

Titel:

Natuurvriendelijke oevers op de Groninger Klei.

Omschrijving:

Een onderzoek naar de effectiviteit van natuurvriendelijke oevers op de vegetatie in het noordelijk deel van het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest.

Kader:

Afstudeeropdracht deeltijdopleiding Bos- en Natuurbeheer, richting natuur- en landschapstechniek (NLT).
Hogeschool van Hall Larenstein te Velp.

Datum:

5 januari 2016

Opdrachtgever:

Waterschap Noorderzijlvest
Stedumermaar 1
9935 AC Groningen

Begeleiders:

Greetje Kampinga-Werkman
Roy van Hezel

Opdrachtnemer:

Trudy van Wijk
Goldhoorn 16, 9682 XN Oostwold
tel. 06-46081128
info@degroningerklei.nl

Begeleider vanuit Van Hall Larenstein:

Hedwig van Loon
Hedwig.vanloon@wur.nl

Fotoverantwoording:

De foto op de voorzijde is van Erik Venneman
De overige foto's zijn van Trudy van Wijk
tenzij anders vermeld.

Voorwoord

Mijn passie is het agrarisch natuurbeheer. Met mijn eigen bedrijf – de Groninger Klei- ben ik nu ruim tien jaar actief in deze wereld. Drie van mijn liefdes komen hierin samen: landbouw, natuur én Groningen. Het verweven van verschillende functies is voor mij daarin de grootste uitdaging.

Om mijn ecologische basiskennis te vergroten, ben ik in het najaar van 2011 gestart met de vierjarige opleiding bos- en natuurbeheer aan Hogeschool Van Hall Larenstein te Velp. Drieënhalf jaar heb ik genoten van het opdoen van kennis en het verkrijgen van nieuwe inzichten. Qua ecologische kennis heb ik een flinke stap voorwaarts gezet. Gaande deze studie heb ik ook ontdekt in welke richting ik mij verder wil ontwikkelen. Voor mij blijft dat het verweven van natuur met andere functies in een agrarisch cultuurlandschap. Met de voorliggende afstudeeropdracht komt daar een functie bij: waterbeheer. Dit maakt mijn werkveld nog breder, nog complexer..... en nog interessanter!

Ik dank waterschap Noorderzijlvest dat zij mij de kans heeft geboden om hiermee aan de slag te gaan.

Trudy

Juni 2015- januari 2016



Samenvatting

Aanleiding

Natuurvriendelijke oevers zijn voor waterschap Noorderzijlvest een belangrijke maatregel om de doelstellingen voor de Kaderrichtlijn Water te behalen. De afgelopen jaren zijn vele kilometers aangelegd. Voor de komende jaren, tot 2021, is er een opgave van 41 kilometer. Deze natuurvriendelijke oevers worden vooral aangelegd in het noordelijk deel van het beheergebied: Noord-Groningen.

De natuurvriendelijke oevers liggen langs maren en diepen. Dit zijn M3-watertypen: Gebufferde regionale kanalen. Deze watergangen zijn tussen de 8 en 30 meter breed en hebben een belangrijke functie in de wateraan- en afvoer. De natuurvriendelijke oevers die de afgelopen jaren zijn aangelegd hebben een flauw talud. In het gebied liggen ook oudere natuurvriendelijke oevers. Dit zijn in de meeste gevallen plasbermoevers.

Onderzoeksdoel en onderzoeksvraag

Algemeen wordt aangenomen dat natuurvriendelijke oevers de waterkwaliteit verbeteren. Waterschap Noorderzijlvest wil weten of dit veronderstelde effect aantoonbaar is bij de oevers die zij de afgelopen jaren heeft aangelegd. Om hierop een antwoord te krijgen is in de zomer en het najaar van 2015 een onderzoek uitgevoerd. De onderzoeksvraag hierbij was: *Onder welke abiotische en biotische omstandigheden zijn natuurvriendelijke oevers in het noordelijk deel van het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest het meest effectief voor macrofyten?*

Methodiek

Om hierop een antwoord te krijgen zijn vegetatieopnamen gemaakt bij 41 oevers (natuurvriendelijke én gangbare) in Noord-Groningen. De oevers zijn beoordeeld op hun effectiviteit: de bedekking van submerse, emerse en drijvende soorten en de soortendiversiteit. Tevens is gekeken naar het verband met standplaatsfactoren. De oevers zijn verdeeld in twee soorten en vijf typen:

- Gangbare oevers (natuurlijke oevers en beschoeide oevers);
- Natuurvriendelijke oevers (oevers met een flauw talud, plasbermen en oevers met andere profielen).

De vegetatieopnamen en de uitwerking van de gegevens zijn uitgevoerd conform de werkwijze van de KRW-monitoring. De effectiviteit wordt uitgedrukt in de EKR, de Ecologische KwaliteitsRatio. Dit is een score tussen 0 en 1. Voor het uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt van QBWat, een programma dat landelijk wordt gebruikt om de biologische parameters te toetsen. De berekeningswijze is vastgelegd in een KRW-Maatlat voor het M3-watertype. In dit onderzoek is de berekeningswijze van QBWat aangepast. Dit was nodig om gangbare oevers en natuurvriendelijke oevers te kunnen vergelijken.

Methodediscussie

De KRW-maatlat houdt bij het M3-type geen rekening met hoge Chloridgehaltes in het oppervlaktewater, terwijl dit in het onderzoeksgebied wel voorkomt. Vanwege deze hoge saliniteit komt een aantal plantensoorten plaatselijk niet of minder vaak door. De EKR-score valt daardoor laag uit. Tevens is het onmogelijk om op die locaties een hoge EKR-score te behalen.

In het onderzoeksgebied komen maar weinig soorten voor die meetellen voor de EKR-score. In combinatie met de wijze van berekening leidt het ertoe dat één of enkele plantensoort(n), soms zelfs exemplaren, een sterke invloed hebben op de EKR-score. Het toeval kan hierdoor de score bepalen.

Binnen dit onderzoek zijn 41 vegetatieopnamen gedaan. Deze oevers verschilden in leeftijd en profiel. Vanwege beschikbaarheid en bereikbaarheid was het niet mogelijk om een evenwichtige verdeling, naar leeftijd en profiel, te krijgen over het gebied. Door deze verscheidenheid in oeverkenmerken waren de effecten van de standplaatsfactoren niet goed te duiden.

Conclusies

Op basis van dit onderzoek zijn natuurvriendelijke oevers effectiever voor macrofyten dan gangbare oevers. Volgens de KRW-beoordelingssystematiek scoren natuurvriendelijke oevers hoger op bedekking en soortensamenstelling dan gangbare oevers. Dit verschil is significant.

Op deze conclusie is veel aan te merken, omdat de aanwezigheid van één of enkele plantensoorten, of zelfs exemplaren, de EKR-score sterk kan beïnvloeden.

Bij natuurvriendelijke oevers komen meer submerse soorten voor dan bij gangbare oevers. Dit is belangrijk omdat submerse soorten een belangrijke sleutelfactor zijn voor de verdere ontwikkeling van natuurvriendelijke oevers.

In het onderzoeksgebied bepalen vier standplaatsfactoren de effectiviteit van natuurvriendelijk oevers op de vegetatie:

Saliniteit. Hierdoor komen op locaties met hoge Chloridgehaltes in het oppervlaktewater minder plantensoorten voor.

Beschaduwing. Dit betreft de interne beschaduwing door rietkragen. Bij brede rietkragen die ouder zijn dan vijf jaar komen naast riet maar weinig andere plantensoorten voor.

Waterdiepte. In water dat dieper is dan 50 cm groeit geen riet. De waterdiepte bepaalt hiermee de breedte van een rietkraag (en daarmee de aanwezigheid van andere plantensoorten). Bij verlanding neemt de waterdiepte af. Hierdoor kunnen submerse soorten niet meer voorkomen.

Stroming en luwte. Vooral submerse soorten hebben luwte nodig om zich te kunnen vestigen en handhaven.

De inrichting van de natuurvriendelijke oever bepaalt de luwte, de waterdiepte en daarmee de aanwezigheid van rietkragen.

Over het effect van onderhoud op natuurvriendelijke oevers is weinig te zeggen omdat dit nog niet heeft plaatsgevonden.

Aanbevelingen

Natuurvriendelijke oevers met een flauw talud zijn het meest effectief voor macrofyten. Bij de aanleg van natuurvriendelijke oevers moet zo mogelijk luwte gecreëerd worden. Dit kan door het laten staan van oude beschoeiing wanneer deze nog aanwezig is of door het graven van diepere en ondiepere zones in het ondiepe gedeelte.

In gebieden met hoge Chloridgehalte in het oppervlaktewater is het niet zinvol om natuurvriendelijke oevers aan te leggen.

Bij de natuurvriendelijke oevers die sinds 2012 zijn aangelegd is onderhoud nog niet aan de orde omdat deze oevers nog niet verland zijn. Bij de oudere verlandde plasbermen is wel onderhoud nodig. Hier kan met een combinatie van 'rits-onderhoud' en 'uitkrabben' de rietvegetatie worden teruggezet. Tevens ontstaan er gradiënten en wordt er plaatselijk luwte gecreëerd. Bij de waterschappen Hunze en Aa's en Zuiderzeeland zijn daar goede ervaringen mee opgedaan.

De natuurvriendelijke oevers met flauw talud zijn nu maximaal drie jaar oud. De vegetatie is hier nog in ontwikkeling. Het is zinvol om de vegetatieontwikkeling de komende jaren te gaan volgen en hierover kennis op te bouwen. Met deze kennis kan het onderhoud van deze oevers optimaal worden ingevuld.

Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat natuurvriendelijke oevers in Noord-Groningen effectief zijn. Het is hiermee een duurzame maatregel om de waterkwaliteit te verbeteren. Het waterschap kan landeigenaren en streekbewoners actief laten weten dat deze aanpak tot resultaat leidt. Streekbewoners worden hierdoor betrokken bij het onderwerp waterkwaliteit. Tevens kunnen meer landeigenaren over de streep getrokken worden om op hun landerijen natuurvriendelijke oevers aan te leggen.

<i>Inhoudsopgave</i>	
Voorwoord.....	1
Samenvatting	2
1. Inleiding	5
1.1 Onderzoekskader.....	5
1.2 Onderzoeksvraag en deelvragen.....	6
1.3 Leeswijzer	6
2. Onderzoeksmethode en uitvoering.....	7
2.1 Dataverzameling	7
2.3 Dataverwerking en analyses	9
3. Onderzoeksgebied	11
3.1 Een land van maren en zijlen.....	11
3.2 Natuurvriendelijke oevers in Noord-Groningen.....	13
4. Onderzoeksresultaten en analyse.....	15
4.1 Scores op bedekking en soortensamenstelling.....	15
4.1.1 Totaalscore	15
4.1.2 Score naar leeftijd.....	16
4.1.3 Scores naar oevergroep en oevertype	17
4.2 Standplaatsfactoren.....	22
4.2.1 Beschaduwning	23
4.2.2 Doorzicht	24
4.2.3 Expositie	24
4.2.4 Saliniteit	26
4.2.5 Stroming en luwte.....	27
4.2.6 Verstoring	28
4.2.7 Voedselrijkdom water	29
4.2.8 Waterdiepte.....	30
5. Discussie & conclusie	31
5.1 Methodediscussie.....	31
5.2 Conclusie	33
6. Aanbevelingen	36
Dankwoord	38
Literatuurlijst	39
Lijst van Bijlagen.....	40

1. Inleiding

1.1 Onderzoekskader

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die vanaf 2000 van kracht is. Het heeft als doel de kwaliteit en de beschikbaarheid van oppervlakte- en grondwater in Europa te waarborgen. Voor alle wateren groter dan 50 hectare en kanalen en beken waarop een gebied van minimaal 1000 hectare afwatert zijn doelstellingen geformuleerd. Het doel van de KRW is om voor alle wateren een zogeheten Goede Toestand te bereiken. Deze Goede Toestand bestaat uit een goede chemische toestand en een goede ecologische toestand.

Voor waterschap Noorderzijlvest (met haar werkgebied in Groningen en Noord-Drenthe) is de KRW een belangrijk thema in de verbetering van de chemische en biologische waterkwaliteit (Noorderzijlvest, 2013a). Sinds 2010 zet dit waterschap concrete maatregelen in om per 2027 te voldoen aan de afgesproken KRW-doelstellingen. De aanleg van vispassages, ecologisch maaibeheer en de aanleg natuurvriendelijke oevers zijn voorbeelden van maatregelen die worden getroffen.



Figuur 1 beheergebied Noorderzijlvest

Het waterschap constateert dat de waterkwaliteit in haar beheergebied al flink is verbeterd, vooral op het gebied van schadelijke stoffen in het oppervlaktewater. De waterlichamen scoren nog onvoldoende op de parameters macrofyten, macrofauna en vis. Ook is er plaatselijk een te hoge concentratie van fosfaat in het oppervlaktewater. Het maatregelenpakket is in 2015 geactualiseerd voor de planperiode 2016-2021 (Noorderzijlvest, 2015a).

Natuurvriendelijke oevers blijven voor waterschap Noorderzijlvest een belangrijke inrichtingsmaatregel om de KRW-doelstellingen te realiseren. Sinds 2010 zijn er voor de KRW door het waterschap al 37 kilometers aan natuurvriendelijke oevers aangelegd. Voor de periode 2016-2021 staat de aanleg van nog eens 41 kilometer op de planning. Ruim 36 kilometer hiervan ligt in het noordelijke deel van het beheergebied: een gebied van oude en jonge zeeklei.

Algemeen wordt aangenomen dat natuurvriendelijke oevers een positief effect hebben op de ecologie en dat zij de waterkwaliteit verbeteren. Dit wordt o.a. bevestigd in het onderzoek 'Scoren met natuurvriendelijke oevers' (Haye, de la., 2011).

Waterschap Noorderzijlvest wil weten of het veronderstelde positieve effect daadwerkelijk bij de door haar aangelegde natuurvriendelijke oevers aantoonbaar is. Deze vraag wordt opgepakt in het voorliggende onderzoeksrapport.

Het onderzoek richt zich op het gebied waar de komende jaren nog aanvullende natuurvriendelijke oevers (nvo) zullen worden aangelegd, dit is het noordelijke deel van het beheergebied. De waterlichamen zijn hier, volgens de KRW methodiek, gekenmerkt als 'Gebufferde regionale kanalen' (type M3). Dit zijn kunstmatige wateren, welke zijn aangelegd ten behoeve van aan- en afvoer van water en/of scheepvaart. Voor de kunstmatige waterlichamen geldt een aangepaste KRW-doelstelling: er wordt gestreefd naar het Goede Ecologisch Potentieel, de GEP.

Het onderzoek focust zich op macrofyten. Dit is één van de vier biologische parameters die voor de KRW gemonitord wordt. De andere parameters zijn macrofauna, vissen en fytoplankton. Macrofyten, en dan met name de ondergedoken waterplanten, zijn een belangrijke sleutelfactor voor de ecologische ontwikkeling van de oever (Stowa, 2014b). Uit de rapportage voor de KRW van eind 2014 kwam naar voren dat in Noord-Groningen macrofyten vaak slechter scoren dan de andere ecologische parameters (Noorderzijlvest, 2014b).

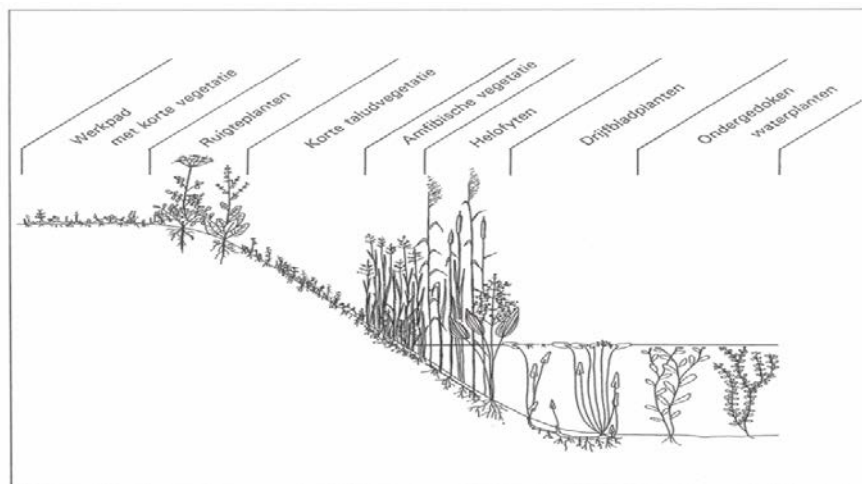
Met de resultaten van dit onderzoek wil waterschap Noorderzijlvest vaststellen in welke mate de huidige inrichting en onderhoud van natuurvriendelijke oevers leidt tot een verbetering van bedekking en soortensamenstelling bij macrofyten. En welke aanpassingen kunnen zorgen voor een optimalere bedekking en soortensamenstelling.

Natuurvriendelijke oevers

Natuurvriendelijke oevers zijn oevers met een geleidelijke overgang van water naar land. Natuurvriendelijke oevers worden aangelegd met het doel de biodiversiteit te vergroten en de waterkwaliteit te verbeteren.

Met de aanleg van natuurvriendelijke oevers wordt een biotoop gecreëerd waarin waterplanten zich kunnen vestigen en handhaven. Daar kunnen andere levensvormen hun plek vinden.

Een optimale natuurvriendelijke oever bestaat uit een brede zone met emerse waterplanten (=helofyten en amfibische vegetatie) en/of ondergedoken en drijvende waterplanten. Er wordt gestreefd naar zoveel mogelijk variatie in soortensamenstelling.



Figuur 2 Zoneringsschema oever (Heerdt 2010)

1.2 Onderzoeksvraag en deelvragen

De onderzoeksvraag is: *Onder welke abiotische en biotische omstandigheden zijn natuurvriendelijke oevers in het noordelijk deel van het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest het meest effectief voor macrofyten?*

De effectiviteit op macrofyten wordt in dit onderzoek beoordeeld conform de KRW-methodiek. Hierin zijn de bedekking van waterplanten en de soortensamenstelling bepalend.

Uit de onderzoeksvraag volgen de deelvragen:

- Zijn de reeds aangelegde natuurvriendelijke oevers effectief voor macrofyten?
- Wat zijn effecten van standplaatsfactoren op bedekking en soortensamenstelling?
- Wat is het effect van inrichting op bedekking en soortensamenstelling?
- Wat is het effect van onderhoud op bedekking en soortensamenstelling?
- Wat zijn sturingsknoppen ter optimalisering van de effectiviteit van bestaande natuurvriendelijke oevers?
- Wat zijn bepalende standplaatsfactoren voor nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oevers?

De resultaten van dit onderzoek zijn vooral voor waterschap Noorderzijlvest van belang, omdat het specifiek over natuurvriendelijke oevers in haar beheergebied gaat. Bij andere waterbeheerders spelen deels dezelfde en deels andere factoren een rol. Omdat voor veel van hen natuurvriendelijke oevers een nog relatief jong fenomeen zijn, zijn de resultaten van dit onderzoek wellicht ook voor hen relevant.

1.3 Leeswijzer

De onderzoeksmethodiek en uitvoering worden toegelicht in hoofdstuk twee, waarna in hoofdstuk drie het onderzoeksgebied en de natuurvriendelijke oevers die hier zijn aangelegd worden belicht. De onderzoeksresultaten worden behandeld in hoofdstuk vier. Na de discussie en de conclusies in hoofdstuk vijf sluit hoofdstuk zes af met de aanbevelingen.

Bijlage A bevat een verklarende lijst van afkortingen en begrippen.

2. Onderzoeksmethode en uitvoering

Om antwoorden te krijgen op onderzoeksvragen is in de zomer en het najaar van 2015 een veldonderzoek uitgevoerd. Kern van de aanpak is het verzamelen en analyseren van gegevens van oevers, zowel natuurvriendelijke als gangbare, in het eigen beheergebied. Van acht relevante oevers waren al opnamegegevens van 2014 beschikbaar. Om de dataset te vergroten zijn in 2015 additionele vegetatieopnamen gedaan. Deze gegevens zijn geanalyseerd. Om verschillen en resultaten te kunnen verklaren, zijn de resultaten van de vegetatieopnamen gekoppeld aan standplaatsfactoren. Hiervoor is literatuur geraadpleegd. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de methodiek die wordt toegepast bij de toetsing voor de KRW. Dit is de standaardmethode in Nederland.

2.1 Dataverzameling

Het onderzoek is uitgevoerd in het noordelijk deel van het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest. Hier is sinds 2010 ruim 40 kilometer aan natuurvriendelijke oevers aangelegd. Dit zijn natuurvriendelijke oevers van een paar honderd meter, tot meerdere kilometers, in lengte variërend.

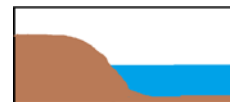
Om de effectiviteit van natuurvriendelijke oevers te kunnen vergelijken met gangbare oevers is gestart met het maken van opnamen bij deze twee soorten oevers. Bij het waterschap was een lijst aanwezig van de natuurvriendelijke oevers die de laatste jaren, vanuit de KRW-opgave, waren aangelegd. Aanvankelijk was het de bedoeling om opnames te maken in sets van twee: de natuurvriendelijke oever en daarbij een vergelijkbare gangbare oever langs dezelfde watergang. Deze vergelijkbare oevers bleken echter in de praktijk maar beperkt aanwezig of bereikbaar. Tevens bleek dat er verschillende typen natuurvriendelijke oevers zijn én tevens twee typen gangbare oevers. Daarnaast kwam uit diverse gesprekken met landeigenaren naar voren dat er in het gebied meerdere oudere natuurvriendelijke oevers liggen.

Op basis van deze constatering is het veldwerk aangepast. Er zijn opnamen gemaakt bij de verschillende typen natuurvriendelijke oevers op basis van aanwezigheid en bereikbaarheid. Daarnaast zijn waar mogelijk opnamen gemaakt van gangbare oevers langs dezelfde watergangen.

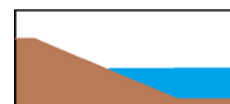
Uiteindelijk zijn bij vijf typen oevers opnamen gemaakt :



Beschoeide oevers. Door de beschoeiing hebben deze oevers een harde grens tussen land en water.



Natuurlijke oevers. De overgang van land en water is bij deze oevers niet hard, maar gaat wel abrupt.



Natuurvriendelijke oevers met een flauw talud. (nvo-Flauw). Deze oevers hebben een flauw talud dat onder water doorloopt. De helling is vaak 1:3, maar variaties zijn mogelijk.



Natuurvriendelijke oevers met een plasberm-profiel (nvo-Plasberm). Het onderwaterprofiel heeft een zeer flauw talud en blijft lang ondiep.



Natuurvriendelijke oevers met een ander profiel (nvo-Anders) Dit zijn natuurvriendelijke oevers met een ander profiel dan hierboven.

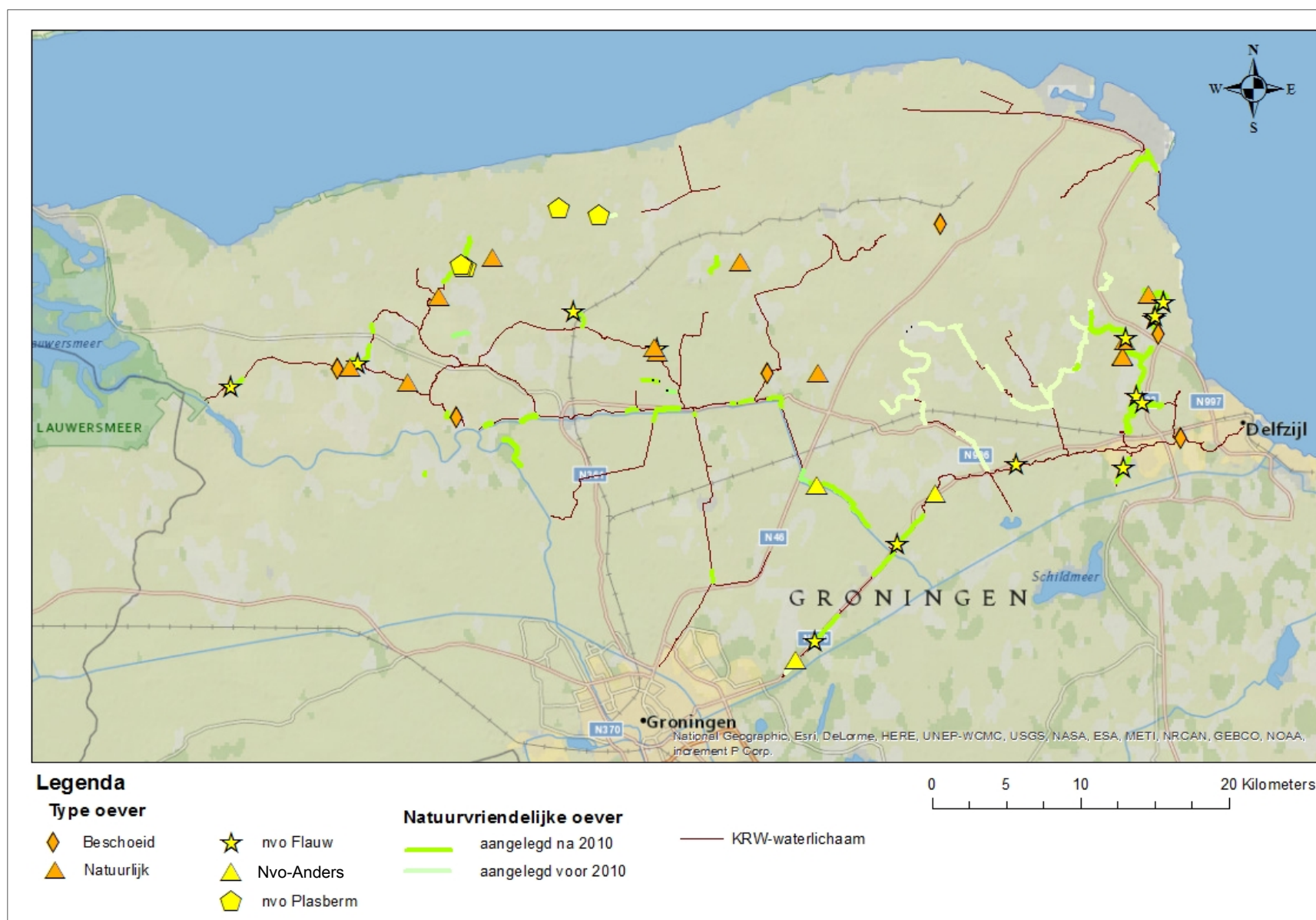
Binnen de typen is er variatie in het profiel. Hierdoor zijn de grenzen tussen de verschillende typen niet altijd scherp. Zo bestaan er oevers met een beschoeiing die deels vervallen is, die daardoor de belangrijkste kenmerken van een natuurlijke oever hebben. In dit onderzoek zijn de oevers ingedeeld naar hun belangrijkste profielkenmerk. Het onderhoud is geen variabele in het onderzoek omdat bij de natuurvriendelijke oevers nog geen specifiek onderhoud is uitgevoerd.

Er zijn vegetatieopnamen gedaan bij 41 oevers, bij de volgende typen:

Groep	Type	N=
Gangbare oever	Beschoeide oevers	5
Gangbare oever	Natuurlijke oevers	12
Natuurvriendelijke oever	Nvo- Flauw	16
Natuurvriendelijke oever	Nvo- Plasberm	5
Natuurvriendelijke oever	Nvo- Anders	3

Tabel 1 :Vegetatieopnamen naar groep en oevertype, n=41

Deze locaties staan op kaart (figuur 2) op de volgende pagina weergegeven. Op deze kaart is tevens aangegeven waar oude (= aangelegd in/ voor 2010) en jonge natuurvriendelijke oevers (van na 2010) liggen.



Figuur 3 Oevers opgenomen in het onderzoek en de ligging van natuurvriendelijke oevers in Noord-Groningen

Uitvoering vegetatieopnamen: De vegetatieopnamen zijn gedaan conform de richtlijn uit het Handboek Hydrobiologie (Stowa, 2014a). Dit is de werkwijze die gevolgd moet worden bij de KRW-monitoring. Er wordt over een lengte van 100 meter, van zowel het onderwatergedeelte als van het talud, de soorten en hun bedekking genoteerd.

Bezoek andere waterschappen.

Voor een mogelijke uitbreiding van de dataset zijn twee waterschappen bezocht: waterschap Hunze en Aa's en waterschap Zuiderzeeland. Hun beheergebied ligt ook (deels) op klei. Gekeken is of hun natuurvriendelijke oevers vergelijkbaar zijn met die in Noord-Groningen. Wanneer dit het geval zou zijn, dan zouden ook hier vegetatieopnamen gemaakt worden. Geconstateerd is echter dat hun natuurvriendelijke oevers sterk verschillen van de Noord-Groninger oevers. Er zijn daarom hier geen veldgegevens verzameld. De natuurvriendelijke oevers van deze waterschappen, en het onderhoud dat hier wordt gepleegd, worden toegelicht in bijlage D.

Fysisch-chemische en overige gegevens van de meetpunten.

Bij het waterschap worden veel kenmerken en gegevens van oevers vastgelegd. In het programma Geoweb staan gegevens over onder andere de breedte en diepte van de watergangen. Het waterschap verzamelt op een aantal meetlocaties (zowel vaste als variabele) fysisch-chemische data. Per locatie wordt één keer per maand gemeten. Dit wordt vastgelegd in de database OWA. Bij de analyses voor dit onderzoek zijn uit de database gemiddelden genomen van de zomermaanden (april tot en met september) van de jaren 2009 tot 2015, maar alleen wanneer van meer dan 2 jaren gegevens beschikbaar waren.

2.3 Dataverwerking en analyses

Dataverwerking.

De dataverwerking is uitgevoerd conform de KRW-methodiek die past bij het watertype in het onderzoeksgebied. In dit onderzoek gaat het over zogenaamde M3-watertypen. Hierbij hoort de KRW-maatlat voor kunstmatige wateren. (Stowa, 2012).

De ecologische waterkwaliteit wordt in de KRW-systematiek uitgedrukt als EKR, de Ecologische KwaliteitsRatio. Dit is een score tussen 0 en 1. Deze wordt berekend voor de ecologische parameters op basis van data van veldwaarnemingen.

De scores worden berekend in het programma QBWat dat speciaal voor deze toepassing is ontwikkeld. Met betrekking tot de macrofyten in M3-watertypen neemt QBWat de bedekking en soortensamenstelling in drie zones mee: de oeverzone (O), de emerse zone (E) en de zone die dieper is dan 1 meter (X). De grenzen van de zones worden niet alleen bepaald door de waterdiepte, maar ook door de aanwezige vegetatie. Daarbij geldt dat niet bij iedere oever alle drie de zones aanwezig hoeven te zijn. Zo ontbreekt bij beschoeide oevers, waar er geen overgang is van land naar water, de oeverzone. Het wel of niet aanwezig zijn van een X-zone is afhankelijk van de maximale diepte van de watergang.

QBWat berekent – per oever - de EKR uit drie componenten:

- de bedekking van submerse soorten in de E- Zone;
- de bedekking van drijvende en emerse soorten (samen) in de E-zone;
- de soortensamenstelling in alle zones.

Bij de berekening van de score voor de bedekking is sprake van een optimum. Het optimum ligt bij submerse soorten bij 30% bedekking en bij emerse/drijvende soorten op 40%. Bij deze bedekkingspercentages wordt de maximale score van 1 behaald. Bij een lagere óf een hogere bedekking dan dit optimum wordt een lagere score (kleiner dan 1) behaald.

Bij de berekening van de soortensamenstelling telt een selectie aan plantensoorten mee. Voor M3-watertypen is dat een lijst van 43 soorten. Voor iedere waargenomen soort is er een telwaarde op grond van de bedekking van deze ene soort. De score voor de soortensamenstelling wordt berekend op basis van een formule waarbij de som van de telwaarden en het aantal soorten wordt meegenomen. De lijst voor de M3-watertypes staat in bijlage C.

Voor iedere component wordt een deelscore vastgesteld die tussen 0 en 1 ligt. De EKR-score bestaat uit drie delen:

- voor 25% uit de score van bedekking submers;
- voor 25% uit de score van bedekking emers/drijvend;
- voor 50% uit de score van de soortensamenstelling.

Aanpassing berekeningswijze QBWat

In dit onderzoek is de berekeningswijze van QBWat aangepast. Dit is nodig om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. De aanpassing gaat over de berekening van de scores van de bedekking (submers en drijvend/emers) in de ondiepe (E) zone.

QBWat neemt de breedte van de verschillende oeverzones niet mee in de berekening. Hierdoor wordt een belangrijk kenmerk van natuurvriendelijke oevers –de oppervlakte van de ondiepe zone- niet meegewogen. Dit leidt ertoe dat twee compleet verschillende oevers, de ene met een zeer smalle ondiepe zone en de ander met een zeer brede ondiepe zone, met identieke bedekkingspercentages gelijk scoren. Dit is niet in overeenstemming met de praktijk, waar van brede oevers een groter effect verwacht mag worden dan van smalle oevers: een groter gevarieerd oppervlak biedt meer soorten een leefplek (De Stichtse Rijnlanden, 2011).

Om het verschil tussen brede ondiepe zones (zoals bij natuurvriendelijke oevers) en smalle ondiepe zones (zoals bij gangbare oevers) inzichtelijk te maken wordt binnen dit onderzoek een aanvullende berekeningsslag uitgevoerd. Deze aanpassing wordt toegelicht in bijlage E.

Door deze aanpassing veranderen alléén de scores van gangbare oevers. De aangepaste score ligt lager dan wanneer de standaardberekening zou zijn uitgevoerd. Deze aanpassing heeft verder géén betrekking op de berekening van de deelscore voor de soortensamenstelling (van alle soorten oevers). Omdat in dit onderzoek de berekening is aangepast, komt de berekende EKR-score niet altijd overeen met de gangbare EKR-scores. Om verwarring te voorkomen wordt – in dit rapport - de score altijd weergegeven met EKR*.

Dataverwerking.

Bij de analyse van de gegevens is naast Excel gebruikt gemaakt van SPSS. Daarbij is gebruik gemaakt van de Mann-Whitney U-toets. Deze parametrische toets is geschikt voor kleine steekproeven en voor situaties waarin de kenmerken op nominaal of ordinaal niveau gemeten zijn (Baarda 2011). Hierbij wordt nagegaan of een verschil tussen twee onafhankelijke steekproeven op toeval berust.

Analyse Standplaatsfactoren

Standplaatsfactoren hebben een invloed op de effectiviteit van natuurvriendelijke oevers. In dit onderzoek wordt een koppeling gelegd tussen de resultaten van de vegetatieopnamen en verscheidende standplaatsfactoren.

Er zijn veel standplaatsfactoren die een invloed hebben op de watervegetatie. In dit onderzoek worden de factoren die staan vermeld in 'Handreiking natuurvriendelijke oevers' (Stowa 2011) als uitgangspunt genomen. De volgende factoren worden in dit onderzoek opgenomen:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| - Beschaduwing ; | - Doorzicht; |
| - Expositie; | - Saliniteit; |
| - Stroming en luwte; | - Voedselrijkdom water; |
| - Verstoring; | - Waterdiepte. |

Een aantal factoren uit de Handreiking worden niet meegenomen in het onderzoek. Dit zijn factoren die in het gehele onderzoeksgebied ongeveer gelijk zijn. Deze factoren zullen het verschil in vegetatieontwikkeling van verschillende oevers niet bepalen. Deze factoren worden belicht in Bijlage F.

3. Onderzoeksgebied

3.1 Een land van maren en zijlen



Het onderzoek vindt plaats in het noordelijk deel van de provincie Groningen. Het gebied grenst aan de Wadden.

Het gebied is ontstaan in het getijdenlandschap. Vóór de bedijking was het een gebied van begroeide kwelders met slenken. Langs de kust en langs de oevers van de rivieren Hunze en de Fivel vormden zich kwelder- en oeverwallen. Zo'n vijfhonderd jaar voor het begin van de jaartelling, in de vroege IJzertijd, vestigden zich hier de eerste bewoners. Vanwege de zeespiegelstijging werden zij gedwongen om hun woonplekken te verhogen. Zo ontstonden op de kwelder- en oeverwallen wierden. Regelmatig brak de zee over de kwelderwallen en overstroomde het achterliggende land. Hier werd fijne zware klei afgezet.



Figuur 4 Noord Nederland, 500 jaar BC.
(Vos, P, 2013)

Vanaf de vroege middeleeuwen initieerden de monniken van de vele kloosters de bedijking van dit vruchtbare gebied. Na de bedijking kregen de maren, de vroegere slenken, een belangrijke functie bij de afvoer van overtollig water. Om dit te verbeteren werden bestaande slenken verbonden en verdiept. Er werden ook verbindingen gegraven, zoals de Delf rond het jaar 1000, tegenwoordig beter bekend als het Damsterdiep. De afwatering naar zee en rivieren vond plaats bij de zijlen. Dit waren sluizen waar tijdens laagwater gespuid kon worden.'

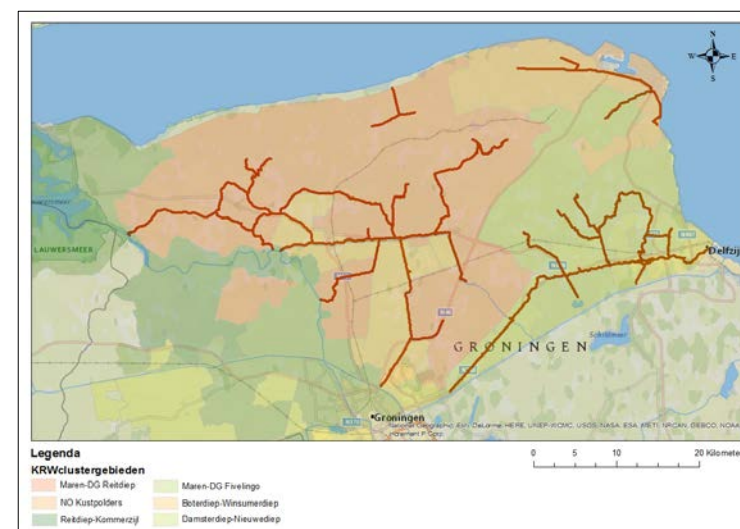
Nog tot in de 14^e eeuw stroomde de Hunze nabij Pieterburen aan de noordkust de zee in. Daarna werd de loop verlegd in westelijke richting en ontstond het Reitdiep. De Fivel slibde vanaf de middeleeuwen geleidelijk dicht. Vanwege het opslibben van de kwelderwallen langs de noordkust is de afwateringsrichting van veel maren in de loop der eeuwen omgekeerd. De maren zijn altijd belangrijk geweest voor transport en vervoer, in de 17 en 18^e eeuw vond dit veel plaats met trekschuiten. Voor deze functie zijn veel maren verdiept en verbreed. Veel wierdedorpen kregen in de zeventiende eeuw een verbinding met een eigen haventje.

De ontstaansgeschiedenis is in het gebied goed terug te zien. Op de hoogtekartaart (figuur 6, op volgende pagina) zijn de antropogene elementen duidelijk zichtbaar: wierden en (slaper)dijken. De vroegere lopen van Hunze en Fivel zijn – als natuurlijke laagten- goed te zien. Antropogeen is ook de afticheling van de zware klei in de 19^e en 20^e eeuw voor de baksteenfabricage.

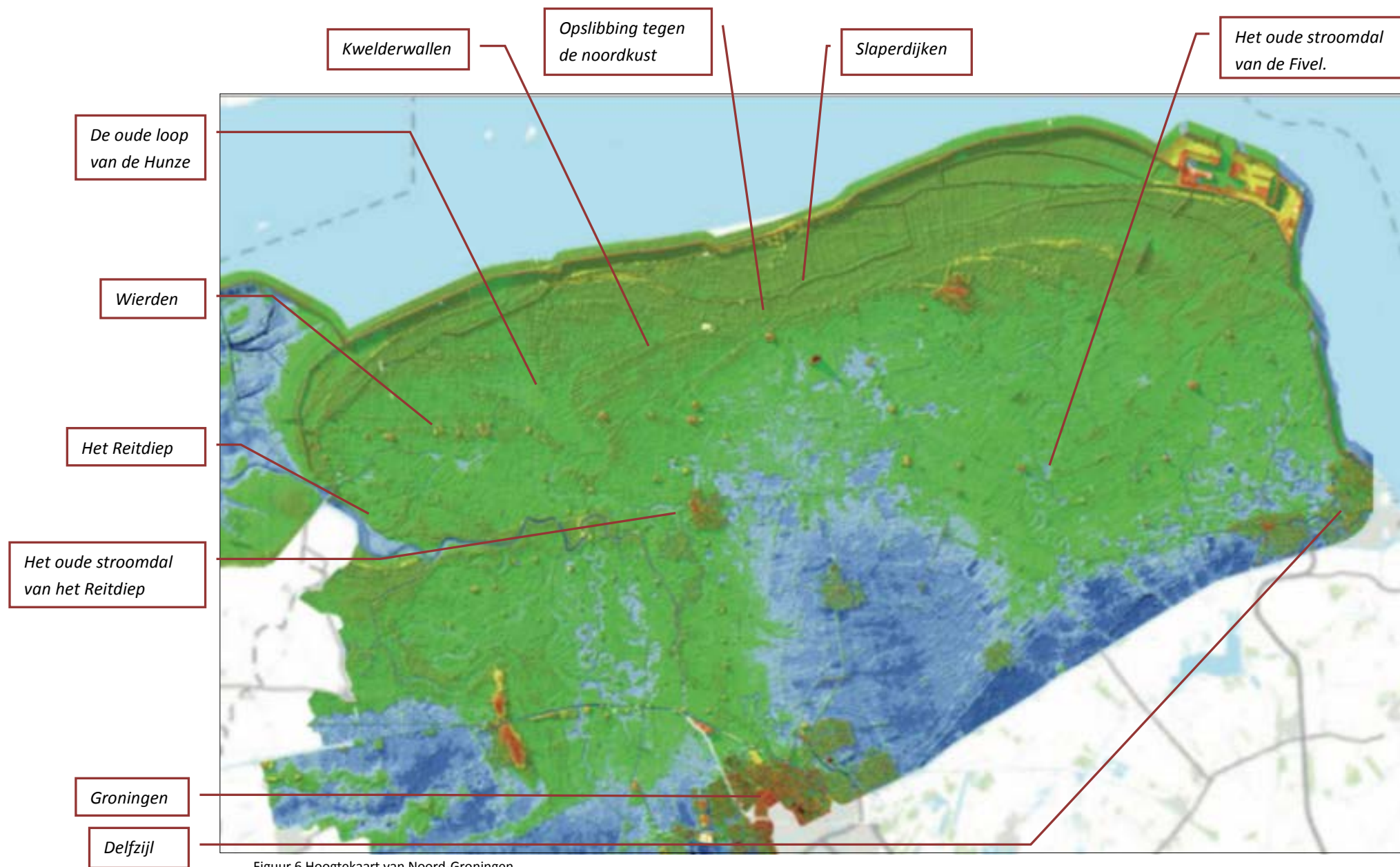
Heden ten dage hebben maren nog steeds een belangrijke functie in de waterhuishouding. De afvoer naar zee gaat via vier sluizen; bij Lauwersoog, Noordpolderzijl, Spijk en Delfzijl. Een andere belangrijke functie van de maren is de aanvoer van zoet water om de verzilting tegen te gaan. Zoet (IJsselmeer)water wordt in de zomermaanden via Fryslân het gebied in geleid. Door gaswinning is in het gebied bodemdaling opgetreden. Dit is een ontwikkeling van de laatste decennia en heeft effect op de waterpeilen. Om de afvoer van het oppervlaktewater blijvend mogelijk te maken worden nieuwe gemalen geplaatst. Mede door klimaatveranderingen zal naar verwachting het risico op verzilting van het oppervlaktewater de komende tientallen jaren eveneens toenemen (Staveren 2012).

De chemische én de ecologische waterkwaliteit is een onderwerp dat de laatste jaren meer aandacht krijgt, mede versterkt door de opgave voor de KRW.

Bekeken met een KRW-bril bestaat het onderzoeksgebied uit een aantal waterlichamen. Deze maren zijn getypeerd als M3: gebufferde regionale kanalen. De waterlichamen die tellen voor de KRW staan op kaart (figuur 5) weergegeven.



Figuur 5 KRW waterlichamen (rode lijnen) in het onderzoeksgebied en de KRW-clustergebieden van waterschap Noorderzijlvest.



Figuur 6 Hoogtekaart van Noord-Groningen

3.2 Natuurvriendelijke oevers in Noord-Groningen

Natuurvriendelijke oevers worden al tientallen jaren gezien als middel om de waterkwaliteit te verbeteren of de biodiversiteit te vergroten. De afgelopen decennia heeft waterschap Noorderzijlvest in het onderzoeksgebied vele kilometers aan natuurvriendelijke oevers aangelegd.

De inzichten over de optimale inrichting van natuurvriendelijke oevers zijn in de loop der jaren veranderd. Hierdoor hebben de oudere natuurvriendelijke oevers andere profielen dan de natuurvriendelijke oevers die de laatste jaren zijn aangelegd. Ook lokale omstandigheden en wensen hebben er toe geleid dat er nu verschillende types natuurvriendelijke oevers zijn.

De huidige natuurvriendelijke oevers kunnen ingedeeld worden in drie groepen: (1) Oudere natuurvriendelijke oevers, (2) Natuurvriendelijke oevers die zijn aangelegd vanuit de KRW-opgave en (3) Natuurvriendelijke oevers die zijn aangelegd vanuit een ander doel:

- (1) De eerste natuurvriendelijke oevers zijn in de jaren 90 van de vorige eeuw aangelegd. Dit werd door het Rijk gestimuleerd. Waterschap Eemsholvest, een voorganger van waterschap Noorderzijlvest, creëerde in een aantal jaren tientallen natuurvriendelijke oevers (Eemsholvest, 1998). Ook elders zijn vanaf het eind van de vorige eeuw natuurvriendelijke oevers aangelegd, zoals bijvoorbeeld vanuit ruilverkavelingen. Dit waren vooral plasberm-oevers.
- (2) Om te voldoen aan de KRW-opgave zet waterschap Noorderzijlvest sinds 2012 actief in op de aanleg van natuurvriendelijke oevers langs de KRW-waterlichamen. De opgave voor de jaren 2010-2015 was 51 kilometer in het gehele beheergebied. Landeigenaren langs deze wateren zijn gevraagd om hun oevers natuurvriendelijk in te richten. Door deze aanpak liggen versnipperd in het beheergebied stukjes natuurvriendelijke oevers. Deze natuurvriendelijke oevers hebben een flauw talud.

Sinds 2012 is er 37 kilometer aan natuurvriendelijke oevers gerealiseerd die meetelt voor de KRW-opgave. Voor de periode 2016-2021 staat de aanleg van nog eens 41 kilometer in de planning (Noorderzijlvest 2014b). Van de zes M3-waterlichamen in Noord-Groningen staat de opgave en de realisatie weergegeven in tabel 2:

Waterlichaam	Plan 2010-2015	Gerealiseerd	Plan 2016-2021
Reitdiep/Kommerzijl	6	0,1	6
Maren Reitdiep	12.7	11.2	21
Noordelijke kustpolders	3.7	2.2	0
Maren Fivelingo	5.6	5.6	0
Boterdiep/Winsumerdiep	2.9	1	3
Damsterdiep-nieuwediep	12.6	11.7	0

Tabel 2 : KRW Opgave en realisatie natuurvriendelijke oevers in Noord-Groningen (in km)

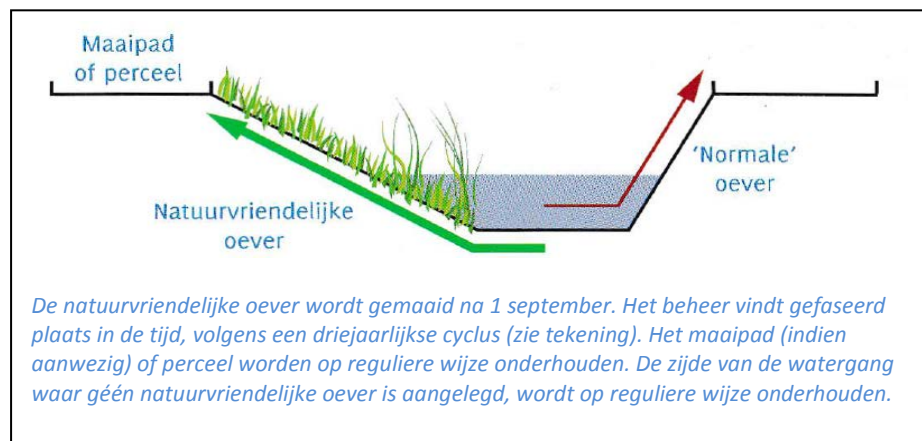
- (3) Waterschap Noorderzijlvest heeft (naast de KRW-opgave) de afgelopen jaren ook natuurvriendelijke oevers aangelegd vanuit andere doelen. Wanneer deze oevers liggen langs een KRW-waterlichaam, tellen deze mee in de realisatie van de KRW-opgave (de lengte van deze oevers zijn dan meegenomen in bovenstaande tabel 2)

Deze natuurvriendelijke oevers vallen binnen drie projecten:

- Het RAK-project. Dit is een ruilverkavelingsproject nabij Appingedam. De eerste natuurvriendelijke oever werd aangelegd in 2012, de laatste in 2015. Het gaat om 27 kilometer oever langs 15 kilometer maar. Dit zijn oevers met een flauw talud. Een deel van deze oevers telt mee voor de realisatie van de KRW-opgave.
- De herinrichting van het Pieterbuurstermaar in 2010. Hier is 4,3 kilometer tweezijdig natuurvriendelijk ingericht met een plasberm-oever. Deze oevers tellen mee voor de realisatie van de KRW-opgave.
- Het Westerwijtwerdermaar. Hier is in 2012 op verzoek van de landeigenaren een natuurvriendelijke oever van ruim drie kilometer aangelegd met een ondiepe zone van ongeveer één meter breed. Deze natuurvriendelijke oever telt niet mee voor de realisatie van de KRW-opgave.

Onderhoud van natuurvriendelijke oevers

Voor het onderhoud van natuurvriendelijke oevers die de afgelopen jaren zijn aangelegd heeft het waterschap Noorderzijlvest een richtlijn opgesteld. Deze is beschreven in een folder die in 2014 is verschenen (Noorderzijlvest, 2014c). Het beheer is samengevat in figuur 7.



Figuur 7: instructie beheer van natuurvriendelijke oevers bij waterschap Noorderzijlvest.

Dit onderhoud is nog niet geëffectueerd omdat de meeste natuurvriendelijke oevers nog jong zijn. De oudere natuurvriendelijke oevers worden op reguliere wijze onderhouden. Dit betekent dat het talud om het jaar in het najaar wordt gemaaid.

4. Onderzoeksresultaten en analyse

4.1 Scores op bedekking en soortensamenstelling

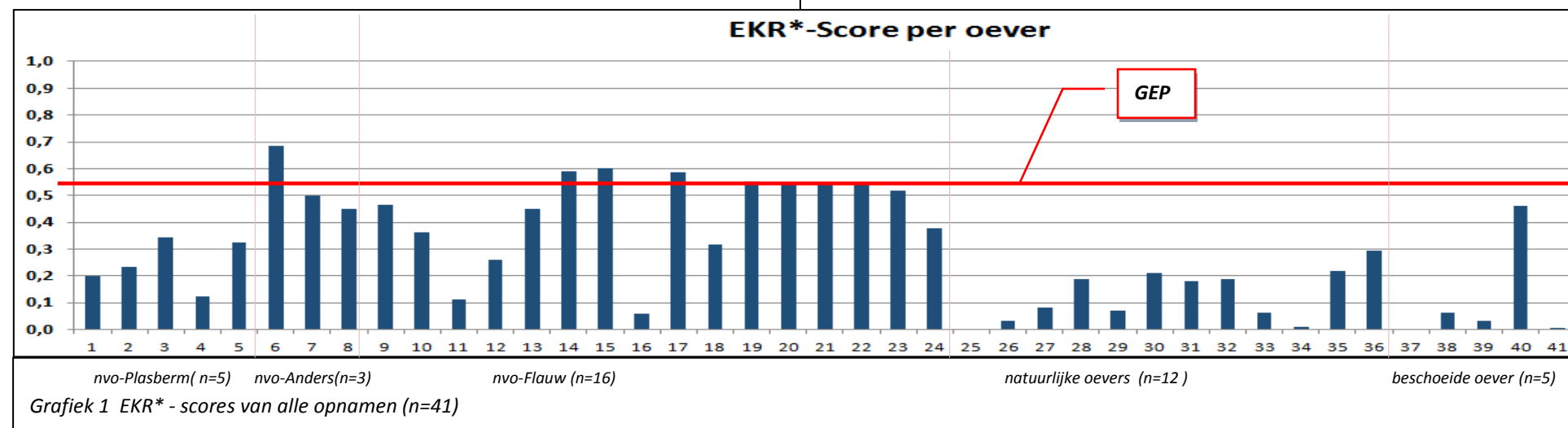
4.1.1 Totaalscore

De resultaten van de vegetatieopnamen worden in dit hoofdstuk gepresenteerd.

De EKR*-scores van de 41 oevers staan weergegeven in grafiek 1. Iedere staaf laat de score van de vegetatieopname van één oever zien. De opnamen zijn gerangschikt naar oevertype, de afkorting van het type is onder de grafiek weergegeven.

De EKR*-score kan maximaal 1 zijn. Echter géén van de oevers behaalt deze waarde. De maximale score is 0,68, de laagste score is 0. De EKR*-scores vertonen een zeer grote variatie.

Zoals gezegd geldt als doelstelling voor de onderzochte waterlichamen vanuit de KRW het behalen van de GEP, het Goede Ecologisch Potentieel. Voor de M3-waterlichamen in het onderzoeksgebied ligt de GEP op minimaal 0,52 of 0,53. Acht van de opgenomen oevers behalen een EKR*-score die hoger ligt dan deze GEP. Dit zijn zeven nvo-Flauw en één nvo-Anders.

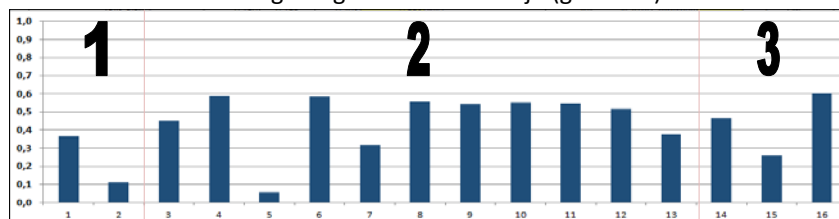


4.1.2 Score naar leeftijd

In dit onderzoek kunnen alleen oevers worden opgenomen waarvan de vegetatie zich voldoende heeft kunnen ontwikkelen in de tijd. In de praktijk blijkt dat oevers zich het eerste jaar nog in de pioniersfase bevinden, met weinig vegetatie. Hieronder volgt de toetsing van de invloed van de leeftijd van oevers op de vegetatieontwikkeling. De leeftijd is het aantal jaren waarin geen aanpassingen zijn gedaan aan de inrichting van de oever.

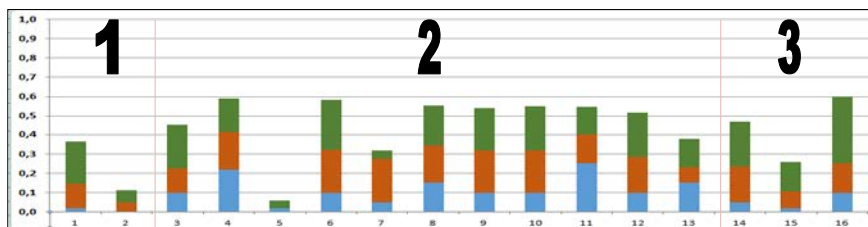
De jongste natuurvriendelijke oevers binnen dit onderzoek vallen binnen het type nvo-Flauw. Deze zijn in of na 2012 aangelegd en zijn nu maximaal 3 jaar oud. Bij de aanleg zijn deze oevers vergraven. De vegetatie heeft zich vanuit een kale bodem moeten ontwikkelen. Bij de oevers die in het najaar van 2014 zijn aangelegd is de bodem plaatselijk nog onbegroeid.

Om het effect van de leeftijd op de vegetatie te beoordelen staan de EKR*-scores van de nvo-Flauw hieronder gerangschikt naar leeftijd (grafiek 2).



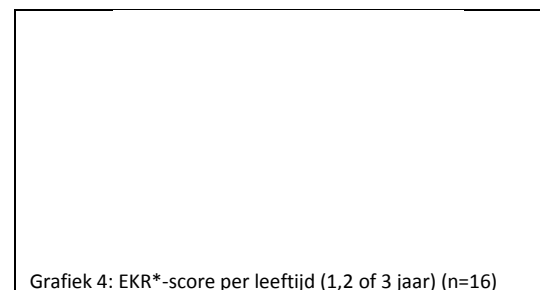
Grafiek 2: EKR*-scores van nvo-Flauw, gerangschikt naar leeftijd, de oevers zijn 1, 2 of 3 jaar oud. (n=16)

In grafiek 3 staan dezelfde EKR*-scores, wederom gerangschikt naar leeftijd, maar dan opgebouwd uit de drie deelscores. Lichtblauw is de gewogen score voor submers, oranje voor drijvend/emers en groen de gewogen score op soortensamenstelling. Het totaal van de gewogen scores is de EKR* (de donkerblauwe staven in grafiek 2).



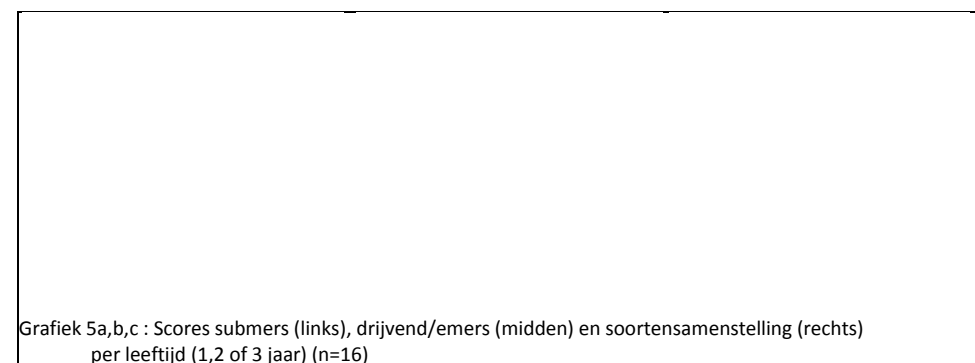
Grafiek 3: EKR*-scores, opgebouwd uit deelscores, van nvo-Flauw, gerangschikt naar leeftijd, de oevers zijn 1, 2 of 3 jaar oud. (n=16)

De scores van EKR* en de drie deelscores kunnen weergegeven worden in boxplots. De kleuren in de boxplots komen overeen met de kleuren in de staafdiagrammen. Een boxplot geeft in één compact beeld de scores weer, waarbij uitbijters zichtbaar zijn. Bijlage G licht toe hoe een boxplot werkt. In grafiek 4 staan in de boxplot (in donkerblauw) de EKR*-scores van de nvo-Flauw van 1, 2 en 3 jaar oud.



De boxplot geeft aan dat de EKR* van éénjarige oevers duidelijk lager ligt dan de oevers van twee en drie jaar oud.

Ook de deelscores kunnen in een boxplot worden weergegeven. De kleuren komen overeen met de kleuren in de staafdiagrammen. In de boxplots staan de ongewogen deelscores. De waarden hiervan liggen tussen 0 en 1.



Ook bij de deelscores geldt dat de éénjarige oevers het laagste scoren.

De vier boxplots bevestigen het beeld uit de praktijk dat de oevers in het eerste jaar zich nog in de pioniersfase bevinden. De vegetatie in deze oevers zal zich de komende jaren gaan ontwikkelen. Deze éénjarige oevers worden niet meegenomen in de verdere analyses.

4.1.3 Scores naar oevergroep en oevertype

In deze paragraaf worden de scores van de groepen en typen oevers gepresenteerd. Er zijn twee hoofdgroepen (gangbare en natuurvriendelijke oevers) en vijf typen (beschoeide oever, natuurlijke oever, nvo-Flauw, nvo-Anders en nvo-Plasberm). Eénjarige oevers zijn niet meegenomen. Hierdoor hebben de resultaten betrekking op (41-2=) 39 oevers

De scores van de oevers worden hierna steeds in twee boxplots weergegeven. In de linker boxplot staan de scores van twee groepen (gangbaar en natuurvriendelijk). In de rechter boxplot staan de scores van de vijf typen. De typen zijn met afkortingen weergegeven en alle scores liggen tussen 0 en 1. Per onderdeel worden de resultaten samengevat onder 'Resumé'.

EKR*-score



Hoogste waarden: De hoogste waarden worden bij de natuurvriendelijke oevers behaald: de hoogste waarde is 0,68. Bij de gangbare oevers ligt deze score rond de 0,3. (uitbijters uitgezonderd)

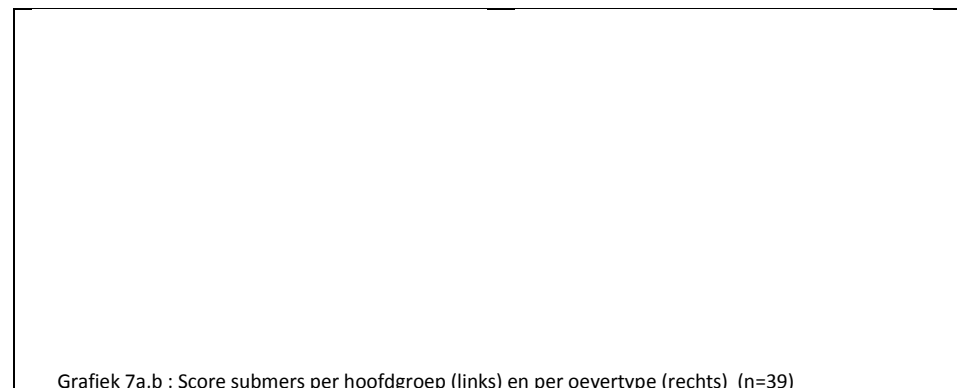
Spreiding: De spreiding is bij de natuurvriendelijke oevers groter dan bij de gangbare oevers.

Toetsing: Natuurvriendelijke oevers scoren hoger dan gangbare oevers. Bij het uitvoeren van de Mann-Whitney-U-test is de gemiddelde rangordescor van natuurvriendelijke oevers 27,05, bij gangbare oevers is dit 10,88. Dit verschil is significant ($Z = -4,390$, $p < 0,005$).

Resumé: Natuurvriendelijke oevers scoren significant hoger dan gangbare oevers op de EKR*-score.

Bedekking Submers

Hieronder staan de boxplots van alleen de submerse soorten. Dit zijn de ongewogen scores, de waarden hiervan liggen tussen 0 en 1.



Hoogste waarden: De hoogste waarden worden bij de natuurvriendelijke oevers behaald: zowel bij de typen nvo-Anders en nvo-Flauw wordt de waarde 1 behaald, het hoogst mogelijke. Bij de gangbare oevers ligt deze score rond de 0,3.

Spreiding: De spreiding is bij de natuurvriendelijke oevers groter dan bij de gangbare oevers.

Toetsing: Natuurvriendelijke oevers scoren hoger dan gangbare oevers. Bij het uitvoeren van de Mann-Whitney-U-test (MW-test) is de gemiddelde rangordescor van natuurvriendelijke oevers 25,48, bij gangbare oevers is dit 12,91. Dit verschil is significant ($Z = -3,448$, $p < 0,005$).

Bij de berekening van de bedekkingscore is er sprake van een optimum. Voor submerse soorten wordt bij een bedekkingspercentage van 30% de maximale score (=1) behaald. Bij een lagere of een hogere bedekking wordt de score lager. Bij de oevers in dit onderzoek staan de bedekkingspercentages weergegeven in tabel 3. Van een aantal gangbare oevers is dit gecorrigeerd op de breedte van de ondiepe zone.

Soort oever	Bedekkingspercentages submers				
	<20%	20% <40%	40-<60%	60-<80%	>80%
Beschoeid (n=5)	4	1	0	0	0
Natuurlijk (n=12)	12	0	0	0	0
Nvo-Anders (n=3)	2	1	0	0	0
Nvo-Flauw (n=14)	10	3	1	0	0
Nvo-Plasberm (n=5)	3	2	0	0	0
Totaal (n=39)	<u>31</u>	<u>7</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>

Tabel 3 Aantal oevers per klasse bedekkingspercentage submers (n=39)

De tabel laat zien dat het merendeel van de oevers een submerse bedekking heeft van minder dan 20%. Deze oevers krijgen een lage score op de submerse bedekking omdat hun bedekkingspercentage lager is dan het optimum. Zeven oevers hebben een bedekkingspercentage tussen 20 en 40 procent, dit ligt in de buurt van het optimum zij scoren daardoor hoog op de submerse bedekking. Slechts één oever heeft een submerse bedekking die substantieel boven het optimum ligt.

Resumé: Het merendeel van de oevers heeft een bedekkingspercentage voor de submerse soorten dat lager ligt dan het optimum van 30%. Bij deze oevers zal een toename van de submerse bedekking leiden tot een verhoging van deze score.

Bedekking emerse en drijvende soorten.

Bij dit onderdeel wordt de bedekking van emerse en drijvende soorten samen getoetst. Het gemiddelde wordt genomen van de bedekking van beide typen.

Grafiek 8a,b : Score emers / drijvend per hoofdgroep (links) en per oevertype (rechts) (n=39)

Hoogste waarden: De hoogste scores worden met natuurvriendelijke oevers behaald. Zowel nvo-Anders en nvo-Flauw behalen hier een score van 0,9. Ook de maximale score van een nvo-Plasberm ligt met 0,8 hoog. De maximale score van gangbare oevers ligt (een uitbijter uitgezonderd) op 0,2.

Spreading: Deze is bij nvo-Flauw oevers maximaal, maar is bij alle andere oevertypen opvallend kleiner.

Toetsing: De natuurvriendelijke oevers scoren hoger dan gangbare oevers. De gemiddelde rangordingscore (uit de MW-test) van natuurvriendelijke oevers is 27,73, bij gangbare oevers is dit 10,00. Dit verschil is significant ($Z = -4,827$, $p < 0,005$).

De scores zijn opgebouwd uit zowel de emerse als de drijvende bedekking. Hierbij worden de bedekkingspercentages van beide typen opgeteld. Een bedekking van 40% geeft de maximale score.

Bij de gangbare oevers komt zowel de emerse als de drijvende soorten in zeer lage bedekkingspercentages voor. Dit vertaalt zich in de lage scores.

Bij de natuurvriendelijke oevers zijn er grote verschillen in de bedekking van emerse en drijvende soorten:

- **nvo-Flauw:**
 - o Emerse soorten: bedekking tussen 10 en 60%;
 - o Drijvende soorten: slechts drie oevers hebben een bedekking van meer dan 10%.
- **nvo-Plasberm:**
 - o Emerse soorten: bij vier van de vijf oevers komt een bedekking voor van 60% tot 80%;
 - o Drijvende soorten komen niet voor.
- **nvo-Anders:**
 - o Zowel drijvende als emerse soorten komen voor, in percentages van elk tussen 5 tot 25%.

De bedekkingspercentages van drijvend als emers laten bij nvo-flauw de grootste variatie zien. Bij deze oevers kan de score toenemen bij een toename van een drijvende bedekking en/of de emerse bedekking.

Bij nvo-Plasberm is de score hoog door de combinatie van een hoge emerse bedekking en het ontbreken van drijvende soorten. De score zal toenemen bij een lagere emerse bedekking. Bij nvo-Anders leidt de aanwezigheid van zowel de emerse als de drijvende bedekking tot de zeer hoge score.

Resumé: De natuurvriendelijke oevers scoren hoog op de bedekking emers/drijvend. De hoge scores komen voort uit compleet verschillende bedekkingspercentages van emerse en drijvende soorten bij de verschillende oevertypen.

Soortensamenstelling

De score op soortensamenstelling bepaalt de helft van de EKR*-score. Deze score wordt berekend met een complexe formule. Hierin telt de aanwezigheid van een aantal plantensoorten én de bedekking van deze soorten mee. Voor de M3-oevers is er een lijst van 43 soorten die kunnen meetellen (bijlage C).

Bij de score op soortensamenstelling is het beeld compleet anders dan bij de score op bedekking:



Hoogste score: Geen van de oevers behaalt de maximale score. De hoogste score wordt bij de natuurvriendelijke oevers behaald (0,70), maar de score bij de gangbare oevers ligt met 0,52 niet veel lager. Opvallend is dat de score bij nvo-Plasberm extreem laag is.

Spreiding: De verschillende oevertypen laten een groot verschil in spreiding zien. Bij natuurlijke oevers en nvo-Flauw is deze zeer groot. Bij nvo-Anders en nvo-Plasberm is de spreiding daarentegen heel erg klein.

Toetsing: De natuurvriendelijke oevers scoren hoger dan de gangbare oevers. De gemiddelde rangordescore (uit de MW-test) van natuurvriendelijke oevers is 23,93. Bij gangbare oevers is dit 14,91. Dit verschil is significant ($Z = -2,465$, $p < 0,005$).

Hieronder staan het aantal telsoorten dat bij één oever is waargenomen gepresenteerd:



Hoogste score: De hoogste waarde wordt ook hier bij de natuurvriendelijke oevers behaald (13 soorten). De score bij de gangbare oevers ligt lager (8 soorten). Ook bij nvo-Plasberm ligt het aantal telsoorten met 8 laag.

Spreiding: Bij alle groepen is er een grote spreiding in het aantal telsoorten.

Toetsing: De natuurvriendelijke oevers scoren hoger dan de gangbare oevers. De gemiddelde rangordescore (uit de MW-test) van natuurvriendelijke oevers is 25,52. Bij gangbare oevers is dit 12,85. Dit verschil is significant ($Z = -3,458$, $p < 0,005$).

Het hoogste aantal telsoorten dat bij één oever is waargenomen is 13. Het maximaal aantal soorten dat waargenomen had kunnen worden is 43. Dit is 30% van het maximaal mogelijke. Bij alle vegetatieopnamen zijn in totaal 27 telsoorten waargenomen. Dit is 63% van het maximaal mogelijke. Een aantal soorten op de lijst komt helemaal niet voor in het onderzoeksgebied (soortenbank.nl).

Resumé: In het onderzoeksgebied komen maar weinig soorten van de M3-soortenlijst voor. Dit zegt niet alles over de maximale score op soortensamenstelling omdat de berekeningswijze hiervan zeer complex is. Het is – in principe – mogelijk om met een klein aantal soorten een hoge score op soortensamenstelling te behalen, maar de kans hierop is klein.

Op de volgende pagina's wordt per groep van waterplanten belicht hoe de aanwezigheid doortelt in de score op soortensamenstelling.

Analyse van de soortensamenstelling

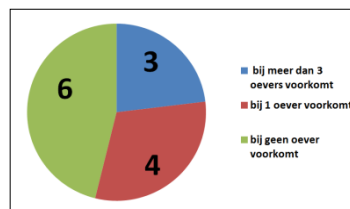
Op de vorige pagina is aangegeven 43 plantensoorten meetellen in de score op soortensamenstelling. Deze telsoorten kunnen positief, negatief of neutraal doortellen. Dit is afhankelijk van hun classificatie en de waargenomen bedekking (schaars, frequent of dominant). Hierna wordt per soortengroep beschreven hoe de telsoorten meetellen in de score op soortensamenstelling. De plantensoorten vallen binnen vijf groepen:

- Submerse soorten;
- Emerse soorten;
- Drijvende soorten;
- Oeversoorten;
- Kroos.

Submerse soorten:

In totaal staan 13 soorten in de lijst, waarvan in het onderzoeksgebied voorkomen:

- 6 soorten bij geen enkele oever;
- 4 soorten bij één oever;
- 3 soorten bij drie of meer oevers.



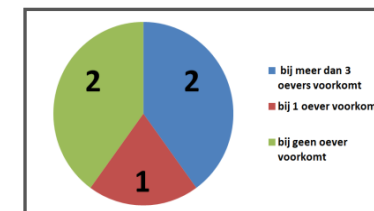
De drie soorten die bij meer dan één oever voorkomen, zijn grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*), smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) en schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*). Deze soorten scoren neutraal bij een schaarse bedekking en (sterk) negatief bij een frequente of dominante bedekking. Omdat juist deze drie soorten veel voorkomen en andere soorten (die positief kunnen meetellen) veel minder, kunnen deze drie submerse soorten een negatieve invloed hebben op de EKR*-score.

Resumé: De drie submers plantensoorten die veel voorkomen in het onderzoeksgebied kunnen negatief doortellen in de score op soortensamenstelling wanneer deze frequent of dominant voorkomen.

Drijvende soorten:

In totaal staan 5 soorten in de lijst, waarvan in het onderzoeksgebied voorkomen:

- 2 soorten bij geen enkele oever ;
- 1 soort bij één oever ;
- 2 soorten bij twee of meer oevers.



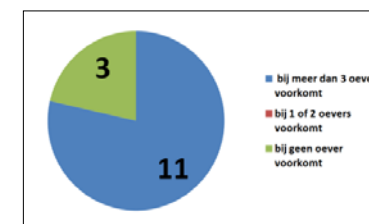
Wanneer er drijvende planten worden waargenomen bij een oever verhoogt dit altijd de score op soortensamenstelling. De twee soorten die bij meer dan één oever voorkomen zijn gele plomp (*Nuphar lutea*) en kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*). Gele plomp telt altijd positief door wanneer deze voorkomt, dus zowel bij een schaarse, frequente en een dominante aanwezigheid. Kikkerbeet telt bij een schaarse aanwezigheid neutraal en bij een frequente en dominante aanwezigheid negatief door. De Witte waterlelie (*Nymphaea alba*) die slechts bij één oever is waargenomen telt sterk positief door in de score van de soortensamenstelling.

Resumé: Wanneer er drijvende planten worden waargenomen bij een oever verhoogt dit altijd de score op soortensamenstelling.

Emerse soorten:

In totaal staan 14 soorten in de lijst, waarvan in het onderzoeksgebied voorkomen:

- 3 soorten bij geen enkele oever;
- 11 soorten bij meer dan drie oevers.

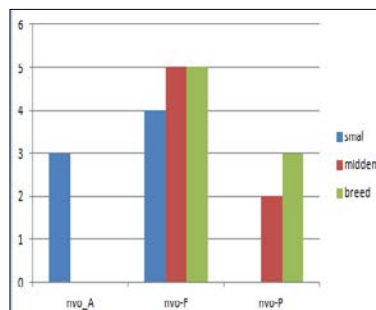


Over het algemeen verhoogt de aanwezigheid van de emerse soorten de score op soortensamenstelling. Van de emerse soorten die meetellen worden er veel waargenomen in het onderzoeksgebied. De elf soorten die zijn waargenomen telt slechts één sterk negatief bij een frequente of dominante aanwezigheid. Dit is pijlkruis (*Sagittaria sagittifolia*). Riet (*Phragmites australis*) dat veel voorkomt in het onderzoeksgebied scoort licht negatief bij een dominante aanwezigheid. Bij een frequente aanwezigheid scoort riet neutraal en bij een schaarse aanwezigheid nog licht positief. De overige soorten scoren licht positief of licht negatief bij hun aanwezigheid.

Een bijzondere emerse soort: riet.

Riet (*Phragmites australis*) is een emerse soort die bij bijna alle oevers aanwezig was. Bij slechts twee oevers was geen riet aanwezig. Bij oevers waar een dichte volle rietkraag staat werden minder andere plantensoorten aangetroffen. Om te toetsen of dit ligt aan de breedte van de rietkraag is dit nader geanalyseerd.

De natuurvriendelijke oevers in dit onderzoek zijn geclassificeerd naar de breedte van de rietkraag. Er zijn drie klassen: rietkragen van minder dan één meter breed (smal), rietkragen tussen één en twee meter (midden) en rietkragen die breder zijn dan twee meter (breed). In grafiek 11 staat aangegeven welke breedte van rietkragen bij welke oevertype voorkomen. Bij de natuurvriendelijke oevers komen zowel smalle, als (middel)brede rietkragen voor. Bij de nvo-Anders is de rietkraag in alle gevallen smaller dan één meter, bij de nvo-Plasberm zijn de rietkragen altijd breder dan twee meter.



Grafiek 11: verdeling natuurvriendelijke oevers naar breedte van de rietkraag (n=22)

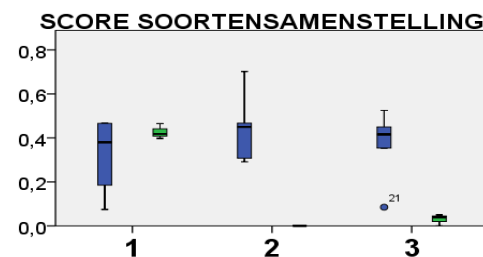
De deelscores, van submers, drijvend/emers en de soortensamenstelling, kunnen uitgezet worden tegen de breedte van de rietkraag. Dit wordt weergegeven in onderstaande grafieken.

Grafieken 11a,b,c,: Scores submers (links), /emers/drijvend (midden) en soortensamenstelling (rechts) per rietklasse: 1 (smal), 2 (midden) of 3 (breed) (n=22)

Er is geen verschil tussen de deelscores per rietkraagklasse (smal, midden, breed).

Wanneer de leeftijd van de oevers wordt meegenomen ontstaat een ander beeld.

In grafiek 12 zijn de scores per rietklasse verder onderverdeeld naar jonge en oude oevers. De jonge oevers (blauw) zijn 1 tot 4 jaar oud, de groep oude oevers (groen) zijn vijf jaar of ouder.



Grafiek 12 a,b,c,d: Scores submers, Emers/drijvend, soortensamenstelling en aantal soorten verdeeld naar rietklasse (1= smal, 2= midden, 3 = breed) en leeftijd van de oevers (Blauw = jonger dan 3 jaar, Groen = ouder dan 4 jaar), (n=22)

Bij bedekking submers en emers/drijvend zitten de de scores van de drie rietklassen op een vergelijkbaar niveau. Er is geen verschil tussen oude en jonge oevers. Bij soortensamenstelling en het aantal telsoorten is er wel een groot verschil tussen jonge en oude oevers. Bij de jonge oevers blijven de scores vergelijkbaar, ongeacht de breedte van de rietkraag. Bij de oudere oevers ligt de score bij smalle oevers nog op het niveau van de jonge oevers. Maar bij de bredere oevers liggen de waarden van oude oevers veel lager dan de jonge oevers.

Resumé: De aanwezigheid van een rietkraag heeft een sterk effect op de aanwezigheid van andere plantensoorten. Bij brede rietkragen die ouder zijn dan vier jaar is het aantal andere soorten veel lager dan bij jongere brede rietkragen en bij smalle rietkragen.

Oeversoorten:

In totaal staan 10 soorten in de lijst, waarvan in het onderzoeksgebied voorkomen:

- 5 soorten bij geen enkele oever;
- 3 soorten bij één of twee oevers ;
- 2 soorten bij meer dan drie oevers.



Harig Wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*) komt bij de meeste oevers voor. Deze soort telt bij een frequent en een dominante aanwezigheid negatief door in de soortenscore. Wilde valeriaan (*Valeriana officinalis*) komt minder voor.

Resumé: Het aantal oeversoorten dat meetelt in de score op soortensamenstelling is beperkt. Deze soorten hebben geen sterke invloed op de score op soortensamenstelling.

Kroos:

Eén kroossoort telt mee in de berekening van de score: Puntkroos (*Lemna trisulca*). Deze soort telt altijd positief mee wanneer de soort wordt waargenomen. Deze soort is bij 15 oevers waargenomen.

Resumé: De score op soortensamenstelling kan sterk bepaald worden door één of enkele plantensoort(en). Deze kunnen een sterk positief of een sterk negatieve invloed hebben op deze deelscore. In Noord-Groningen, waar relatief weinig soorten van de soortenlijst frequent voorkomen, telt dit effect sterk door.

4.2 Standplaatsfactoren

Hierna wordt het effect van standplaatsfactoren behandeld. De standplaatsfactoren zijn afkomstig van de 'Handreiking natuurvriendelijke oevers, een standplaatsbenadering' (Stowa 2011). Alleen factoren die relevant zijn voor de situatie in Noord-Groningen worden meegenomen. Dit zijn:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| - Beschaduwung; | - Doorzicht; |
| - Expositie; | - Saliniteit; |
| - Stroming en luwte; | - Voedselrijkdom water; |
| - Verstoring; | - Waterdiepte. |

De standplaatsfactoren worden gekoppeld aan gegevens uit het onderzoeksgebied, zoals fysisch-chemische data van meetpunten. Daarnaast worden de standplaatsfactoren gekoppeld aan de scores van de vegetatieopnamen. Dit zijn gegevens van (1) alle oevers, (2) koppels en (3) eventuele andere andere waarnemingen uit het gebied.

- (1) De gegevens van de natuurvriendelijke oevers zijn reeds gepresenteerd in § 4.1.
- (2) Koppels zijn vegetatieopnamen van twee of drie oevers die bij elkaar in de buurt liggen. De meeste omgevingsfactoren van deze koppels komen overeen. Wel zijn er één of meerdere sterk afwijkende factoren. Het gaat bij voorbeeld over een zuidoever en een noordoever langs hetzelfde maar. Of oevers mét en zonder vooroevers.
- (3) Losse waarnemingen worden meegenomen wanneer dit relevant is voor de betreffende standplaatsfactor.

In de voorliggende analyses worden alleen natuurvriendelijke oevers meegenomen tenzij anders aangegeven. Op het eind van iedere subparagraaf wordt onder 'Resumé' het effect van deze standplaatsfactor samengevat.

4.2.1 Beschaduwing

Licht is een basisvoorwaarde voor plantengroei. Bij beschaduwing krijgt een plant minder licht en groeit dan niet optimaal. Beschaduwing kan komen van naastgelegen bomen, struiken of bebouwing. Beschaduwing kan bij natuurvriendelijke oevers ook komen van een hoge dichte vooroever. Bij oevers met een hoge dichte rietkraag is er sprake van een interne beschaduwing. De planten onder de rietkraag krijgen hierdoor minder licht.

De situatie in het onderzoeksgebied

In het open landschap van Noord-Groningen liggen de oevers in het open veld. Beschaduwing door bomen of gebouwen komt dan ook niet voor. Eén natuurvriendelijke oever heeft een relatief hoge dichte vooroever, maar deze ligt noord-zuid. De schaduwwerking op de ondiepe waterzone is hierdoor beperkt.

Beschaduwing door riet vindt bij de onderzochte oevers wel veel plaats. Zoals besproken in § 4.1.3 komen langs een aantal natuurvriendelijke oevers brede rietkragen voor. Dit leidt ertoe dat bij oudere oevers (ouder dan vier jaar) minder soorten voorkomen dan bij oevers met een smalle rietkraag van dezelfde leeftijd. Onderstaande grafiek (uit § 4.1.3.) laat dit zien:



Beschaduwing is een belangrijke reden dat het aantal andere soorten na loop van tijd afneemt. Maar de kenmerken van riet spelen daarin een rol. Zo is riet een dicht en vol gewas met een extreem stevig ontwikkeld wortelgestel dat zich onder wisselende en extreme omstandigheden kan handhaven. Andere plantensoorten wordt letterlijk de plek om te groeien ontnomen.

Opvallend is dat de bestscorende oevers in dit onderzoek geen rietkragen hebben. Dit zijn het Wirdumermaar en het Westerwijtwerdermaar. Door het ontbreken van de rietkraag valt er valt er onbelemmerd licht op het onderste deel van het talud en de ondiepe zone.

Resumé: De beschaduwing van natuurvriendelijke oevers wordt veroorzaakt door rietkragen. Dit is een interne beschaduwing. Beschaduwing door bijvoorbeeld bomen of bebouwing vindt in het onderzoeksgebied niet plaats. Bij oudere en bredere rietkragen leidt het ertoe dat er maar weinig andere plantensoorten voorkomen. Beschaduwing is hiermee een standplaatsfactor die de vegetatie van een natuurvriendelijke oever negatief beïnvloedt.

4.2.2 Doorzicht

Het doorzicht bepaalt hoe ver het licht in water kan doordringen. Licht dooft in water uit en dat gaat in troebel water heel snel (Hoogenboom, 2015). Het doorzicht wordt bepaald door zwevende elementen in de waterkolom. Het gaat hier om algen, opgewerveld slib en/of kleideeltjes. Op venige gronden kunnen humuszuren het doorzicht beperken.

De situatie in het onderzoeksgebied

In de stromende maren en diepen van Noord-Groningen gaat het over opgewerveld slib en kleideeltjes. Dit wordt ook wel grijs water genoemd. Gemiddeld ligt het doorzicht in het onderzoeksgebied tussen 0,34m en 0,6m (Noorderzijlvest, 2013).

Het doorzicht wordt op een aantal locaties maandelijks gemeten. Deze doorzichtgegevens fluctueren sterk per locatie over de jaren, maar ook over de maanden. Ter illustratie staan in bijlage H de gegevens van drie meetlocaties (zomerwaarden) over een aantal jaren in de periode 2010 tot 2015 weergegeven. In de doorzichtgegevens is geen enkele lijn te ontdekken. Het berekenen van een gemiddelde uit deze gegevens is dan ook niet zinvol. Vanwege het ontbreken van gemiddelde doorzichtgegevens kan geen verband gelegd worden met de vegetaties.

Resumé: Er kan op basis van de beschikbare meetgegevens geen conclusie worden getrokken over het verband tussen doorzicht en de vegetatie.

4.2.3 Expositie

Een oever die gericht is op het zuiden krijgt meer warmte-instraling en een grotere lichtintensiteit dan een oever die gericht is op het noorden. Voor een optimale ontwikkeling van natuurvriendelijke oevers zijn noordzijden aan te bevelen boven zuidzijden (Stowa 2009).

Ook wind en storm hebben invloed. Storm en wind komen in Nederland vaak uit het zuidwesten. Golfslag heeft daardoor meer negatief effect op noordoeveren dan op zuidoeveren. Ook los plantaardig materiaal waait meer in bij noordoeveren dan bij zuidoeveren, dit kan bij noordoeveren leiden tot een snellere verlanding. De invloed van wind en storm is afhankelijk van de specifieke omstandigheden ter plekke, zoals bijvoorbeeld de aanwezigheid van boomwallen, de breedte van de watergang en de hoogte van het talud.

De situatie in het onderzoeksgebied

De natuurvriendelijke oevers in het onderzoeksgebied zijn alle kanten op gericht. Er zijn noordoeveren, zuidoeveren en alle expositierichtingen daartussen.

Om te zien of de scores beïnvloed zijn door de expositierichting zijn deze tegen elkaar uitgezet in boxplots. De expositierichting is hiervoor omgezet naar een expositiescore. Hierbij krijgt een zuidoever de waarde nul, een noordoever een waarde van 100, een oost- of westoever een score van 50, een zuidoost en zuidwest oever 25 en een noordoost en noordwestoever een waarde van 75.

Dit geeft het volgende beeld in grafiek 14:

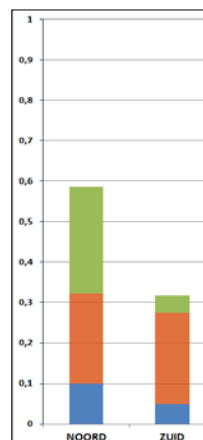
Grafiek 14a,,b,c,d. Scores submers, emers/drijvend, soortensamenstelling en telsoorten naar expositiescore. (0= zuidoever, 25= zuidoost en zuidwest oever, 50 = oost en westoever, 75= noordoost en noordwest oever, en 100 = noordoever) (n=22)

De expositierichtingen geven veel spreiding in scores weer. Uit de boxplots blijkt geen verband tussen de scores en de expositierichting.

Gekeken naar specifieke gevallen is er verschil tussen oevers die aan verschillende zijden van een watengang liggen. Dit blijkt uit vegetatieopnamen die zijn gemaakt bij oevers die precies tegenover elkaar liggen. Van deze koppels staan de EKR*-scores, opgebouwd uit de deelscores, weergegeven. De maximale EKR*score is 1. Blauw geeft de submerse deelscore weer, oranje de emers/drijvende score en groen de deelscore op soortensamenstelling.

Koppel: Expositie bij het Bierumermaar

Langs het Bierumermaar zijn twee vegetatieopnamen gemaakt. De linkerstaaf geeft de noordoever weer, de rechterstaaf de zuidoever. De oevers zijn tegelijkertijd in 2013 aangelegd en hebben hetzelfde profiel: nvo-Flauw.



Grafiek 15: Koppel Bierumermaar

De noordoever scoort opvallend hoger op soortensamenstelling dan de zuidoever. Bij de noordoever zijn er vijf soorten die positief scoren (zwanebloem (*Butomus umbellatus*), kleine watereppe (*Berula erecta*), waterzuring (*Rumex hydrolapathum*), punktroos (*Lemna trisulca*) en echte valeriaan (*Valeriana officinale*), terwijl dit er bij de zuidoever maar twee waren (punktroos (*Lemna trisulca*) en kleine watereppe (*Berula erecta*)).

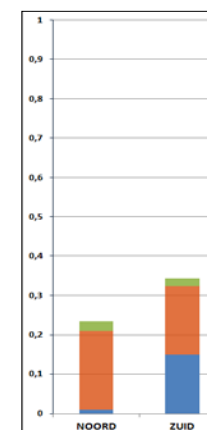
Koppel: Expositie bij het Westernielandstermaar

Deze plasbermoevers zijn in 2010 aangelegd met hetzelfde profiel en liggen tegenover elkaar. Bij beide oevers is er sprake van brede rietkragen. De linkerstaaf is de noordoever, de rechterstaaf de zuidoever.

De scores van emers/drijvend zijn voor de beide oevers van hetzelfde niveau. Beide oevers scoren laag op soortensamenstelling. De score op submerse soorten verschilt sterk. De noordoever scoort hierop minimaal. De zuidoever behaalt de helft van de mogelijke score.

Bij de noordoever is de plasberm geheel verland. Er ligt een dikke strooisellaag op de bodem waardoor het onmogelijk is dat hier submerse soorten kunnen groeien. Bij de zuidoever (rechts) bestaat de plasberm uit een ondiepe zone met overal 5 tot 15 cm water. Hier groeien verschillende submerse soorten.

De twee bovenstaande koppels geven aan dat er verschillen zijn tussen noord- en zuidoever. Het effect van de expositie is bij de twee koppels wel compleet anders. Het effect hangt sterk af van de omstandigheden ter plekke, zoals onder andere de leeftijd van de oevers en het profiel.



Grafiek 16: Koppel Westernielandstermaar

Resumé: De expositierichting beïnvloedt de vegetatie. Echter, de expositierichting geeft verschillende effecten. Zo kan het effect hebben op het aantal soorten, maar ook op de bedekking. Dit is afhankelijk van omstandigheden ter plaatse. Deze conclusie wordt bevestigd met de boxplots: deze geven geen overalleffect weer van de expositie. Het effect van expositie op de vegetatie is op basis van dit onderzoek dan ook niet te duiden.

4.2.4 Saliniteit

De zoutconcentratie in het oppervlaktewater kan grote invloed hebben op de soortensamenstelling. Veel soorten kunnen geen hoge zoutconcentraties verdragen en hun verspreiding is dan ook beperkt tot wateren die ionenarm zijn. Andere soorten gedijen juist in wateren met hoge ionenconcentraties. In brakke wateren neemt men als maat voor het totale ionengehalte vaak de chloriniteit, omdat de concentratie van chloridenionen vele malen hoger is dan van alle andere anionen gezamenlijk. (Bloemendaal 1998).

De Lyon et al (1988) geeft de gevoeligheid van waterplanten voor saliniteit weer. De soorten zijn onderverdeeld in vijf groepen, dit gaat van soorten van zeer ionenarme wateren tot soorten van zeer ionrijke wateren. De soorten die voorkomen op de soortenlijst in dit onderzoek staan hieronder verdeeld naar drie groepen van zoutgevoeligheid. Alléén soorten die bij de vegetatieopnamen zijn waargenomen worden vermeld.

Soorten van matig ionenrijke wateren (gewogen gemiddelde van 4 – 9 mmol/l)
(= Chloride gehalte van 70– 160 mg/l)

- Gele plomp (*Nuphar lutea*)
- Gele waterkers (*Rorippa amphibia*)
- Gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*)
- Glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*)
- Grote lisdodde (*Typha latifolia*)
- Kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*)
- Pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*)
- Watermunt (*Mentha aquatica*)
- Waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*)
- Witte waterlelie (*Nymphaea alba*)

Soorten van ionenrijke wateren: (gewogen gemiddelde van 9-15 mmol/l)
(= Chloride gehalte van 160– 260 mg/l)

- Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*)
- Grote egelskop (*Sparganium erectum*)
- Kalmoes (*Acorus calamus*)
- Liesgras (*Glyceria maxima*)
- Puntkroos (*Lemna trisulca*)
- Riet (*Phragmites australis*)
- Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*)
- Stijve waterranonkel (*Ranunculus circinatus*)
- Waterzuring (*Rumex hydrolapathum*)
- Zwanebloem (*Butomus umbellatus*)

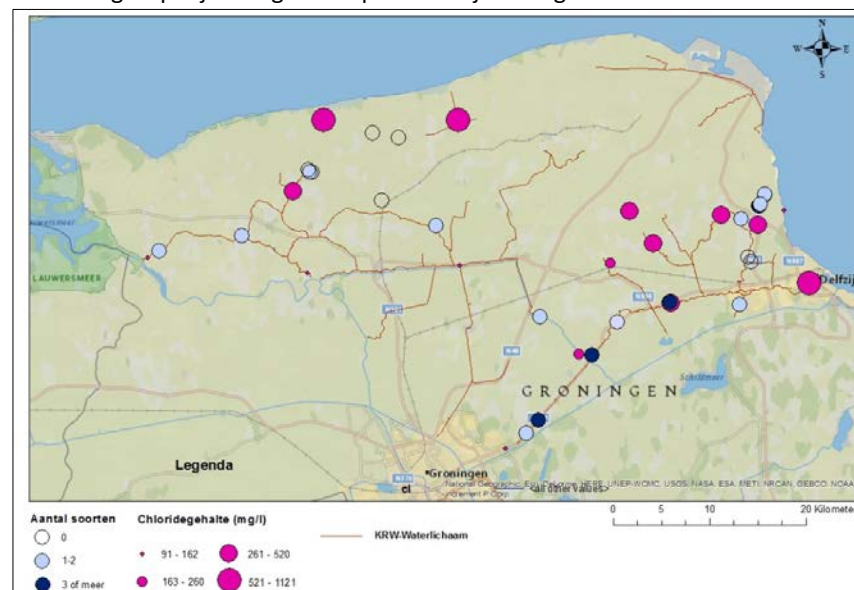
Soorten van zeer ionenrijke wateren (gewogen gemiddelde van >15 mmol/l)
(= Chloride gehalte van > 260 mg/l)

- Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*)
- Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*)

De situatie in het onderzoeksgebied

In het onderzoeksgebied komt brak oppervlaktewater voor. De chloride is afkomstig uit de diepere grondlagen en kwelt op naar het oppervlaktewater. In het onderzoeksgebied wordt op een aantal punten het chloridgehalte maandelijks gemeten. De gehalten (zomergemiddelden) per meetlocatie lopen sterk uiteen en variëren tussen 91 mg/l tot 1151 mg/l per meetpunt. Het betreft de gemiddelden in de jaren 2010-2015. In onderstaande figuur 5 staan de gemiddelde chloridgehaltes in de zomermaanden met roze stippen weergegeven.

In figuur 5 is tevens de aanwezigheid van de groep 'soorten van matig ionenrijke wateren' weergegeven. Hoe donkerde de kleur van de blauwe stip, hoe meer soorten van deze groep bij de vegetatieopnamen zijn waargenomen.



Figuur 8 Chloridgehaltes per meetpunt (mg/l, zomerwaarden) en het voorkomen soorten van matig ionenrijke wateren

De kaart bevestigt dat de 'soorten van matig ionenrijke wateren' voorkomen waar de chloridgehaltes in het oppervlaktewater laag zijn. Deze soorten komen niet of minder voor waar de chloridgehaltes hoog zijn.

Resumé: Saliniteit heeft een negatief effect op de vegetatie. Op locaties waar sprake is van hoge Chloridgehaltes komen minder plantensoorten van de tellijst voor.

4.2.5 Stroming en luwte

Stroming en luwte zijn sterk bepalend voor het voorkomen van waterplanten. Het beïnvloedt meerdere aspecten:

- Verankering: waterplanten die zich niet met wortels verankerd hebben kunnen bij een sterke stroming wegspoelen. Kiemende zaden hebben luwte nodig om zich te kunnen vestigen. De gevoeligheid voor stroming verschilt per plantensoort.
- Helderheid: door golfslag en beweging van kleideeltjes en slib wordt water troebel. Hoe rustiger het water, hoe helderder. Wanneer een watergang is begroeid met waterplanten neemt de helderheid toe.
- Verlanding: onder luwe omstandigheden zinken kleine kleideeltjes en slib sneller naar de bodem. De verlanding gaat sneller onder luwe omstandigheden dan wanneer er veel stroming is.

De stroming in watergangen is afhankelijk van de breedte en diepte van de watergang en de hoeveelheid water die er stroomt, voor aan- en afvoer. Ook bochten veroorzaken plaatselijk zones met meer en minder stroming. Scheepvaart kan een kortstondige toename van de stroming en golfslag veroorzaken. Daarnaast bepaalt de inrichting van de natuurvriendelijke oever of er luwte is. Door het aanleggen van een vooroever kan er bij een natuurvriendelijke oever luwte gecreëerd worden.

De situatie in het onderzoeksgebied

De maren en diepen in het onderzoeksgebied hebben een belangrijke functie bij de aan- en afvoer van water. In periodes van veel neerslag moet veel water worden afgevoerd. Dat leidt dan tot een stevige stroming in het maar of het diep, vooral in de nabijheid van deze sluizen en gemalen. In de zomerperiode vindt via de maren en diepen de toevoer van IJsselmeerwater plaats. Deze stroming is minder sterk en veel constanter.

Bij natuurvriendelijke oevers worden soms vooroevers aangelegd. Wanneer restanten van de oude houten beschoeiing aanwezig zijn laat men deze staan. Langs het Damsterdiep is een nieuwe vooroever aangelegd door een onderwateroever van wilgentenen te vlechten.

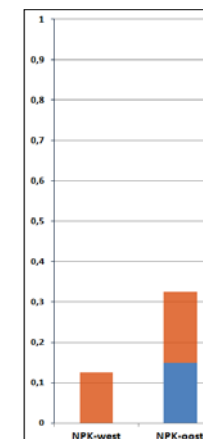
Doordat de stroming in de watergangen in de tijd sterk fluctueert is over het effect van stroming en luwte op alle natuurvriendelijke oevers geen uitspraken te doen. Bij een aantal natuurvriendelijke oevers (koppels) is het effect van stroming en luwte wel zichtbaar.

Koppel: Luwte in het Noordpolderkanaal

Langs het Noordpolderkanaal liggen twee noordoeveren op circa anderhalve kilometer afstand van elkaar. De inrichting van beide oevers is geheel identiek: een plasberm aangelegd rond het jaar 2000. De deelscores zijn in een staafdiagram weergegeven. In blauw de submerse deelscore en in oranje de deelscore voor drijvend/emers.

Er is een opvallend verschil in de deelscore submers. De linkerstaaf scoort hierop niet. Deze rechterstaaf behaalt hierop de helft van de maximale score.

Het verschil komt van één submerse soort: sterrenkroos (*Callitriche spec*). Bij de linkerstaaf kwam dit in het geheel niet voor. Bij de rechterstaaf kwam wel veelvuldig sterrenkroos voor. Dit sterrenkroos kwam voor in de luwte van een brug en in inhammen in de rietkraag. Hier waren er plaatselijk luwere zones.



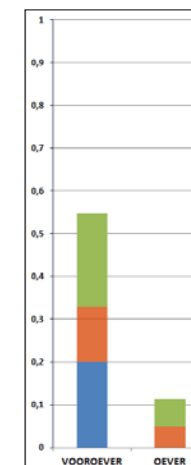
Grafiek 17 Koppel Noordpolderkanaal

Koppel: Luwte bij éénjarige oevers

Bij twee oevers zijn in 2014 langs vergelijkbare maren natuurvriendelijke oevers met een flauw talud aangelegd. De scores van deze oevers verschillen sterk.

De linkerstaaf is een natuurvriendelijke oever langs het Hunsingokanaal mét een vooroever. De rechterstaaf is bij het Andelstermaar, zonder vooroever.

De vooroever langs het Hunsingokanaal bestaat uit oude houten beschoeiingpalen. Plaatselijk staan deze palen er nog wel, op andere plekken zijn deze weg. Op en tegen de oude beschoeiingpalen groeien planten. Dit verklaart veel van de hoge score op soortensamenstelling. Achter de vooroever is er plaatselijk luwte, hier is de bedekking aan emerse soorten veel hoger dan bij de oever waar geen vooroever aanwezig is. Hetzelfde geldt voor de submerse bedekking.



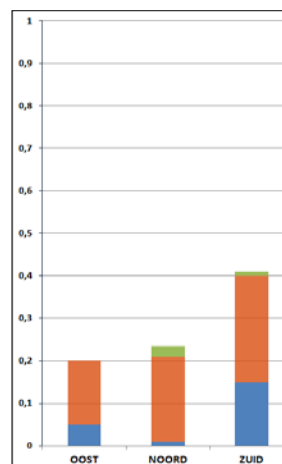
Grafiek 18 Koppel Éénjarige oevers

Koppel: Luwte bij het Pieterbuurstermaar en het Westerniandstermaar:

De oevers langs het Westerniandstermaar zijn al eerder besproken bij 'expositie', in § 4.2.3. In de nabijheid van deze oevers, is er ook een opname gedaan bij een oostoever van het Pieterbuurstermaar. Alle drie natuurvriendelijke plasbermen zijn in 2010 aangelegd, het gaat over:

- Pieterbuurstermaar- oostoever,
- Westerniandstermaar- noordoever.
- Westerniandstermaar- zuidoever.

De oever langs het Pieterbuurstermaar (linkerstaaf) is bijzonder aangelegd. Er was een ondiepe zone evenwijdig aan het talud die via inhammen in verbinding stond met de watergang (zie pagina 13, foto's van de aanleg). Vijf jaar na de aanleg is de ondiepe zone verland. De inhammen zijn nog wel aanwezig. Alléén in deze inhammen komen bij deze natuurvriendelijke oever submerse soorten voor. Deze submerse soorten zijn niet aanwezig in de watergang.



Grafiek 19 Koppel
Westerniandstermaar en
Pieterbuurstermaar

Resumé: Luwte in een natuurvriendelijke oever heeft een positief effect op de aanwezigheid van submerse waterplanten. Tegelijkertijd veroorzaakt luwte op termijn verlanding. Dit heeft een negatief effect op het voorkomen van submerse waterplanten.

4.2.6 Verstoring

Bij verstoring gaat het over vraat, betreding en bodembewerking (zoals baggeren). Vogels kunnen veel van de onderwatervegetatie én de oevervegetatie wegvreten. Bij zoogdieren blijft het beperkt tot de oevervegetatie. Beweidings is gunstig door de ontwikkeling van lage oevervegetaties (Stowa, 2011).

De situatie in het onderzoeksgebied.

Bij de vegetatieopnamen is geen vraat van vogels, bodembewerking en betreding geconstateerd. Dit wil niet zeggen dat betreding en vraat van vogels niet heeft plaatsgevonden, maar binnen dit onderzoek zijn er geen tekenen van. Begrazing door koeien is wel geconstateerd. Dit bij één natuurlijke oever en bij één natuurvriendelijke oever.

Oever: Begrazing bij natuurvriendelijke oever Westerwijterdermaar.

De begraasde natuurvriendelijke oever ligt langs het Westerwijterdermaar. Dit is de hoogst scorende oever in dit onderzoek. Deze oever valt onder het type 'nvo-Anders'. Het ondiepe onderwatergedeelte is gemiddeld één meter breed. Beweidings heeft plaatsgevonden met koeien. Dit vee is pas na 21 juni 2015 in de wei gekomen en heeft hier een paar weken gelopen. De oever was niet afgerasterd. Het vee liep daardoor tot aan de waterlijn.

Tijdens de opname was de oever plaatselijk helemaal vertrapt en de oevervegetatie was op de meeste plaatsen kort. De vegetatie bestond uit een grote diversiteit aan planten. Er stond geen rietkraag waardoor er veel licht viel op het ondiepe gedeelte.

Direct naast de begraasde oever liggen weilanden met natuurvriendelijke oevers met hetzelfde profiel, maar die niet beweid werden. Bij die oevers stonden hoge brede rietkragen. Het aantal planten soorten was hier zichtbaar minder. Van deze locaties zijn geen vegetatieopnamen gemaakt, wel laten de foto's op de pagina hiernaast duidelijk het verschil zien tussen de beweidde en de niet beweidde oevers.

De hoge score bij het Westerwijterdermaar geeft aan dat beweidings een positief effect kan hebben. De wijze van beweidings (periode en tijdsduur) kan hierin een rol spelen.

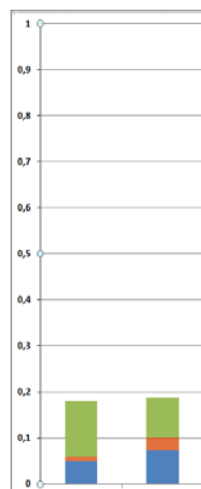


Grafiek 20
Westerwij-
terdermaar

Koppel: Begrazing bij natuurlijke oever Krewerdermaar

Bij een natuurlijke oever langs het Krewerdermaar is vastgesteld dat er koeien graasden. Deze oever ligt, niet afgerasterd, naast het looppad waarlangs het melkvee dagelijks naar de weide gaat. Deze oever was geheel vertrapt en de oeervervegetatie was geheel weggevreten. Aan de overzijde lag een natuurlijke oever die niet begraasd werd. Hier was de oeervervegetatie vol en uitgegroeid.

De EKR*-scores van beide oevers staan in het staafdiagram weergegeven. De linkerstaaf is de niet-begraasde oever, de rechterstaaf de oever die wel begraasd werd. Er is een minimaal verschil tussen de scores van deze twee oevers.



Grafiek 21 Koppel
Krewerdermaar

Resumé Begrazing door vee heeft niet per definitie een positief of negatief effect op de vegetatie. Veel hangt af van de locale omstandigheden en de wijze (periode en duur) van de begrazing.

4.2.7 Voedselrijkdom water

Bij voedselrijkdom gaat het over de hoeveelheid stikstof en fosfor die in beschikbare vorm in het water aanwezig zijn (Stowa 2011). Bij een fosfaatbelasting groter dan 0,8 mg/l kan er een overdadige algen- en kroosgroei ontstaan, met troebel (groen) water als gevolg. In troebel water kunnen onderwaterplanten zich slecht ontwikkelen en handhaven.

De situatie in het onderzoeksgebied

In het onderzoeksgebied is sprake van voedselrijke omstandigheden in watergangen. Er komen zomergemiddelden voor van 1,8 tot 2,9 mg/l voor stikstof en 0,41 tot 0,98 mg/l voor fosfaat (Noorderzijlvest 2013).

Bij de onderzochte oevers is geen overdadige algengroei en geen overdadige kroosgroei waargenomen. De natuurvriendelijke oevers liggen langs maren en kanalen met stromend water. De verblijftijd van het water is hier kort. Kroos en algen komt hier plaatselijk wel voor, maar het vormt geen dikke pakketten.

Dit algemene beeld wordt bevestigd door de uitzonderingen. Er zijn een aantal locaties waar het maar 'doodloopt'. Dit is bijvoorbeeld aan de orde bij het Bierumermaar, direct tegen het dorp Bierum aan. Het maar eindigt hier in een haventje. Hier is wel enige toestroom van water uit zijslotjes, maar de stroming is hier minimaal. De verblijftijd van het water is lang. In dit deel van het maar, het haventje, komt veel meer kroos voor dan verderop waar meer stroming is.

Resumé: Doordat in het overgrote deel van de Groninger maren sprake is van stromende wateren leidt de voedselrijkdom niet tot overdadige kroosgroei. De hoge voedselrijkdom van het oppervlaktewater heeft hiermee geen negatief effect op de vegetatie.

4.2.8 Waterdiepte

De waterdiepte bepaalt welke wortelende waterplanten er kunnen voorkomen. Afhankelijk van de helderheid van het water kan er meer of minder licht tot op de bodem doordringen. Daardoor kunnen zaden op de bodem tot ontwikkeling komen en kan de plant in de waterkolom omhoog groeien. Bij natuurvriendelijke oevers is de afstand tussen de waterlijn en de waterbodem verkleint, waardoor meer soorten zich op een lichtrijke bodem kunnen ontwikkelen. De waterdiepte van een natuurvriendelijke oever is afhankelijk van het aangelegde profiel en de mate van verlanding.

De waterdiepte heeft tevens een groot effect op de aanwezigheid van riet (*Phragmites australis*). Volgens Clevering (1999) kan waterriet voorkomen in water tot 1 meter diepte. Op voedselrijke, gereduceerde kleibodems komt riet in veel minder diep water voor.

De situatie in het onderzoeksgebied

De natuurvriendelijke oevers in het onderzoeksgebied hebben verschillende profielen. Dit leidt tot verschillende dieptes op verschillende afstanden van het talud. Bij de natuurvriendelijke oevers met het flauwe talud, die allemaal de laatste drie jaar zijn aangelegd, heeft nog geen verlanding plaatsgevonden. Het profiel is daar nog net als bij de aanleg. Deze oevers lopen schuin af, tot een maximale waterdiepte van circa 70cm op circa twee meter uit de wal.

Anders is het bij de oudere plasbermoevers. Hier zijn de zones al ondieper aangelegd, daarna heeft er verlanding plaatsgevonden. Dit is reeds besproken in § 4.2.5. Er zijn oevers die geheel verland zijn. Er zijn andere plasbermoevers waar het open water nog wel aanwezig is. De waterdiepte loopt hier uiteen van 5 tot 30 cm.

Bij de veldopnamen is waargenomen dat de verschillende plantensoorten een voorkeur hebben voor diepere of ondiepere zones. Dit is onder andere gezien bij de grote Egelskop (*Sparganium erectum*) en zwanebloem (*Butomus umbellatus*). Zij hebben een voorkeur voor iets dieper water. Liesgras (*Glyceria maxima*) en grote Lisdodde (*Typha Latifolia*) staan in ondieper water. De begrenzingen van deze gewenste waterdieptes zijn in veld goed te zien.

Riet groeit op het land en in het water. Het groeit in Noord-Groningen tot een waterdiepte van maximaal 50 cm. Dit is vastgesteld bij de vegetatieopnamen. Al eerder is vastgesteld dat riet een invloed heeft op het voorkomen van andere plantensoorten.

Het profiel van een natuurvriendelijke oever bepaalt waar riet kan groeien en waar niet. Bij plasbermoevers, die overal ondieper zijn dan 50 centimeter, kan over de gehele breedte riet groeien. Bij natuurvriendelijke oevers met een flauw talud groeit er geen riet in het deel van 50 tot 70 cm diepte. Hier kunnen andere soorten tot ontwikkeling komen..

Resumé: De waterdiepte heeft een effect op de vegetatie. Zo groeit er bij een waterdiepte van meer dan 50cm geen riet. Daar kunnen andere soorten zich ontwikkelen als de omstandigheden daarvoor geschikt zijn. Ook andere emerse soorten hebben een voorkeursdiepte. Dit leidt bij strak aangelegde natuurvriendelijke oevers tot strakke begrenzingen van waar soorten groeien.

De diepte van de ondiepe zone heeft tevens een effect op de aanwezigheid van submerse soorten. Submerse soorten hebben open water nodig om zich te kunnen vestigen en handhaven. Bij verlandde ondiepe zones, komen dan ook geen submerse soorten voor.

5. Discussie & conclusie

5.1 Methodediscussie

Beperking tot alleen macrofyten

Het effect van natuurvriendelijke oevers is breed en omvat de gehele waterkwaliteit. Macrofyten zijn hierin een belangrijke factor, met name de submerse waterplanten. Zij zijn volgens Stowa een belangrijke sleutelfactor voor de verder ontwikkeling van een natuurvriendelijke oever (Stowa, 2014b). Daarbij geeft Heerdt (2010) aan dat in het algemeen geldt dat wat goed is voor de vegetatie ook goed is voor de fauna. In dit onderzoek is alleen gekeken naar de effectiviteit van natuurvriendelijke oevers op macrofyten. Wel is het van belang de effectiviteit van natuurvriendelijke oevers breder te blijven bekijken dan alleen de vegetatie en ook de andere levensvormen mee te nemen. Dit zijn de parameters die meegenomen worden in de KRW-toetsing (macrofauna, vissen en fytoplankton). Daarnaast hebben natuurvriendelijke oevers een waarde voor bijvoorbeeld rietvogels.

Nauwkeurigheid van de QBWat berekening

Het voordeel van QBWat is dat het een onderbouwde methodiek is, die in geheel Nederland wordt gebruikt. De toetsingsgegevens kunnen uitgewisseld en vergeleken worden. Echter QBWat is een toetsingsmethodiek voor waterlichamen en niet van losse oevers, terwijl het in dit onderzoek hiervoor wel is gebruikt. Qbwat berekent de (deelscores) met drie cijfers achter de komma. Deze nauwkeurigheid wordt niet op dat niveau onderbouwd met de veldsituatie van deze oevers. Het interpreteren van deze scores moet daarom met voorzichtigheid worden gedaan.

Berekeningwijze QBWat

QBWat houdt bij de verwerking van de vegetatieopnamen bij macrofyten geen rekening met de breedte van ondiepe zones. De breedte van de ondiepe zone is echter wel een belangrijk aspect dat de waterkwaliteit van oevers bepaald. Nu er volop wordt ingezet op de aanleg van natuurvriendelijke oevers, met een verbrede ondiepe zone, lijkt het logisch dat dit gegeven wordt meegenomen in de berekening van QBWat.

Voor dit onderzoek is de berekeningswijze van QBWat daarom aangepast. Dit heeft consequenties voor zowel de bedekkingscores van submerse als van de drijvend/emerse soorten. De aanpassing is alleen gedaan bij de oevers met een smalle ondiepe zone. Dit waren alleen natuurlijke oevers en beschoeide oevers.

Door deze aanpassing kunnen de EKR-scores die in dit rapport worden gepresenteerd niet altijd vergeleken worden met de berekende EKR-scores elders. Dit is een groot nadeel van deze aanpassing. Echter, de aanpassing was noodzakelijk om een antwoord te kunnen geven op de specifieke vragen van dit onderzoek.

Keuze voor het M3-watertype

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de KRW-maatlat. Bepalend voor de toetsing is de typering van de waterlichamen. In dit onderzoeksgebied is dat type M3. De maren en diepen in Noord-Groningen voldoen aan de meeste kenmerken hiervan. Echter met betrekking tot de saliniteit worden (in de zomermaanden) waarden gemeten die veel hoger liggen dan die gelden voor dit watertype. Dit leidt daar tot lage scores op soortensamenstelling en is het praktisch onmogelijk om hogere scores te behalen.

Wijze van berekening van de soortensamenstelling

In het onderzoeksgebied komt maar een beperkt deel van de soorten voor die meetellen voor de score soortensamenstelling. Door deze berekeningswijze kan de aanwezigheid van één of enkele soorten, en zelfs enkele exemplaren, extreem sterk doortellen in de score op soortensamenstelling. Omdat de soortensamenstelling voor de helft van de EKR*-score bepaalt, kan de aanwezigheid van een of enkele exemplaren van een bepaalde soort de EKR*-score al sterk beïnvloeden.

Bij een aantal submerse soorten leidt dit tot een tegenstrijdigheid. Deze soorten tellen bij een frequente aanwezigheid positief mee in de bedekkingscores, maar tellen tegelijkertijd negatief door in de score op soortensamenstelling. Dit leidt er toe dat de aanwezigheid van submerse soorten negatief kan doortellen in de EKR*-score. Dit is in tegenspraak met het doel van natuurvriendelijke oevers, waarbij submerse soorten juist gewenst zijn voor de verdere ontwikkeling van de natuurvriendelijke oever. Bij drijvende soorten is juist het andersom. Deze soorten tellen positief mee in de bedekkingscore én tellen sterk door in de score van de soortensamenstelling. De aanwezigheid van deze soorten telt hierdoor extreem positief door in de EKR*.

Verdeling van onderzochte oevers over het gebied

In dit onderzoek zijn oevers van verschillende leeftijden en van verschillende typen meegenomen. De oevers van het type nvo-flauw zijn jonge oevers (van 1 tot 4 jaar), de nvo-Plasberm en nvo-Anders zijn oudere oevers. Dit was een gegeven, het was niet mogelijk om de vegetatieopnamen dusdanig uit te voeren dat er een evenwichtiger verdeling zou zijn.

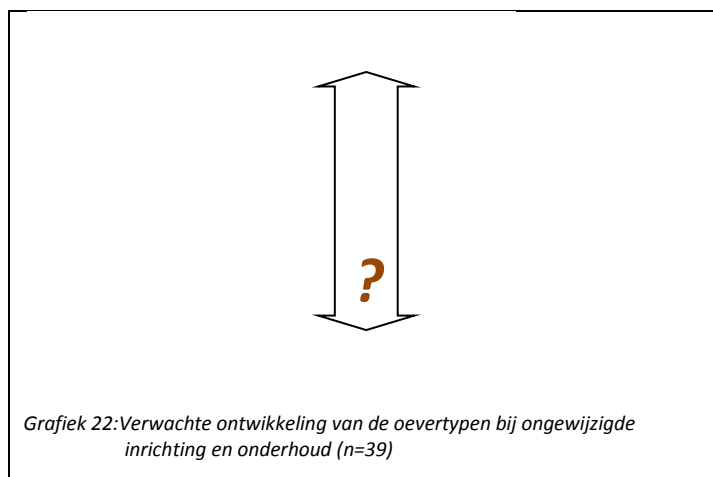
In de analyses worden de gegevens van jonge en oudere oevers samen gepresenteerd. Dit doet ook recht aan de werkelijke situatie anno 2015. Wel is het een gegeven dat de

jongere oevers zich nog (autonoom) verder zullen ontwikkelen, terwijl vegetaties van oudere oevers zich bij ongewijzigd beheer en inrichting in de eindtoestand bevinden.

Dit betekent per oevertypen:

- nvo-Flauw Bij ongewijzigd onderhoud is verandering van de score mogelijk. Deze score kan verbeteren of verslechteren;
- nvo-Plasberm Bij ongewijzigd onderhoud neemt de score niet toe of af;
- Nvo-Anders Bij ongewijzigd onderhoud neemt de score niet toe of af;
- Beschoeide oevers Bij ongewijzigd onderhoud neemt de score niet toe of af;
- Natuurlijke oevers Bij ongewijzigd onderhoud neemt de score niet toe of af.

De verwachte ontwikkeling bij ongewijzigd onderhoud en inrichting is weergegeven in grafiek 22.



Analyses standplaatsfactoren

De standplaatsfactoren zijn vanwege de overzichtelijkheid als losse onderdelen gepresenteerd. Dit is een gangbare manier van werken. Het is echter een gegeven dat er sprake is van een systeem, waarin verschillende standplaatsfactoren met elkaar samenhangen en elkaar kunnen beïnvloeden. Tevens veranderen effecten in de tijd.

De ontwikkeling in de tijd en de dwarsverbanden zijn in dit onderzoek zo goed als mogelijk omschreven. Echter, het effect van standplaatsfactoren op de vegetatie is niet altijd goed te duiden. Dit komt door het beperkte aantal vegetatieopnamen en de grote diversiteit in kenmerken van de oevers.

5.2 Conclusie

Hieronder worden de antwoorden op de deelvragen gegeven. Daarna volgt het antwoord op de onderzoeksvraag.

Zijn de reeds aangelegde natuurvriendelijke oevers effectief voor macrofyten?

Ja, op basis van dit onderzoek geldt dat natuurvriendelijke oevers in Noord-Groningen effectief zijn voor macrofyten. Dit blijkt uit de hogere scores op de EKR* van natuurvriendelijke oevers in vergelijking met gangbare oevers. Het verschil is significant.

Echter, op basis van voorgaande discussie is er bij deze constatering veel op te merken. De EKR*-score wordt soms mede bepaald door de aanwezigheid van één of meerdere plantensoort(en), ook als dit maar één of enkele exemplaren zijn. Hierdoor kan de score door toeval bepaald zijn terwijl de aanwezigheid van deze enkele exemplaren de werkelijke effectiviteit niet bepaalt.

Met betrekking tot submerse soorten scoren de natuurvriendelijke oevers significant beter dan gangbare oevers. Dit is belangrijk omdat submerse soorten gezien worden als een belangrijke sleutelfactor voor de verdere ontwikkeling van natuurvriendelijke oevers.

De submerse bedekking is bij veel jongere (tussen 1 en 4 jaar) natuurvriendelijke oevers nog niet ontwikkeld. Echter, bij een aantal van de jonge oevers wordt toch nu al de hoogste score behaald. De potentie voor de gewenste bedekking is dan ook aanwezig. Gekeken naar de submerse soorten scoren de natuurvriendelijke oevers met plasbermen slecht. Omdat het oudere oevers zijn zal deze score niet vanzelf toenemen.

Los van bovenstaande cijfermatige conclusies is in het veld goed het verschil te zien tussen natuurvriendelijke oevers en gangbare oevers. Bij natuurvriendelijke oevers zijn veel meer verschillende soorten macrofyten te zien, boven én onder water. Het grootste verschil is er tussen beschoeide oevers en natuurvriendelijke oevers.

Wat zijn effecten van standplaatsfactoren op bedekking en soortensamenstelling?

In de discussie is aangegeven dat de effecten van de verschillende standplaatsfactoren niet eenvoudig te duiden zijn.

Uit dit onderzoek komen vier standplaatsfactoren naar voren die een invloed hebben op bedekking en soortensamenstelling van macrofyten. Dit zijn:

- Beschaduwing;
- saliniteit;
- stroming en luwte;
- waterdiepte.

De beschaduwing betreft in dit onderzoek de interne beschaduwing van een rietkraag waardoor er minder licht valt op de onderliggende zone. Bij oudere oevers met een brede rietkraag leidt dit tot een lagere soortendiversiteit en daardoor een lagere score op de soortensamenstelling en de EKR*.

Saliniteit: Daar waar in het oppervlaktewater hogere gehalten aan Chloride aanwezig zijn komen plantensoorten die gevoelig zijn voor zout niet of minder voor. Dit leidt tot een lage score op soortensamenstelling en de EKR*.

Stroming en luwte hebben meerdere effecten. Het leidt tot 'rustig water' waar meer planten zich kunnen vestigen en handhaven. Dit leidt tot meer submerse soorten. Tegelijkertijd leidt luwte op termijn tot verlandings. Dit leidt weer tot een lagere bedekking aan submerse soorten. De stroming heeft tevens tot gevolg dat kroos zich in de Groninger maren niet ontwikkelt tot een dik pakket. Hierdoor blijft licht invallen in de ondiepe zone. Submerse en emerse soorten kunnen zich daardoor blijven vestigen en handhaven.

Waterdiepte: De diepte van de ondiepe zone heeft een direct effect op de aanwezigheid van submerse soorten en riet. Submerse soorten hebben open water nodig om zich te kunnen vestigen en handhaven. Bij verlandde ondiepe zones, komen geen submerse soorten voor.

De waterdiepte bepaalt tevens welke emerse soorten er kunnen groeien. Zo groeit er bij een waterdiepte van meer dan 50cm geen riet. Daar kunnen andere soorten zich ontwikkelen als de omstandigheden daarvoor geschikt zijn. Ook andere emerse soorten hebben een voorkeursdiepte. Dit leidt bij strak aangelegde natuurvriendelijke oevers tot strakke begrenzingen van waar soorten groeien.

Wat is het effect van inrichting op bedekking en soortensamenstelling?

De inrichting gaat over het profiel en het wel of niet aanwezig zijn van een vooroever. De profielen van de oevertypen nvo-Plasberm en nvo-Flauw verschillen sterk. Hierdoor ontwikkelt de vegetatie zich bij deze twee typen anders. Hierbij is het een gegeven dat de plasbermoevers in dit onderzoek ouder zijn dan vier jaar en de nvo-Flauw jonger zijn dan vier jaar.

De plasbermen hebben een brede ondiepe zone die ondieper is dan 50cm. Hier hebben zich dichte rietkragen gevormd. Andere plantensoorten komen maar weinig voor. Hierdoor scoren deze oevers hoog op bedekking emers maar minimaal op bedekking submers en de soortensamenstelling. Voor de gestelde doelen, met submerse soorten als belangrijkste ecologische sleutelfactor, voldoen deze plasbermoevers niet. Los van deze KRW-doelen heeft het riet op deze oevers een waterzuiverende werking, zijn de oevers door de rietwortels zeer stevig en zijn ze van waarde voor rietvogels.

Het type nvo-Flauw heeft een profiel dat geleidelijk dieper wordt. De ondiepe zone loopt door tot een diepte van circa 70cm. Omdat deze zone deels dieper is dan 50cm, groeit niet overal riet. Hierdoor blijft er ruimte en licht voor andere plantensoorten. Deze oevers hebben de potentie om hoog te scoren op zowel bedekking als soortensamenstelling.

De aanwezigheid van vooroevers leidt tot meer luwte. Hier profiteren vooral submerse soorten van.

Wat is het effect van onderhoud op bedekking en soortensamenstelling?

Het onderhoud van natuurvriendelijke oevers door het waterschap heeft in Noord-Groningen nog geen invulling gekregen. De nvo-Flauw zijn nog maar kort geleden aangelegd en ook aan de plasbermoever uit 2010 is nog geen onderhoud gepleegd. Over het effect van onderhoud op de vegetatie en soortensamenstelling is daarom niets te concluderen.

Tegelijkertijd is het opvallend dat bij de twee natuurvriendelijke oevers die het hoogste scoren afgelopen jaar een vorm van onderhoud heeft plaatsgevonden. Bij de best scorende oever was dit beweiding. Bij de andere oever was het talud meerdere malen door de landeigenaar gemaaid. Bij deze twee oevers was er geen rietkraag aanwezig en viel er veel licht op de ondiepe zone. Dit heeft geleid tot hoge scores op bedekking submers, bedekking emers/drijvend en soortensamenstelling.

Wat zijn sturingsknoppen ter optimalisering van de effectiviteit van bestaande natuurvriendelijke oevers?

Sturingsknoppen zijn het uitvoeren van onderhoud én het juist niet uitvoeren van onderhoud. Door hier een goede mix in te vinden kan de effectiviteit van bestaande natuurvriendelijke oevers vergroot worden. Bij het onderhoud gaat het over het onderhoud van de ondiepe zone en daarnaast het onderhoud van het talud.

Bij het onderhoud van de ondiepe zone zijn er verschillende mogelijkheden: (1) maaïen en afvoeren, (2) uitkrabben en (3) rits-onderhoud. Het onderhoud kan uitgevoerd worden met verschillende frequenties en op verschillende momenten in het jaar. Het onderhoud mag alleen uitgevoerd worden in de maanden september tot en met januari vanwege het groeiseizoen van planten en het voortplantingsseizoen van macrofauna en vissen.

Bij maaïen worden bovengrondse delen verwijderd. Dit voorkomt de vorming van slib en gaat de verlanding tegen. Het effect van maaïen is afhankelijk van de plantensoort en het moment dat dit wordt gedaan. Doordat riet zéér maaïetolerant is, en de meeste andere soorten minder, is de kans aanwezig dat na een maaibeurt riet sterker terugkomt dan andere plantensoorten. Wanneer riet in het najaar of de winter gemaaid wordt, groeit het in het voorjaar weer vitaal uit. Het maaïen van riet in het najaar of de winter heeft daardoor geen effect op de gewasstand in het jaar erna. Maaïen (met afvoeren) heeft altijd de voorkeur boven klepelen. Heerdt (2010) geeft aan dat wanneer niet afgevoerd kan worden er beter in het geheel niet gemaaid dient te worden.

Uitkrabben is het wegschrapen van de bovenste rietwortels in een plasbermoever. Dit onderhoud wordt uitgevoerd bij waterschap Zuiderzeeland bij verlandde ondiepe zones. (zie bijlage D) De rietstand wordt hiermee teruggezet. Onderzoek heeft uitgewezen dat uitkrabben een sterk effect heeft dat een paar jaar in stand blijft. Dit beheer wordt uitgevoerd om de 5 tot 10 jaar, afhankelijk van de verlanding van de oever.

Waterschap Hunze en AA's doet ervaring op met 'rits-onderhoud'. (zie bijlage D) Hierbij wordt een oever afwisselend gewoon of diep gemaaid. De afwisseling is een maaikorf-bak breed. Dit onderhoud wordt nog niet zo lang uitgevoerd. Veldwaarnemingen laten zien dat de openheid van de rietkraag toeneemt. Tevens ontstaan gradiënten. Wanneer het ritssluiting uitgevoerd wordt in oevers met andere plantensoorten dan riet ontstaan vaak zones met open water.

Bij het onderhoud van het talud zijn er twee mogelijkheden: maaien of beweiden. Maaien heeft een effect op de soortensamenstelling en het bepaalt tevens de lichtinval op de ondiepe zone. Maaien van het talud mag –in algemene zin– niet plaatsvinden tijdens het broedseizoen vanwege de Flora- en faunawet. Omdat het groeiseizoen van planten grotendeels samenvalt met het broedseizoen is maaien in het groeiseizoen geen optie om de vegetatie op het talud te sturen. Maaien kan wel plaatsvinden in het najaar om de vegetatie weg te halen.

Dit onderzoek geeft aan dat beweiding een positief effect kan hebben op de vegetatie. Het effect is sterk afhankelijk van de beweidingintensiteit en de duur. Beweiding kan een goedkope en effectieve wijze van onderhoud zijn. Het is echter een instrument dat niet eenvoudig ingezet kan worden. Bij natuurvriendelijke oevers die langs akkers liggen is dit niet te organiseren. Langs graslandpercelen kan beweiding wel eenvoudig uitgevoerd worden. Een veehouder kan, bijvoorbeeld met een stroomdraadje, eenvoudig bewerkstelligen dat de natuurvriendelijke oever een kortere of langere tijd begraasd wordt.

Wat zijn bepalende standplaatsfactoren voor nieuw aan te leggen natuurvriendelijke oevers?

Er komen uit dit onderzoek vier standplaatsfactoren naar voren die een sterke invloed hebben op de vegetatie van natuurvriendelijke oevers. Deze hebben alle vier een effect op nieuwe natuurvriendelijke oevers. Deze factoren; saliniteit, waterdiepte, beschaduwning en stroming en luwte zijn hiervoor reeds besproken.

De saliniteit op een locatie is een gegeven. Anders is het met waterdiepte, luwte en beschaduwning door riet. Door de inrichting van de natuurvriendelijke oever kan met deze standplaatsfactoren de effectiviteit van de natuurvriendelijke oever gestuurd worden.

De onderzoeksvraag:

Onder welke abiotische en biotische omstandigheden zijn natuurvriendelijke oevers in het noordelijk deel van het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest het meest effectief voor macrofyten?

Het antwoord op de onderzoeksvraag

Saliniteit, luwte en waterdiepte zijn abiotische omstandigheden die een sterke invloed hebben op de aanwezigheid van macrofyten. Riet, als biotische factor, bepaalt of andere macrofyten zich kunnen handhaven.

De natuurvriendelijke oevers die gelegen zijn in watergangen met lage chloridengehaltes, waar luwte en open water aanwezig is en waar geen brede rietkragen staan zijn het meest effectief voor macrofyten. Bij deze oevers komen submerse soorten voor (of is de potentie daarvoor aanwezig). Dit is een belangrijke sleutelfactor voor de verdere ontwikkeling van natuurvriendelijke oevers.

6. Aanbevelingen

Hoe nu verder... ..wat kan het waterschap Noorderzijlvest doen om de effectiviteit van haar huidige natuurvriendelijke oevers voor macrofyten te verbeteren? En hoe en waar nieuwe natuurvriendelijke oever aan te leggen?

De onderstaande aanbevelingen gaan uit van een duurzame werkwijze. Een werkwijze waarbij het natuurlijke proces zoveel mogelijk onbelemmerd kan verlopen. Het streven is – ook gezien kosten en organisatie – om het menselijk ingrijpen zo veel mogelijk te beperken.

Het waterschap moet hierin haar eigen weg volgen. In Nederland is er inmiddels de nodige kennis en ervaring opgedaan met natuurvriendelijke oevers. Maar de verschillen tussen de natuurvriendelijke oevers in de verschillende regio's zijn groter dan de overeenkomsten. De inrichting en onderhoud van natuurvriendelijke oevers vraagt in de verschillende regio's haar eigen aanpak. Dit geldt ook voor waterschap Noorderzijlvest. Daarbij kan uiteraard wel goed gebruik gemaakt worden van kennis en ervaringen die elders zijn opgedaan.

Hoe en waar nieuwe effectieve natuurvriendelijke oevers aan te leggen?

De oevers met een flauw talud geven in Noord-Groningen de beste resultaten. Er komen uit dit onderzoek geen argumenten naar voren die aangeven dat een ander profiel effectiever zou zijn. Wanneer er bij een oever voldoende ruimte is voor dit profiel, is dit de beste optie.

Wel is bij de aanleg het creëren van luwte een aandachtspunt. Het wel of niet aanwezig zijn van luwte bepaalt de ontwikkelingssnelheid en de potentie van de natuurvriendelijke oever. Een vooroever kan deze luwte bieden. Per situatie zal moeten worden bekeken wat de mogelijkheden zijn. Daar waar de oude beschoeiing aanwezig is, kan deze behouden blijven. Dit is reeds praktisch. Daar waar geen oude beschoeiing aanwezig is kan deze mogelijk gecreëerd worden.

Luwte kan ook plaatselijk gerealiseerd door hoogteverschillen te creëren in de ondiepe zone. Dit kan door met de graafbak afwisselend dieper en ondieper te graven. Hierdoor ontstaan diepere en ondiepere zones en gradiënten. De vegetatie zal zich hier met meer ruimtelijke variatie kunnen ontwikkelen. In de luwte daarvan kunnen andere soorten tot ontwikkeling komen.

Daar waar geen ruimte is voor een natuurvriendelijke oever met een flauw talud is een plasberm of een variant een mogelijkheid. Hierbij geldt dat een natuurvriendelijke oever altijd beter is dan een natuurlijke of een beschoeide oever. Per situatie moet gekeken worden wat de mogelijkheden zijn. Indien mogelijk moet het onderwaterprofiel snel dieper dan 50 cm worden, om de ontwikkeling van een brede rietkraag tegen te gaan.

Watergangen met hoge Chloridgehalten zijn minder geschikt voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers.

Hoe de effectiviteit van bestaande natuurvriendelijke oevers te verbeteren?

Het onderhoud van natuurvriendelijke oevers is gericht op het tegengaan van verlanding en afvoeren van oud plantaardig materiaal.

Bij de jonge nvo-Flauw-oevers is verlanding nog niet aan de orde. Om de onderwatervegetatie tot ontwikkeling te laten komen is terughoudendheid in onderhoud gewenst. Hierdoor blijft de zaadbank behouden.

Bij de bestaande plasbermoevers is groot onderhoud nodig. Het advies is hier een combinatie te maken van 'uitkrabben' en 'rits-onderhoud'. Met het uitkrabben wordt de rietvegetatie teruggezet en wel zo sterk dat het enige tijd nodig heeft om te herstellen. Door dit op een 'ritsmanier' te doen ontstaan plaatselijk diepe en ondiepe zones en gradiënten. De vegetatie zal zich hier met ruimtelijke variatie kunnen ontwikkelen. In de luwte daarvan kunnen andere soorten tot ontwikkeling komen.

Bovenstaand onderhoud kan ook ingezet worden bij de groep van oudere plasbermen. Deze liggen er al jaren en het onderhoud wordt nu op de reguliere wijze uitgevoerd. Deze oevers liggen echter niet aan KRW-waterlichamen en tellen dus niet direct mee in de scores van de waterlichamen. Wel kunnen deze oevers bij een aangepast onderhoud meer bijdragen aan de waterkwaliteit dan dat ze nu doen.

Van de huidige nvo-Flauwoevers is het belangrijk om de ontwikkeling de komende jaren te blijven volgen. De vegetatie is nu nog jong en zal zich de komende jaren verder ontwikkelen. Onduidelijk is hoe dat zal gaan verlopen. Zullen de deelscores allemaal gaan toenemen, of misschien niet? En (hoe snel) vindt verlanding plaats? Door te monitoren kunnen de ontwikkelingen gevolgd worden. Tevens kan op basis van deze kennis vastgesteld worden of onderhoud nodig is.

En verder: de beoordelingsmethodiek:

Het watertype M3 houdt geen rekening met saliniteit. Hierdoor is het onmogelijk om in delen van het beheergebied een hoge EKR*-score te behalen. De vraag is of een ander watertype geschikter zou zijn voor de maren en diepen in Noord-Groningen. Er is één watertype dat rekening houdt met hogere saliniteitswaarden. Dat is watertype M1b, de 'niet-zoete gebufferde sloten'. Deze sloten zijn wel smaller dan acht meter en dat komt weer niet overeen met de Noord-Groninger situatie. Ook bij andere waterschappen speelt deze materie. Zo heeft Waterschap Zuiderzeeland in het najaar van 2015 het watertype van haar tochten aangepast van M3 naar M1b, mede vanwege deze saliniteitskwestie. Waterschap Noorderzijlvest kan beoordelen of voor haar waterlichamen het M3-type, of een ander type het best passend is. Waterschap Noorderzijlvest kan nader onderzoeken of het M3-type voor Noord-Groningen het meest passende watertype is.

Ter afsluiting: vertel het verhaal!

De landeigenaren die ik gesproken heb voelen zich betrokken bij de natuurvriendelijke oevers op hun land. Ze zijn oprecht geïnteresseerd hoe 'hun' oevers zich gaan ontwikkelen en willen weten het effect is op de waterkwaliteit. Voor veel streekbewoners is het fenomeen natuurvriendelijke oevers echter nog onbekend. Het verhaal van de natuurvriendelijke oevers is lastig te vertellen omdat het effect vooral onder water plaatsvindt. Wel kan het waterschap door dit verhaal laten zien dat zij zich volop inzet voor waterkwaliteit. En wel op een heel praktische en duurzame manier.

De goede resultaten die nu al bereikt worden, en geschetst zijn in dit rapport, kunnen bijdragen bij het naar buiten brengen van dit mooie verhaal. Het kan helpen om meer landeigenaren te werven die duurzaam aan de slag willen met de verbetering van de waterkwaliteit.

Dankwoord

Dit onderzoek was niet mogelijk zonder de bijdrage van velen. Van landeigenaren kreeg ik alle medewerking om op hun landerijen de veldopnames te doen. Vaak vergezeld van een kom koffie en mooie verhalen over het gebied: Arie van der Spek, Menno Toppinga, Fibo Zomerman, Eddy van Wijk, Hans Biemond, Jan Stoffel, Willem Hekma Wierda, vof Elzinga, Matthijs en Nynke Veenland, Reginald Lesterhuis, Liefke en Jan Munnike-Bos, Martinus Goense, Goense, Egbert Bosma, Wim Biemond, Pieter Berend Slager en Margreet Wiersma: ik bedank jullie voor alle medewerking.

Bij mijn bezoek aan waterschap Zuiderzeeland werd ik hartelijk onthaald door Martijn Hokken die mij voorzag van veel gebiedsinformatie. Met Paul Hendriks van waterschap Hunze en Aa's heb ik anderhalve dag Oost Groninger en Drentse natuurvriendelijke oevers mogen bekijken. Bijzonder was het boottochtje met Jan Timmer, die Greetje en mij een paar uur meenam om de oevers van het Westerwijtwoldermaar eens vanaf een andere kant te kunnen bekijken.

Ik bedank alle collega's op kantoor voor de hulp bij grote en kleine vragen, met name de collega's van kamers 203, 204, 222 en 223. Bertus Loof, die mij op zijn laatste dagen van ruim 40 jaar waterschap overlaadde met oude kaarten en mooie verhalen. Van Roy van Hezel heb ik veel hulp gehad bij het opstarten en uitvoeren van de vegetatieopnamen. En gelukkig was er Greetje Kampinga-Werkman die mij in deze maanden bij de les hield. Zij was het die de onderzoeksvragen bij mij in beeld hield en voorkwam dat ik verzandde in de zoveelste andere leuke aspecten van dit onderzoek.

Hedwig van Loon, ik dank jou voor de nuttige terugkoppeling op de concepten. Ik vind het heel waardevol om samen met jou, onze topdocente (en dat zijn de woorden van Vince....), viereenhalfjaar Larenstein op deze manier af te ronden.

En dan is er Carine, mijn vriendin van de lagere school. Veertig jaar geleden liepen wij samen wad te lopen door Groninger slootjes. Afgelopen augustus deden we samen een vegetatieopname op nog geen twee kilometer van onze ouderlijke boerderijen. Bijzonder...

Aan iedereen die zijn of haar bijdrage heeft geleverd aan dit onderzoek. Bedankt!. Ik heb genoten.

Trudy
januari 2016

De mooiste foto's in dit rapport zijn van Erik Venneman. Geschoten in de provincie Groningen in het kader van het project 'Beeldschoon water'.

Literatuurlijst

- Bakker, R. , Bijkerk, W., Zumkehr, P.J., (2014), *Monitoring pilot afvoer taludmaaisel en uitkrabben plasbermen*. Eindrapport 2009-2013 met aanvulling 2014. A&W rapport 1965. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwalden.
 - Bloemendaal, F.H.J.L. en Roelofs, J.G.M. (1988), *Waterplanten en waterkwaliteit*, KNNV, Utrecht.
 - Bugel M. en Ellert. H. (2005), *Maren in Noord-Groningen*, Landschapsbeheer Groningen.
 - 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 watergangen*. Grontmij. Rapportnummer: 275711 GM- 1032497/MDH.
 - Heerd, 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*. Rapport 10.012104. Waternet Amsterdam.
 - Hoogenboom, H. (2015), *Aquatische ecologie, functioneren en beheren van zoete en brakke aquatische ecosystemen*, KNNV- uitgeverij.
 - Lyon de, M.J.H., Roelofs, J.G.M. (1986), *Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid*. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
 - Pot, R. (2007) *Veldgids nr. 17: Veldgids Water- en oeverplanten*, tweede druk, KNNV-uitgeverij.
 - Staveren G. van, Velstra.J (2012), *Klimaatverandering, toenemende verzilting en landbouw in Noord-Nederland*. Acacia Water.
 - Stowa (2009), *Handreiking natuurvriendelijke oevers*. Vossen, van, et al. Rapportnummer 2009-37.
 - Stowa (2011), *Handreiking natuurvriendelijke oevers, een standplaatsbenadering*. Sollie, S. et al, Rapportnummer 2011-19.
 - Stowa, (2012), *Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. Evers et al. Rapportnummer 2012-34.
 - Stowa (2014a), *Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren*. Deels aangepaste versie. Bijkerk, R. Rapportnummer 2014-02.
 - Stowa (2014b), *Ecologische sleutelfactoren, begrip van het watersysteem als basis van beslissingen*. Rapportnummer 2014-19.
 - Vos, P. & S. de Vries (2013) *2e generatie palaeogeografische kaarten van Nederland (versie 2.0)*. Deltares, Utrecht. Op 20.10-2015 gedownload van www.archeologieinnederland.nl
 - Waterschap Eemzijlvest, (1998). *Beheersplan natuurvriendelijke oevers* Bijlsma, R., Visser J.A., Hofstra F. en Dijkstra M.
 - Waterschap Noorderzijlvest (2013). *De waterkwaliteit in het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest, Toestand 2011 en tienjarige trends*, Achtergrondrapport. Bonthuis- van Aaken, D. et al. Arcadis.
 - Waterschap Noorderzijlvest, (2014a), *Ontwerp KRW Maatregelenpakket 2016-2021*. Hoorn, M. van, et al.
 - Waterschap Noorderzijlvest, (2014b). *De kaderrichtlijn Water bij waterschap Noorderzijlvest, achtergronddocumenten per waterlichaam, planperiode 2016-2021*, Hoorn, van M. & Ven, van K.
 - Waterschap Noorderzijlvest (2014c), *Beheer van natuurvriendelijke oevers*, Schut, J.
 - Waterschap Noorderzijlvest (2015), *Ontwerp waterbeheerprogramma 2016-2021*, versie 3.4.
 - Wetterskip Fryslân. (2015a) *Instructies aanleg natuurvriendelijk in te richten oever- en ondiepwaterzones*. Notitie van Broodbakker N., april 2015.
 - Wetterskip Fryslân (2015b) *Uitgangspunten ecologische inrichting en beheer watersystemen*, intern memo van Broodbakker N., juli 2015.
 - Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Informatieblad ‘Scoren met natuurvriendelijke oevers ’, uitgave november 2011.
 - Artikel: *Aanleg aan 184 kilometer duurzame en natuurvriendelijke oever*. H₂O/24/2012.
- Geraadpleegde websites:
- www.noorderzijlvest.nl
 - www.zuiderzeeland.nl
 - ww.hunzeenaas.nl
 - www.wetterskipfryslan.nl
 - Soortenbank.nl
 - wilde-planten.nl/riet.htm
- Gebruikte programma's:
- SynBioSys Nederland, versie 2., (2010) Alterra, Wageningen UR. Stephan Hennekens, Nina Smits Joop Schaminée.
 - QBWat, Pot, R. (2014).

Lijst van Bijlagen

- A. *Afkortingen en begrippenlijst.*
- B. *Vegetatieopnamen 2014 en 2015: Kenmerken, scores en kaarten.*
- C. *Soorten die meetellen in de score op soortensamenstelling.*
- D. *Waterschappen Zuiderzeeland, Hunze en Aa's en Wetterskip Fryslân.*
- E. *Aanpassing berekeningswijze QBWat.*
- F. *Overzicht standplaatsfactoren.*
- G. *Uitleg Boxplot.*
- H. *Doorzichtgegevens van 3 meetlocaties.*