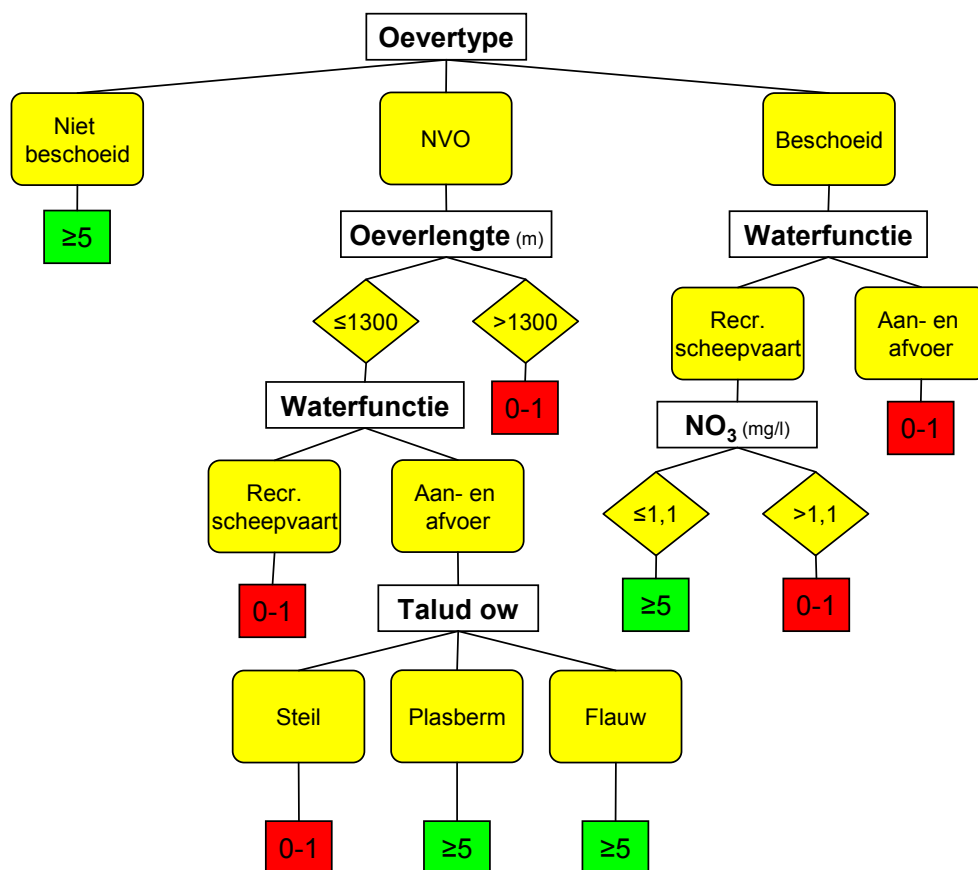
Soortgroep	Soortnaam
Lepidoptera	<i>Acentria ephemerella</i>
Lepidoptera	<i>Donacaula forficella</i>
Lepidoptera	<i>Elophila nymphaeata</i>
Lepidoptera	<i>Nymphula nitidulata</i>
Lepidoptera	<i>Parapoynx stratiotata</i>
Mollusken	<i>Acroloxus lacustris</i>
Mollusken	<i>Ancylus fluviatilis</i>
Mollusken	<i>Physa fontinalis</i>
Mollusken	<i>Planorbis carinatus</i>
Odonata (Libellen)	<i>Aeshna cyanea</i>
Odonata (Libellen)	<i>Aeshna mixta</i>
Odonata (Libellen)	<i>Calopteryx splendens</i>
Odonata (Libellen)	<i>Coenagrion puella/pulchellum</i>
Odonata (Libellen)	<i>Coenagrion pulchellum</i>
Odonata (Libellen)	<i>Enallagma cyathigerum</i>
Odonata (Libellen)	<i>Erythromma najas</i>
Odonata (Libellen)	<i>Libellula depressa</i>
Odonata (Libellen)	<i>Libellula quadrimaculata</i>
Odonata (Libellen)	<i>Orthetrum cancellatum</i>
Odonata (Libellen)	<i>Sympetrum sanguineum</i>
Odonata (Libellen)	<i>Sympetrum striolatum</i>
Odonata (Libellen)	<i>Sympetrum vulgatum</i>
Oligochaeta	<i>Chaetogaster diaphanus</i>
Oligochaeta	<i>Pristina aequisetia</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Agraylea multipunctata</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Agraylea sexmaculata</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Agrypnia pagetana</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Anabolia nervosa</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Athripsodes aterrimus</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Ceraclea senilis</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Cyrnus crenaticornis</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Cyrnus flavidus</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Holocentropus dubius</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Holocentropus picicornis</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Limnephilus lunatus</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Limnephilus nigriceps</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Mystacides longicornis</i>
Trichoptera (Kokerjuffers)	<i>Triaenodes bicolor</i>
Wantsen	<i>Cymatia coleoptrata</i>
Wantsen	<i>Gerris argentatus</i>
Wantsen	<i>Hebrus ruficeps</i>
Wantsen	<i>Hydrometra gracilentia</i>
Wantsen	<i>Microvelia buenoi</i>
Wantsen	<i>Notonecta lutea</i>
Wantsen	<i>Sigara fossarum</i>

Soortgroep	Soortnaam
Watermijten	<i>Argyroneta aquatica</i>
Watermijten	<i>Arrenurus albator</i>
Watermijten	<i>Arrenurus bicuspidator</i>
Watermijten	<i>Arrenurus biscissus</i>
Watermijten	<i>Arrenurus cuspidator</i>
Watermijten	<i>Arrenurus cuspidifer</i>
Watermijten	<i>Arrenurus cylindratus</i>
Watermijten	<i>Arrenurus fimbriatus</i>
Watermijten	<i>Arrenurus globator</i>
Watermijten	<i>Arrenurus inexploratus</i>
Watermijten	<i>Arrenurus integrator</i>
Watermijten	<i>Brachypoda versicolor</i>
Watermijten	<i>Eylais discreta</i>
Watermijten	<i>Eylais extendens</i>
Watermijten	<i>Eylais hamata</i>
Watermijten	<i>Eylais infundibulifera</i>
Watermijten	<i>Eylais setosa</i>
Watermijten	<i>Hydrachna conjecta</i>
Watermijten	<i>Hydrachna cruenta</i>
Watermijten	<i>Hydrachna globosa</i>
Watermijten	<i>Hydrachna leegei</i>
Watermijten	<i>Hydrachna processifera</i>
Watermijten	<i>Hydrachna uniscutata</i>
Watermijten	<i>Hydrochoreutes krameri</i>
Watermijten	<i>Hydrodroma despiciens</i>
Watermijten	<i>Hydrodroma despiciens despiciens</i>
Watermijten	<i>Hydrodroma despiciens pilosa</i>
Watermijten	<i>Hydrodroma despiciens s.l.</i>
Watermijten	<i>Hydryphantes dispar</i>
Watermijten	<i>Hydryphantes ruber</i>
Watermijten	<i>Limnesia connata</i>
Watermijten	<i>Limnesia fulgida</i>
Watermijten	<i>Limnesia koenikei</i>
Watermijten	<i>Limnesia undulatoides</i>
Watermijten	<i>Midea orbiculata</i>
Watermijten	<i>Neumania vernalis</i>
Watermijten	<i>Piona longipalpis</i>
Watermijten	<i>Pionacercus vatrax</i>
Watermijten	<i>Tiphys latipes</i>
Watermijten	<i>Tiphys ornatus</i>
Watermijten	<i>Tiphys torris</i>

bijlage 5: Ondersteunende modellen

Model dat het model uit figuur 5-12 ondersteunt

In dit model is te zien dat bij niet-beschoeide oevers het aantal macrofyten indicatorsoorten goed is. Bij NVO's en beschoeide oevers spelen daarnaast veel andere factoren een rol. Bij onbeschoeide oevers zal, mits de golfaanval niet te groot is, een redelijk natuurlijk talud kunnen ontstaan die de vestiging van waterplanten mogelijk maakt. Verder is het een ingewikkeld model, waarvan delen min of meer logisch zijn, maar het is moeilijk om daarvan de statistische sterkte te bepalen. Het onderste deel waarbij een 'flauw' of 'plasberm' onderwater talud beter scoort voor macrofyten indicatorsoorten dan een 'steil' talud is echter niet zomaar los te koppelen. Als we ook naar de model uitkomsten kijken zien we: dat 'steil' nog bepaald wordt door 1 oever; 'plasberm' door 9 en 'flauw' door 7 oevers. Die laatste twee uitkomsten zijn dan nog redelijk betrouwbaar.

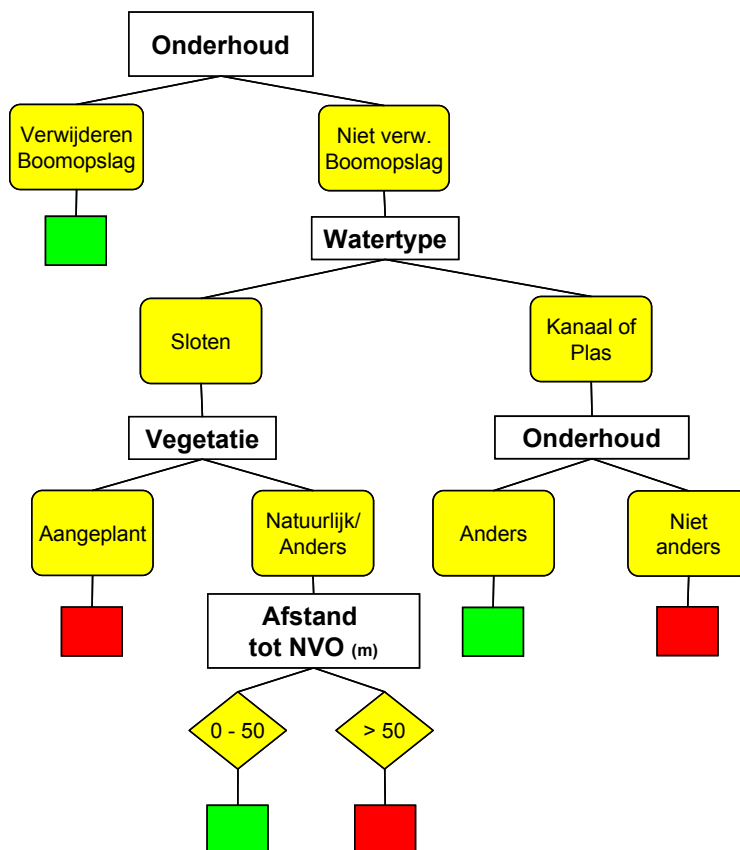


Model voor macrofyten, indicatorsoorten, alle data; n=100, CCI: 74% K: 0,48.

Rekenkundig:	Statistisch sterk model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model

Modellen die het model in figuur 5-15 ondersteunen:

In dit model is de EKR-score van macrofauna goed bij het verwijderen van boomopslag. Bij ander onderhoud (baggeren, krabben, klepelen, anders of geen onderhoud) is de EKR macrofauna goed als de vegetatie natuurlijk is (niet aangeplant), en de afstand tot een NVO minder dan 50 meter is. Bij kanalen en plassen scoort macrofauna slecht bij alle soorten onderhoud behalve bij ander onderhoud, waarvan niet bekend is wat het is.



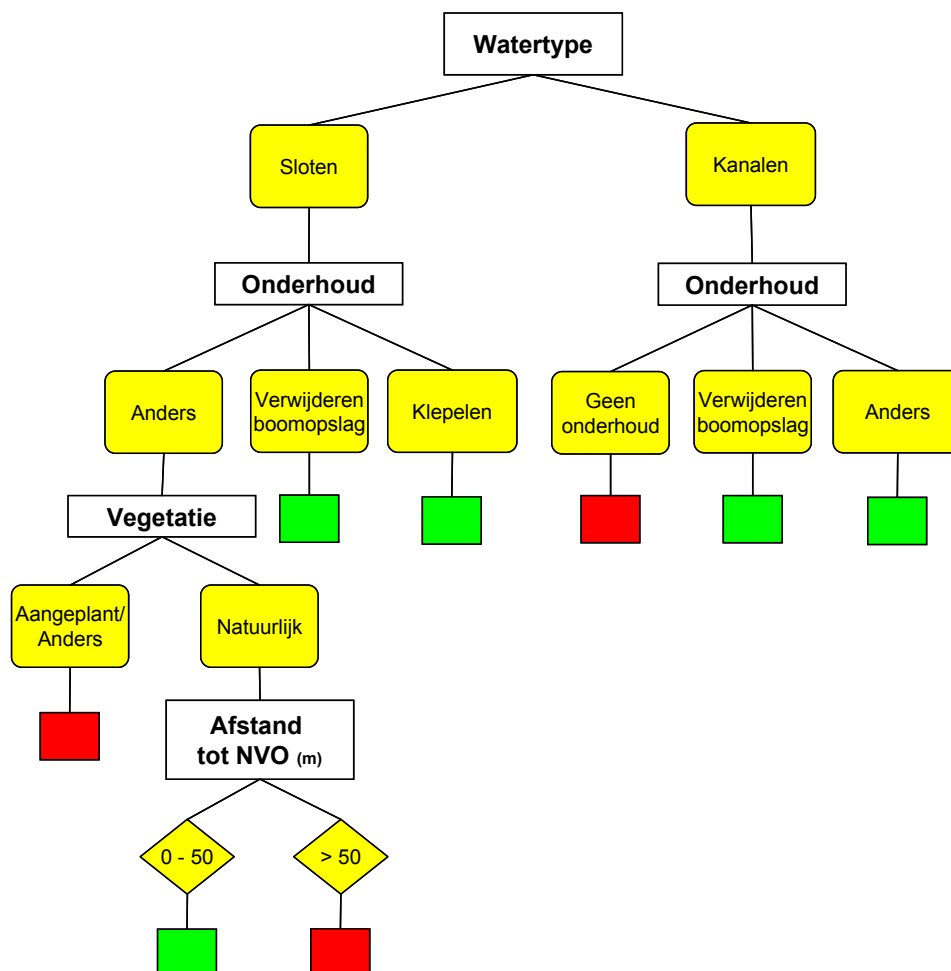
Model voor macrofauna, EKR-score, alle data, n=82, CCI: 73%, K 0,46.

De afbraak van bladeren van bomen kan voor ongunstige omstandigheden voor macrofauna in kanalen zorgen. Ook beschadwing kan een negatieve invloed hebben op macrofauna, organisch materiaal blijft liggen en hoopt vaak op wat tot zuurstofloosheid kan leiden. Slootonderhoud betreft meestal direct of indirect de hele sloot, vaak wordt een sloot terug gebracht in een pioniermilieu, dat meestal arm is aan soorten, maar wel veel individuen herbergt.

In natuurlijke vegetaties ontwikkelen meestal meer soorten dan in aangeplante. Verder is de structuur van een natuurlijke vegetatie veel interessanter voor macrofauna dan van een aangeplante vegetatie, die vaak maar uit een handvol even oude in rechte lijnen geplante soorten bestaat.

Rekenkundig:	Statistisch goed model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Ontwerp, inrichting en locatiekeuze

- Kanalen slecht scoren op EKR macrofauna als er geen onderhoud wordt uitgevoerd; anders scoren ze goed;
- Sloten scoren goed bij klepelen en bij het verwijderen van boomopslag (dit geldt slechts voor 2 cases, echter beide cases zijn goed voorspeld);
- Sloten met onderhoud 'anders' scoren alleen goed bij een natuurlijke vegetatie en binnen 0- 50 m van een NVO.



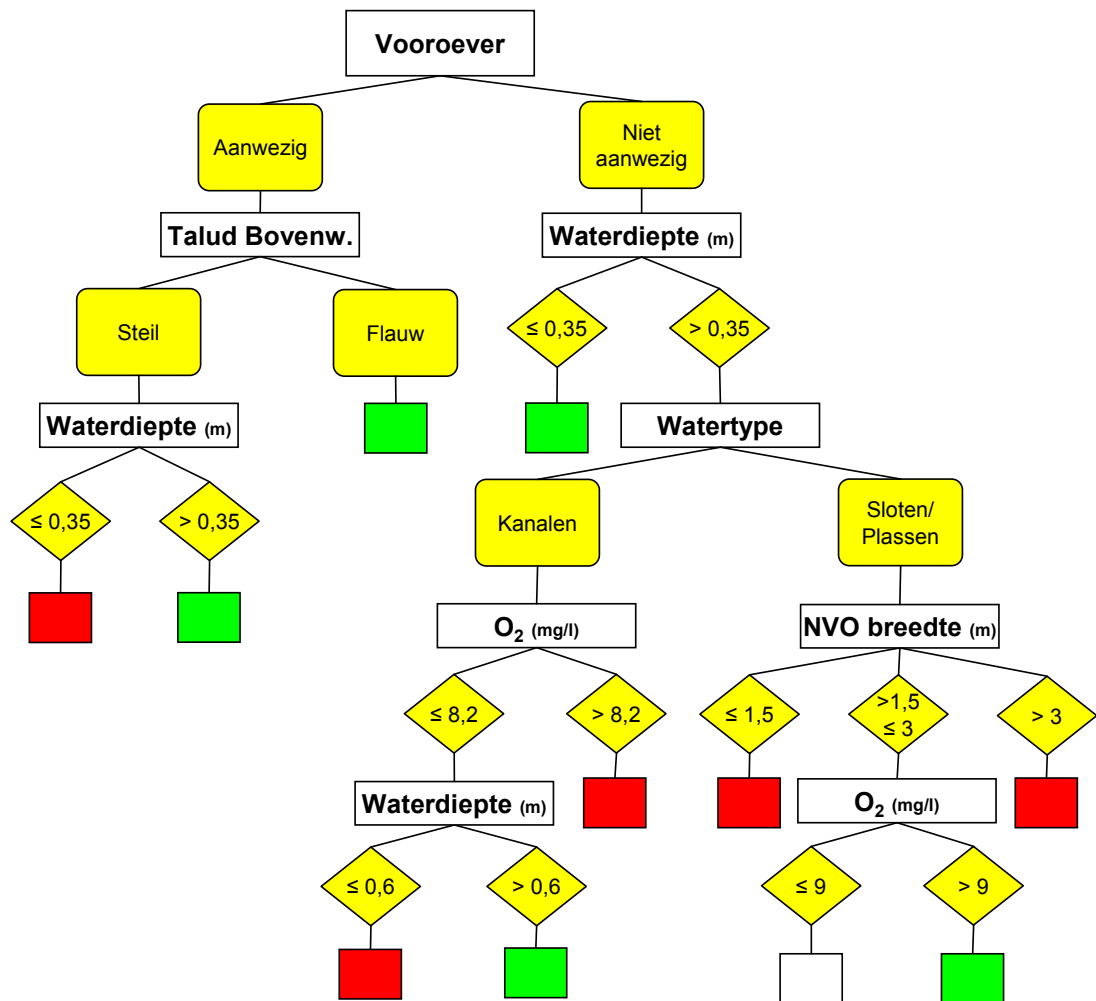
Model voor macrofauna, EKR-score, alle data, n=82, CCI: 82%, K 0,63.

Dat onderhoud goed is voor de macrofauna EKR is logisch, omdat anders een oever verland en er geen plek meer is voor aquatische macrofauna, ook beschaduwing kan een negatieve invloed hebben op macrofauna. Organisch materiaal blijft liggen en hoopt vaak op wat tot zuurstofloosheid kan leiden en een sliblaag. Slootonderhoud betreft meestal direct of indirect de hele sloot, vaak wordt een sloot terug gebracht in een pioniermilieu, een stadium dat meestal arm is aan soorten, maar wel veel individuen kan herbergen. In natuurlijke vegetaties ontwikkelen zich meestal meer plantensoorten dan in aangeplante vegetaties. Dit leidt tot meer variatie in habitats, wat weer leidt tot meer macrofaunasoorten. Verder is de structuur van een natuurlijke vegetatie veel interessanter voor macrofauna dan van een aangeplante vegetatie, die vaak maar uit een handvol even oude, in rechte lijnen geplante soorten bestaat. De invloed van onderhoud op een aangeplante of een natuurlijke vegetatie is deels te verklaren. Een eenzijdige vegetatie zal eerder last hebben van een tijdelijke nadelige situatie na onderhoud dan een gevarieerde vegetatie, mogelijk zal een natuurlijke vegetatie ook sneller herstellen.

Rekenkundig:	Statistisch sterk model
Expert oordeel:	Logisch
Conclusie:	Goed model
Relevant voor:	Locatiekeuze, onderhoud, inrichting en omgeving

Modellen die het model uit figuur 5-19 ondersteunen.

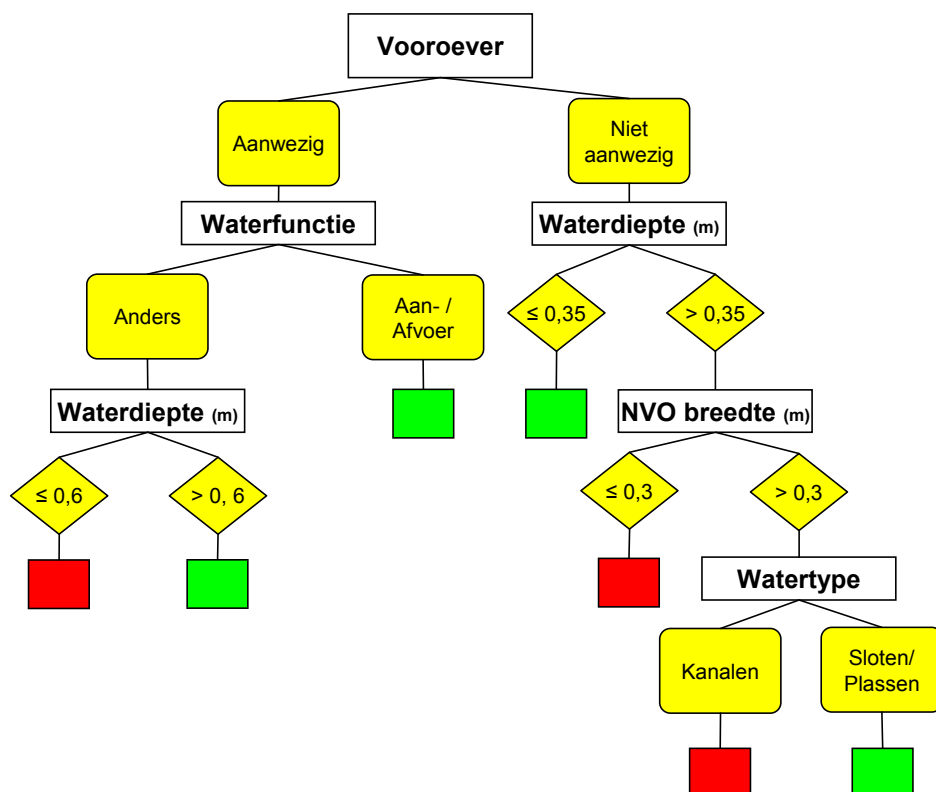
Dit model heeft veel overeenkomsten met het model uit figuur 5-19, met name de linker tak. Als een vooroever aanwezig is, dient het talud bovenwater flauw te zijn om goed te scoren voor macrofyten. Ook hier is de diepte van de watergang van belang om goed te scoren. Uit de rechterkant van het model valt op te maken, dat in afwezigheid van een vooroever alleen in ondiepe wateren een goede EKR-score macrofyten is te krijgen. Het is eveneens een complex model, in diepere wateren spelen weer veel criteria een rol, zoals bij sloten en plassen de breedte van de NVO. Als NVO's breder zijn dan 3 meter of smaller dan 1,5 meter scoren ze slecht, maar tussen de 1,5 en 3 meter scoren ze goed, mits het zuurstofgehalte groter is dan 9 mg/l. Bij kanalen kan alleen een goede EKR-score voor macrofyten verkregen worden bij een laag zuurstofgehalte als er voldoende diepte is. De slechte score voor een hoog zuurstofgehalte is vreemd, het betreft slechts 2 cases.



Model voor macrofyten, EKR-score, NVO data, $n = 58$, CCI: 79%, $K 0,59$.

Flauwe bovenwater taluds zorgen voor meer een grotere zone waarin oeverplanten kunnen groeien. Bij een steil talud bovenwater kan de EKR-score vrijwel alleen door waterplanten bepaald worden en die hebben enige diepte van de watergang nodig. De relatie met hoge zuurstofgehalten en macrofyten kan duiden op de aan- of afwezigheid van een sliblaag in een NVO.

Rekenkundig:	Statistisch sterk model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Ontwerp

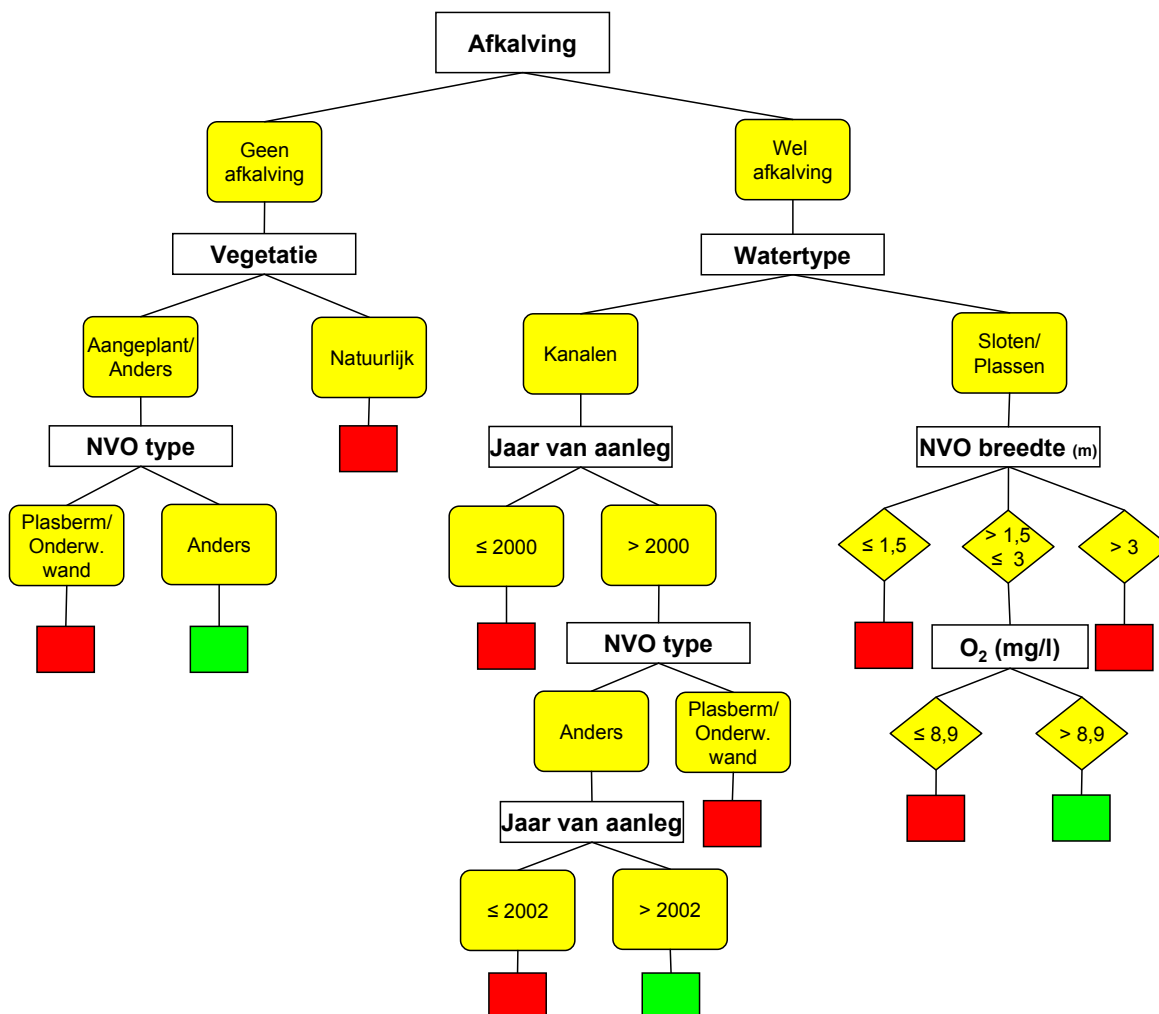


Model voor macrofyten, EKR-score, NVO data, $n = 58$, CCI: 72%, $K 0,44$.

Rekenkundig:	Statistisch sterk model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model
Relevant voor:	Ontwerp, locatiekeuze

Model dat het modellen uit figuur 5-20 ondersteunt.

Dit model geeft maar in enkele gevallen een hoge EKR-score voor macrofyten. Het model is erg complex en daarom als ondersteunend model behouden voor het model in figuur 5-20. Wanneer er geen afkalving is kunnen NVO's waar het ontwerp geen plasberm of onderwater wand is, zorgen voor een hoge score in de EKR voor macrofyten. Het is opvallend dat de aanwezigheid van een plasberm of onderwater wand vaak zorgt voor een lage score in de data-driven modellen. Voor kanalen met afkalving geldt dat NVO's die voor 2002 zijn aangelegd over het algemeen voor een lage macrofyten EKR-score zorgen. En ook in dit geval zorgt een plasberm niet voor een hoge score. Voor sloten geldt dat een optimale NVO breedte tussen 1,5 en 3 meter een goede score kan hebben, mits er een goede zuurstofhuishouding in het water is.



Model voor macrofyten, EKR-score, NVO data, n = 58, CCI: 76%, K 0,52.

Rekenkundig:	Statistisch sterk model
Expert oordeel:	Deels logisch
Conclusie:	Deels goed model

bijlage 6: Invulmogelijkheden voor de checklist

KRW M-watertypen

Kolomnaam:	WAT_TYPE	Betekenis
WAT_TYPE	M1a	Zoete gebufferde sloten
WAT_TYPE	M1b	Niet-zoete gebufferde sloten
WAT_TYPE	M2	Zwak gebufferde sloten (poldersloten)
WAT_TYPE	M3	Gebufferde (regionale) kanalen
WAT_TYPE	M4	Zwak gebufferde (regionale) kanalen
WAT_TYPE	M5	Ond. lijnv. water, open verb. met rivier.
WAT_TYPE	M6a	Grote ondiepe kanalen met scheepvaart
WAT_TYPE	M6b	Grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart
WAT_TYPE	M7a	Grote diepe kanalen met scheepvaart
WAT_TYPE	M7b	Grote diepe kanalen zonder scheepvaart
WAT_TYPE	M8	Gebufferde laagveenloten
WAT_TYPE	M9	Zwak gebufferde hoogveen sloten
WAT_TYPE	M10	Laagveen vaarten en kanalen
WAT_TYPE	M11	Kleine ondiepe gebufferde plassen
WAT_TYPE	M12	Kleine ondiepe zwak gebufferde plassen (vennen)
WAT_TYPE	M13	Kleine ondiepe zure plassen (vennen)
WAT_TYPE	M14	Grote ondiepe gebufferde plassen.
WAT_TYPE	M16	Diepe gebufferde meren
WAT_TYPE	M17	Diepe zwakgebufferde meren
WAT_TYPE	M18	Diepe zure meren
WAT_TYPE	M19	Diepe meren in open verbinding met rivier
WAT_TYPE	M20	Matig grote diepe gebufferde meren
WAT_TYPE	M21	Grote diepe gebufferde meren
WAT_TYPE	M22	Kleine ondiepe kalkrijke plassen
WAT_TYPE	M23	Grote ondiepe kalkrijke plassen
WAT_TYPE	M24	Diepe kalkrijke meren
WAT_TYPE	M25	Ondiepe laagveenplassen
WAT_TYPE	M26	Ondiepe zwak gebufferde hoogveenplassen/vennen
WAT_TYPE	M27	Matig grote ondiepe laagveenplassen
WAT_TYPE	M28	Diepe laagveenmeren
WAT_TYPE	M29	Matig grote diepe laagveenmeren
WAT_TYPE	M30	Zwak brakke wateren
WAT_TYPE	M31	Kleine brakke tot zoute wateren
WAT_TYPE	M32	Grote brakke tot zoute meren

Invulmogelijkheden voor de checklist (oeverparameters)

PAR_CODE	PAR_NAME	VAL_CODE	AMT_CALC	UNT_CALC
MEETNET	Onderdeel van het meetnet	ja	1.000	DIMSLS
MEETNET	Onderdeel van het meetnet	nee	0.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	n.v.t.	-1.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2009	15.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2008	14.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2007	13.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2006	12.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2005	11.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2004	10.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2003	9.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2002	8.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2001	7.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	2000	6.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	1999	5.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	1998	4.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	1997	3.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	1996	2.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	1995	1.000	DIMSLS
AANLJAAR	Jaar van aanleg	< 1995	0.000	DIMSLS
OEVRTYP	Oevertype	Beschoeid (traditioneel)	1.000	DIMSLS
OEVRTYP	Oevertype	Niet-beschoeid	2.000	DIMSLS
OEVRTYP	Oevertype	NVO	3.000	DIMSLS
OEVRTYP	Oevertype	Anders	4.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	n.v.t.	0.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	Hout	1.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	Staal	2.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	Stenen	3.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	Stortsteen	4.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	Kademuur	5.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	Palenrij	6.000	DIMSLS
BESTYP	Type beschoeiing	anders	7.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	n.v.t.	0.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	Plasberm	1.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	Floatlands	2.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	Plas-dras	3.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	Flauw talud	4.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	Onderwaterwand	5.000	DIMSLS
NVOTYP	NVO type	Anders	6.000	DIMSLS
OEVRLEN	Oeverlengte	-	0.000	M
VROEVAA	Aanwezigheid vooroever	ja	1.000	DIMSLS
VROEVAA	Aanwezigheid vooroever	nee	0.000	DIMSLS

PAR_CODE	PAR_NAME	VAL_CODE	AMT_CALC	UNT_CALC
VROEVST	Soort vooroever	n.v.t.	0.000	DIMSLS
VROEVST	Soort vooroever	Hout	1.000	DIMSLS
VROEVST	Soort vooroever	Steen	2.000	DIMSLS
VROEVST	Soort vooroever	Staal	3.000	DIMSLS
VROEVST	Soort vooroever	Anders	4.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	niet duidelijk	0.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	intensieve scheepvaart	1.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	recreatieve scheepvaart	2.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	zwemwater	3.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	sierwater	4.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	beroepsvisserij	5.000	DIMSLS
FUNWAT	Waterfunctie	water aan- en afvoer	6.000	DIMSLS
LANDSPLKLGG	Landschappelijke ligging	Natuurlijk	1.000	DIMSLS
LANDSPLKLGG	Landschappelijke ligging	Half natuurlijk	2.000	DIMSLS
LANDSPLKLGG	Landschappelijke ligging	Niet natuurlijk	3.000	DIMSLS
LANDSPLKLGG	Landschappelijke ligging	Anders	9.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Bos	1.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Weiland	2.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Akker	3.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Stedelijk	4.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Industrie	5.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Park	6.000	DIMSLS
OMGING1	Omgeving1	Anders	7.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	n.v.t.	0.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Bos	1.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Weiland	2.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Akker	3.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Stedelijk	4.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Industrie	5.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Park	6.000	DIMSLS
OMGING2	Omgeving2	Anders	7.000	DIMSLS
KOSTEN	Kosten	-	-1.000	EURO
ONDHD	Onderhoud	Geen	0.000	DIMSLS
ONDHD	Onderhoud	Verwijderen boomopslag	1.000	DIMSLS
ONDHD	Onderhoud	Baggeren	2.000	DIMSLS
ONDHD	Onderhoud	Krabben	3.000	DIMSLS
ONDHD	Onderhoud	Klepelen	4.000	DIMSLS
ONDHD	Onderhoud	Anders	9.000	DIMSLS
ONDREGT	Onderhoud regelmaat	geen onderhoud	0.000	DIMSLS
ONDREGT	Onderhoud regelmaat	1x per 3 jaar	1.000	DIMSLS
ONDREGT	Onderhoud regelmaat	1x per 5 jaar	2.000	DIMSLS
ONDREGT	Onderhoud regelmaat	1x per 10 jaar	3.000	DIMSLS
ONDREGT	Onderhoud regelmaat	< 1x per 10 jaar	4.000	DIMSLS
ONDREGT	Onderhoud regelmaat	wel onderhoud, hoe vaak niet bekend	5.000	DIMSLS
BEHEER	Beheer	Geen	0.000	DIMSLS
BEHEER	Beheer	Maaien	1.000	DIMSLS
BEHEER	Beheer	Maaien met afvoer	1.100	DIMSLS
BEHEER	Beheer	Maaien zonder afvoer	1.200	DIMSLS
BEHEER	Beheer	Begrazen	3.000	DIMSLS
BEHEER	Beheer	Anders	4.000	DIMSLS

PAR_CODE	PAR_NAME	VAL_CODE	AMT_CALC	UNT_CALC
BERREGT	Beheer regelmaat	geen beheer	0.000	DIMSLS
BERREGT	Beheer regelmaat	1x per jaar	1.000	DIMSLS
BERREGT	Beheer regelmaat	1x per 2 jaar	2.000	DIMSLS
BERREGT	Beheer regelmaat	1x per 3 jaar	3.000	DIMSLS
BERREGT	Beheer regelmaat	< 1x per 3 jaar	4.000	DIMSLS
BERREGT	Beheer regelmaat	wel beheer, hoe vaak niet be- kend	5.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	nooit	0.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2009	15.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2008	14.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2007	13.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2006	12.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2005	11.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2004	10.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2003	9.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2002	8.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2001	7.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	2000	6.000	DIMSLS
BAGGER	Baggeren	< 2000	5.000	DIMSLS
WATDTE	Waterdiepte	-	0.000	M
WATBTE	Waterbreedte	-	0.000	M
NVOBTE	NVO breedte	-	-1.000	M
NVODTE	NVO diepte	-	-1.000	M
ZIJDNVO	Aantal zijden NVO	0	0.000	AANTL
ZIJDNVO	Aantal zijden NVO	1	1.000	AANTL
ZIJDNVO	Aantal zijden NVO	2	2.000	AANTL
BODTYPE	Bodemtype	Onbekend	0.000	DIMSLS
BODTYPE	Bodemtype	zand	1.000	DIMSLS
BODTYPE	Bodemtype	klei	2.000	DIMSLS
BODTYPE	Bodemtype	veen	3.000	DIMSLS
BODTYPE	Bodemtype	steen	4.000	DIMSLS
BODTYPE	Bodemtype	kunstmatig substraat	5.000	DIMSLS
BODTYPE	Bodemtype	matten	6.000	DIMSLS
TALODWTR	Talud onderwater	steil (> 25 gr)	2.000	DIMSLS
TALODWTR	Talud onderwater	flauw (< 25 gr)	1.000	DIMSLS
TALODWTR	Talud onderwater	plasberm	3.000	DIMSLS
TALBVWTR	Talud bovenwater	steil (> 25 gr)	2.000	DIMSLS
TALBVWTR	Talud bovenwater	flauw (< 25 gr)	1.000	DIMSLS
NVOTALUD	Talud NVO	n.v.t.	0.000	DIMSLS
NVOTALUD	Talud NVO	1 : 3	1.000	DIMSLS
NVOTALUD	Talud NVO	1 : 5	2.000	DIMSLS
NVOTALUD	Talud NVO	anders	3.000	DIMSLS
KNSTBDDG	Kunstmatige bedding	ja	1.000	DIMSLS
KNSTBDDG	Kunstmatige bedding	nee	0.000	DIMSLS
PEILBEHR	Peilbeheer	Geen peilbeheer	9.000	DIMSLS
PEILBEHR	Peilbeheer	vast peil	1.000	DIMSLS
PEILBEHR	Peilbeheer	tegen natuurlijk	2.000	DIMSLS
PEILBEHR	Peilbeheer	natuurlijk	3.000	DIMSLS
PEILBEHR	Peilbeheer	flexibel	4.000	DIMSLS
SLIBDTE	Slibdikte	-	-1.000	CM

PAR_CODE	PAR_NAME	VAL_CODE	AMT_CALC	UNT_CALC
VERBTD	Verblijftijd	Onbekend	9.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	< 1 dag	1.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	1 dag	2.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	1 week	3.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	1 maand	4.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	3 maanden	5.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	6 maanden	6.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	1 jaar	7.000	DIMSLS
VERBTD	Verblijftijd	> jaar	8.000	DIMSLS
STROOMSHD	Stroomsnelheid	-	-1.000	CM/S
AFKALV	Afkalving	Onbekend	0.000	DIMSLS
AFKALV	Afkalving	Geen	1.000	DIMSLS
AFKALV	Afkalving	Zwak	2.000	DIMSLS
AFKALV	Afkalving	Matig	3.000	DIMSLS
AFKALV	Afkalving	Sterk	4.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Open	1.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Half open	2.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Geheel afgesloten	3.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Periodiek afgesloten af/aanvoer	4.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Periodiek afgesloten aanvoer	5.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Periodiek afgesloten afvoer	6.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Onbekend	7.000	DIMSLS
ISOLTE	Isolatie	Anders	9.000	DIMSLS
BESCHAD	Beschaduwing	Geen schaduw	0.000	DIMSLS
BESCHAD	Beschaduwing	< 10%	1.000	DIMSLS
BESCHAD	Beschaduwing	10 - 40%	2.000	DIMSLS
BESCHAD	Beschaduwing	40 - 90%	3.000	DIMSLS
BESCHAD	Beschaduwing	> 90%	4.000	DIMSLS
MEADRG	Meandering	Sterk	1.000	DIMSLS
MEADRG	Meandering	Matig	2.000	DIMSLS
MEADRG	Meandering	Geen	3.000	DIMSLS
KWLWEGZ	Kwel/wegzijging	n.v.t.	0.000	DIMSLS
KWLWEGZ	Kwel/wegzijging	Kwel	1.000	DIMSLS
KWLWEGZ	Kwel/wegzijging	Wegzijging	2.000	DIMSLS
VEGAANP	Vegetatie aangeplant/natuurlijk	Geen vegetatie aanwezig	0.000	DIMSLS
VEGAANP	Vegetatie aangeplant/natuurlijk	Natuurlijk	1.000	DIMSLS
VEGAANP	Vegetatie aangeplant/natuurlijk	Aangeplant	2.000	DIMSLS
VEGAANP	Vegetatie aangeplant/natuurlijk	Anders	9.000	DIMSLS
AFSTNVO	Afstand naar dichtsbijzijnde NVO	-	-1.000	M
FOTO	Foto's beschikbaar	Ja	1.000	DIMSLS
FOTO	Foto's beschikbaar	Nee	0.000	DIMSLS
OPMERK	Opmerkingen	Ja	1.000	DIMSLS
OPMERK	Opmerkingen	Nee	0.000	DIMSLS