



Kennisnetwerk OBN

**Gebiedskenmerken en het beheer
van doelsoorten in het agrarisch
leefgebied “Natte dooradering”**

Specifiek sloten in het veenweidegebied



Gebiedskenmerken en het beheer van doelsoorten in het agrarisch leefgebied “Natte dooradering”

Specifiek sloten in het veenweidegebied

Drs. R. (Ronald) Zollinger - Stichting RAVON

Ir. H. (Henk) Sierdsema - Sovon Vogelonderzoek Nederland

Dr. M.J.J.M. (Michiel) Verhofstad - FLORON

Dr. Ir. E.T.H.M. (Edwin) Peeters - Wageningen University & Research

Prof. Dr. J.G.M. (Jan) Roelofs - B-Ware

Prof. Dr. A.J.P. (Fons) Smolders - B-Ware

Dr. R. (Roy) van Grunsven – De Vlinderstichting



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn



Hoogheemraadschap van
Rijnland

provinsje fryslân
provincie fryslân

 **waternet**
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

 **Provincie
Noord-Holland**



 **WETTERSKIP
FRYSLÂN**

 **provincie
Zuid-Holland**

©2021 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Rapport nummer 2021/OBN245-CU

Projectnummer OBN-2018-102-CU

Driebergen, 2021

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12, het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Wetterskip Fryslân, Waternet, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR), Hoogheemraadschap van Rijnland, provincie Fryslân, provincie Noord-Holland en provincie Zuid-Holland.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

*Wijze van citeren: Zollinger, R., H. Sierdsema, M.J.J.M. Verhofstad, E.T.H.M. Peeters, J.G.M. Roelofs, A.J.P. Smolders & R. van Grunsven, 2021. **Gebiedskenmerken en het beheer van doelsoorten in het agrarisch leefgebied "Natte dooradering". Specifiek sloten in het veenweidegebied.** Rapport nummer 2021/OBN-245-CU, VBNE, Driebergen.*

Deze uitgave is online gepubliceerd op www.natuurkennis.nl

Samenstelling Drs. R. Zollinger -Stichting RAVON
Ir. H. Sierdsema - Sovon Vogelonderzoek Nederland
Dr. M.J.J.M. Verhofstad- FLORON
Dr. Ir. E.T.H.M. Peeters - Wageningen University & Research
Prof. Dr. A.J.P. Smolders - B-Ware
Dr. R. van Grunsven - De Vlinderstichting

Met bijdragen van Rémon ter Harmsel, Jan Kranenbarg, Jesper Berndsen, Thomas Kroon, Adriaan Gmelich Meyling, Maurice Lahaye, Wilco Verberk en Bram Koese.

Foto voorkant Laagveensloot met goed ontwikkelde oever bij Kamerik.
Fotograaf: Henk Sierdsema

Productie Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)
Adres: Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen
Telefoon: 0343-745250
E-mail: info@vbne.nl

Voorwoord

Behoud maar zeker ook het herstel van biodiversiteit behoort tot de kerndoelen van de overheid. Om dit doel te realiseren ontwikkelt en verspreidt het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) daarvoor toepasbare kennis over herstelmaatregelen voor Natura 2000, de aanpak van stikstof, de leefgebiedenbenadering, de ontwikkeling van nieuwe natuur én het cultuurlandschap.

Bij het in cultuur brengen van Nederland ten behoeve van de landbouw is een uitgebreid stelsel van sloten, vaarten en sprengen gegraven voor de aan- en afvoer van water. Doordat het beheer eeuwenlang extensief was en natuurlijke processen, zoals overstromingen en droogval, plaatsvonden bleef de biodiversiteit in dit typische Nederlandse cultuurlandschap op peil. Echter, door intensivering van de landbouw in de 20e eeuw (vermesting, verdroging en gebruik van bestrijdingsmiddelen) nam de biodiversiteit sterk af. Momenteel bevinden veel wateren zich in een door kroos, kroosvaren, waterpest of algen-gedomineerde toestand en zijn 'boerensloten' met een rijke waterplantenbegroeiing en een gevarieerde fauna schaars geworden. De Natte dooradering in het landelijke gebied, met meer dan 300.000 kilometer lengte aan sloten en duizenden poelen, is voor een groot deel in beheer bij agrariërs. De grotere watergangen worden beheerd door waterschappen.

De agrarische beheerders of beheerders collectieven en de waterbeheerders hebben het vermoeden dat de 'natte dooradering' meer voor het behouden en vergroten van de biodiversiteit kan worden ingezet, dan nu het geval is. Uitgangspunt is dat de fysieke vormgeving en het beheer van sloten veel mogelijkheden bieden om de natte dooradering voor de diverse doelsoorten geschikter te maken. In dit onderzoek gaat het met name om het veenweidegebied. Dit omdat de problematiek sterk verschilt tussen de landschappen en omdat in het veenweidegebied natte dooradering zeer kenmerkend is en grootschalig voorkomt. Het in dit rapport beschreven OBN-onderzoek naar Gebiedskenmerken en het beheer van doelsoorten in het agrarisch leefgebied "Natte dooradering" geeft inzicht en overzicht in de factoren die een rol spelen bij het voorkomen van ANLb doelsoorten en KRW-indicatorsoorten, die gebonden zijn aan sloten en slootkanten in het veenweidegebied. Daarnaast is uitgewerkt hoe middels beheer en inrichting verbeteringen aangebracht kunnen worden en hoe die kennis vervolgens gecommuniceerd kan worden.

Ik wens u veel leesplezier,

Teo Wams
Voorzitter van de OBN Adviescommissie

Inhoud

Samenvatting	8
Summary	16
Dankwoord	22
1. Inleiding	24
1.1 Aanleiding	24
1.2 Kennishiaten en onderzoeksvragen	25
1.3 Afbakening	26
1.4 Leeswijzer	27
1.4.1 Leeswijzer rapport	27
1.4.2 Leeswijzer digitale bestanden	27
2. Achtergrond	28
2.1 Sloten in het veenweidegebied	28
2.1.1 Ontstaan van het veenlandschap	28
2.1.2 Ontwikkelingen in biodiversiteit	29
2.1.3 Hydrologisch functioneren	29
2.1.4 Water- en waterbodempkwaliteit	30
2.2 Natuurdoelen en relevante wetgeving	34
3. Methode	38
3.1 Aanpak op hoofdlijnen	38
3.2 Afbakening, verzameling en gebruik data	38
3.2.1 Begrenzing watertype en onderzoeksgebied	38
3.2.2 Abiotische, geofysische en biotische waterkwaliteitsgegevens	40
3.3 Theoretisch raamwerk: sloottypering	49
3.4 Data analyse	50
3.4.1 Relatie waterplanten en waterkwaliteit	50
3.4.2 Relatie macrofauna en biologische waterkwaliteit	50
3.5 Modellering van de verspreiding	51
3.5.1 Kwantielkaarten	54
3.5.2 Hotspotkaarten	56
3.6 Habitatvoorkeuren doel- en gidssoorten	57

4. Resultaten doel- en gidssoorten	58
4.1 Inleiding	58
4.2 Waterplanten	59
4.3 Macrofauna	72
4.4 Vissen	90
4.5 Amfibieën	102
4.6 Vogels	114
4.7 Zoogdieren	135
5. Resultaten analyse waterkwaliteit	139
5.1 Inleiding	139
5.2 Snelle slootscan	139
5.2.1 Selectie gidssoorten	146
5.3 Macrofauna	151
5.3.1 Macrofauna en abiotische waterkwaliteit	155
5.3.2 Correlatie macrofauna en planten	157
5.4 KRW-indicatoren: waterplanten laagveensloten	158
5.5 ANLb-doelsoorten van het water	165
5.6 ANLb-doelsoorten van de oever	167
6. Praktijkervaringen veldworkshops	171
7. Synthese	177
7.1 Overkoepelende uitkomsten analyses	177
7.2 Bottlenecks en oplossingen	179
7.2.1 Waterkwaliteit en beheer	179
7.2.2 Oeverkwaliteit en beheer	183
7.2.3 Waterplantenbeheer – casus Krabbenscheer	185
7.3 Routekaart: stappenplan en dashboard	188
7.3.1 Stappenplan	188
7.3.2 Dashboard	191
8. Conclusies en aanbevelingen	195
8.1 Conclusies	195
8.2 Aanbevelingen	198

9. Literatuur	201
Bijlage 1. Begrippenlijst	205
Bijlage 2. Digitale bijlagen	206
Bijlage 3. Workshops en veldwerkplaatsen	207

Samenvatting

Aanleiding

Uit het Living Planet Report Nederland, "Natuur en landbouw verbonden" (WNF, 2020) blijkt dat het niet goed gaat met natuur en soorten in het landelijke gebied: de omvang van populaties van soorten in het agrarisch gebied zijn gemiddeld gehalveerd sinds 1890. Zo is de gemiddelde populatieomvang van graslandvlinders tussen 1890 en 1990 met ongeveer 80% afgenomen, kenden akkerplanten tussen 1900 en 2000 een afname van 40% en zijn boerenlandvogels tussen 1900 en 1990 gehalveerd.

Met Agrarisch Natuur- en landschapsbeheer (ANLb), dat onderdeel uitmaakt van het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) is in 2016 een nieuw stelsel gestart om hierin verbetering aan te brengen. Er wordt daarbij een onderscheid gemaakt tussen de leefgebieden Open grasland, Open akkerland, Droge en Natte dooradering en de categorie Water. De zogenaamde 'natte dooradering' van het landelijk gebied, met meer dan 300.000 kilometer lengte aan sloten en duizenden poelen, is voor een groot deel in beheer bij agrariërs. De grotere watergangen (vaarten, boezemwateren) worden beheerd door waterschappen. Het overgrote deel aan sloten ligt in het veenweidegebied. Het beheer van sloten en slootkanten is niet alleen vanuit de ANLb van belang, maar óók voor een breed spectrum aan andere (beleids)doelen zoals de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en nog breder, voor de biodiversiteit en maakt onderdeel uit van het typisch Nederlands cultuurlandschap.

De agrarische beheerders of beheerders collectieven en de waterbeheerders hebben het vermoeden dat de 'natte dooradering' meer voor het behouden en vergroten van de biodiversiteit kan worden ingezet, dan nu het geval is. Uitgangspunt is dat de fysieke vormgeving en het beheer van sloten veel mogelijkheden bieden om de natte dooradering voor de diverse doelsoorten geschikter te maken. In dit onderzoek gaat het met name om het veenweidegebied. Dit omdat de problematiek sterk verschilt tussen de landschappen en omdat in het veenweidegebied natte dooradering zeer kenmerkend is en grootschalig voorkomt. Dit was de aanleiding voor het DT Cultuurlandschap, onderdeel van OBN, om deze studie uit te laten voeren.

Doel

Het doel van deze studie is om beter inzicht en overzicht te krijgen in de factoren die een rol spelen bij het voorkomen van ANLb doelsoorten en KRW-indicatorsoorten, die gebonden zijn aan sloten en slootkanten in het veenweidegebied. Tevens is het doel om na te gaan hoe middels beheer en inrichting verbeteringen aangebracht kunnen worden en die kennis te communiceren.

Vraagstelling van het onderzoek

De hoofdvraag voor dit onderzoek is: "Wat zijn de belangrijkste gebiedskenmerken die het voorkomen van doelsoorten in het leefgebied 'natte dooradering' (hier beperkt tot de sloten in het veenweidegebied) bepalen en op welk ruimtelijk schaalniveau spelen zij? Hoe grijpen inrichtings- en beheermaatregelen (zowel in en langs het water als op aanliggende percelen) in op deze gebiedskenmerken en doelsoorten?".

Onder deze hoofdvragen worden verschillende deelvragen gesteld:

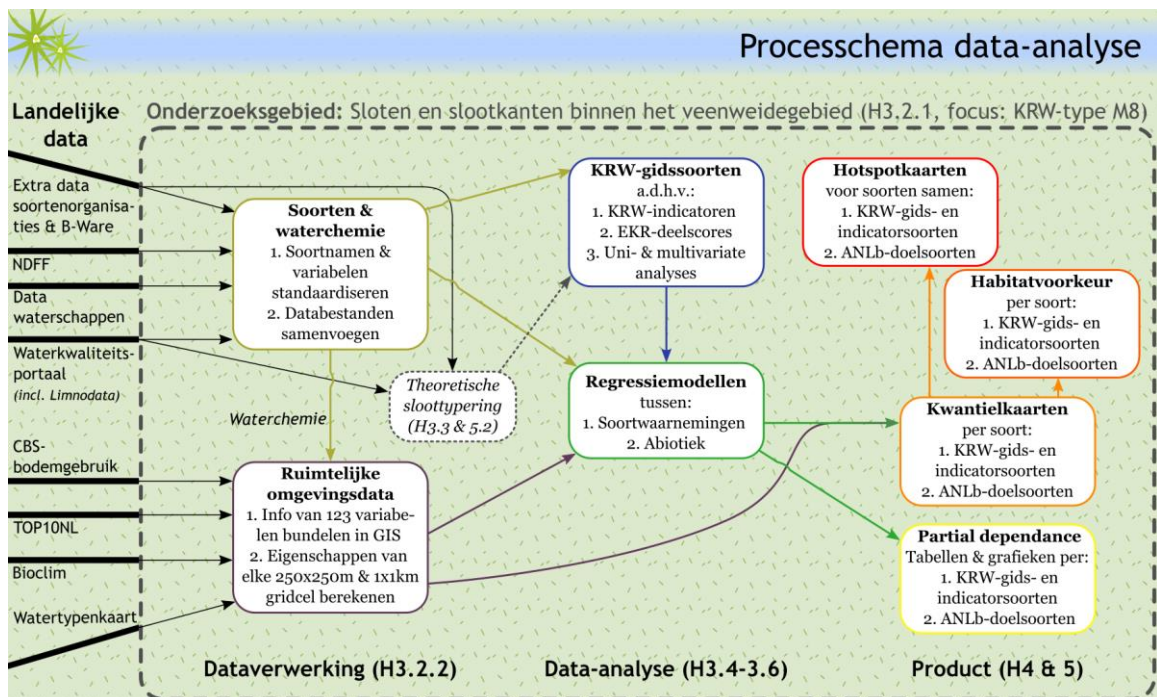
1. Wat zijn de bepalende gebiedskenmerken en typen van beheer van sloten in het veenweidegebied voor het duurzaam voorkomen van doelsoorten (ANLb, KRW) en diversiteit. Wat is het belang van de ruimtelijke configuratie van deze kenmerken en op welk landschappelijk schaalniveau spelen zij?

2. Wat zijn, in kwantitatieve grootheden, de randvoorwaarden van een 'goed' leefgebied 'natte dooradering' (relevant voor ANLb-2016 én KRW); in hoeverre is optimalisatie voor meerdere soorten mogelijk?
3. Wat zijn de stuurfactoren, hoe grijpen ze aan op de onder 1 en 2 genoemde factoren; welke van deze kenmerken van natte dooradering lenen zich voor optimalisatie (door agrariërs/collectieven, door waterschappen) d.m.v. inrichting en/of beheer?
4. Op welke wijze kan de kennis over de fysieke kenmerken en ecologische eisen worden vertaald naar een strategie op gebiedsniveau voor inrichting en beheer (m.b.v. integrale beheerpakketten)? In hoeverre sluiten de huidige beheerpakketten hierop aan?
5. Wat zijn de kennishiaten m.b.t. bovenstaande vragen en hoe liggen de prioriteiten voor vervolgonderzoek? Dit in het licht van een zo goed mogelijke integratie van de doelstellingen van ANLb-2016 en KRW.

Methode en aanpak analyse op hoofdlijnen

In bijgaande Figuur staat het processchema van de data-analyse op hoofdlijnen beschreven. De begrenzing van het onderzoeksgebied zijn de sloten en slootkanten in het veenweidegebied met als focus het KRW-type M8 (zie par. 3.2.1).

Links in het schema staan alle landelijke data van abiotische en biotische kwaliteitsgegevens die gebruikt zijn in de analyse. Daarop is een dataverwerking toegepast (zie par. 3.2.2), gevolgd door de data-analyse (zie par. 3.4 t/m 3.6), leidend tot de producten (H4 en H5).



Figuur 1. Processchema data-analyse (ontwerp: M. Verhofstad).

Om deze vraagstukken te kunnen beantwoorden zijn diverse analyses uitgevoerd en de methodologische aanpak daarvan staat nader beschreven in hoofdstuk 3. De gegevens van waterchemie, abiotische kenmerken, waterplanten, macrofauna, vogels, amfibieën, vissen, libellen, vlinders en slakken zijn zoveel mogelijk op punt niveau (maximale straal 25 meter) in een centrale relationele dataset geordend om de onderlinge correlaties te kunnen onderzoeken. Eerst zijn op grond van expert judgement de waterplanten ingedeeld in een

sloottypologie. Vervolgens is getoetst of de sloottypologie overeenkwam met de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR), een gangbare methode die binnen de KRW wordt gebruikt.

Uitkomsten analyses

Een viertal gidssoorten onder de waterplanten is geselecteerd die indicatief zijn voor sloten met een (vrij) goede waterkwaliteit, te weten Waterviolier, Stomp fonteinkruid, Krabbenscheer en Kransvederkruid. Nadat deze stap was gezet is getoetst hoe de macrofauna zich verhoudt tot de EKR en welke macrofauna soorten (of groepen) indicatief zijn voor een goede waterkwaliteit. Daaruit voort vloeiden een drietal KRW-gidssoorten voor de macrofauna: de watermijt *Arrenurus globator*, een eendagsvlieg *Caenis horaria* en de Kokerjuffer *Triaenodes bicolor*.

De gebiedskenmerken van en sturende factoren op de KRW-gidssoorten en de ANLb-doelsoorten komen in hoofdstuk 4 aan bod (hoofdvraag en deelvragen 1 + 2). De omgevingskenmerken van de ANLb-doelsoorten zijn enerzijds landelijk bepaald door middel van "Partial dependance plots" en specifiek binnen het laagveengebied middels COVAR-analyses. Op grond van werkelijk voorkomen en de kans op voorkomen aan de hand van omgevingskenmerken zijn er kanskaarten van alle ANLb-doelsoorten die voorkomen in het laagveengebied opgesteld en kwantielkaarten waar de top 5% van een soort aanwezig is. Volgende uitkomsten betreffen uitsluitend de relaties met omgevingsfactoren in het laagveengebied.

De volgende doel- en gidssoorten hebben een positieve relatie met een laagveenbodem: Alle KRW-gidssoorten (waterplanten en macrofauna), Watersnip, Tureluur, Slobeend, Zomertaling, Wintertaling, Zwarte stern en Noordse woelmuis.

Een voorkeur voor klei op veenbodem hebben: Argusvlinder, Grote modderkruiper, Bittervoorn, Aal, Kleine modderkruiper, Tureluur, Zomertaling en Purperreiger.

Er geldt voor vrijwel alle soorten een positieve relatie met hoge dichtheid aan smalle sloten (0-3 meter). Voor brede sloten geldt dat alleen voor Poelkikker, Heikikker en Purperreiger.

Binding met open water komt naar voren bij *Arrenurus globator*, *Caenis horaria*, *Triaenodes bicolor*, Zeggekorfslak, Aal, Watersnip, Wintertaling en Noordse woelmuis.

Een lage grondwaterstand (hoge mate van drooglegging, peil minder dan - 50cm) is voor de meeste soorten ongunstig. Zo komt de Top5% van de populatie van de Noordse woelmuis voor bij 24.1 cm waterpeil onder maaiveld. Bij waterpeil van 79.6 cm of meer onder maaiveld komt de soort marginaal of niet meer voor.

Ten aanzien van zichtbare openheid komen er verschillen uit: Zeggekorfslak, Argusvlinder, Grote modderkruiper, Aal en Kamsalamander geven de voorkeur aan een meer besloten landschap, terwijl bij Tureluur, Slobeend, Wintertaling en Noordse woelmuis juist het open karakter van het landschap belangrijk is.

Analyse waterkwaliteit

Voor de vegetatie en de macrofauna is er een directe relatie met variabelen die iets zeggen over de waterkwaliteit. Alle variabelen die wijzen op vermesting en vervuiling (NH_4^+ , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^-) leiden in het algemeen tot lagere aanwezigheid van die soorten. Voor de macrofauna geldt daarnaast ook dat er voldoende zuurstof in het water aanwezig moet zijn. Verder komen de ANLb-, gids- en KRW-indicatorsoorten voor bij chloride gehalten lager dan 100 mg/L uitgezonderd de Noordse woelmuis en Stijve- en Kruipende moerasweegbree. De EGV (elektrische geleidend vermogen) van het water ligt onder 100 mS/m. Maar ook voor de

ANLb-doelsoorten zijn die relaties soms via de waardplant (Krabbenscheer en Groene glazenmaker) of vegetatievoorkeuren (Zeggekorfslak) zichtbaar.

ANLb- en indicatorsoorten die sterk profiteren van een betere waterkwaliteit in de zin van lagere totaal fosforgehalten zijn: Grote modderkruiper, Kamsalamander, Zeggekorfslak, Kransvederkruid, Stomp fonteinkruid, Waterviolier, *Triaenodes bicolor* en *Caenis horaria*. Voor onder andere de Noordse woelmuis, Slobeend en *Arrenurus globator* lijkt fosfor niet van belang. Kamsalamander, Grote modderkruiper, Kransvederkruid, Stomp fonteinkruid en Waterviolier profiteren van lagere totaal stikstofgehalten. De vier plantengidssoorten komen voor in water met een relatief goede waterkwaliteit (hogere EKR-score & relatief lage concentratie meststoffen). Hierbij hoort ook een waterbodem die niet al te rijk is aan voedingsstoffen.

De optimalisatie voor meerdere soorten tegelijkertijd (deelvraag 2) is dus lastiger te beantwoorden. Habitatgeschiktheid kan voor een groot aantal omgevingskenmerken overeenkomen tussen soorten, maar net op het vlak van een of enkele eisen van elkaar afwijken. Binnen een gebied kun je daar vaak veel beter uit komen omdat je maar met een beperkte set aan soorten te maken hebt die ook ruimtelijk vaak anders verdeeld zijn.

Om de ruimtelijke configuratie van omgevingskenmerken in beeld te brengen zijn hotspotkaarten gemaakt. Bij de waterplanten zijn er aparte kaarten gemaakt van kwalitatief goede laagveenwateren (KRW-groepen 1 en 2). Om de relatie met verdeling binnen het laagveengebied goed zichtbaar te maken zijn hotspotkaarten gemaakt van plantensoorten. De abiotische waterkwaliteit van sloten in het veenweidegebied is van grote invloed op de vestiging, ontwikkeling en instandhouding van soorten en populaties. Teveel voedingsstoffen en een tekort aan zuurstof zijn problematisch, evenals teveel chloride of grote wisselingen in chloridegehalten.

Waterkwaliteit en beheer

Uit detailanalyses is gebleken dat voor veel vissoorten (behalve Grote modderkruiper), maar ook voor waterplanten, een dikke sliblaag op de bodem een probleem is. Slib bestaat doorgaans uit afbreekbaar organisch materiaal wat zuurstof vraagt voor die afbraak. Wordt de bovenstaande waterlaag te klein (< 50 cm) dan ontstaan er problemen met zuurstof wat zeer nadelig is voor vissen en de macrofauna. Zuurstof in sloten is een zeer dynamische variabele en dat komt doordat het de resultante is van diverse chemische, biochemische en biologische processen. Vissen in sloten tolereren vaak een minimaal gehalte van 3 mg/L. Worden de omstandigheden te slecht dan kunnen vissen migreren naar aangrenzende wateren met betere condities, iets wat voor veel macrofauna niet mogelijk is vanwege de lagere mobiliteit. Wel kunnen soorten lokaal migreren bijvoorbeeld naar de top van de waterlaag in plaats van te leven bij de bodem.

Veelal is een teveel aan slib als gevolg van betreding van de oever, graafgedrag van dieren, te hoge productie van alg en plant, de oorzaak van de slechte zuurstofhuishouding. Deze toename van slib leidt tot een steeds dikkere laag slib en dus een kleinere waterkolom. De buffercapaciteit van die waterkolom wordt kleiner en kleiner waardoor de variatie in het zuurstofgehalte groter wordt. Dit kan leiden tot extreem lage waarden (0 mg/L) op het moment dat de ademhaling van het systeem het hoogste is en de productie het laagst, namelijk net voor zonsopgang.

Verbetering van de waterkwaliteit verbetert de kansen voor de meeste ANLb-soorten. In agrarische gebieden vormt de landbouw nog veelal de belangrijkste bron van voedingsstoffen in sloten. Maatregelen om de waterkwaliteit in de sloten te verbeteren hebben voor een belangrijk deel dan ook betrekking op het huidige landgebruik.

Welke stuurfactoren een rol spelen en hoe optimalisatie door inrichting en beheer kan worden bereikt (deelvraag 3) komt in Hoofdstuk 7 aan bod en is onderstaand samengevat:

Verhogen grondwaterpeilen

Bijna de helft van doel- en indicatorsoorten profiteert van een kleinere drooglegging en hogere grondwaterstand/drooglegging (kleiner dan -50 cm) zoals Europese aal, Groene glazenmaker en met name de zeggekorfslak, Noordse woelmuis en de weidevogels (Tabel 7.1). Lagere grondwaterstanden kunnen belemmerend werken voor het voorkomen van een aantal ANLb soorten dat juist hogere grondwaterstanden nodig heeft.

Om uitspoeling van nutriënten en sulfaat uit de percelen te voorkomen kan worden gekozen voor een flexibel waterpeil, waarbij de verschillen tussen de slootpeilen en de grondwaterstanden in de percelen zo klein mogelijk worden gehouden. Het handhaven van een hoger waterpeil in de winter (natuurlijk peilverloop) kan de uitspoeling naar de sloten sterk verminderen, maar heeft wel als consequentie dat deze ook langer nat blijven, waardoor dit voor een boer meestal niet erg aantrekkelijk is. Er lopen momenteel verschillende onderzoeken naar de mogelijkheden voor landgebruik bij verhoging van het waterpeil in veenweidepercelen (www.innovatieprogrammaveen.nl)

In veel gevallen kan inlaat van schoner water de lokale overmatige bemesting verminderen, maar aanvoer van verrijkt water is weer onwenselijk. De meeste sloten in de veengebieden van Nederland zijn zoetwater ecosystemen. Verzilting door brakke kwel kan een negatief effect hebben en mogelijk verminderd worden door de aanvoer van zoet water. Aanvoer van brak water is doorgaans onwenselijk.

Inrichting watersysteem

Een hoge dichtheid aan sloten, in het bijzonder smalle sloten (0-3 meter breed) valt samen met een grotere kans op voorkomen van het grootste deel van de doel- en indicatorsoorten (Tabel 7.1). Er zijn geen soorten waarbij een negatieve relatie is gevonden. De dichtheid aan smalle sloten is dan ook een hele goede indicator voor kansrijke gebieden voor de doel- en indicatorsoorten.

Landgebruik

Het type landgebruik heeft eveneens invloed op de aanwezigheid van soorten. Zo heeft blijvend grasland (>50%) een positief effect op de aanwezigheid van Bittervoorn, Heikikker, Kleine modderkruiper, Poelkikker, Purperreiger, Slobeend en Tureluur; terwijl weinig blijvend grasland gunstig is voor Kamsalamander en Zeggekorfslak. De aanwezigheid van moeras (>5%) in de 3x3 km omgeving is positief voor de Groene glazenmaker, Kransvederkruid, Stomp fonteinkruid en Zeggekorfslak. Open water (>10%) in de directe omgeving (3x3 km) is gunstig voor Europese aal, Noordse woelmuis en Zeggekorfslak.

Bufferstroken

Ook het beperken van de nutriënten uit- en afspoeling is één van de aangrijpingspunten. Het aanleggen van onbemeste bufferstroken kan hierbij een mogelijke maatregel zijn ondanks dat de effectiviteit nog niet goed in beeld is. Dit kan door het uitrasteren van grote delen van de slootkanten (bufferstroken) waardoor deze niet vertrap kan worden door vee.

In combinatie met de groei van helofyten (hier moet dan vraag van de jonge planten wel worden voorkomen, bijv. wederom door uitrasteren) kan dit zorgen voor stevigere oevers met minder erosie. Doorgaans levert een bredere bufferstrook (van enkele meters) meer op dan een smalle bufferstrook. Ook kan een deel van de oevers geplagd worden waarbij de veraarde veenlaag wordt verwijderd en een soort van natuurvriendelijke oever ontstaat waarin slibdeeltjes kunnen bezinken.

Het voordeel van deze maatregel is dat de afkalving van de oevers, en daarmee de opbouw van de sliblaag in het water zelf, sterk verminderd zal worden.

Baggeren

Om een categorie A1a of A1b sloot te krijgen kan er ingegrepen worden in de slootbodem omdat deze vaak zowel de voedselrijkdom als de bicarbonaatrijkdom van de sloot aanstuurt. Tegelijkertijd kan er hierbij variatie in waterdiepte worden gecreëerd zodat de diversiteit aan groeicondities voor planten varieert en er potentieel meer variatie in de watervegetatie kan ontstaan.

Indien de (slib)bodem beperkend wordt voor de vestiging en ontwikkeling van soorten kan baggeren een uitkomst brengen. Maar het baggeren zelf zorgt voor opwerveling van het slib waardoor de zuurstofvraag in zeer korte tijd enorm kan oplopen en tot zuurstofloze situaties kan leiden. Baggeren in een koude periode waarin de dieren inactief zijn heeft de voorkeur. Het stimuleren van de groei van ondergedoken waterplanten kan een maatregel zijn om de zuurstofhuishouding te verbeteren. Het gebruik van een kleine baggerpomp is voordelig voor flora en fauna als deze wordt gebruikt om alleen de middenstrook te baggeren en hiermee de oeverzone te sparen.

Schonen (maaibeheer)

Voer regulier beheer altijd gefaseerd in tijd en ruimte (zowel horizontaal, parallel aan de sloot, als verticaal, dwars op de sloot) uit (zie ook STOWA, 2011 & Figuur 6.2). Hiermee zorg je ervoor dat er altijd planten aanwezig blijven waar dieren tussen leven.

Bij het schonen van de sloten is het altijd belangrijk om de verwijderde waterplanten niet te lang (1-2 weken) op de oever te laten liggen. Indien mogelijk wordt altijd de oever gespaard waar de bak/ maaibalk van de kraan naartoe trekt. Op deze wijze wordt niet alleen leefgebied behouden; de voor de maaikorf vluchtende modderkruipers en andere vissen hebben dan veel meer kans om in de te sparen oever weg te vluchten, waardoor ze niet op de kant zullen belanden.

Wat betreft het gebruik van machines gaat sterk de voorkeur uit naar ecoreiniger of maaikorf. Met de Hemos heeft het slootleven (o.a. amfibieën en vissen) amper kans te ontsnappen en bovendien is er van enig terugkruipen uit het materiaal geen sprake omdat alles wat erin gaat tot pulp gehakseld wordt en op het land geslingerd.

Introductie van soorten

Als de groeicondities geschikt zijn voor de gidssoorten om te groeien kan het nog steeds voorkomen dat ze zich niet vestigen en tot ontwikkeling komen. Mogelijk zijn de soorten namelijk lokaal niet meer aanwezig in de zaadbank en zijn er ook geen lokale populaties meer in aangetakte wateren. Met aanplant van Krabbenscheer is al veel ervaring opgedaan.

Oeverkwaliteit en beheer

Helaas bleek het met de beschikbare data niet mogelijk om specifiek op de oevers te focussen en lag de focus meer op het watervoerend deel van de sloten en de grotere landschapskenmerken, zoals de hoeveelheid moeras in de omgeving. De analyse en adviezen ten aanzien van oevers zijn dan ook tot stand gekomen op basis van expert kennis van het consortium.

De betekenis van laagveensloten voor oeversorten wordt geheel (bijv. Zeggekorfslak) of voor een flink deel (bijv. Rugstreeppad) bepaald door de oeverinrichting en -beheer. Hierbij gaat het niet alleen om het vaak steile talud, maar ook om de zone een paar meter het perceel op. De oever is namelijk niet een vast afgebakende eenheid, maar een gradiënt van land naar water. Het opbrengen van baggermateriaal uit verontreinigde sloten leidt tot verruiging van de oever. Bovendien wordt de vegetatie op dergelijke slootkanten ook nog eens erg kort gehouden waardoor deze als leef- en/of foerageergebied voor soorten niet of minder geschikt wordt.

Veelal zien we in Nederland dat oevers zeer uniform zijn, zelfs als er een natuurvriendelijke oever is aangelegd. Het is aan te raden om bij herinrichtingsprojecten variatie in waterdiepte te creëren, niet alleen van de oeverzone naar de waterzone toe (verticale variatie), maar ook parallel aan de sloot (horizontale variatie, zie Figuur 7.2). Hierdoor zal de diversiteit aan groeicondities voor planten variëren, qua waterdiepte maar ook bodemeigenschappen, en kan er potentieel meer variatie in de watervegetatie ontstaan, welke weer als leefgebied voor dieren kunnen dienen.

In de pilot Vijfherenlanden (hoofdstuk 6) hebben we bij boer Gertjan Kool gezien dat 25 jaar verschraving van de oevers een rijke oevervegetatie oplevert (al binnen 5 jaar) en dat daarna de fauna toeneemt (Dagvlinders, Libellen, andere insecten, Heikikker, Rugstreeppad, etc).

Snelle slootscan

Om ook de praktische kant te belichten is een snelle slootscan ontwikkeld om op eenvoudige wijze de kwaliteit van de sloot te kunnen beoordelen, die ook aansluit bij de beschreven sloottypologie (hoofdstuk 5).

Dashboard en stappenplan

Tot slot hebben we een eerste opzet van het dashboard gepresenteerd over hoe stakeholders invloed kunnen hebben op stuurfactoren en aan stuurknoppen kunnen draaien, van zeer lokaal (sloot)niveau (agrariër) tot regionaal (polder)niveau (collectieven) tot op landelijk beleidsniveau (provincie, ministerie). We hebben een stappenplan/kookboek gepresenteerd waarbij alle stakeholders gezamenlijk betrokken zijn om een 12-tal stappen te doorlopen in een bepaald gebied (zie ook deelvraag 4); met als doel de kwaliteit van de sloten en oevers te verhogen, zodat meer en beter rekening gehouden wordt met de doelsoorten.

In het afsluitende hoofdstuk 8 staan de conclusies en aanbevelingen beschreven, waarbij onder andere wordt ingegaan op kennishiaten m.b.t. deelvragen 1 t/m 4 en hoe de prioriteiten liggen voor vervolgonderzoek (deelvraag 5).

Summary

Motivation

The Living Planet Report for the Netherlands, "Nature and agriculture connected" (WWF, 2020) shows that nature in rural areas is under pressure in the Netherlands: the population size of species in agricultural areas has halved on average since 1890. The average population size of grassland butterflies even decreased by about 80% between 1890 and 1990, plants decreased by 40% between 1900 and 2000 and farmland bird populations were halved between 1900 and 1990.

With Agricultural Nature and Landscape Management (ANLb), which is part of the Common Agricultural Policy (CAP), a new system was started in 2016 to improve this. In this system, a distinction is made between the habitats, namely: Open grassland, Open cropland, Dry and Wet linear elements and Open Water.

The so-called "aquatic network" of the rural area, with more than 300,000 kilometers of ditches and thousands of pools, is largely managed by farmers. The larger waterways (canals, storage waters) are managed by water boards. Few, or no, true natural and unmanaged water remains in this landscape. The vast majority of ditches are located in the peat meadow areas of the agricultural landscape in the Netherlands. The management of ditches and their banks is not only important for the ANLb-goals, but also for a wide spectrum of other (policy) goals such as the European Water Framework Directive (WFD) and even wider, for biodiversity and ecology in general.

The agricultural managers or collectives and the water managers have the suspicion that the "aquatic network" can be used more for preserving and increasing biodiversity than is currently the case. The basic principle is that the physical design and management of ditches offer many possibilities to make the wet interconnection more suitable for the various target species. This research mainly concerns the peat meadow area. This is because the problem differs strongly between the landscapes and because wet interlacing is very characteristic and occurs on a large scale in the peat meadow area. This was the reason for the DT Cultural Landscape, part of OBN, to have this study carried out.

Goals

The aim of this study is to gain a better understanding and overview of the factors that play a role in the occurrence of ANLb target species and WFD indicator species, which are linked to ditches and ditch sides in the peat meadow area. The aim is also to investigate how improvements can be made by means of management and design and to communicate that knowledge.

Research question

The main question for this research is: "What are the most important area characteristics that determine the occurrence of target species in the habitat 'wet interlacing' (here limited to the ditches in the peat meadow area) and at what spatial scale level do they play? How do planning and management measures (both in and along the water and on adjacent plots) affect these area features and target species? "

Several sub-questions are asked under these main questions:

1. What are the determining area characteristics and types of ditch management in the peat meadow area for the sustainable occurrence of target species (ANLb, WFD) and diversity. What is the importance of the spatial configuration of these features and at what level of landscape scale do they play?

2. What are, in quantitative quantities, the preconditions of a good ecological quality within the "aquatic network" (relevant for ANLb-2016 and KRW); to what extent is optimization possible for multiple target species?
3. What are the control factors, how do they affect the factors mentioned under 1 and 2; which of these characteristics of the "aquatic network" lend themselves to optimization (by farmers / collectives, by water boards) by means of furnishing and / or management?
4. How can knowledge about the physical characteristics and ecological requirements be translated into a strategy at area level for design and management (by means of integrated management packages)? To what extent do the current management packages fit in with this?
5. What are the knowledge gaps with regard to the above questions and what are the priorities for follow-up research? This in the light of the best possible integration of the objectives of ANLb-2016 and KRW.

Methods & data analysis

In the accompanying figure the process diagram of the data analysis is outlined. The boundaries of the research area are the ditches and ditch sides in the peat meadow area, with the WFD water type M8 as the focus (see section 3.2.1).

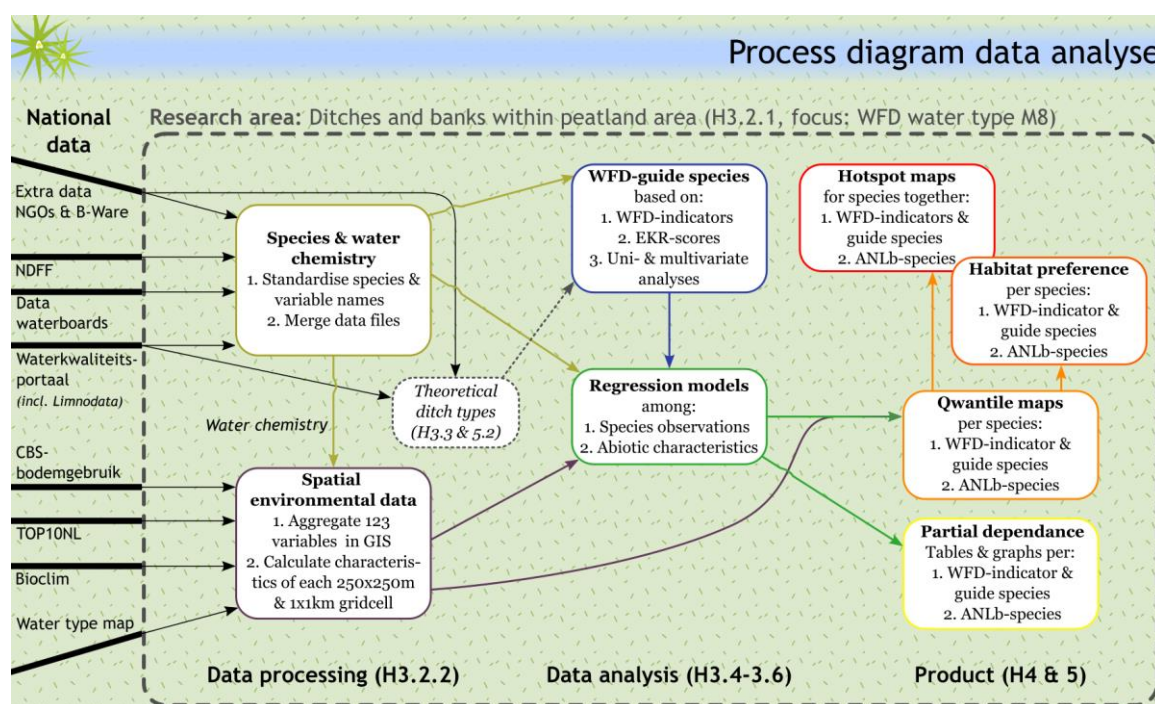


Figure 1. Process diagram for data analysis (design: M. Verhofstad).

On the left side of the diagram are all national data of abiotic and biotic quality data used in the analysis. Data processing was applied to this (see section 3.2.2), followed by the data analysis (see section 3.4 to 3.6), leading to the products (Chapters 4 and 5).

To answer these questions, various analyzes have been carried out and the methodological approach is described in more detail in Chapter 3. The data on water chemistry, abiotic characteristics, aquatic plants, macrofauna, birds, amphibians, fish, dragonflies, butterflies and snails are as accurate as possible at point level (maximum radius 25 meters) in a central relational dataset ordered to investigate the mutual correlations. First, the aquatic plants were classified in a ditch typology on the basis of expert judgment. Subsequently, it was tested whether the ditch typology corresponded with the Ecological Quality Ratio (EKR), a common method used within the WFD.

Results

Four guide species among the aquatic plants have been selected that are indicative of ditches with a (fairly) good water quality, namely Water violet (*Hottonia palustris*), Blunt-leaved Pondweed (*Potamogeton obtusifolius*), Water soldier (*Stratiotes aloides*) and Whorl-leaf Watermilfoil (*Myriophyllum verticillatum*). After this step was taken, it was tested how the macrofauna relates to the EKR and which macrofauna species (or groups) are indicative of good water quality. This resulted in three WFD guide species for the macrofauna: the watermite *Arrenurus globator*, a mayfly *Caenis horaria* and the Caddis fly *Triaenodes bicolor*.

The area characteristics of and guiding factors on the WFD guide types and the ANLb target types are discussed in chapter 4 (main question and sub-questions 1 + 2). The environmental characteristics of the ANLb target species have on the one hand been determined nationally by means of "Partial dependance plots" and specifically within the lowland peatlands by means of COVAR analyzes. On the basis of actual occurrence and the probability of occurrence based on environmental characteristics, probability maps of all ANLb target species that occur in the lowland peatlands have been drawn up and quantile maps where the top 5% of a species is present. The following results only concern the relationships with environmental factors in the lowland peatlands.

The following target and guide species have a positive relationship with a lowland peatland soil:

All WFD guide species (aquatic plants and macrofauna), Common Snipe, Redshank, Shoveler, Garganey, Teal, Black Tern and Root vole.

Having a preference for clay on peat soil: Arctic Butterfly, Eurasian Loach, European Bitterling, Eel, Eurasian Loach, Redshank, Garganey and Purple Heron.

For almost all species there is a positive relationship with a high density of narrow ditches (0-3 meters). For wide ditches this only applies to Pool frog, Moor frog and Purple Heron.

Binding with open water is evident in *Arrenurus globator*, *Caenis horaria*, *Triaenodes bicolor*, Sedge Snail, Eel, Common Snipe, Teal and Root vole.

A low groundwater level (high degree of drainage, level less than - 50cm) is unfavorable for most species. For example, the Top 5% of the Root vole population occurs at 24.1 cm below ground level. At a water level of 79.6 cm or more below ground level, the species occurs marginally or no longer occurs.

With regard to visible openness, differences emerge: Desmoulin's whorl snail, Arctic Butterfly, Loach, Eel and Crested Newt prefer a more enclosed landscape, while in Redshank, Shoveler, Teal and Root vole the open character of the landscape is important.

Water quality analysis

For the vegetation and the macrofauna there is a direct relationship with variables that say something about the water quality. All variables that indicate eutrophication and pollution (NH_4^+ , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^-) generally lead to a lower presence of those species. For the macrofauna, it also applies that there must be sufficient oxygen in the water. Furthermore, the ANLb, guide and WFD indicator species occur at chloride levels below 100 mg/L, with the exception of the Root vole and Lesser and Creeping Water-plantain. The EGV (electrical conductivity) of the water is below 100 mS/m. But also for the ANLb target species, these relationships are sometimes visible via the host plant (Water soldier and Green Hawker) or vegetation preferences (Desmoulin's whorl snail).

ANLb and indicator species that benefit greatly from better water quality in the sense of lower total phosphorus levels are: Greater Loach, Crested Newt, Desmoulin's whorl snail, Whorl-leaf Watermilfoil, Blunt-leaved Pondweed, Water Violet, *Triaenodes bicolor* and *Caenis horaria*. Phosphorus does not appear to be important for the Root vole, Shoveler and *Arrenurus globator*, among others. Great crested newt, Loach, Whorl-leaf Watermilfoil, Blunt-leaved Pondweed and Water violet benefit from lower total nitrogen levels. The four plant guide species occur in water with a relatively good water quality (higher EKR score & relatively low fertilizer concentration). This also includes a sediment that is not too rich in nutrients. The optimization for several species at the same time (sub-question 2) is therefore more difficult to answer. Habitat suitability can correspond between species for a large number of environmental characteristics, but differ slightly in terms of one or more requirements. Within an area you can often get out of this much better because you only have to deal with a limited set of species that are also often spatially distributed differently.

Hotspot maps have been made to visualize the spatial configuration of environmental characteristics. For the aquatic plants, separate maps have been made of high-quality lowland peatland waters (WFD groups 1 and 2). To make the relationship with distribution within the lowland peatland area clearly visible, hotspot maps have been made of plant species. The abiotic water quality of ditches in the peat meadow area has a major influence on the establishment, development and conservation of species and populations. Too many nutrients and a lack of oxygen are problematic, as are too much chloride or large changes in chloride levels.

Water quality, quantity and management

Detailed analyzes have shown that a thick layer of silt on the bottom is a problem for many fish species (except Eurasian Loach), but also for aquatic plants. Sludge usually consists of biodegradable organic material, which requires oxygen for that degradation. If the above water layer becomes too small (<50 cm), problems with oxygen arise, which is very disadvantageous for fish and the macrofauna. Oxygen in ditches is a highly dynamic variable because it is the result of various chemical, biochemical and biological processes. Fish in ditches often tolerate a minimum level of 3 mg / L. If the conditions get too bad, fish can migrate to adjacent waters with better conditions, something that is not possible for many macrofauna due to the lower mobility. However, species can migrate locally, for example to the top of the water layer instead of living near the bottom.

Raising groundwater levels

Almost half of target and indicator species benefit from lower reclamation and higher groundwater level / reclamation (less than -50 cm), such as European Eel, Green hawker and in particular the Desmoulin's whorl snail, Root vole and meadow birds (table 7.1). Lower groundwater levels can hinder the prevention of a number of ANLb species that require higher groundwater levels.

To prevent nutrient and sulphate leaching from the plots, a flexible water level can be chosen, whereby the differences between the ditch levels and the groundwater levels in the plots are kept as small as possible. Maintaining a higher water level in winter (natural level gradient) can greatly reduce leaching into the ditches, but it does have the consequence that they also remain wet for longer, which means that this is usually not very attractive for a farmer.

Various studies are currently underway into the possibilities for land use in raising the water level in peat meadow plots (<http://www.innovatieprogrammaveen.nl>)

In many cases, the intake of cleaner water can reduce local over-fertilization, but the supply of enriched water is undesirable. Most ditches in the peatlands of the Netherlands are freshwater ecosystems. Salinisation due to brackish seepage can have a negative effect and possibly be reduced by the supply of fresh water. The supply of brackish water is generally undesirable.

Water system design

A high density of ditches, in particular narrow ditches (0-3 meters wide), coincides with a higher probability of occurrence of most of the target and indicator species (table 7.1). There are no species in which a negative relationship has been found. The density of narrow ditches is therefore a very good indicator of promising areas for the target and indicator species.

Land use

The type of land use also influences the presence of species. For example, permanent grassland (> 50%) has a positive effect on the presence of European Bitterling, Moor frog, Lesser Loach, Pool Frog, Purple Heron, Shoveler and Redshank; while little permanent grassland is favorable for Great Crested Newt and Desmoulin's whorl snail. The presence of marsh (> 5%) in the 3x3 km area is positive for the Green hawk, Whorl-leaf Watermilfoil, Blunt-leaved Pondweed and Desmoulin's whorl snail. Open water (> 10%) in the immediate vicinity (3x3 km) is favorable for European eel, Root vole and Desmoulin's whorl snail. Buffer strips Limiting nutrient leaching and run-off is also one of the starting points. The creation of unfertilized buffer strips can be a possible measure in this regard, even though the effectiveness is not yet clearly visible. This can be done by fencing large parts of the ditch sides (buffer strips) so that it cannot be trampled on by livestock. In combination with the growth of helophytes (in this case, feeding of the young plants must be prevented, for example again by grating), this can ensure firmer banks with less erosion. Generally, a wider buffer strip (of a few meters) yields more than a narrow buffer strip. Part of the banks can also be cut, removing the accumulated peat layer and creating a kind of nature-friendly bank in which silt particles can settle. The advantage of this measure is that the erosion of the banks, and thus the build-up of the silt layer in the water itself, will be greatly reduced.

Dredging

To get a category A1a or A1b ditch, action can be taken in the ditch bottom because it often controls both the nutrient and bicarbonate richness of the ditch. At the same time, variation in water depth can be created, so that the diversity of growth conditions for plants varies and potentially more variation in the water vegetation can arise.

If the (silt) soil becomes restrictive for the establishment and development of species, dredging can bring a solution. But the dredging itself causes the sludge to swirl up, which means that the oxygen demand can increase enormously in a very short time and can lead to oxygen-free situations. Dredging in a cold period when the animals are inactive is preferred. Stimulating the growth of submerged aquatic plants can be a measure to improve the oxygen balance. The use of a small dredging pump is beneficial for flora and fauna if it is used to dredge only the central strip and thus save the bank zone.

Mowing

Always carry out regular management in phases in time and space (both horizontally, parallel to the ditch, and vertically, transversely to the ditch) (see also STOWA, 2011 & Figure 6.2). This ensures that there are always plants where animals can live in between.

When cleaning the ditches, it is always important not to leave the removed aquatic plants on the bank for too long (1-2 weeks). If possible, the bank is always spared where the bucket / cutter bar of the crane is pulling. In this way, not only habitat is preserved; the loaches and other fish fleeing from the mowing bucket are then much more likely to flee into the bank to be spared, so that they will not end up on the bank.

With regard to the use of machines, the preference is strongly for an eco cleaner or mowing bucket. With the Hemos, ditch life (including amphibians and fish) barely has a chance to escape and, moreover, there is no question of any creeping back out of the material because everything that goes into it is chopped to a pulp and thrown onto land.

Reintroduction of native species

If the growing conditions are suitable for the guide species to grow, they may still fail to establish and develop. The species may no longer be present locally in the seed bank and there are no longer any local populations in affected waters. A lot of experience has already been gained with the planting of Water Soldier.

Bank quality and management

Unfortunately, with the available data it turned out that it was not possible to focus specifically on the banks and the focus was more on the water-carrying part of the ditches and the larger landscape features, such as the amount of swamp in the area. The analysis and advice regarding banks were therefore based on the expert knowledge of the consortium.

The significance of low-bog ditches for riverbank types is determined entirely (eg Sedge-Hive Snail) or to a large extent (eg Natterjack Toad) by the bank layout and management. This not only concerns the often steep slope, but also the zone a few meters on the plot. The bank is not a fixed unit, but a gradient from land to water. The application of dredging material from contaminated ditches leads to the embankment of the bank. Moreover, the vegetation on such ditch sides is also kept very short, making it unsuitable or less suitable as a habitat and / or foraging area for species.

In the Netherlands we often see that banks are very uniform, even if a nature-friendly bank has been constructed. It is advisable to create variation in water depth in redevelopment projects, not only from the bank zone to the water zone (vertical variation), but also parallel to the ditch (horizontal variation, see figure 7.2). As a result, the diversity of growth conditions for plants will vary, in terms of water depth but also soil properties, and there may potentially be more variation in the water vegetation, which in turn can serve as habitat for animals.

In the Vijfherenlanden pilot (chapter 6) we saw at farmer Gertjan Kool that 25 years of impoverishment of the banks produces rich riparian vegetation (within 5 years) and that after that the fauna increases (butterflies, dragonflies, other insects, Moor frog, Natterjack Toad, etc).

Quick ditch scan

In order to also highlight the practical side, a quick ditch scan has been developed in order to be able to easily assess the quality of the ditch, which is also in line with the ditch typology described (Chapter 5).

Dashboard and roadmap

Finally, we presented a first concept of a dashboard that depicts how stakeholders can influence control factors and turn control buttons, from very local (ditch) level (farmer) to regional (polder) level (collectives) to national policy level (province, ministry). We also presented a first concept of a step-by-step cookbook in which all stakeholders are jointly involved in a specific area (see also sub-question 4) to improve the ecological quality of the ditches and banks. The cookbook focusses on the target species. Both the dashboard and cookbook need to be developed further.

In the concluding chapter 8 the research conclusions and recommendations are described, in which, among other things, knowledge gaps are discussed with regard to sub-questions 1 to 4 and where the priorities should lie for follow-up research (sub-question 5).

Dankwoord

Ten eerste willen we het bestuur van het OBN deskundigenteam Cultuurlandschap bedanken voor de uitvraag en probleemstellingen die aan onze coalitie zijn voorgelegd. Iets wat ogenschijnlijk relatief eenvoudig leek bleek toch complexer in elkaar te zitten, als je de verzamelde data en doelstellingen van enerzijds de Kader Richtlijn Water en anderzijds het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer met elkaar wilt combineren op ruimtelijke schaal. In het begin heeft Douwe Hoogland als voorzitter van het DT het proces nauw begeleid en later heeft Sjaak Hoogendoorn het van hem overgenomen, beide bedankt voor jullie inzet! Ook willen we de andere bestuursleden van het DT, te weten Dick Melman, Wouter Hakkeling en later Tim Visser, die Dick opvolgde, bedanken. Tijdens de DT bijeenkomsten is door andere DT-leden Cultuurlandschap waardevolle feedback gegeven. Vanuit de opdrachtgever VBNE waarderen we Wim Wiersinga voor zijn betrokkenheid, procesbegeleiding en het leggen van de contacten met leden van de begeleidingsgroep en met een aantal personen die betrokken zijn bij de workshops. Voor de medefinanciering van het project gaat onze dank uit naar het Wetterskip, Waternet, HDSR, en de provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Friesland.

Vanuit de begeleidingscommissie waarderen we de reflectie ten zeerste van onder meer Harry Boonstra (Wetterskip Fryslân), Edwin ter Hennepe (Waternet), Danneke Verhagen-Bakker (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden HDSR), Jetze Genée (Provincie Fryslân) en José Lemmen (provincie Zuid-Holland) en eerder genoemde personen van bestuur DT en VBNE.

Voor de gastvrijheid, mede organisatie en inhoudelijke inbreng bij bijeenkomsten/veldworkshops bedanken we in het bijzonder GertJan Kool, Richard Slagboom en Marcel Benschop van collectief Alblasserwaard/Vijfherenlanden, Rene Faber en Wiebe van Vliet van collectief Rijn, Vecht en Venen, en Marjolein Samplonius, Sjoerd Bokma en Henk de Graaf van het collectief Bosk en Greide, Gaasterland.

De deelname en inbreng tijdens de digitale workshop "Stappenplan OBN natte dooradering laagveensloten" werd op prijs gesteld; deelnemers (naast leden van projectteam): Beke Romp, Evie van de Velde, Bram Koese, Nancy Meijer, Edwin ter Hennepe, Danneke Verhagen, José Lemmen, Jetze Genée, Steven Declerck, Richard Slagboom, Marjolein Samplonius, Jan Willem Rijke en Wim Wiersinga.

Eerdere versies van dit document zijn inhoudelijk en taalkundig becommentarieerd door Piet-Jan Westendorp (B-Ware) en Jeroen van Riet (RAVON), waarvoor onze dank.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De Nederlandse natuur staat er niet goed voor! Hoe zorgwekkend de situatie is, blijkt uit het meest recente Living Planet Report Nederland, "Natuur en landbouw verbonden" (WNF, 2020) (hierna weergegeven als LPR). In het LPR rapport wordt uit de doeken gedaan dat de omvang van populaties van soorten in het agrarisch gebied gemiddeld zijn gehalveerd sinds 1890. Zo is de gemiddelde populatieomvang van graslandvlinders tussen 1890 en 1990 met ongeveer 80% afgenomen, kenden akkerplanten tussen 1900 en 2000 een afname van 40% en zijn boerenlandvogels tussen 1900 en 1990 gehalveerd.

Intensivering en schaalvergroting in de landbouw spelen daarbij een belangrijke rol, met onder andere als gevolg verdroging en versnippering van leefgebieden, het verdwijnen van kleine landschapselementen en toename van chemische bestrijdingsmiddelen. Naast een beschrijving van de misère die gaande is, wijst het LPR-rapport ook op uitwegen richting een toekomst waar duurzame landbouw kan samengaan met behoud en verbetering van de biodiversiteit.

Agrarisch natuurbeheer

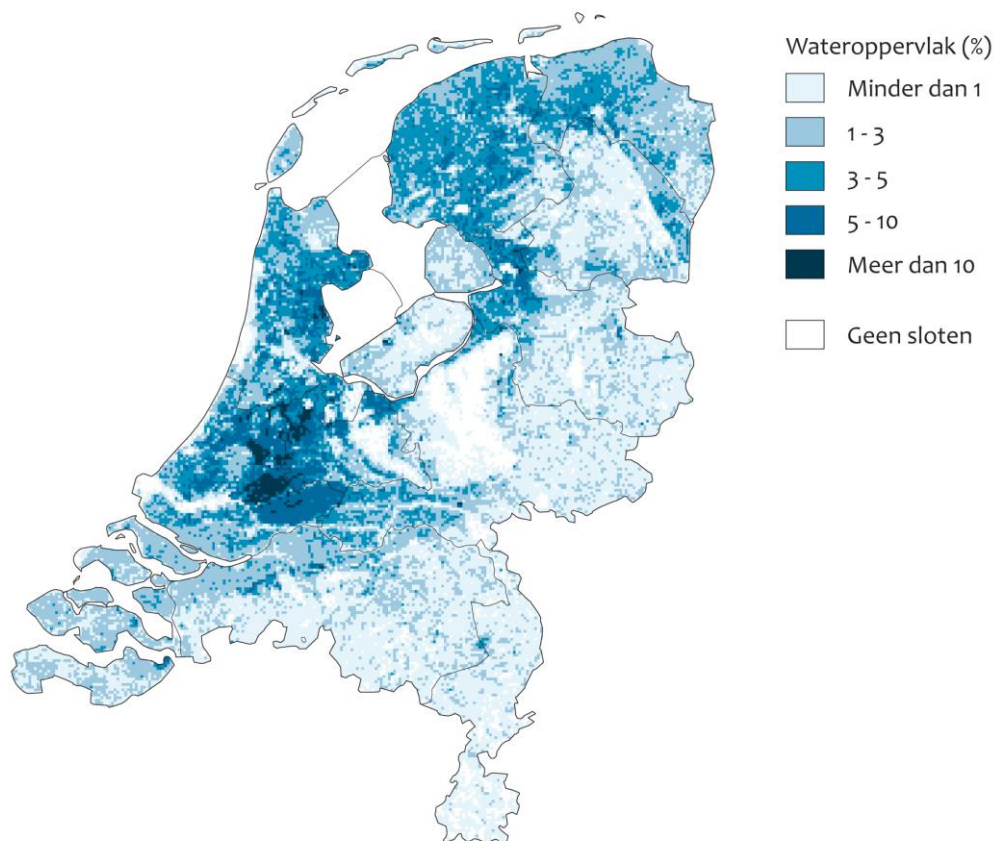
Vanuit de Europese Unie is er ook aandacht voor behoud van de biodiversiteit in het agrarische gebied door mogelijkheden te bieden aan agrarisch natuurbeheer. Het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) is in 2013 hervormd en maakt collectief agrarisch natuurbeheer mogelijk. In Nederland heeft dit in 2016 geleid tot de invoering van het nieuwe stelsel voor Agrarisch Natuur en Landschapsbeheer (ANLb). Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de leefgebieden Open grasland, Open akkerland, Droge en Natte dooradering en de categorie Water (Melman *et al.* 2014, www.BIJ12.nl).

Het uitgebreide stelsel van sloten en vaarten, primair gegraven voor de aan- en afvoer van water, bood plek aan tal van verschillende soorten in een typisch Nederlands cultuurlandschap. Ondertussen zijn deze 'boerensloten' met een rijke waterplantenbegroeiing en een gevarieerde fauna echter schaars geworden. Momenteel bevinden veel wateren zich in een door kroos, kroosvaren, waterpest, grof hoornblad of algen gedomineerde toestand.

De zogenaamde 'natte dooradering' van het landelijk gebied, met meer dan 300.000 kilometer lengte aan sloten en duizenden poelen, is voor een groot deel in beheer bij agrariërs. De grotere watergangen (vaarten, boezemwateren) worden beheerd door waterschappen. Het overgrote deel aan sloten ligt in het veenweidegebied (zie Figuur 1.1; PBL 2008). Het beheer van sloten en slootkanten is niet alleen vanuit de ANLb van belang, maar óók voor een breed spectrum aan andere (beleids)doelen zoals de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en nog breder, voor de biodiversiteit.

De agrarische beheerders of -collectieven en de waterbeheerders hebben het vermoeden dat de 'natte dooradering' meer voor het behouden en vergroten van de biodiversiteit kan worden ingezet, dan nu het geval is. Uitgangspunt is dat de fysieke vormgeving en het beheer van sloten veel mogelijkheden bieden om de natte dooradering voor de diverse doelsoorten geschikter te maken. In dit onderzoek gaat het met name om het veenweidegebied. Dit omdat de problematiek sterk verschilt tussen de landschappen en omdat in het veenweidegebied natte dooradering zeer kenmerkend is en grootschalig voorkomt.

Sloten



Bron: Topografische Dienst Kadaster.

PBL/deco8/1401
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Figuur 1.1. Verspreiding van sloten in Nederland (Topografische Dienst Kadaster, 2008).

Figure 1.1 Distribution of ditches in the Netherlands (Topografische Dienst Kadaster, 2008).

1.2 Kennishiaten en onderzoeksvragen

Op dit moment is voor veel van de (afzonderlijke) doelsoorten voor een groot deel bekend welke factoren van belang zijn voor hun levenscyclus. Onbekend zijn echter de minimum randvoorwaarden voor een duurzaam voortbestaan van populaties van deze soorten en welke inrichtings- en beheermaatregelen nodig zijn om deze omstandigheden te realiseren én in stand te houden. Ook de rol van relaties tussen verschillende soorten en populaties zijn in dit verband niet duidelijk.

Voorafgaand aan deze studie werden kennishiaten gesignaleerd op het vlak van de minimum randvoorwaarden voor een duurzaam voortbestaan van populaties van de doelsoorten (en/of combinaties van soorten) en welke inrichtings- en beheermaatregelen nodig zijn om deze omstandigheden te realiseren. Ook welk effect het beheer heeft is vaak onduidelijk, omdat effect gerelateerde monitoring ontbreekt. Specifiek werd aangegeven dat kennis wordt gemist op het vlak van (1) inzicht waar de meest kansrijke gebieden liggen; (2) wat de effectiviteit is van maatregelen op systeem/polderschaal; (3a) of herstelmaatregelen voor agrarisch natuurbeheer (ANLb) en KRW voor alle doelsoorten werken en (3b) als soorten strijdige eisen stellen: hoe dat in ruimte en tijd kan worden opgelost. Ook over de bodemkwaliteit van de sloot en dus het effect van waterbodembodem op flora en fauna in de sloot ontbreekt kennis.

Deze constatering vormden de aanleiding voor het Deskundigenteam (DT) Cultuurlandschap om de uitvraag voor dit onderzoek op te stellen. Het DT Cultuurlandschap maakt onderdeel uit van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN).

Onderzoeksvragen

De hoofdvraag voor dit onderzoek is: *"Wat zijn de belangrijkste gebiedskenmerken die het voorkomen van doelsoorten in het leefgebied 'natte dooradering' (hier beperkt tot de sloten in het veenweidegebied) bepalen en op welk ruimtelijk schaalniveau spelen zij? Hoe grijpen inrichtings- en beheermaatregelen (zowel in en langs het water als op aanliggende percelen) in op deze gebiedskenmerken en doelsoorten?"*

Onder deze hoofdvragen worden verschillende deelvragen gesteld:

1. Wat zijn de bepalende gebiedskenmerken en typen van beheer van sloten in het veenweidegebied voor het duurzaam voorkomen van doelsoorten (ANLb, KRW) en diversiteit. Wat is het belang van de ruimtelijke configuratie van deze kenmerken en op welk landschappelijk schaalniveau spelen zij?
2. Wat zijn, in kwantitatieve grootheden, de randvoorwaarden van een 'goed' leefgebied 'natte dooradering' (relevant voor ANLb-2016 én KRW); in hoeverre is optimalisatie voor meerdere soorten mogelijk?
3. Wat zijn de stuurfactoren, hoe grijpen ze aan op de onder 1 en 2 genoemde factoren; welke van deze kenmerken van natte dooradering lenen zich voor optimalisatie (door agrariërs/collectieven, door waterschappen) d.m.v. inrichting en/of beheer?
4. Op welke wijze kan de kennis over de fysieke kenmerken en ecologische eisen worden vertaald naar een strategie op gebiedsniveau voor inrichting en beheer (m.b.v. integrale beheerpakketten)? In hoeverre sluiten de huidige beheerpakketten hierop aan?
5. Wat zijn de kennishiaten m.b.t. bovenstaande vragen en hoe liggen de prioriteiten voor vervolgonderzoek? Dit in het licht van een zo goed mogelijke integratie van de doelstellingen van ANLb-2016 en KRW.

1.3 Afbakening

Dit onderzoek is gericht op de ecologie en het beheer van sloten in het Nederlandse veenweidegebied. De onderzoeksvragen vormden de leidraad bij de uitvoering van het onderzoek. Om het onderzoek systematisch te kunnen uitvoeren is een sloottypologie uitgewerkt en werden gidssoorten geselecteerd voor waterplanten: Waterviolier, Stomp fonteinkruid, Krabbenscheer en Kransvederkruid en macrofauna: de Watermijt (*Arrenurus globator*), de Eendagsvlieg (*Caenis horari*) en de Kokerjuffer (*Triaenodes bicolor*). Om qua onderzoek en advies zo goed mogelijk aan te sluiten bij het vigerend beleid en beheer is het onderzoek afgestemd op (de doelsoorten van) ANLb en KRW. Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van bestaande gegevens in de vorm van data en praktijkervaringen.

1.4 Leeswijzer

1.4.1 Leeswijzer rapport

Na beschrijving van de aanleiding van het onderzoek, kennishiaten en onderzoeksvragen (hoofdstuk 1) worden in hoofdstuk 2 de achtergronden en beschikbare kennis uitvoeriger beschreven. Deze vormen het vertrekpunt van dit onderzoek. In hoofdstuk 3 is de gevolgde methode uitgewerkt. Hierbij is aangegeven welke keuzes er zijn gemaakt ten aanzien van het onderzoeksgebied, de soorten en gebruik van data. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de analyse van verspreiding van doel- en gidssoorten per soort gepresenteerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van kaarten en Tabellen met relevante omgevingskenmerken. De resultaten van de analyse van waterplanten en macrofauna waterkwaliteit zijn beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 volgt een beschrijving van praktijkervaringen. Dit betreft een samenvatting van de verzamelde informatie van de veldsessies die met beheerders in verschillende gebieden hebben plaatsgevonden. In hoofdstuk 7 worden de verzamelde en geanalyseerde gegevens binnen deze studie in samenhang besproken; de synthese. Tot slot volgen in hoofdstuk 8 de conclusies en aanbevelingen.

1.4.2 Leeswijzer digitale bestanden

Naast dit rapport met bijlagen zijn er nog een aantal digitale bijlagen (bestanden) opgeleverd en te raadplegen. In Bijlage 2 wordt nader toegelicht welke bijlagen dit zijn en waar die zijn te vinden (via een link).

2. Achtergrond

2.1 Sloten in het veenweidegebied

2.1.1 Ontstaan van het veenlandschap

Veeenvorming was in West-Nederland een indirect gevolg van de zeespiegelstijging na de laatste ijstijd. Er werd steeds meer zand op de kust afgezet, waardoor er strandwallen ontstonden en het achterland werd afgesloten van de zee. Ongeveer vijfduizend jaar geleden brak de zee geregeld door de strandwalgordel heen en vormden zich kwelders en lagunes achter de strandwallen. Het gebied werd steeds zoeter door de aanvoer van regenwater en rivierwater. In het West- en Noord-Nederlandse laagland konden zich in die natte omstandigheden uitgestrekte moerasbossen ontwikkelen. Hierin werd het zogenaamde Hollandveen gevormd. Dit veen is gevormd uit de resten van verschillende soorten planten, zoals biezengras, gagel, riet en zelfs elzen. (Zie: <https://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen/veenlandschap>; zie ook Beusekom, 2007, Jongmans *et al.*, 2013; Palmboom, 2016).

In Oost-Nederland verliep het ontstaan van de veengebieden anders, daar ontstond eerst laagveen op plaatsen waar de waterafvoer beperkt was. Vooral in door de wind uitgeblazen laagten (in beekdalen en pingoruïnes) kon veenvorming optreden, want in deze laagten verzamelde het regenwater zich, waardoor het er altijd nat was. In de laagtes hield veenmos het regenwater vast en konden er veenkussens ontstaan die boven het omringende land uitgroeiden. In het Midden-Holoceen, een periode dat het vrij nat was in Nederland, breidde het oostelijke hoogveenareaal zich sterk uit. De meeste Nederlandse veenmoerassen groeiden gestaag door tot in de middeleeuwen, waarbij zich veenpakketten tot wel tien meter dik vormden. Uitzonderingen waren Zeeland en het Waddengebied. Daar werd vrijwel al het veen weggeslagen bij overstromingen en vervolgens is door de zee een laag klei op de resterende veenlagen afgezet.

In de elfde eeuw begonnen de eerste grootschalige veenontginningen. Daarbij ging men door het hele land meestal op vergelijkbare wijze te werk, te herkennen aan de rechte verkavelingen, rechte paden en rechte sloten. De sloten werden gegraven om het veen te ontwateren en de paden gelegd om turf af te voeren met behulp van trekschuiten. Bij laagveenontginning werd het veen uit de 'petgaten' geschept met baggerbeugels en vervolgens op legakkers (smalle stroken land die men tussen de gaten overliet) te drogen gelegd. De petgaten werden daarbij in de loop van de tijd groter aangelegd en de legakkers steeds smaller. Zodoende konden bij harde wind de legakkers helemaal wegspoelen, waardoor uitgebreidere veenplassen ontstonden, zoals de Loosdrechtse Plassen en de Vinkeveense Plassen. In de Weerribben is dit niet gebeurd en ontbreken daardoor de grote plassen.

Na de ontginning werd het land gebruikt voor landbouw en veeteelt om aan de groeiende behoefte aan groente, melk en vlees te voorzien voor stedelingen (vanaf de 11e/12e eeuw). Het veen dat eerst door het zure water werd geconserveerd werd sindsdien afgebroken door oxidatie en ging langzamerhand inklinken. Eerst was het land nog geschikt voor akkerbouw, maar door het steeds natter worden was het op den duur alleen nog maar geschikt als weidegrond voor vee. Uiteindelijk werden de weidegronden ook te nat om te kunnen gebruiken. Door aanleg van dijken en het overtollige water onder verval af te voeren naar zogenaamde boezems werd tijdelijk een oplossing gevonden. Nadat de veengebieden lager kwamen te liggen dan de boezems, kon het water niet meer goed worden afgevoerd en ontstond opnieuw een probleem. De introductie van windmolens rond 1400 bood perspectief, daarmee kon het water omhoog worden gepompt en in de boezems geloosd worden. De versnelling van ontwatering ging in recentere tijd door na de uitvinding van het stoomgemaal

(eind 18e eeuw) en het dieselmemaal (1904). Tegenwoordig liggen de veenweidegebieden die zo ontstaan zijn vaak veel lager dan de boezem. De bodemdaling gaat ook nog door (PBL, 2016).

2.1.2 Ontwikkelingen in biodiversiteit

Tot het eerste deel van de twintigste eeuw hebben veel plant- en diersoorten zich in het agrarische landschap weten te handhaven (CBS, 2020). Het extensieve beheer en de ruimtelijke variatie lagen daar ten grondslag aan. Na intensivering van de landbouw ontstond een neerwaartse trend. Dit werd vooral veroorzaakt door een veranderd peilbeheer, in gang gezet door de introductie van het stoomgemaal tussen 1850 en 1920 (Mettrop *et al.*, 2012) en een toename van de bemestingsgraad onder meer door de toename kunstmestgebruik na WOII (Schot *et al.*, 2000).

In het open veenweidelandschap werd tot ongeveer 1970 veelal een natuurlijk waterpeil gehanteerd: flexibel met hoge(re)waterpeilen in de winter en lagere in de zomer. Tegenwoordig is de standaard in de winter vaak 55 cm of lager onder maaiveld en een decimeter hoger in de zomer (omgekeerd of tegennatuurlijk peil). Het voordeel voor de boer is dat ze bij een lager waterpeil vroeger het land op kunnen en intensiever kunnen boeren, met zwaardere machines om het land te bewerken.

Dit waterpeilbeheer heeft echter een keerzijde. Verlaagd waterpeil – met name in de zomer bij hogere temperaturen – leidt tot veenafbraak en inklinking van het land; met verhoogde CO₂ uitstoot tot gevolg (Jansen *et al.*, 2008). Daarnaast hebben peilbeheer en landgebruik bijgedragen aan het verlies aan biodiversiteit (Mettrop *et al.*, 2012). Zo staan de weidevogelpopulaties al vele tientallen jaren flink onder druk en nemen nog steeds in aantallen af. Dit geldt voor alle weidevogelsoorten zoals de Grutto, Kemphaan, Tureluur, Wulp, Scholekster, Kievit, Zwarte stern. Het hanteren van een (te) laag waterpeil wordt in ieder geval als een belangrijke factor daarin gezien (Beintema *et al.*, 1995; Teunissen & Soldaat, 2006, Sierdsema *et al.*, 2013, www.sovon.nl). Ook de waterkwaliteit van de boerensloten nam de laatste tientallen jaren af. De belangrijkste oorzaak van achteruitgang is dat sloten, plassen en meren in veenweidegebieden steeds voedselrijker worden doordat mest wordt uitgereden (Boesveld *et al.*, 2011).

2.1.3 Hydrologisch functioneren

Nederland is rijk aan water. Dit komt mede door de lage ligging, want ruim één derde deel van het land ligt tegenwoordig onder zeeniveau. Zonder kustbescherming zou dit deel van Nederland bij hoog tijd dan ook onder water komen te liggen. Duinen, dijken en gemalen zijn nodig om het water buiten te houden. De hydrologische afvoerfunctie van het uitgebreide stelsel van sloten en kanalen is van groot belang voor de laag gelegen delen, waaronder het veenweidegebied. Al in de vroege Middeleeuwen werden sloten gegraven om veengebieden te ontwateren en gewonnen turf af te voeren (Higler, 2007). Hele stelsels van watergangen werden gegraven om gebieden te ontwateren en daarbij ook geschikt te maken voor de landbouw. Zoals hiervoor genoemd, leidde de drainage van veenpercelen onbedoeld tot het inklinken van het veen, waardoor het land verder zakte en steeds meer drainage nodig was. Veel van die gedraineerde veengebieden lagen al rond de 17e eeuw onder zeeniveau (Hoeksema 2007). In de loop der tijd heeft dit geleid tot een totale lengte van zo'n 300.000 km sloot in Nederland. Het overgrote deel aan sloten ligt in het veenweidegebied (zie Figuur 1.1; PBL 2008).

Van nature is er dynamiek in het waterpeil van de Nederlandse oppervlaktewateren. Zonder menselijk ingrijpen zou, grof geschetst, in het winterhalfjaar het waterpeil erg hoog zijn als gevolg van het neerslagoverschot en hoge grondwaterstanden en grote delen van het (veenweide)gebied onder water lopen.

In eerste instantie diende het slotenstelsel vooral om overtollig water af te voeren in natte perioden. Vanuit de landbouw ontstond in de tweede helft van de 20^e eeuw echter meer en

meer de behoefte om vroeger in het voorjaar het land op te kunnen, met steeds grotere en zwaardere machines.

Om dit mogelijk te maken wordt er in de wintermaanden al water afgevoerd naar de boezem. In het late voorjaar en zomer zakken de grondwaterpeilen in de percelen dan nog verder uit. In de zomer daalt het grondwaterpeil in de percelen sterk omdat de verdamping de neerslag overstijgt. Hierdoor stroomt er vrijwel geen grondwater meer naar de sloten waardoor de waterpeilen in de sloten zullen dalen, tenzij de mens wederom ingrijpt. Hierdoor ontstaan er in de zomermaanden vaak watertekorten.

Om watertekorten in de zomer tegen te gaan wordt vaak water van buiten (meestal uit de boezem) aangevoerd. Dit water is vaak rijk aan sulfaat en bicarbonaat wat kan leiden tot een slechte waterkwaliteit en interne eutrofiëring. Een te hoog debiet (wateraanvoer) bij doorspoelen in smalle sloten kan fauna negatief beïnvloeden (Spikmans & Zollinger, 2015).

De veranderingen in het klimaat lijken in Nederland nu al te leiden tot warmere zomers met over het algemeen minder neerslag, die valt in intense buien. De afname van neerslag en toename van verdamping zal in de zomers leiden tot een grotere inlaatbehoefte om het waterpeil in de sloten kunstmatig op peil te houden. Omdat dit water als gevolg van verdamping ook 'indikt', zullen de concentraties van nutriënten, bicarbonaat en sulfaat toenemen, waardoor de waterkwaliteit kan verslechteren.

Het inlaten van water van elders in een slotenstelsel is doorgaans ongewenst vanwege de verschillen in samenstelling. Dit hoeft echter niet altijd zo te zijn. De waterkwaliteit van het inlaatwater is hierin doorslaggevend. In polders met een hoge nutriëntenbelasting kan doorspoelen van het slotenstelsel met schoner water van elders de eutrofiëringsproblematiek verlichten. Ook om verzilting tegen te gaan kan het wenselijk zijn om het slotenstelsel door te spoelen met zoetwater, indien van voldoende kwaliteit. Alleen wanneer er minder water zou worden afgevoerd in de winter zou er ook minder water hoeven te worden ingelaten in de zomer om jaarrond water in de sloten te houden.

2.1.4 Water- en waterbodemkwaliteit

Een goed begrip van biogeochemische processen is van belang om meer inzicht te krijgen in de ecologische waterkwaliteit van een sloot. De beschikbaarheid van voedingsstoffen, de vorm waarin koolstof beschikbaar is, de aanwezigheid van toxische stoffen zoals sulfide of ammonium of het zoutgehalte zijn namelijk erg bepalend voor de ontwikkeling van waterplanten, algen en daarmee ook voor de fauna. Inzicht in de abiotische processen geven ook een beeld van de natuurpotenties en is daarmee van groot belang voor het bepalen van de juiste maatregelen.

Slotenstelsels werden van origine gevoed door neerslagoverschot en in bepaalde delen door uittredend grondwater; zogenaamd gebiedseigen water. Lokale verschillen leiden tot verschillen in de chemische samenstelling van dat uittredende grondwater. Zo kan er zoet grondwater naar boven komen, maar kunnen sloten in de laaggelegen delen van het land ook met brakwater gevoed worden.

Door intensivering van het landgebruik is er tegenwoordig veel aanvoer van gebiedsvreemd water. De waterkwaliteit van sloten is van groot belang voor de soorten die tot ontwikkeling kunnen komen (Bloemendaal en Roelofs, 1988). De waterkwaliteit in de sloten wordt niet alleen door het gebiedseigen water en inlaat van gebiedsvreemd water bepaald, maar in belangrijke mate ook door oxidatie- en reductieprocessen die plaatsvinden in de percelen en waterbodem. Bij de oxidatie van veen komt bijvoorbeeld veel sulfaat vrij. Regenwater, dat infiltreert in de percelen en uitspoelt naar de sloten, neemt dit sulfaat mee waardoor het oppervlaktewater in laag-Nederland vaak rijk is aan sulfaat (Vermaat et al., 2016; van Diggelen et al., 2020). Ook bevinden zich in het oppervlaktewater van kleigronden doorgaans meer voedingsstoffen dan in wateren op zandgrond (Peeters & Gardeniers, 1998).

Belang van bufferstroken

Langs watergangen kunnen bufferstroken worden aangelegd als maatregel om de waterkwaliteit te verbeteren. Een bufferstrook bestaat uit een natuurlijke, vaak ruigere vegetatie die wel beheerd, maar niet bemest wordt. De bufferstroken vangen nutriëntrijke bodemdeeltjes die van de percelen spoelen in. Hierbij geldt dat bredere bufferstroken tot een sterkere afname van uitspoeling van voedingsstoffen, van perceel naar water leiden, dan smallere stroken. Bij een strook van 7 m is al een afname in uitspoeling gevonden van 80% van het totaal N en 78% van het totaal P, dat zonder bufferstrook uit zou spoelen (Lee et al. 2003). Bufferstroken helpen tevens om toevoer van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater te reduceren (Bouldin et al. 2004; Van Slobbe et al. 2010).

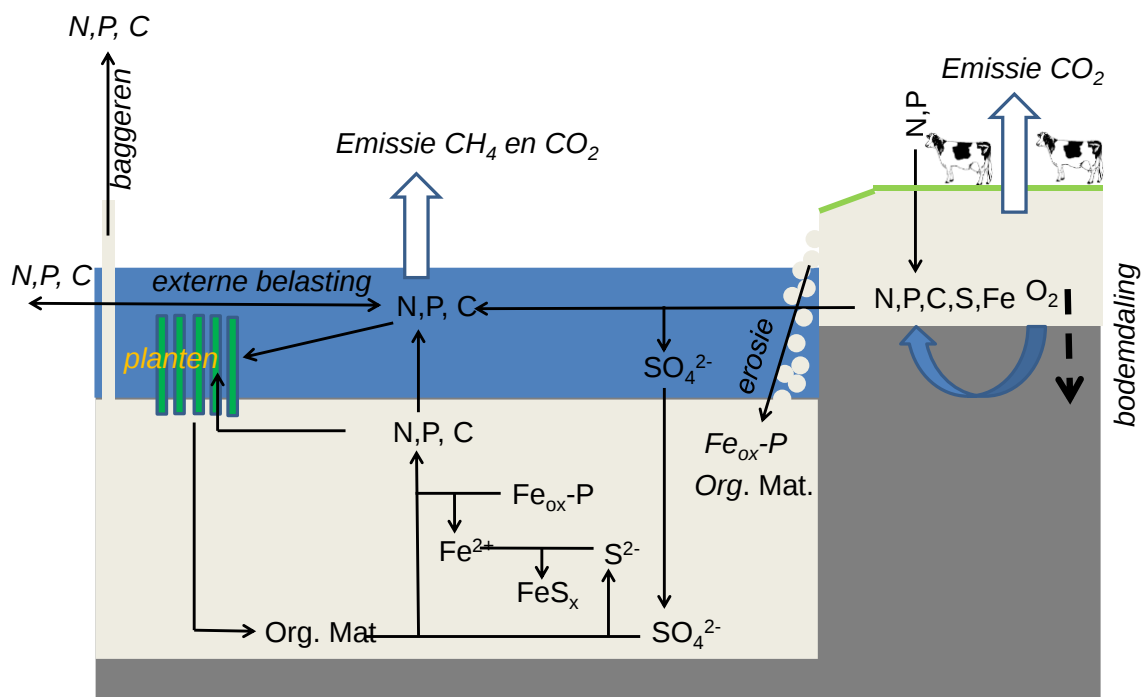
De kwaliteit van de waterbodem wordt bepaald door de herkomst van de bodem en de ophoping van organisch materiaal in het systeem. Bladval, afgestorven planten en algen, maar met name ook erosie van omliggende bodems zorgt voor ophoping van slib. Vaak komt de samenstelling van de sliblaag sterk overeen met de bodems in de directe omgeving (Smolders *et al.*, 2019). In een omgeving met een fosforrijke bodemlaag op het land, zoals in het veenweidegebied, vinden we vaak ook fosforrijke waterbodems.

De concentraties aan stikstof (N) en fosfor (P) in het oppervlaktewater worden bepaald door uitspoeling uit de percelen, eventueel instromend (grond)water, maar met name ook door nalevering vanuit de onderwaterbodem. De sliblaag in de sloten is rijk aan fosfor (P) en ijzer (Fe) omdat ook de bouwvoor rijk is aan fosfor en ijzer als gevolg van bemesting en/of veenoxidatie (zie Figuur 2.1). Daarnaast bevat de bouwvoor veel zogenaamd reactief organisch materiaal dat gemakkelijk afbreekt.

In waterverzadigde bodems kan maar weinig zuurstof doordringen, waardoor de afbraak van organisch materiaal in de bodems anaeroob (zonder zuurstof) plaatsvindt. Hierbij wordt in plaats van zuurstof geoxideerd ijzer (Fe(III)) gebruikt door micro-organismen om het organische materiaal af te breken. Fosfor, dat met name gebonden is aan dit geoxideerde ijzer, kan hierbij vrijkomen terwijl het slecht oplosbare geoxideerde ijzer wordt omgezet in goed oplosbaar gereduceerd ijzer.

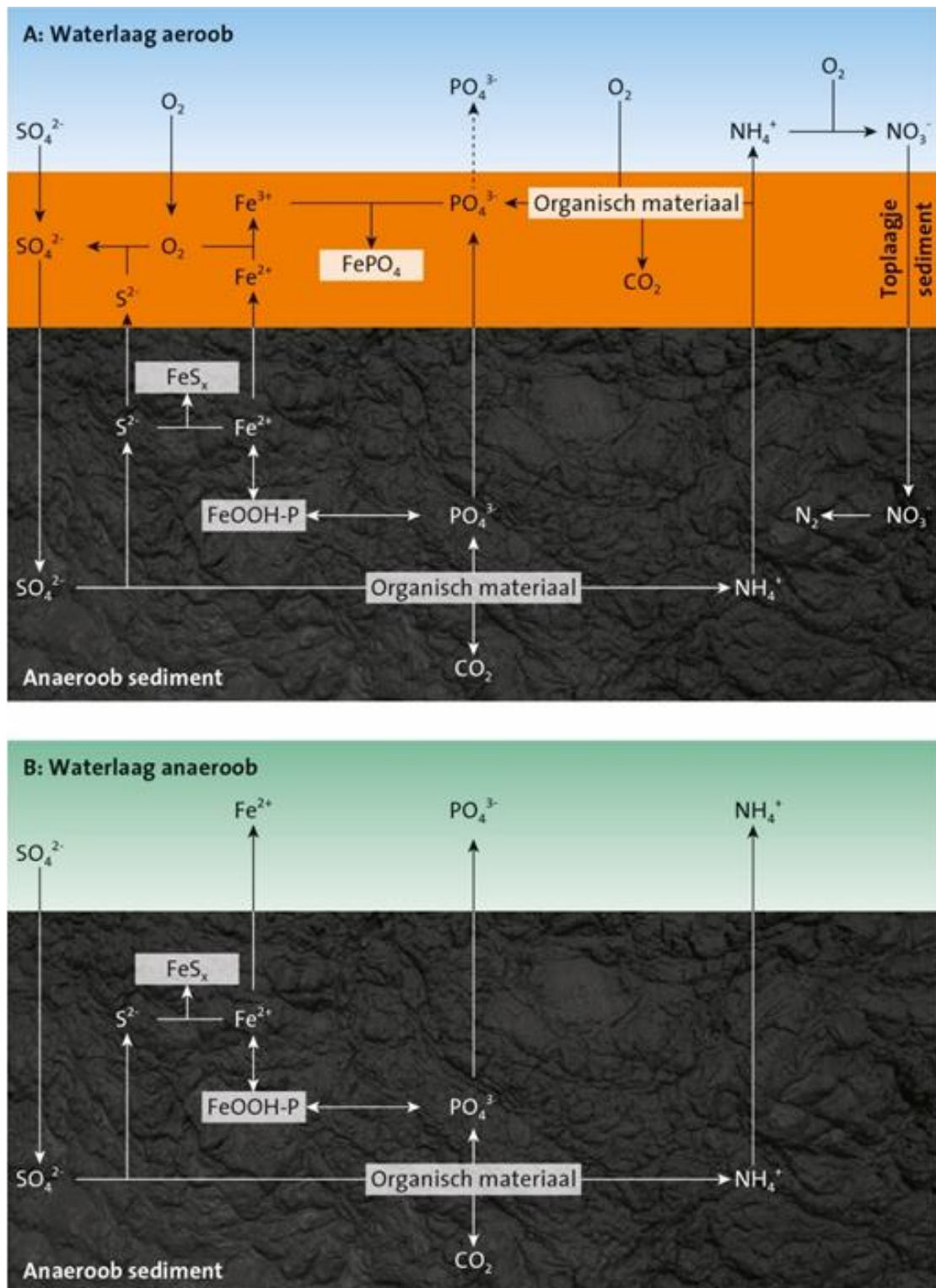
Bij de afbraak van organisch stof komen ook koolstofdioxide en ammonium vrij. Omdat bij de anaerobe afbraak er netto zuur wordt geconsumeerd, wordt het koolstofdioxide omgezet in bicarbonaat. Als gevolg van de anaerobe afbraak accumuleren er dus, fosfor, ammonium, bicarbonaat en ijzer in het poriewater van de onderwaterbodem. Dit kan vervolgens ook in de waterlaag terecht komen (zie Figuur 2.2B).

Wanneer de waterlaag zuurstofarm is, wordt de nalevering van fosfor vanuit de bodem naar de waterlaag vooral bepaald door de fosfaatconcentratie (PO_4) in het poriewater. Wanneer er voldoende zuurstof aanwezig is in het water boven de bodem kan ijzer de nalevering van fosfor naar de waterlaag worden tegengaan omdat het ijzer oxideert op de overgang van de waterbodem naar de waterlaag waarna het geoxideerde ijzer het fosfor kan binden en neerslaat (zie Figuur 2.2A). Hierdoor is het niet meer direct beschikbaar voor planten- of algengroei.



Figuur 2.1. Schematische voorstelling van de biogeochemische processen die de waterkwaliteit van veenweide sloten bepalen. Veenoxidatie op de percelen leidt tot mobilisatie van stikstof (N), fosfor (P), koolstof (C), ijzer en zwavel (S). Hiermee gepaard gaande is er sprake van bodemdaling en emissie van broeikasgassen (vooral CO₂). Via erosie komt er voedselrijk bodem (slib) in de sloten terecht. Dit slib is rijk aan reactief organisch materiaal, geoxideerd ijzer en fosfor. In de onderwaterbodem reduceert het ijzer waarbij reactief organisch materiaal wordt afgebroken. Sulfaatreductie leidt tot de vorming van sulfide waardoor gereduceerd ijzer kan worden vastgelegd als ijzersulfide. Nalevering van ammonium dat vrijkomt bij de afbraak van reactief organisch materiaal en door ijzerreductie gemobiliseerd fosfor kan worden opgenomen door wortelende waterplanten en in de waterlaag terecht komen waar het ook door niet wortelende waterplanten (kroos en algen) kan worden opgenomen (kroos). Extra nutriënten kunnen ook binnenkomen via de inlaat van water. Nutriënten kunnen worden afgevoerd via de uitlaat van water. Door baggeren en schonen worden ook nutriënten uit het watersysteem verwijderd. Uit de sloten kan ook het broeikasgas methaan vrijkomen, dat in de onderwaterbodems wordt gevormd.

Figure 2.1. Schematic representation of the biogeochemical processes that determine the water quality of peat meadow ditches. Peat oxidation on the meadows leads to the mobilization of nitrogen (N), phosphorus (P), carbon (C), iron and sulfur (S). This is accompanied by soil subsidence and greenhouse gas emissions (mainly CO₂). Eroded nutrient-rich soil ends up as sludge in the ditches. This sludge is rich in reactive organic matter, oxidized iron and phosphorus. In the underwater soil, iron can be chemically reduced and reactive organic material is broken down to carbon dioxide and bicarbonate. Sulphate reduction leads to the formation of sulphide, whereby reduced iron can become fixed as iron sulphide. Ammonium that is released during the decomposition of reactive organic material and mobilized phosphorus can be absorbed by rooting aquatic plants or end up in the water layer where it can also become absorbed by non-rooting aquatic plants (duckweed and algae). Additional nutrients can also enter through the inlet of water while nutrients can be removed from the system through the outlet of water. By dredging and cleaning nutrients are also removed from the water system. The ditches can also release the greenhouse gas methane, which is formed in the sediment.



Figuur 2.2. Interacties tussen de zwavel-, ijzer- en fosforkringloop in wateren met een zuurstofhoudende waterlaag (A) en wateren met een zuurstofarme waterlaag (B). In oranje is het geoxideerde top laagje van de waterbodem (het sediment) weergegeven. Dit laagje is meestal maar enkele millimeters dik. Bron: Smolders et.al. (2019).

Figure 2.2. Interactions between sulfur, iron and phosphorus cycles in waters with an oxygen rich waterlayer (A) and waters with an oxygen poor waterlayer (B). In orange, an oxygen rich toplayer is present of the underwater soil (sediment). This layer is a few millimeter thick mostly. Reference: Smolders et al. (2019).

Op de percelen kan de afbraak van veen als gevolg van veenoxidatie leiden tot het vrijkomen van voedingstoffen die naar de sloten kunnen uitspoelen. Daarnaast komt er als gevolg van veenoxidatie sulfaat vrij uit de afbraak van organisch materiaal en de oxidatie van in het veen aanwezig pyriet (FeS_2) (Vermaat *et al.*, 2016). Dit sulfaat is relatief mobiel en kan in natte periodes uitspoelen naar de sloten. In de sloten kan sulfaat, net als geoxideerd ijzer, in onderwaterbodems worden gebruikt voor de afbraak van organisch materiaal waarbij sulfide wordt gevormd. Dit sulfide kan reageren met het ijzer in het poriewater waarbij het neerslaat als FeS . Dit laatste heeft een ongunstig effect op de verhouding tussen ijzer en fosfor in het poriewater (weinig beschikbaar ijzer t.o.v. fosfor). Deze verhouding heeft weer invloed op de nalevering van fosfor uit de waterlaag naar de waterlaag (hoger bij weinig beschikbaar ijzer). Met name in zwavelrijke systemen kunnen de ijzerconcentraties in het poriewater sterk afnemen. Na verloop van tijd kan het ijzer in de bodems voor een heel groot deel zijn vastgelegd als FeS_x . Hierdoor neemt de capaciteit van de bodem om fosfaat te binden heel sterk af (Smolders *et al.*, 2013). Daarbij kan sulfide de groei en ontwikkeling van planten zeer sterk remmen.

Waterplanten in relatie tot water- en bodemkwaliteit

In sloten met een voedselrijke bodem komen vaak snelgroeiende soorten waterplanten tot ontwikkeling die kunnen profiteren van de verhoogde beschikbaarheid aan nutriënten in de waterbodem. Het gaat hierbij om ondergedoken waterplanten zoals Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en als de nutriëntconcentraties in de waterlaag zelf ook hoog zijn Gedoornde hoornblad (*Ceratophyllum demersum*) of soms ook bodembedekkende draadalgen. Wanneer de nutriëntenconcentraties in de waterlaag toenemen kan er in sloten sprake zijn van een van een co-dominantie van drijvende algen en drijvende waterplanten (vooral flab, Veelwortelig kroos (*Spirodela polyrhiza*), kroosvaren (*Azolla filiculoides*) en overige kroos soorten (*Lemna spp.*). Vanwege de forse anaerobe afbraak in de onderwaterbodems hebben we in dit soort sloten te maken met alkalien (hard) water dat rijk is aan bicarbonaat en relatief arm aan koolstofdioxide. Hierdoor zijn plantensoorten die bicarbonaat kunnen gebruiken voor de fotosynthese, zoals de hierboven genoemde soorten ondergedoken waterplanten in het voordeel. Omdat bij opname van bicarbonaat door de planten er hydroxide (OH^-) wordt uitgescheiden, loopt de pH sterk op. Hierdoor blijft de concentratie koolstofdioxide beperkt en faciliteren deze soorten zichzelf ten koste van de planten die alleen koolstofdioxide als koolstofbron kunnen gebruiken.

2.2 Natuurdoelen en relevante wetgeving

Voor de biodiversiteit in de natte dooradering zijn drie Europese richtlijnen van belang:

1. de Habitatrichtlijn (HR)
2. de Vogelrichtlijn (VR)
3. de Kaderrichtlijn Water (KRW).

Deze richtlijnen zijn doorvertaald naar Nederlandse wetgeving en vormen een belangrijke basis voor de uitvoering van beleid voor behoud van biodiversiteit in de groene dooradering. De doelstellingen en focuspunten van de verschillende richtlijnen zijn echter niet gelijk:

- HR: bescherming van soorten en leefgebieden. Soorten zijn doel op zich en dienen mede om inzicht te krijgen in de habitatkwaliteit ('kenmerkende soorten');
- VR: bescherming van (populaties) van vogelsoorten;
- KRW: bescherming van leefgebieden (*favourable reference status*). Soorten dienen om inzicht te krijgen in de habitatkwaliteit en zijn geen doel op zich. De KRW richt zich bovendien alleen op het waterhabitat en het water- en oeverprofiel. De meetlat voor de KRW-kwaliteit wordt gevormd door een combinatie van chemische waterkwaliteit, biologische samenstelling en hydromorfologie.

De soorten, waarvoor de HR en VR van belang zijn bij de natte dooradering van het agrarisch gebied, worden onderstaand behandeld.

Keuze ANLb doelsoorten

Als doelsoorten voor het leefgebied natte dooradering worden de volgende soorten genoemd (zie ook: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/agrarische-natuurtypen/a14-natte-dooradering/>):

- Watersnip
- Kamsalamander
- Grote modderkruiper
- Bittervoorn
- Slobeend
- Tureluur
- Zomertaling
- Boomkikker
- Knoflookpad
- Rugstreeppad
- Groene glazenmaker
- Zwarte stern
- Noordse woelmuis
- Geelbuikvuurpad
- Beekprik
- Gevlekte witsnuitlibel
- Grote vuurvliinder
- Zeggekorfslak
- Poelkikker
- Vroedmeesterpad
- Heikikker

De belangrijkste provinciale doelsoorten in de provincies met veenweidegebied zijn:

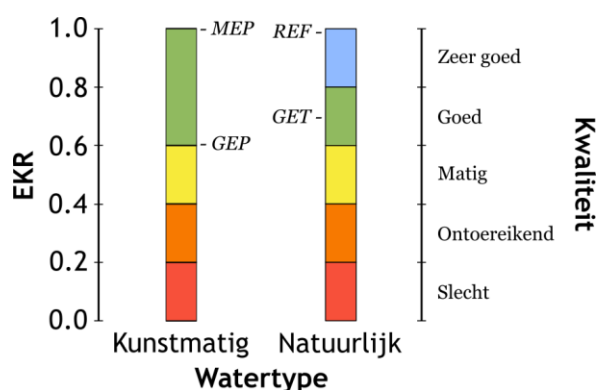
- Kleine modderkruiper (Noord-Holland, Zuid-Holland, Fryslân);
- Wintertaling (Fryslân);
- Purperreiger (Fryslân, Utrecht);
- Aal (Fryslân);
- Argusvliinder (Zuid-Holland, Utrecht);
- Rivierdonderpad (Utrecht) (komt echter alleen in NH in sloten voor).

Het betreft hier allemaal soorten waarvoor Nederland een internationale verantwoordelijkheid heeft als gevolg van de Habitat- en Vogelrichtlijn en waarvoor het agrarisch natuurbeheer een (belangrijke) invloed op hun voorkomen heeft of kan hebben. De lijst is beperkt tot soorten die een ongunstige staat van inhouding hebben. Ook voor andere Natura 2000-soorten is de natte dooradering uiteraard van belang, maar zij vallen buiten het bestek van ANLb en daarmee buiten dit onderzoek.

Europese Kaderrichtlijn Water (KRW)

De KRW is sinds 2000 van kracht en heeft als doel de chemische en ecologische waterkwaliteit in Europa te verbeteren. Er is afgesproken dat alle waterlichamen in Europa uiterlijk in 2027 van goede kwaliteit zijn¹. Voor alle wateren zijn referenties en maatlatten uitgewerkt waarmee geduid wordt wat een goede kwaliteit is. In de KRW worden wateren ingedeeld in stroomgebieden. Zo kent Nederland de stroomgebieden Eems, Maas, Schelde en Rijn. Tot een stroomgebied behoren niet alleen de rivieren, maar ook de meren, de sloten, vaarten en alle kleinere wateren. De KRW heeft een geheel eigen typologie of methodiek aan de hand waarvan stromende en stagnante zoete wateren zijn ingedeeld in respectievelijk R-types en M-types. Daarnaast bestaan er ook nog overgangswateren (O-type) en kustwateren (K-typen). Voor deze studie is van belang het type M8: Gebufferde laagveensloten.

Om een goede waterkwaliteit te bereiken moeten alle lidstaten maatregelen definiëren, uitvoeren en hierover rapporteren in zogenaamde stroomgebiedbeheerplannen. Het uiteindelijk niet behalen van de doelstellingen kan economische sancties tot gevolg hebben. Tussentijds worden wateren gemonitord en wordt geëvalueerd hoe de ontwikkelingen verlopen. Hierbij worden maatlatten met een klassenindeling gebruikt van slecht tot (zeer) goed gebruikt (zie Figuur 2.3). De beoordeling vindt plaats op basis van verschillende kenmerken van wateren, zowel biologisch (doel- en indicatorsoorten vis, macrofauna en fytoplankton) als fysisch-chemisch en morfologische kenmerken. Omdat de monitoring en evaluatie tot nieuwe inzichten kunnen leiden worden de stroomgebiedbeheerplannen en maatregelen om de zes jaar bijgesteld door de betreffende waterbeheerder.



Figuur 2.3. Ecologische kwaliteit ingeschat a.d.h.v. de ecologische kwaliteitsratio's (EKR). Bij kunstmatige wateren kan er volgens de KRW vanaf EKR 0.6 gesproken worden van goed ecologisch potentieel (GEP) en bij 1.0 van maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook bij natuurlijke wateren kan er vanuit de KRW bij een EKR vanaf 0.6 gesproken worden van een goede ecologische toestand (GET), de referentiecondities (REF) zijn gelijkgesteld aan een EKR van 1. De EKR's voor de natuurlijke wateren en de onnatuurlijke wateren verschillen van elkaar. Figuur is aangepast uit STOWA Handboeken 2018-49 & 2018-50.

Figure 2.3. Ecological quality estimated on the basis of the ecological quality ratios (EKR). In the case of artificial waters, according to the WFD, it is possible to speak of good ecological potential (GEP) from EKR 0.6 and maximum ecological potential (MEP) at 1.0. For natural waters, the WFD can also speak of good ecological status (GET) for an EKR from 0.6, the reference conditions (REF) are equated to an EKR of 1. The EKR's for natural waters and unnatural waters differ from each other. Figure has been adapted from STOWA Handbooks 2018-49 & 2018-50.

KRW indicatorsoorten

¹ EU Press release 26 February 2019 Brussels Environment Implementation report Water Framework Directive and Floods Directive - Questions and Answers.

Voor de KRW is een groot aantal soorten benoemd die indicatief (kunnen) zijn voor de status van een sloot in het veenweidegebied (type M8). Het gaat hierbij om (hoofdzakelijk) macrofauna- en plantensoorten (macrofyten), maar ook vis en fytoplankton zijn van belang. Zoals hiervoor aangegeven zijn deze soorten geen doel op zich, maar worden ze gebruikt om inzicht te krijgen in de ecologische waterkwaliteit.

Naast deze algemene biotische kwaliteitsindicatoren kunnen ook enkele soorten benoemd worden die specifiek in laagveensloten voorkomen: de Groene glazenmaker, de Kokerjuffer (*Tricholeiochiton fagesii*), de slak (*Gyraulus riparius*) en de Platworm (*Planaria torva*) (Evers *et al.*, 2007). Een aantal soorten wordt als kenmerkend gezien: de Kokerjuffer (*Holocentropus picicornis*), de Haften (*Caenis horaria*, *C. robusta* en *Cloeon dipterum*), de Waterkevers (*Agabus sturmii*, *A. undulatus*, *Laccobius biguttatus*) en de Muggenlarve (*Anatopynia plumipes*). Andere mogelijke soorten zijn de Gestreepte waterroofkever (*Graphoderus bilineatus*), en de Vijverloper (*Hydrometra*).

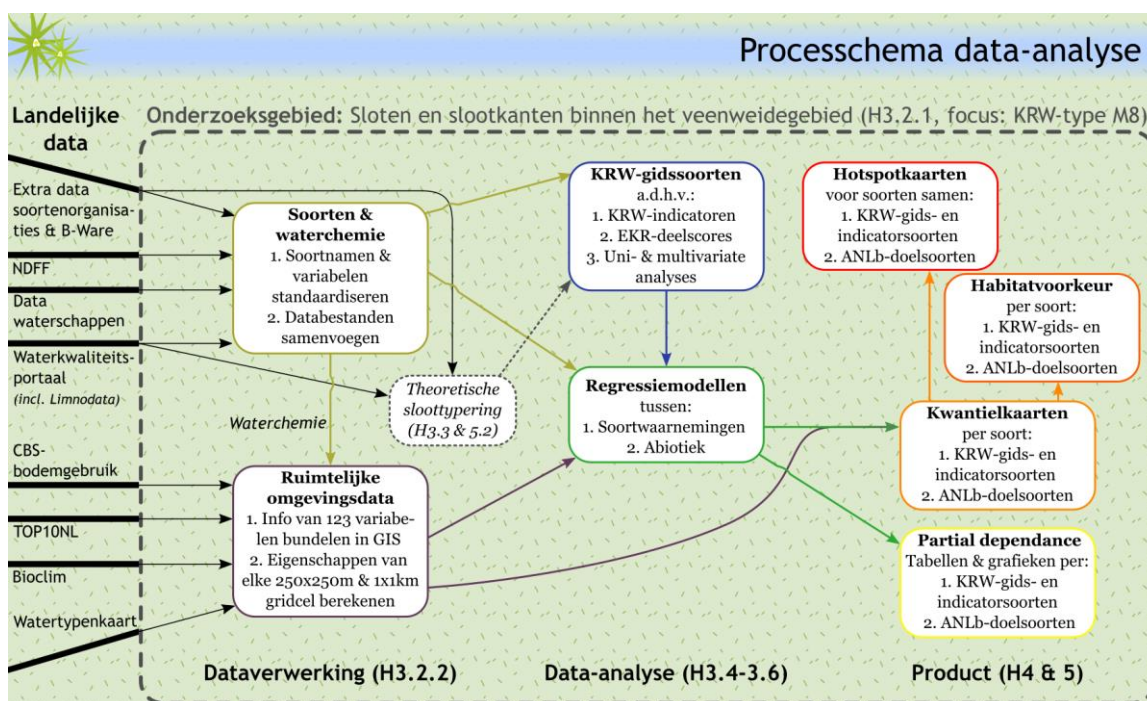
De KRW maakt onderscheid in positieve indicatoren (gelieerd aan goede waterkwaliteit), negatieve indicatoren (gelieerd aan slechte waterkwaliteit) en indifferente soorten voor zowel de waterplanten als de macrofauna. Deze indicatiewaarden zijn watertype afhankelijk. Sommige soorten zijn niet aangemerkt als indicatorsoort en worden niet afzonderlijk meegenomen in de berekeningen.

3. Methode

3.1 Aanpak op hoofdlijnen

In Figuur 3.1 staat het processchema van de data-analyse op hoofdlijnen beschreven. De begrenzing van het onderzoeksgebied zijn de sloten en slootkanten in het veenweidegebied met als focus het KRW-watertype M8 (zie par. 3.2.1).

Links in het schema staan alle landelijke data van abiotische en biotische kwaliteitsgegevens die gebruikt zijn in de analyse. Daarop is een dataverwerking toegepast (zie par. 3.2.2), gevolgd door de data-analyse (zie par. 3.4), leidend tot de producten (par.3.5 & 3.6). Buiten dit schema zijn gehouden: a) inventarisatie ervaringen beheerpraktijk en ontwikkelingen in gebieden (Hfst 6), b) synthese met overkoepelende uitkomsten van de analyses, de bottlenecks en oplossingen (Hfst 7) en c) de conclusies en aanbevelingen (Hfst 8).



Figuur 3.1. Processchema data-analyse (ontwerp: M. Verhofstad).

Figure 3.1. Scheme of process in data analysis (design: M. Verhofstad).

3.2 Afbakening, verzameling en gebruik data

3.2.1 Begrenzing watertype en onderzoeksgebied

Over het algemeen worden onder sloten zoete, niet natuurlijke, lijnvormige waterlopen van 0.5-8 meter breed (KRW-watertype M1a/b, M8) verstaan, die een groot deel van het jaar water bevatten en die tussen percelen liggen. Greppels, ondiepe lijnvormige elementen die veelal maar een deel van het jaar water bevatten en bedoeld zijn voor de afvoer van water binnen een perceel, blijven hier dus buiten beschouwing. In de TOP10NL geografische kaarten databank is onderscheid gemaakt tussen greppels, smalle sloten (0.5-3 meter breed) en brede sloten (3-6 meter breed). Voor een deel van de doelsoorten zijn echter wat bredere lijnvormige elementen, veelal vaarten of weteringen genoemd, ook van (grote) betekenis. In

het kader van deze opdracht kijken we daarom ook naar lijnvormige, natte structuren breder dan 6 meter indien zij een (belangrijke) functie voor de doelsoorten kunnen hebben.

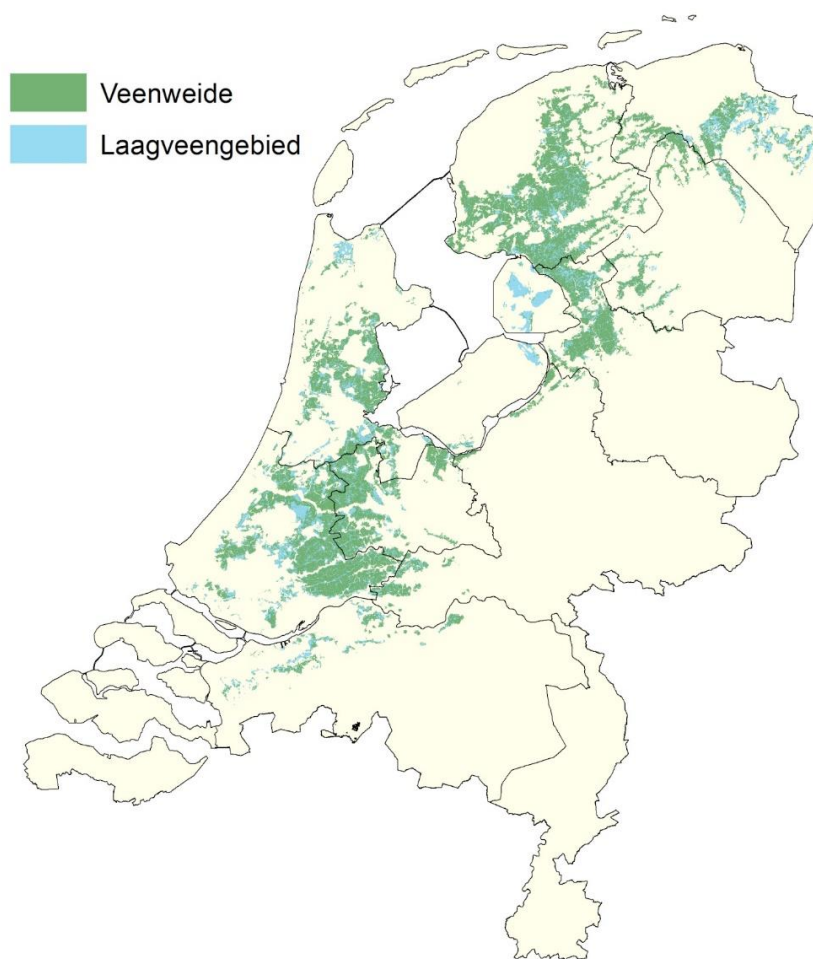
Dit onderzoek beperkt zich tot de lijnvormige wateren ('sloten') en slootkanten van de natte dooradering in het veenweidegebied. De betekenis van aangrenzende bosjes, moerasjes en graslanden wordt alleen in het onderzoek betrokken voor zover zij een externe werking op de sloten hebben. Dit betekent ook, dat voor een aantal doelsoorten een belangrijk deel van het habitat in de natte dooradering in het veenweidegebied niet specifiek aan bod komt zoals foerageergebieden voor Zwarte sterns en het belangrijkste habitat voor de Zeggenkorfslak: vochtige moerassen, maar dit wordt wel in de geüpdate soortenfiches benoemd (zie Bijlage 2).

De term 'veenweidegebied' zou in beperkte zin gezien kunnen worden als weilanden op een laagveenbodem. In de bredere zin kan het ook worden opgevat als weiden en hooilanden met een veenbodem en een klei op veenbodem. Wij kiezen hier voor de bredere opvatting omdat de tweedeling landschappelijk vaak vrij arbitrair is en er grote overeenkomsten bestaan tussen de fauna van veengraslandgebieden en die van klei-op-veengraslandgebieden. Ook de conclusies en aanbevelingen voortkomend uit dit onderzoek zijn breed toepasbaar. Zo kan bijvoorbeeld op maaiveld klei liggen, maar de sloot door de laagveenondergrond heenlopen. Op basis van deze interpretatie kan onder veenweidegebied het gebied zoals getoond in Figuur 3.2 worden verstaan.

Het veenweidegebied is onderdeel van het laagveenlandschap. Voor de begrenzing van het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de legenda-eenheden 1,2,3, 6 en 18 uit de bodemopbouwkaart van Nederland. De bodemopbouwkaart is een vereenvoudigde versie van de STIBOKA-bodemkaart 1:50000. De selectie leidt tot de bodemeenheden die bestaan uit veen of veen op klei. Dit leidt echter ook tot de selectie van veengronden op de hogere zandgronden (NB: het onderscheid tussen hoog- en laagveen is niet op die manier af te leiden uit de bodemkaart. Hierin wordt alleen onderscheid gemaakt tussen de plantenresten die het veen vormen). Als tweede stap zijn daarom veengronden op de zandgronden handmatig verwijderd uit het bestand (NB: de fysisch geografische regio 'Laagveen' heeft alleen betrekking op grotere gebieden met laagveen en daarom te beperkt voor deze analyse).

Tabel 3.1./ *Table 3.1. Geselecteerde eenheden uit de bodemopbouwkaart voor de begrenzing van het laagveengebied.*

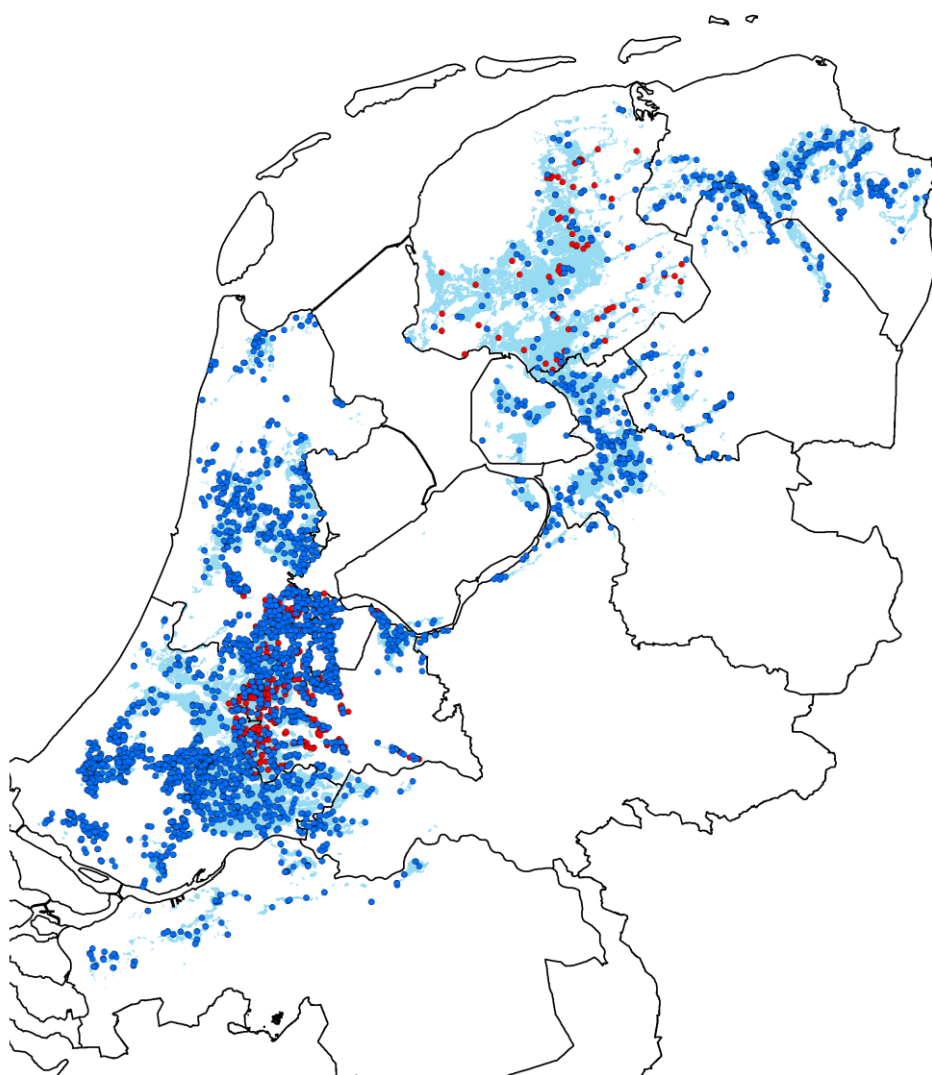
code	Bodemopbouw
1	Veraarde bovengrond op diep veen
2	Veraarde bovengrond op veen op zand
3	Kleidek op veen
6	Veen op ongerijpte klei
18	Klei op veen



Figuur 3.2. *Begrenzing laagveengebied en veenweidegebied.*
Figure 3.2. Boundaries of Lowland peatland and peatland meadows.

3.2.2 Abiotische, geofysische en biotische waterkwaliteitsgegevens

De grootste uitdaging in dit project wat betreft de gegevensverwerking vormden de gegevens van de waterkwaliteitsmetingen en flora- en faunabemonsteringen van laagveensloten. Metingen zijn opgevraagd van het Waterkwaliteitsportaal, Limnodata (de voorganger van het Waterkwaliteitsportaal) en de waterschappen van het laagveengebied. Ongeveer de enige vorm van standaardisatie in die gegevensbestanden vormde de naamgeving van de gemeten waterparameters. Verder was er weinig overeenkomst in de naamgeving en inhoud van gegevensbestanden, zelfs niet binnen de verschillende deelbestanden van het Waterkwaliteitsportaal. Het samenvoegen van al deze bestanden was een zeer tijdrovende klus, waardoor we uiteindelijk niet in staat zijn geweest om naast de gegevens van het Waterkwaliteitsportaal en Limnodata de gegevens van alle waterschappen te verwerken. Alleen de losse gegevensbestanden van drie belangrijke waterschappen in het laagveengebied, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR), Waternet en Wetterskip Fryslân, konden verwerkt worden. De meeste waterschappen leveren echter ook hun metingen aan bij het Waterkwaliteitsportaal waardoor toch een goede dekking van beschikbare bemonsteringen over het laagveengebied verkregen kon worden. Het aantal beschikbare metingen uit Friesland is echter beperkt (Figuur 3.3). De macrofauna-gegevens van het Waterkwaliteitsportaal en Limnodata waren al eerder samengevoegd en bewerkt door WUR.



Bron

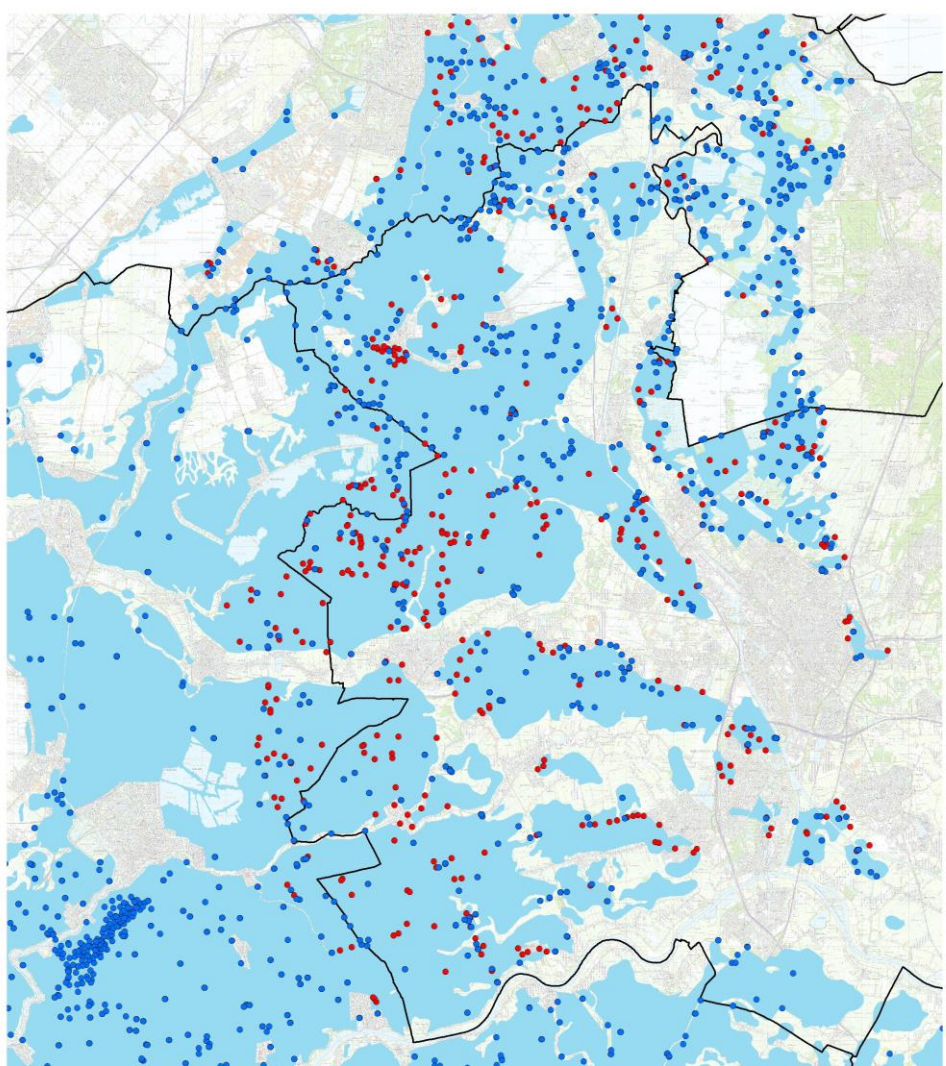
- Waterkwaliteitsportaal
- Waterschappen

Laagveengebied

0 10 20 40 60 80 Km

Figuur 3.3. Meetlocaties waterchemie in het laagveengebied. Sommige punten overlappen en zijn daardoor niet goed op de kaart te onderscheiden (zie ook Figuur 3.4 met een detailkaart ter illustratie).

Figure 3.3. Water chemistry measurement locations in the lowland peatlands. Some points overlap and are therefore difficult to distinguish on the map (also see figure 3.4 with a more detailed map for illustration).



Bron

• Waterkwaliteitsportaal

• Waterschappen

Laagveengebied

0 2 4 8 12 16 Km

Figuur 3.4. Detail meetlocaties chemie rond Utrechtse heuvelrug.

Figure 3.4. Detail of chemical measurement locations around the 'Utrechtse Heuvelrug'.

Informatie over het klimaat, landgebruik en de aanwezigheid van smalle en brede sloten zijn afgeleid van onder meer Bioclim, CBS-bodemgebruik, TOP10NL en de watertypenkaart. Hiervoor zijn door Sovon bestanden gemaakt met de kenmerken per 250 meter-gridcel en per kilometerhok.

Naast informatie over het aandeel van de verschillende landgebruiksvormen, veenbodem en sloten per gridcel is met een moving window-methode berekend wat de aandelen/hoeveelheden van deze variabelen is in een vierkant van 3 x 3 km en 5x5 km rondom elke gridcel. Hiermee kan in beeld worden gebracht in hoeverre, naast kenmerken in de directe omgeving, kenmerken op landschapsschaal van belang zijn voor het voorkomen van soorten.

In totaal was er uiteindelijk voor 123 variabelen informatie beschikbaar op een schaal van 250x250 meter voor het uitvoeren van de regressie-analyses en het beschrijven van de omgevingskenmerken.

Selectie doelsoorten

De focus van de opdracht, sloten in het agrarisch gebied van het veenweidegebied, betekent dat het aantal doelsoorten waar in het kader van deze opdracht naar wordt gekeken beperkter is dan alle ANLb-doelsoorten voor natte dooradering. Een deel van de soorten komt namelijk niet voor in het veenweidegebied (Geelbuikvuurpad, Vroedmeesterpad, Boomkikker). Daarnaast zijn er enkele soorten die nu alleen voorkomen in natuurgebieden, maar waarvoor wellicht toch mogelijkheden zijn in het agrarisch gebied. Deze soorten zijn ook in het onderzoek betrokken.

De hierna vermelde soorten zijn in dit project onderzocht. De selectie van provinciale doelsoorten is mede gebaseerd op het aantal provincies waar deze doelsoort voorkomt en het belang van sloten in het veenweidegebied voor deze soort. De Grote vuurvlieder en Gevlekte witsnuitlibel zijn niet meegenomen in de data-analyses, omdat het voorkomen beperkt is tot (grote) natuurgebieden (staan wel bij de soortenfiches). Het agrarisch gebied heeft voor deze twee soorten op afzienbare termijn geen potentie als leefgebied.

De geselecteerde doelsoorten:

- Watersnip
- Kamsalamander
- Grote modderkruiper
- Bittervoorn
- Slobeend
- Tureluur
- Zomertaling
- Rugstreeppad
- Groene glazenmaker
- Zwarte stern
- Noordse woelmuis
- Zeggekorfslak
- Poelkikker
- Heikikker

Provinciale doelsoorten:

- Kleine modderkruiper (Noord-Holland, Zuid-Holland, Fryslân)
- Wintertaling (Fryslân)
- Purperreiger (Fryslân, Utrecht)
- Aal (Fryslân)
- Argusvlieder (Zuid-Holland, Utrecht)

Aan de hand van o.a. de KRW-maatlatten (STOWA Handboeken 2018-49 en 2018-50, Evers *et al.*, 2018), en recent verspreidingsonderzoek waterplanten ("Herhaling van het

verspreidingsonderzoek aan waterplanten in Nederlandse wateren"; vanaf hier aangegeven als Roelofs *et al.*, in prep.) en expertkennis is binnen dit onderzoek een lijst samengesteld met soorten waterplanten en bedekkingen van de verschillende groeivormen die goed als indicator (zowel positief als negatief voor bijvoorbeeld voedselrijkdom, kwel of saliniteit) van de kwaliteit gebruikt kunnen worden voor sloten in het veenweidegebied. Binnen dit project is dit mede gestaafd door de beschikbare gegevens te analyseren.

Doelsoorten binnen het ANLb in het veenweidegebied zijn vooralsnog alleen dieren. Dit terwijl planten aan de basis staan van het voedselweb, een habitat bieden en locatiegebonden zijn. Bij aanvang van het project werd nog gedacht aan de soorten opgenomen in Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Eerste inschatting van mogelijke indicatorsoorten slootkwaliteit. Zeer zeldzame positieve indicatorsoorten voor het veenweidegebied zijn hier niet in opgenomen, aangezien ze te spaarzaam voorkomen om te gebruiken als indicator soort in de geplande ruimtelijke analyses. Deze zeldzame plantsoorten zouden wel als additionele doelsoort opgenomen kunnen worden. Zie Tabel 5.1 in H 5.2 voor de uiteindelijke keuze aan soorten en de Nederlandse namen van de soorten.

Table 3.2. First estimate of possible ditch quality indicator types. Very rare positive indicator species for the peat meadows are not included here, as they occur too sparingly to be used as indicator species in the planned spatial analyzes. These rare plant species could be included as additional target species. See Table 5.1 in Chapter 5.2 for the final choice of species and the Dutch names of the species.

Naar verwachting positieve indicator soorten:	Naar verwachting negatieve indicator soorten:
<i>Berula erecta</i>	Algen (dominant)
<i>Carex acutiformis</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i> (dominant)
<i>Elodea canadensis</i>	<i>Elodea nuttallii</i> (dominant)
<i>Hippurus vulgaris</i>	Kroos (<i>Lemna</i> spp. <i>Azolla</i> <i>Spirodella</i> <i>Wolffia</i>)
<i>Hottonia palustris</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>
<i>Isolepis fluitans</i>	
Kranswieren (excl. <i>Chara vulgaris</i> & <i>Chara globularis</i>) Met name <i>Chara hispida</i>	
<i>Luronium natans</i>	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	
<i>Najas marina</i>	
<i>Potamogeton acutifolius</i>	
<i>Potamogeton compressus</i>	
<i>Ranunculus aquatilis</i>	
<i>Ranunculus circinatus</i>	
<i>Stratiotes aloides</i>	
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>Pedicellata</i>	
Groeivormen:	
Alle groeivormen aanwezig en kale bodem	Weinig variatie, Veel algen (FLAB)
Onderwaterplanten, wortelende drijfbladplanten en helofyten	Veel niet-wortelende planten (kroos) of drijfbladplanten

Aangezien waterplanten gemakkelijk te inventariseren zijn en potentieel een goede indicator zijn voor de ecologische kwaliteit van het water op hoofdlijnen (zie ook de KRW-maatlatten), spreekt het voor zich om binnen dit project te analyseren of een subset aan potentieel indicatieve waterplanten en/of de bedekking van verschillende groeivormen correleren met het voorkomen van de ANLb-doelsoorten.

Alhoewel individuele (laagveen) sloten vaak geen deel uit maken van een KRW-lichaam, dragen sloten wel degelijk bij aan de ecologische waarde van grotere KRW-lichamen, doordat ze in direct contact staan met die grotere wateren en er vaak de haarvaten van vormen. Overtollig water dat afgevoerd wordt vanuit die haarvaten belandt uiteindelijk in een KRW-waterlichaam.

Vooruitlopend op de resultaten – waar e.e.a. nader wordt toegelicht (par. 5.2.1.) - werden er uiteindelijk vier waterplantensoorten geselecteerd als gidssoorten voor een goede waterkwaliteit.

1. Waterviolier
2. Stomp fonteinkruid
3. Krabbenscheer
4. Kransvederkruid

Verspreidingsgegevens soorten

Gegevens over de aanwezigheid van de soorten zijn grotendeels ontleend aan de NDFF. Daarnaast zijn voor vissen aanvullende gegevens toegevoegd van RAVON en voor broedvogels uit de Sovon broedvogelkarteringen. Alleen voor broedvogels zijn structureel nulwaarnemingen (wel gezocht, niet gevonden) verzameld; voor de andere soorten zijn incidenteel nulwaarnemingen beschikbaar.

Onderzoekcentrum B-WARE (prof. dr. Jan Roelofs) heeft recentelijk een historische meetreeks van sloten aan een groot aantal variabelen van abiotiek, planten en beheer herhaald in opdracht van STOWA, waarbij veel meetpunten in het veenweidegebied liggen (Roelofs *et al.*, in prep.). Daarnaast beschikt B-WARE aanvullend ook nog over een zeer uitgebreide data set van abiotische metingen aan onderwaterbodems in combinatie met oppervlaktewater en vaak ook oeverzones.

RAVON leidt het meetnet ANLb vissen (o.a. Bittervoorn, Grote modderkruiper) en amfibieën (o.a. Kamsalamander, Heikikker, Rugstreeppad, Poelkikker), waarbij sinds 2016 jaarlijks een intensief meetnet met vele honderden meetlocaties met gestandaardiseerde bemonsteringen in het veenweidegebied wordt uitgevoerd.

De Vlinderstichting heeft een meetprogramma libellen binnen het Netwerk Ecologische Monitoring. De Groene glazenmaker wordt binnen dit programma goed gemonitord in natuurgebieden, maar voor deze soort zijn agrarische sloten ook van groot belang en die werden onderbemonsterd; daarom is er sinds 2016 een Agrarisch Meetnet Libellen specifiek voor het monitoren van de Groene glazenmaker in het agrarisch gebied opgezet. Momenteel wordt op ruim honderd routes langs sloten in het veenweidegebied het aantal Groene Glazenmakers geteld.

Sovon Vogelonderzoek Nederland heeft een uitgebreid meetnet van doelsoorten (Slobeend, Tureluur, Watersnip, Zomertaling, Zwarte stern) en recente atlasdata ter beschikking. De macrofauna wordt door de regionale waterbeheerders al heel lang meegenomen in hun monitoringswerkzaamheden. De resultaten van die monitoring is voor een heel belangrijk deel opgeslagen en betreft gegevens vanaf 1978. Deze openbare gegevens zijn toegankelijk gemaakt op 'waterkwaliteitsportaal.nl'. Van de lijst met opgenomen bemonsteringen is aangegeven tot welk type water het behoort en waar het ligt. Echter, dit soort informatie is verre van compleet. De gegevens bevatten waarnemingen die gedaan zijn in allerlei water- en

landschapstypen. Voor het project zijn de gegevens binnen het veenweidegebied geselecteerd waarvan bekend is dat het om sloten gaat en waarvan de geografische coördinaten bekend zijn. De WUR (Dr. E. Peeters) heeft uit die gegevens de informatie over de macrofauna geselecteerd en opgeschoond.

Tevens zijn uit het waterkwaliteitsportaal (incl. het oude Limnodata) gegevens over het voorkomen in het water levende plant- en diersoorten gehaald. Deze zijn aangevuld met gegevens ter beschikking gesteld door waterbeheerders uit het veenweidegebied. Daarnaast zijn van het waterkwaliteitsportaal gegevens over waterkwaliteit gehaald. Het betreft metingen aan de fysisch-chemische kwaliteit, waterplanten en macrofauna vanaf de jaren '90 tot 2011 (Limnodata) en vanaf 2011 tot en met 2016 (Waterkwaliteitsportaal).

Al deze gegevens hadden een eigen format, welke eerst gestandaardiseerd moesten worden voordat de analyses gedaan konden worden.

Voor het uitvoeren van de analyses had het consortium de beschikking over een zeer grote dataset die zowel het voorkomen van de doelsoorten en associatieve soorten als waterchemie betreft. Het gaat om de volgende gegevenssets uit het veenweidegebied:

- 986 meetnetlocaties van het RAVON-ANLb meetnet. Op deze locaties wordt sinds 2015 het voorkomen van een aantal ANLb-doelsoorten gemeten;
- 113 routes waar het voorkomen van de Groene glazenmaker sinds 2016 wordt gemeten;
- 7360 broedvogeltelgebieden waar sinds 1984 het voorkomen van broedvogels is onderzocht;
- 2525 kilometerhokken die in het kader de Sovon Vogelatlas 2012-2015 gestandaardiseerd zijn bezocht zijn bezocht om de aanwezige broedvogels vast te stellen;
- enkele honderden meetpunten in oppervlaktewateren waar zowel in 1981 als recent 115 chemische variabelen en de waterplanten bemonsterd zijn een groot aantal meetlocaties waar in de afgelopen jaren metingen zijn verricht aan de bodem (bodemchemie en poriewaterchemie) (biogeochemische dataset B-WARE);
- archief FLORON met voorkomen van plantensoorten per kilometerhok (zoals opgenomen in de NDFF) inventarisaties van slootsystemen en evaluaties van beheer uitgevoerd door een aantal provincies (conform opdrachtomschrijving);
- informatie van bemonsteringen van chemische parameters en macrofauna zoals indertijd opgenomen in Limnodata (nu beschikbaar via GBIF). Een bewerkte, opgeschoonde versie hiervan is beschikbaar binnen het consortium; daarnaast is navraag gedaan bij een aantal waterschappen naar de beschikbaarheid van recente opnamen van chemie, macrofauna en waterplanten;
- gevalideerde waarnemingen uit de NDFF (aantal records verschilt per soort);
- waterkwaliteitsportaal en aanvullende gegevens van enkele waterschappen.

Deze grotendeels gestandaardiseerde datasets vormen de robuuste basis voor de ruimtelijke analyses van het voorkomen van soorten en het leggen van relaties tussen aanwezigheid/trends van doelsoorten en de ruimtelijke gebiedskenmerken (sleutelfactoren in het water en op het land).

Volledigheid en betrouwbaarheid van de beschikbare gegevens

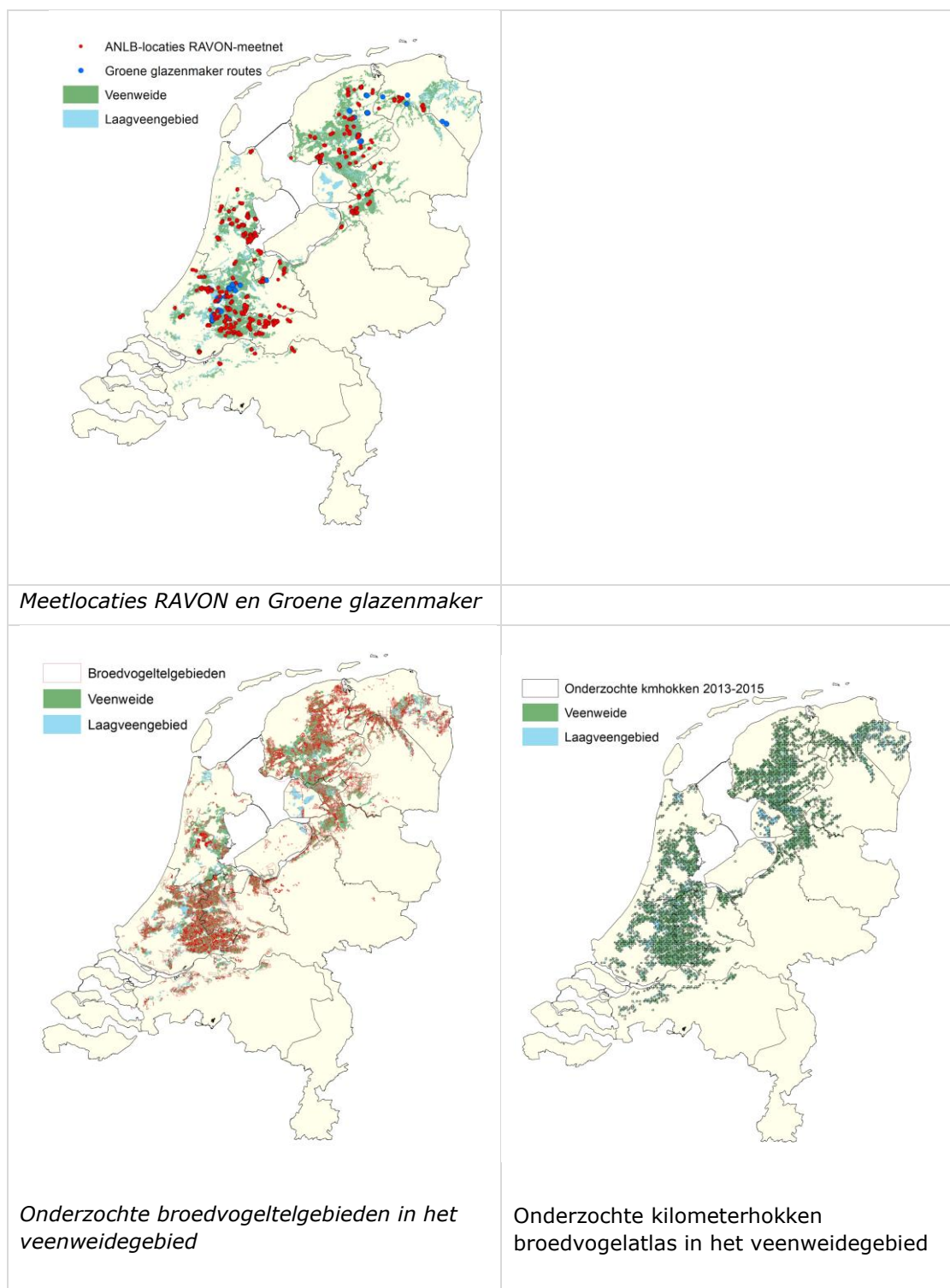
Alle beschikbare meetnet- en atlasgegevens zijn op een gestandaardiseerde manier (meetnetten en deels atlasprojecten) verzameld en gecontroleerd/gevalideerd door de data behorende (soorten)organisaties. Figuur 3.5 toont de ligging van de verschillende typen meetpunten in het veenweidegebied: deze liggen alle goed verspreid over het volledige veenweidegebied. De volledigheid van het FLORON-archief met het voorkomen van planten

varieert per kilometerhok: hiervoor is een inschatting van de volledigheid van elk kilometerhok beschikbaar.

Trendgegevens

Een van de doelstellingen van dit project was om trends met elkaar te vergelijken. Er waren echter alleen trendgegevens voorhanden voor broedvogels en hier is reeds veel over geschreven in relatie tot (veenweide)beheer. Deze doelstelling kon daarom niet verder uitgewerkt worden.

In Figuur 3.5 staan de meetlocaties RAVON en Groene glazenmaker, de onderzochte broedvogeltelgebieden in het veenweidegebied en de onderzochte kilometerhokken broedvogelatlas in het veenweidegebied.



Figuur 3.5. Overzicht van een deel van de beschikbare meetnetlocaties.

Figure 3.5. Overview of some of the available monitoring network locations.

3.3 Theoretisch raamwerk: sloottypering

Waterplanten stellen, net als alle levende organismen, eisen aan hun leefgebied. Onder verschillende condities profiteren dus ook verschillende soorten waterplanten. Omdat waterplanten over het algemeen relatief gemakkelijk te herkennen zijn, kunnen ze gebruikt worden om bijvoorbeeld de voedselrijkdom van een sloot op hoofdlijnen in te schatten (Bloemendaal & Roelofs, 1988; Weeda, 2011; dit rapport).

Vanuit de KRW wordt voor verschillende watertypen een groot aantal plantensoorten genoemd die een goede of slechte ecologische kwaliteit indiceren. De methode om op grond van deze indicaties een beoordeling te geven is vrij ingewikkeld (Pot, 2018). Daarom wordt binnen dit project een eenvoudiger methode voorgesteld dat speciaal op het veenweidegebied is aangepast en met name bedoeld is voor agrariërs, welke natuurlijk wel minder informatie geeft en minder getest is. De indeling geeft sloten met goede, matige en slechte waterkwaliteit. De typering focust op voedselrijkdom, zuurstofgehalte en zoutgehalte, omdat dit belangrijke variabelen zijn voor planten en dieren (Knoben & Peeters, 1997; Bornette & Puijalon, 2011; Evers *et al.*, 2018) ook in het veenweidegebied.

De indeling omvat de volgende 5 sloottypen:

1. Sloottype A1a. (Schone) laagveensloten met lage nutriëntbelasting en goede zuurstofhuishouding.
2. Sloottype A1b. (Schone) laagveensloten met lage tot matige nutriëntbelasting en over het algemeen goede zuurstofhuishouding maar met fluchtig zuurstofgehalte.
3. Sloottype A2. (Matig schone) laagveensloten met matige tot hoge nutriëntbelasting en doorgaans hoge waterplantenbiomassa en daardoor wisselende zuurstofwaarden.
4. Sloottype A3. (Niet schone) laagveensloten met een hoge tot zeer hoge nutriëntbelasting, hoge bedekking en/of biomassa van planten met drijfblad of algen en slechte zuurstofhuishouding.
5. Sloottype B. Brakke laagveensloten met doorgaans matige tot zeer hoge nutriëntbelasting en vaak hoge natuurlijke toxines zoals sulfide, ammoniak en vaak slechte zuurstofhuishouding en sterk wisselend zoutgehalte*.

*Aangezien er maar weinig echt brakke sloten in de data van het veenweidegebied aangetroffen waren is categorie B, brakke laagveensloten, verder buiten beschouwing gelaten in de uiteindelijke data-analyse. Waar mogelijk en relevant zal deze wel besproken worden.

In eerste instantie is de verwachte vegetatie in elk van deze typen beschreven op basis van de hiervoor genoemde literatuur. Vervolgens zijn aan de hand van Roelofs *et al.*, in prep. specifieke waterplanten toegevoegd die typisch bleken voor één van deze sloottypen en relatief vaak gevonden waren tijdens het veldonderzoek van Roelofs *et al.*, in prep. (Tabel 5.1 in par. 5.2). Daarna is met de planten- en waterkwaliteitsgegevens van de waterbeheerders nagegaan of de sloottypering klopt door de gemiddelde voedselrijkdom en saliniteit per sloottype uit te rekenen. De monsterlocaties van de waterschappen (alleen sloten veenweidegebied) zijn als volgt getypeerd:

1. De bedekking van de geselecteerde waterplanten is bepaald;
2. Vervolgens werden de bedekking van de soorten van hetzelfde sloottype bij elkaar opgeteld. Het type dat zo de hoogste bedekking heeft is het type van de monsterlocatie (sloottraject);
3. Wanneer twee sloottypen hetzelfde bedekkingspercentage hadden, werd het 'mooiste' sloottype gekozen, aangezien de abundantie van deze soorten op een goede waterkwaliteit wijzen. Als er geen enkele geselecteerde waterplant aanwezig was werd geen sloottype toegekend (categorie 0).

3.4 Data analyse

3.4.1 Relatie waterplanten en waterkwaliteit

Op basis van de sloottypering werden correlatieanalyses uitgevoerd tussen de EKR-deelscore voor watervegetatie en de abundantie van alle aanwezige plantsoorten in sloten van het veenweidegebied (EKR = Ecologische Kwaliteitsratio, zie ook § 2.2). Om tot de selectie van de 4 gidssoorten (planten) te komen die een betere slootkwaliteit in het veenweidegebied indiceren zijn deze gegevens met de soorten gekoppeld aan de gebruikte sloottypering, alsmede de mate van aanwezigheid van de plantensoorten in het veenweidegebied. Een extreem zeldzame soort als gidssoort kiezen heeft weinig zin, aangezien deze nauwelijks gevonden zal worden.

Voor deze soorten is vervolgens een literatuurstudie uitgevoerd (wetenschappelijke literatuur en Nederlandstalige werken) om informatie te verzamelen over o.a. de herkenning van de soort, onder welke condities deze groeit, mogelijke bottlenecks van de soort en geschikt beheer. Deze is, indien nodig, aangevuld met expertkennis en verwerkt tot een soortenfiche vergelijkbaar met die al bestaan voor de ANLb-doelsoorten.

Hotspots KRW-indicatorsoorten planten

Als laatste is er, voor de volledigheid, ook een ruimtelijke analyse uitgevoerd op de aanwezigheid van positieve of negatieve indicatoren (waterplanten) voor de KRW. Hiervoor zijn hotspotkaarten gemaakt van de KRW-indicatorsoorten (zie par. 3.5.2 voor de analysemethode). De KRW-indicatorsoorten planten zijn als volgt gegroepeerd: score 1 & 2 uit de KRW-maatlat (min of meer de positieve indicatoren), score 3 & 4 (min of meer de matige kwaliteit indicatoren) & score 5 (min of meer de slechte kwaliteit indicatoren). Hierbij zijn we uitgegaan van KRW-watertype M8.

3.4.2 Relatie macrofauna en biologische waterkwaliteit

Biologische waterkwaliteitsbeoordeling

Voor de beoordeling van de waterkwaliteit wordt vaak gebruikt gemaakt van ongewervelde waterdieren, omdat deze organismen vaak een indicatie zijn voor de omstandigheden zoals die over een langere periode aanwezig zijn geweest. Wanneer een organisme meerdere jaren in het water leeft zal gedurende die tijd de kwaliteit van voldoende niveau moeten zijn wil het overleven.

In de loop der tijd zijn diverse beoordelingssystemen ontwikkeld, zowel internationaal als nationaal. Veel internationale beoordelingssystemen zijn echter niet bruikbaar voor (laagveen)sloten, zoals de BMWP (British Monitoring Working Party) die ontwikkeld is voor stromende wateren. Andere systemen, zoals de beoordelingssystematiek van de KRW, zijn weliswaar bruikbaar voor laagveensloten, maar vragen kennis en vaardigheden die alleen bij experts aanwezig zijn. Voor dit onderzoek zijn uit de beschikbare gegevens eerst die opnamen geselecteerd waar de verschillende habitats naar rato zijn bemonsterd (multihabitat) met een monsterlengte van 5 m of waarbij de aantallen gestandaardiseerd zijn naar 5 m. Omdat de gegevens een periode bestrijken van bijna 40 jaar is taxonomische standaardisatie nodig (verbeterde determinatie mogelijkheden, taxonomische verschuivingen, andere naamgeving etc.). Daarnaast is de selectie beperkt tot wateren die behoren tot het KRW watertype M8 (Gebufferde laagveensloten) wat uiteindelijk resulteerde in ruim 2450 monsters met ruim 550 taxa.

Voor ieder monster is bepaald wat de diversiteit aan genera was en is met behulp van het programma QBWat de KRW-waterkwaliteit volgens de macrofauna bepaald. Voor alle genera is de relatie onderzocht met de biologische waterkwaliteit volgens de KRW. Dit is ook gedaan

voor de diversiteit in genera. Multivariate analyses zijn uitgevoerd om te onderzoeken in welke mate de macrofauna levensgemeenschap samenhangt met KRW-waterkwaliteit en rijkdom aan genera. Het resultaat van deze analyses is inzicht in genera die een duidelijk verband vertonen met de waterkwaliteit en daarmee als mogelijke indicatoren beschouwd kunnen worden.

3.5 Modelling van de verspreiding

Informatie over het voorkomen van soorten is voor grote gebieden zoals een regio, provincie of land maar zelden gebiedsdekkend. Alleen van enkele soorten die beperkt zijn in hun voorkomen én gemakkelijk te tellen zijn, zoals kolonievogels, wordt jaarlijks bijgehouden waar ze voorkomen en hoeveel er zijn. Van de meeste andere soorten wordt steekproefsgewijs vastgesteld waar ze voorkomen, zowel in de tijd als in de ruimte. Ook worden van veel soorten losse waarnemingen verzameld. Losse waarnemingen hebben als nadeel dat vaak alleen de 'krenten in de pap' worden doorgegeven. Dit leidt tot een vertekend beeld van het voorkomen van soorten, waarmee bij het gebruik van die informatie rekening moet worden gehouden.

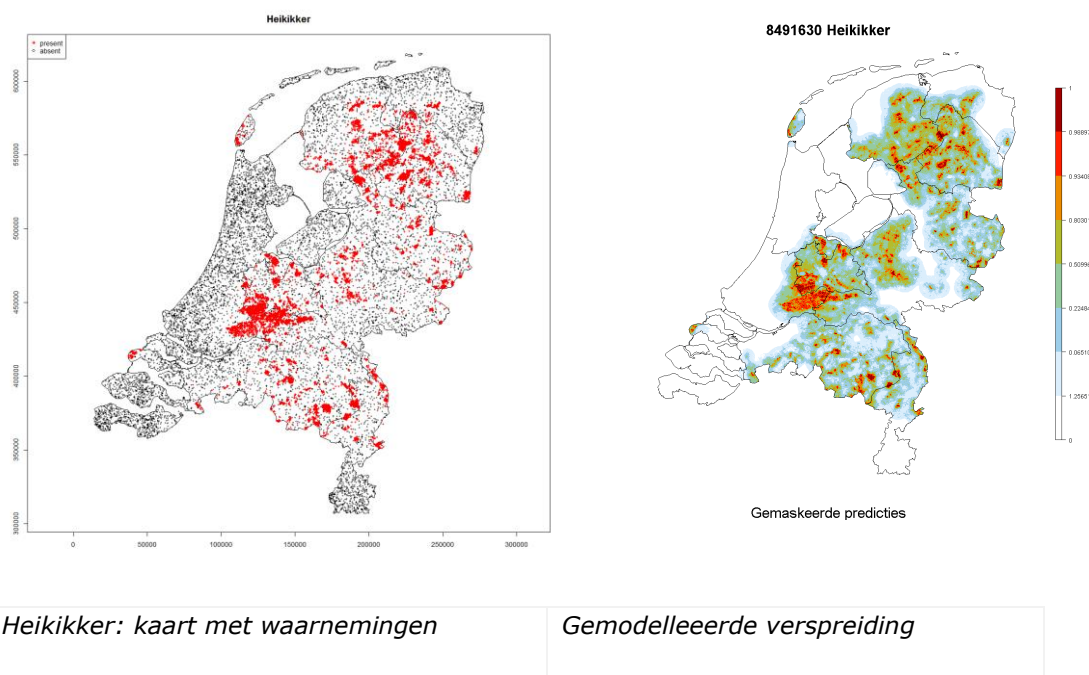
De afgelopen jaren zijn vanuit verschillende invalshoeken methoden ontwikkeld om onvolledige datasets om te zetten naar landsdekkende betrouwbare verspreidingsbeelden (Guisan & Zimmermann 2000; Sierdsema *et al.*, 2005). Met behulp van modellen kunnen kaarten worden opgesteld met een voorspelling van de kans op voorkomen en/of de (relatieve) dichtheid, zogenaamde predictiekaarten. Voor de hier toegepaste ruimtelijke modellering is gebruik gemaakt van informatie over het landgebruik en andere omgevingskenmerken. Deze informatie wordt gebruikt om relaties te kunnen beschrijven in statistische modellen tussen de waarnemingen en de omgevingskenmerken. Deze relaties zijn vervolgens gebruikt om het verwachte voorkomen te voorspellen in vierkante vakken van 250x250 meter. Deze vakken worden aangeduid met de term 'gridcellen' of '250m-hokken'.

Het ruimtelijk model is opgebouwd uit een combinatie van een regressiemodel en de ruimtelijk geïnterpoleerde residuen van het regressiemodel. Zie o.a. Hengl *et al.* (2007), Hengl *et al.* (2009), Pebesma *et al.* (2005) en Sierdsema & van Loon (2008) voor meer informatie over deze methodiek. Voor de ruimtelijke analyse is gebruik gemaakt van Random Forest-modellen (zie Breiman 2001 en Boulesteix *et al.* 2012 voor een uitgebreide toelichting en box 1).

Met behulp van de modellen wordt een 'predictie' gemaakt voor alle 250m-hokken op grond van de beschikbare en relevante omgevingsvariabelen die zijn opgenomen in het model. Een regressiemodel voorspelt echter zelden precies de waarnemingen, want er is altijd verschil tussen de werkelijke waarnemingen en de modelvoorspellingen, de zogenaamde 'residuen'. De residuen vertellen ons waar het model blijkbaar nog niet helemaal goed zit. Vooral als we gebieden zien met overwegend positieve residuen (het voorkomen wordt onderschat) of negatieve residuen (het voorkomen wordt overschat), is er blijkbaar sprake van lokale omstandigheden die niet goed worden beschreven door de variabelen die zijn opgenomen in het regressiemodel.

Een vervolgstap kan dan zijn om op zoek te gaan naar variabelen die het gevonden patroon in de residuen kunnen verklaren. Dit zijn dan zogenaamde 'taylor-made'-modellen: voor elke soort afzonderlijk wordt zo goed mogelijk de meest relevante set aan omgevingsvariabelen bij elkaar gezocht en gemodelleerd. Voor een aantal soorten zal zelfs dat geen soelaas bieden: de relevante informatie is simpelweg niet beschikbaar voor elke locatie in Nederland. Voor de hier gepresenteerde kanskaarten zijn (vrijwel) geen 'taylor-made'-modellen gemaakt omdat die per soort (zeer) veel tijd kosten om te maken. Er is echter nog een andere oplossing om de voorspelde verspreiding te verbeteren: interpolatie van de residuen.

Door de residuen te interpoleren naar een vlakdekkend kaartbeeld ontstaat een kaart met gebieden die overwegend onderschat of overschat worden. Voor interpolatie van de residuen kan gebruik worden gemaakt van (block-) Inverse Distance Weighting (IDW) en Kriging. De laatste methode is veel rekenintensiever dan de eerste: in deze versie van de predictiekaarten is daarom gebruik gemaakt van IDW. Voor een beschrijving van de twee bovengenoemde interpolatie methodieken, zie Bivand *et al.* 2013. De modelvoorspellingen per 250m-hok en de geïnterpoleerde residuen worden tenslotte bij elkaar opgeteld (Sierdsema & van Loon 2008) (Figuur 3.6).



Figuur 3.6. Voorbeeld van een kaart waarnemingen (rood) en gemodelleerde nullen (grijs) (links) en de gemodelleerde verspreiding (rechts).

Figure 3.6. Example of a map of observations (red) and modeled zeros (gray) (left) and the modeled distribution (right).

Technische uitvoering

De berekeningen voor de predictiekaarten zijn uitgevoerd met het statistische programma R (R Core Team 2020), versie 3.6.3 (64-bits versie). Voor de analyses is het R-package 'SDMmaps' (Kampichler *et al.* 2020), versie 0.15-4 gebruikt. SDMmaps vat functies uit een grote aantal van R-packages samen die zorgdragen voor het inlezen van de waarnemingen, samenvoegen met ruimtelijke data, uitvoeren van de ruimtelijke modellen, projecteren van de modellen op het hele land en maken van de kaarten. Specifiek werd voor de RandomForest-modellen gebruik gemaakt van de snelle algoritme 'ranger' van Wright & Ziegler (2017). Naast de echte en de 'slimme' nullen zijn 10.000 random nullen gegenereerd. De interpolaties met IDW zijn uitgevoerd met functies uit het R-package 'gstat' (Pebesma & Wesseling 1998) waarbij gebruik is gemaakt van een block van 2x2 km en punten tot een maximale afstand van 50 km (Bivand *et al.* 2013).

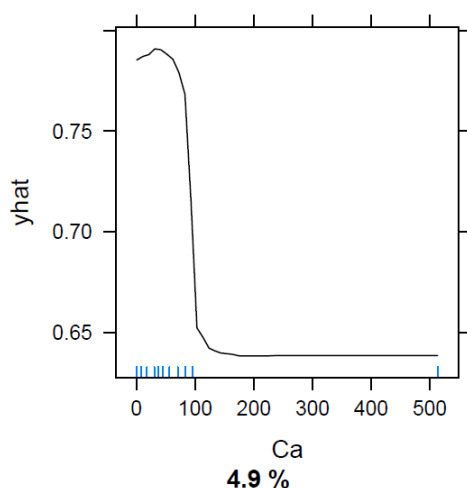
Voor alle doel-, gids- en indicatorsoorten zijn regressiemodellen gemaakt. Daarnaast is voor een uitgebreide selectie van plantensoorten die in zekere mate kenmerkend zijn voor laagveensloten regressiemodellen gemaakt. Het gaat hierbij met name om soorten die worden gebruikt om een KRW-indicatiewaarde toe te kennen.

Box 1. Random Forest Modelling

Random Forests zijn geschikt voor deze analyses omdat ze kunnen omgaan met hoog-dimensionele, niet-lineaire en collineaire gegevens en omdat ze weinig vatbaar zijn voor over-fitting. Random Forests worden regelmatig gebruikt voor de modellering van de verspreiding van soorten (o.a. Benito-Garzon *et al.* 2006, Cutler *et al.* 2007, Kampichler *et al.* 2010, Mascaro *et al.* 2014) en in recente vogelatlasprojecten zoals de atlas van broed- en wintervogels van Groot-Brittannië en Ierland (Balmer *et al.* 2013), de atlas van algemene broedvogels van Polen (Kuczyński & Chylarecki 2012) en de nieuwe Vogelatlas van Nederland (Sovon 2018).

Random Forests zijn gebaseerd op het genereren en selecteren van een groot aantal regressiebomen. Regressiebomen zijn een klassieke machine learning-methode die al drie decennia geleden werd ontwikkeld (Breiman *et al.* 1984). Voor elk van de bomen in een Random Forest wordt alleen een gebootstrapte steekproef van de waarnemingen gebruikt en in elke tweedeling van de boom wordt slechts een toevallig gekozen subset van de verklarende variabelen gekozen. Elke boom in de Random Forest zal dus andere predicties opleveren, afhankelijk van de gebruikte cases en omgevingsvariabelen. Uiteindelijk wordt voor elke waarneming de gemiddelde predictie van het aantal gebruikte bomen berekend. De niet-gebruikte waarnemingen om een boom te maken - de zogenaamde 'out-of-the-bag (OOB)' cases - worden benut voor de bepaling van de kwaliteit van de Random Forest modellering en van de importantie van de omgevingsvariabelen. Zo wordt dus informatie verkregen over het relatieve belang van elke variabele bij het verklaren van het voorkomen van een soort.

Met behulp van regressie-analyses is het mogelijk om de relatie in beeld te brengen tussen het voorkomen van soorten en omgevingskenmerken (Figuur 3.7). Dit levert informatie op over de omgevingskenmerken die het beste het voorkomen van de soort beschrijven.



Figuur 3.7. Voorbeeld van een *partial dependence plot*. Hier wordt de relatie weergegeven tussen het voorkomen van Heikikkers in Nederland en het Ca-gehalte van het water. De y-as toont het verschil in de kans op voorkomen bij toenemende Ca-concentraties bij gelijkblijvende waarden van alle andere variabelen in het regressiemodellen. In dit geval neemt de gemiddelde kans op voorkomen af van ca. 0.79 naar 0.64. De waarde onder de grafiek geeft het relatieve belang (4.9%) van de variabele in de analyse weer.

Figure 3.7. Example of a partial dependence plot. The relationship between the occurrence of Moor frogs in the Netherlands and the Ca content of the water is shown here. The y-axis shows the difference in the probability of occurrence with increasing Ca concentrations with constant values of all other variables in the regression models. In this case, the average chance of occurrence decreases from about 0.79 to 0.64. The value below the graph represents the relative importance (4.9%) of the variable in the analysis.

Voor alle doel- en indicatorsoorten zijn de partial dependence plots opgenomen in de digitale bijlagen (Bijlage 2)

Beoordeling van de modelkwaliteit

De modelkwaliteit van de randomForest-modellen van de doel- en indicatorsoorten is te zien in de digitale bijlage 'Modelkwaliteit regressiemodellen doel- en indicatorsoorten.xlsx'. Met behulp van het R-package PresenceAbsence (Freeman & Moisen 2008) is voor de observaties en de bijhorende modelpredicties de AUC (area-under-curve) berekend waarbij de curve de ROC (receiver operating characteristic) is. Deze methode wordt veel gebruikt om de performance van verspreidingsmodellen te bepalen (Manel et al. 2001). De AUC kan variëren tussen 0.5 en 1. Hoe hoger de waarde hoe beter het model presteert. Voor de hier gegenereerde modellen is de AUC altijd (bijna) 1 met een standaard deviatie van 0 (kolom AUC.sd in het Excel-bestand). Een AUC-waarde van (bijna) 1 kan betekenen dat het model uitmuntend is maar dat er de gevaar van overfitting bestaat: het model beschrijft de waarnemingen dan heel nauwkeurig, maar is niet geschikt voor predicties voor andere locaties. Dit is hier echter niet het geval: de percentage explained variance (kolom 'explVar' in het Excel-bestand) is voor alle soorten heel hoog. Deze wordt berekend voor gegevens die niet zijn gebruikt tijdens het trainen van het model en kenmerken dus juist een groot vermogen van extrapolatie naar andere locaties. De beoordeling van 'explVar' volgt deze classificatie (waarbij de scherpe begrenzingsen tussen de klassen tot op zekere hoogte arbitrair zijn):

- explVar < 0 : niet te modelleren
- explvar >= 0 en < 15 : slecht
- explvar >= 15 en < 30 : matig
- explvar >= 30 en < 50 : redelijk
- explvar >= 50 en < 75 : goed
- explvar >= 75 en < 90 : zeer goed
- explvar >= 75 en < 90 : uitmuntend

Voor de combinatie van AUC en explVar gebruiken we deze classificatie:

- AUC = 1 en explVar < 50 : overfitting/matig
- AUC = 1 en (explVar >= 50 en < 75) : goed
- AUC = 1 en (explVar >= 75 en < 90) : zeer goed
- AUC = 1 en explVar >= 90 : uitmuntend

Op basis van deze criteria beoordelen we alle modellen van de indicator- en doelsoorten als goed tot uitmuntend (Bijlage 2).

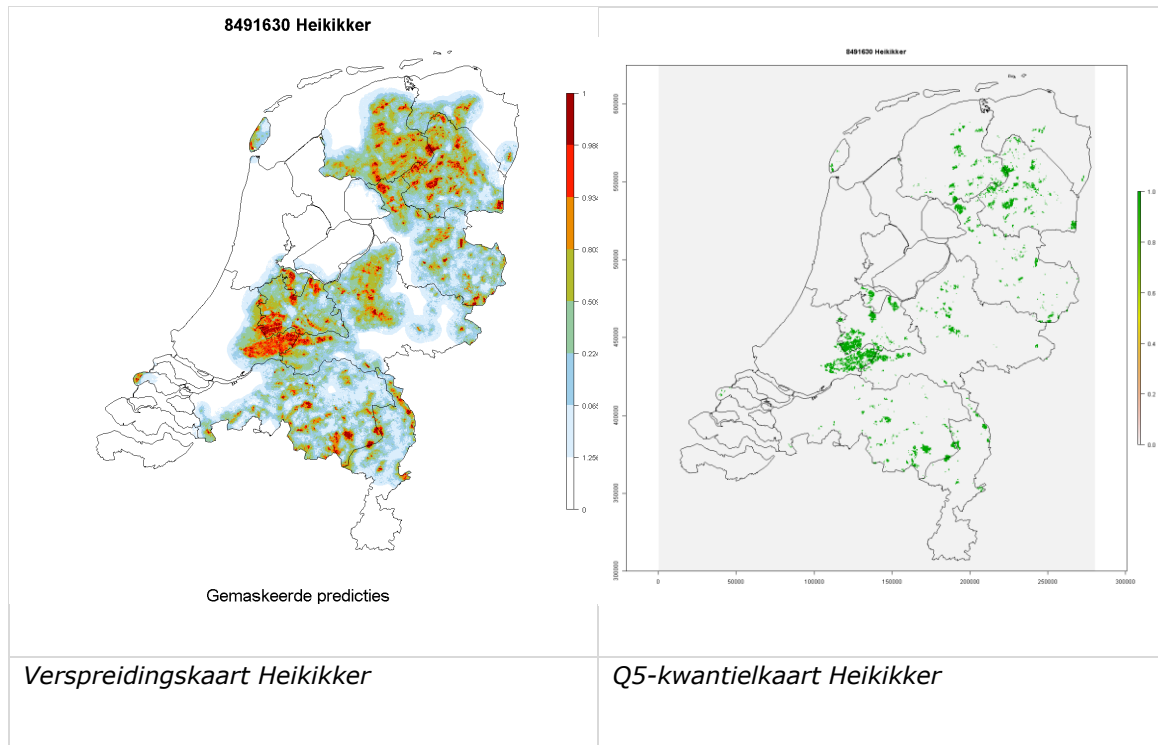
3.5.1 Kwantielkaarten

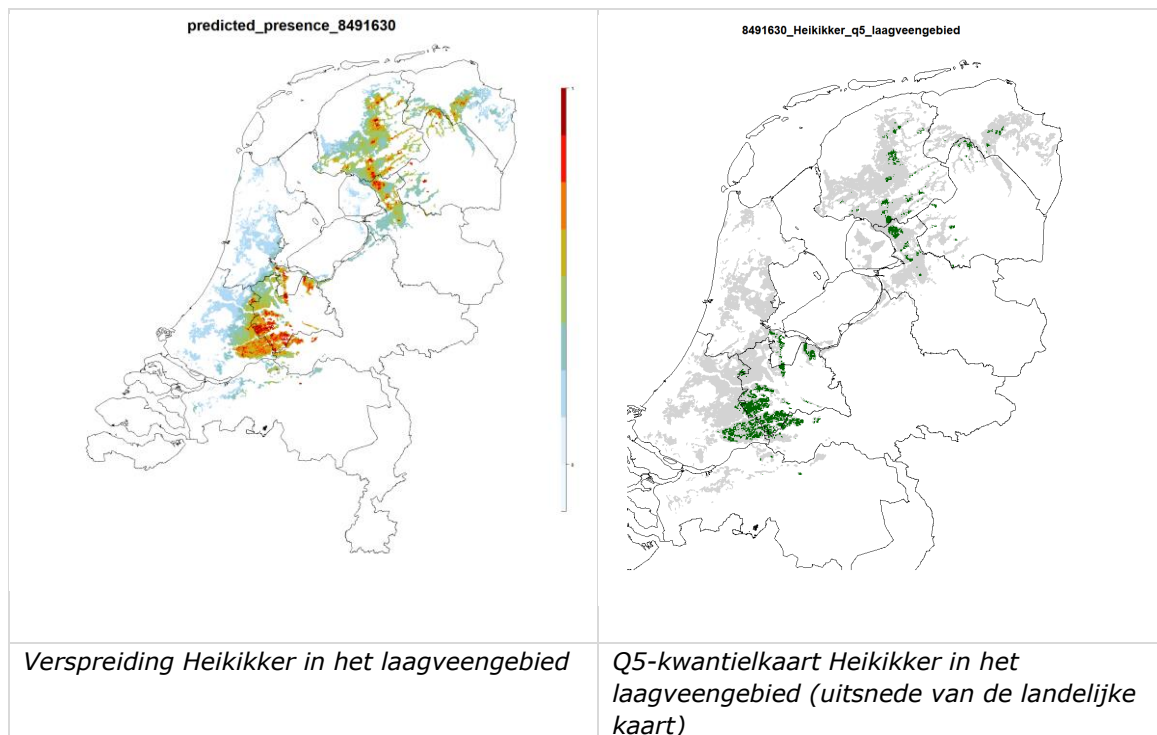
De hiervoor beschreven modelleertechniek levert gebiedsdekkende verspreidingskaarten per soort op. De vraag is vervolgens hoe deze kunnen worden gecombineerd tot kaarten voor een groep van soorten. De kaarten voor de verschillende soorten kunnen namelijk niet zonder meer worden opgeteld. Met name voor abundantiekaarten, die dus een dichtheid voorspellen, geldt dat de dichtheden tussen de soorten zeer sterk verschillen. Het zo maar combineren van soortkaarten door sommatie of middeling zou ertoe leiden dat de resulterende kaart vooral het voorkomen van een aantal zeer algemene soorten in beeld brengt.

De meest eenvoudige manier om de kaarten vergelijkbaar te maken tussen soorten is om deze om te zetten in een kaart met aan- en afwezigheid. De optelling van de kaarten levert dan een kaart op met de soortenrijkdom. Alle informatie over verschillen in dichtheid die beschikbaar is in de abundantiekaarten gaat dan echter wel verloren. Dit is op te lossen door in plaats van aan- of afwezigheid van een soort, gebieden met hoge- en lage dichtheden te onderscheiden of gebieden met een hoge en lage kans op voorkomen. Dit is makkelijker gezegd dan gedaan, want voor elke soort zullen immers soort- en zelfs kaart-specifieke criteria nodig zijn. Dit is opgelost door het maken van zogenaamde 'kwantielkaarten'.

Kwantielkaarten laten zien wat het kleinst mogelijke gebied is waar zich bijvoorbeeld 5% of 25% van de populatie bevindt. Om bijvoorbeeld een 5%-kwantielkaart te maken wordt eerst het totale aantal of totale kans voor de hele kaart berekend. Vervolgens wordt bepaald wat hiervan 5% is. Vervolgens worden alle waarden van de afzonderlijke gridcellen gesorteerd van groot naar klein. Deze worden dan één voor één bij elkaar opgeteld van groot naar klein, net zo lang tot de waarde van 5% van de populatieomvang/opgetelde kansen is bereikt. Alle gridcellen die tot dan toe bij elkaar zijn opgeteld vormen dan het 5%-kwantielgebied. In dat gebied komt dan dus 5% van de populatie voor op een zo klein mogelijk oppervlakte. Op deze manier kan voor elke soort afzonderlijk in beeld worden gebracht wat de meest belangrijke gebieden voor deze soort zijn.

Voor de kans-op-voorkomen-kaarten kan een vergelijkbare procedure worden toegepast. Hiervoor worden alle kansen bij elkaar opgeteld en op een vergelijkbare manier kwantielkaarten gemaakt. De gekozen kwantielwaarde hangt af van de toepassing van de kaarten. In dit geval is voor de kaarten van de soorten de 5%-kwantielwaarde gebruikt om te topgebieden te begrenzen (Figuur 3.8). De 35%-kwantielwaarde geeft in dit geval een goed beeld van volledige verspreiding van de soort, met uitzondering van de meer marginale locaties.





Figuur 3.8. Voorbeeld van het proces om van de landelijke gemodelleerde verspreidingskaart naar een landelijke kwantielkaart te komen en de uitsneden daarvan voor het laagveengebied.

Figure 3.8. Example of the process of moving from the nationally modeled distribution map to a nationwide quantile map of Moor frog and its excerpts for the lowland peatlands.

3.5.2 Hotspotkaarten

Met de kwantielbenadering kunnen soorten met grote verschillen in talrijkheid en geheel verschillende typen kaarten toch bij elkaar worden opgeteld om tot een totaalbeeld over een groot aantal soorten te komen. Door nu de afzonderlijke kwantielkaarten per soort op te tellen, kan een kaart gemaakt worden die in detail de lokale 'soortenrijkdom' weergeeft. Soortenrijkdom tussen aanhalingstekens, omdat door de verwerking van verschillen in abundantie en kans op voorkomen in de kaarten, deze een informatiever beeld geven over de biodiversiteit dan alleen de soortenrijkdom. Om verwarring te voorkomen met de gangbare kaarten die soortenrijkdom weergeven, gebruiken we voor deze kaarten de term 'hotspotkaarten'. Met behulp van hotspotkaarten wordt dus aangegeven waar zich het zwaartepunt van de verspreiding van een groep van soorten bevindt.

Vergelijkbaar met de kwantielkaarten voor soorten zijn ook kwantielkaarten van de hotspotkaarten gemaakt. Dit levert vervolgens kaartbeelden op met de locaties die in beeld brengen welke locaties het belangrijkste zijn voor de groep van soorten die zijn samengevoegd in een hotspotkaart.

Er zijn hotspotkaarten gemaakt voor de volgende soortcombinaties:

- Alle ANLb-doelsoorten
- ANLb-doelsoorten van het water
- ANLb-doelsoorten van de oever
- Flora KRW-groep met indicatorsoorten uit categorie 1 en 2 van de EKR ($\pm$ goede kwaliteit)
- Flora KRW-groep met indicatorsoorten uit categorie 3 en 4 van de EKR ($\pm$ matige kwaliteit)
- Flora KRW-groep met indicatorsoorten uit categorie 5 van de EKR ($\pm$ slechte kwaliteit)

De hotspotkaart voor alle ANLb-doelsoorten wordt alleen digitaal meegeleverd omdat deze weinig aanvullende informatie oplevert ten opzichte van de kaarten voor de oever- en watersoorten. Voor macrofauna is geen hotspotkaart gemaakt omdat er maar 4 gidssoorten zijn geselecteerd.

3.6 Habitatvoorkeuren doel- en gidssoorten

Van de kwantielkaarten en hotspotkaarten is voor 5%-beste locaties en het 35%-kwantiellocales die in een laagveengebied liggen een beschrijving gemaakt van de kenmerken van de 123 variabelen die beschikbaar waren in deze analyse. Deze beschrijving is eveneens gemaakt voor locaties die marginaal zijn voor een soort of groep van soorten. Voor een soort betreft dit locaties waar de soort niet of marginaal voorkomt. Voor de soortgroepkaarten gaat het om locaties die voor geen enkele soort een hotspot zijn. Hierdoor wordt duidelijk in hoeverre de beste locaties afwijken van het gemiddelde beeld en de marginale gebieden.

De verspreidingskaarten van de soorten en de hotspotkaarten leveren naast informatie op lokale schaal ook informatie op landschapsschaal. In de modellen zelf zijn omgevingskenmerken van de ruimere omgeving (3x3 en 5x5 km) meegenomen die van invloed kunnen zijn op de geschiktheid van de locatie. En in de kaarten is tevens te zien welke kwaliteiten voorkomen in de ruime omgeving.

Beschrijving omgevingskenmerken

De omgevingskenmerken van de belangrijkste locaties voor de soorten en de hotspots is beschikbaar in de vorm van excelTabellen (zie digitale bestanden Bijlage 2). In Tabellen bij de soortbeschrijvingen in hoofdstuk 4 zijn daarvan de meest belangrijke omgevingskenmerken opgenomen.

4. Resultaten doel- en gidssoorten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor elke ANLb-doelsoort en de geselecteerde gidssoorten een overzicht gegeven van het voorkomen in Nederland en in het laagveengebied. Ook worden de belangrijkste omgevingskenmerken, die een duidelijke relatie hebben met het voorkomen van deze soorten in het laagveengebied, weergegeven. Tot slot wordt indien relevant aangegeven met welke beheeraspecten voor soorten rekening moet worden gehouden.

Kansenkaarten

Elke soortbeschrijving begint met een landelijke verspreidingskaart op een schaal van 250x250 meter. Belangrijk om te vermelden is dat deze kaart niet de individuele waarnemingen weergeeft, maar de berekende verspreiding.

Kwantielkaarten

Voor de soorten wordt naast een verspreidingskaart voor een uitsnede van het laagveengebied de kaart met het landelijke q5-kwantiel (donkergroen, de top5%-locaties), andere locaties met een redelijk kans op voorkomen in het laagveengebied (lichtgroen, in dit geval is gekozen voor het landelijke q35-kwantiel) en het overige laagveengebied (grijs) weergegeven. Die drie klassen in deze kaart zijn de arealen waarvoor de kenmerken van de omgevingsvariabelen zijn beschreven als 'top 5%', 'gemiddeld' en 'marginaal'.

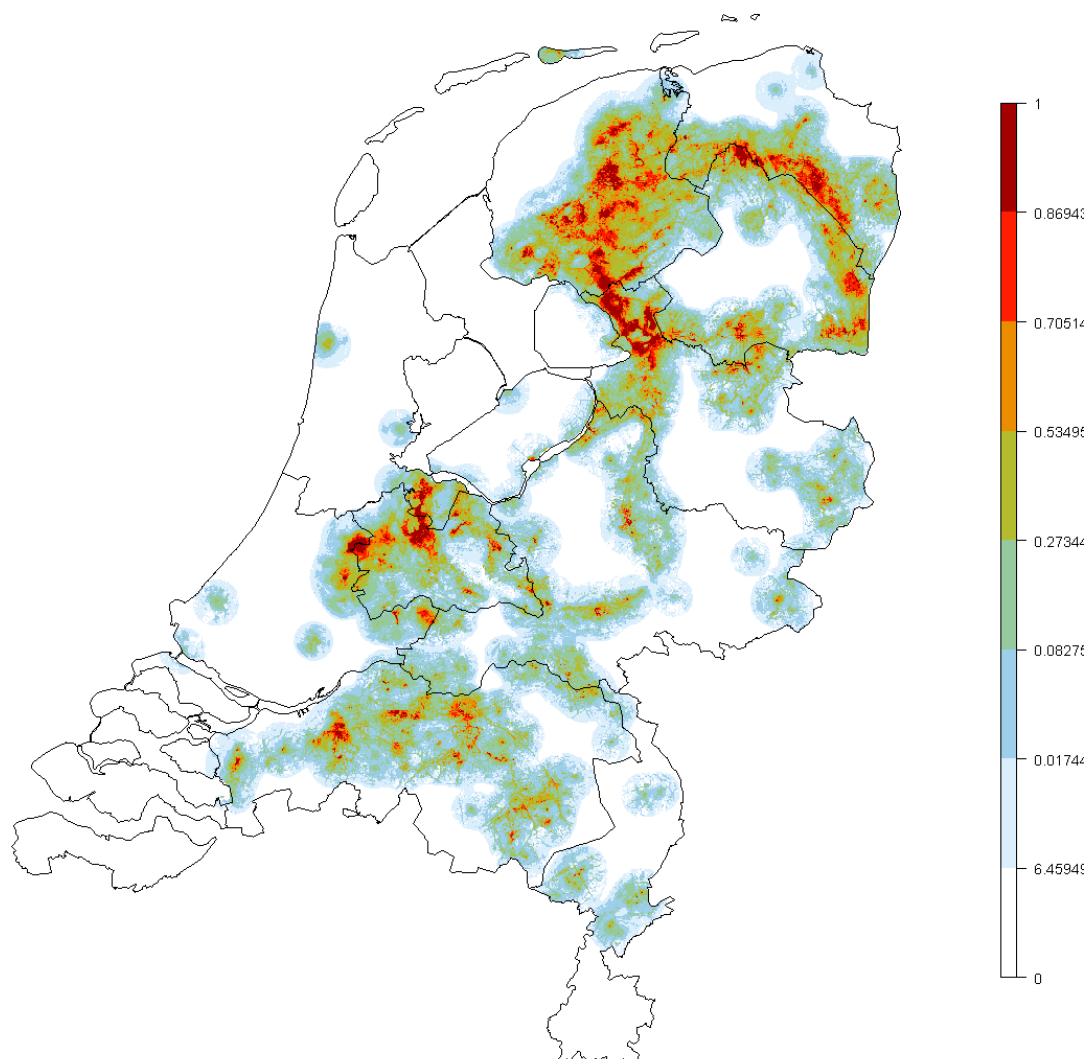
Tabel met belangrijkste omgevingskenmerken

Bij elke soort is ook een Tabel geplaatst die de belangrijkste kenmerken die relateren met het voorkomen van een soort in het laagveengebied weergeven. De Tabel geeft voor de Top5%-locaties (donkergroene gebieden), het hele areaal aangeduid met "gemiddeld" (donker- en lichtgroene gebieden uit de kwantielkaart) en de marginale gebieden (grijze gebieden kwantielkaart) de mediane waarde voor deze variabelen weer.

In de Tabel zijn alleen omgevingskenmerken opgenomen waar er een duidelijk verschil is tussen de toplocaties en de andere delen van het laagveengebied. De Tabel toont eerst de variabelen met een overwegend lokale invloed gesorteerd van een positief naar een negatief verband. Dan volgen de variabelen die meer op landschapsschaal van belang zijn. Voor de keuze van de op te nemen omgevingskenmerken is in principe uit gegaan van de verhouding tussen de waarde van de top 5% en de marginale locaties: die moest kleiner dan 0.8 of groter dan 1.2 zijn.

4.2 Waterplanten

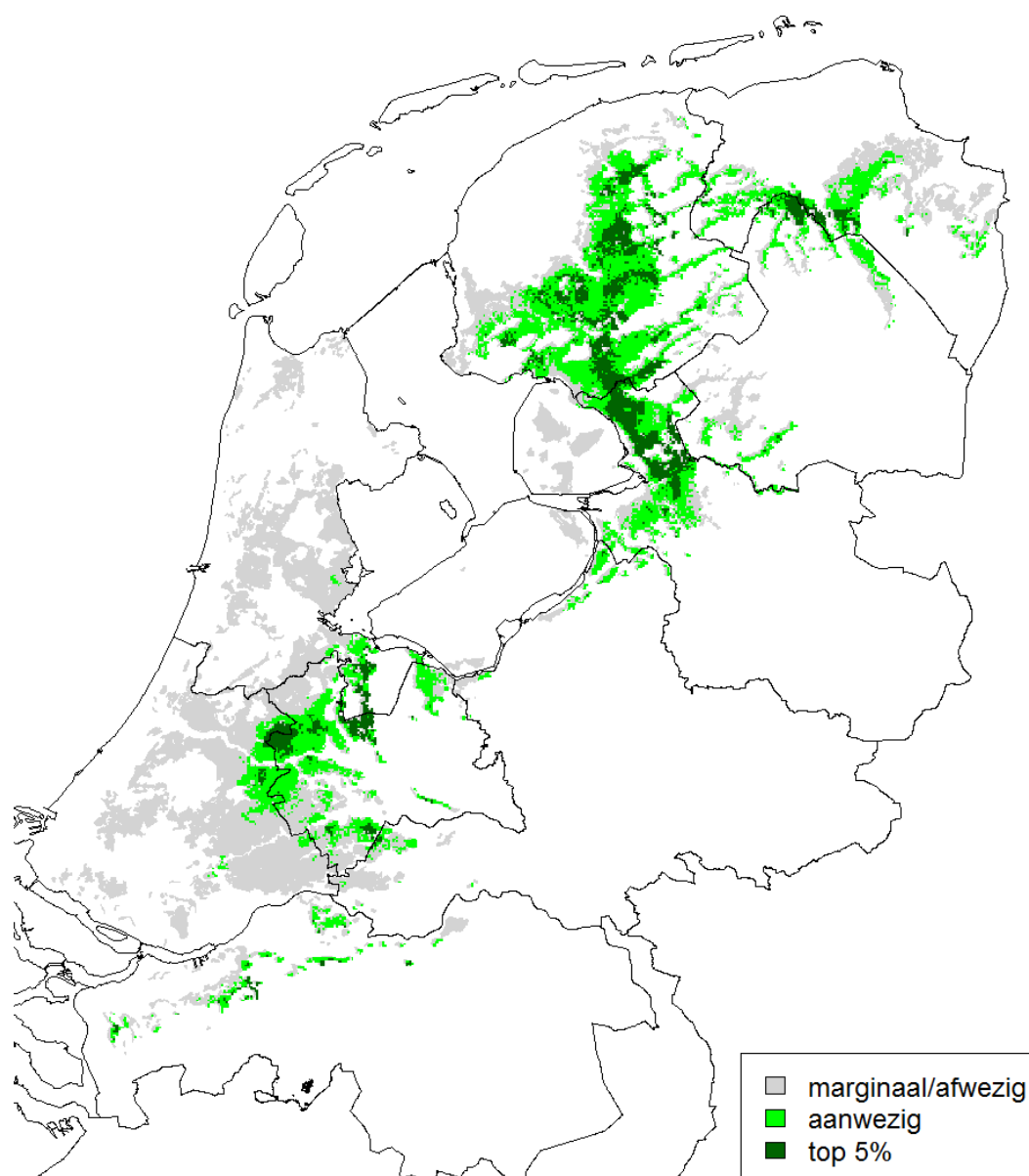
Stomp fonteinkruid (*Potamogeton obtusifolius*)



Figuur 4.1. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.1. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Stomp fonteinkruid



Figuur 4.2. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.2. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Aan de hand van de kaart met waarnemingen (Figuur 4.2) en de kanskaart (Figuur 4.1) is te zien dat de soort breed in het veenweidegebied voor zou kunnen komen maar een zeer sterke voorkeur voor pure veenbodems heeft. Waterkwaliteit en beheer zijn belangrijke aandachtspunten om deze soort te doen uitbreiden. Stomp fonteinkruid is namelijk gevoelig voor frequent beheer en hoge voedselrijkdom (zie ook Bini *et al.*, 1999). Zie hiervoor het volgende hoofdstuk dat ingaat op hoe de slootkwaliteit m.b.t. waterplanten te verbeteren is (zie ook het soortenfiche voor meer informatie en soortspecifiek advies).

Uit de landelijke regressieanalyses komt naar voren dat het calciumgehalte van het water belangrijk is om het voorkomen van Stomp fonteinkruid te voorspellen (relatieve bijdrage van 7.1%, waarbij de soort vooral voorkomt bij relatief lage waarden $q_{25} = <50\text{mg/l}$, zie Bijlage 2). Ook is de soort vooral waargenomen op plekken met lagere HCO_3^- -concentraties ($<200\text{mg/l}$).

Tabel 4.1. Omgevingskenmerken Stomp fonteinkruid van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.1. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

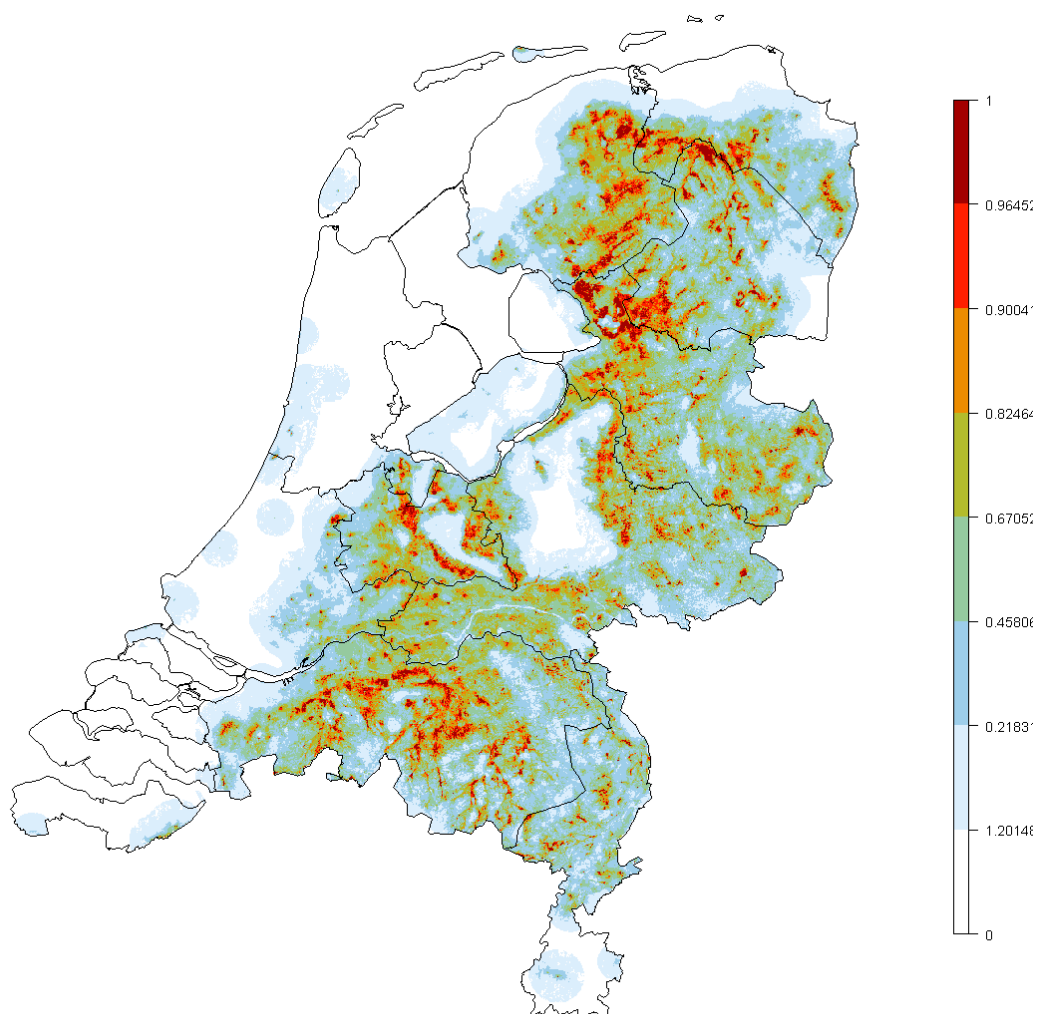
Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	99.6	46	0	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	63.6	34.7	10.7	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m breed)	6.9	4	3	m/ha	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	55.9	33	13	%	Positief
SO ₄	25.97	33.06	70.18	mg/l	Negatief
NH ₄	0.27	0.35	0.57	mg/l	Negatief
NO ₃	0.44	0.61	0.79	mg/l	Negatief
Drooglegging en grondwaterstand	-51.9	-73.7	-76.4	cm	Negatief
Blijvend grasland	29.2	52.2	41.8	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	10	18.5	25.2	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	5.7	15.9	27.3	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	8	1.2	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	7.5	2	0.2	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	8.2	4.1	3.8	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	9	5.1	5	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	5.2	3.7	4.2	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	4.9	3.7	4.4	m/ha	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.5	4.1	6.3	%	Negatief

Stomp fonteinkruid is binnen het veenweidegebied voornamelijk op veenbodem waargenomen, maar minder bij klei op veen (zie covarstatistieken in Tabel 4.1: Voorbeeld: mediaan %veenbodem top5% locaties=99.6% & gemiddeld=46%). Ook komt deze vooral voor op plekken waar weinig akkerbouw (zie Tabel met covarstatistieken). Stomp fonteinkruid komt dan ook veel voor op locaties met een relatief hogere dichtheid aan water zoals smallere sloten, moeras en open water (zie covarstatistieken), wat te verwachten is bij een waterplant, en bij lagere waarden aan nitraat (mediaan top5%=0.44 mg/L; gemiddeld=0.61 mg/L), ammonium (mediaan top5%=0.27 mg/L; gemiddeld=0.35 mg/L) en sulfaat (mediaan top5%=26mg/L; gemiddeld=33mg/L). Uit de literatuurstudie blijkt verder dat ammoniakconcentraties in het water van $>0.02\text{mgN/L}$ moeten worden voorkomen, maar dit kan niet worden nagegaan met de beschikbare data. Ook blijkt dat de soort wel enige

voedselrijkdom van het water aankan, maar niet te veel (mediaan water $\text{PO}_4 = 0.019 \text{ mgPO}_4/\text{L}$; De Lyon en Roelofs, 1986).

Wat opvalt is dat deze fosfaatwaarde vele malen lager is dan de totaal fosforwaarde uit de regressie-analyse. Dit kan verklaard worden doordat vrij fosfaat in het groeiseizoen veelal door planten en algen is opgenomen. De fosfor die gebonden is aan de in het water zwevende deeltjes is ook onderdeel van totaal-P. Toch was de mediaan fosfaatwaarde van het water in de dataset hoger in gebieden met Stompfonteinkruid ($q_5=0.045 \text{ mgPO}_4/\text{L}$ & $q_{25}=0.053 \text{ mg/L}$, zie Bijlage 2). Logischerwijs kan de plant zich dus wel handhaven onder (iets) rijkere condities, maar is dit waarschijnlijk wel een risico voor het voortbestaan van de soort en eventuele uitbreiding (zie het soortenfiche).

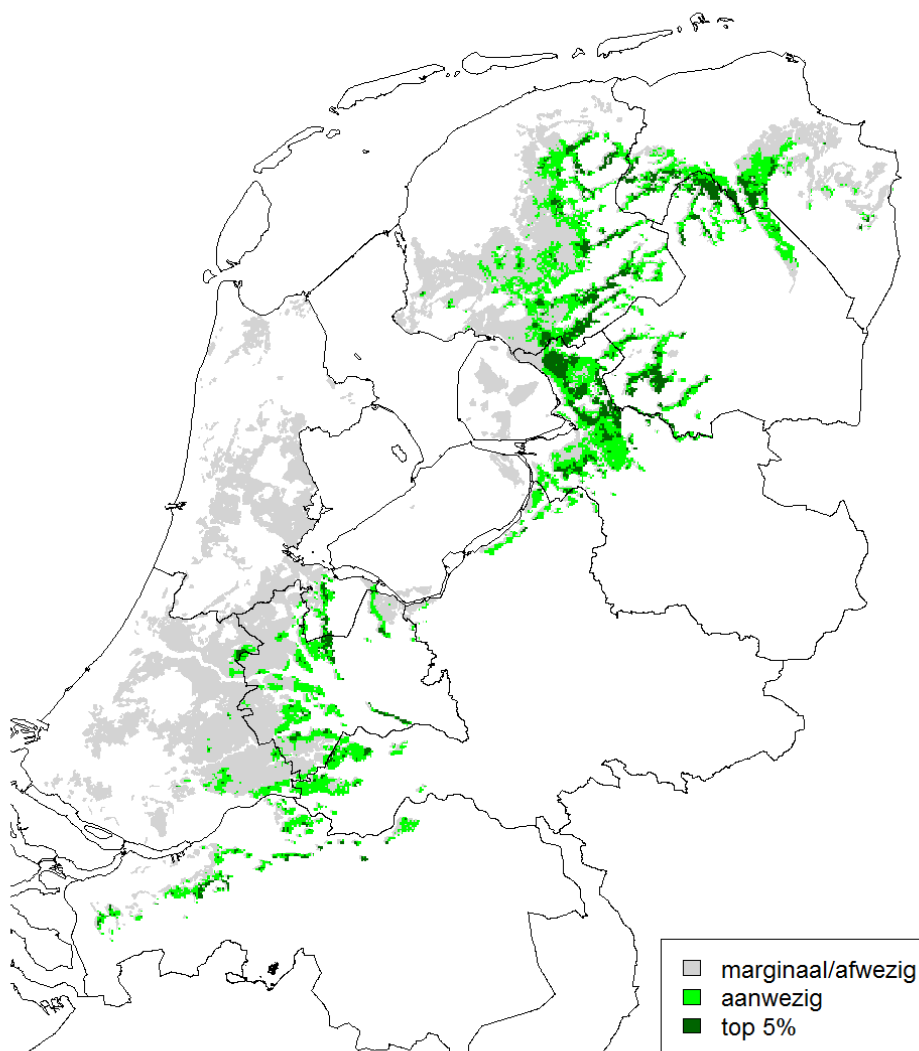
Waterviolier (*Hottonia palustris*)



Figuur 4.3. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.3. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Waterviolier



Figuur 4.4. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.4. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Ook Waterviolier komt redelijk verspreid over het veenweidegebied voor, maar meer gefragmenteerd dan bijvoorbeeld Stomp fonteinkruid. De verspreiding van Waterviolier gaat oostelijker dan Stomp fonteinkruid (zie Figuur 4.4 en Figuur 4.3). Omdat CO₂-rijk water van belang is voor deze soort zijn gebieden waar kwel, en in het bijzonder CO₂ rijk grondwater wordt aangevoerd, het meest kansrijk. Daarnaast zijn ook de algehele waterkwaliteit en het beheer belangrijke aandachtspunten om deze soort te doen uitbreiden. Uit de landelijke regressieanalyse komt naar voren dat klimaat (o.a. temperatuur) belangrijk is om het voorkomen van Waterviolier te voorspellen. De relatieve bijdrage van jaarlijkse temperatuurrange is 8.8%. De correlatie is niet persé causaal, maar kan ook veroorzaakt worden doordat er in warme jaren meer bemonsterd is.

Tabel 4.2. Omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.2. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	84.3	43	0	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	41.2	29	15.5	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	34.4	25.7	17.9	%	Positief
Blijvend grasland	34.7	44.1	49.2	%	Negatief
Cl	34.27	44.91	111.62	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	3	7.7	29.1	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	0.6	4.9	31.7	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	3.2	0.9	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	3.2	1.6	0.3	%	Positief
Zichtbare openheid	105.9	141.5	255.6	ha	Negatief

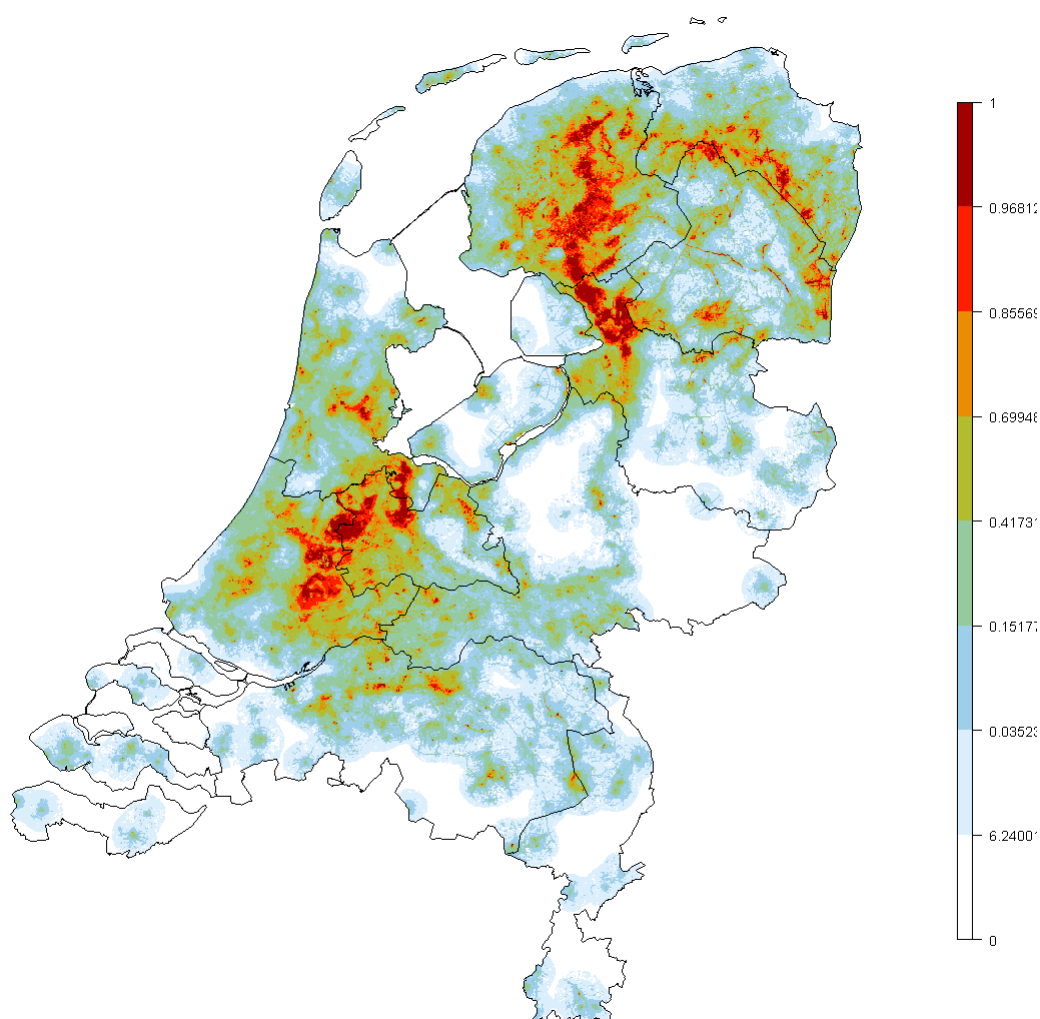
Landelijk wordt de soort gevonden bij een betere waterkwaliteit (mediaan water NO₃: q₅=0.52mg/L & q₂₅=0.57; mediaan water totaal fosfor: q₅=0.139mgP/L & q₂₅=0.144mg/L; zie Bijlage 2).

Waterviolier wordt, net als Stomp fonteinkruid, in het veenweidelandschap voornamelijk gevonden in gebieden met zoetwater en op veenbodems (zie Tabel 4.2 met omgevingskenmerken: top5% 84.3% op laagveenbodem; top5% bij laag Cl-gehalte: 34.27 mg/l). Uit de literatuur blijkt dat de soort ammoniakconcentraties van minder dan 0.02mgN/L nodig heeft in het water (De Lyon & Roelofs, 1987). Uit de literatuurstudie blijkt daarnaast dat de plant alleen CO₂ kan gebruiken als koolstofbron en HCO₃⁻ niet kan benutten (Bloemendaal & Roelofs, 1988) en moet dit in ondergedoken toestand uit het water halen. Daarom groeit de soort vaak op plekken waar CO₂ rijk grondwater omhoog kwelt. Echter, ook blijkt dat als de planten wat later in het seizoen boven het water uitgroeien, de bladeren ook CO₂ uit de atmosfeer kunnen opnemen.

De correlatie tussen het voorkomen van de soort en CO₂ kon niet goed getest worden, mede omdat de concentraties anorganisch koolstof maar op zeer weinig locaties beschikbaar waren, omdat dit moeilijk betrouwbaar te meten is. Ook kunnen deze waarden over de dag en het seizoen sterk fluctueren, waardoor de waarden uit een zeer diverse dataset als deze lastig te vergelijken zijn. Omdat waterviolier ook CO₂ uit de atmosfeer kan opnemen kan een eventueel correlatief verband met opgelost CO₂ verdwijnen.

De mediaan HCO₃⁻-concentraties in q₅ en q₂₅ gebieden van de beschikbare data uit het veenweide landschap waren wel vrij laag: 130 en 134 mg/l en een mediaan pH van 7.4 en 7.5, respectievelijk, was HCO₃⁻-concentratie één van de top 10 parameters in het landelijke voorspellende model voor de kans op voorkomen, al was de relatieve bijdrage laag: 2.9%.

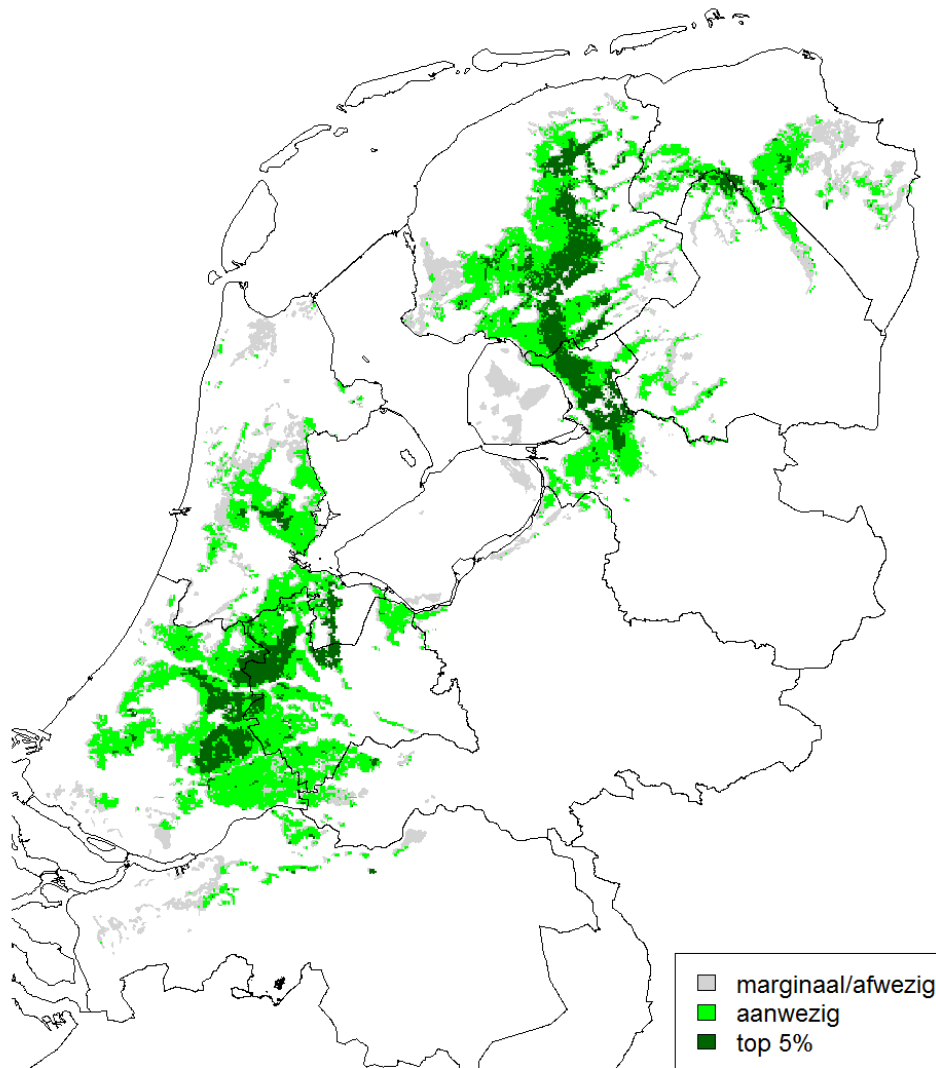
Krabbenscheer (*Stratiotes aloides*)



Figuur 4.5. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.5. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Krabbenscheer



Figuur 4.6. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.6. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Krabbenscheer wordt gezien als een typische soort van veengebieden. Dat Krabbenscheer zich goed thuis voelt op een veenbodem blijkt dan ook uit de de kansenkaart (Figuur 4.5). Krabbenscheer komt wijdverspreid voor in het veenweidegebied (Figuur 4.6). Net als voor de Waterviolier is voor Krabbenscheer CO₂ in het water van belang. Uit onderzoek blijkt dat de plant in het voorjaar een CO₂-concentratie van >200µmol/L (0.26 mg/L) nodig heeft (Harpenslager *et al.*, 2015). Betrouwbare CO₂-concentraties in het water waren echter niet voldoende voor handen in de beschikbare data (zie hiervoor). Ook andere waterkwaliteitsaspecten en het beheer zijn belangrijke aandachtspunten om deze soort te doen uitbreiden.

Bodemtype en de dichtheid aan sloten in het landschap waren belangrijke gegevens bij het voorspellen van het voorkomen van deze soort (relatief belang dichtheid aan sloten van 0-3m breed in de 5x5km omgeving was 9.3% in het landelijke model).

Tabel 4.3. *Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.*

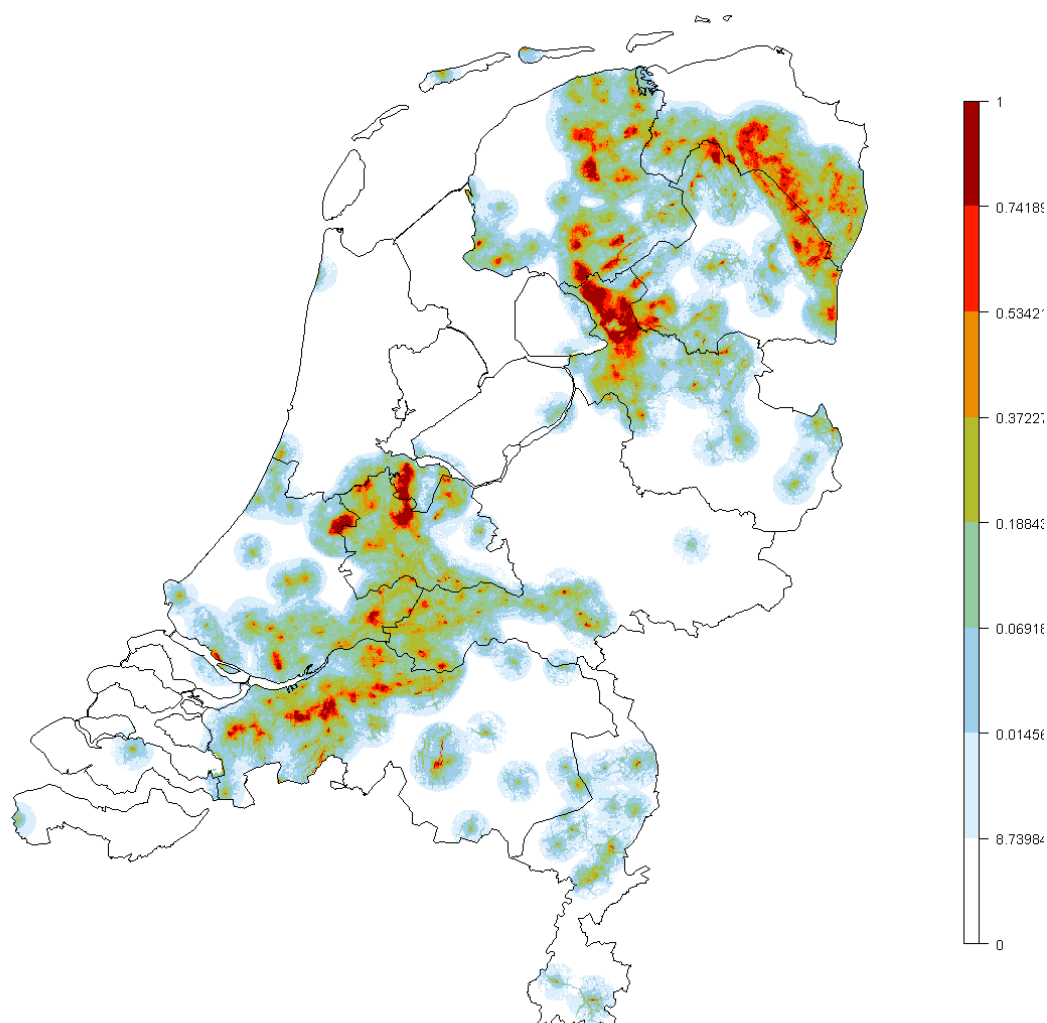
Table 4.3. *Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.*

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	100	21.7	0	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	69.4	31.5	0.8	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	61.1	30.1	2.4	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	7.5	5	0	m/ha	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-54.2	-67.9	-113.3	cm	Negatief
Ca	51.41	68.92	84	mg/l	Negatief
SO ₄	31.87	49.53	69.23	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	9.6	22.4	24.5	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	3.5	22.2	28	%	Negatief
Klei op veenbodem	0	0.9	23.6	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	2.4	0.2	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	3	0.7	0.2	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	6.4	4.6	2.2	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	6.1	4.6	2.2	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	5.7	4.4	2	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.6	3.5	24.8	%	Negatief

Krabbenscheer is een typische veensoort en dat blijkt ook uit de covar-statistieken (zie Tabel 4.3 met Belangrijke omgevingskenmerken in het veenweide gebied). De soort komt voornamelijk voor op de veenbodem (mediaan aandeel laagveenbodem: top5%=100% & gemiddeld=21.7%), maar minder op Klei op veenbodems (zie voorgaande Tabel). Ook is de mediaan van de hoeveelheid smalle sloot (0-3m breed), moeras en open water iets hoger in de topgebieden (q5) dan in het marginale gebied (zie voorgaande Tabel); het is immers een waterplant. Krabbenscheer wordt landelijk qua nitraatwaarden in vergelijkbare wateren gevonden als waar waterviolier en stomp fonteinkruid voorkomen, maar wel bij wat hogere fosforwaarden (mediaan water totaal fosfor: q5=0.171mg/L & q25=0.199mg/L, zie Bijlage 2).

Verder is de kans het hoogst om Krabbenscheer aan te treffen bij lagere sulfaatwaarden (mediaan top5%=31.9mg/L terwijl de mediaan gemiddeld=49.5mg/L en marginaal = 69.2mg/l). Daarnaast blijkt uit de literatuurstudie en recent onderzoek dat een hoge pH en weinig opgelost CO₂ in het water nadelig zijn voor deze soort (Smolders *et al.*, 2019b; mediaan HCO₃-concentraties in q5 en q25 locaties landelijk was respectievelijk 142.6 en 167.3 mg/l met een pH van 7.6, 7.7 en lijken hier dus ook op te wijzen (zie Bijlage 2); zie ook concentratie Ca in voorgaande Tabel).

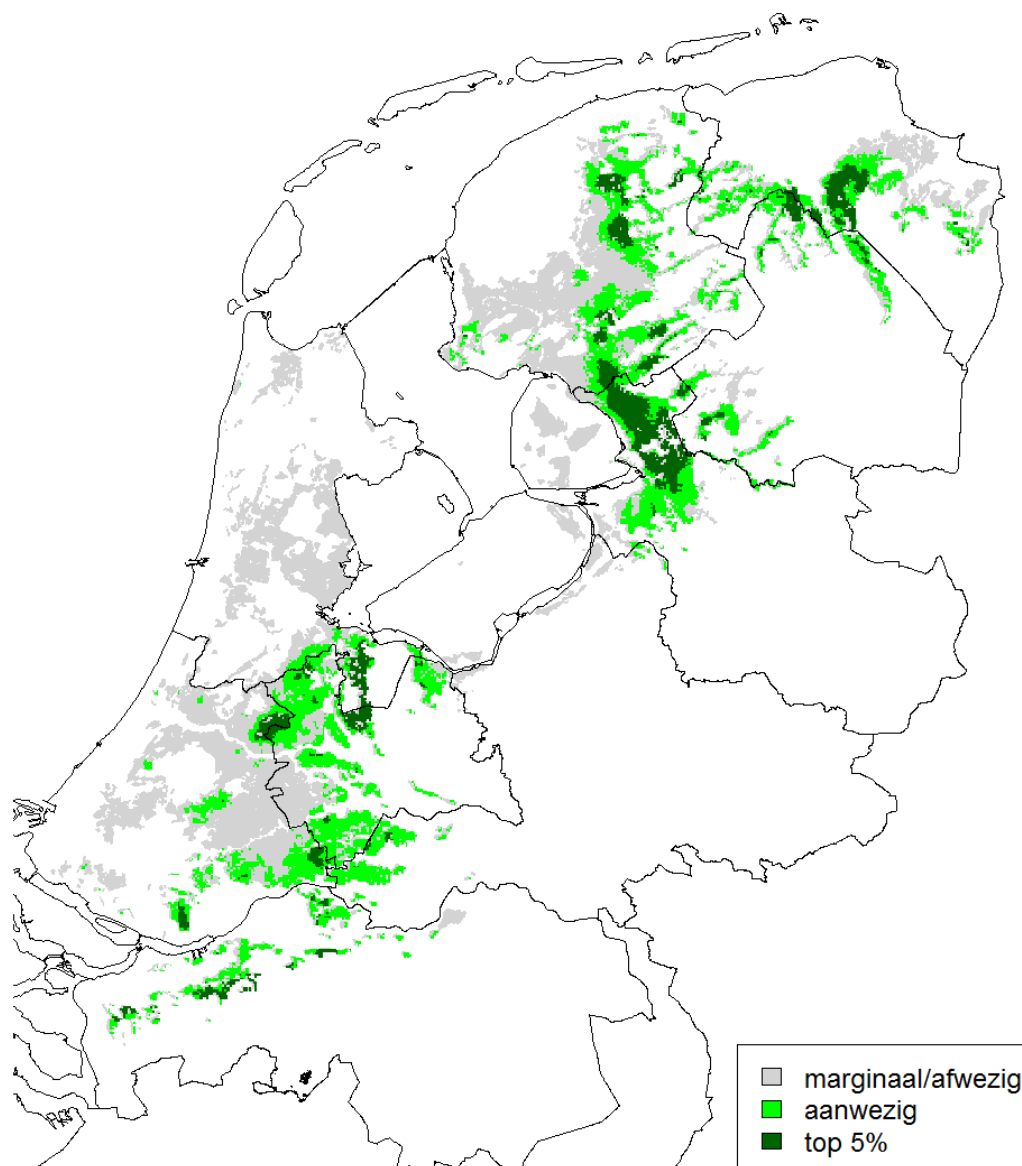
Kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*)



Figuur 4.7. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.7. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Kransvederkruid



Figuur 4.8. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.8. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. The rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Kransvederkruid is de meest zeldzame en minst aanwezige soort van de vier plantengidssoorten. Dit is ook te zien aan het aantal waarnemingen (Figuur 4.8) data niet getoond). Als we naar de kanskaart (Figuur 4.7) kijken zijn er ook relatief weinig gebieden kansrijk voor uitbreiding van deze soort in het veenweidegebied. De sloten die kansrijk zijn liggen in de rode gebieden van de kanskaart.

Tabel 4.4. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.4. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	99.4	43.2	0	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	64.3	33.8	13.2	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	55.8	30.3	15.4	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	5.1	3.1	3.9	m/ha	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-61.9	-77.3	-73.1	cm	Negatief
Geleidendheid	42.7	53.6	81.6	mS/m	Negatief
Cl	40.92	51.89	107.54	mg/l	Negatief
PO4	0.04	0.05	0.15	mg/l	Negatief
SO4	25.17	34.05	69.25	mg/l	Negatief
NO3	0.4	0.56	0.82	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	7.4	14.7	28.2	%	Negatief
Blijvend grasland	18.8	43.2	50.4	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	3.5	13	30.6	%	Negatief
Kweldruk	0	0	0	ml/dag	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	9.2	0.7	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	8.5	1.6	0.3	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	6.5	3.4	4.3	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	6.9	4.2	5.6	%	Positief

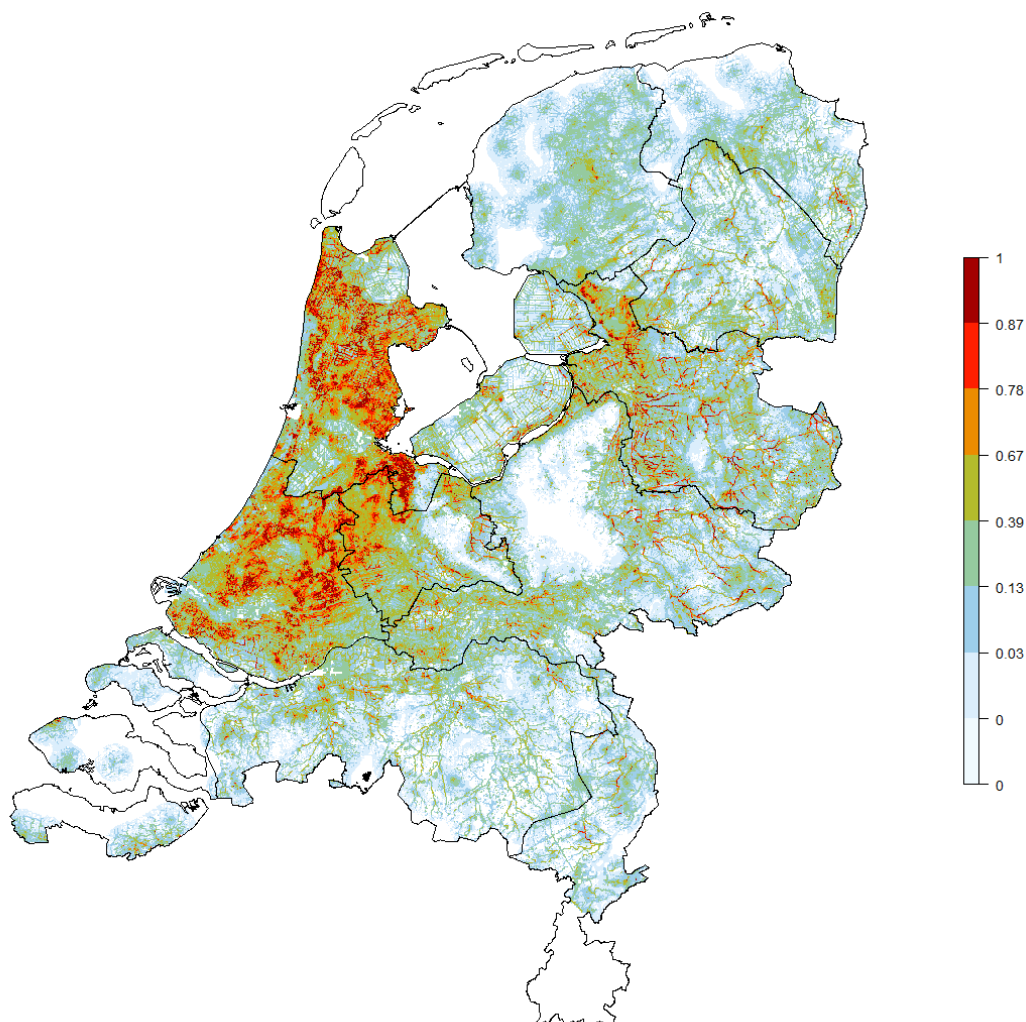
Het voorkomen van Kransvederkruid in het veenweidegebied blijkt vooral aan veenbodems gekoppeld te zijn (mediaan %veenbodem top5%=99.4% & gemiddeld=43.2% & marginaal=0%), terwijl de soort minder aangetroffen is bij klei op veenbodems (zie Tabel 4.4). Ook bleek de hoeveelheid zoet oppervlaktewater, met name water getypeerd als moeras, net als bij de andere waterplanten van belang te zijn in het voorspellen van de kans van voorkomen van deze soort in het veenweidegebied (zie Tabel 4.4).

Uit de voorgaande Tabel blijkt tevens dat Kransvederkruid in het veenweidegebied veelal gevonden wordt bij lagere nitraatconcentraties en bij lagere fosfaat en sulfaat-concentraties (zie topgebieden (top5%) vs marginaal gebied in de voorgaande Tabel). Uit de literatuurstudie blijkt ook dat de soort wat hogere eisen aan zijn groeiplaats stelt dan de andere drie gidsoorten waterplanten.

Kransvederkruid is gevoelig voor een hoge voedselrijkdom van het water. Ook deze planten benutten in water opgelost CO₂ als koolstofbron en komen dus voor bij een circa neutrale pH (zie soortenfiche). Hierdoor kan de soort verdwijnen als de vegetatie te dicht wordt met andere meer algemene planten. Uit de landelijke data-analyse blijkt ook dat de mediane HCO₃⁻-concentraties van de q5 en q25 locaties relatief laag zijn (134.8 vs 149.8 mg/l, respectievelijk bij een mediane pH van 7.5 - 7.6)(Bijlage 2). Voor de uitbreiding van deze soort moet dan ook worden gezocht naar locaties met een stabiele aanvoer van CO₂-rijk grondwater en een lage tot matige voedselrijkdom. Kansrijke locaties voor uitbreiding zijn dus locaties met een relatief goede waterkwaliteit. Daarnaast is ook het beheer een belangrijk aandachtspunten om deze soort te doen uitbreiden.

4.3 Macrofauna

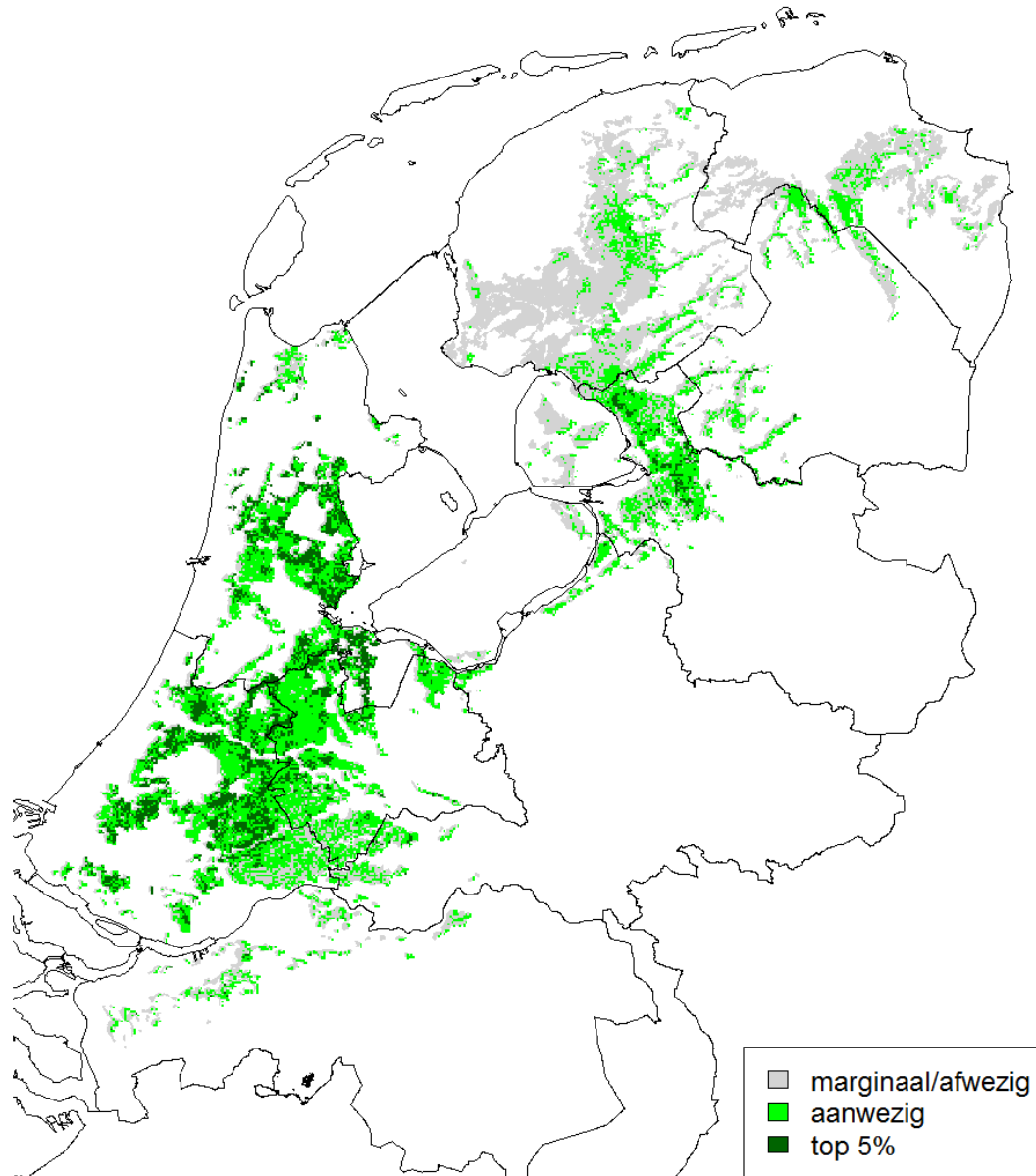
Watermijt (*Arrenurus globator*)



Figuur 4.9. Kansenskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals ingeschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.9. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Arrenurus globator



Figuur 4.10. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.10. Distribution in the lowland peatlands. The most important locations are shaded dark green. The rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.5. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.5. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Open water	4	1	0	%	Positief
Laagveenbodem	25	12	0	%	Positief
PO4	0.23	0.12	0.05	mg/l	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	10.1	6.6	0	m/ha	Positief
Cl	112.56	73.74	72.59	mg/l	Positief
Ptot	0.39	0.27	0.16	mg/l	Positief
Geleidendheid	89.2	68.6	60.2	mS/m	Positief
SO4	72.7	58.15	44.31	mg/l	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	33.3	27.7	8.5	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	7.5	5.4	2.8	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	7.2	5.5	2.9	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	5.9	4.7	2.7	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	7.2	5.8	3.5	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.2	3.7	6.7	%	Negatief
Moeras in de omgeving 5x5 km	0.2	0.4	0.9	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0	0.4	%	Negatief

De kanskaart van de watermijt *Arrenurus globator* voor Nederland (Figuur 4.9) laat zien dat de soort in nagenoeg heel het land voor kan komen maar minder in Zuid-Limburg, zuiden van Brabant, delen van Zeeland en in het noorden van de provincies Friesland en Groningen.

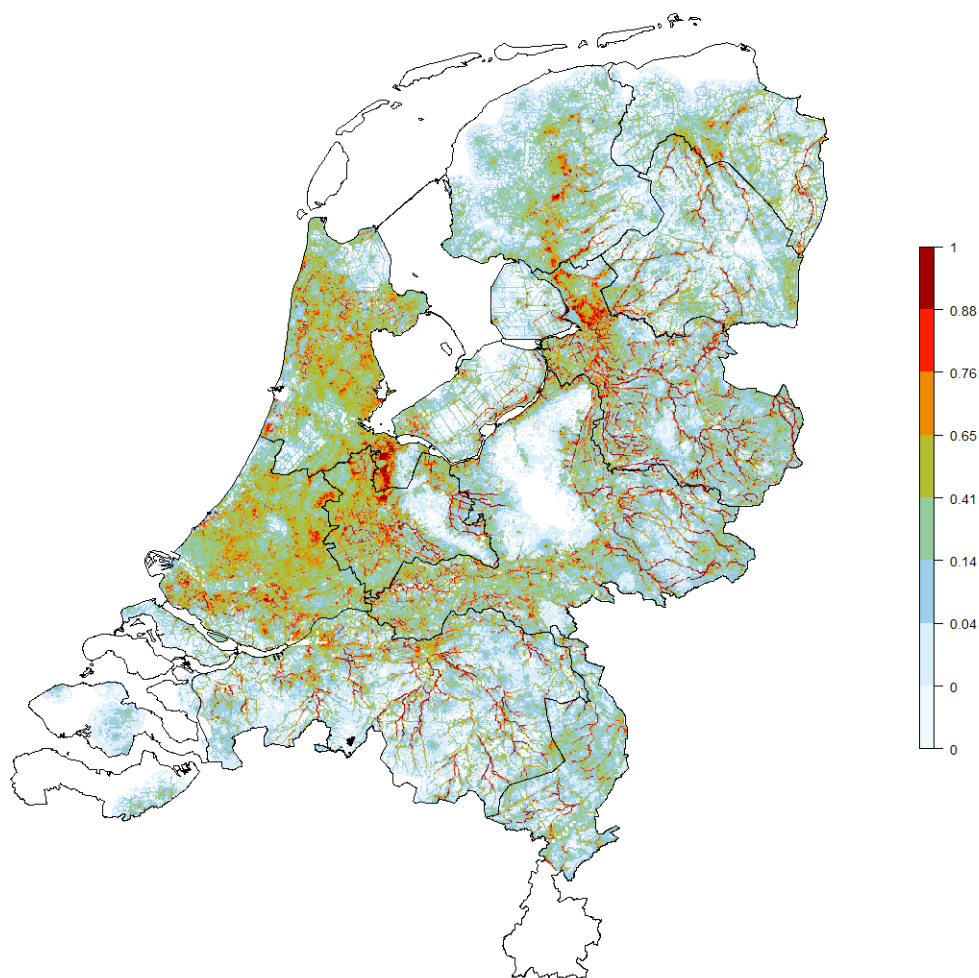
De verspreidingskaart van Smit (2018) (Figuur 4.10) laat zien dat de soort is aangetroffen op de Waddeneilanden en ook sporadisch op de Veluwe en in Zeeland. De verspreidingskaart van Smit (2018) toont een hoge graad van verspreiding in Noord- en Zuid-Holland en Utrecht en de kop van Overijssel. Dit patroon komt goed overeen met het kleurenpatroon in de kanskaart.

Uit de kaart met het voorkomen in de laagveengebieden blijkt dat de soort inderdaad wijdverspreid is in Noord- en Zuid-Holland, westelijk Utrecht en de kop van Overijssel. Opvallend zijn de lage kansen voor de laagveengebieden in Friesland en Groningen wat bevestigd wordt door de verspreidingskaart in Smit (2018). De kerngebieden voor deze soort (q5%) liggen duidelijk in Noord- en Zuid-Holland en in beperkte mate in de kop van Overijssel.

Opvallend is dat de soort in de landelijke analyse indifferent lijkt voor stikstof componenten (mediaan NH4 q5-q25: 0.5-0.5 mg/l; Kjeldahl-N 2.7-2.5mg/l; Ntot 3.3-3.1 mg/l; zie ook Bijlage 2) en in de kerngebieden bij wat hogere fosfaat- en sulfaatgehalten voorkomt. In alle gevallen is aanwezigheid van een ruime hoeveelheid zuurstof van belang (mediaan q5-q25: 73-73 % verzadiging).

De algemene soort *Arrenurus globator* ontbreekt in brakke wateren (≥ 300 mg Cl per liter) (Smit, 2018) wat bevestigd wordt door de huidige analyses in laagveengebied, hoewel er een zekere tolerantie is voor chloride (top5%=112.56 mg Cl per liter; zie Tabel 4.5). Aanwezigheid van smalle sloten in de omgeving is bevorderlijk voor het aantreffen van de soort.

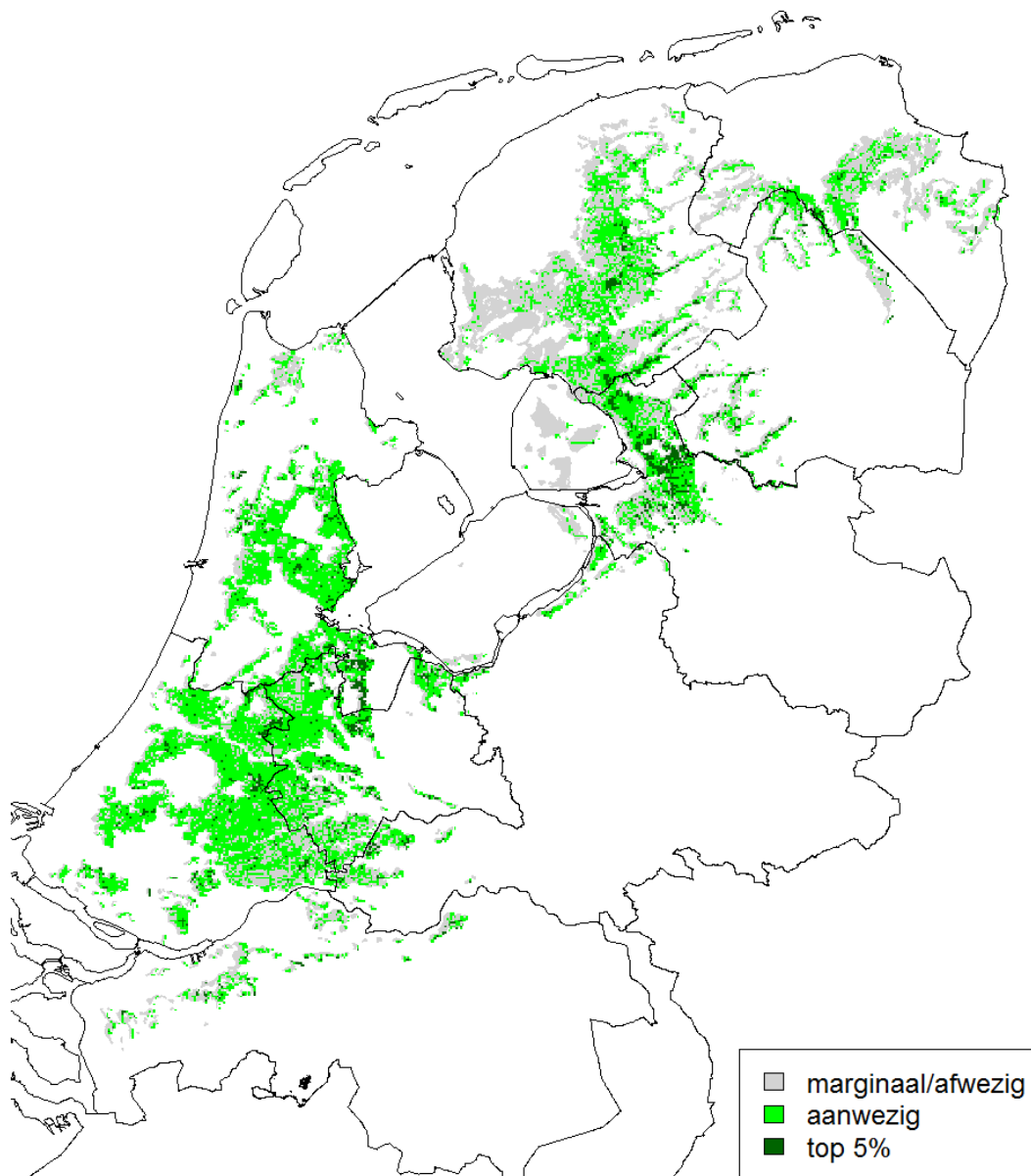
Eendagsvlieg (*Caenis horaria*)



Figuur 4.11. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.11. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Caenis horaria



Figuur 4.12. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.12. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.6. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

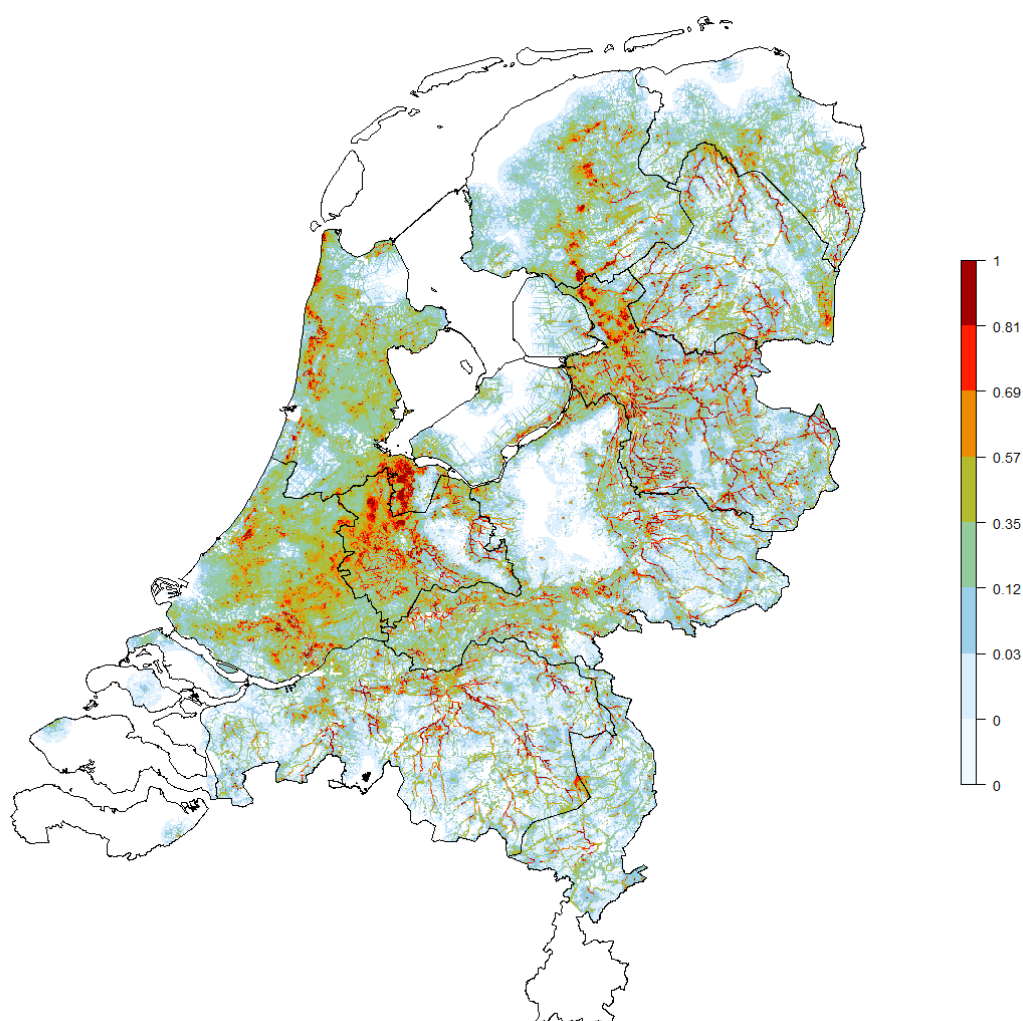
Table 4.6. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Open water	8	2	0	%	Positief
Laagveenbodem	50.2	24.2	0	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	9	6.9	0	m/ha	Positief
HCO ₃	152.99	192.82	170.16	mg/l	Negatief
Geleidendheid	52.3	66.1	65.1	mS/m	Negatief
Ca	57.34	73.99	66.37	mg/l	Negatief
NH ₄	0.33	0.46	0.46	mg/l	Negatief
Cl	50.1	70.89	77.17	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	13.4	19.4	29.4	%	Negatief
Ptot	0.15	0.23	0.17	mg/l	Negatief
SO ₄	32.98	54.03	50.7	mg/l	Negatief
Blijvend grasland	24.3	41.9	56.8	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	11.1	19.2	31.8	%	Negatief
PO ₄	0.05	0.1	0.06	mg/l	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	1.2	0.1	0.2	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	1.7	0.5	0.6	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	6	5	2.5	%	Positief
Zichtbare openheid	118.3	168	289.7	ha	Negatief

De kanskaart voor Nederland (Figuur 4.11) toont dat de larven van deze Eendagsvlieg wijdverbreid in Nederland voorkomen in permanente wateren met minder waarnemingen in Zeeland, (Zuid-) Limburg, Noord-Holland ten noorden van het Noordzeekanaal, de Veluwe en de noordrand van Groningen en Friesland. Hoewel de soort zeker niet beperkt is tot laagveengebieden, vormen deze gebieden een belangrijke thuisbasis voor de soort met zeer ruime verspreiding in Noord- en Zuid-Holland, Utrecht en de kop van Overijssel (q35%). De haften expert bij EIS (mondel. Meded. D. Drukker) bevestigt dat deze patronen overeenkomen met zijn kennis en ervaringen. Veel minder verspreid wordt de soort aangetroffen in de laagveengebieden van zuidwestelijk Friesland. Binnen de laagveengebieden vormt de kop van Overijssel het kerngebied en in mindere mate het gebied bij Noord-Holland – Utrecht (q35%).

De algemene soort *Caenis horaria* bewoont gebieden met veenbodem of klei op veenbodems (zie Tabel 4.6) met zoet water. Aanwezigheid van smalle sloten in de omgeving is bevorderlijk voor het aantreffen van de soort. Opvallend is dat de soort in de kerngebieden in vergelijking met de andere gebieden voorkomt bij lagere concentraties van de voedingsstoffen (NH₄; Kjeldahl-N 1.9-2.4 mg/l; Ntot 2.5-3.0 mg/l, Ptot 0.15-0.24 mg/l) en sulfaat en lijkt hierin op de Kokerjuffer (*Triaenodes bicolor*). In alle gevallen is aanwezigheid van een ruime hoeveelheid zuurstof van belang (mediaan q5-q25: 76-74 % verzadiging). Verder valt op dat er een negatieve relatie bestaat met blijvend grasland en de positieve relatie met open water en moeras in de omgeving.

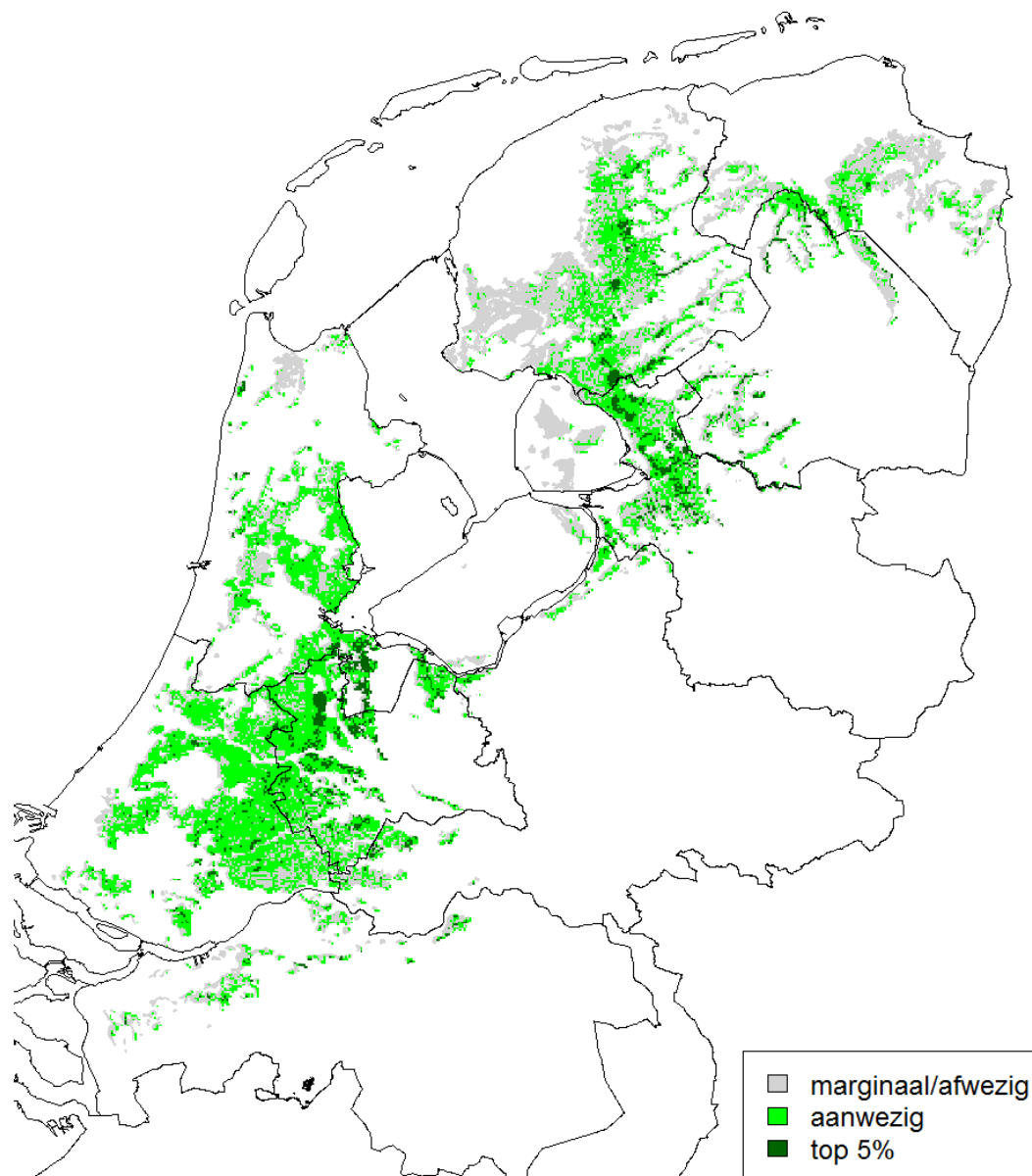
Kokerjuffer (*Triaenodes bicolor*)



Figuur 4.12. Kansenskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.12. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Triaenodes bicolor



Figuur 4.13. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.13. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.6. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.6. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Open water	5	1	0	%	Positief
Laagveenbodem	38.1	19.1	0	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	8.7	6.7	0	m/ha	Positief
HCO ₃	145.63	186.22	179.14	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	15.7	20.4	27	%	Negatief
NO ₃	0.45	0.59	0.85	mg/l	Negatief
Cl	48.07	65.99	87.3	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	14.2	20.3	28.7	%	Negatief
Blijvend grasland	30.3	44.3	52.7	%	Negatief
Ptot	0.15	0.22	0.18	mg/l	Negatief
NH ₄	0.3	0.46	0.48	mg/l	Negatief
SO ₄	31.45	50.96	55.18	mg/l	Negatief
PO ₄	0.05	0.09	0.06	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem	0	0.5	16.2	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	1.3	0.1	0.2	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	1.9	0.5	0.6	%	Positief
Zichtbare openheid	125.5	169.1	283.8	ha	Negatief

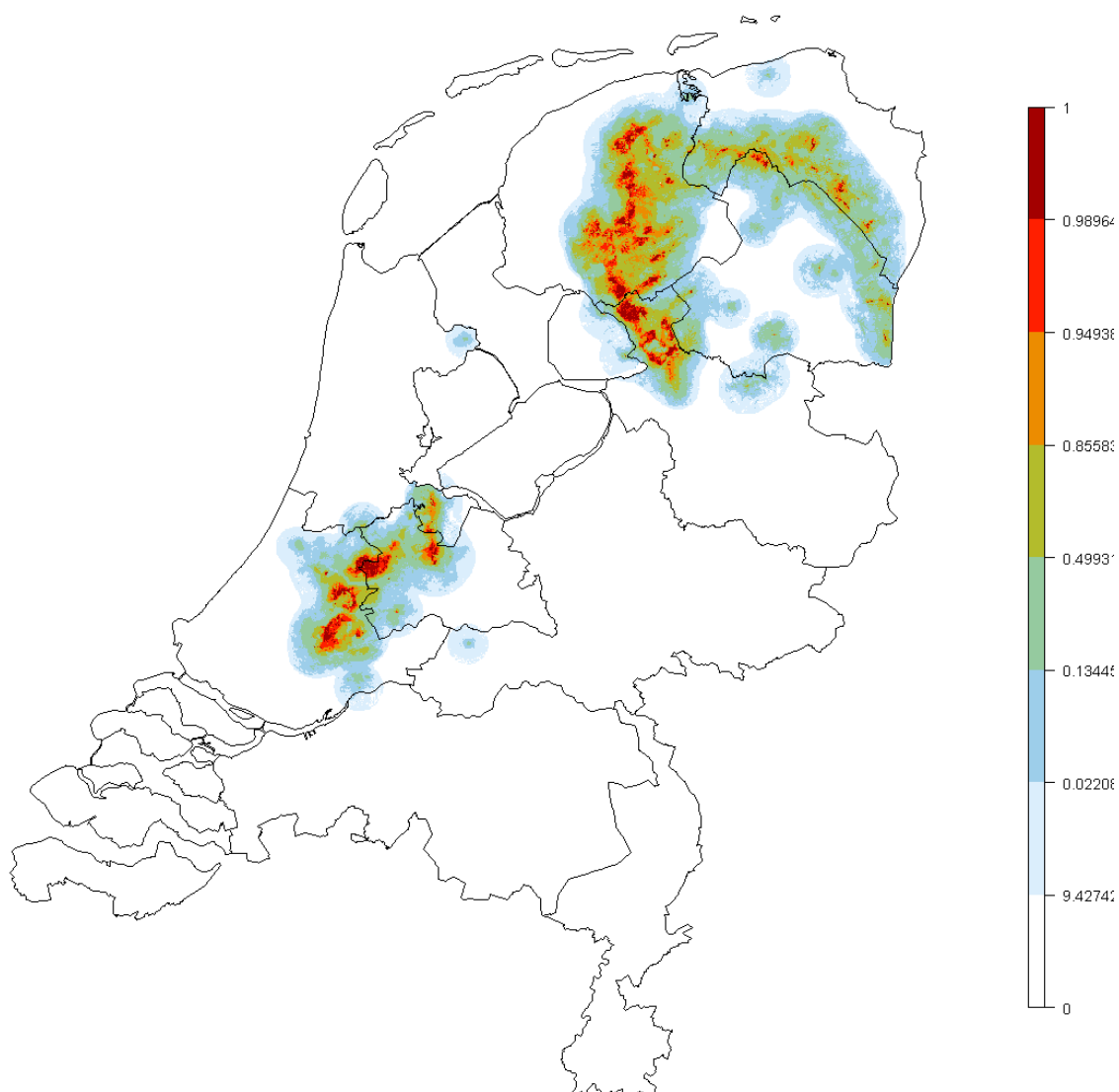
De kanskaart voor Nederland (Figuur 4.12) laat zien dat deze soort ruim verspreid is in Nederland, wat ook door Higler (2008) is gemeld. Het landelijke patroon van de kanskaart combineert prima met die van Higler (2008), behalve dat waarnemingen op de Waddeneilanden ontbreken.

Ook in Higler (2008) (Figuur 4.13) worden weinig tot geen waarnemingen gemeld in Zuid-Limburg, Zeeland, delen van Noord-Brabant, Heuvelrug en Veluwe, de IJsselmeer polders en de noordelijke rand van de provincies Friesland en Groningen. De laagveengebieden zijn belangrijk voor de verspreiding van de soort, wat niet bevestigd wordt door Higler (2008), alhoewel de soort ruimer verspreid is dan alleen de laagveengebieden.

De meeste waarnemingen zijn gedaan in Noord- en Zuid-Holland, zuidelijk Friesland en Overijssel. Opvallend is de beperkte aanwezigheid in de laagveengebieden van zuidwestelijk Friesland (q35%). Binnen laagveengebieden (q5%) vormen de kop van Overijssel en het gebied Utrecht-Noord-Holland belangrijke kerngebieden.

De algemene soort *Triaenodes bicolor* bewoont in het laagveengebied gebieden met veenbodem (top5%: 38.1%) en minder op klei op veenbodems (top5%: 0%; zie Tabel 4.6) met zoet water (mediaan chloride q5-q25: 48-66 mg/l, zie Bijlage 2). De aanwezigheid van open water en smalle sloten in de omgeving is bevorderlijk voor het aantreffen van de soort (bovenstaande Tabel). Opvallend is dat de soort in de kerngebieden in vergelijking met de andere gebieden voorkomt bij lagere concentraties van de voedingsstoffen, vergelijkbaar met *Caenis horaria*. Dit is ook het geval voor sulfaat. In alle gevallen is aanwezigheid van een ruime hoeveelheid zuurstof van belang (mediaan q5-q25: 74-73 % verzadiging, zie Bijlage 2). Verder valt op dat moeras in de buurt een positief effect heeft. Net als bij *Caenis horaria* is er een negatieve relatie met blijvend gras.

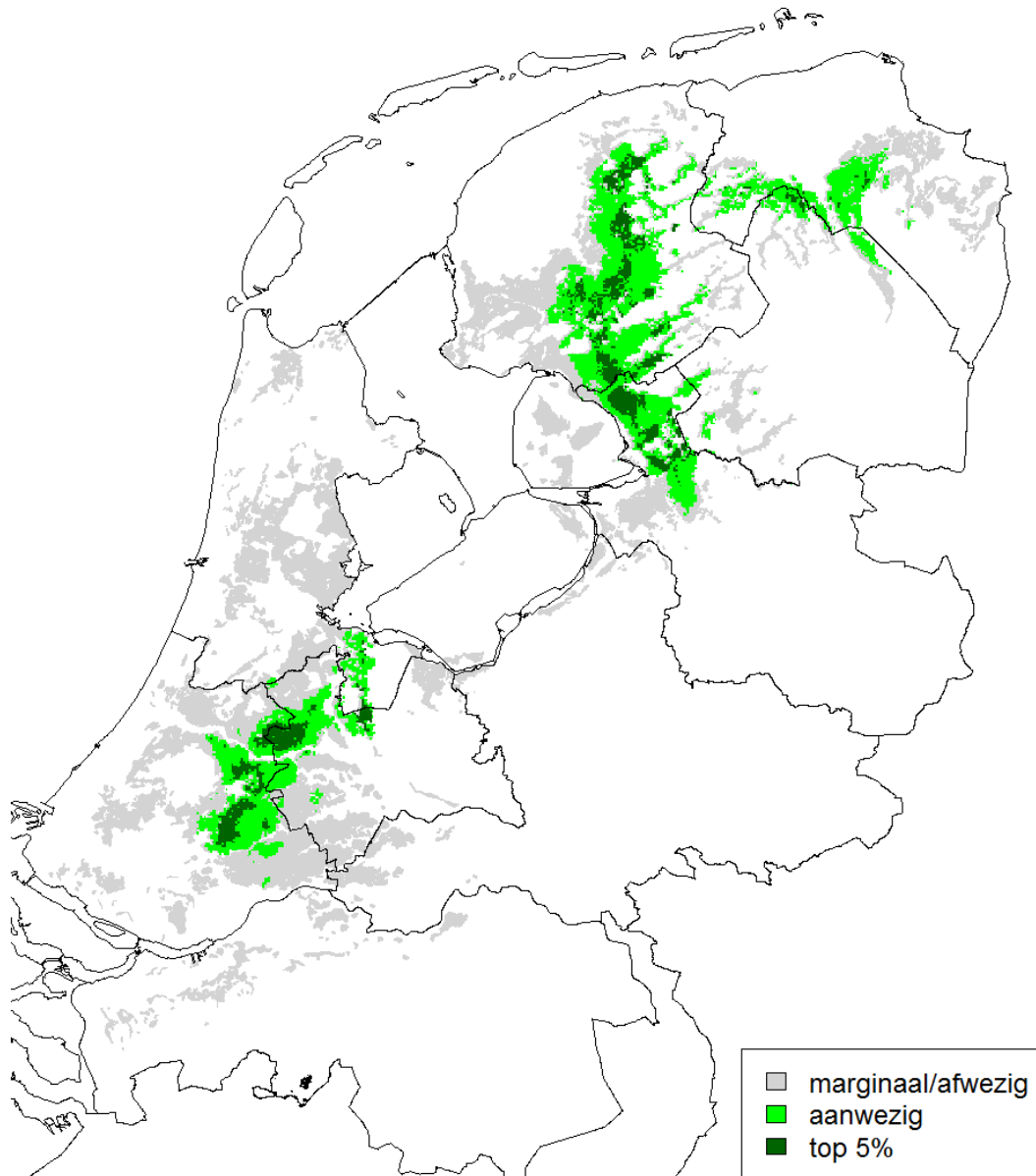
Groene glazenmaker (*Aeshna viridis*)



Figuur 4.14. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.14. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Groene glazenmaker



Figuur 4.15. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.15. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.7. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

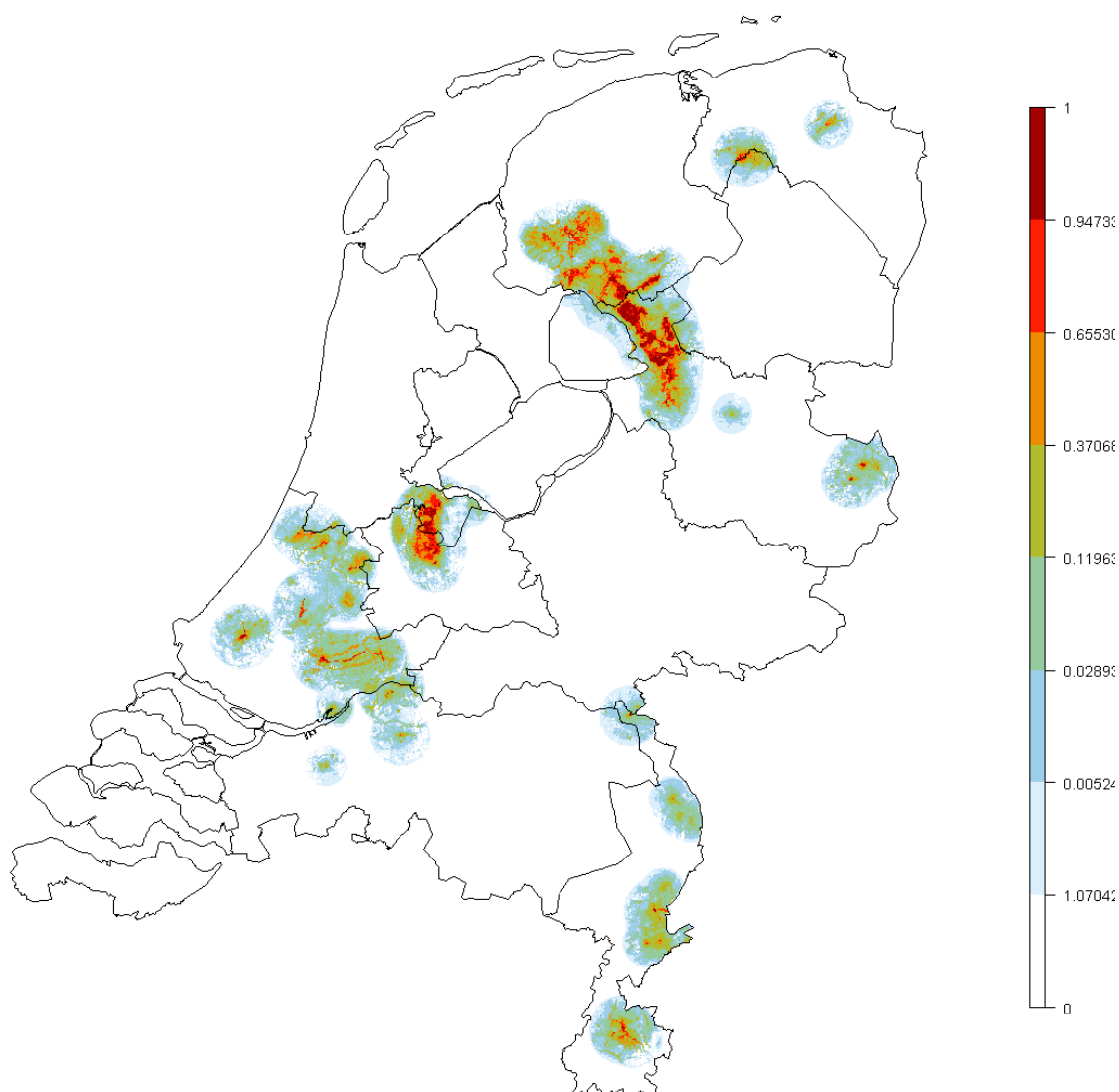
Table 4.7. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Smalle sloten (0-3 m)	8.3	5.1	2.7	m/ha	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	79.2	59.9	3.7	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	69.2	53.5	5.9	%	Positief
NO ₃	0.44	0.61	0.77	mg/l	Negatief
NH ₄	0.3	0.42	0.49	mg/l	Negatief
Drooglegging en grondwaterstand	-47.2	-67.3	-78.5	cm	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	1.9	5	32.5	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	6.3	1.2	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	6.4	2.2	0.3	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	7.5	4.6	3.6	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	6.5	4.6	3.5	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	6.5	4.7	3.7	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	7.3	5.5	4.7	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.1	3.5	6.2	%	Negatief

De verspreiding van Groene glazenmaker valt logischerwijs binnen de verspreiding van Krabbenscheer. Niet alle locaties met Krabbenscheer zijn ook geschikt voor Groene glazenmaker, er moet voldoende Krabbenscheer aanwezig zijn, dit moeten vrij grote planten zijn en dichte vegetaties vormen. Daarnaast is enige beschutting in het landschap van belang, dit kunnen bosjes, struwelen of stukken overjarig riet zijn. Omdat de eieren in de Krabbenscheerplanten overwinteren en de larven daarna nog een winter in de Krabbenscheerplanten blijven duurt de hele cyclus van eileg tot adult twee jaar. Er zijn dus jaarrond dieren in de Krabbenscheer aanwezig die bij het schonen van Krabbenscheer sloten verwijderd worden. Daarom moet schoning gefaseerd gebeuren waarbij voldoende grote delen van Krabbenscheervelden behouden blijven (zie ook 7.2.3).

Groene glazenmaker is landelijk gezien gebonden aan laagveengebieden met velden Krabbenscheer. Nog meer dan Krabbenscheer is deze soort typisch voor veenbodems. Als aquatische soort is het niet verbazingwekkend dat de aanwezigheid van veel polderwateren en moeras positief is (zie covar-analyses en partial dependance plots, Bijlage 2). Binnen het veenweidegebied is vaak voldoende water aanwezig maar zeker niet altijd een voldoende groot oppervlak aan water met Krabbenscheer. Waterkwaliteit speelt hierbij uiteraard ook een rol waarbij relatief lage NO₃ en NH₄ concentraties beter zijn voor de soort (mediaan NO₃: top5%=0,44 & gemiddeld=0,61 mg/l, mediaan NH₄ top5%=0,30 & gemiddeld=0,42 mg/l, zie bijgaande Tabel). Verder zijn de factoren die bij Krabbenscheer genoemd zijn van belang, zoals een geringe drooglegging (top5%= -47.2cm, gemiddeld=-67.3, zie Tabel 4.7; vgl ook Tabel bij Krabbenscheer, top5%= -54.2cm, gemiddeld=-67.9).

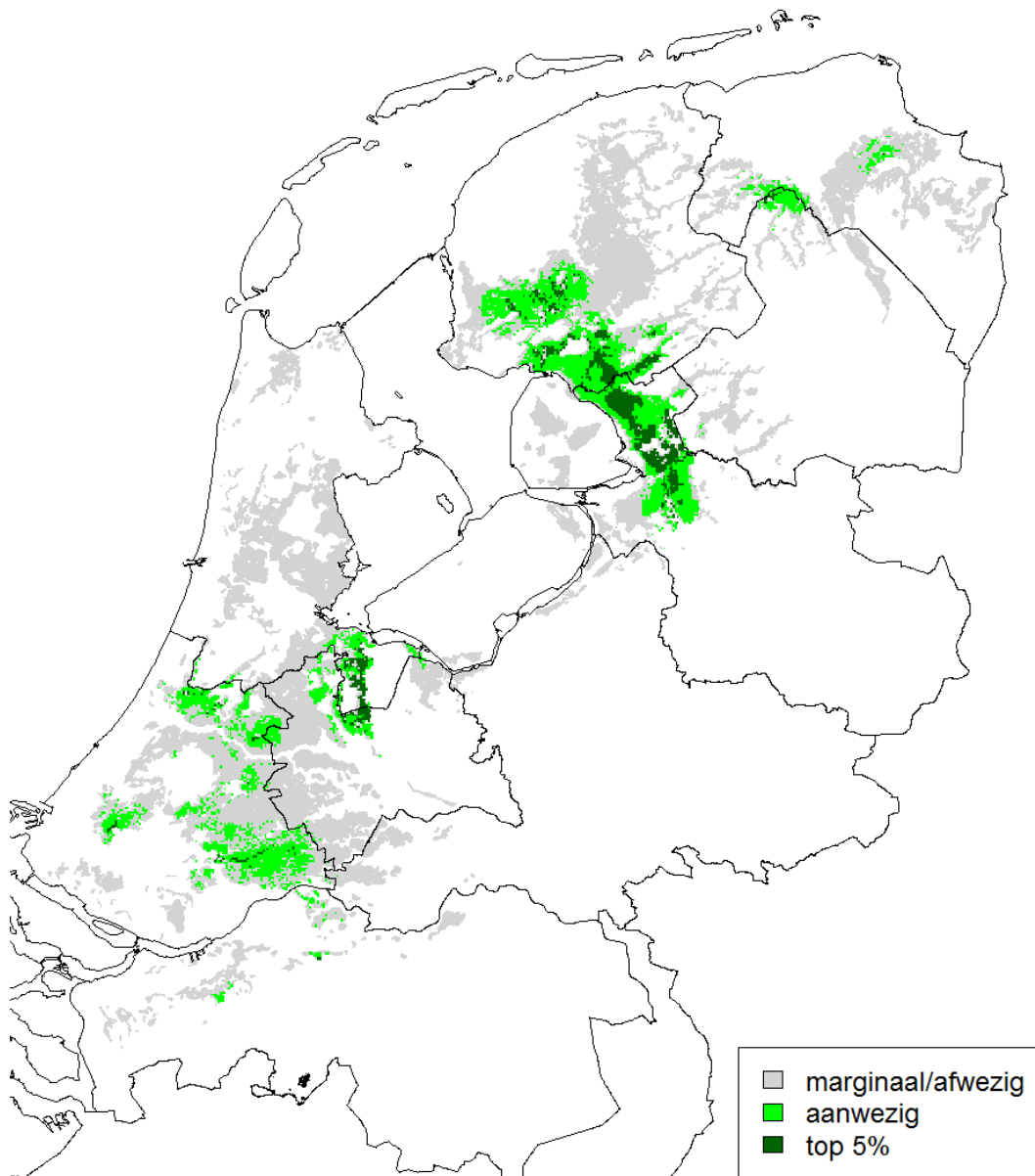
Zeggekorfslak (*Vertigo moulinsiana*)



Figuur 4.16. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figuur 4.16. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Zeggekorfslak



Figuur 4.17. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figuur 4.17. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.8. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

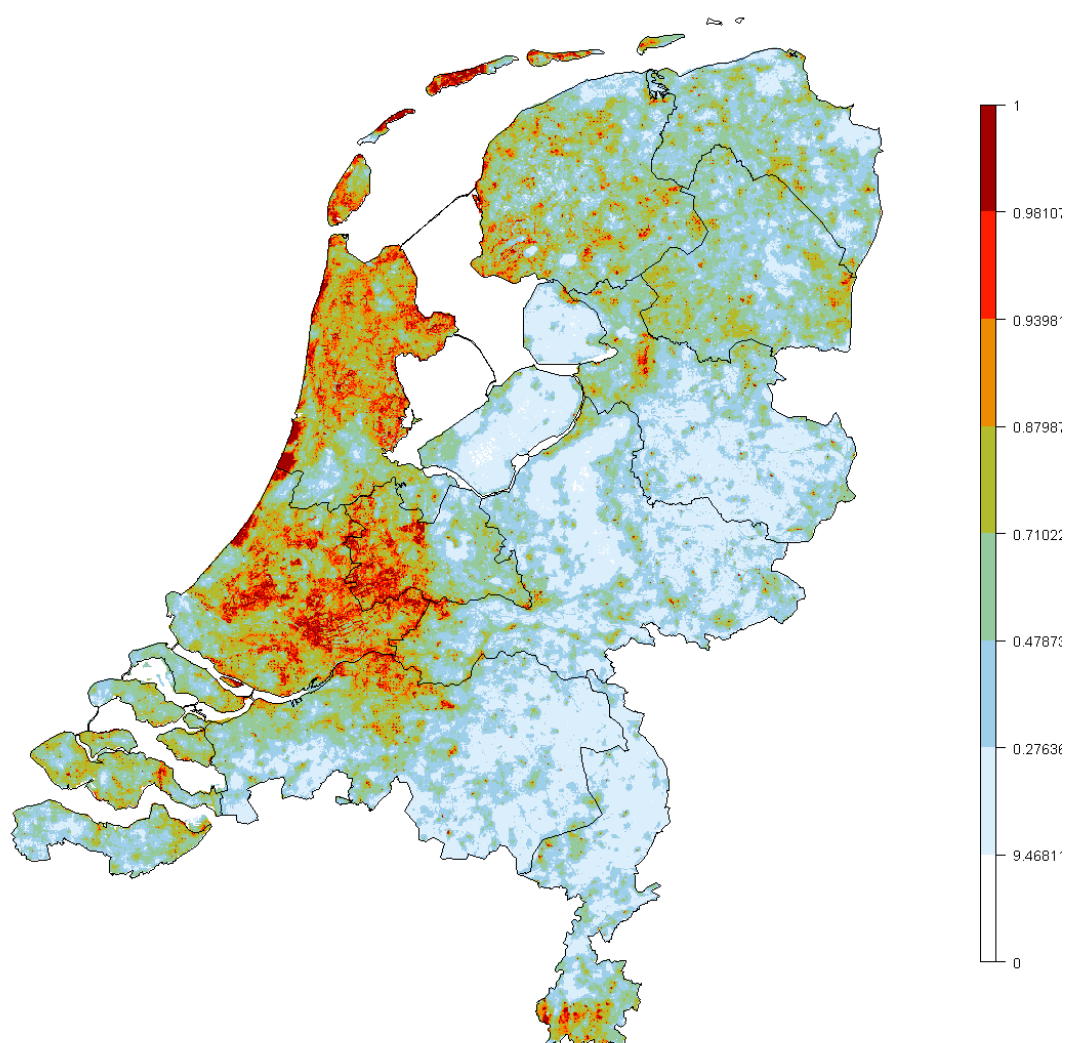
Tabel 4.8. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Open water	9	1	0	%	Positief
Laagveenbodem	99.6	63.5	0.4	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	59.9	43.8	13.8	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	53.1	39	14.7	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	7.4	5.5	2.8	m/ha	Positief
Ptot	0.12	0.16	0.22	mg/l	Negatief
Geleidendheid	45.1	59.6	67.8	mS/m	Negatief
PO4	0.03	0.05	0.09	mg/l	Negatief
NO3	0.39	0.63	0.73	mg/l	Negatief
Cl	39.9	65.02	76.99	mg/l	Negatief
NH4	0.24	0.41	0.48	mg/l	Negatief
SO4	24.42	43.53	56.03	mg/l	Negatief
Drooglegging en grondwaterstand	-33.5	-61.1	-80.9	cm	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	12.5	24.7	22	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	8.1	24.6	22.9	%	Negatief
Blijvend grasland	9.8	47.2	47.1	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	15	1.8	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	11.8	2.3	0.3	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	12.5	7.1	3.3	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	11.8	8.3	4.2	%	Positief
Zichtbare openheid	138	224.4	210.6	ha	Negatief

Vrijwel alle gebruikte parameters om tot de kanskaarten te komen sluiten niet duidelijk aan bij de biotoopeisen van de Zeggekorfslak. Alleen parameters met betrekking tot aanwezigheid van veen en kalk (Ca) zijn globaal bepalend voor het voorkomen. Voor andere lokale parameters waarmee is gerekend is er hooguit sprake van indirecte correlaties, die niet (makkelijk) zijn te doorgronden.

Zeggekorfslakken leven vaak maar op kleine stukjes ongestoorde verlandingsoevers. Zelfs al zijn alle gunstige factoren op microhabitatniveau ogenschijnlijk aanwezig, dan hoeft de soort nog niet aanwezig te zijn. Het voorkomen op een plek, zelfs in een kansrijk gebied, laat zich moeilijk voorspellen (zie ook soortenfiche).

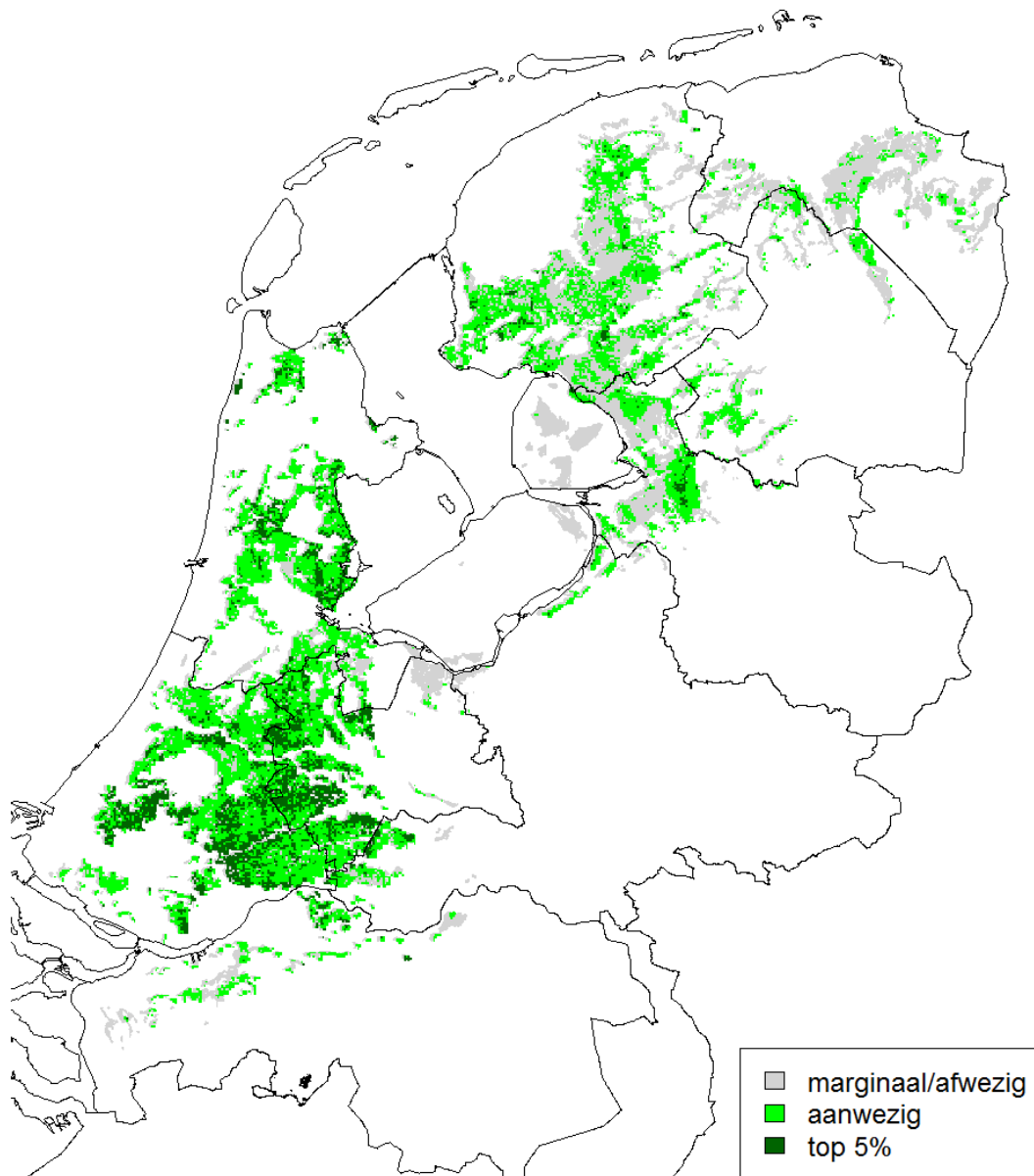
Argusvlinder (*Lasiommata megera*)



Figuur 4.18. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.18. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

argusvlinder



Figuur 4.19. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.19. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.9. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.9. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

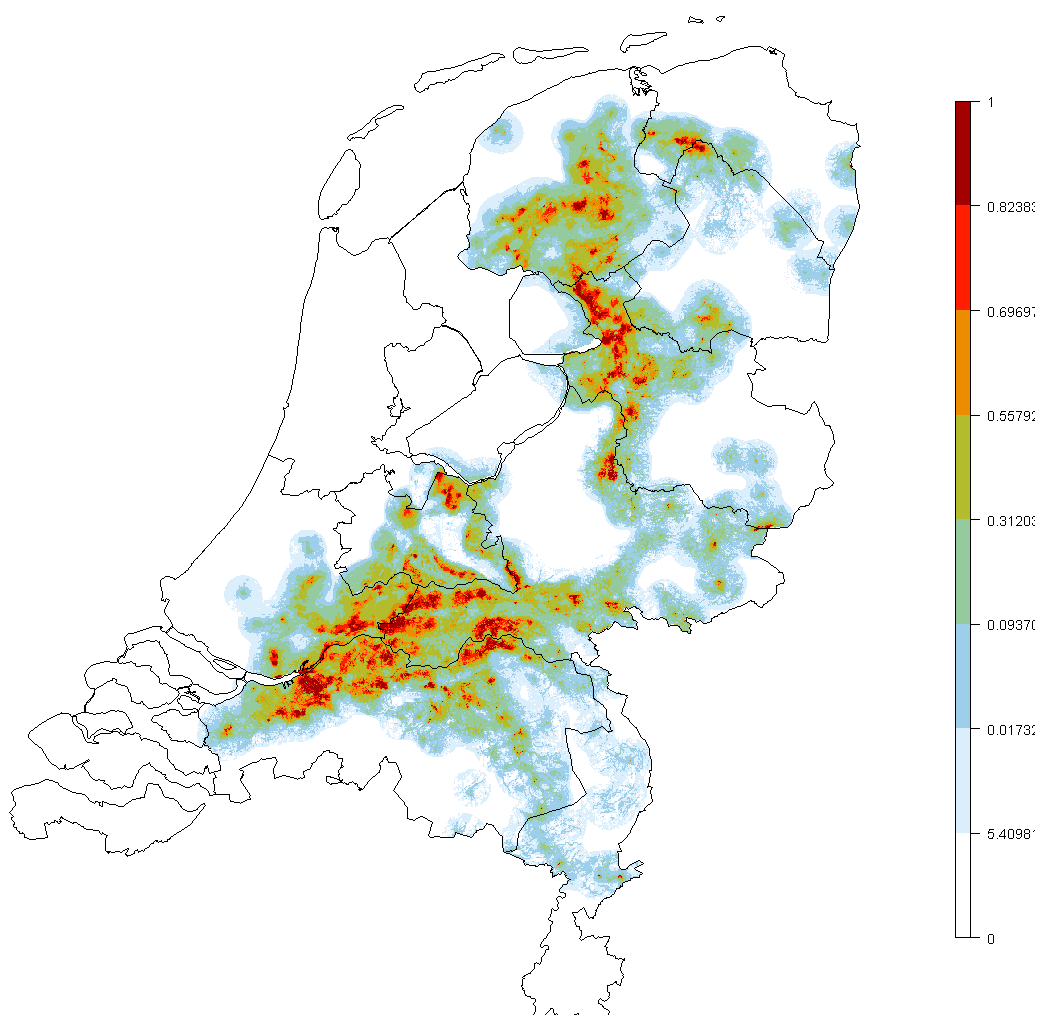
Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	19.6	4	7.6	%	Positief
PO4	0.16	0.11	0.05	mg/l	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	32.7	23.5	22.8	%	Positief
Ptot	0.33	0.25	0.15	mg/l	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	7.4	5.6	0	m/ha	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	30.3	23.2	22	%	Positief
Laagveenbodem	0	4.9	0.4	%	Negatief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	6.2	4.9	2.6	m/ha	Positief
Brede sloten in de omgeving 3x3 km	20.3	16.2	13.8	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	6.3	5	2.6	m/ha	Positief
Brede sloten in de omgeving 5x5 km	19.1	15.5	13.5	m/ha	Positief
Zichtbare openheid	140.2	180.3	294.1	ha	Negatief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.7	3.6	8.7	%	Negatief
Moeras in de omgeving 5x5 km	0.3	0.5	0.7	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0.1	0.3	%	Negatief

Tot enkele decennia geleden was de Argusvlinder wijdverspreid in Nederland en kwam door het hele land voor. Er is echter een snelle achteruitgang geweest waarbij deze soort zo goed als verdwenen is uit hoog Nederland. Het veenweidegebied is, naast de duinen en Zuid-Limburg, een belangrijk bolwerk van deze soort. Afhankelijk van het jaar zijn er twee of drie generaties per jaar. Deze hebben allemaal voldoende nectar nodig wat betekent dat er van eind april tot eind augustus, of in jaren met een derde generatie zelfs tot eind oktober voldoende nectarplanten moeten zijn. Daarnaast is het belangrijk dat er voldoende kleinschalige variatie is waarbij ook plekjes met een warm microklimaat beschikbaar zijn. Doordat de Argusvlinder in vrij lage dichtheden voorkomt zijn er binnen een polder meerdere locaties nodig om een stabiele populatie te kunnen herbergen.

De Argusvlinder eet als rups verschillende grassoorten. De rupsen zijn afhankelijk van een warm microklimaat en daarom zitten ze vaak bij een houten paaltje, stobbe of droog dood organisch materiaal. Ook de volwassen vlinder maakt graag gebruik van kale grond of dood hout om zich op te warmen. Dit speelt op een heel kleine schaal en komt daarmee niet terug in de covarstatistieken. Indirect mogelijk wel doordat de aanwezigheid van bebouwing gunstig is (Bijlage 2), wat waarschijnlijk samenhangt met de aanwezigheid van meer structuren die kunnen zorgen voor een warm microklimaat in de directe omgeving. Binnen het veenweidegebied is het wel duidelijk dat de Argusvlinder een voorkeur heeft voor klei op veen (top5% 19.6%, gemiddeld 4%; zie bijgaande Tabel) en op puur veen veel minder voorkomt. Verder is de aanwezigheid van veel smalle en brede sloten gunstig (zie Tabel 4.9), taluds hebben een warm microklimaat en hier is vaak meer variatie in vegetatie aanwezig. De Argusvlinder heeft een vrij grote nectarbehoefte maar dit komt niet terug in de analyse.

4.4 Vissen

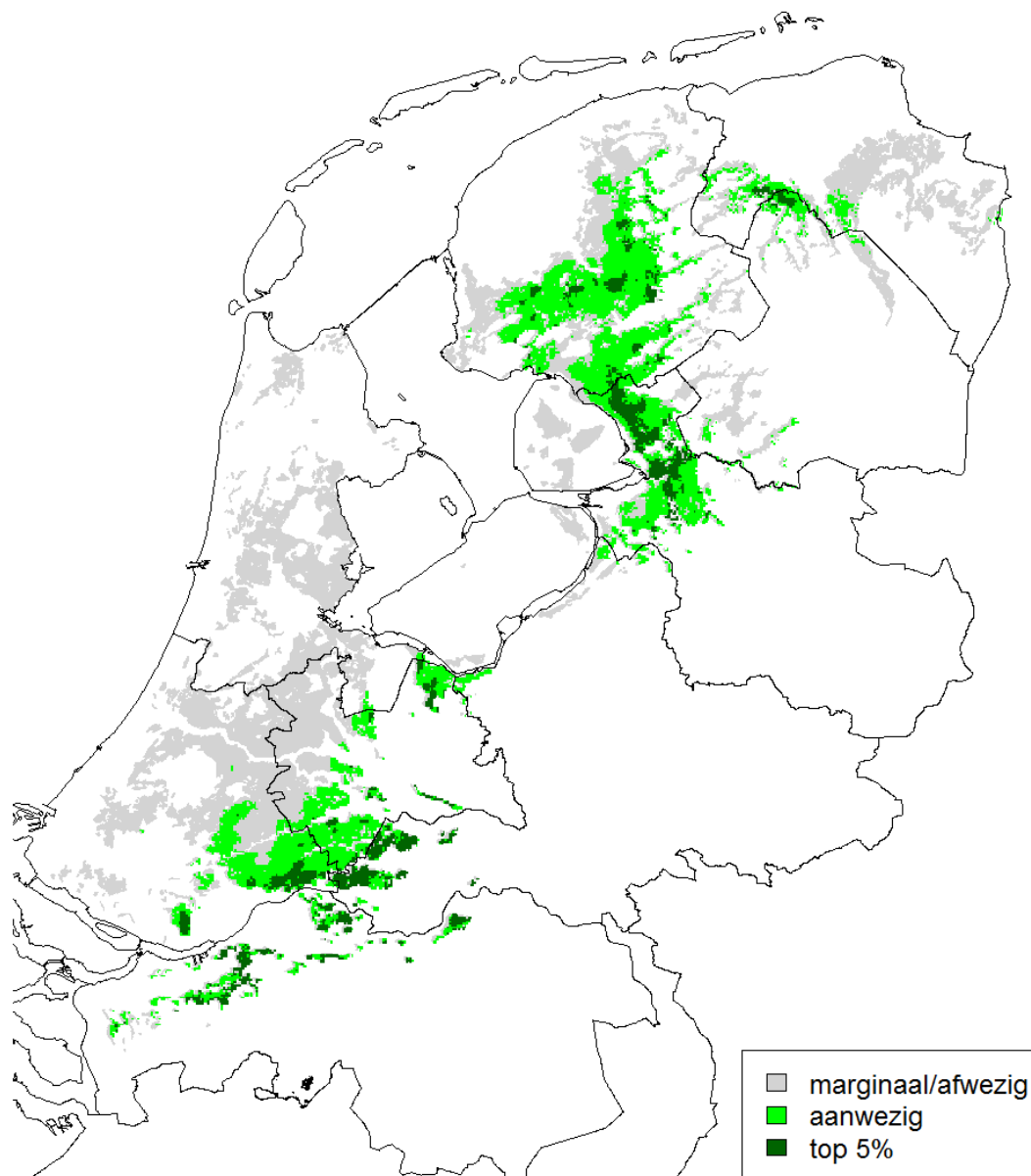
Grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*)



Figuur 4.20. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.20. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Grote modderkruiper



Figuur 4.21. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.21. Distribution in the lowland peatlands. The most important locations are shaded dark green. The rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.10. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.10. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	38.2	16.4	1.8	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	4.4	18.3	20.9	%	Negatief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	3.7	16.5	22	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	1.5	0.8	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	2.6	1.5	0.2	%	Positief
Zichtbare openheid	154.3	209.8	217.5	ha	Negatief

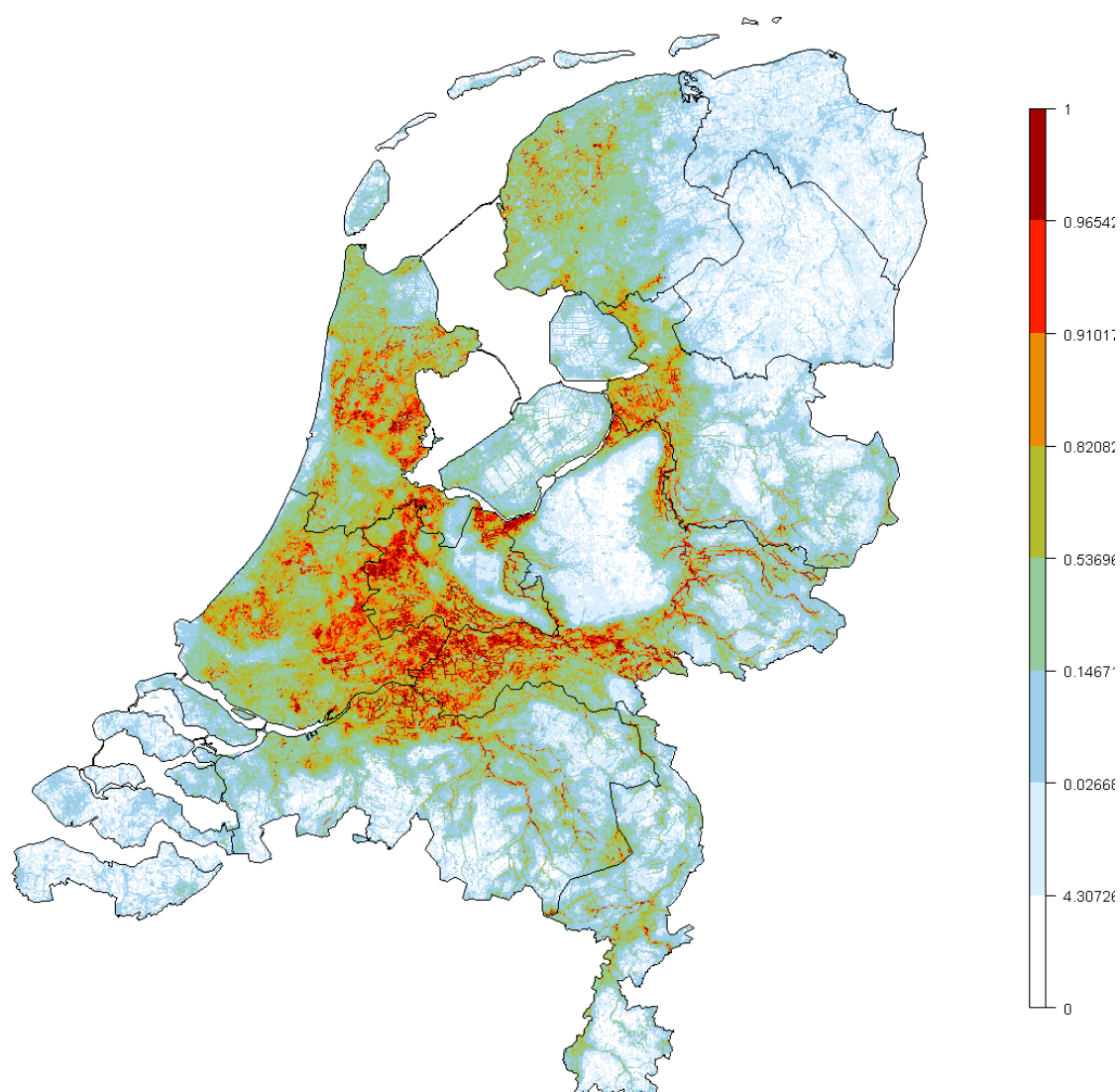
De kanskaart van de Grote modderkruiper (Figuur 4.20) toont duidelijk het belang van Nederland als rivierdelta voor de soort. De meest kansrijke gebieden zijn aanwezig in de moeras- en uiterwaardgebieden van de grote rivieren en (laag)veengebieden van Friesland en Overijssel. Verder oostelijk, op de hogere zandgronden laat de kanskaart een ander beeld zien, wat ook overeenkomt met de bekende verspreiding in deze regio's, die slechts bestaat uit een beperkter aantal lokale populaties.

Hoewel de kanskaart een aanzienlijk (potentieel) verspreidingsgebied laat zien, is het van belang om rekening te houden met de veelal kleine leefgebieden en beperkte migratiemogelijkheden van de soort in het hedendaagse (agrarische) landschap. Naast de kanskaart is het daarom noodzakelijk om de lokale situatie nauwkeurig te beoordelen op potentie en huidige aan- of afwezigheid van de soort, om te garanderen dat maatregelen op het vlak van beheer en inrichting op de juiste locaties worden genomen.

De Grote modderkruiper is een uitgesproken bewoner van ondiepe en rijk begroeide wateren. In het authentieke landschap bevonden deze wateren zich met name in de overstromingsvlakten van rivieren en beken en aangrenzende veenwateren. Tegenwoordig bestaat het leefgebied voor een groot deel uit poldersloten in het agrarisch landschap, na inpoldering van het landschap geïsoleerd van het oorspronkelijke overstromingsgebied. Uit de analyse blijkt dat de meest kansrijke leefgebieden een gemiddeld hoge voorjaarsgrondwaterstand (partial dependance plots; gvg_combi_mean 5,2%) kennen en een hoge dichtheid aan sloten (partial dependance plots; lymsloot36 4,9%) herbergen. Dit komt overeen met de habitatvoorkeuren van de soort, die met name voor de voortplanting sterk afhankelijk is van hoge waterpeilen waarbij oeverzones of graslanden volledig inunderen. De eieren worden vervolgens in deze ondiepe en snel opwarmende zones afgezet. In de praktijk blijkt dat succesvolle voortplanting in het agrarisch gebied, vanwege het sterk gestuurde waterpeil, een groot knelpunt is voor de instandhouding van de soort (zie ook soortenfiche).

In veenweidegebied bestaat een voorkeur voor klei op veenbodem (38.2% in top5% t.o.v. 16.4% gemiddeld, zie Tabel 4.10). Positief is ook moeras in de omgeving (3x3 km en 5x5 km).

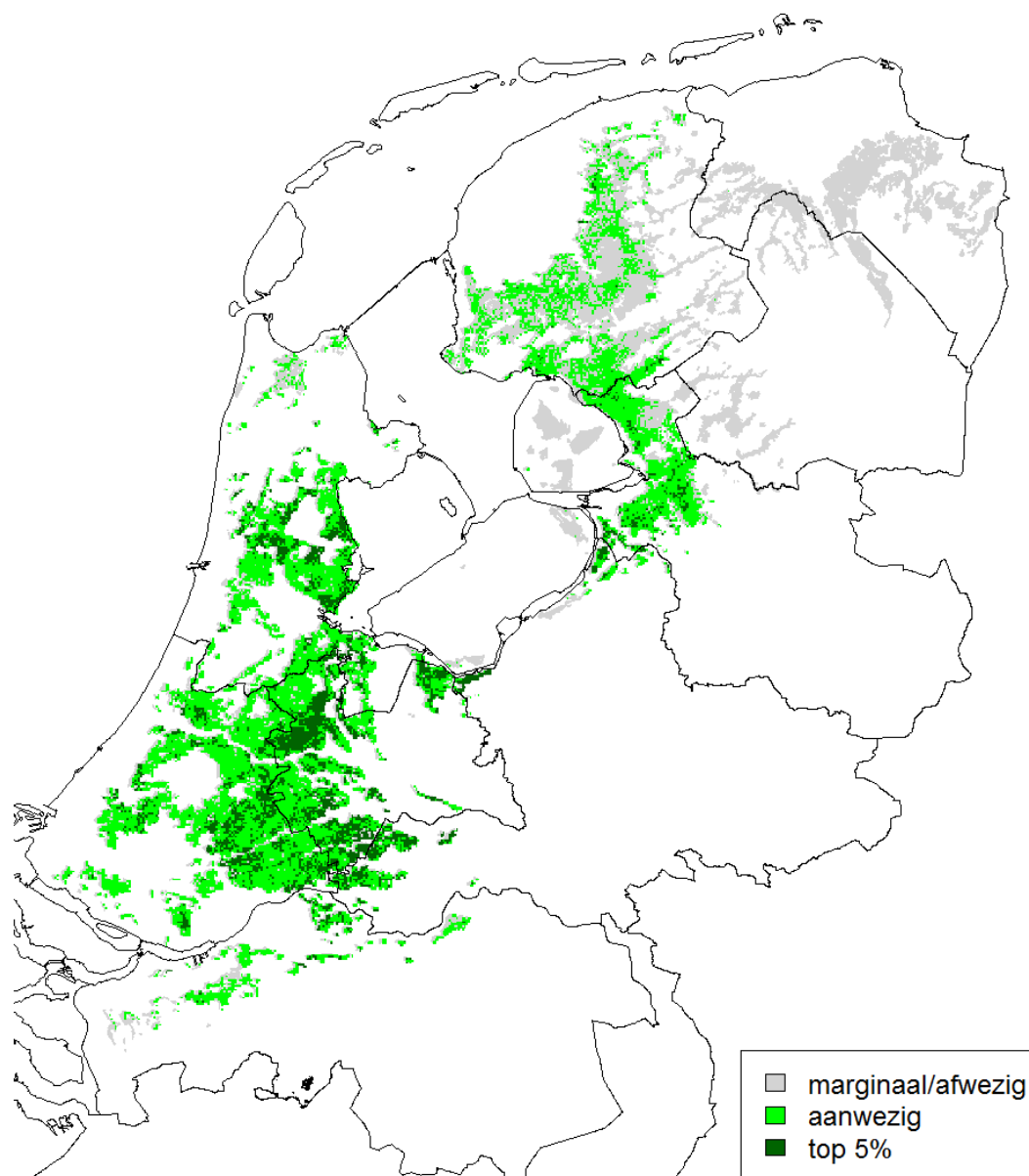
Bittervoorn (*Rhodeus amarus*)



Figuur 4.22. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.22. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Bittervoorn



Figuur 4.23. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.23. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.11. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.11. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	49.6	15.6	0	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	9.1	6.3	0	m/ha	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	36.8	29	7.8	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	33.4	27	9.3	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	13.9	21.2	18.6	%	Negatief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	9.3	19.3	22.1	%	Negatief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.5	3.2	10.6	%	Negatief
Moeras in de omgeving 5x5 km	0.2	0.5	0.7	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0.1	0.3	%	Negatief

De kansenkaart van Bittervoorn (Figuur 4.22) toont het belang van het midden en westelijk deel van Nederland, waar de hoogste potentie voor de soort aanwezig is. Dit strekt zich uit langs de grote rivieren, langs de Wieden-Weerribben tot in Friesland. In Drenthe en Groningen komt de soort maar zeer beperkt voor.

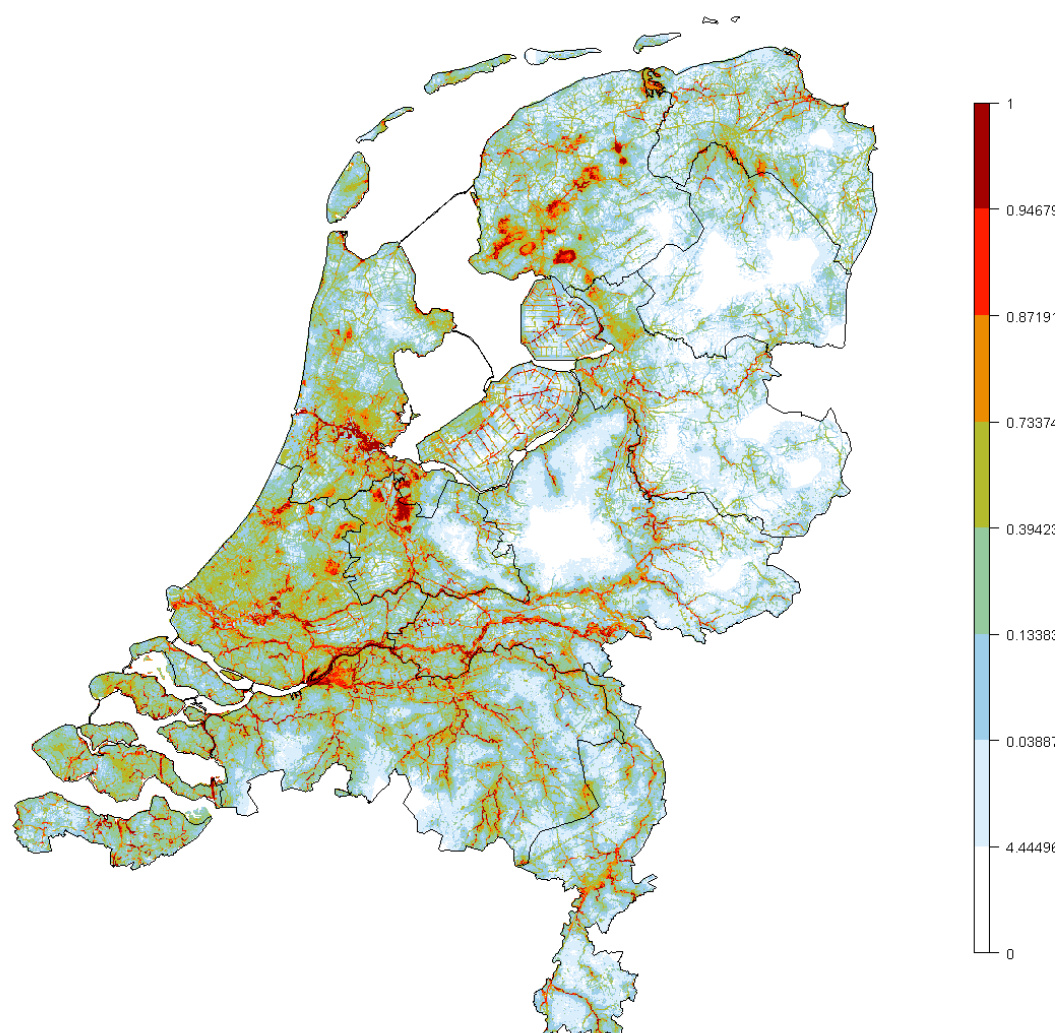
Regulier onderhoud aan sloten is zowel een kans als een belangrijk knelpunt voor de soort. Dit onderhoud is noodzakelijk om sloten niet volledig te laten verlanden, maar te intensief onderhoud zorgt voor een afname aan vegetatiedekking en daarmee leefgebied op korte termijn. Ook het op de oever gooien van grote aantallen zoetwatermosselen belemmert het voortplantingssucces van de soort. Fasering van beheer in tijd en ruimte en de aanleg van natuurvriendelijke oevers zijn de belangrijkste beheer- en inrichtingsfactoren (zie ook soortenfiche).

De Bittervoorn komt voor in een breed scala aan stilstaande tot langzaam stromende wateren, veelal met plantenrijke oevers. De aanwezigheid van grote zoetwatermosselen is essentieel voor de voortplanting van de soort. Het leefgebied bestaat uit vaarten, sloten en uiterwaardwateren, waarbij het zwaartepunt ligt in het midden en westen van het land. Zeeland is hierbij, vanwege het voormalig zoute karakter, een uitzondering.

De dichtheid aan sloten (m.n. 0-3 m breed), en daarmee geschikt habitat, is van belang voor het voorkomen van de soort in het veenweidegebied (partial dependance plots linsloot03: 9.3%). Hierbij zijn met name de smallere sloten een belangrijk leefgebied.

Binnen veenweidegebied bestaat een voorkeur voor klei op veenbodem (Top5%: 49.6% t.o.v. gemiddeld 15.6%, zie Tabel 4.11), voor smalle sloten en klei op veenbodem in de omgeving (3 x 3 km en 5 x 5 km).

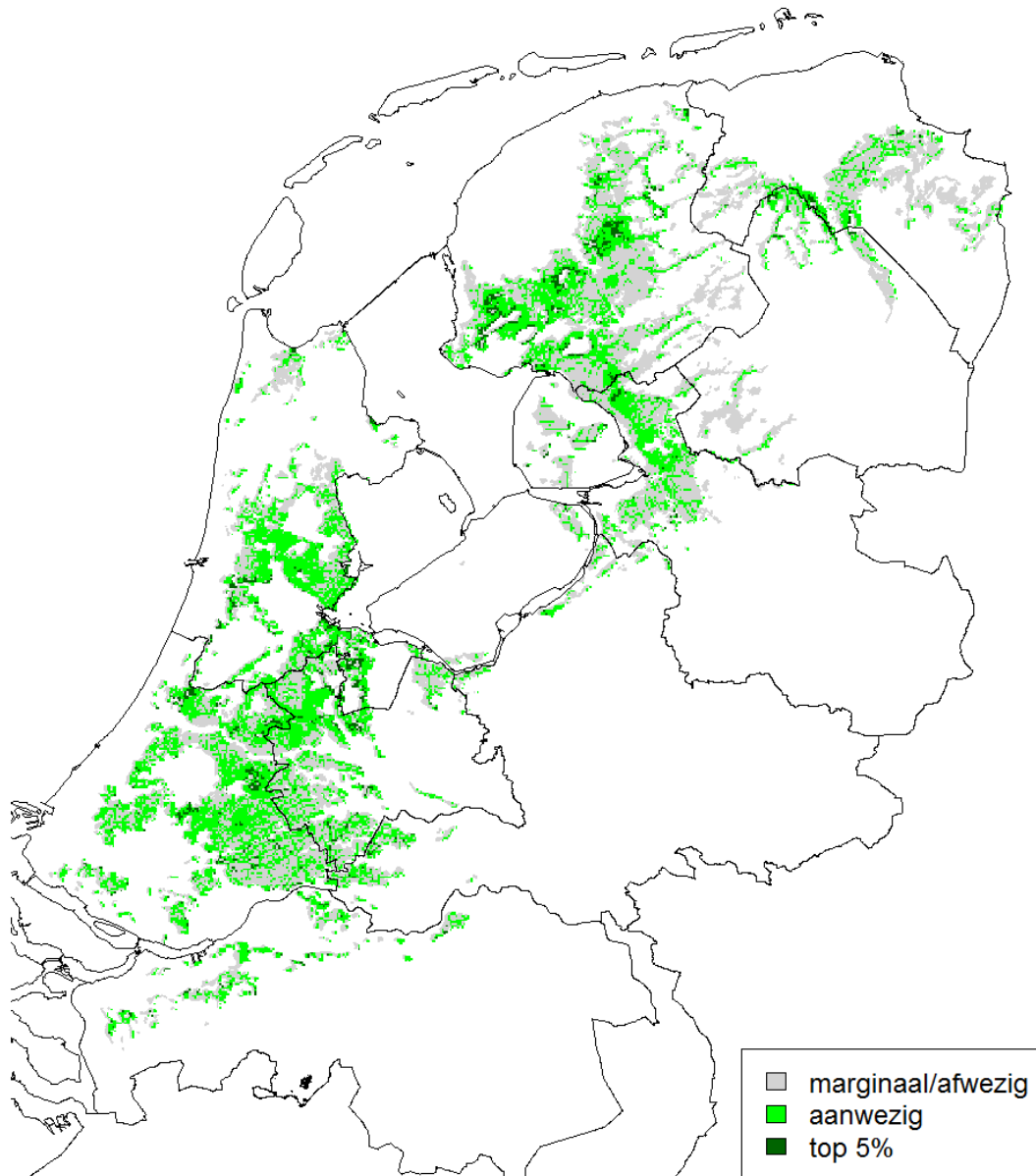
Europese aal (*Anguilla anguilla*)



Figuur 4.24. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.24. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Europese aal



Figuur 4.25. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.25. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.24. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.24. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

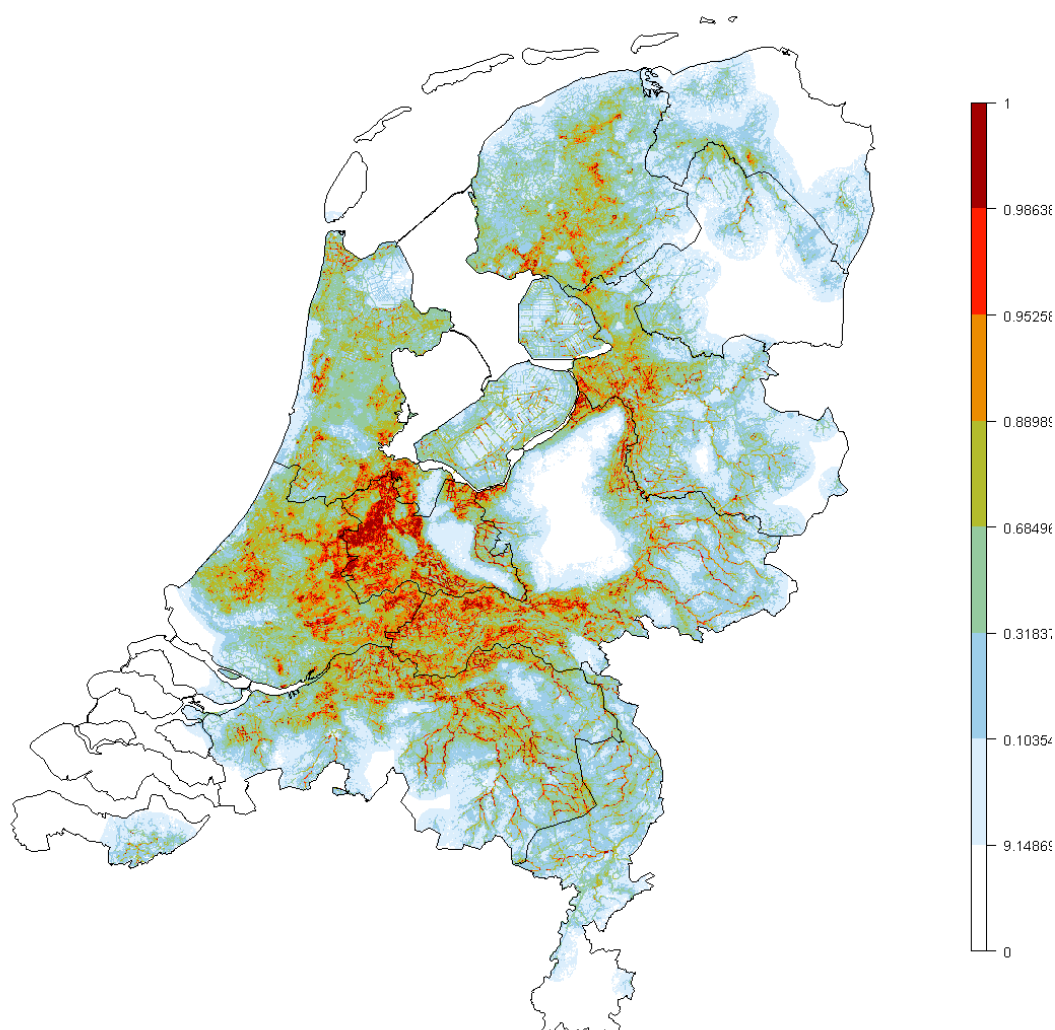
Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Open water	25	4	0	%	Positief
Klei op veenbodem	21.4	5	5	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	29	23.1	23.7	%	Positief
Ptot	0.17	0.21	0.19	mg/l	Negatief
PO4	0.06	0.09	0.07	mg/l	Negatief
Drooglegging en grondwaterstand	-41.9	-59.8	-91.1	cm	Negatief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	13	22.3	18.3	%	Negatief
Brede sloten (3-6 m)	8.3	14.4	18.9	m/ha	Negatief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	8.1	22.5	18.3	%	Negatief
Blijvend grasland	6.3	30	64.1	%	Negatief
Laagveenbodem	0	2.9	2.5	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0.8	0.2	0.1	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	18	6.9	2.4	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	14.9	7.9	3.2	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	1	0.6	0.5	%	Positief
Zichtbare openheid	127.2	160.6	257	ha	Negatief
Akker in de omgeving 3x3 km	1.9	2.8	7.1	%	Negatief

De Europese aal komt voor in alle bestaande watertypen van Nederland (Van Emmerik & de Nie, 2006). Door de vele barrières kan de jonge aal vaak niet op eigen kracht de opgroeigebieden in de polders bereiken. Glasalen worden om die reden voor de kust gevangen en al sinds 100 jaar uitgezet in binnenwateren.

De verspreiding binnen Nederland concentreert zich in en langs de grote rivieren en in Laag-Nederland (Figuur 4.25).

In het veenweidegebied scoren als omgevingsvariabelen positief (zie Tabel 4.24): open water, klei op veenbodem (ook in omgeving 3 x 3 km) en moeras in omgeving (3 x 3 km en 5 x 5 km). Negatieve variabelen zijn drooglegging en lage grondwaterstand, een laagveenbodem (ook in omgeving 3 x 3 km en 5 x 5 km).

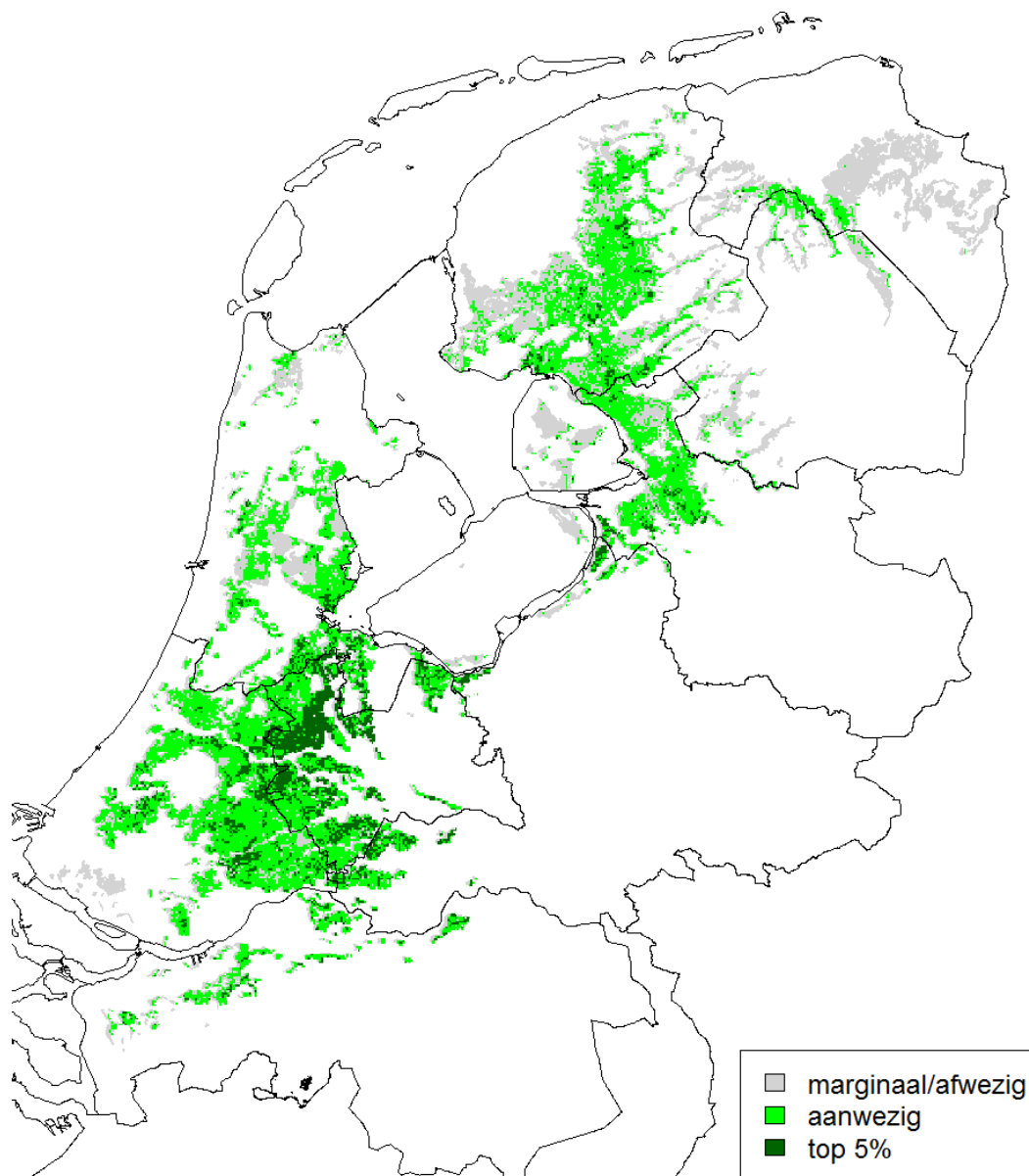
Kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*)



Figuur 4.26. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.26. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Kleine modderkruiper



Figuur 4.27. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.27. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.25. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.25. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	43.7	6.6	2.3	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	36.6	25.9	17.1	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	32.6	24.9	18.1	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	8	6.1	0	m/ha	Positief
Laagveenbodem	0	3.2	2.1	%	Negatief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.8	3.5	12	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0.1	0.1	%	Negatief

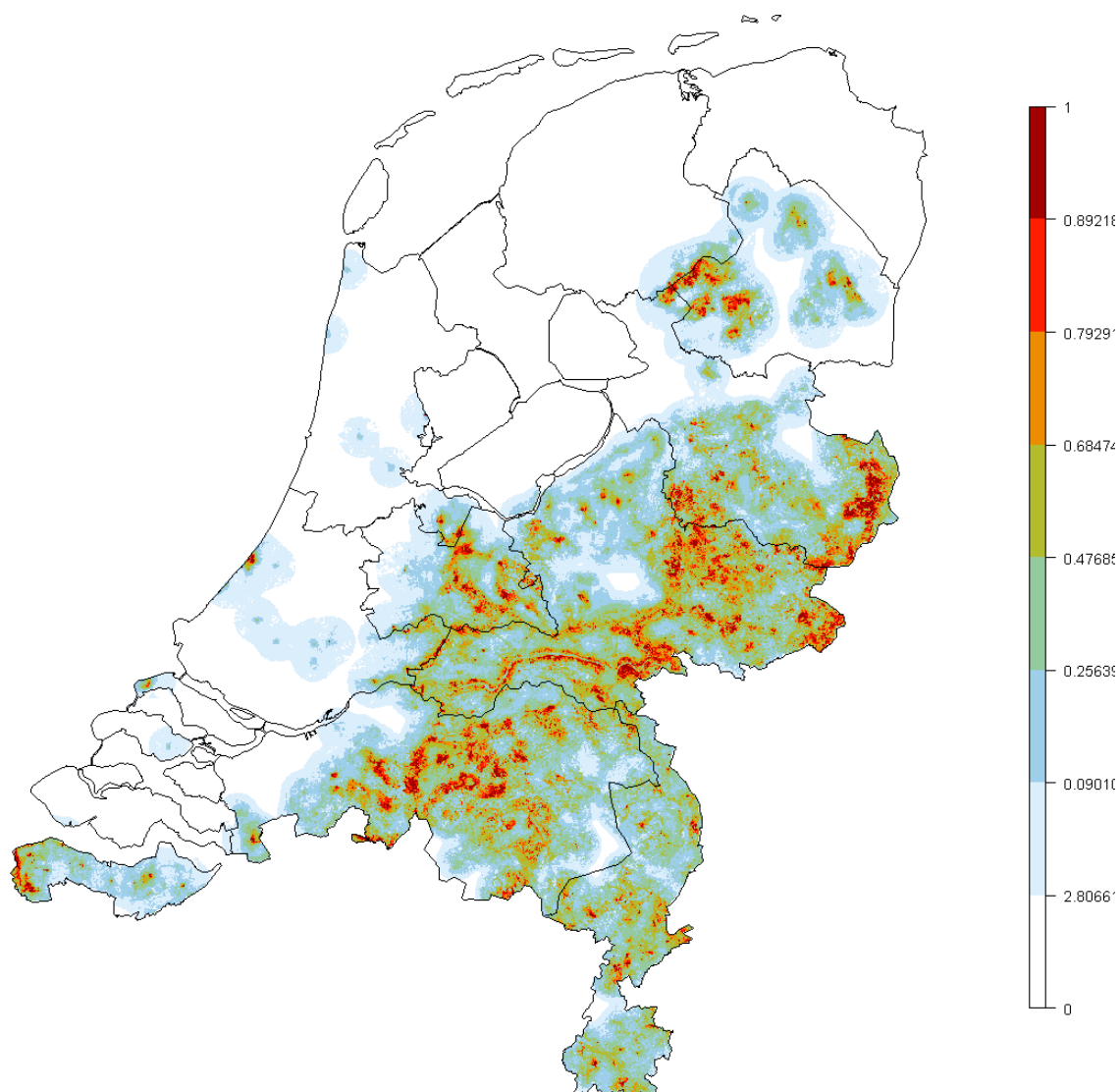
De kleine modderkruiper komt in een groot deel van Nederland voor, behalve in Zeeland, de Waddeneilanden, heuvels van Zuid-Limburg, de Veluwe en Zuidoost-Drenthe (zie Figuur 4.26). De soort wordt merendeels gevangen middels schepnetonderzoek.

In het overgrote deel van het laagveen/veenweide gebied komt de soort voor, met een concentratie van de Top5% leefgebieden in het Utrechtse en Zuid Hollandse veenweidegebied.

In het laagveengebied bestaat er een duidelijk voorkeur voor de klei op veenbodem (Top5%: 43.7%; ook klei op veenbodem in de omgeving 3 x 3 km en 5 x 5 km) en voor smalle sloten (0-3 m)(zie Tabel 4.25).

4.5 Amfibieën

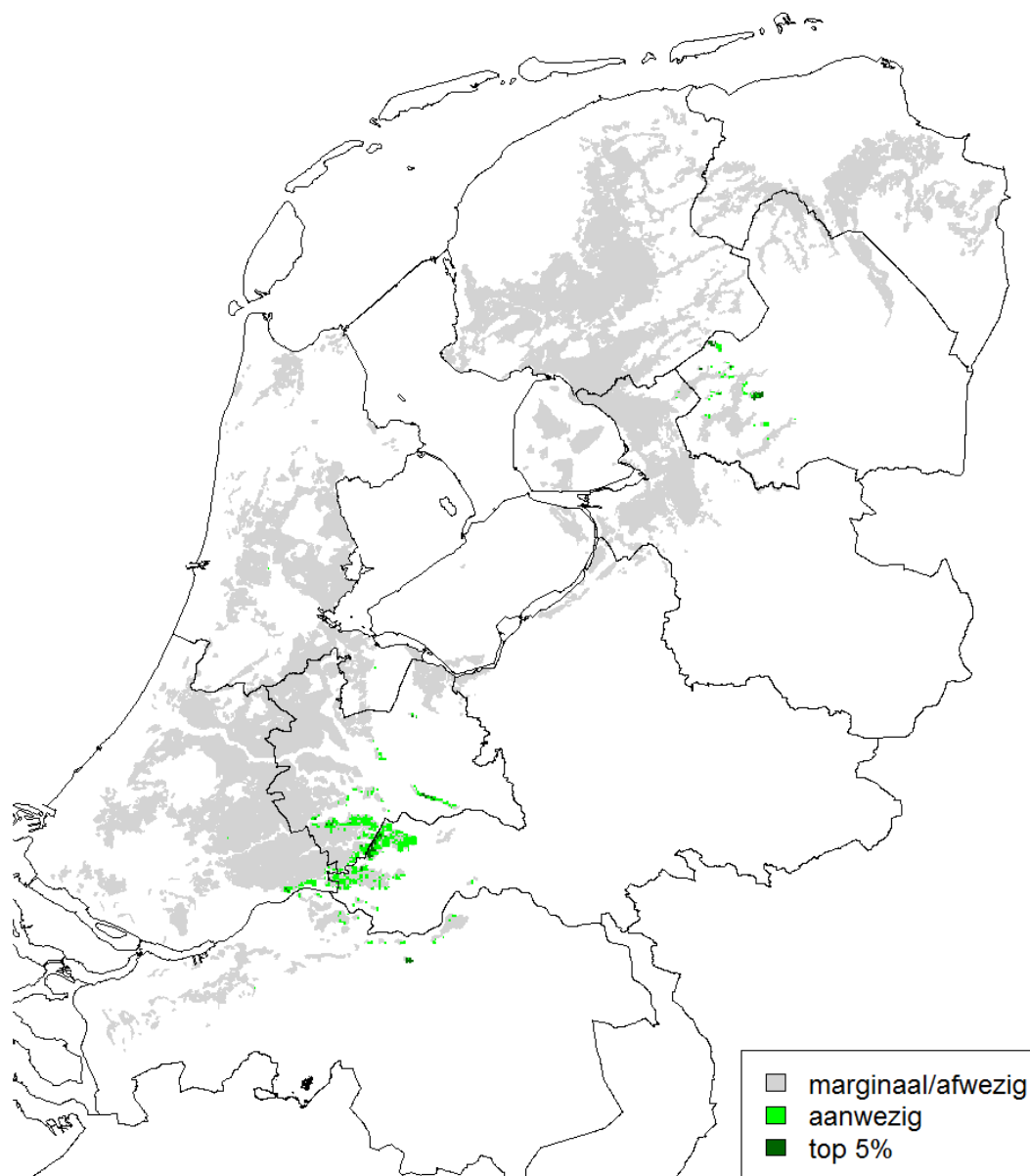
Kamsalamander (*Triturus cristatus*)



Figuur 4.28. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.28. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Kamsalamander



Figuur 4.29. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.29. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.26. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.26. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Cl	31.76	43.06	74.9	mg/l	Negatief
Ca	55.51	75.3	71.57	mg/l	Negatief
NH4	0.19	0.27	0.47	mg/l	Negatief
Brede sloten (3-6 m)	13	18.7	16.6	m/ha	Negatief
Geleidendheid	39.6	59.6	66	mS/m	Negatief
SO4	22.88	40.35	53.41	mg/l	Negatief
HCO3	123.12	223.66	182.05	mg/l	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	6.7	33.6	22.9	%	Negatief
Blijvend grasland	3.7	25	48	%	Negatief
Klei op veenbodem	3.4	23.9	4.3	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	3.5	30.8	22.4	%	Negatief
Brede sloten in de omgeving 5x5 km	10.6	15.4	14.8	m/ha	Negatief
Zichtbare openheid	15.6	29.3	220.9	ha	Negatief

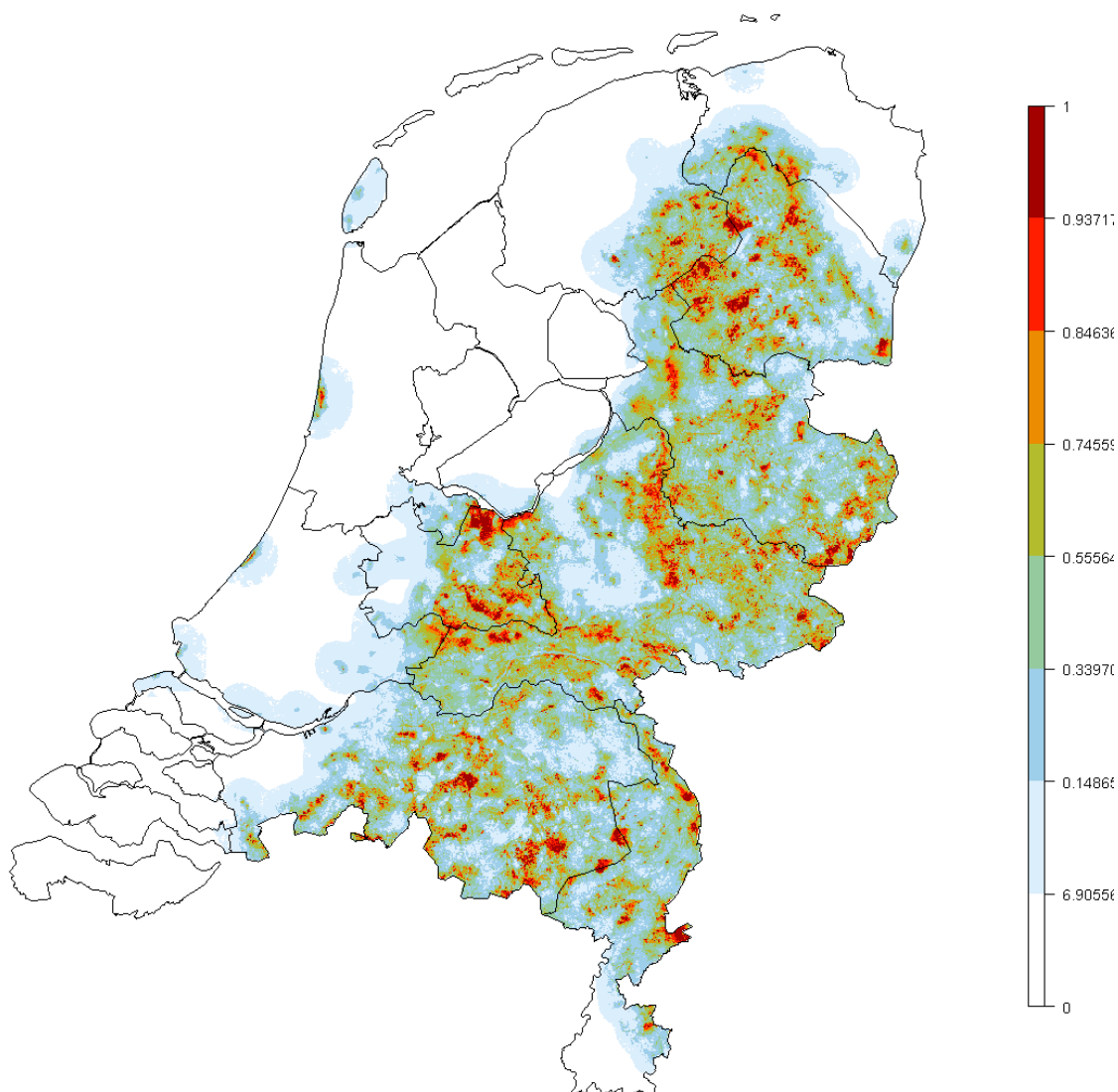
Uit de kansenkaart (Figuur 4.28) blijkt dat de Kamsalamander met name leefgebied vindt in de oostelijke en zuidelijke helft van het land, op de zandgronden en in het rivierengebied. Kansen in het agrarisch gebied liggen met name op het vlak van aanleg en onderhoud van visvrije voortplantingswateren, herstel van houtwallen en hagen en het voorkomen van inspoeling van te veel nutriënten in de voortplantingswateren. Aanleg van kruiden- en bloemrijke stroken en velden zorgen voor verbetering van de foerageermogelijkheden.

De Kamsalamander is een soort die hoofdzakelijk gebonden is aan poelen binnen een kleinschalig landschapsmozaïek. Hierbij is de afwisseling aan poelen, velden, hagen en kleine bosgebieden van belang. De poelen zijn vaak relatief groot en voedselrijk. Grootschalige herinrichting van het landschap, naar een meer monotone situatie, heeft de soort in het verleden niet goed gedaan. Ook het tegengaan van rivierdynamiek, waarbij kleine dynamische uiterwaardwateren verdwenen zijn, heeft bijgedragen aan de afname van de soort. In het veenweidegebied komt de soort beperkt voor, waarbij de belangrijkste leefgebieden aanwezig zijn rondom de Lekdijk en het Lingengebied op de grens tussen Gelderland en Utrecht. Hier zijn vele, deels speciaal voor de soort aangelegde, poelen aanwezig en vindt de soort landhabitat in de vorm van graslanden, boomgaarden en kleine bosschages (Figuur 4.29).

Uit de landelijke analyse (zie Bijlage 2) blijkt het belang van de aanwezigheid van bos in het leefgebied. Hoewel de soort de voorkeur geeft aan poelen voor de voortplanting, die vaker visvrij zijn dan sloten, lijkt ook de dichtheid aan sloten positief uit te vallen voor aanwezigheid van de Kamsalamander. Overige factoren die aanwezigheid lijken te verklaren zijn gerelateerd aan weersomstandigheden en sluiten een waarnemerseffect niet uit.

Uit de analyse van de omgevingsvariabelen in het veenweidegebied (zie Tabel 4.26) komt naar voren dat veel variabelen een negatieve invloed hebben op het voorkomen van de soort. In het veenweidegebied moet dus niet zo zeer gefocust worden op sloten, maar vooral op poelen in combinatie met kleine landschapselementen in de buurt van bestaande populaties (rondom Lekdijk, Lingengebied en Zuidwest-Drenthe). Zie verder ook soortenfiche.

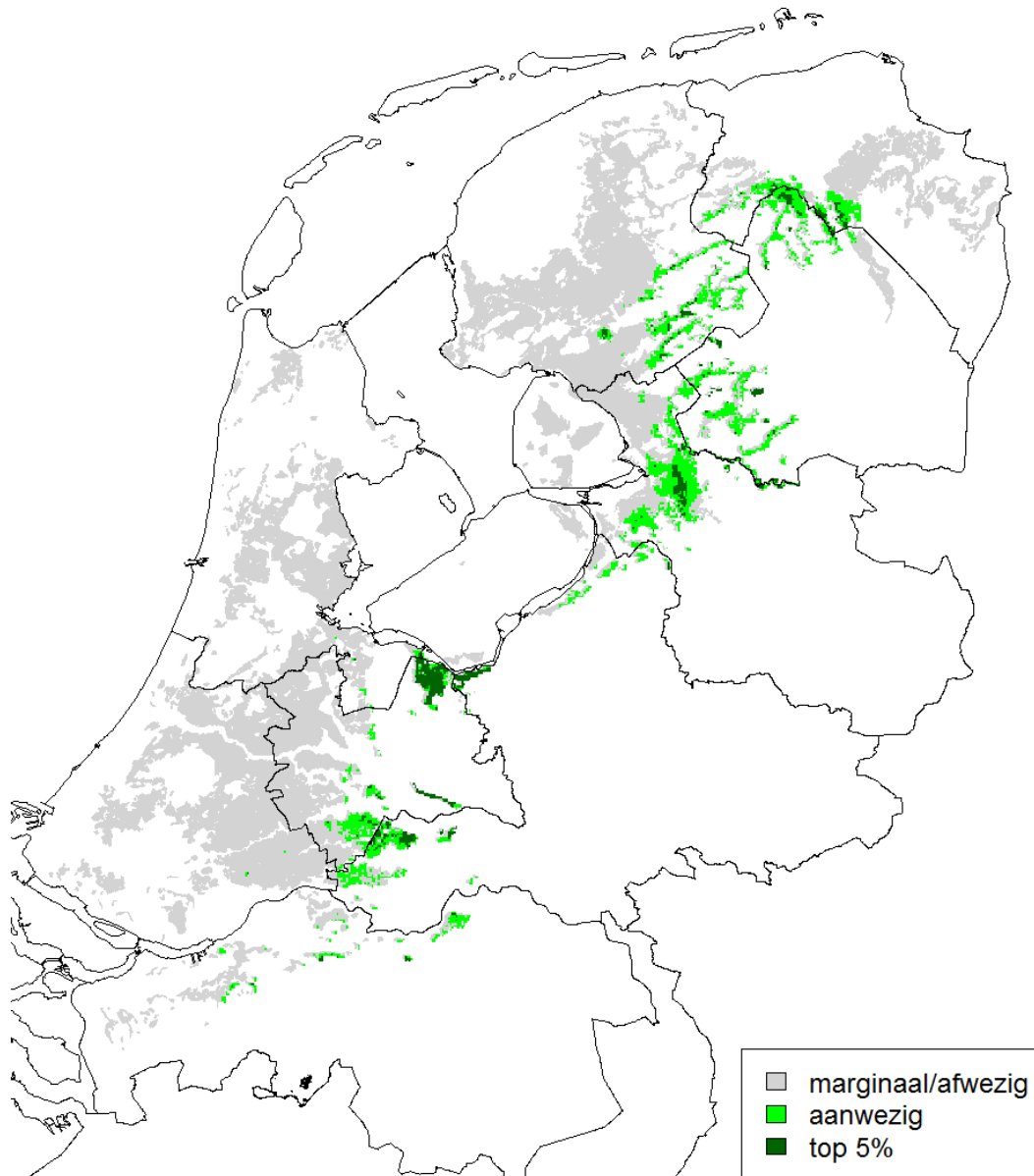
Poelkikker (*Pelophylax lessonae*)



Figuur 4.30. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.30. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Poelkikker



Figuur 4.31. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.31. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.27. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.27. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

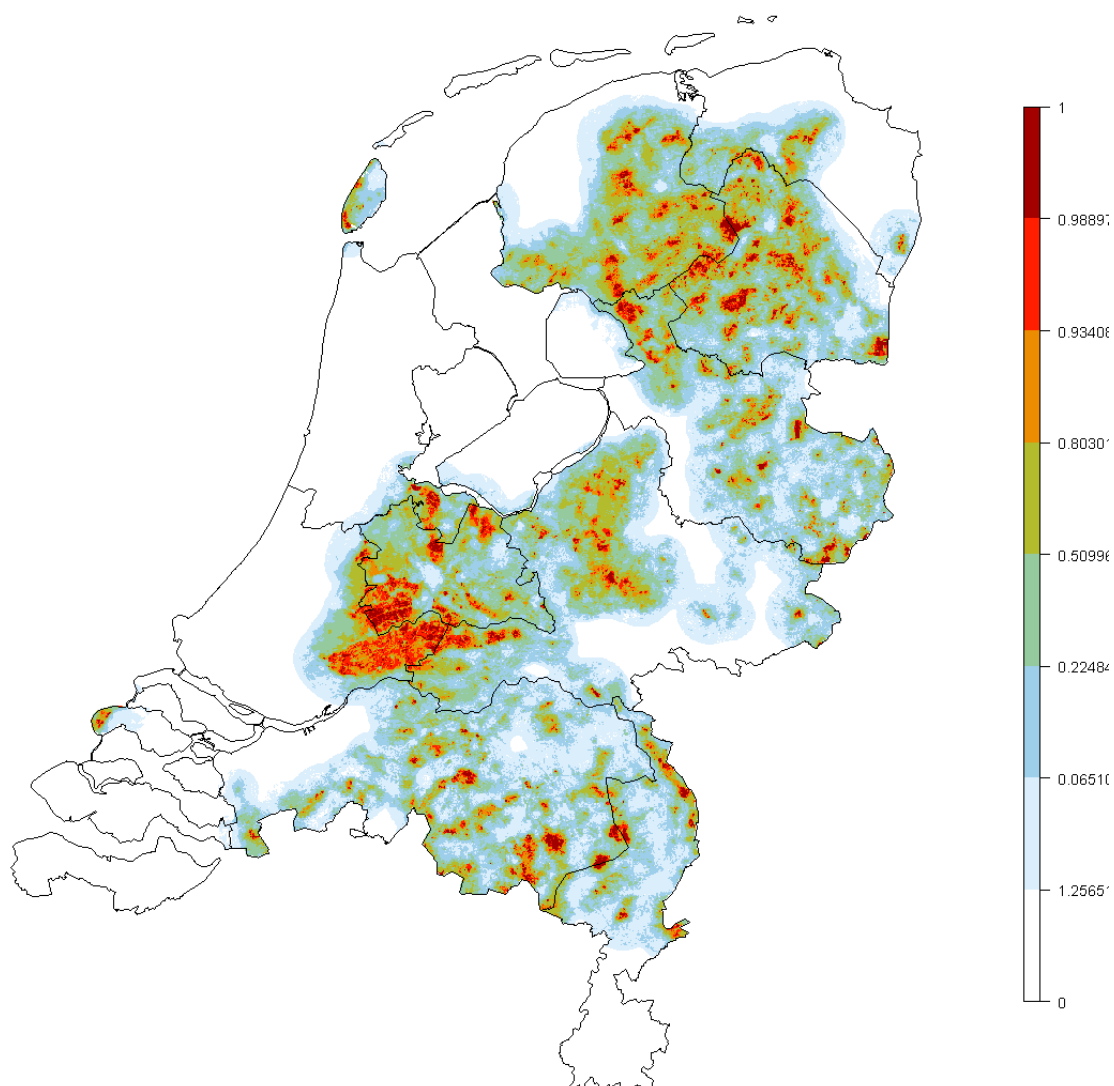
Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	29.5	9.7	25.2	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	27.8	9.3	24.2	%	Positief
Brede sloten (3-6 m)	24.3	18.2	16.4	m/ha	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	1.4	13.2	22	%	Negatief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	0.4	14.3	21.8	%	Negatief
Laagveenbodem	0	6.8	1.7	%	Negatief
Brede sloten in de omgeving 3x3 km	19	15.8	15.3	m/ha	Positief

Voor de Poelkikker kunnen relatief eenvoudig maatregelen getroffen worden door het beheer van de sloten in de kansrijke locaties aan te passen. Fasering in tijd en ruimte, waarbij niet alle vegetatie in een keer verwijderd wordt, in combinatie met natuurvriendelijke oevers en kruidenrijke randen, zorgen voor een verbetering van de habitatkwaliteit. Houtwallen, hagen of bossages in de omgeving zorgen voor geschikte overwinteringslocaties. Poelkikkers overwinteren veelal ingegraven op het land, waar intensief beheerde graslanden met een dichte grasmat slechts beperkt geschikt voor zijn.

De Poelkikker komt hoofdzakelijk voor in de oostelijke helft van het land, op de hogere zandgronden en in het rivierengebied en ontbreekt grotendeels in het westen en noorden van het land. Ook langs de grote rivieren Waal, Nederrijn en IJssel komt de soort voor, met name in leefgebieden in binnendijkse wateren en laag dynamische situaties. Ook in sloten in het agrarisch gebied, vaak onder invloed van kwel, wordt de soort aangetroffen. Poelkikkers worden regelmatig in dezelfde wateren als kamsalamander en Heikikker aangetroffen. De soort wordt daarmee als indicatief geacht voor een goede waterkwaliteit en hoge natuurwaarden. Uit de landelijke analyse (Bijlage 2) komt ook de voorkeur voor heide en hoogveen terug, evenals de afwezigheid in wateren met een hoog zoutgehalte. Overige factoren die aanwezigheid lijken te verklaren zijn gerelateerd aan weersomstandigheden en sluiten een waarnemerseffect niet uit.

In het veenweidegebied scoren de volgende habitatvariabelen positief: klei op veenbodem in de omgeving (3 x 3 km en 5 x 5 km), brede sloten (3-6m; idem in omgeving 3 x 3 km). Laagveenbodems scoren negatief (zie Tabel 4.27).

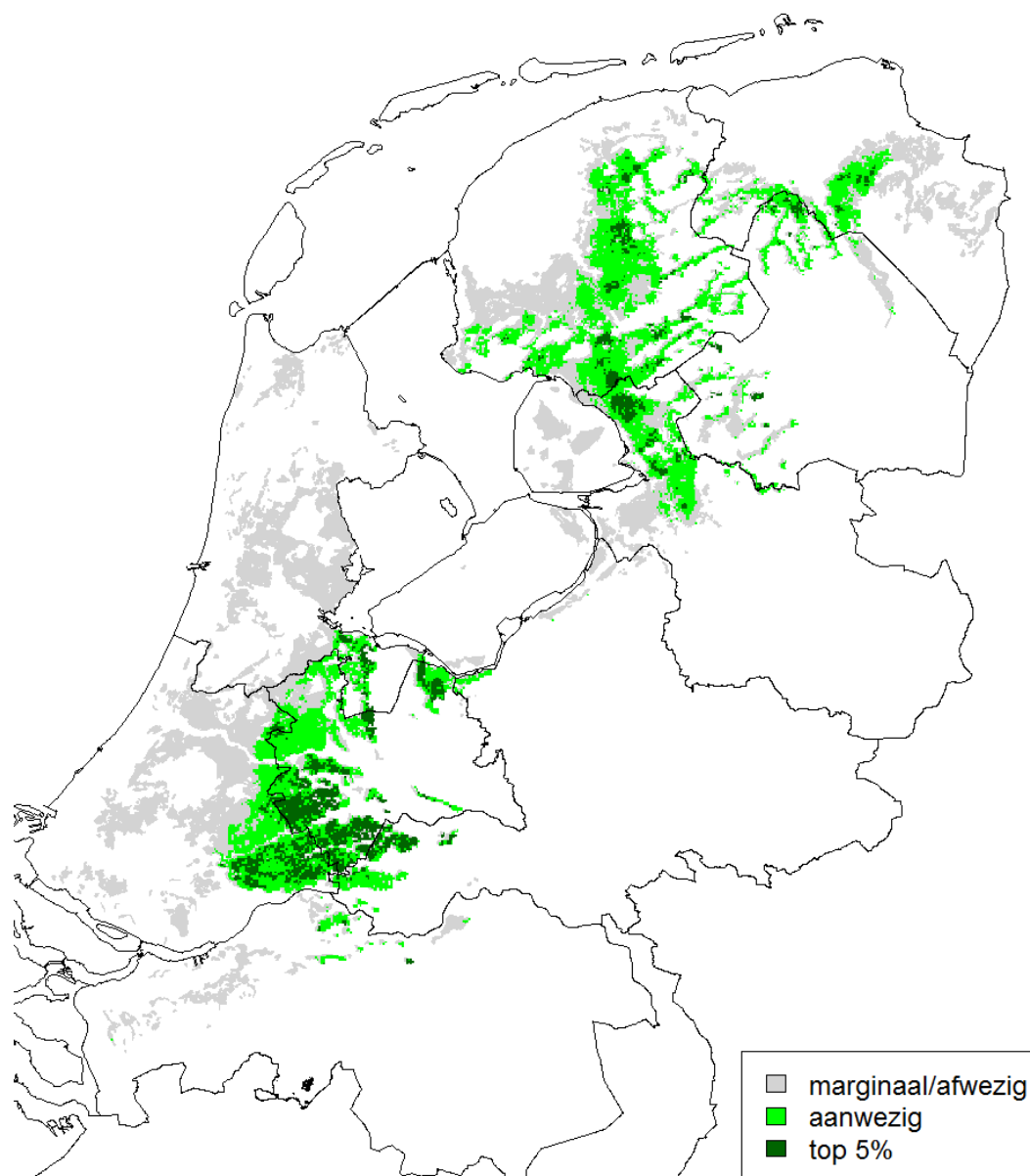
Heikikker (*Rana arvalis*)



Figuur 4.31. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.31. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Heikikker



Figuur 4.32. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.32. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.28. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.28. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	44.2	0.6	8	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	42.8	24.5	22.7	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	40.7	25.8	20.9	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	5.1	3.7	3.3	m/ha	Positief
Brede sloten (3-6 m)	27.9	20.5	13.6	m/ha	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	11.5	29.6	13.6	%	Negatief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	10.1	30.5	11.8	%	Negatief
Brede sloten in de omgeving 3x3 km	25.8	17.7	13.3	m/ha	Positief
Brede sloten in de omgeving 5x5 km	24	16.9	12.9	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	2.8	3.6	4.2	%	Negatief
Open water in de omgeving 5x5 km	3.2	4.6	5.3	%	Negatief

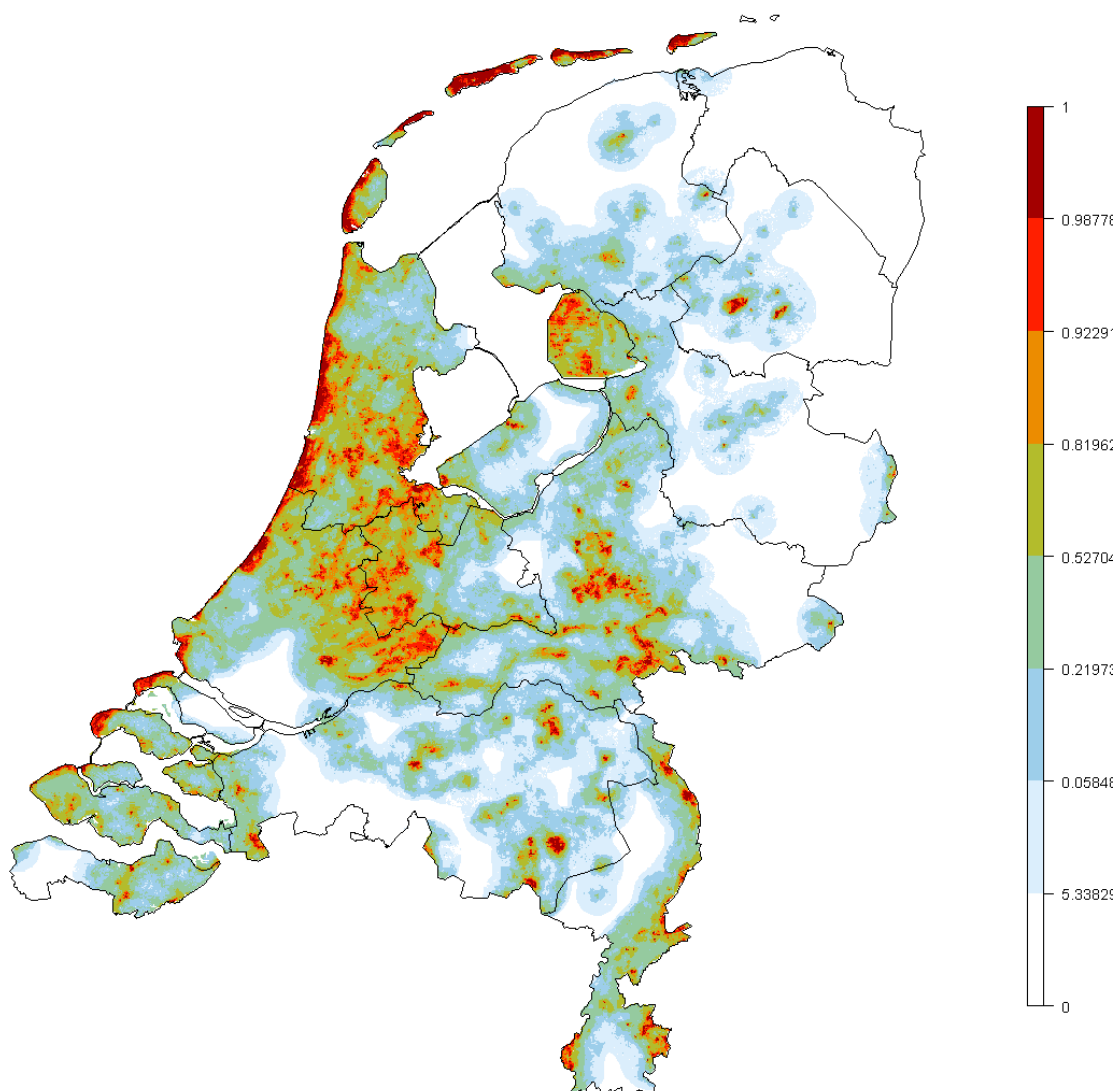
Net als voor Poelkikker liggen de kansen voor verbetering van het leefgebied van de Heikikker in de extensivering van het beheer. Ook het laten verruigen van delen van oevers, het creëren van reliëf en een hoog waterpeil komen de soort ten goede. Landschappelijke inpassing van houtwallen, hagen en hakhoutbosjes zorgen voor geschikt land- en overwinterhabitat. Evenals de Poelkikker overwintert de Heikikker op het land.

De Heikikker komt in Nederland voor in moerassen, hoog- en laagvenen en uiterwaarden, maar ook op heideterreinen en in het agrarisch gebied. De wateren zijn vaak relatief zuur en voedselarm. De soort komt nauwelijks voor in intensief gebruikte landschappen, rond infrastructuur en bebouwing. Dit beeld komt ook naar voren uit de analyses (partial dependance plots). Voortplantingswateren bestaan uit ondiepe en zonbeschenen wateren. Vaak zijn dit venen en grotere wateren in hoog- en laagvenen.

In agrarisch gebied gaat het veelal om sloten, maar ook laag dynamische moerassen in het rivierengebied worden bevolkt. Kruidenrijk vochtig grasland, ruigte en dichte vegetaties in de omgeving van de voortplantingswateren zijn van belang als landhabitat. Hierbij komen in het agrarisch gebied houtwallen, greppels en hakhoutbosjes. Uit de analyse komt naar voren dat ook akkers worden gemeden en er een voorkeur bestaat voor een laag Ca⁺ gehalte. Overige factoren die aanwezigheid lijken te verklaren zijn gerelateerd aan weersomstandigheden en sluiten een waarnemerseffect niet uit.

In het veenweidegebied bestaat een sterke voorkeur voor een klei op veenbodem (Top5%: 44.2% t.o.v. gemiddeld 0,6%, zie Tabel 4.28), zowel smalle als brede sloten zijn positieve variabelen. Negatief zijn laagveenbodems en open water in de omgeving (3 x 3 km en 5 x 5 km).

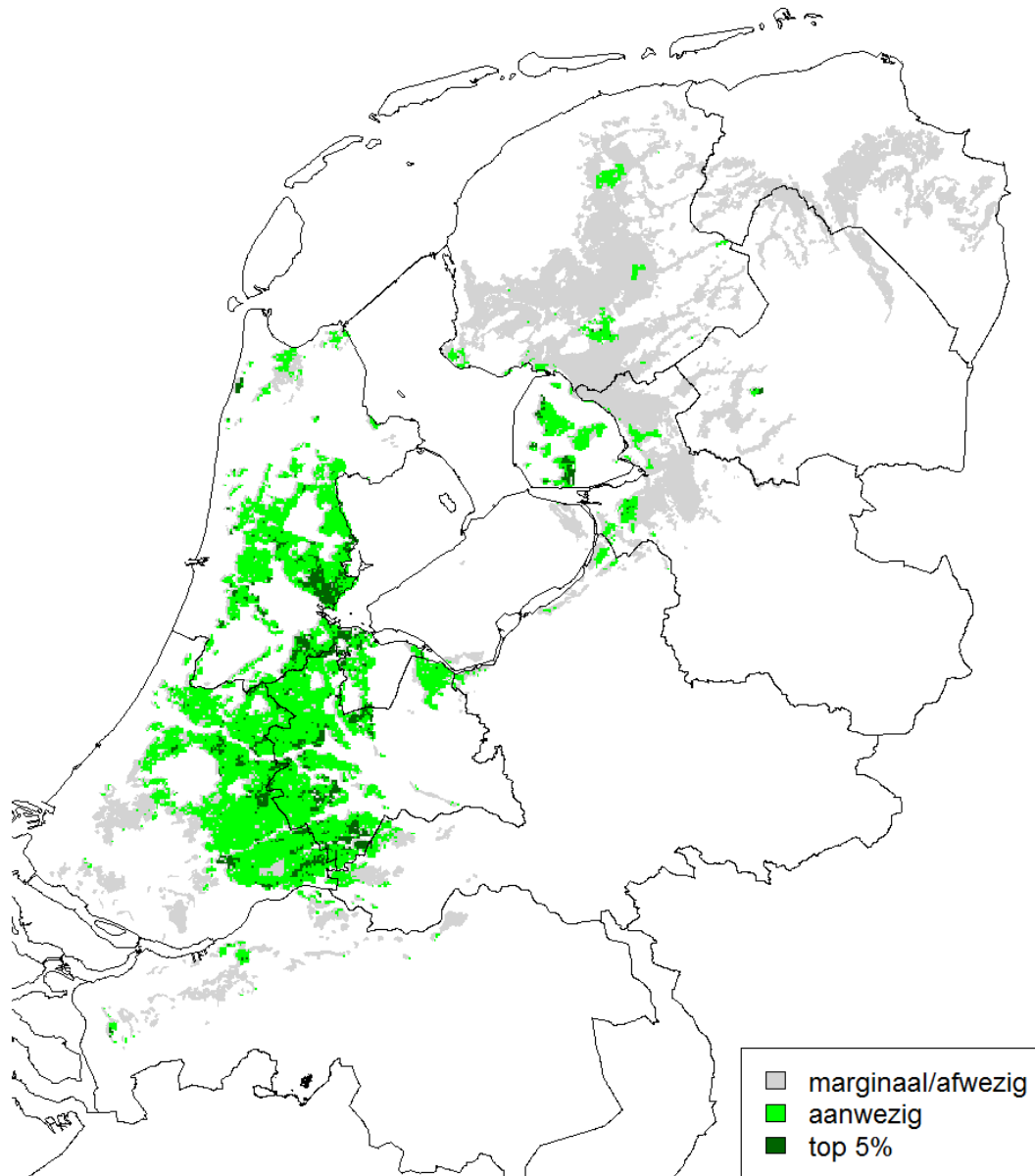
Rugstreeppad (*Epidalea calamita*)



Figuur 4.33. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.33. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Rugstreeppad



Figuur 4.34. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.34. Distribution in the lowland peatlands. The most important locations are shaded dark green. The rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.29. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.29. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veen bodem	34.1	15.1	0.9	%	Positief
Laagveenbodem	0	0.6	5.6	%	Negatief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.5	3.2	6.4	%	Negatief

Kansen voor de Rugstreeppad in het agrarisch gebied bestaan met name uit het realiseren en/of de instandhouding van pionier situaties. Regelmatig schonen van wateren om successie tegen te gaan, aanleg van poelen specifiek voor deze soort en de instandhouding van 'rommelhoekjes' in het landschap, helpen de soort vooruit. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de wat afwijkende voorkeur van de voortplantingshabitat van de Rugstreeppad, in vergelijking met de hiervoor behandelde soorten Kamsalamander, Poelkikker en Heikikker.

Laatstgenoemde soorten komen met name voor in wateren in een verder ontwikkeld successiestadium dan waar de Rugstreeppad de voorkeur aan heeft. Waar het behouden van kale en open wateren de Rugstreeppad dus in de hand kan werken, dient te worden voorkomen dat wateren die van groot belang zijn voor andere soorten, hiervoor worden opgeofferd. Met beheer ingrepen, waaronder het verhogen van het waterpeil waardoor oevers en graslanden overstroomd, kan eenvoudig geschikt tijdelijk voortplantingshabitat voor Rugstreeppadden gerealiseerd worden, zonder dat daarbij grotere inrichtingsmaatregelen noodzakelijk zijn. Waar het winterwaterpeil dusdanig hoog is dat het Rugstreeppadden ontbreekt aan geschikt overwinterlocaties, kan de realisatie van zand- en/of puinbulten hierin voorzien. Bij de aanleg van Rugstreeppadpoelen, die op een goede locatie nog hetzelfde jaar in gebruik genomen kunnen worden door de soort, wordt veelal de afgegraven grond in een U-vormige wal om de poel gelegd, waardoor overwinterhabitat gerealiseerd wordt.

De Rugstreeppad is een soort die leeft in dynamische milieus en vaak opduikt in pionier situaties. In het westen van het land zijn dit met name duinen en ruderaal terreinen. Ook nieuw ontstane kleiputten, kleine rivier begeleidende wateren en andere tijdelijke wateren, waaronder grotere regenplassen en overstroomde weilanden, worden veelvuldig gebruikt. De wateren zijn meestal ondiep en onbeschadwd, laag begroeid of zelfs in zijn geheel onbegroeid. Deze wateren warmen daardoor snel op, waardoor de ontwikkeling van de larven tot metamorfose relatief snel verloopt. Dit zijn met name wateren in vroege stadia van successie. Naarmate successie en verlanding vordert, verdwijnen de Rugstreeppadden om plaats te maken voor soorten die in meer ontwikkelde wateren voorkomen. Leefgebieden zijn zowel (half)natuurlijk als sterk door humane ingrepen beïnvloed. Bouwterreinen, afgravingen maar ook erven van boerderijen maken onderdeel uit van het leefgebied. Vaak komt de soort voor op zandgrond, waar de dieren in kunnen ingraven. Akkers worden eveneens gebruikt als landhabitat.

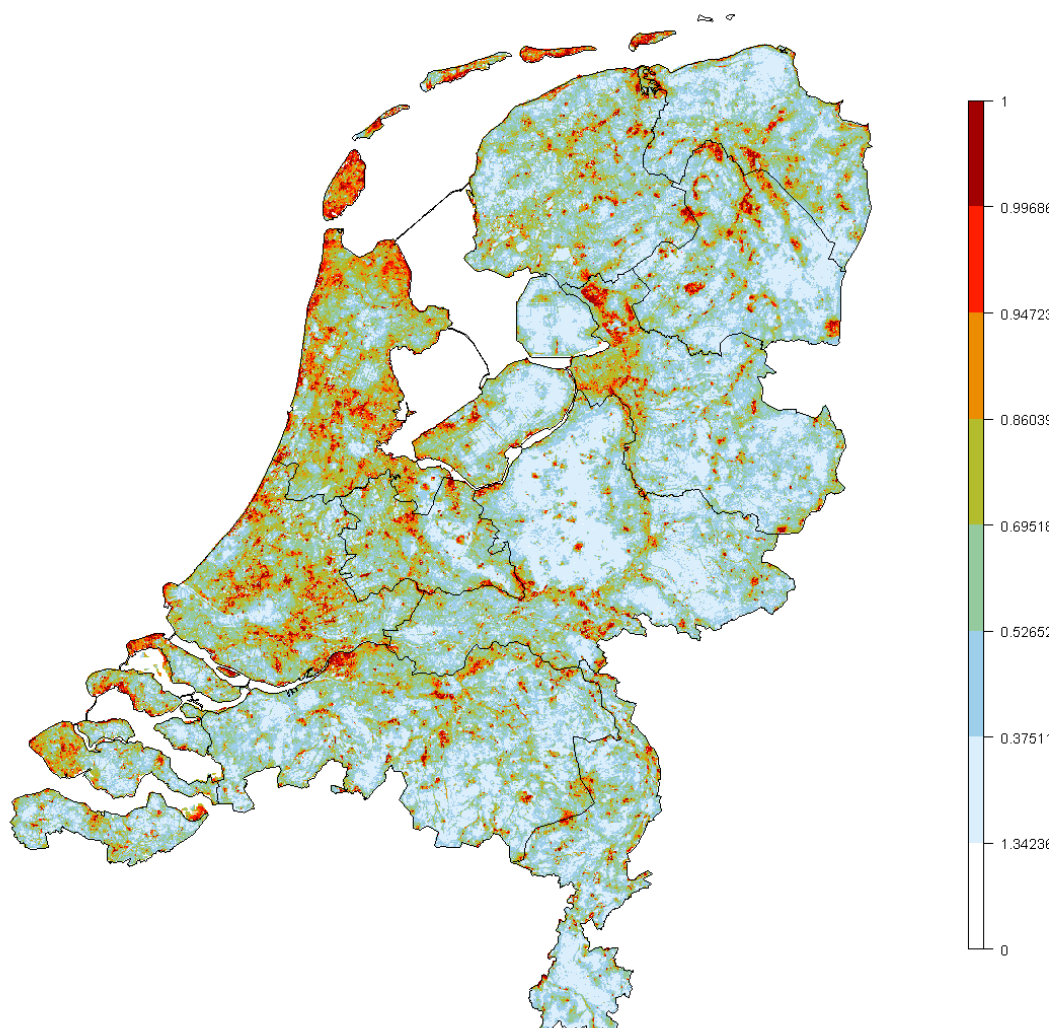
Ook op kleigrond en in veengebieden komt de soort voor. Ze maken in die gebieden ook gebruik van allerlei schuilplaatsen om zich overdag onder te verschuilen. Dit kan gaan om stenen, stronken en stammen maar ook allerlei menselijk 'puin'.

Uit de landelijke analyse (partial dependance plots; zie Bijlage 2) blijkt de binding met een zeker mate van open zand, akkers en een waterrijke omgeving. Overige factoren die aanwezigheid lijken te verklaren zijn gerelateerd aan weersomstandigheden (strengere vorst is ongunstig) en sluiten een waarnemerseffect niet uit.

In het veenweidegebied is er een voorkeur voor klei op veenbodem (zie Tabel 4.29).

4.6 Vogels

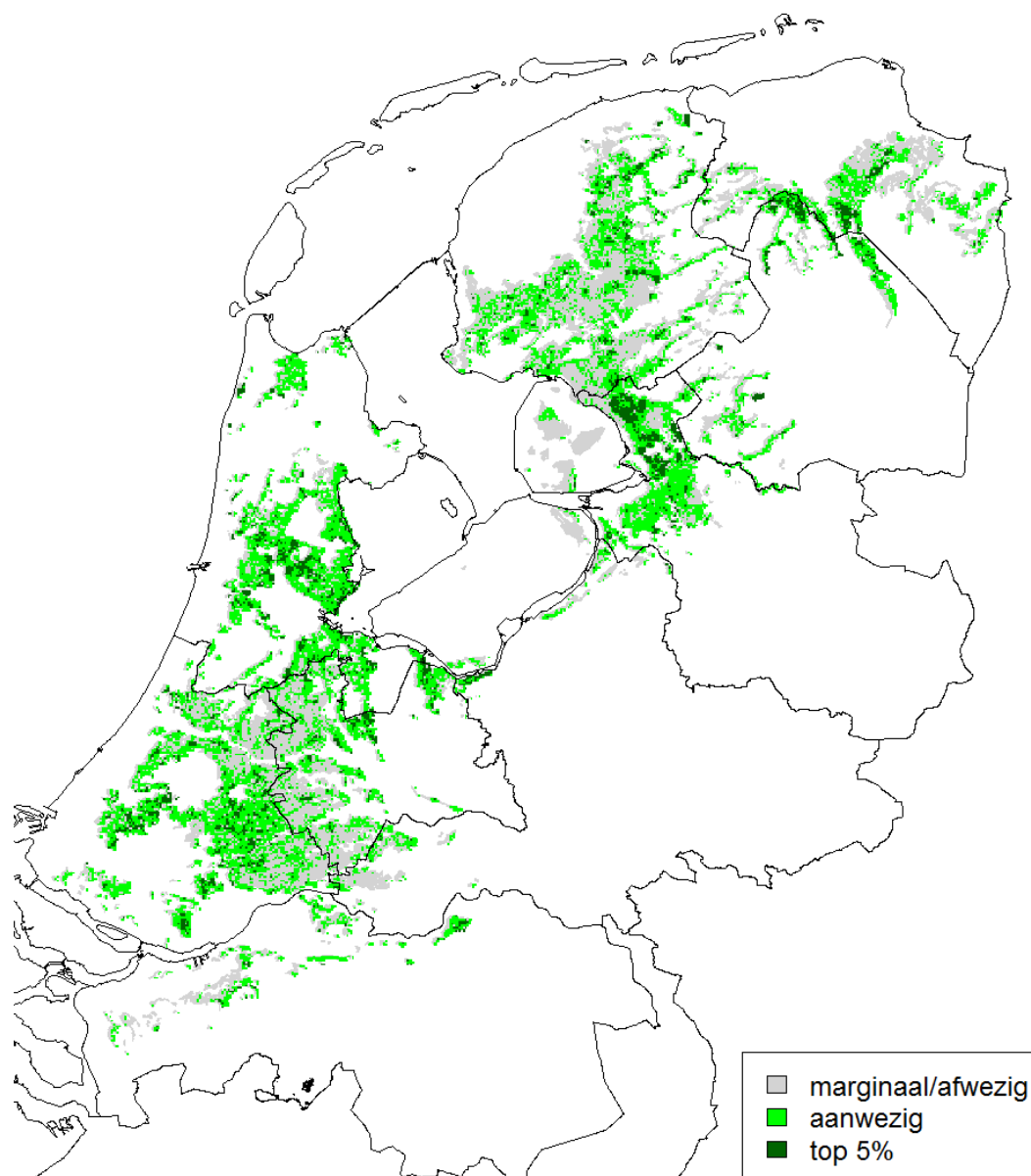
Watersnip (*Gallinago gallinago*)



Figuur 4.35. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.35. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Watersnip



Figuur 4.36. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.36. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

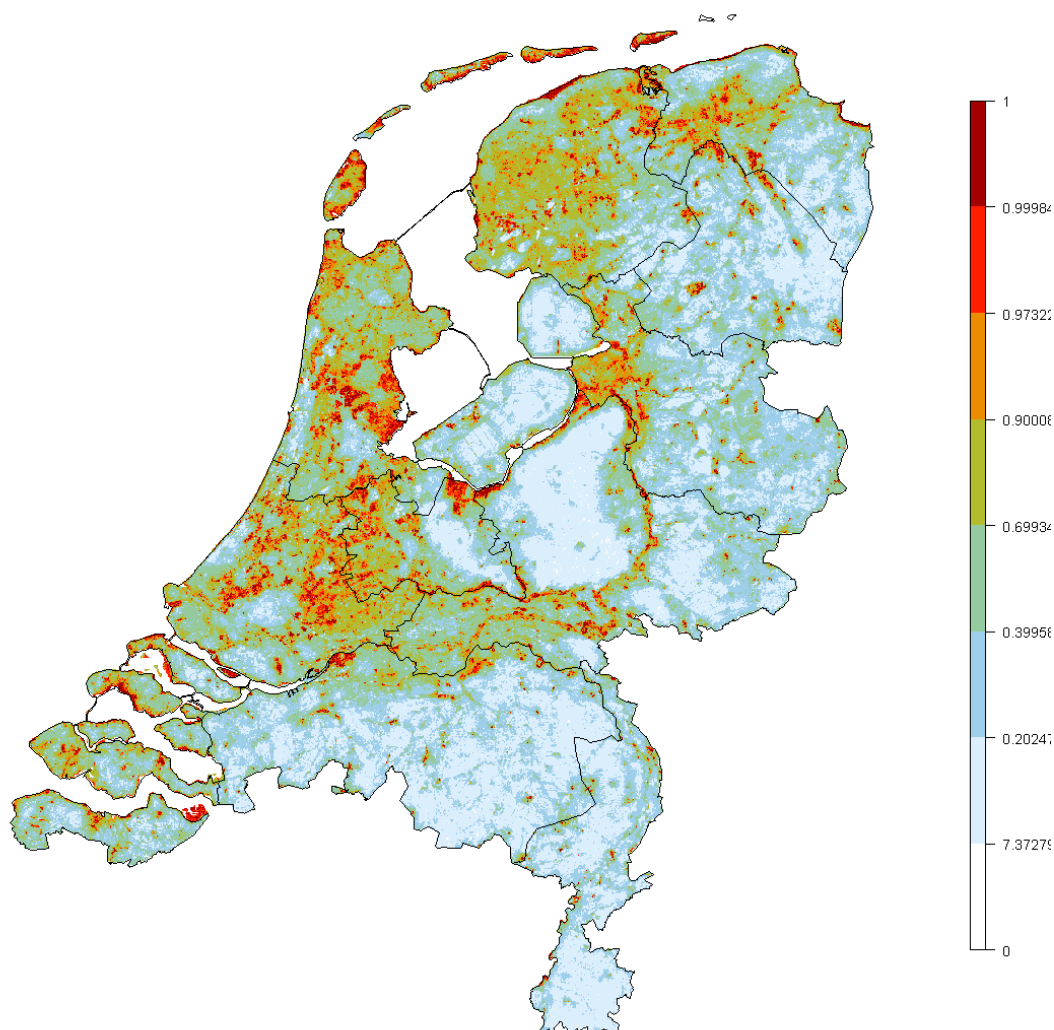
Tabel 4.30. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.30. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	50.4	7.2	0	%	Positief
Open water	2	1	0	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	34.2	24.5	14.6	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	31.3	23.5	16.1	%	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-50.9	-66	-91.8	cm	Negatief
Blijvend grasland	27.4	35.7	66.5	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	15.2	20.1	28	%	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	13.9	20.7	28.4	%	Negatief
Klei op veenbodem	0	2.1	11.3	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0.7	0.2	0.1	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	0.9	0.6	0.4	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	6.9	5.3	2.3	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.8	3.7	6.7	%	Negatief

De Watersnip komt bijna overal in het laagveengebied voor, maar is in het oostelijk van het groene hart opvallend schaars. Het is een van de weinige weidevogels die ook nog in de beekdalen op het Drents Plateau voorkomen. De hoogste dichtheden worden aangetroffen in en nabij natuurgebieden (vandaar de negatieve correlatie met blijvend grasland), maar ook overal in graslandgebieden komen lokaal hoge dichtheden voor. Belangrijk voor Watersnippen is de aanwezigheid van een laagveenbodem: in gebieden met een klei op veen-bodem is de kans op voorkomen veel kleiner. Daarnaast een hoge grondwaterstand/drooglegging van groot belang: in de beste gebieden bedraagt de drooglegging maar enkele decimeters. In tegenstelling tot veel andere weidevogels is voor deze soort de openheid minder van belang en kunnen ook in wat meer besloten landschappen hoge dichtheden worden bereikt.

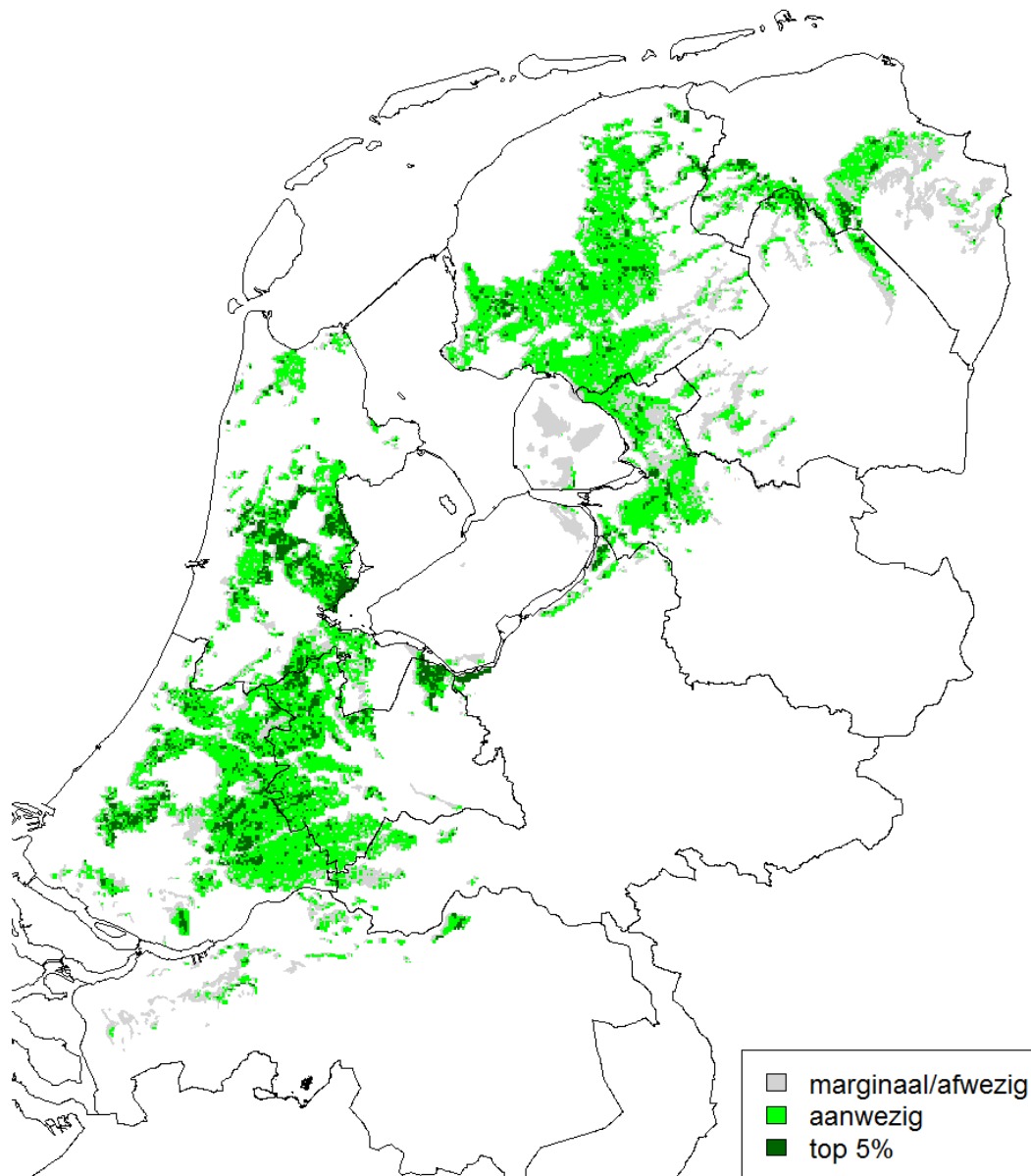
Tureluur (*Tringa totanus*)



Figuur 4.37. Kanskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.37. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Tureluur



Figuur 4.38. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.38. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.31. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

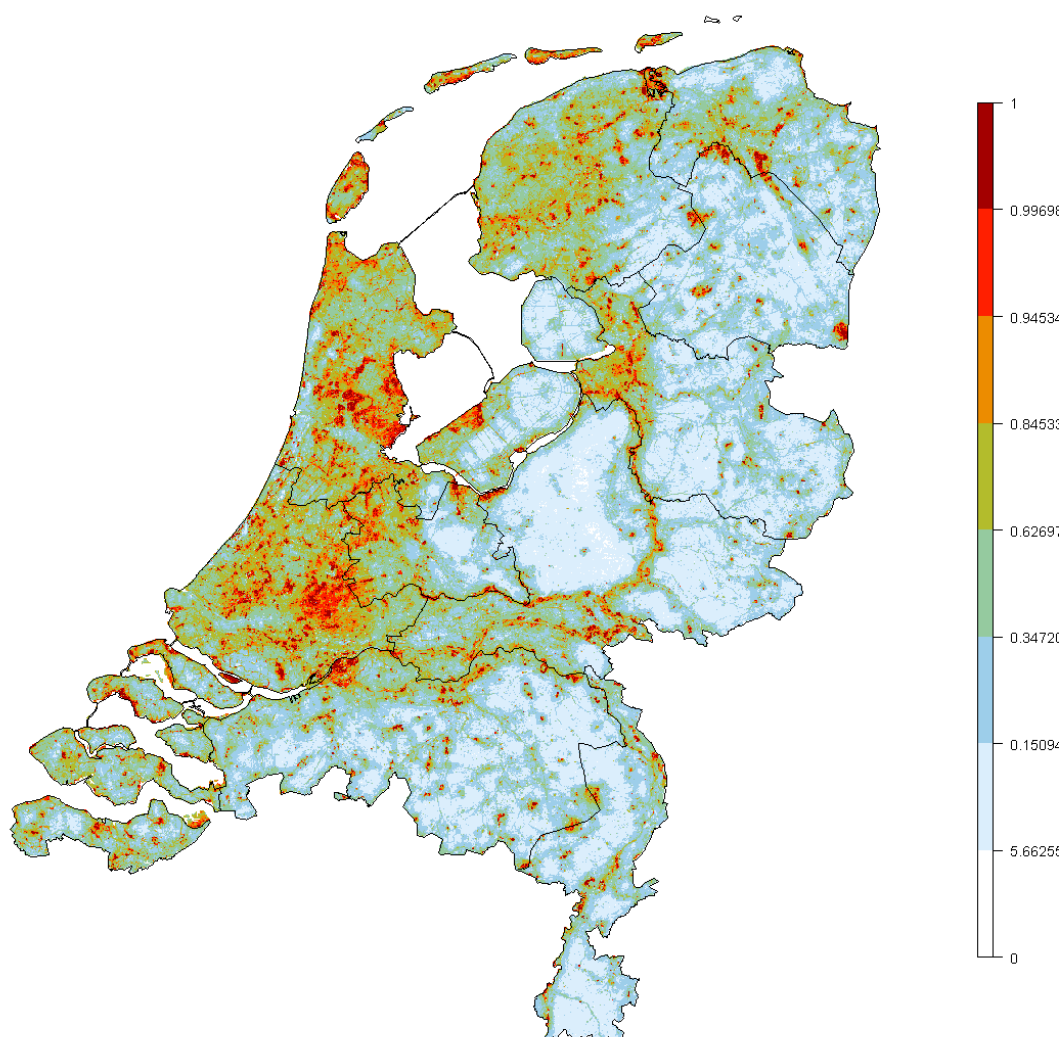
Table 4.31. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	10.4	3.9	1.1	%	Positief
Klei op veenbodem	14.1	7.7	0.3	%	Positief
PO4	0.15	0.09	0.05	mg/l	Positief
Ptot	0.33	0.23	0.14	mg/l	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	5.8	4.4	0.2	m/ha	Positief
CI	95.03	77.04	58.89	mg/l	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-55.4	-70	-112.7	cm	Negatief
Zichtbare openheid	360.8	240.8	105.1	ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	5.9	4.5	1.9	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	7.2	5.6	2.5	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.2	3.7	17.3	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0.2	0.1	%	Negatief

Hoewel de Tureluur overal in het laagveengebied voorkomt als broedvogel, zijn bijna alle topgebieden gelegen in de laagveenpolders in Holland en Utrecht. Met name de graslandgebieden in Waterland, Eempolders en Arkemheen zijn van grote betekenis. Maar ook de overstromingsgraslanden in Noord-Drenthe en Groningen zijn belangrijk voor deze soort. Tureluurs komen zowel op pure laagveenbodems als klei op veenbodems in hoge dichtheden voor (bovenstaande Tabel). De voorkeur voor de wat meer brakke graslanden van Waterland weerspiegelt zich in relatief hoge CI- en P-waarden in de topgebieden.

Naast een hoge grondwaterstand/drooglegging van maximaal enkele decimeters is ook een open landschap van belang voor de Tureluur: de soort mijdt landbouwgebieden met bosjes en bomen.

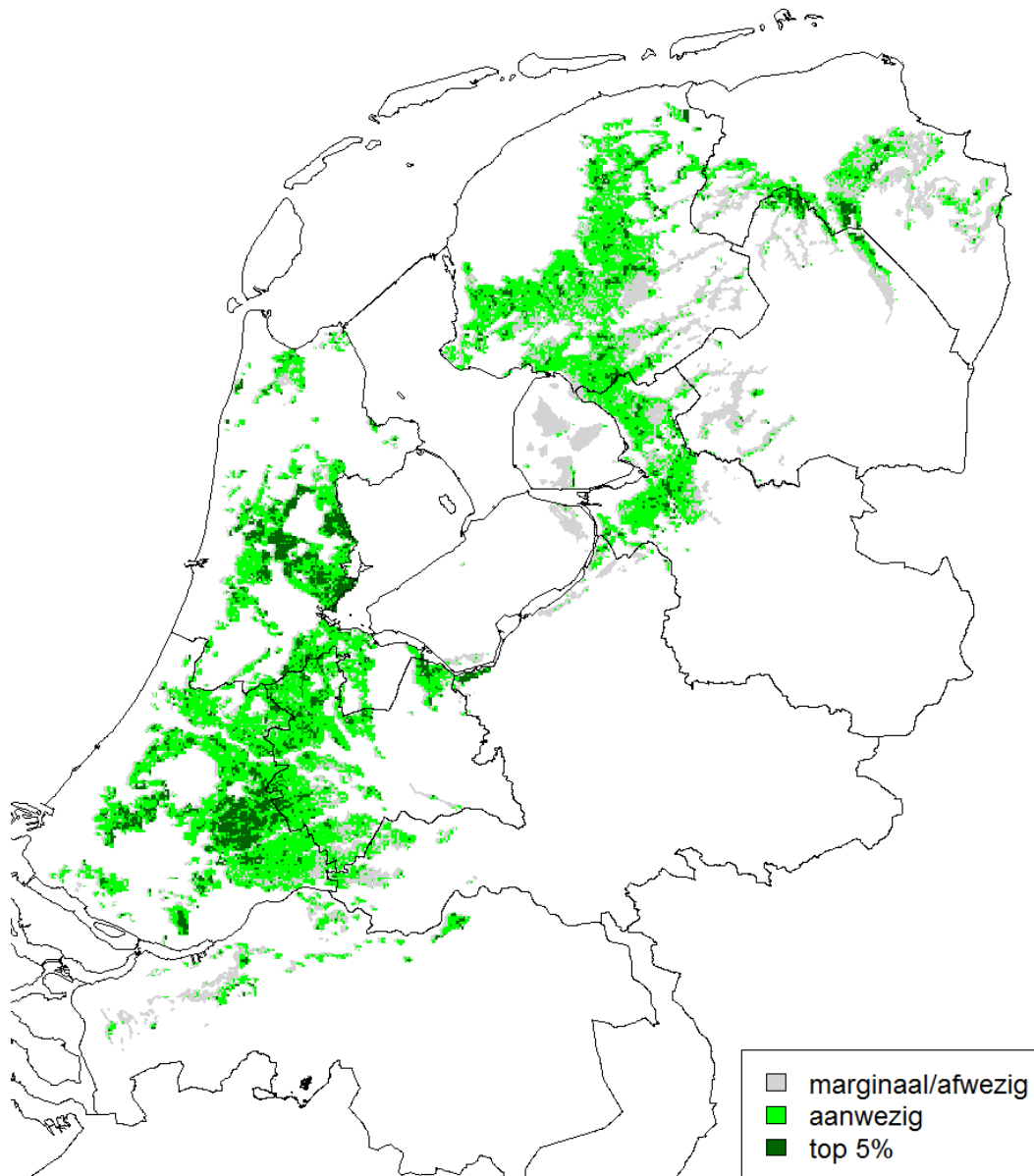
Slobeend (*Spatula clypeata*)



Figuur 4.39. Kansenskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.39. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Slobeend



Figuur 4.40. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.40. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

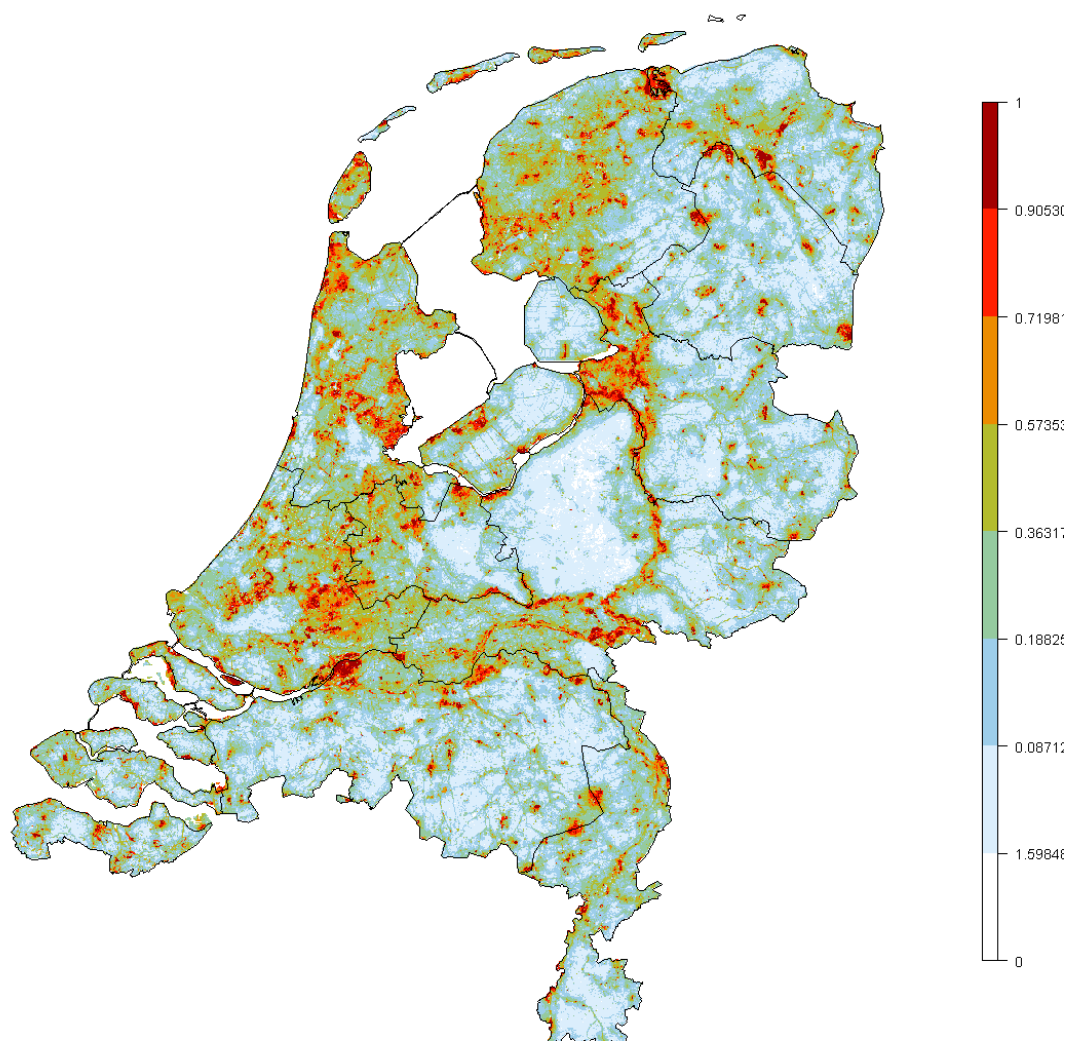
Tabel 4.32. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.32. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	41.8	3	2	%	Positief
PO4	0.18	0.1	0.05	mg/l	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	37.6	24	11	%	Positief
Ptot	0.37	0.24	0.15	mg/l	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	34.9	24.3	11.3	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	7.9	5.7	0	m/ha	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-49	-65.6	-117.8	cm	Negatief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	6.7	4.8	2.1	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	6.6	4.8	2.2	m/ha	Positief
Zichtbare openheid	303.3	223.1	189.7	ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	6.4	5.1	1.4	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2	3.2	13.6	%	Negatief
Moeras in de omgeving 5x5 km	0.3	0.6	0.4	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0.2	0.1	%	Negatief

De verspreiding van de Slobeend komt sterk overeen met die van de Tureluur. In vergelijking met de Tureluur is met name het voorkomen van grotere gebieden met hoge dichtheden in het Groene Hart opvallend. Dit komt waarschijnlijk door een wat sterkere voorkeur voor pure veenbodems. Een hoge grondwaterstand/drooglegging en een hoge dichtheid aan sloten vallen ook voor deze soort samen met hoge dichtheden (zie Tabel 4.32). Ook voor de Slobeend is de zichtbare openheid van belang, maar in mindere mate dan voor de Tureluur.

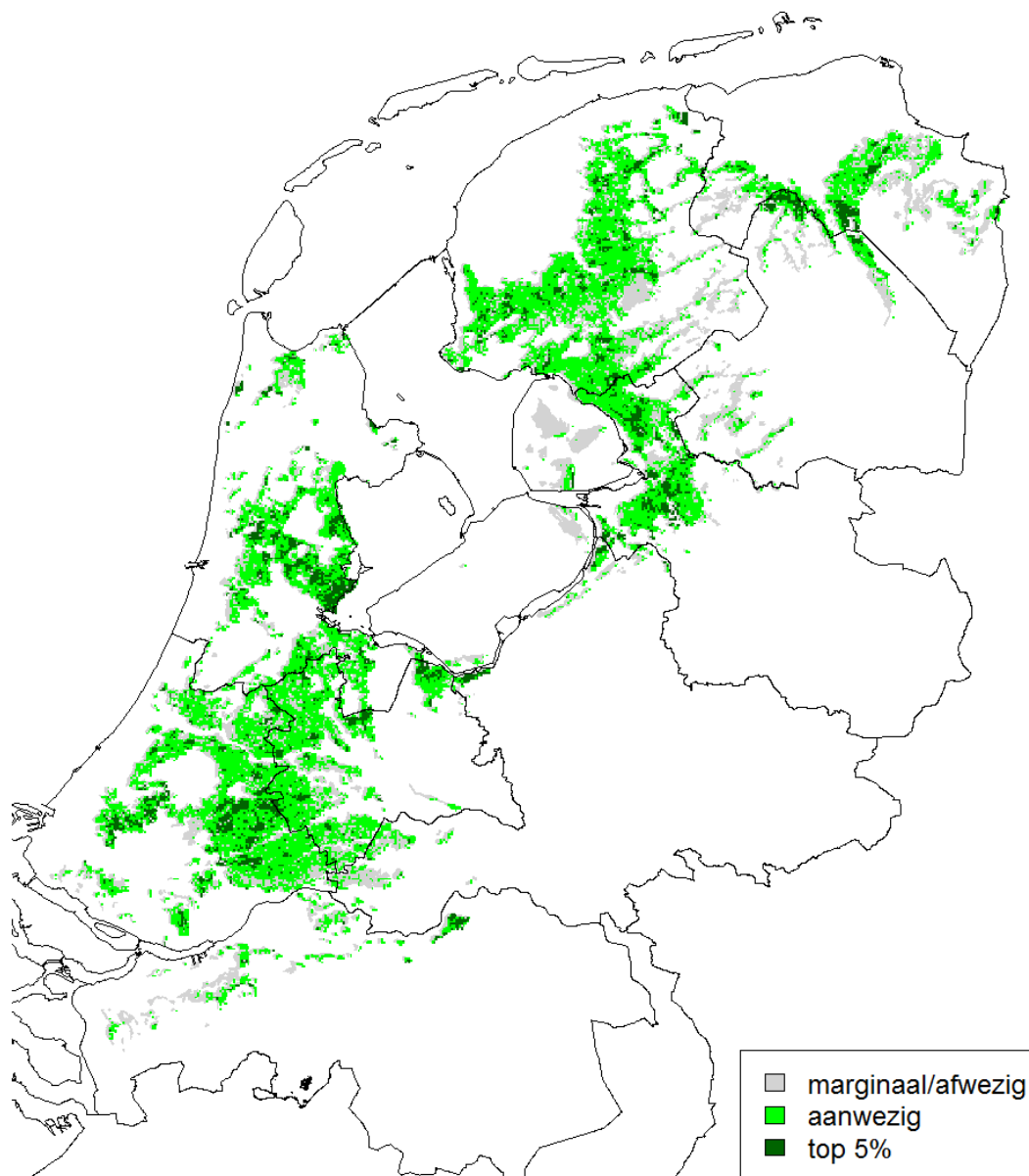
Zomertaling (*Spatula querquedula*)



Figuur 4.41. Kansenskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.41. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Zomertaling



Figuur 4.42. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.42. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.33. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

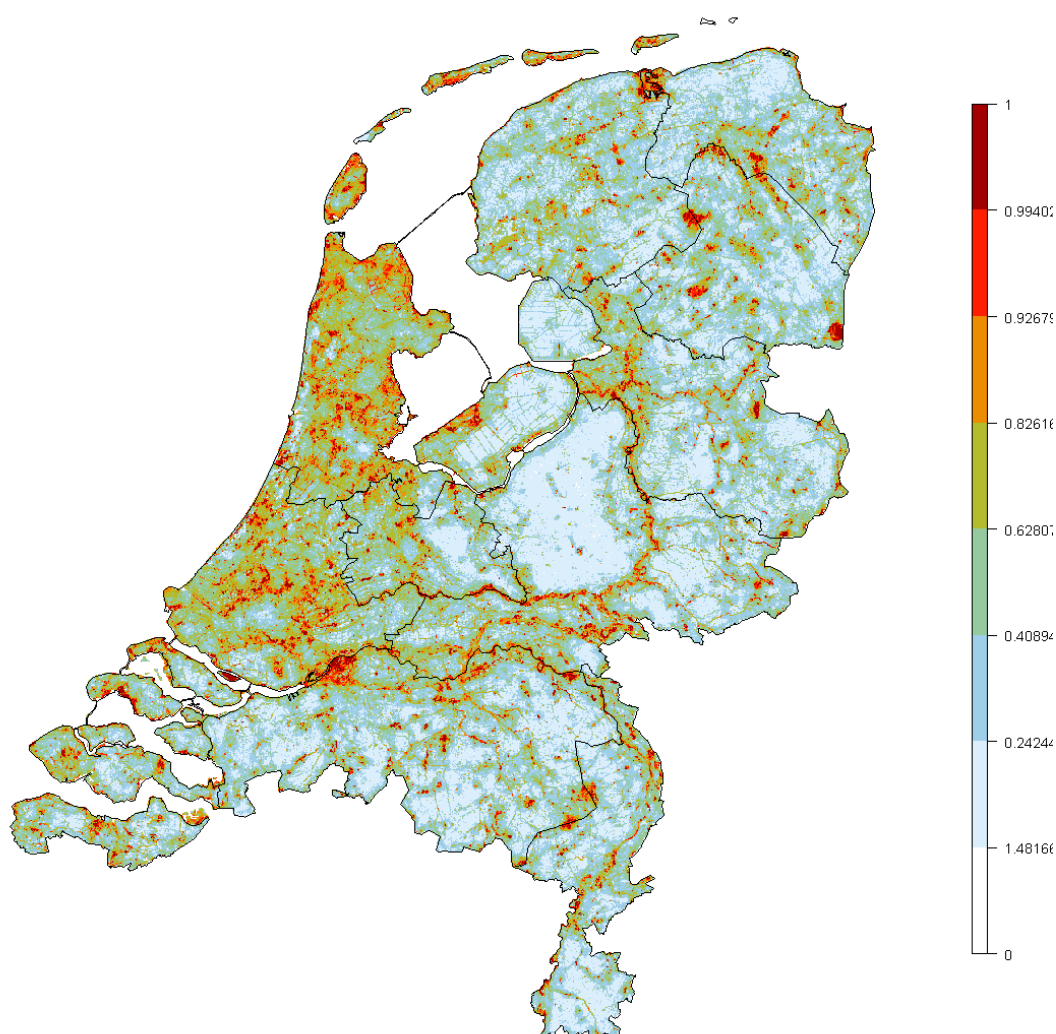
Table 4.33. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	16.1	8	0.8	%	Positief
Laagveenbodem	6.8	4.6	0.8	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	6.7	5.3	0	m/ha	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	30.5	25.4	11	%	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-53	-67.6	-109.6	cm	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0.4	0.3	0	%	Positief
Zichtbare openheid	342.7	236.2	156.9	ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	6.8	4.8	1.7	%	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	7.7	6	2.3	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.2	3.5	11.7	%	Negatief

Zomertalingen komen als broedvogel nog steeds bijna overal voor in het laagveengebied als broedvogel. Ook de topgebieden liggen sterk verspreid in het gehele laagveengebied. Dit geldt zowel de overstromingsgebieden als noord-Drenthe als bijvoorbeeld de graslandpolders van Arkemheen, Waterland, Alblasserwaard en Delfland. Zomertalingen hebben geen duidelijke voorkeur voor pure veen- of klei op veenbodems, maar er is wel een duidelijke voorkeur voor gebieden met een hoge grondwaterstand/drooglegging (zie Tabel 4.33). Deze voorkeur voor een hoge waterstand verklaart ook mede waarom de soort veel schaarser is op zand- en kleibodems.

Naast een hoge dichtheid aan sloten is de aanwezigheid van open water in de vorm van plassen en moerassen in de omgeving gunstig voor het voorkomen van Zomertalingen. Evenals de meeste andere hier behandelde vogelsoorten hebben Zomertalingen een voorkeur voor open landschappen, maar verdragen wat meer opgaande elementen in de omgeving dan Tureluurs en andere steltlopers zoals Grutto en Kievit.

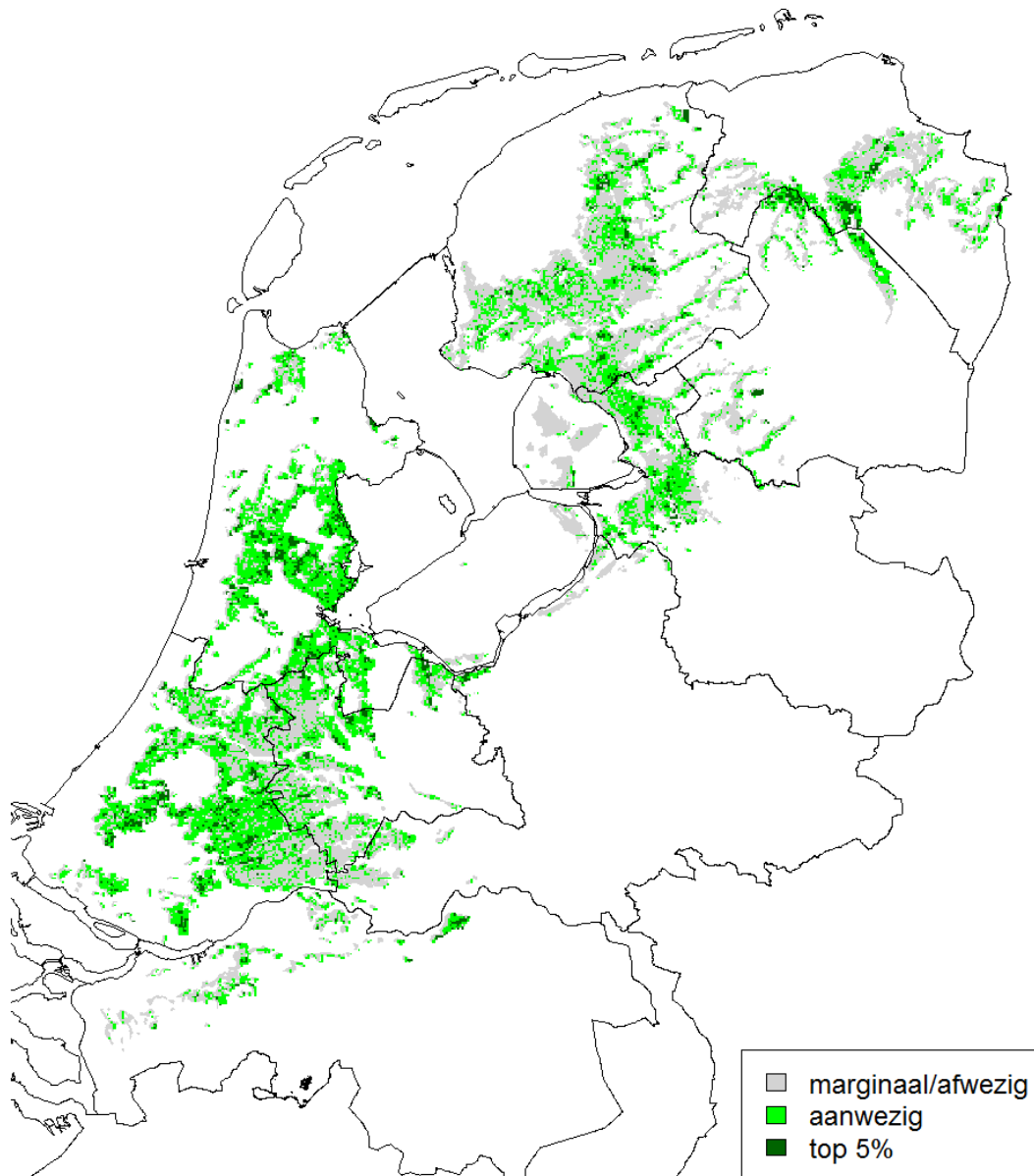
Wintertaling (*Anas crecca*)



Figuur 4.43. Kansenskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.43. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Wintertaling



Figuur 4.44. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.44. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

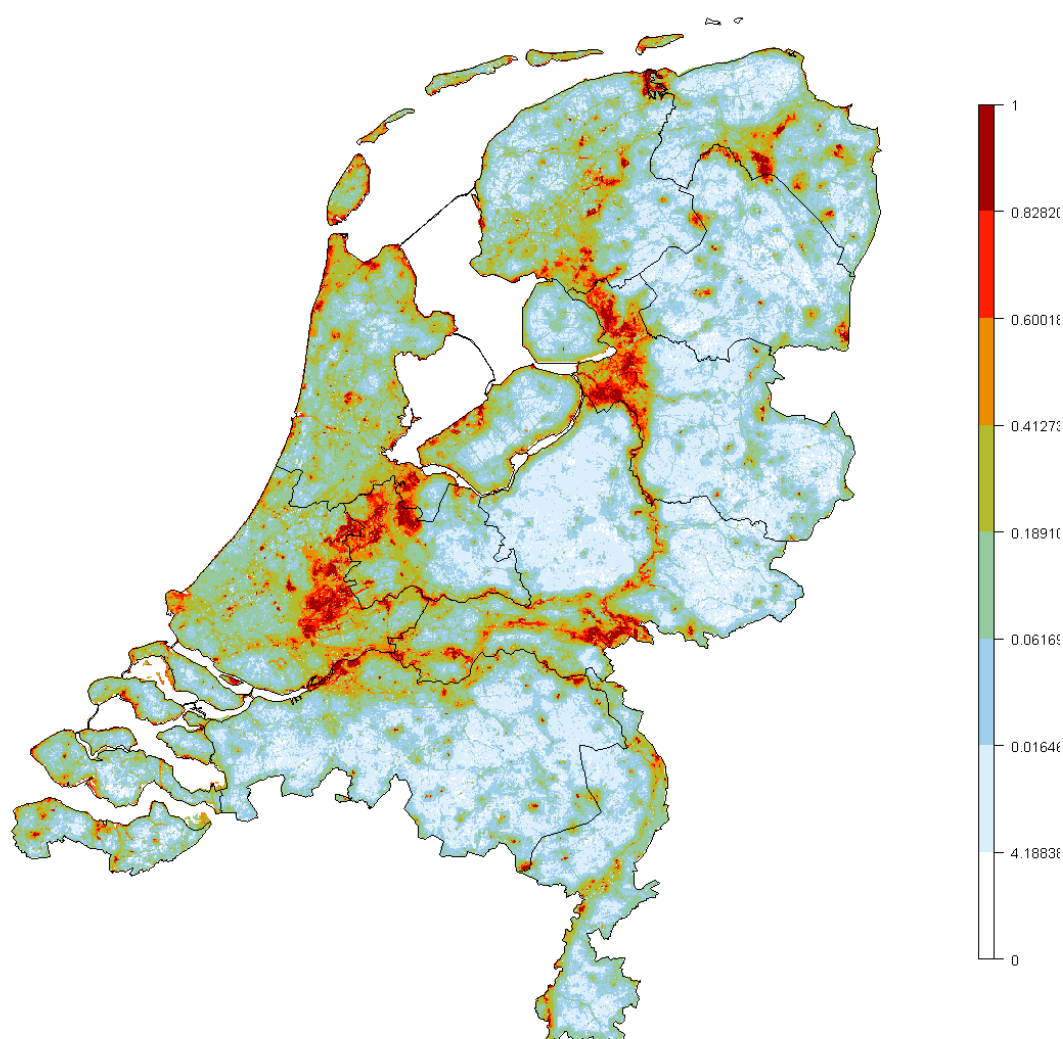
Tabel 4.34. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.34. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Open water	5	2	0	%	Positief
Laagveenbodem	14	6.6	0.2	%	Positief
Klei op veenbodem	1.3	2.4	10.1	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0.2	0.1	0.1	%	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	7	5.7	2.3	%	Positief

Hoewel de Wintertaling in het hele laagveengebied te vinden is als broedvogel, is het voorkomen in de noordelijke provincies en het oostelijke Groene Hart op veel plekken marginaal. Het voorkomen van de Wintertaling hangt sterk samen met het voorkomen van open water in de vorm van plassen en moerassen en veel minder met sloten (zie Tabel 4.34). Het voorkomen in het agrarisch gebied is beperkt en hangt veel minder dan de andere vogelsoorten samen met duidelijke omgevingskenmerken.

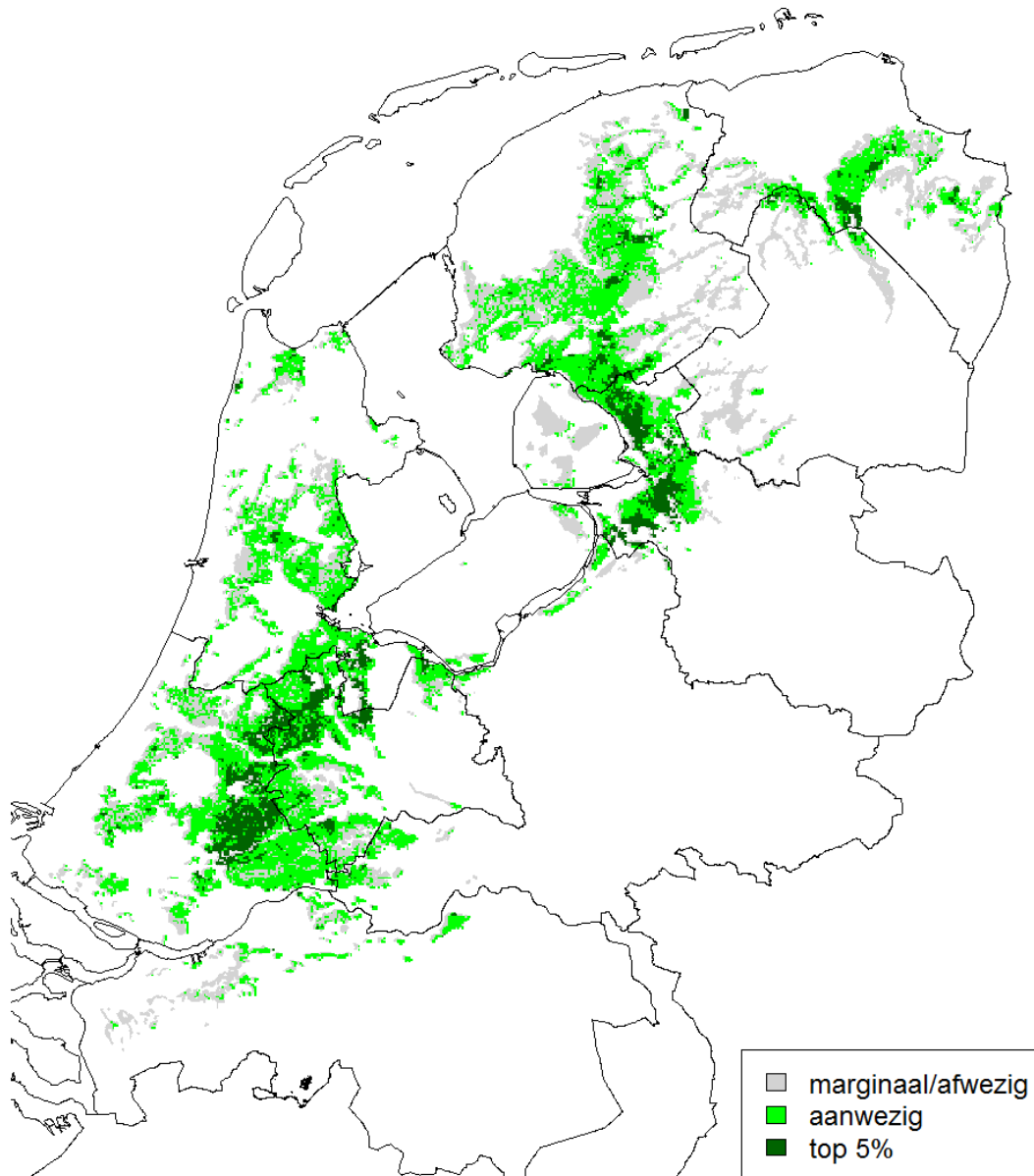
Zwarte stern (*Chlidonias niger*)



Figuur 4.45. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.45. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Zwarte Stern



Figuur 4.46. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.46. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

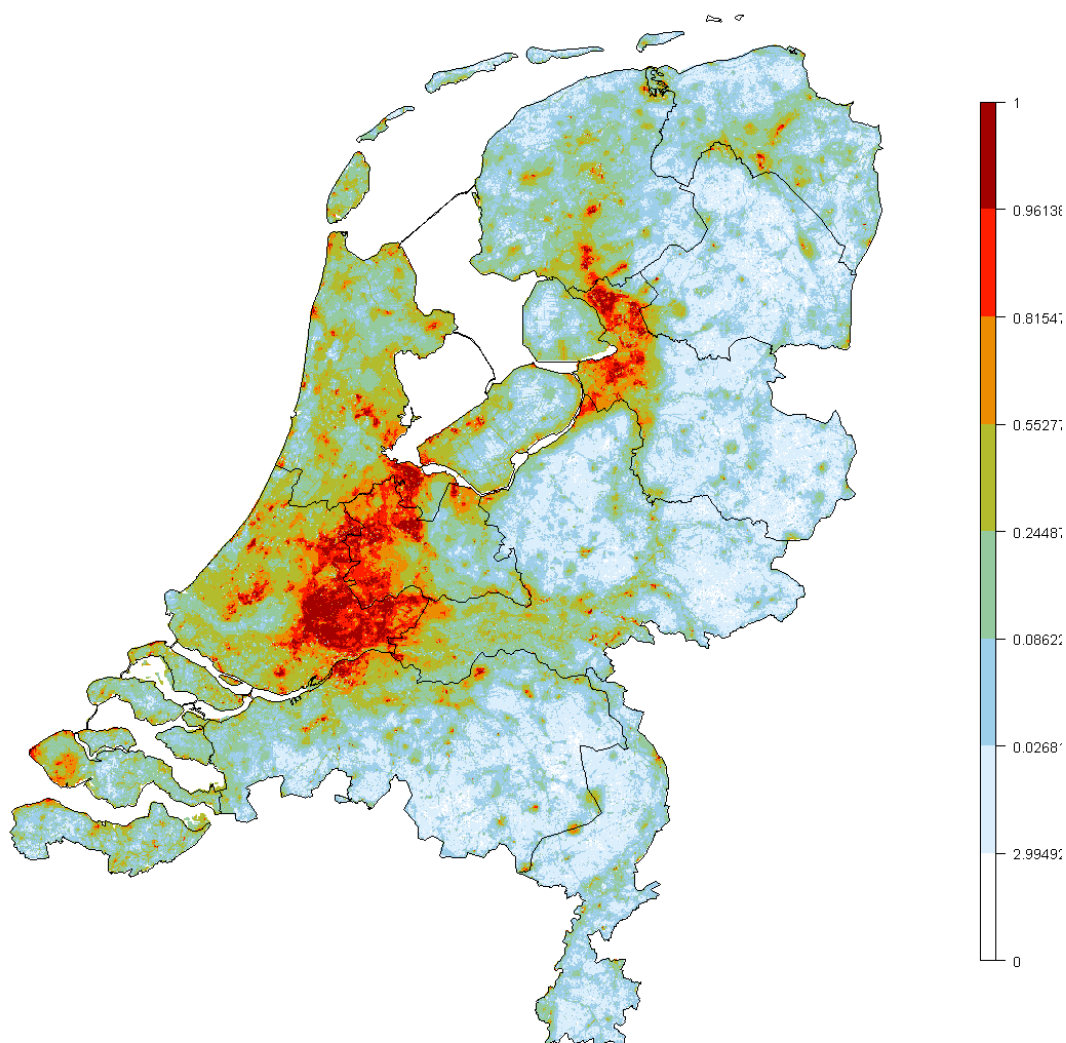
Tabel 4.35. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.35. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	65	6.2	0.4	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	46.3	28.2	9.1	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	43.6	27.9	10.1	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	8	5.7	0	m/ha	Positief
Drooglegging en grondwaterstand	-50.6	-64.3	-102.1	cm	Negatief
Klei op veen bodem	0.9	5.4	4.4	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	1.5	0.3	0	%	Positief
Moeras in de omgeving 5x5 km	2.2	0.8	0.2	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	7.3	4.8	2.5	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	6.9	4.8	2.5	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	7.1	5.5	1.6	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2	3.4	9.4	%	Negatief

Hoewel de Zwarte stern vroeger wijd verbreid voorkwam in heel Nederland, is tegenwoordig het voorkomen in sterke mate beperkt tot het laagveengebied. In noordelijk Nederland hangt het voorkomen sterk samen met natuurgebieden, maar in delen van Noord-Overijssel en West-Nederland speelt ook het agrarisch gebied een grote rol. Van oudsher broeden daar veel Zwarte sterns in de wat bredere sloten met bijvoorbeeld veel Krabbenscheer. Hoewel dat de laatste jaren wat minder is geworden, spelen sloten en extensief beheerde graslanden nog steeds een belangrijk rol in de voedselvoorziening. Dit wordt ook weerspiegelt in het overzicht met omgevingsvariabelen (zie bovenstaande Tabel). De meeste Zwarte sterns zijn bovendien te vinden in locaties met een hoge grondwaterstand/drooglegging. Aangezien naast visjes ook veel op vliegende insecten wordt gejaagd zijn bloemrijke slootranden van grote betekenis voor deze soort.

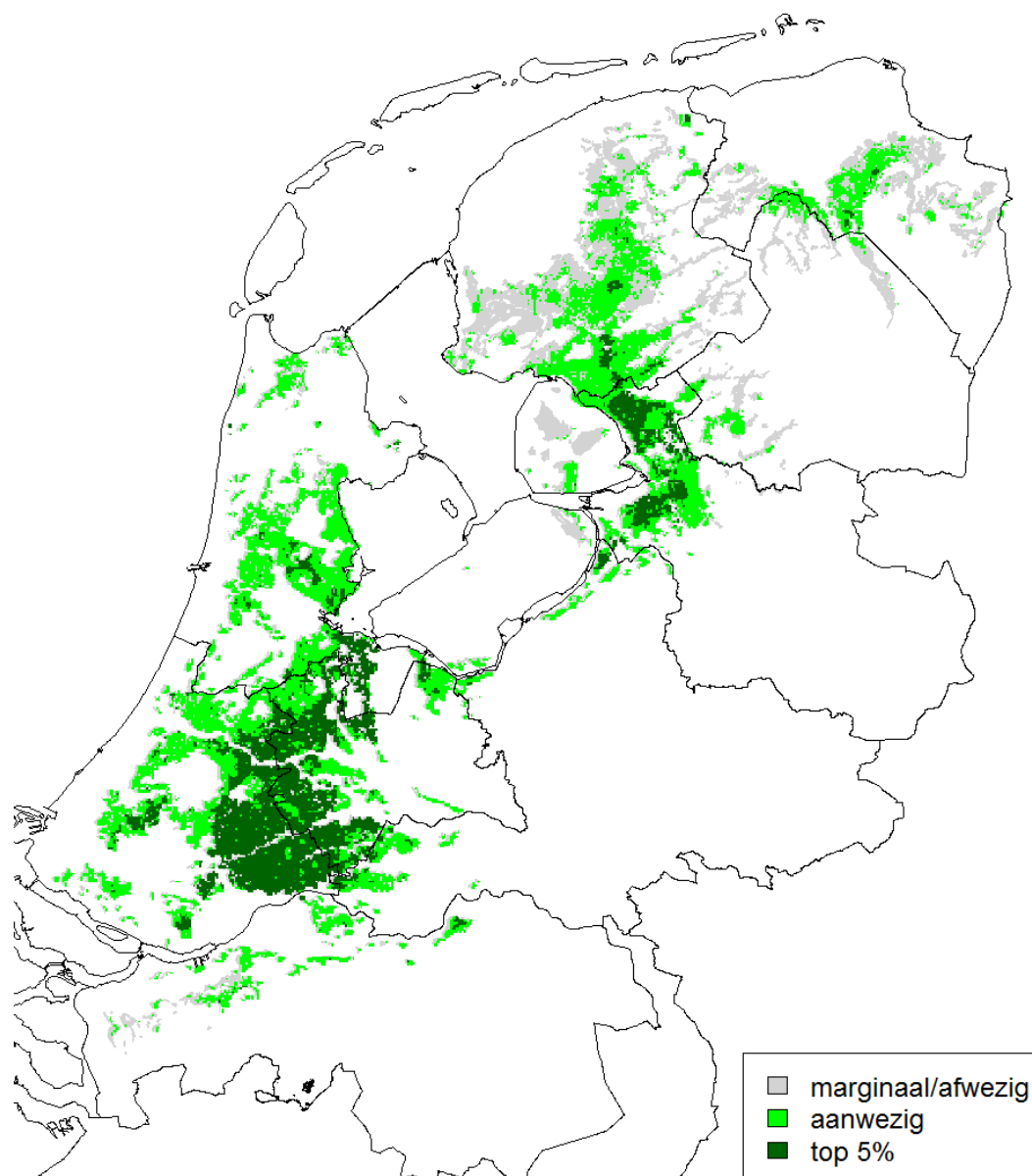
Purperreiger (*Ardea purpurea*)



Figuur 4.47. Kansenkaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.47. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Purperreiger



Figuur 4.48. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.48. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.36. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

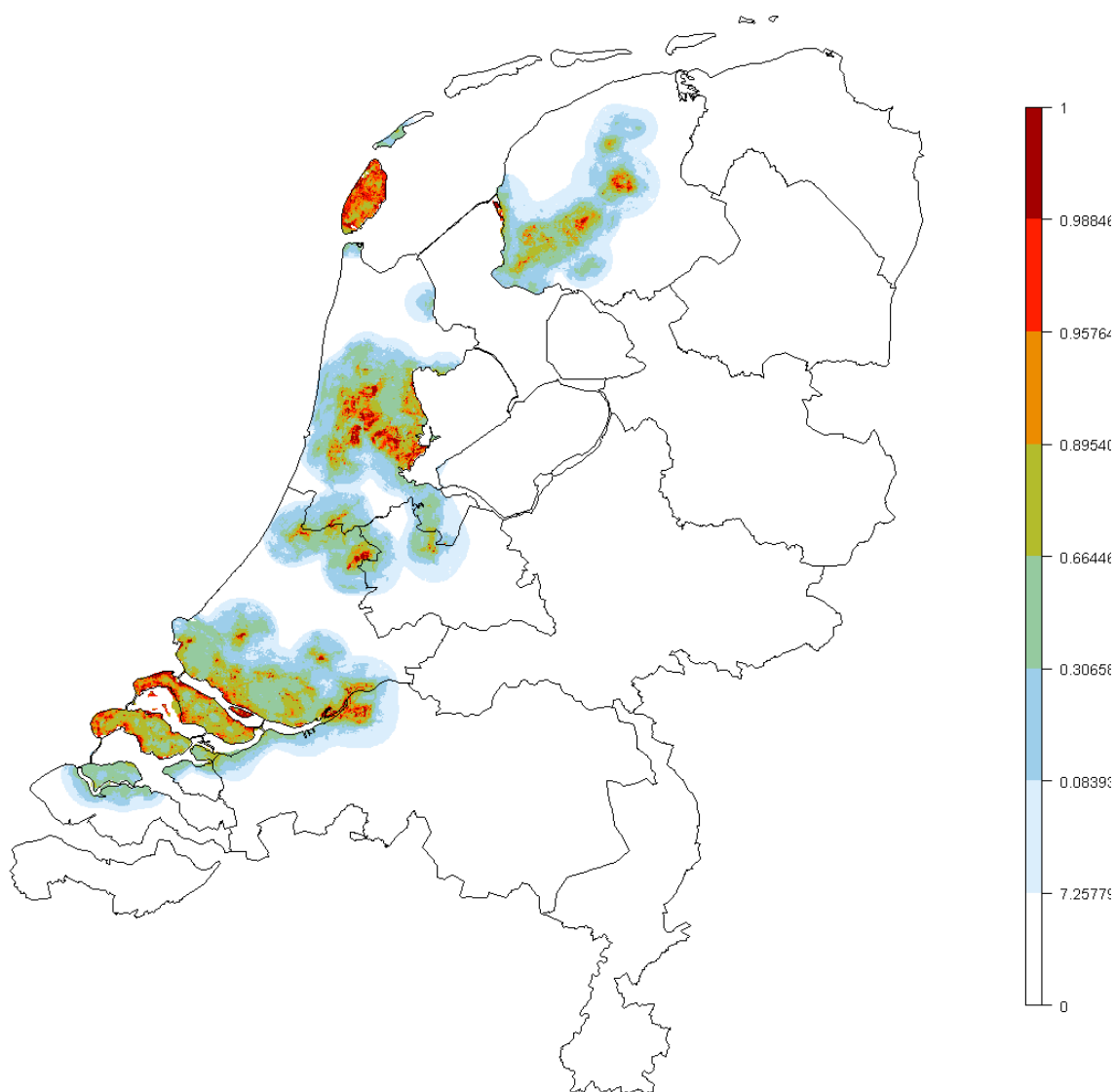
Tabel 4.36. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Klei op veenbodem	35.1	4.4	6.4	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	39.4	23.7	21.5	%	Positief
Klei op veenbodem in de omgeving 5x5 km	36	23	21.6	%	Positief
Brede sloten (3-6 m)	25.7	18.9	11.5	m/ha	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	6.6	5.1	0	m/ha	Positief
Blijvend grasland	60.4	48	43.6	%	Positief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	6.9	4.8	2.3	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	6.9	4.9	2.3	m/ha	Positief
Brede sloten in de omgeving 3x3 km	23.3	16.6	11.1	m/ha	Positief
Brede sloten in de omgeving 5x5 km	21.9	15.8	11	m/ha	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	2.3	4	8.6	%	Negatief
Moeras in de omgeving 3x3 km	0	0.1	0.2	%	Negatief

Het voorkomen van de Purperreiger als broedvogel is, nog meer dan de Zwarte stern, in Nederland beperkt tot het laagveengebied. De meeste Purperreigers worden gevonden in gebieden met een klei op veenbodem (zie bovenstaande Tabel). Hoewel de vogels broeden in moerasgebieden, zijn ze voor hun voedselvoorziening vrijwel volledig afhankelijk van de sloten in het omringende agrarisch gebied. Een hoge dichtheid aan sloten blijkt dan ook sterk samen te vallen met de topgebieden voor deze soort. Voor de Purperreiger is de openheid van het landschap minder van belang en kan de soort dan ook worden aangetroffen in zowel open als wat meer besloten gebieden.

4.7 Zoogdieren

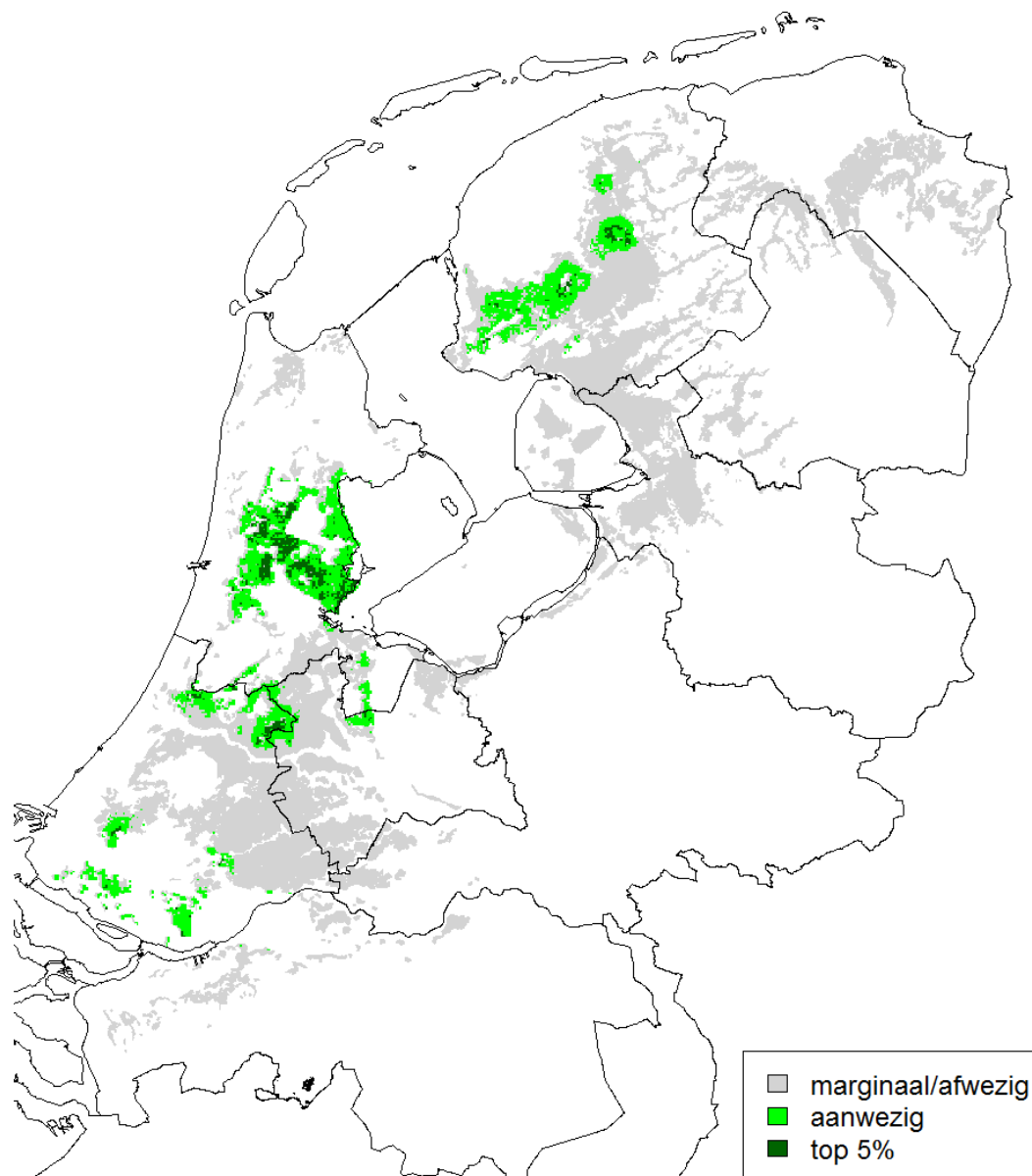
Noordse woelmuis (*Alexandromys oeconomus arenicola*)



Figuur 4.49. Kansenskaart van de soort. Deze laat een inschatting zien van de relatieve kans (wit: 0 tot rood: 1) dat de soort hiervoor kan komen a.d.h.v. locatie-eigenschappen. De meest kansrijke locaties, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties.

Figure 4.49. Probability of occurrence. This map shows the relative probability of occurrence (white: 0 to red: 1) that the species can occur based on environmental variables. De most promising locations based on our analysis, are the red locations.

Noordse woelmuis



Figuur 4.50. Voorkomen in het laagveengebied. De belangrijkste locaties zijn donkergroen weergegeven. De overige verspreiding van betekenis in het laagveengebied is lichtgroen weergegeven.

Figure 4.50. Distribution in the lowland peatlands. De most important locations are shaded dark green. De rest of the relevant distribution in the lowland peatlands is shown in light green. Areas where the species is absent or occurs only marginally are shaded light grey.

Tabel 4.37. Belangrijkste omgevingskenmerken van de beste locaties, het gemiddelde van het areaal en marginale locaties in het laagveengebied.

Table 4.37. Characteristics of the environmental variables on the best sites (top 5%), the average for the range and marginal locations in the lowland peatlands.

Variabele	Top5%	Gemiddeld	Marginaal	Eenheid	Correlatie
Laagveenbodem	95.8	15.3	1.7	%	Positief
Open water	15	3	0	%	Positief
Smalle sloten (0-3 m)	13.6	7	2.6	m/ha	Positief
Cl	245.03	140.77	62.67	mg/l	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 3x3 km	53.3	31.4	18	%	Positief
Laagveenbodem in de omgeving 5x5 km	45.8	30.1	18.4	%	Positief
Ptot	0.45	0.36	0.19	mg/l	Positief
PO4	0.26	0.21	0.07	mg/l	Positief
Geleidendheid	122.6	99.1	63.2	mS/m	Positief
Brede sloten (3-6 m)	11.9	15.3	17	m/ha	Negatief
Klei op veenbodem in de omgeving 3x3 km	17.4	24.2	23.1	%	Negatief
NO3	0.38	0.6	0.72	mg/l	Negatief
Drooglegging en grondwaterstand	-24.1	-55.5	-79.6	cm	Negatief
Klei op veenbodem	0	5.1	5	%	Negatief
Smalle sloten in de omgeving 3x3 km	11.2	6.2	3.5	m/ha	Positief
Smalle sloten in de omgeving 5x5 km	10.5	6.4	3.5	m/ha	Positief
Open water in de omgeving 3x3 km	16.6	11.8	3.1	%	Positief
Zichtbare openheid	369.8	305.5	197.8	ha	Positief
Open water in de omgeving 5x5 km	16	13.3	4	%	Positief
Akker in de omgeving 3x3 km	0.6	2	5.5	%	Negatief

De aanwezigheid van de Noordse woelmuis in Nederland is gekoppeld aan open gebieden met een hoge waterstand (in laagveengebieden) of open gebieden die van nature een zekere mate van dynamiek kennen zoals in het Deltagebied. De ruime aanwezigheid van de Noordse woelmuis op Texel is een letterlijk historische uitzondering en heeft te maken met de afwezigheid van concurrerende soorten als Veldmuis, Aardmuis en Rosse woelmuis (al zijn de Aardmuis en Rosse woelmuis inmiddels onbedoeld geïntroduceerd op Texel).

Hoge (grond)waterstanden of dynamiek (periodieke overstromingen) zorgen ervoor dat concurrerende woelmuissoorten niet kunnen overleven, terwijl de Noordse woelmuis wel met deze dynamiek over weg kan. Door algehele sterke vermindering van dynamiek in Nederland, de lage (grond)waterstanden en een tegengesteld peildynamiek zijn grote delen van het reguliere agrarische gebieden ongeschikt voor de Noordse woelmuis. De soort is daardoor tegenwoordig met name in natuurgebieden te vinden in grazige plas-dras vegetaties of kruidenrijke ruigtes of rietvelden.

In natuurgebieden is verbossing een extra bedreiging voor de soort. Lokaal kan de soort buiten natuurgebieden aanwezig zijn in natuurvriendelijke oevers, in overhoekjes en in rietkragen langs sloten en kanalen. Dit zijn echter veelal kleine snippertjes leefgebied en de aanwezigheid is sterk afhankelijk van een grote populatie in de nabijheid.

Uitzonderlijk is het voorkomen op (recreatie)eilanden (bijvoorbeeld Texel, Hompelvoet of eilandjes in de Fluessen). De soort kan uitstekend zwemmen en is daardoor in staat zulke eilanden te koloniseren. Door een extensief maai-beheer te voeren op dit soort eilanden kan de soort lang aanwezig blijven.

De analyse van landschapskenmerken (zie bovenstaande Tabel) laat zien dat de aanwezigheid van Noordse woelmuis (binnen het laagveengebied) positief correleert met veenbodems, een hoge grondwaterstand, veel sloten, open gebied en een relatief hoog Cl-gehalte. Deze landschappelijk kenmerken zijn met name te vinden in het open veenweidegebied van Noord-Holland, in delen van het Friesland ('het lage midden') en lokaal in Zuid-Holland. De kerngebieden van de Noordse woelmuis zijn natuurgebieden met een hoge grondwaterstand en een extensief beheer. In het reguliere agrarisch gebied is de aanwezigheid van Noordse woelmuis zeer beperkt en sterk afhankelijk van de aanwezigheid van een grote bronpopulatie in een nabijgelegen natuurgebied.

5. Resultaten analyse waterkwaliteit

5.1 Inleiding

Op basis van bestaande methodieken is een vereenvoudige indeling voor de beoordeling van sloten in het veenweidegebied gemaakt. In dit hoofdstuk wordt meer achtergrond gegeven over deze sloottyping en wordt een doorvertaling gemaakt naar de snelle slootscan: een methode voor beheerders om hun sloot zelf te kunnen beoordelen.

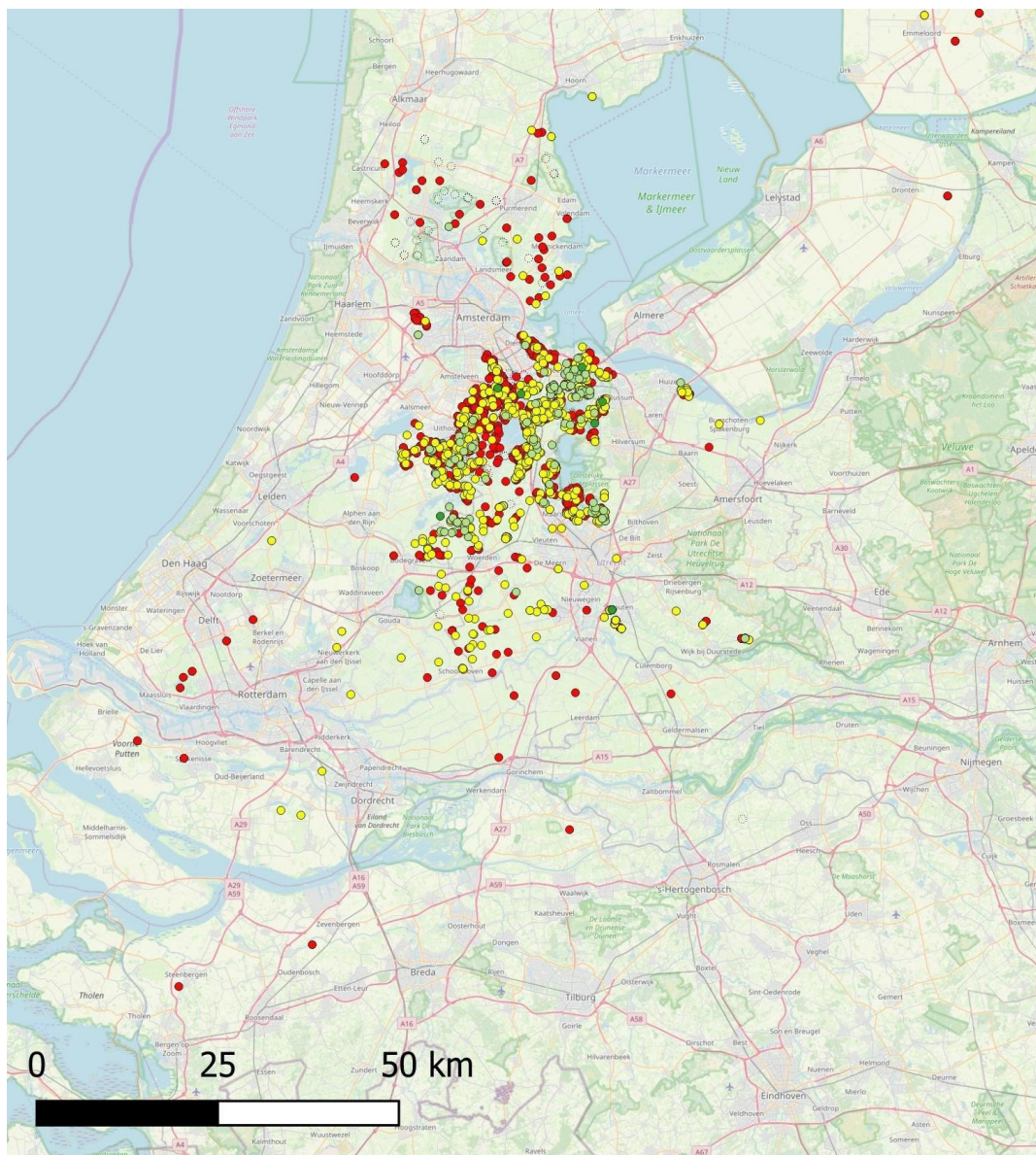
5.2 Snelle slootscan

Er zijn al verschillende 'beslisbomen' ontworpen om mensen te helpen bij het op hoofdlijnen inschatten van een slootkwaliteit op basis van de aanwezige vegetatie, zoals bijvoorbeeld: Cusell et. al. 2018, Drinkablerivers.org, Sken je Sloot ([https://www.tauw.nl/projecten/\(s\)ken-se-sloot-verhoogt-waterkwaliteit-in-boerensloten.html](https://www.tauw.nl/projecten/(s)ken-se-sloot-verhoogt-waterkwaliteit-in-boerensloten.html)) en Vang de watermonsters (<https://watermonsters.natuurenmilieu.nl> ; Natuur & Milieu + ASN), Doe-het-zelf-test Kaderrichtlijn Water (LTO-Noord) en methode NVO-project vrijwilligersdeel FLORON. Dit is beeldend samengevat voor dit project met daaraan toegevoegd nog twee slootbeelden die vooral een resultaat kunnen zijn van beheer (verstoring) of waterbeschikbaarheid, maar niet direct door bijvoorbeeld voedselrijkdom gestuurd zijn.

Deze beelden kunnen goed worden gebruikt in de communicatie naar mensen met minder achtergrondkennis op het vlak van ecologie. Hierbij wordt gedacht aan in natuur en milieu geïnteresseerde burgers of agrariërs, zodat zij handvatten krijgen om de ecologische waterkwaliteit van sloten te kunnen inschatten (zie Tekening 5.1 en Box 5.1 voor een mogelijke werkwijze van uitvoering snelle slootscan).

In Tabel 5.1 staat de beschrijving van de ontwikkelde sloottypologie, de daarbij horende watervegetatie en enkele waterplantensoorten.

Andere factoren, zoals beheer, kunnen ook invloed hebben op de daadwerkelijke vegetatiesamenstelling in een sloot. Daarnaast kan een ondiepe sloot ook voornamelijk moerasplanten of emergente waterplanten bevatten. Zijn het hoog opgaande soorten, waarvan één of enkele soorten zeer dominant dan betreft het waarschijnlijk een voedselrijke sloot. Is het daarentegen een soortenrijke vegetatie dan is het aannemelijk dat de sloot minder voedselrijk is (Lamers *et al.* 2012; Verhofstad, 2017).

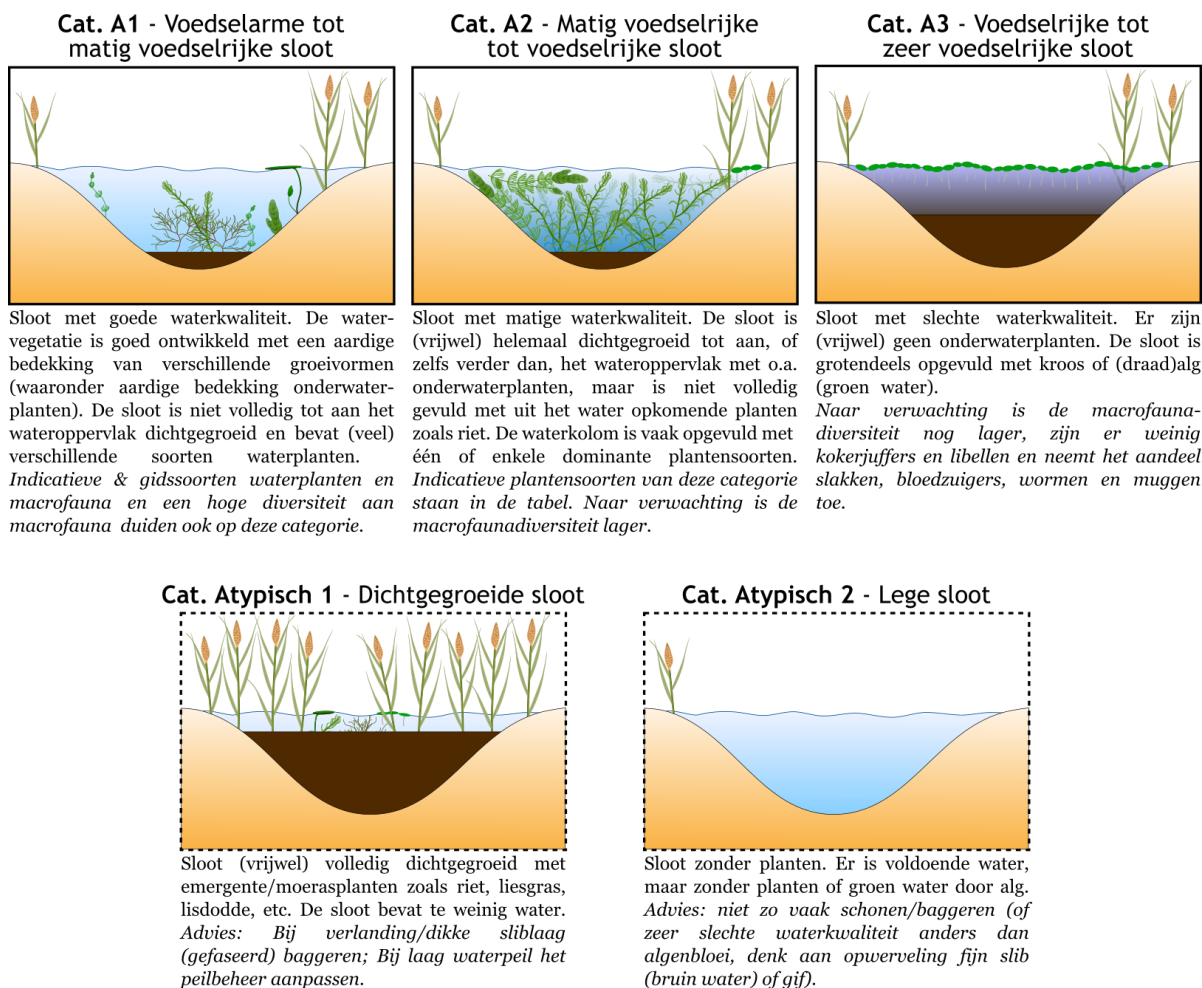


Figuur 5.1. Kaart met sloten getypeerd a.d.h.v. de soortenlijst in Tabel 5.1. Uit de rest van het laagveengebied was weinig data beschikbaar. De best passende categorie is bepaald door te berekenen van welke cat. de gesommeerde abundantie van alle indicatieve planten het grootst is. Als er van 2 cat. even grote bedekking was is de schoonste (laagste) cat. gekozen. Legenda: 1 = cat. A1a, 2 = A1b, 3 = A2, 4 = A3, 5 = B uit Tabel 5.1. Gemiddeld viel 3% in cat. A1a, 9% in cat. A1b, 40% in cat. A2, 29% in cat. A3, 1% in cat. B en in 19% van de locaties zijn geen van de soorten uit Tabel 5.1 gevonden. Vergelijk dit ook eens met de EKR-scores in par.5.4.

Figure 5.1. Map with estimated ditch quality types on the basis of our species list for the quick scan, see Table 5.1. The most suitable category is determined by calculating from which cat. the summed abundance of all indicative plants is greatest (Table 5.1). If 2 cat. the cleanest (lowest) cat. chosen. Legend: 1 = cat. A1a, 2 = A1b, 3 = A2, 4 = A3, 5 = B from Table 5.1. On average 3% of the available data were categorized under cat. A1a, 9% under cat. A1b, 40% under cat. A2, 29% under cat. A3, 1% under cat. B and in 19% of the samples, no species mentioned in Table 5.1 were found. Compare this also with the EKR scores in section 5.4.

Groeivormen

Beschikbare ecologische kennis leert ons dat de watervegetatie onder invloed van voedselrijkdom van het water verandert van een gevarieerde onderwatervegetatie via dominantie van enkele soorten onderwaterplanten naar een kroos of algen gedomineerd systeem (Bloemendaal & Roelofs, 1988; Bornette & Puijalon, 2009; Lamers *et al.*, 2012). Daarnaast kan de lokale soortenpoel en het beheer grote invloed hebben op wat er daadwerkelijk gevonden wordt in een sloot. Vanuit de KRW wordt een oppervlaktebedekking in het begroeibaar areaal van de sloot van 70% ondergedoken planten, 20% wortelende planten met drijfblad, 20% emergente planten en <15% aan kroos en FLAB samen als optimaal gezien voor gebufferde laagveensloten (KRW-watertype M8; Evers *et al.*, 2018).



Tekening 5.1. Visualisatie van de categorieën A1 t/m A3 uit de sloottypering van Tabel 5.1 aangevuld met 2, in vergelijking tot cat. A, 'atypische' slootbeelden die mogelijk door beheer (verstoring) of waterkwantiteit veroorzaakt kunnen worden i.p.v. voornamelijk water- en bodemkwaliteit.

Drawing 5.1. Visualization of the categories A1 to A3 from the ditch classification of Table 5.1, supplemented with 2 'atypical' ditch images that may be caused by management (disturbance) or water quantity, instead of mainly water and soil quality.

Validatie sloottypering

De soortkeuze gemaakt op basis van Roelofs *et al.*, in prep, weergegeven in Tabel 5.1, blijkt bruikbaar voor het veenweidegebied omdat deze gemiddeld genomen correleert met waterkwaliteit. Dit blijkt zowel uit de gegevens uit het verspreidingsonderzoek (Roelofs *et al.*, in prep) als uit de waterkwaliteitsgegevens verkregen van de waterschappen en het waterkwaliteitsportaal (Figuur 5.2, respectievelijk links en rechts). De vindplaats van plantensoorten uit sloottype A1 is gemiddeld vaak voedselarmer dan uit sloottype A3 en het chloride (zout) gehalte is het hoogst bij de vindplaats van de soorten uit sloottype cat. B: de brakke sloten (Figuur 5.3). De sloten getypeerd als cat. A1a of A1b verschillen onderling niet veel in gemiddelde totaal fosfaatgehalte van het water. Hierbij moet wel vermeld worden dat maar relatief weinig gegevens van sloten in cat. A1a beschikbaar waren. Cat. A1b kwam al vaker voor, maar de meeste sloten vielen onder cat. A2 en A3; sloten van mindere of zelf slechte kwaliteit qua flora. In een landbouwkundige omgeving gaat het vrijwel altijd om sloten van Cat. A2 die laat in de zomer overgaan naar ene situatie met dominantie van drijflagen A3. Of sloten die jaarrond A2 zijn of jaarrond A3. A1a en A1b worden vooral aangetroffen in natuurgebieden.

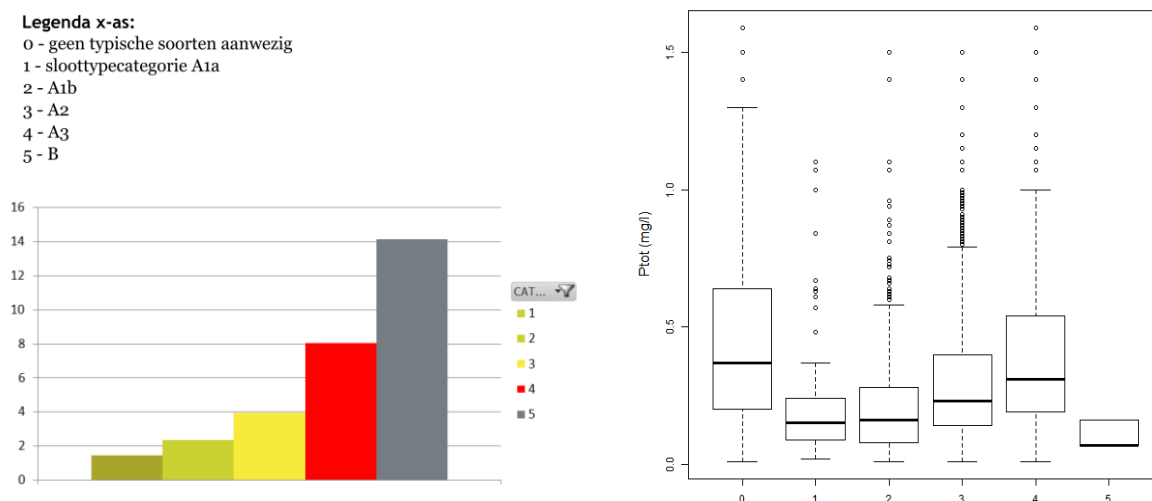
Tabel 5.1. Laagveensloten ingedeeld in 5 'kwaliteitstypen' op grond van abiotiek en verwachte indicatieve soorten waterplanten. Cijfer achter de wetenschappelijke naam geeft aan in welke categorie de soort valt in de EKR-maatlat voor gebufferde laagveensloten (watertype M8, zie: Evers et al., 2018). Grofweg zijn (1) & (2) positief scorende soorten en (5) negatief scorende voor de KRW. Als er geen cijfer staat scoort de soort niet in gebufferde laagveensloten.

Table 5.1. Peatland ditches classified into 5 "quality types" on the basis of abiotics and expected indicative aquatic plant species. The number after the scientific name indicates in which category the species falls in the EKR benchmark for buffered low-bog ditches (water type M8, see: Evers et al., 2018). Roughly speaking, (1) & (2) are positive scoring species and (5) negative scoring for the WFD. If there is no number, the species does not score in buffered lowland ditches.

Sloottype (hypothese, op basis van abiotiek)	Verwachte indicatieve verhouding groeivormen waterplanten	Verwachte indicatieve soorten waterplanten (wetenschappelijke naam)	Nederlandse naam
A1a. (Schone) laagveensloten met lage nutriëntbelasting en goede zuurstofhuishouding.	Watervegetatie goed ontwikkeld; niet volledig tot aan het wateroppervlak dichtgegroeid; alle groeivormen aanwezig; redelijk hoge bedekking onderwaterplanten.	<i>Chara hispida</i> (1)	Stekelharig kransblad
		<i>Myriophyllum verticillatum</i> (1)	Kransvederkruid
		<i>Potamogeton acutifolius</i> (2)	Spits fonteinkruid
		<i>Eleogiton fluitans</i> (1)	Vlottende bies
		<i>Sparganium natans</i>	Kleinste egelskop
		<i>Utricularia australis</i>	Loos blaasjeskruid
A1b. (Schone) laagveensloten met lage tot matige nutriëntbelasting en over het algemeen goede zuurstofhuishouding maar met fluctuerend zuurstofgehalte.		<i>Chara (m.n. vulgaris)</i> (2)	Gewoon kransblad
		<i>Elodea canadensis</i> (3)	Brede waterpest
		<i>Hottonia palustris</i> (2)	Waterviolier
		<i>Potamogeton compressus</i> (2)	Plat fonteinkruid
		<i>Potamogeton obtusifolius</i> (1)	Stomp fonteinkruid
		<i>Ranunculus aquatilis</i>	Fijne waterranonkel
		<i>Stratiotes aloides</i> (3)	Krabbenscheer
A2. (Matig schone) laagveensloten met matige tot hoge nutriëntbelasting en doorgaans hoge waterplantenbiomassa en daardoor wisselende zuurstofwaarden.	Waterzone dichtgegroeid tot aan het wateroppervlak met onderwaterplanten. Vaak één of enkele soorten onderwaterplanten dominant. Drijfbladplanten kunnen daarnaast ook veel voorkomen.	<i>Ceratophyllum demersum</i> (4)	Grof hoornblad
		<i>Elodea nuttallii</i> (4)	Smalle waterpest
		<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> (5)	Kikkerbeet
		<i>Myriophyllum spicatum</i> (4)	Aarvederkruid
		(Blauw-) algenbloei	(Blauw-) algenbloei

A3. (Niet schone) laagveensloten met een hoge tot zeer hoge nutriëntbelasting, hoge bedekking en/of biomassa van planten met drijfblad of algen en slechte zuurstofhuishouding.	(Vrijwel) geen onderwaterplanten in de waterzone, grotendeels bedekt met drijfbladplanten, kroos of algen (FLAB). Planten kunnen afwezig zijn door slechte water en/of bodemkwaliteit.	<i>Azolla filiculoides</i> (5) FLAB (floating algae bed) <i>Lemna gibba</i> (5) <i>Lemna minor</i> (5) <i>Lemna trisulca</i> (4) <i>Potamogeton pectinatus</i> (4) <i>Spirodela polyrhiza</i> (5)	Grote kroosvaren FLAB (drijfslag met (draad-)alg) Bultkroos Kleinkroos Puntkroos Schedefonteinkruid Veelwortelig kroos
B. Brakke laagveensloten met doorgaans matige tot zeer hoge nutriëntbelasting en vaak hoge natuurlijke toxines zoals sulfide, ammoniak en vaak slechte zuurstofhuishouding en sterk wisselend zoutgehalte.	Variabel.	<i>Ceratophyllum submersum</i> {3} {M1b:3} <i>Najas marina</i> {1} {M1b: 1} <i>Stuckenia pectinata</i> {4} {M1b: 3} <i>Ranunculus baudotii</i> {M1b: 1} <i>Zannichellia palustris</i> {4} {M1b: 3} subsp. <i>pedicellata</i>	Fijn hoornblad Groot nimfkruid Schedefonteinkruid Zilte waterranonkel Gesteelde zannichellia

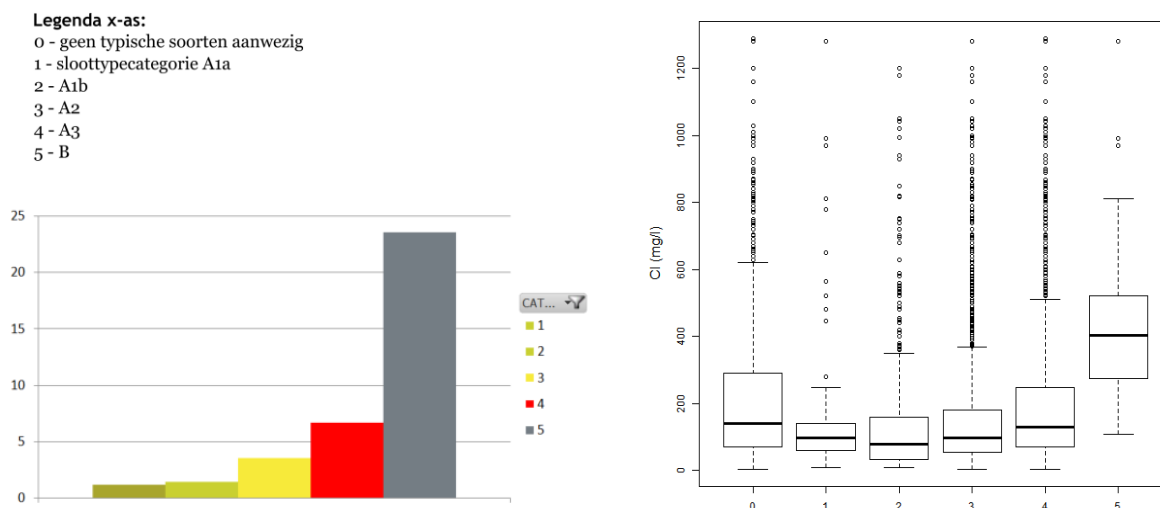
Oppervlaktewater totaal P ($\mu\text{mol.l}^{-1}$)



Figuur 5.2. Gemiddelde totaal P gehalte van de waterlaag van een monsterpunt a.d.h.v. (links in $\mu\text{mol/l}$) gegevens uit het verspreidingsonderzoek van B-ware en (rechts in mg/l) per ingeschatte sloottypecategorie (Tabel 5.1) aan de hand van gegevens van de waterbeheerders uit het veenweidegebied (alleen water totaal P, analyse van bodemporevocht ortho-fosfaat uit de gegevens van B-ware gaf hetzelfde beeld. Bodemkwaliteit was niet beschikbaar in de waterschapsgegevens).

Figure 5.2. Average total P content of the water layer of a sample point based on (left in $\mu\text{mol/l}$) data from the distribution study of B-ware and (right in mg/l) per estimated ditch type category (table 5.1) on the basis of data from the water managers from the peat meadow area (only water total P, analysis of soil pore moisture ortho-phosphate from the B-ware data gave the same picture. Soil quality was not available in the water board data).

Oppervlaktewater totaal Cl (mmol.l^{-1})



Figuur 5.3. Gemiddelde chloride gehalte van de waterlaag van een monsterpunt a.d.h.v. (links in mmol/l) gegevens uit het verspreidingsonderzoek van B-ware en (rechts in mg/l) per ingeschatte sloottypecategorie aan de hand van gegevens van de waterbeheerders uit het veenweidegebied.

Figure 5.3. Average chloride content of the water layer of a sample point on the basis of (left in mmol / l) data from the distribution study of B-ware and (right in mg / l) per estimated ditch type category on the basis of data from the water managers from the peat meadow area.

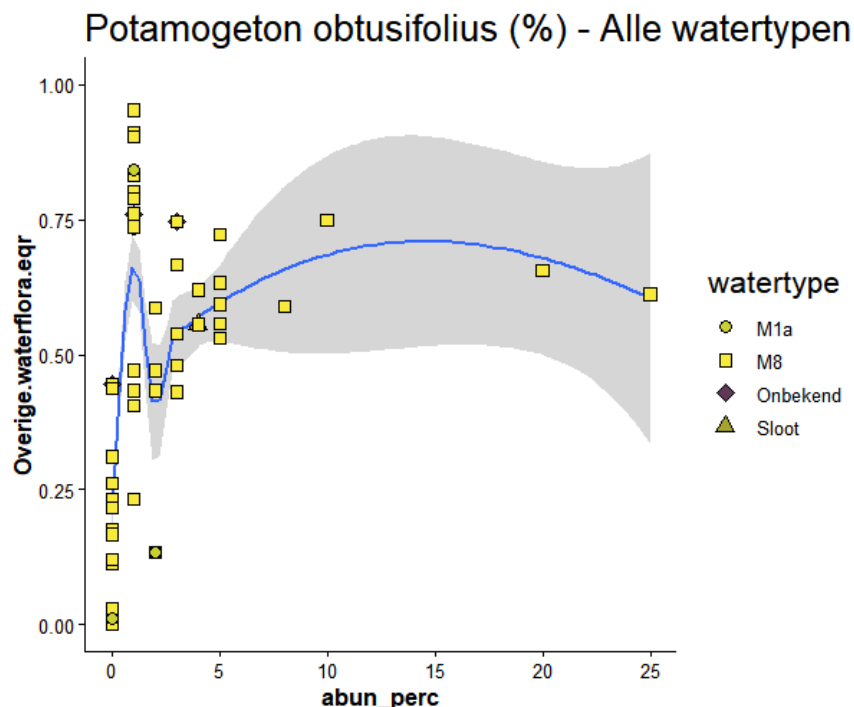
5.2.1 Selectie gidssoorten

Zoals hiervoor beschreven werden uiteindelijk vier waterplanten geselecteerd als gidssoort voor de sloten met een relatief goede waterkwaliteit. De gekozen soorten zijn afkomstig uit onze sloottypecategorie A1 en zijn over het algemeen ook positieve indicatorsoorten voor de KRW (watertype M8, m.u.v. >50% bedekking van krabbenscheer, zie Evers *et al.*, 2018). De vier soorten zijn niet zeer zeldzaam en komen redelijk verspreid voor in het veenweidegebied (zie soortenfiches voor de verspreidingskaarten). In de selectie speelde de uiterlijke vorm en daarmee samenhangend de herkenbaarheid van soorten ook een rol.

Hieronder volgt een uitgebreidere beschrijving van de gidssoorten:

Stomp fonteinkruid (*Potamogeton obtusifolius*)(zie Figuur 5.4):

- Scoort positief voor de KRW (o.a. M8) en correleert hiermee
- komt voor in data
- is herkenbaar (olieachtige laagje op blad)



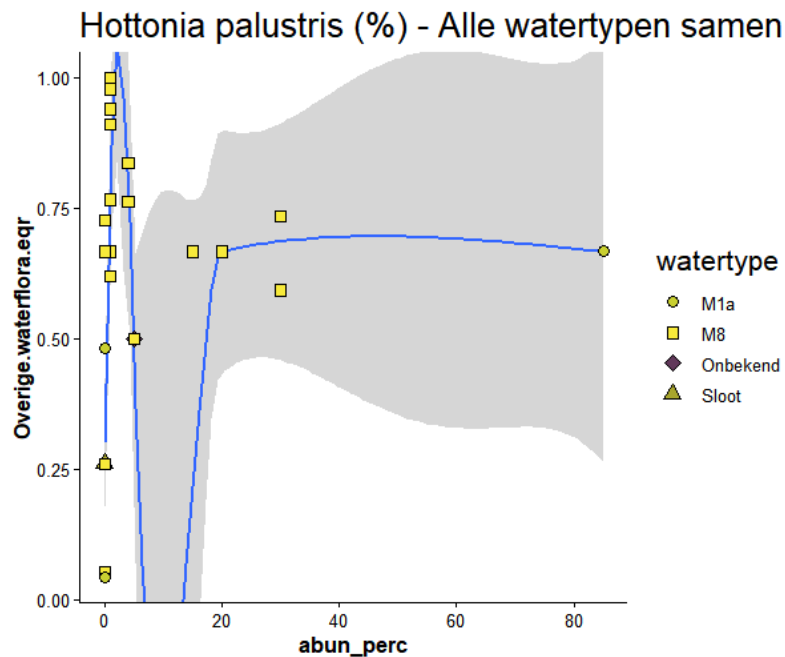
Figuur 5.4. Correlatie tussen bedekking met Stomp fonteinkruid (x-as) en de EKR-score overige flora in het veenweidegebied (y-as). De blauwe lijn geeft het geschatte gemiddelde aan middels LOESS methodiek met het 95% betrouwbaarheidsinterval hiervan in grijs.

Figure 5.4. Correlation between covering with Blunt Pondweed (x-axis) and the EKR score for other flora in the peat meadow area (y-axis). The blue line indicates the estimated mean from the LOESS method with its 95% confidence interval in gray.

Waterviolier (*Hottonia palustris*)(zie Figuur 5.5)

Scoort positief voor KRW (M8) en correleert hiermee:

- indicator kwalitatief gunstige kwel;
- komt voor in data;
- goed herkenbaar, onmiskenbaar tijdens bloei.



Figuur 5.5. Correlatie tussen bedekking met Waterviolier (x-as) en de EKR-score overige flora in het veenweidegebied (y-as). De blauwe lijn geeft het geschatte gemiddelde aan middels LOESS methodiek met het 95% betrouwbaarheidsinterval hiervan in grijs.

Figure 5.5. Correlation between coverage with Water Violet (x axis) and the EKR score for other flora in the peat meadow area (y axis). The blue line indicates the estimated mean from the LOESS method with its 95% confidence interval in gray.

Krabbenscheer (*Stratiotes aloides*)

- is een typische verlandingssoort voor Nederland;
- Scoort (meestal) positief voor KRW (M8: abundantie afhankelijk, vanaf 50% bedekking scoort de soort neutraal)
- waardplant en dus essentieel voor Groene glazenmaker (ANLb-doelsoort);
- komt veel voor in data;
- zeer goed herkenbaar.

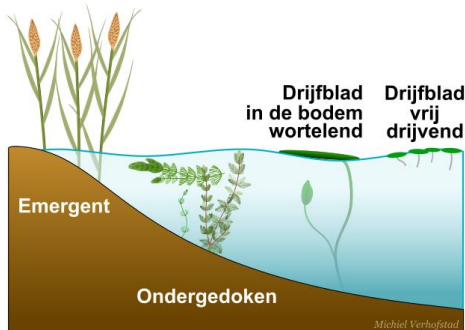
Kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*)

- Deze is op aanvraag van en samen met de opdrachtgever toegevoegd als soort uit onze sloottypescategorie A1a (goede kwaliteit), maar komt beperkt voor.
- scoort goed voor KRW (M8)
- lastig van enkele andere vederkruiden te onderscheiden voor een leek. Met name is verwarring met de invasieve exoot: Ongelijkbladig vederkruid (*Myriophyllum heterophyllum*) mogelijk, dit onderscheid is zelfs voor experts lastig als er alleen onderwaterblad voor handen is. Met bovenwaterblad en bloemen is het makkelijker.

BOX 5.1. Conceptprotocol snel inschatten globale slootkwaliteit.

BOX 5.1. Concept protocol quickly estimating general ditch quality.

Zie tekening 5.1 voor de slootcategorieën met beschrijving.



Groeivormen van waterplanten die gebruikt worden.

Begin hier! Je hoeft nog geen specifieke soorten te herkennen.

Voer de eerste inventarisatie het liefst uit aan het einde van het voorjaar/begin van de zomer en niet binnen 4-8 weken nadat beheer is uitgevoerd! Zo wordt je inschatting het meest betrouwbaar, je kan ook meerdere inschattingen door het jaar heen uitvoeren. Ga als volgt te werk:

1. Loop tussen mei-september naar de sloot en bekijk een traject van ten minste 100m. Zie je sporen van recent beheer of weet je dat er recent beheerd is (4-8 weken geleden)? Kom dan een andere keer terug.
2. Zie je planten in of op het water (meer dan één enkel plantje, bedekking >5%)?
 - a. ja → stap 4
 - b. nee → stap 3
3. Is het water helder (vul eventueel een schone, doorzichtige jampot met water om het goed te zien)?
 - ja, het water is helder → **Cat. atypisch 2**
 - nee, het water is (zeer) troebel/groen → **Cat. A3**
4. Zie je veel ondergedoken waterplanten? (meer dan enkele stengeltjes, bedekking >30%)
 - a. ja → stap 5
 - b. nee → stap 6
5. Hoeveel verschillende soorten onderwaterplanten staan er en is er nog 'open water' (kan je op plekken nog kale bodem zien en is niet het hele water tot aan het oppervlak vol gegroeid)?
 - a. ja, ik zie meer dan één of enkele verschillende plantensoorten onderwater (zeker >3) en de hele sloot is NIET volledig dichtgegroeid (bedekking onderwaterplanten: 30-75%) → **Cat. A1** (heb je kennis van waterplanten of kleine waterdiertjes? ga dan verder met het volgende stappenplan:
Aanvullende methode)
 - nee, in zie slechts één of enkele soorten, waarmee de sloot nagenoeg geheel mee is dichtgegroeid (>75% bedekking) → **Cat. A2**
6. Zijn er veel (ten minste >15% bedekking) vrij drijvende planten (kroos), of (draad)alg op/in het water te zien?
 - Ja → **Cat. A3**
 - a. Nee → stap 7
7. Staan er veel (>30% bedekking) uit het water opkomende planten (emergenten) in de sloot zelf (oever niet meenemen)?

Ja → **Cat. atypisch 1**

- a. Nee → geen duidelijk type. Je sloot zit waarschijnlijk tussen categorieën in. Mogelijk met voornamelijk wortelende planten met grote drijfbladen. Hiervan is een bedekking van 10-30% prima, maar het gebrek aan onderwaterplanten is suboptimaal. Hogere bedekkingen kunnen dan slechte waterkwaliteit indiceren (voedselrijk water). Probeer het inschatten eventueel opnieuw.

Aanvullende methode

Hierbij heb je kennis nodig voor de herkenning van soorten waterplanten en/of macrofauna.

Waterplanten

1. Loop naar je sloot en bekijk het traject van ten minste 100m nog een keer.
2. Schat in welke soorten er in het water groeien en in welke mate (schat het percentage bedekking).
3. Kijk in Tabel 5.1 of de soort er in staat en zo ja, in welke categorie de planten horen.
4. Kies de categorie waarbij de som van bedekkingen van de planten het hoogst is.
5. Ben je ook/meer thuis in de kleine waterdiertjes, de macrofauna, kijk dan of je de gidssoorten kan vinden en in kan schatten hoe groot de totale diversiteit/verscheidenheid aan soorten is. Als die hoog is zit je waarschijnlijk ook in Cat. A1. (Zie ook de sectie over Macrofauna in het rapport en de sectie hierna.)

Kleine waterdieren

In aanvulling op de waterplanten kan een inspectie van de waterdieren uitgevoerd worden. Voor het verzamelen van de waterdieren is een schepnet of appelmoeszeef nodig en een witte, liefst ondiepe, bak om de inhoud van het net te bekijken. Ga als volgt te werk:

1. Doe een klein beetje slootwater in de witte bak.
2. Neem met een schepnet/appelmoeszeef een haal door het water en doe de inhoud in de witte bak. Neem ook een schep door de aanwezige planten en leeg het net in de witte bak. Ga voorzichtig met het net of de zeef over de bodem. Bekijk of er niet te veel modder in het net of de zeef zit en wanneer dit het geval is leeg het in de witte bak. Heb je teveel modder dan kun je beter een nieuwe schep nemen want met te veel modder in de witte bak kun je de dieren niet goed zien.
3. Bekijk de inhoud van de witte bak. Zit er te veel modder in, herhaal de bemonsteringen en begin bij stap 1. Zitten er veel planten of bladeren in? Spoel deze met het water in de witte bak en bekijk of er nog dieren op zitten. Wanneer dat niet het geval is, kunnen ze naast de bak gelegd worden (en later weer in de sloot).
4. Kijk of er larven van de eendagsvlieg *Caenis* en de Kokerjuffer *Triaenodes* in het monster zitten. Tel het aantal verschillende soorten Kokerjuffers. Experts kunnen bekijken of de watermijt *Arrenurus globator* aanwezig is. De aanwezigheid van de genoemde soorten en meer dan 3 Kokerjuffers geeft aan dat de waterkwaliteit in orde lijkt te zijn (**Cat. A1/A2**). Indien mogelijk, probeer ook of je in kan schatten hoe groot de totale diversiteit/verscheidenheid aan macrofaunasoorten is. Als die hoog is zit je waarschijnlijk ook in betere waterkwaliteit. (Zie ook de sectie over Macrofauna in het rapport.)

Alternatieve methoden

Er zijn al een groot aantal methoden ontwikkeld om op de een of andere manier een snelle inschatting te maken van de ecologische waterkwaliteit. De hiervoor besproken methode is hier dan ook een afleiding van. In de Tabel staan er een aantal opgesomd. Daarnaast zijn er voor de macrofauna ook nog de volgende methoden beschikbaar: Waterdiertjes.nl, Quick scan (van Vlek en collega's) & Doe-het-zelf-test Kaderrichtlijn water (LTO-Noord).

Tabel met een aantal andere methoden om snel een beeld te krijgen van ecologische waterkwaliteit en de verwachte geschiktheid voor agrarische collectieven. (hierop is ons stappenplan ook deels gebaseerd)

EKR van de KRW	Ja	Nee	Methode voor professionele beoordeling. Komt ook tot een kwaliteitsscore, maar zeer complex! Methode niet bruikbaar voor leek.
EBEOSLO (Ecologische BEOordeling SLOten van de STOWA)	Ja	Nee	Methode voor professionele beoordeling. Komt ook tot een kwaliteitsscore, maar complex! Methode waarschijnlijk niet bruikbaar voor leek.
Vang de watermonsters	Deels	Ja	Zeer eenvoudige methode. Onduidelijk of je zelf score het hele jaar kan berekenen.
Sken je sloot	Deels	Ja	Ontwikkeld voor boeren. Onduidelijk of je zelf de score kan berekenen en alle wateren kan kiezen
Slootjesdag	Deels	Deels	Gebaseerd op macrofauna en doorzicht.
Het schone waterexperiment	Ja	Deels	Overkoepelend project van verschillende deelprojecten waterschappen: Actueel: “ <i>schoon en gezond water</i> ” bedoeld voor boerensloten en citizen science. Methode zeer uitgebreid / complex / tijdrovend.
Ecosysteemtoestand en voor stilstaande wateren	Ja	Ja	Eenvoudige beslisboom voor hoofdtypen.
NitraatApp	Deels	Nee	Alleen waterchemie middels: met

			Android-app foto maken van een teststrip die in het water is gehouden. Zelf kennis nodig van grenswaarden. Alleen test strips aanschaffen.
FreshwaterWatch	Deels	Deels	Uitgebreide citizen science methode en invoermethoden. Kost geld, onduidelijk of je zelf een score kan uitrekenen.
Drinkable rivers	Deels	Deels	Uitgebreide citizen science methode, maar onduidelijk of je zelf een score kan uitrekenen

Alternatieve methoden

Er is al een groot aantal methoden ontwikkeld om op de een of andere manier een snelle inschatting te maken van de ecologische waterkwaliteit. De hiervoor besproken methode is hier dan ook een afleiding van. In de Tabel van Box 5.1 staan er een aantal opgesomd. Daarnaast zijn er voor de macrofauna ook nog de volgende methoden beschikbaar: Waterdiertjes.nl, Quick scan (van Vlek en collega's) & Doe-het-zelf-test Kaderrichtlijn water (LTO-Noord).

Tabel met een aantal andere methoden om snel een beeld te krijgen van ecologische waterkwaliteit en de verwachte geschiktheid voor agrarische collectieven (hierop is ons stappenplan ook deels gebaseerd).

5.3 Macrofauna

De gegevens van de afzonderlijke soorten zijn uitgezet de EKR-score gebaseerd op de macrofauna (Bijlage 2 met scatterplots soorten). Dit is ook gedaan voor het aantal genera per familie of (sub)orde (Bijlage 2 met scatterplots genera). Hieruit bleek dat een zeer beperkt aantal genera een duidelijk positief of negatief verband had tussen de dichtheden (aantal/m²) en de score voor de kwaliteit (Tabel 5.2). Voor een aantal families of (sub)orde was er eveneens een duidelijk verband tussen de diversiteit en de EKR-score.

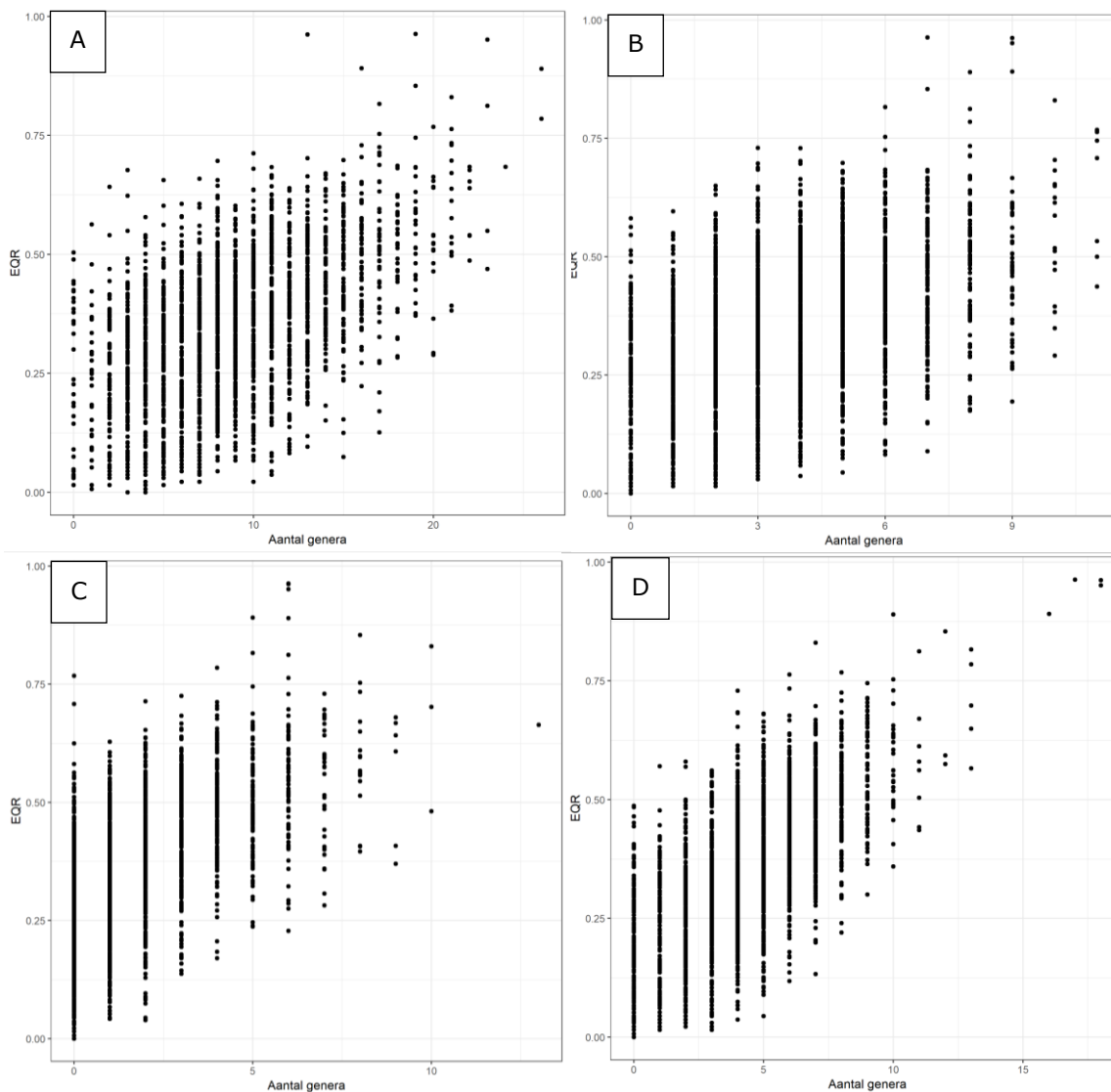
Tabel 5.2. Genera en aantal genera binnen de familie of orde met een duidelijk verband met de biologische waterkwaliteit bepaald volgens de Kader Richtlijn Water gebaseerd op macrofauna. Indien van het genus één soort in Nederland is, wordt de soortnaam gegeven.

Table 5.2. Genera and number of genera within the family or order with a clear relationship with the biological water quality determined according to the Water Framework Directive based on macrofauna. If there is one species of the genus in the Netherlands, the generic name is given.

Positieve indicatoren	Negatieve indicatoren
Arrenurus Atripsodes Caenis Erythromma Hydrodroma Limnochares (aquatica) Mideopsis (orbicularis) Plea (minutissima) Triaenodes (bicolor)	Chironomus Colymbetes Culex Culiseta Limnodrilus Mysidae# Physella Potamothenix Psammoryctides Tubifex
Aantal genera in familie Chironomidae Leptoceridae Pionidae Aantal genera in orde Trichoptera Trombidiformes Diptera Hemiptera	

: Dit is geen genus maar een familie

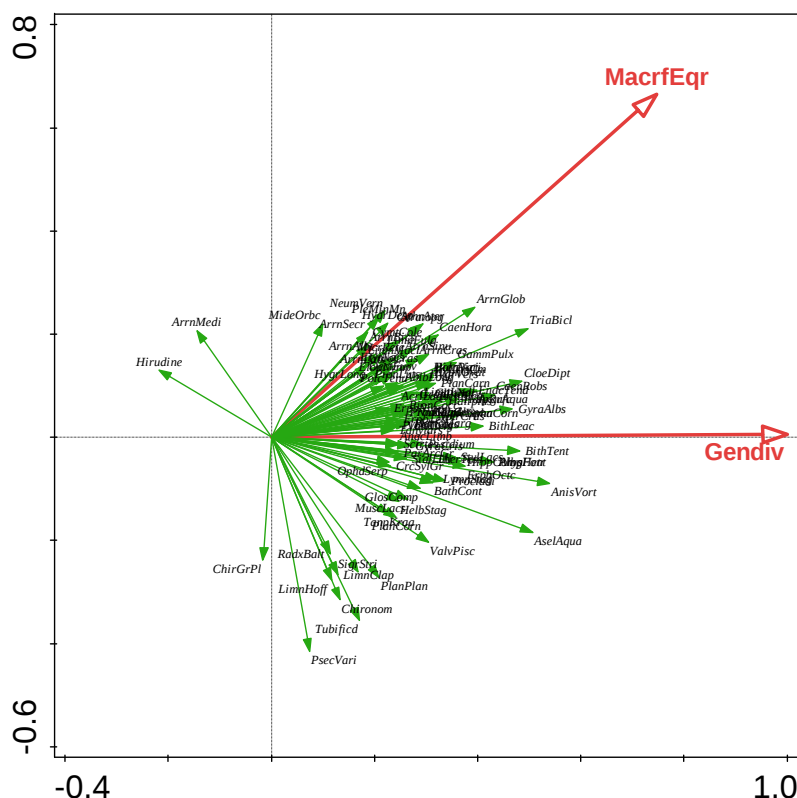
Figuur 5.6 geeft de relatie weer tussen het aantal genera binnen de orde met een positief verband met de macrofauna EKR-score. Uit de Figuur komt naar voren dat de Kokerjuffers en watermijten minder variatie vertonen in de EKR-score bij een gegeven aantal genera. Het onderscheiden van de genera binnen de Trombidiformes is echt specialisten werk en lastiger dan binnen de Kokerjuffers. Dat de diversiteit in genera een sterke relatie vertonen met de gehele levensgemeenschap van de macrofauna komt duidelijk tot uiting in de resultaten van de multivariate analyses. Figuur 5.7 toont de resultaten van zo'n analyse waarin de ligging van de soorten is opgenomen alsmede van de twee verklarende factoren: EKR-score en diversiteit in genera. De pijl van de diversiteit loopt parallel met de eerste ordinatie-as, de as met de meeste en de belangrijkste informatie. De EKR-score maakt een hoek van 45 graden met de eerste as.



Figuur 5.6. Relatie tussen het aantal genera binnen de tweevleugeligen (Diptera), halfvleugeligen of snavelinsecten (Hemiptera), Kokerjuffers (Trichoptera) en een orde binnen de watermijten (Trombidiformes) in M8 sloten.

Figure 5.6. Relationship between the number of genera within the diptera, semi-winged or beak insects (Hemiptera), Caddis Fly (Trichoptera) and an order within the watermites (Trombidiformes) in M8 ditches.

De pijl van de diversiteit in genera is langer dan die van de EKR-score (Ecologische Kwaliteits Ratio) wat betekent dat die diversiteit belangrijker lijkt te zijn voor de samenstelling van de gehele macrofauna-leefgemeenschap dan de EKR. De diversiteit in onder meer de groep van Kokerjuffers vormt een afspiegeling van de waterkwaliteit en lijkt daarmee een interessante indicator voor de waterkwaliteit; zeker in combinatie met de eerdergenoemde macrofauna soorten.



Figuur 5.7. Ordinatiediagram van de soorten en factoren van een directe analyse met het lineaire responsiemodel (RDA) met horizontaal de eerste as en verticaal de tweede ordinatie as. Soorten worden met groene pijlen weergegeven en de richting van de pijl wijst in de richting van toenemende abundantie. De factoren worden weergegeven met een rode pijl en de punt van de pijl wijst in de richting van de grootste invloed. De horizontale as is belangrijker dan de verticale as. De variabele met de langste pijl heeft de meeste invloed op de ligging van de soorten.

Figure 5.7. Ordination diagram of the types and factors of a direct analysis with the linear response model (RDA) with the first axis horizontally and the second ordination axis vertically. Species are shown with green arrows and the direction of the arrow points in the direction of increasing abundance. The factors are shown with a red arrow and the tip of the arrow points in the direction of the greatest influence. The horizontal axis is more important than the vertical axis. The variable with the longest arrow has the most influence on the location of the species.

Uit een vergelijking van de multivariate analyse (mva) op basis van het soortniveau met de mva op basis van genusniveau, blijkt dat de ordening van de soorten langs de pijlen goed overeenkomen. In Figuur 5.7 is goed te zien dat de soorten die dicht bij de pijl van de waterkwaliteit liggen en een lange pijl hebben overeenkomen met sommige genera uit Tabel 4.1. Het gaat dan vooral om *Triaenodes bicolor* (TriaBicl), *Arrenurus globator* (ArreGlob) en *Caenis horaria* (CaenHora). Opvallend in het ordinatiediagram (Figuur 5.7) is verder ook dat geen enkel taxon een sterke negatieve relatie laat zien met de waterkwaliteit. Verdere analyses laten zien dat het totaal aantal genera en het aantal genera binnen de Kokerjuffer larven, larven van tweevleugeligen en de orde der Trombidiformes (Watermijten) correleren met een betere waterkwaliteit. Dit geldt in mindere mate voor wantsen, kevers en libellen en komt in grote lijnen overeen met de bevindingen in Tabel 5.2. De drie genoemde soorten (zie Figuur 5.8) zijn niet beperkt tot alleen laagveengebieden en binnen het agrarisch laagveengebied lijken de abundanties toch te correleren met waterkwaliteit. Voor de drie genoemde soorten zijn dan ook soortenfiches opgesteld.

Selectie gidssoorten macrofauna

Voor een veldevaluatie (snelle slootscan) van de waterkwaliteit van een sloot lijken het bepalen van de aanwezigheid van *Caenis*, *Triaenodes*, *Arrenurus* en de diversiteit aan Kokerjuffers goede maatstaven. Hierbij opgemerkt dat *Caenis* en *Triaenodes* eenvoudiger te herkennen zijn dan *Arrenurus*. Een goede waterkwaliteit komt tot uiting in de aanwezigheid van de genoemde drie soorten en een hoge diversiteit in genera Kokerjuffers.



Figuur 5.8. Soorten met een positieve correlatie met de biologische waterkwaliteit volgens de Kaderrichtlijn Water, geselecteerd voor soortenfiches met links de larve van de Kokerjuffer *Triaenodes bicolor* (foto: Arie Benschop, licentie CC BY), midden de larve van de eendagsvlieg *Caenis horaria* (foto: Dick Belgers, licentie CC BY) en rechts een mannetje van de watermijt *Arrenurus globator* (tekening uit boek "Mitteleuropäische Insekten" van Claus Caspari, 1957).

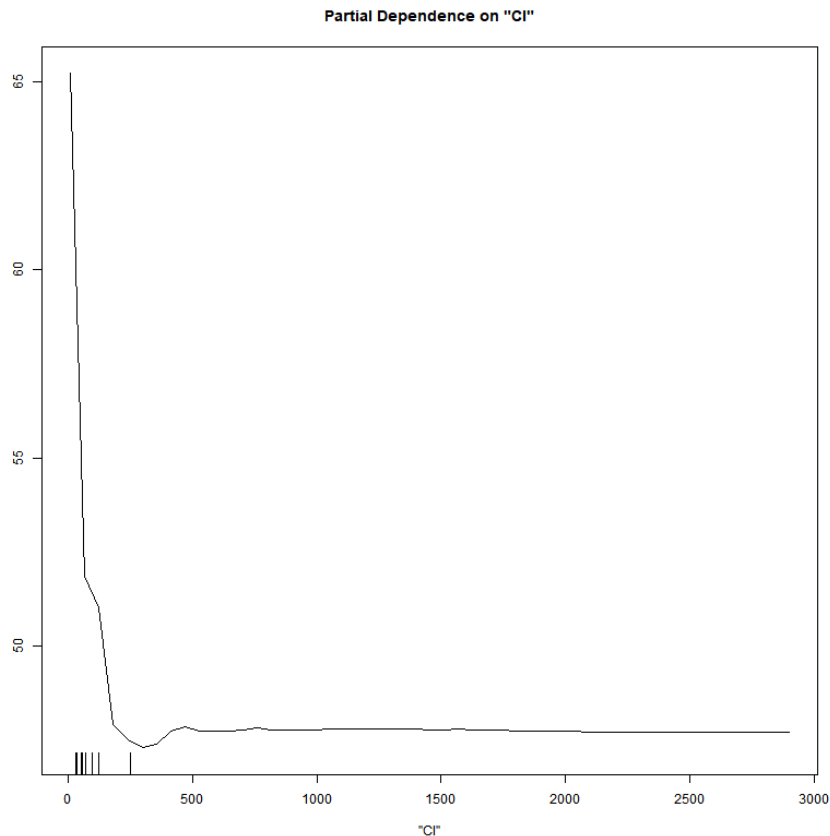
Figure 5.8. Species with a positive correlation with the biological water quality according to the Water Framework Directive, selected for species records with on the left the larva of the Caddis Fly *Triaenodes bicolor* (photo: Arie Benschop, license CC BY), in the middle the larva of the Mayfly *Caenis horaria* (photo: Dick Belgers, license CC BY) and on the right a male of the watermite *Arrenurus globator* (drawing from the book "Mitteleuropäische Insekten" by Claus Caspari, 1957).

5.3.1 Macrofauna en abiotische waterkwaliteit

De beschikbare gegevens van het waterkwaliteitsportaal over macrofauna en abiotische omstandigheden (periode 2012-2019) zijn met elkaar in verband gebracht door te zoeken naar locaties waarvan zowel macrofauna gegevens bekend zijn als gegevens over abiotische omstandigheden. Uit een random forest model, gebaseerd op 3476 waarnemingen blijkt dat het aantal genera voor zo'n 46% verklaard kan worden door met name voedingsstoffen in het water (Kjeldahl stikstof (11.7%), fosfaat (8.7%), totaal fosfor (7.7%) en nitriet en nitraat (6.2%)) en chloride gehalte (16.6%), geleidbaarheid van het water (15.4%), zuurstofgehalte (12.3%) en sulfaatgehalte (11.3%).

Dat voedingsstoffen een belangrijk aandeel hebben in het verklaren van het aantal genera van de macrofauna zal niet een direct effect van die voedingsstoffen op de ongewervelde dieren zijn want die dieren nemen die voedingsstoffen niet als zodanig op. Het indiceert veel meer een indirect verband dat bestaat tussen ongewervelde dieren, waterplanten en voedingsstoffen.

Geleidbaarheid en chloridegehalte leveren afzonderlijk de sterkste bijdrage in het verklaren van de rijkdom aan genera. De geleidbaarheid betreft een maat voor de som van alle aanwezige ionen. De partial dependance plot (Figuur 5.9) toont duidelijk dat het aantal genera snel afneemt bij toenemend zoutgehalte. Voor de geleidbaarheid komt eenzelfde patroon naar voren. Weren van ionenrijk (brak) water in zoetwatersystemen lijkt dan ook een maatregel om de diversiteit in stand te houden.



Figuur 5.9. *Partial dependance plot voor het verband tussen chloride en het aantal genera.*

Figure 5.9. *Partial dependance plot for the relationship between chloride and the number of genera.*

Het zuurstofgehalte is ook van belang. Binnen de waterdieren zijn er soorten die aangepast zijn aan lage zuurstofspanningen en zijn er soorten die zeer gevoelig zijn voor een tekort aan zuurstof. De zuurstofconcentratie in het water is de resultante van diverse processen. Zo zorgen algen en planten voor zuurstof tijdens de fotosynthese maar gebruiken ze ook zuurstof wanneer het donker is. Dit zorgt voor de dagelijkse fluctuatie in het gehalte met maximale waarden in de tweede helft van middag en een minimale waarde net voor zonsopkomst.

Routinematige bemonsteringen van de waterschappen missen vaak de minimale waarde omdat pas veel later op de dag gemeten wordt. Wanneer een lage waarde voor het zuurstofgehalte later op de dag gemeten wordt, is dat een sterk signaal dat het systeem niet op orde is. Hoe rijker het water aan voedingsstoffen is, hoe groter de verschillen tussen dag en nacht (Van der Lee *et al.* 2018). In veel wateren vraagt de waterbodem ook om zuurstof. Die waterbodem bestaat voor een deel uit organisch materiaal dat door schimmels en bacteriën afgebroken wordt (decompositie). Voor een belangrijk deel verloopt dat proces aeroob en wanneer de hoeveelheid organisch materiaal groter is dan afgebroken kan worden ontstaat er een laag met bagger/slib. Dat slib blijft om zuurstof vragen en die vraag kan zo hoog zijn dat het water een tekort heeft aan zuurstof waardoor dieren het moeilijk kunnen krijgen en kunnen sterven.

Die zuurstof problemen zijn in de zomer doorgaans het grootst omdat dan de temperatuur van het water het hoogst is wat leidt tot een verhoogde afbraak en tot een verminderde oplosbaarheid van zuurstof omdat dat afneemt met toenemende watertemperatuur. In sommige gebieden is het zuurstofgehalte van nature wat lager als gevolg van de toestroom van zuurstofloos grondwater. In de meeste gevallen zorgt opname van zuurstof vanuit de lucht ervoor dat er toch nog voldoende zuurstof in het water zit.

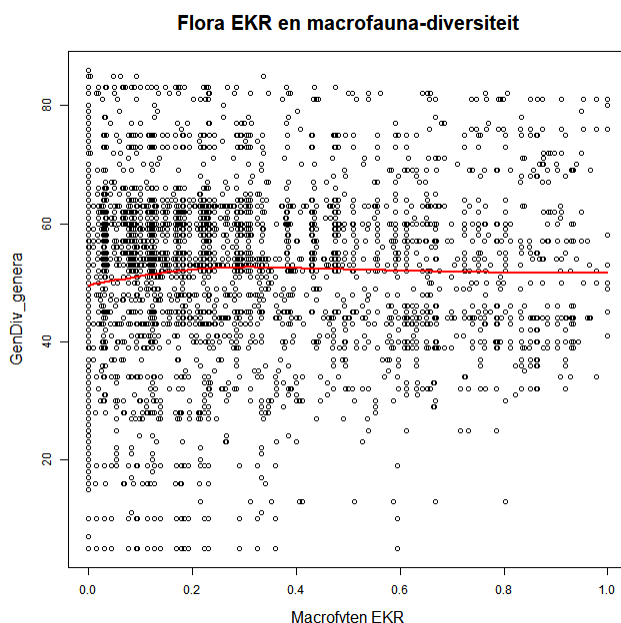
Zorg dragen voor voldoende zuurstof in een watergang is niet zo eenvoudig. Maatregelen die genomen kunnen worden zijn vaak afhankelijk van de lokale omstandigheden. Maar wanneer er

veel slib op de bodem ligt, lijkt het verwijderen van die laag een eerste goede maatregel om de zuurstofhuishouding op orde te brengen. Soms kan het helpen om extra te baggeren, waardoor er een waterlichaam ontstaat met een groter volume. Een groter volume kan de dagelijkse schommelingen in de temperatuur veel beter bufferen dan een waterlichaam met een kleiner volume.

5.3.2 Correlatie macrofauna en planten

Waterplanten bepalen voor een aanzienlijk deel ook welke (ongewervelde) dieren er voorkomen in sloten. Bij afwezigheid van waterplanten bestaan sloten uit een vrij homogene slootbodem en een lege waterkolom. De variatie in omstandigheden is daarmee zeer summier. Aanwezigheid van waterplanten zorgt voor veel meer structuur in het water doordat de waterkolom (minstens ten dele) gevuld wordt met stengels en bladeren. Sommige dieren houden zich vast aan de planten, sommigen aan de stengel, andere aan de boven- of onderkant van de bladeren, weer andere dieren gebruiken planten als schuilplaats tegen predatie of als plek om eitjes af te zetten en voor weer andere soorten kan de plant of de erop levende laag van algen en bacteriën een voedselbron zijn. Ook de afgestorven plantendelen vormen vaak een bron van voedsel voor de onderwater dieren. Waterplanten brengen dus een grote mate van variatie met zich mee en dat wordt gereflecteerd in de verscheidenheid aan ongewervelde dieren.

Figuur 5.10 geeft de relatie weer tussen macrofauna diversiteit en biologische waterkwaliteit volgens de Kader Richtlijn Water bepaald aan de hand van de planten. De macrofauna diversiteit varieert van enkele genera tot meer dan tachtig. Bij een lagere score voor de waterplanten komt het hele bereik van diversiteit van macrofauna voor. Er kunnen vele redenen zijn waarom de score voor de planten laag zijn en er toch een verscheidenheid aan ongewervelde dieren is. Interessant is het om te zien dat de onderkant van het bereik van de macrofauna diversiteit vanaf een score van 0.4 voor de waterplanten oploopt. Dit betekent dat bij een hogere score voor de waterplanten, het minimale aantal genera toeneemt.

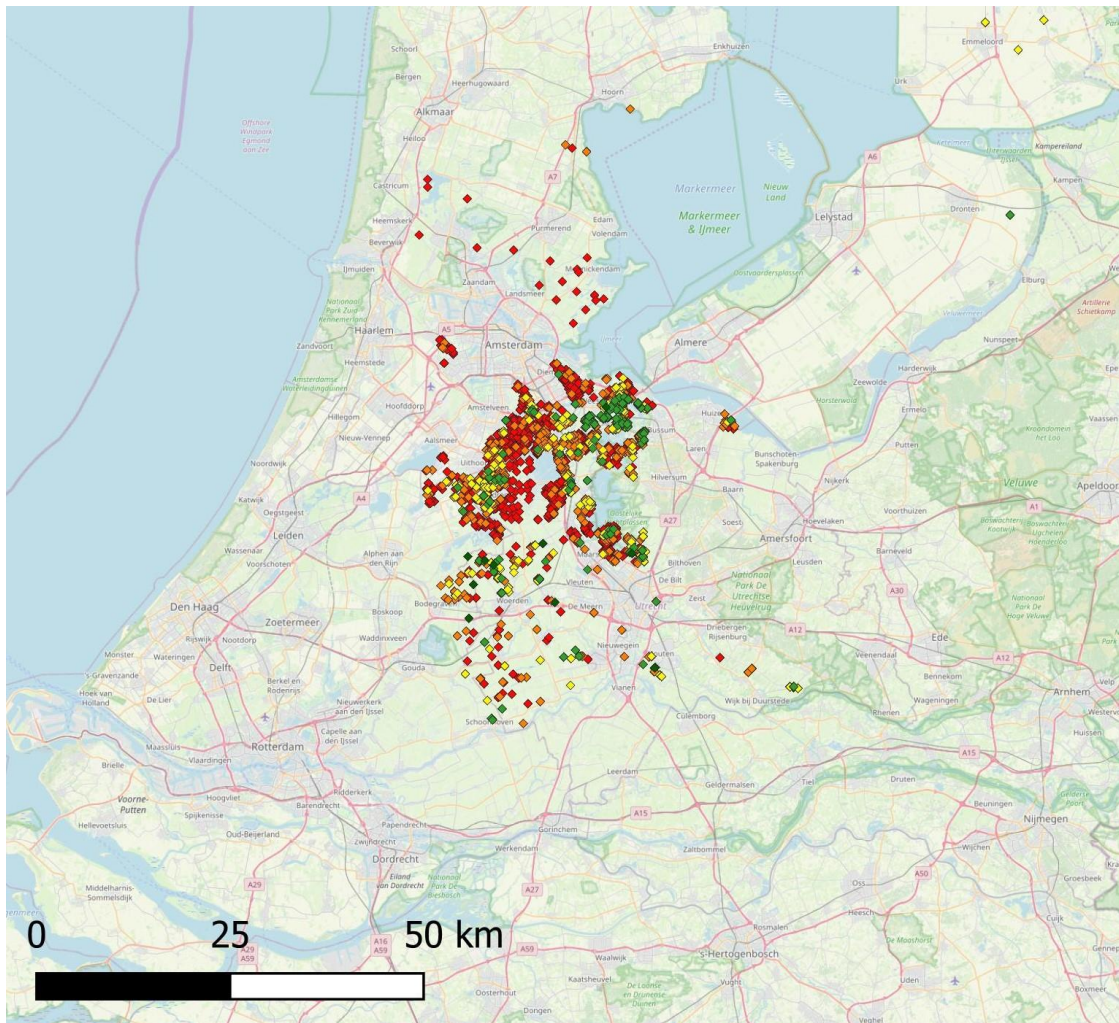


Figuur 5.10. Het aantal genera binnen de macrofauna uitgezet tegen de score voor de waterplanten volgens de Kader Richtlijn Water.

Figure 5.10. The number of genera within the macrofauna plotted against the score for aquatic plants according to the Water Framework Directive.

5.4 KRW-indicatoren: waterplanten laagveensloten

Uit de berekende EKR-score voor de watervegetatie komt naar voren dat de ecologische waterkwaliteit van de onderzochte meetpunten vanaf 2010 gemiddeld nog niet in goede staat waren en dat zelfs op korte afstand van elkaar zowel sloten met goede als met slechte kwaliteit qua watervegetatie aan te treffen waren (Figuur 5.11). Lokale bodemcondities, beheer, aanwezigheid van ijzerrijk/CO₂-rijk kwel etc. kunnen al dan niet samen deze verschillen veroorzaken (Lamers *et al.*, 2015). Met deze regionale verschillen kan rekening gehouden worden bij het stellen van doelen en het kiezen van (proef)locaties voor ecologisch beheer/inrichting.



Figuur 5.11. EKR-score waterplanten (deelscore overige flora excl. fyto benthos), zoals berekend aan de hand van de beschikbare data uit het veenweidegebied vanaf 2010. In de rest van het laagveengebied was weinig data beschikbaar. 11% van de monsters scoorde 'goed', 14% 'matig', 22% 'ontoereikend' en 52% 'slecht'. Vergelijk dit ook eens met de kaart met getypeerde sloten naar aanleiding van Tabel 5.1 (Figuur 5.1). Door de soms grote lokale dichtheid aan monsterpunten overlappen een deel van de punten op deze kaart met EKR-deelscores.

Figure 5.11. EKR score aquatic plants (score: other flora excluding phytobenthos), as calculated on the basis of the available data from the peat meadow area from 2010. 11% of the datapoint scored 'good', 14% 'moderate', 22% 'poor' en 52% 'bad'. Compare this with Figure 5.1. Due to the sometimes high local density of sample points, some of the points on this map overlap with EKR partial scores.

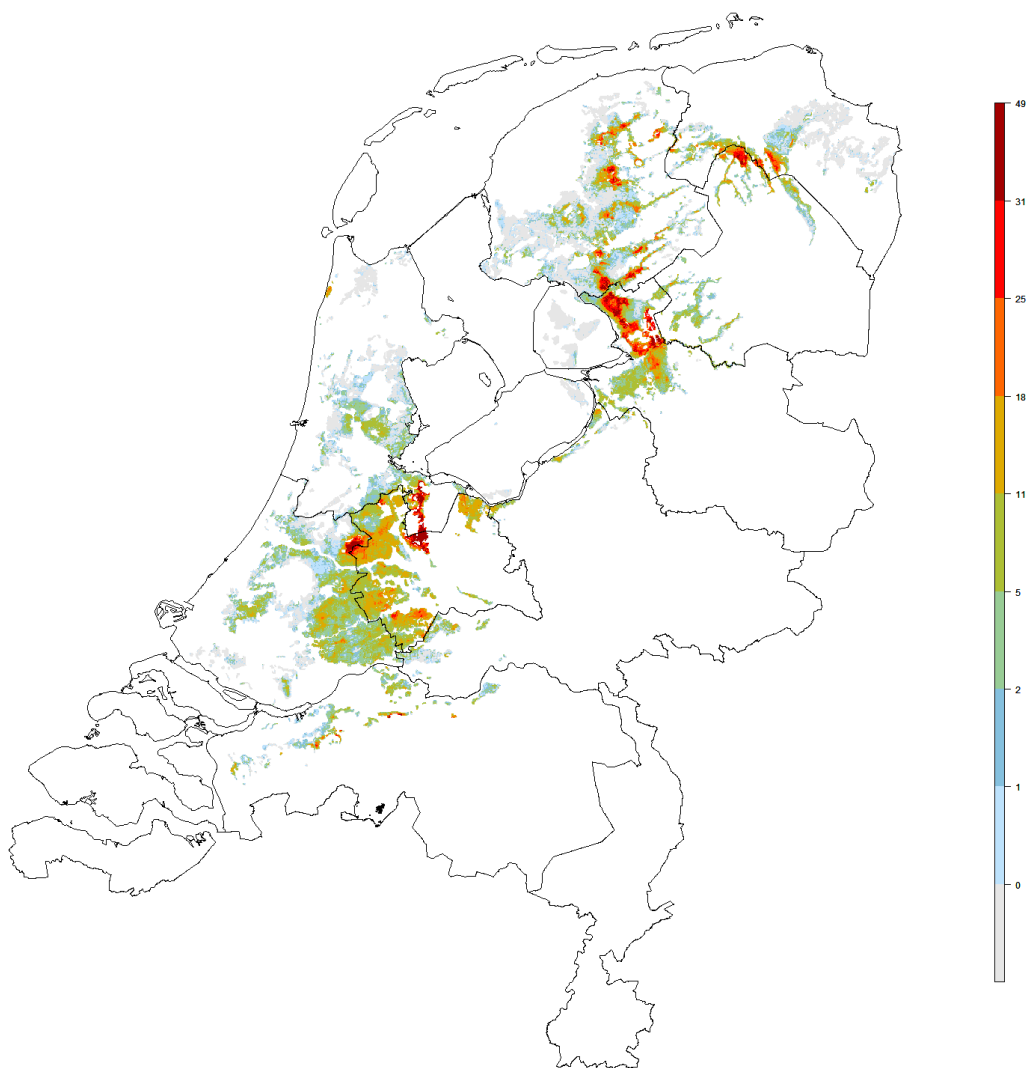
Hotspotkaarten planten

Uit de COVAR-analyses komt naar voren dat er in het veenweidegebied gemiddeld meer soorten uit de groep KRW-indicatorsoorten water en oeverplanten categorie 1 & 2 (positieve kwaliteitsindicatoren) van de EKR-maatlat voor gebufferde laagveensloten (watertype M8) worden gevonden bij lage calciumgehalten in het water. De beste 10% locaties bevatten namelijk 48.4 mg/l Ca (mediaan) terwijl de concentratie van alle locaties waar soorten voorkomen 69.0 mg/l is en locaties waar de soorten niet gevonden worden 80.7 mg/l. Ditzelfde geldt voor het kopergehalte van het oppervlaktewater en algehele opgeloste stoffen (afgeleid aan de geleidbaarheid van het water).

Bij de negatieve indicator soorten (EKR—maatlaten categorie 5) werd geen sterke correlatie gevonden. Deze soorten zijn dan ook minder kritisch naar hun omgeving. Daarnaast komen de positieve KRW-indicatorsoorten vaker voor in helderder water: lage algenconcentraties in het water (chlorofyl-A-gehalte: 25.1 µg/l (mediaan) in de top 10% locaties vs 36.3 µg/l in locaties zonder deze soorten) en meer doorzicht (mediaan = 51cm in de top 10% locaties vs 43cm op plekken zonder de soorten). Dit geldt, met name voor chlorofyl, niet voor de negatieve KRW-indicatorsoorten. Ook zijn de positieve KRW-indicatorsoorten vaker aangetroffen bij lagere HCO₃ concentraties (mediaan: 137.2 mg/l in de top 10% locaties vs 219.4 mg/l op locaties zonder positieve indicator soorten), en vermoedelijk hogere CO₂ concentraties. Dit terwijl de negatieve KRW-indicatorsoorten juist vaker bij hoge HCO₃⁻concentraties zijn aangetroffen (mediaan top 10% locaties: 214.8 mg/l vs 166.7 mg/l op locaties zonder negatieve KRW-indicatorsoorten). Ook dit duidt op een relatie met anaerobe afbraak en alkalinisatie als een belangrijke bepalende factor voor de productiviteit van het systeem en de resulterende waterkwaliteit (Van der Heide *et al.*, 2010; Smolders *et al.*, 2013; Smolders *et al.*, 2019).

Wat heel duidelijk uit de COVAR-analyses naar voren komt is dat de hotspots van de positieve KRW-indicatorsoorten voor water- en oeverplanten liggen in locaties met lagere concentraties aan N, P én S in het oppervlaktewater. Deze correlatie was veel minder duidelijk bij de negatieve KRW-indicatorsoorten. De mediaan bij top 10% locaties van deze soorten lag voor sommige nutriënten zelfs gelijk aan of hoger dan locaties zonder deze soorten (vb: respectievelijk mediaan totaal N in het water: 3.03 mg/l vs 2.89 mg/l & totaal P in het water: 0.32 mg/l vs 0.17 mg/l). Daarnaast zijn ook de concentraties N, P en S (mediaan) in de top 10% locaties van de negatieve KRW-indicatorsoorten zo'n 50-100% hoger dan bij de positieve KRW-indicatorsoorten. Dit zou er mogelijk toe kunnen leiden dat de positieve KRW-indicatorsoorten vooral voorkomen in gebieden met weinig akkerland (mediaan = <5% in de 5x5km omgeving en <4% in de 3x3km omgeving, terwijl dit percentage respectievelijk 13.5% en 12.1% is op locaties waar de soorten niet gevonden zijn, zo blijkt uit de COVAR-analyse met geografische landgebruik data). Ditzelfde bleek echter waar voor de negatieve indicatoren. Mogelijk is dit dus geen effect van landgebruik, maar eerder van de afwezigheid van watervegetatie hierin. Wat als laatste opviel is dat de negatieve KRW-indicatorsoorten vaker voor lijken te komen in ondiep water (mediaan = 19.1 cm in top 10% locaties versus 35.6 cm over alle locaties met deze soorten en 82.7 cm zonder negatieve indicatiesoorten).

Met al deze variabelen samen zijn vervolgens de hierna getoonde hotspotkaarten gemaakt aan de hand van abiotische gegevens en verspreiding van de positieve en negatieve KRW-indicatorsoorten om in beeld te brengen waar potentieel kansen liggen qua floristische waterkwaliteit.



Figuur 5.12. Hotspotkaart van plantensoorten van KRW-groep 1 en 2 (planten van kwalitatief goede laagveenwateren). Deze kaart laat zien voor hoeveel van deze soorten een locatie behoort tot de top 10% van de beste locaties in Nederland. De meest kansrijke locaties die nu al goede kwaliteit indiceren, zoals is geschat middels onze analyse, zijn de rode locaties in deze kaart. Dit zijn veelal natuurgebieden, maar ook de beekdalen in Noord-Nederland met een hoge kweldruk. Relatief goede locaties in sloten in laagveengebied zijn een hotspot voor 11-25 soorten van deze groep.

Figure 5.12. Hotspot map of plant species of WFD indicator groups 1 and 2 (plants of high-quality lowland peatland waters). This map shows for how many of these species a location belongs to the top 10% of the best locations in the Netherlands. The most promising locations that already indicate good quality, as estimated by our analysis, are the red locations in this map. These are mostly nature reserves, but also the stream valleys in the Northern Netherlands with a high seepage pressure. Relatively good locations in ditches in lowland peatlands are a hotspot for 11-25 species of this group.

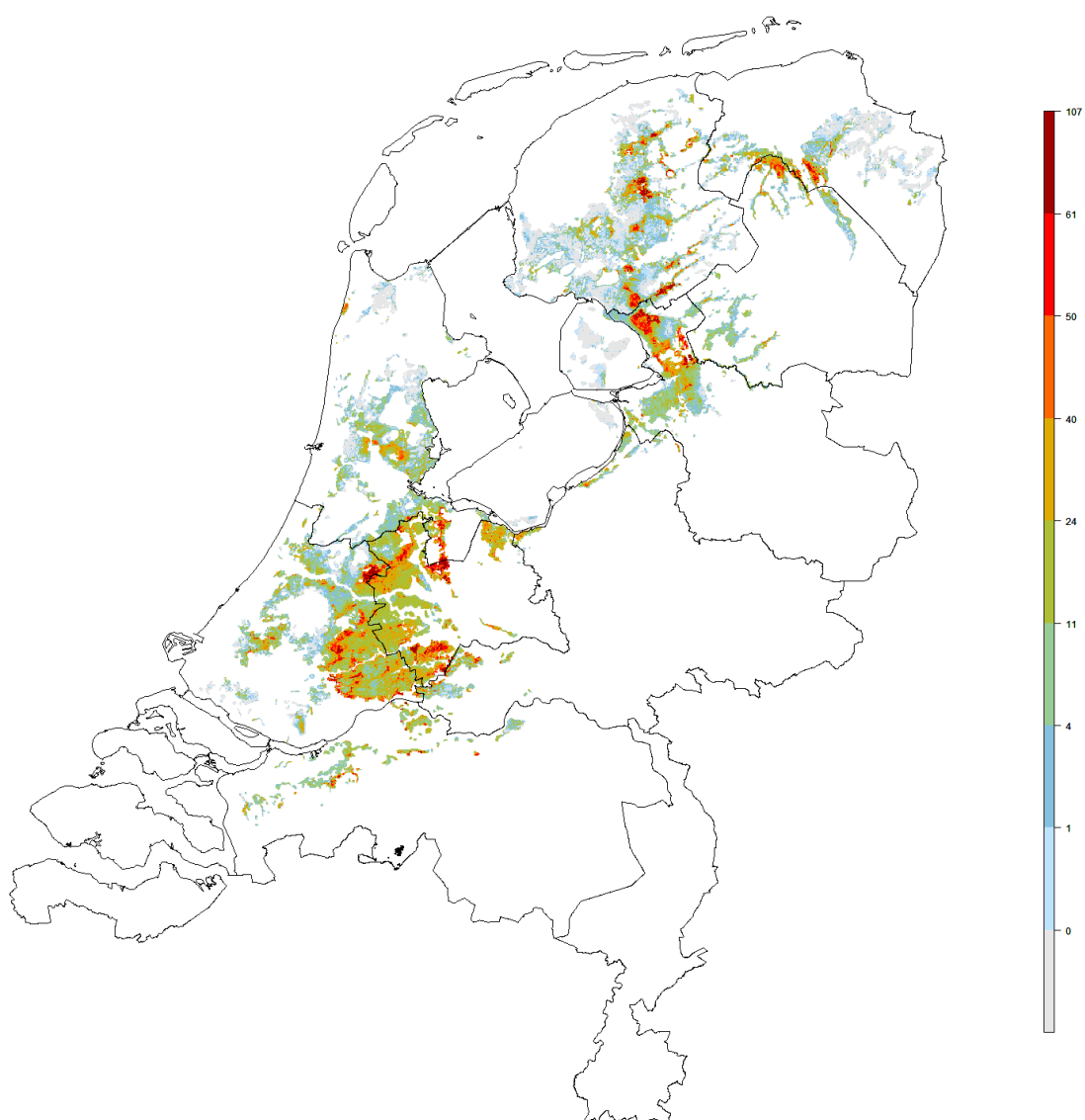
Lokale factoren

Variabele	Top10%	Marginaal
Laagveenbodem	100%	0-15%
Slootdichtheid smalle sloten	44 m/250m cel	1-30 m/250m cel
Slootdichtheid brede sloten	126 m/ 250m cel	78-117 m/ 250m cel
Ca	48.4	69-81
NO ₃	0.3	0.6-1
SO ₄	25.0	47-72
P _{tot}	0.10	0.17-0.22
Cl	41.2	60-132

Landschapsfactoren

Variabele	Top10%	Marginaal
Moeras in de omgeving	9-11 %	0.1 %
Laagveenbodem in de omgeving	54-64 %	6-27%
Slootdichtheid in de omgeving	5.8 km/ 100ha	3.5 km/100 ha
Openheid	133 ha	184-301 ha

De analyse van de landschaps- en waterchemiekenmerken laat zien dat voor goede locaties van KRW-plantensoortengroep 1 en 2 (zie Figuur 5.12) zacht water op een laagveenbodem nodig is met lage gehalten aan nitraat, sulfaat en fosfaat. Het water is bovendien zoet. In de omgeving is relatief vaak moeras aanwezig en heeft veelal een hoge dichtheid aan sloten, wat niet gek is, aangezien het water- en oeverplanten betreft.



Figuur 5.13. Hotspotkaart van plantensoorten van KRW-groep 3 en 4 (planten van laagveenwateren met een gemiddelde/matige kwaliteit).

Figure 5.13. Hot spot map of plant species of WFD indicator groups 3 and 4 (plants of lowland peatland waters with an moderate quality).

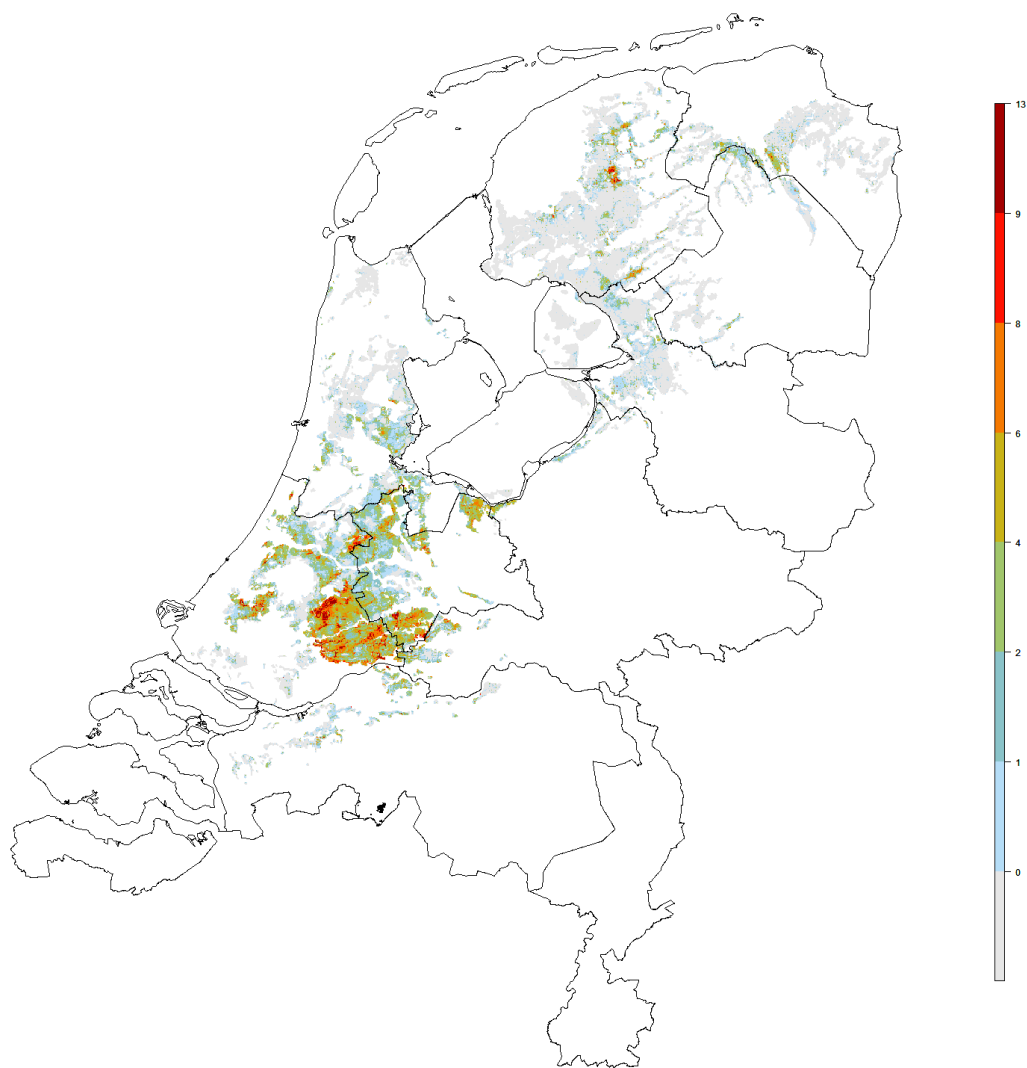
Lokale factoren

Variabele	Top10%	Marginaal
Laagveenbodem	96%	0-8%
Slootdichtheid smalle sloten	54 m/250m cel	0-8 m/250m cel
Slootdichtheid brede sloten	130 m/ 250m cel	76-112 m/ 250m cel
Ca	56.6	71-76
NO ₃	0.4	0.6-1
SO ₄	32.9	50-68
P _{tot}	0.32	0.17-0.26
Cl	48.5	65-132

Landschapsfactoren

Variabele	Top10%	Marginaal
Moeras in de omgeving	3 %	0.1 %
Laagveenbodem in de omgeving	45-52 %	4-20%
Water in de omgeving	7 %	4%
Slootdichtheid in de omgeving	5.8 km/ 100ha	3.5 km/100 ha
Openheid	121 ha	190-350 ha

Locaties met een hoge diversiteit aan KRW-plantensoorten van groep 3 en 4 (zie Figuur 5.13) hebben vrijwel altijd een laagveenbodem (en zijn dus veelal diverser dan locaties op een klei-op-veen bodem), een hoge dichtheid aan sloten, met zacht water (laag gehalte aan Ca), lage gehalten aan NO₃ en SO₄ en zijn zoet (laag gehalte aan Cl). Er is vaak moeras aanwezig in de omgeving waardoor de zichtbare openheid veelal lager is. Ook de dichtheid aan sloten in de omgeving hoger. Het calciumgehalte is hoger dan bij groep 1 en 2. Dit geldt ook parameters als stikstof, sulfaat, fosfor (fosfaat). Verder is er nauwelijks verschil in fosfaatgehalten tussen toplocaties en marginale locaties, maar wel in totaal P, welke hoger is in de top10% locaties. Ook is de totaal P in het water bij plantensoorten uit groep 3 & 4 hoger dan bij soorten uit groep 1 & 2.



Figuur 5.14. Hotspotkaart van plantensoorten van KRW-groep 5 (planten indicatief voor laagveenwateren met een slechte kwaliteit). De meeste negatieve KRW-indicatorsoorten komen met hoge presenties voor in het zuidelijk deel van het Groene Hart.

Figure 5.14. Hot spot map of plant species of WFD indicator group 5 (plants indicative of low-quality peatland waters). Most negative WFD indicator species occur with high levels in the southern part of the Green Heart.

Lokale factoren

Variabele	Top10%
Klei op veenbodem	29 %
Slootdichtheid smalle sloten	56 m/250m cel
Slootdichtheid brede sloten	166 m/ 250m cel
Ca	77
NO ₃	0.5
SO ₄	50.8
PO ₄	0.15
P _{tot}	0.32
Cl	56.3

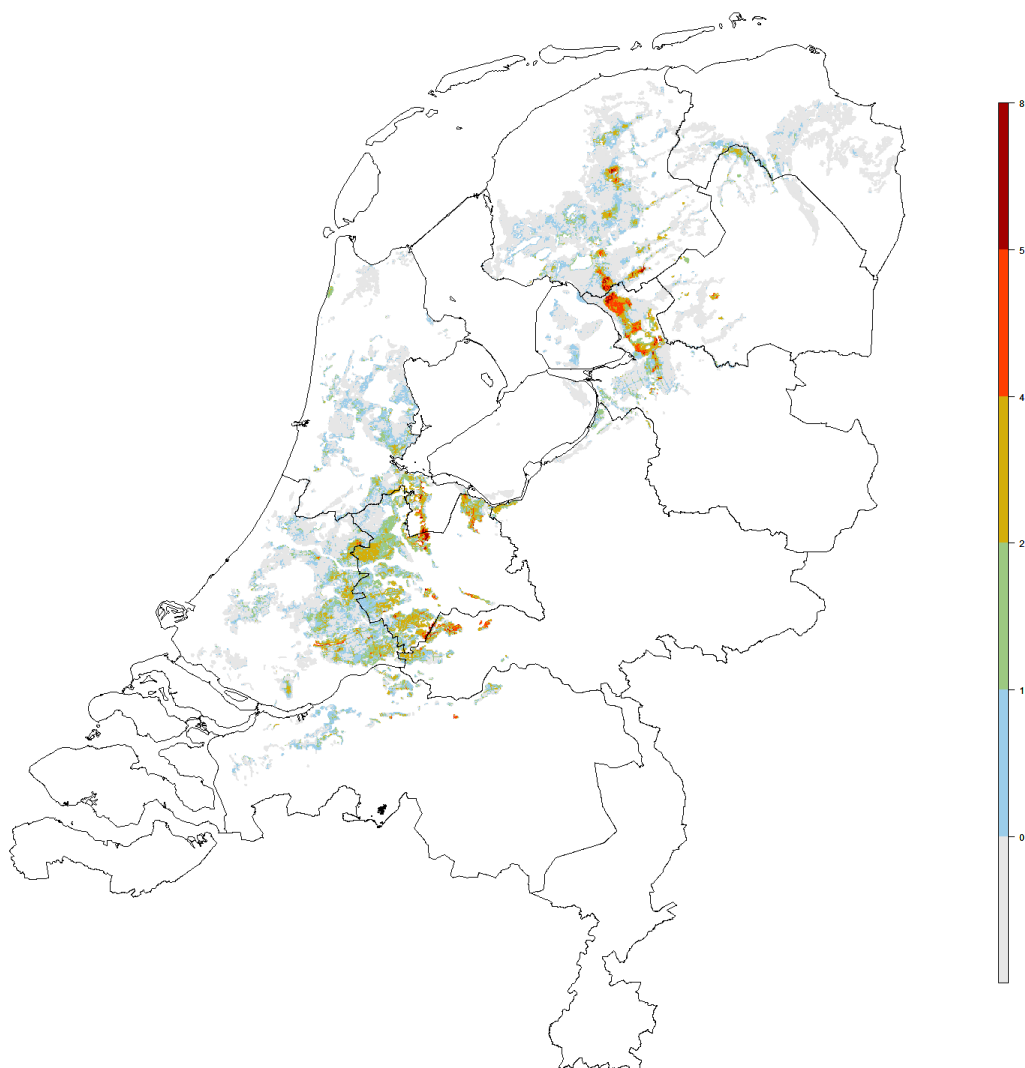
Landschapsfactoren

Variabele	Top10%
Moeras in de omgeving	0 %
Klei op veenbodem in de omgeving	35 %
Slootdichtheid in de omgeving	7 km/ 100ha
Openheid	131 ha

Het belangrijkste verschil tussen de KRW-groep 5 (zie Figuur 5.14) ten opzichte van 3 en 4 is het relatief grote aandeel van klei op veen op de locaties met veel negatief indicerende soorten. Het water is harder (meer Ca) en heeft een hoger sulfaat- en nitraatgehalte. Het P-gehalte blijft hoog.

5.5 ANLb-doelsoorten van het water

Hotspots van ANLb-doelsoorten van het water, soorten uit de groepen libellen, vissen en amfibieën, zijn voornamelijk te vinden in Noordwest Overijssel en aangrenzend deel in Friesland, in de provincie Utrecht en aangrenzend deel van Zuid-Holland (Figuur 5.15).



Figuur 5.15. Hotspotkaart van de ANLb-doelsoorten die (een deel van de levenscyclus) in het water leven. Het gaat hierbij om soorten uit de groepen libellen, vissen en amfibieën.

Figure 5.15. Hotspot map of the ANLb target species that live (part of the life cycle) in water. This concerns species from the groups of dragonflies, fish and amphibians.

Lokale factoren ANLb-doelsoorten – Local factors ANLb- target species

Variabele	Top10%	Marginaal
Laagveenbodem	96%	5%
Slootdichtheid	48 m/250m cel	7 m/250m cel
Ca	53.0	72.5
Ntot	2.1	3.0
SO4	26.5	55.6
Cl	51	92

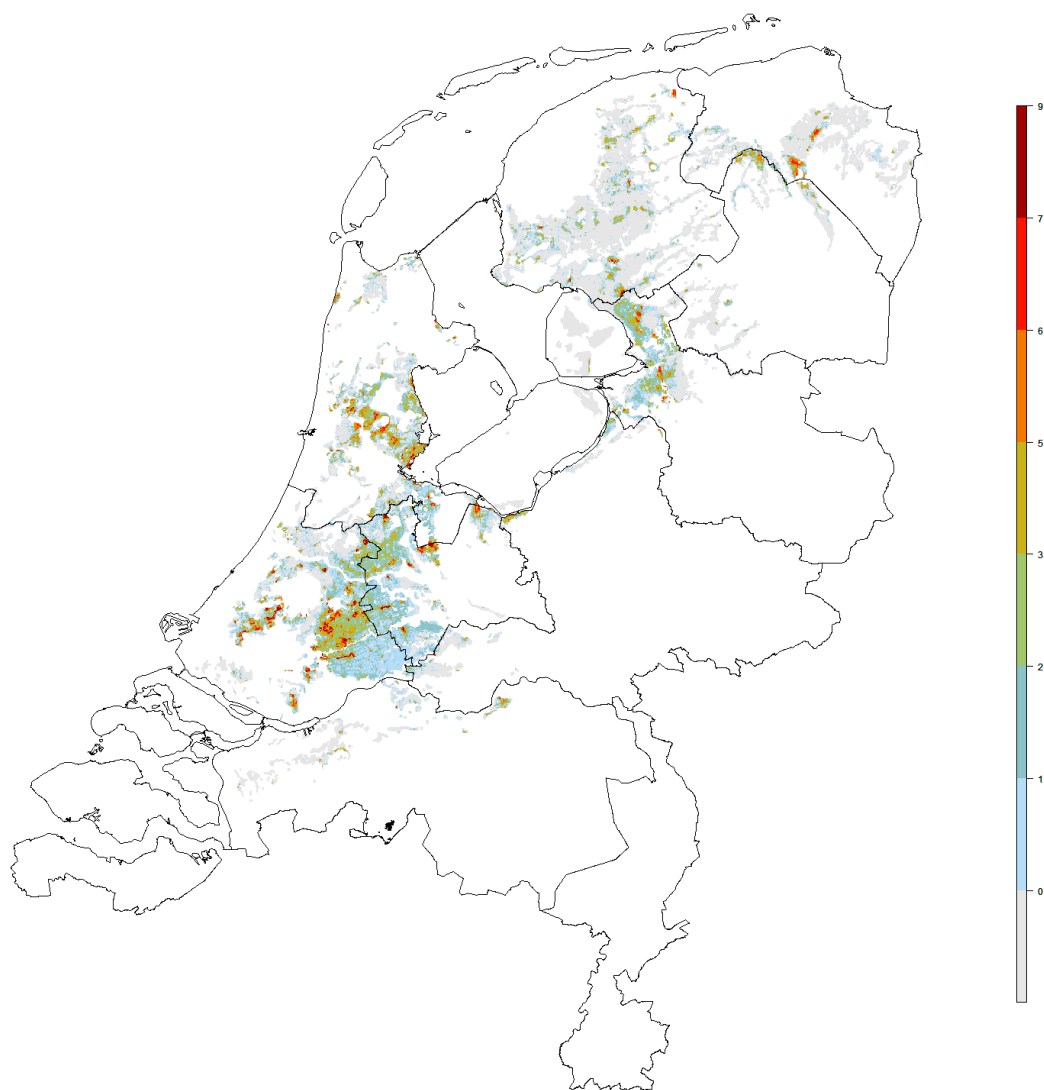
Landschapsfactoren ANLb-doelsoorten – Landscape features ANLb- target species

Variabele	Top10%	Marginaal
Moeras in de omgeving	8-10%	0.1-0.4%
Laagveenbodem in de omgeving	44-53%	19-20%
Water in de omgeving	7 %	4%
Slootdichtheid in de omgeving	5.3 km/ 100ha	3.4 km/100 ha
Openheid	75 ha	241 ha

Locaties met een hoge diversiteit aan ANLb-watersoorten (zie Figuur 5.15 en bovenstaande Tabel) hebben een laagveenbodem (en zijn dus veelal diverser dan locaties op een klei-op-veen bodem), een hoge dichtheid aan sloten, met zacht water (laag gehalte aan Ca), lage gehalten aan Ntot en SO4 en zijn zoet (laag gehalte aan Cl). Er is vaak moeras, inclusief open water, aanwezig in de omgeving waardoor de zichtbare openheid veelal lager is. Ook de dichtheid aan sloten in de omgeving hoger.

5.6 ANLb-doelsoorten van de oever

De hotspots van ANLB-doelsoorten van de oever (fig. 5.16), het gaat om soorten als de Argusvlinder, Noordse Woelmuis en alle broedvogels, zijn meer verspreid over het veenweidegebied te vinden dan de watergebonden doelsoorten. Kerngebieden liggen vooral in Zuid-Holland, westelijke deel van provincie Utrecht, delen van Noord-Holland boven Amsterdam, kop van Overijssel en rond de stad Groningen.



Figuur 5.16. Hotspotkaart van ANLB-doelsoorten van de oever. Het gaat om soorten als de Argusvlinder, Noordse Woelmuis en alle broedvogels.

Figure 5.16. Hotspot map of ANLB target species from the bank. These are species such as the Argus Butterfly, Root vole and all breeding birds.

Lokale factoren

Variabele	Top10%	Marginaal
Laagveenbodem	34%	3%
Slootdichtheid	49 m/250m cel	5 m/250m cel
Klei op veen bodem	5%	1%
Drooglegging	-47 cm	-98 cm

Landschapsfactoren

Variabele	Top10%	Marginaal
Laagveenbodem in de omgeving	36%	16%
Water in de omgeving	7 %	3%
Slootdichtheid in de omgeving	6.3 km/ 100ha	3.0 km/100 ha
Openheid	318 ha	210 ha

Voor de ANLb-oeversoorten is de bodemsamenstelling minder van belang dan voor de watersoorten, maar het aandeel laagveenbodem is nog steeds hoog op de meest diverse locaties. De dichtheid aan sloten is belangrijk en daarnaast een hoge grondwaterstand (beperkte drooglegging). Op landschapsschaal is vooral de openheid van landschap van belang, naast een hoge dichtheid aan sloten.

6. Praktijkervaringen veldworkshops

Om tot kennisoverdracht en uitwisseling van praktijkervaringen te komen zijn er een aantal workshops en veldbijeenkomsten georganiseerd binnen het project. Het gaat om een drietal pilotgebieden, te weten:

- 1) Alblasserwaard en Vijfherenlanden (ZH)
- 2) Kamerik e.o. (Utrecht)
- 3) Gaasterland e.o. (Friesland)

In de Alblasserwaard/Vijfherenlanden is de kenniskring Agrarisch natuurbeheer bijeen geweest en zijn de eerste resultaten van dit project gedeeld, met name over de sloottypologie en het voorkomen van faunasoorten in relatie tot het beheer. Tijdens een andere veldbijeenkomst zijn de resultaten van ruim 25 jaar verschrallingsbeheer van slootoevers bij boer Gertjan Kool in het veld bekeken en besproken (zie bijgaande tekstbox). Een nader verslag is te vinden in de digitale bijlagen. Recent is ook een rapport uitgebracht over de flora en fauna kartering 2020 in dit gebied (Dijk, van, 2021).

Tijdens de veldbijeenkomst in Kamerik zijn van te voren ook vragen die onder de plaatselijke boeren leven verzameld en in het veld besproken. Het ging veelal om heel praktische vragen zoals:

- *Er worden veel kreeften waargenomen in het gebied. Wat is de invloed van kreeften op de diverse sloten? Is deze zichtbaar en zijn er oplossingsrichtingen voor de invloed van de kreeften op de slootvegetatie?*
- *Wat is de invloed van de beweiding op de bezochte slootkanten. Welke soorten (zowel qua flora als fauna) profiteren hiervan of is er juist schade? Is beweiding per se schadelijk en waarom wanneer wel en wanneer niet?*
- *Welke amfibieën/ reptielen leven er tussen de slootbegroeiing en welke vissen komen ervoor. Hoe ligt de relatie tussen de slootvegetatie en de voorkomende soorten? Wat voor potentie ligt er (of niet) en is daartoe een beheerwijziging (type machinegebruik, fasering beheer over jaren, uitrastering slootkant, plaatsing (mobiele) drinkbak of drinkwaterplaats voor vee).*
- *Is de wijze van slootschonen van invloed op de vegetatieontwikkeling en daarmee het bijbehorende slootleven?*
- *Wanneer 'geschoonde' slootvegetatie in de kant wordt gedeponed: is dit per se schadelijk en waarom/ wanneer wel en niet? Dit met het oog op flora en fauna, maar ook qua nutriënten(uitspoeling)?*
- *Overall: hoe zou per sloot een goed beheer eruitzien, rekening houdend met de werkwijze die op het bedrijf gehanteerd wordt of kan worden.*

Dit leverde veel wederzijdse inzichten op en uitwisseling van kennis (zie verder digitale bijlagen voor het verslag en de handout in Bijlage 2).

De veldbijeenkomst in Gaasterland (FR) is wel voorbereid (zie handout in digitale bijlagen in Bijlage 2), maar is uitgesteld naar 2021.

Ecologisch sloot- en slootkantbeheer in Vijfheerenlanden floreert!

De gebroeders Kool (Frits en Gertjan) begonnen als melkveehouder ruim 25 jaar geleden met biologisch boeren in de Vijfheerenlanden (ZH). In 1983 richtten ze met een aantal andere boeren de Werkgroep Alblasserwaard-Vijfheerenlanden op (vanaf 1994 nam Den Hâneker dat over) en begonnen aan duurzame landbouw uit respect voor de natuur. Dat ze ook oog hebben voor de soorten blijkt uit hun verhaal en de resultaten die ze hebben bereikt (info uit koffietafelgesprek en telefonisch interview met Gertjan Kool):

Wat hebben ze gedaan bij de start?

- Gestopt met chemische bestrijdingsmiddelen (en zo min mogelijk antibiotica gebruik voor het vee)
- Hoge voedselrijke slootkantranden toplaag (ca. 30 cm) verwijderd en in midden van perceel verwerkt
- Schrale grond oevers ingezaaid met Engels raaigras (*Lolium Perenne*), maar niet meer bemest
- Effect: binnen 5 jaar kwamen spontaan soorten terug als Echte koekoeksbloem (*Silene flos-cuculi*)



Foto: Sloot achter boerderij Gertjan Kool, 15-5-2019 (foto: Marcel Benschop)

Hoe ziet het jaarlijkse vervolgbeheer sindsdien eruit?

- Het waterpeil in de polder zit tussen 30 en 50 cm onder maaiveld in zomer en 10cm lager in de winter; in deel van percelen kan met eigen bemaling nog 10cm verder omlaag gebracht worden (maar dat gebeurt niet bij droogte). De sloten vallen nooit droog.
- Bestrijding muskusratten blijft nodig. In MKZ-tijd mocht er niet gevangen worden en werden de sloten door de muskusratten helemaal kaal gevreten, egelskop en watergentiaan gingen er als eerste aan. Zelf ving Gertjan toen 150 muskusratten en het Waterschap later nog eens 150 dieren. Daarna herstelde de vegetatie zich weer.
- Schonen gebeurt 1 keer per jaar (gefaseerd van juli t/m november)
- Met maaikorf wordt naar één kant van sloot geschoond, andere kant niet!
- Slootmaaisel wordt altijd verder van kant gelegd, meestal gefreesd verder op perceel
- in een strook van 1 meter breed vanaf de sloot blijft de vegetatie staan, zodat oeverkruiden in bloei kunnen komen (wel eens 2 meter gedaan, maar dan gaan koeien vaak op platte deel liggen en mesten, wat averechts effect had)
- Baggeren: 1 keer per 3 jaar met bagger werprad, alleen middendoor (stroomgoot), ruimtelijk gefaseerd in de polder: laagste natte stukken het eerste, stukjes met dotterbloem worden sowieso gespaard
- Veebezetting op perceel: 80 koeien op 100 ha (60 ha graslandpercelen en 40 ha natuurgebied)
- Bovengronds uitrijden van de dierlijke mest als het droog genoeg is en ruim (ca. 2 meter) uit slootkant. Vanaf 1996 gestopt met kunstmest. Tot 2015 drijfmest en daarna vooral groot gedeelte compost uit compoststal (vermenging mest met houtsnippers)
- Verplaatsbare waterbak op zonnecollector, gebeurt al 30 jaar (daar zit vaak subsidie op), dit scheelt 75-80% van de vertrapping van de oevervegetatie (plus nu hooguit 2x per jaar koe vast in sloot, vroeger geregeld!)
- Loonwerker opleiden hoe te handelen en controleren!
- Zelf naar plantjes en dieren kijken om ervan te leren (en te genieten)!



Groene kikker en waterjuffers. Foto's: Gertjan Kool

Wat zijn de resultaten qua planten diversiteit?

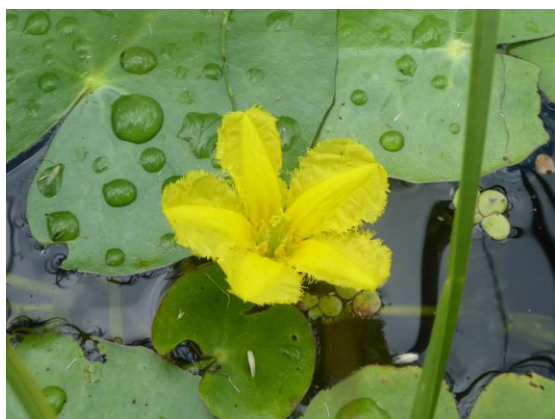
- Wat betreft de waterplanten behoort de sloot in categorie A2 van matige schone sloot met o.a. kikkerbeet en maar weinig ondergedoken waterplanten. Holpijp duidt op wat lokale kwel. Dus is geen topkwaliteit sloot qua waterkwaliteit en waterplanten, maar is wel sterk verbeterd ten opzichte van de kroosloot (cat. A3) die het eerst was (zie bijgaande tabel en foto)
- De oevervegetatie is wel bijzonder fraai/gevarieerd/kruidenrijk te noemen met onder andere gevleugeld hertshooi, valeriaan, echte koekoeksbloem en moerasvergeet-mij-nietje (zie bijgaande tabel)

Wat zijn de resultaten qua fauna diversiteit?

- Van de weidevogels broeden er kievit, tureluur, kraakeend, slobbeend, watersnip (grutto voorheen ook, recent komen jonge grutto's wel vaak fourageren)
- Heikikker zat er vroeger ook al, maar is wel toegenomen na aangepast beheer
- Aantallen libellen, sprinkhanen en vlinders (o.a. argusvlinder) en soortenrijkdom is toegenomen

Tips/ ideeën van boer Gertjan Kool:

- ANLb-pakket is nu een vaste vergoeding die afhangt van uitgevoerde maatregelen, maar niet van het behaalde resultaat. Dat stimuleert niet. Als je extra beloont wordt met meer indicatorsoorten, zoals de regeling 25 jaar geleden in periode van 5 jaar was, dan is het veel interessanter voor de boer
- Instrueer, als boer, zelf de mensen die het beheer uitvoeren, want er kan jarenlang werk in een keer te niet worden gedaan bij verkeerd beheer
- Zou nog graag een soort van snelraster willen ontwikkelen om slootranden verder te ontzien (door het vee), maar is nu net te arbeidsintensief
- Je hoeft echt niet biologisch te boeren om een dergelijk sloot- en slootkantbeheer en resultaten te bereiken
- Buurboeren weten het wel steeds meer te waarderen, maar om het zelf te gaan doen, moet er meer stimulans van uit gaan (bewustwording, opleiding, beloning).



Watergentiaan (Foto: Gertjan Kool)

*Vegetatieopname van sloot in Hei- en Boeicop bij Gertjan Kool (Vijfheerenlanden)
door Dick Kerkhof*

Tabel nummer	1	gr = grasland inclusief greppels	s = sporadisch
Jaar	2017	oe = oeverstroken	r = schaars
Maand	09	sl = sloten	o = hier en daar
Dag	20		f = frequent
X-coördinaat (x 1000)	135200		a = abundant
Y-coördinaat (x 1000)	440400		l = plaatselijk (in combinatie met andere code)

Bellis perennis	gr o	Madeliefje
Cerastium fontanum s. vulgare	gr o	Gewone hoornbloem
Persicaria amphibia	gr o	Veenwortel
Potentilla reptans	gr o	Vijfvingerkruid
Ranunculus repens	gr f	Kruipende boterbloem
Taraxacum sectie Ruderalia	gr a	Gewone paardebloemen
Trifolium pratense	gr o	Rode klaver
Trifolium repens	gr f	Witte klaver
Angelica sylvestris	oe s	Gewone engelwortel
Caltha palustris s. palustris	oe r	Gewone dotterbloem
Cardamine pratensis	oe lf	Pinksterbloem
Carex pseudocyperus	oe o	Hoge cyperzegge
Cirsium palustre	oe a	Kale jonker
Filipendula ulmaria	oe lf	Moerasspirea
Galium palustre	oe f	Moeraswalstro
Glechoma hederacea	oe o	Hondsdrif
Hypericum tetrapterum	oe lf	Geveugeld hertshooi
Iris pseudacorus	oe f	Gele lis
Lotus pedunculatus	oe f	Moerasrolklaver
Lysimachia nummularia	oe r	Penningkruid
Lysimachia thyrsoiflora	oe a	Moeraswederik
Lythrum salicaria	oe r	Grote kattenstaart
Myosotis scorpioides s. scorpioides	oe o	Moerasvergeet-mij-nietje s.s.
Oenanthe fistulosa	oe o	Pijptorkruid
Peucedanum palustre	oe f	Melkeppe
Ranunculus acris	oe f	Scherpe boterbloem
Rumex acetosa	oe a	Veldzuring
Rumex hydrolapathum	oe o	Waterzuring
Scutellaria galericulata	oe o	Blauw glidkruid
Silene flos-cuculi	oe o	Echte koekoeksbloem
Valeriana officinalis	oe o	Echte valeriaan
Berula erecta	sl o	Kleine watereppe
Butomus umbellatus	sl f	Zwanenbloem
Equisetum fluviatile	sl a	Holpijp
Hydrocharis morsus-ranae	sl lf	Kikkerbeet
Nuphar lutea	sl r	Gele plomp
Nymphoides peltata	sl r	Watergentiaan
Potamogeton lucens	sl r	Glanzig fonteinkruid
Sagittaria sagittifolia	sl f	Pijlkruid
Sparganium erectum s. erectum	sl la	Grote egelskop s.s.

7. Synthese

7.1 Overkoepelende uitkomsten analyses

Terugblik aanpak analyses

Het verkrijgen en samenvoegen van de aangeleverde en al beschikbare gegevens met abiotische en biotische data bleek een grotere uitdaging dan vooraf verwacht. Dit heeft dit na de start van het project veel tijd gekost. De abiotische en een deel van de biotische gegevens moesten namelijk uit Limnodata en het Waterkwaliteitsportaal komen, aangevuld met datasets van waterschappen. Het knelpunt zat er vooral in dat die data niet geüniformeerd zijn en dat is noodzakelijk voor er analyses mee uitgevoerd konden worden.

Het betrof koppeling van locaties, structureren van benamingen van parameters (variabelen) en eenheden waarmee gewerkt werd e.d. Uiteindelijk is dit wel gelukt, deze exercitie is ook nog nooit eerder gedaan op deze schaal waarbij zeer omvangrijke datasets van abiotische en biotische variabelen met elkaar zijn gecombineerd. Parallel daaraan is eveneens de keuze gemaakt om de sloten in het veenweidegebied te kwalificeren middels een slotentypologie a.d.h.v. ecologische kennis en gegevens uit het nieuwe verspreidingsonderzoek waterplanten van Jan Roelofs (Roelofs et al in prep.). Per slootklasse zijn de trofiegraad (waterkwaliteit) en de indicator plantensoorten eerst in beeld gebracht. De analyses die daar opvolgend zijn opgepakt sluiten bij deze typologie aan.

Nadat de datasets op orde waren kon begonnen worden met de analyses. Dit gebeurde in een aantal stappen. Per relevant KRW-watertype (M1, M8, M30) zijn correlaties gezocht tussen de EKR (Ecologische Kwaliteitsratio) en specifieke macrofauna taxa en gemeenschappen. Dit leverde een lijst met positieve en negatieve indicatoren op in gidssoorten en diversiteit.

Parallel daaraan is voor de dezelfde watertypen gezocht naar correlaties tussen EKR en specifieke waterplanten en ook wat betreft groeivormen en aantal soorten. Hiermee is gecontroleerd of de gekozen soorten aan de hand van de gegevens van B-ware ook specifiek voor de natte dooradering in het veenweidegebied bruikbaar zijn. Ook is onderzocht of bepaalde, liefst herkenbare, plantensoorten indicatief zijn voor de EKR-deelscore macrofyten. Deze informatie is inmiddels in de concept-soortenfiches voor waterplanten opgenomen. Voor waterplanten bleek dat relatief weinig sloten een goede kwaliteit hadden, waardoor de beschikbare gegevens om positieve KRW-indicatorsoorten te identificeren beperkt waren. Daarom is ook naar de maatlatten van de KRW gekeken om soorten te identificeren.

Voor de macrofauna indicatoren zijn soortfiches opgesteld en ook voor een viertal positieve indicatoren onder de waterplanten. Tevens is de relatie met de KRW en ANLb-doelen, indien van toepassing, hierin verwerkt. De bestaande soortfiches van de ANLb-doelsoorten zijn overigens ook vernieuwd.

Tenslotte zijn correlaties gezocht tussen de positieve en negatieve KRW-kwaliteitsindicatoren van macrofauna en waterplanten. Uiteindelijk levert dit een gecombineerde lijst op van KRW kwaliteitsindicatoren van macrofauna en waterplanten.

Verspreiding en omgevingsvariabelen doelsoorten

De meeste doelsoorten hebben een positieve relatie met een laagveenbodem, behalve de Argusvlinder, Aal, Kleine modderkruiper en Rugstreeppad, die een voorkeur hebben voor een klei op veenbodem (Tabel 7.1). Er geldt voor vrijwel alle soorten een positieve relatie voor smalle sloten (0-3 meter). Voor brede sloten geldt dat alleen voor Poelkikker, Heikikker en Purperreiger; voor Aal, Kamsalamander en Noordse woelmuis zijn brede sloten negatief.

Binding met open water komt naar voren bij *Arrenurus globator*, *Caenis horaria*, *Triaenodes bicolor*, Zeggekorfslak, Aal, Watersnip, Wintertaling en Noordse woelmuis. Een lage grondwaterstand (hoge mate van drooglegging) is voor de meeste soorten ongunstig. Ten aanzien van zichtbare openheid komen er verschillen uit: Zeggekorfslak, Argusvlinder, Grote modderkruiper, Aal en Kamsalamander geven de voorkeur aan een meer besloten landschap, terwijl bij Tureluur, Slobeend, Wintertaling en Noordse woelmuis juist het open karakter van het landschap belangrijk is.

Tabel 7.1. Samenvattend overzicht van de relatie van het voorkomen van de indicator- en doelsoorten en de belangrijkste omgevingsvariabelen in het veenweidegebied. Een positieve relatie is aangegeven met een '+' op een lichtgroene achtergrond, een negatieve relatie met een '-' op een oranje achtergrond.

Table 7.1. Summary overview of the relationship between the occurrence of the indicator and target species and the most important environmental variables in the peat meadow area. A positive relationship is indicated with a "+" on a light green background, a negative relationship with a "-" on an orange background.

	Laagveenbodem	Klei op veenbodem	Smalle sloten (0-3 m)	Brede sloten	Open water	Ca	PO ₄	P _{tot}	SO ₄	NH ₄	NO ₃	Cl	Drooglegging	geleendheid	Blijvend grasland	zichtbare openheid
Stomp fonteinkruid	+		+						-	-	-		-		-	
Waterviolier	+											-			-	-
Krabbenscheer	+	-	+			-			-				-			
Kransvederkruid	+		+				-		-		-	-	-	-		
Arrenurus globator	+		+		+		+	+	+			+		+		
Caenis horaria	+		+		+	-				-		-		-	-	-
Triaenodes bicolor	+	-	+		+			-	-	-	-	-			-	-
Groene glazenmaker			+							-	-		-			
Zeggekorfslak	+		+		+		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Argusvlinder	-	+	+				+	+								-
Grote modderkruiper		+														-
Bittervoorn		+	+													
Aal	-	+		-	+		-	-					-		-	-
Kleine modderkruiper	-	+	+													
Kamsalamander				-		-			-	-		-		-	-	-
Poelkikker	-			+												
Heikikker		+	+	+												
Rugstreeppad	-	+														
Watersnip	+	-			+								-		-	
Tureluur	+	+					+	+				+	-			+
Slobeend	+		+				+	+					-			+
Zomertaling	+	+	+										-			+
Wintertaling	+	-			+											
Zwarte Stern	+	-	+										-			
Purperreiger		+	+	+											+	
Noordse woelmuis	+	-	+	-	+		+	+			-	+	-	+		+

Analyse waterkwaliteit

Voor de vegetatie en de macrofauna is er een directe relatie met variabelen die iets zeggen over de waterkwaliteit. Alle variabelen die wijzen op vermessing en vervuiling (NH_4^+ , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^-) leiden in het algemeen tot lagere aanwezigheid van die soorten. Voor de macrofauna geldt daarnaast ook dat er voldoende zuurstof in het water aanwezig moet zijn. Verder komen de ANLb-, gids- en KRW-indicatorsoorten voor bij chloride gehalten lager dan 100 mg/L uitgezonderd de Noordse woelmuis en Stijve- en Kruipende moerasweegbree. De EGV (elektrische geleidend vermogen) van het water ligt onder 100 mS/m. Maar ook voor de ANLB-doelsoorten zijn die relaties soms via de waardplant (Krabbenscheer en Groene glazenmaker) of vegetatievoorkeuren (Zeggekorfslak) zichtbaar.

ANLb- en indicatorsoorten die sterk profiteren van een betere waterkwaliteit in de zin van lagere totaal fosforgehalten zijn Grote modderkruiper, Kamsalamander, Zeggekorfslak, Kransvederkruid, Stomp fonteinkruid, Waterviolier, *Triaenodes bicolor* en *Caenis horaria*. Voor onder andere de Noordse woelmuis, Slobeend, Stijve- en Kruipende moerasweegbree en *Arrenurus globator* lijkt fosfor niet van belang. Kamsalamander, Grote modderkruiper, Kransvederkruid, Stomp fonteinkruid en Waterviolier profiteren van lagere totaal stikstofgehalten. De vier plantengidssoorten komen voor in water met een relatief goede waterkwaliteit (hogere EKR-score & relatief lage concentratie meststoffen). Hierbij hoort ook een waterbodem die niet al te rijk is aan voedingsstoffen.

7.2 Bottlenecks en oplossingen

In de voorgaande hoofdstukken zijn verschillende bottlenecks naar voren gekomen met betrekking tot waterkwaliteit, slootbeheer, oeverbeheer en de omgeving. In deze paragraaf worden deze in samenhang beschreven met verschillende oplossingsrichtingen.

7.2.1 Waterkwaliteit en beheer

De abiotische waterkwaliteit van sloten in het veenweidegebied is van grote invloed op de vestiging, ontwikkeling en instandhouding van soorten en populaties. Te veel voedingsstoffen en een tekort aan zuurstof zijn problematisch, evenals te veel chloride of grote wisselingen in chloridegehalten.

Uit detailanalyses is gebleken dat voor veel vissoorten (behalve Grote modderkruiper), maar ook voor waterplanten, een dikke sliblaag op de bodem een probleem is. Slib bestaat doorgaans uit afbreekbaar organisch materiaal wat zuurstof vraagt voor die afbraak. Wordt de bovenstaande waterlaag te klein (< 50 cm) dan ontstaan er problemen met zuurstof wat zeer nadelig is voor vissen en de macrofauna. Zuurstof in sloten is een zeer dynamische variabele en dat komt doordat het de resultante is van diverse chemische, biochemische en biologische processen. Vissen in sloten tolereren vaak een minimaal gehalte van 3 mg/L.

Worden de omstandigheden te slecht dan kunnen vissen migreren naar aangrenzende wateren met betere condities, iets wat voor veel macrofauna niet mogelijk is vanwege de lagere mobiliteit. Wel kunnen soorten lokaal migreren bijvoorbeeld naar de top van de waterlaag in plaats van te leven bij de bodem. Veelal is een teveel aan slib als gevolg van betreding van de oever, graafgedrag van dieren, te hoge productie van alg en plant de oorzaak van de slechte zuurstofhuishouding. Deze toename van slib leidt tot een steeds dikkere laag slib en dus een kleinere waterkolom. De buffercapaciteit van die waterkolom wordt kleiner en kleiner waardoor de variatie in het zuurstofgehalte groter wordt. Dit kan leiden tot extreem lage waarden (0 mg/L) op het moment dat de ademhaling van het systeem het hoogste is en de productie het laagst, namelijk net voor zonsopgang.

Verbetering van de waterkwaliteit verbetert de kansen voor de meeste ANLb-soorten. In agrarische gebieden vormt de landbouw nog veelal de belangrijkste bron van voedingsstoffen in sloten.

Maatregelen om de waterkwaliteit in de sloten te verbeteren hebben voor een belangrijk deel dan ook betrekking op het huidige landgebruik.

Verhogen grondwaterpeilen

Bijna de helft van doel- en indicatorsoorten profiteert van een kleinere drooglegging en hogere grondwaterstand/drooglegging (kleiner dan -50 cm) zoals Europese aal, Groene glazenmaker en met name de zeggekorfslak, Noordse woelmuis en de weidevogels (Tabel 7.1). Er zijn binnen het veenweidegebied geen doel- en indicatorsoorten die juist bij een lagere waterstand een hogere kans op voorkomen hebben. Tussen de laagveengebieden zijn er verschillen in grondwaterstanden/drooglegging, waarbij deze in Friesland over het algemeen lager zijn dan in de gebieden in Noordwest-Overijssel en in Holland (grondwaterkaart). Die lagere grondwaterstanden kunnen belemmerend werken voor het voorkomen van een aantal ANLb soorten dat juist hogere grondwaterstanden nodig heeft.

Het type landgebruik heeft eveneens invloed op de aanwezigheid van soorten. Zo heeft blijvend grasland (>50%) een positief effect op de aanwezigheid van Bittervoorn, Gewoon kransblad, Heikikker, Kleine modderkruiper, Poelkikker, Purperreiger, Slobeend en Tureluur, terwijl weinig blijvend grasland gunstig is voor Kamsalamander en Zeggekorfslak. De aanwezigheid van moeras (>5%) in de 3x3 km omgeving is positief voor de Groene glazenmaker, Kransvederkruid, Stomp fonteinkruid en Zeggekorfslak. Open water (>10%) in de directe omgeving (3x3 km) is gunstig voor Europese aal, Noordse woelmuis en Zeggekorfslak.

Bodemsamenstelling en met name laagveenbodem is essentieel (>95% oppervlakte) voor het voorkomen van Groene glazenmaker, Krabbenscheer, Kransvederkruid, Noordse woelmuis, Stomp fonteinkruid en Zeggekorfslak en in mindere mate (>50%) voor Caenis horaria, Watersnip en Waterviolier.

Om uitspoeling van nutriënten en sulfaat uit de percelen te voorkomen kan worden gekozen voor een flexibel waterpeil, waarbij de verschillen tussen de slootpeilen en de grondwaterstanden in de percelen zo klein mogelijk worden gehouden. Het handhaven van hogere waterpeil in de winter (natuurlijk peilverloop) kan de uitspoeling naar de sloten sterk verminderen maar heeft wel als consequenties dat deze ook langer nat blijven, waardoor dit voor een boer meestal niet erg aantrekkelijk is. Er lopen momenteel verschillende onderzoeken naar de mogelijkheden voor landgebruik bij verhoging van het waterpeil in veenweidepercelen (www.innovatieprogrammaveen.nl)

Inlaten of doorspoelen

In veel gevallen kan inlaat van schoner water de lokale overmatige bemesting verminderen, maar aanvoer van verrijkt water is weer onwenselijk. De meeste sloten in de veengebieden van Nederland zijn zoetwater ecosystemen. Verziltiging door brakke kwel kan een negatief effect hebben en mogelijk verminderd worden door de aanvoer van zoet water. Aanvoer van brak water is doorgaans onwenselijk.

Inrichting watersysteem

Een hoge dichtheid aan sloten, in het bijzonder smalle sloten (0-3 meter breed) valt samen met een grotere kans op voorkomen van het grootste deel van de doel- en indicatorsoorten (Tabel 7.1). Er zijn geen soorten waarbij een negatieve relatie is gevonden. De dichtheid aan smalle sloten is dan ook een hele goede indicator voor kansrijke gebieden voor de doel- en indicatorsoorten.

Een hoge dichtheid (>24 m/ha) van brede sloten (3-6m) is in Nederland positief voor Heikikker, Poelkikker en Purperreiger, terwijl de aanwezigheid (>8 m/ha) van smalle sloten (<3m) bevorderlijk is voor Arrenurus globator, Bittervoorn, Caenis horaria, Europese aal, Groene glazenmaker, Kleine modderkruiper, grote modderkruiper, Triaenodes bicolor en de Zwarte stern. Specifiek binnen het laagveengebied is de kans op voorkomen van Poelkikker, Heikikker en

Purperreiger groter in gebieden met veel brede sloten (Tabel 7.1). Aal en Kamsalamander zijn juist minder aangetroffen op locaties met veel brede sloten.

Bufferstroken

Ook het beperken van de nutriënten uit- en afspoeling is één van de aangrijpingspunten. Het aanleggen van onbemeste bufferstroken kan hierbij een mogelijke maatregel zijn ondanks dat de effectiviteit nog niet goed in beeld is. Dit kan door het uitrasteren van grote delen van de slootkanten (bufferstroken) waardoor deze niet vertrapt kan worden door vee. In combinatie met de groei van helofyten (hier moet dan vraat van de jonge planten wel worden voorkomen, bijv. wederom door uitrasteren) kan dit zorgen voor stevigere oevers met minder erosie (Van Rotterdam *et al.*, 2020). Doorgaans levert een bredere bufferstrook (van enkele meters) meer op dan een smalle bufferstrook. Ook kan een deel van de oevers geplagd worden waarbij de veraarde veenlaag wordt verwijderd en een soort van natuurvriendelijke oever ontstaat waarin slibdeeltjes kunnen bezinken. Het voordeel van deze maatregel is dat de afkalving van de oevers, en daarmee de opbouw van de sliblaag in het water zelf, sterk verminderd zal worden.

Baggeren

Om een categorie A1a of A1b sloot te krijgen kan er ingegrepen worden in de slootbodem omdat deze vaak zowel de voedselrijkdom als de bicarbonaatrijkdom van de sloot aanstuurt. Tegelijkertijd kan er hierbij variatie in waterdiepte worden gecreëerd zodat de diversiteit aan groeicondities voor planten varieert en er potentieel meer variatie in de watervegetatie kan ontstaan. Indien de (slib)bodem beperkend wordt voor de vestiging en ontwikkeling van soorten kan baggeren een uitkomst brengen. Maar het baggeren zelf zorgt voor opwerveling van het slib waardoor de zuurstofvraag in zeer korte tijd enorm kan oplopen en tot zuurstofloze situaties kan leiden. Baggeren in een koude periode waarin de dieren inactief zijn heeft de voorkeur. Het stimuleren van de groei van ondergedoken waterplanten kan een maatregel zijn om de zuurstofhuishouding te verbeteren. Het gebruik van een kleine baggerpomp is voordelig voor flora en fauna als deze wordt gebruikt om alleen de middenstrook te baggeren en hiermee de oeverzone te sparen.

Schonen (maaibeheer)

Voer regulier beheer altijd gefaseerd in tijd en ruimte (zowel horizontaal, parallel aan de sloot, als verticaal, dwars op de sloot) uit (zie ook STOWA, 2011 & Figuur 6.2). Hiermee zorg je ervoor dat er altijd planten aanwezig blijven waar dieren tussen leven. Maai de planten ook liefst boven de bodem af, zodat ze in het voorjaar vanuit de bodem weer uit kunnen groeien om hun ecologische functies te vervullen. Trek de maaikorf bijvoorbeeld dus ook niet te snel door de vegetatie heen, zeker bij dichte vegetatie. Ook daardoor kunnen planten met wortel en al worden verwijderd. Probeer door het beheer ook juist een varieerde sloot te creëren en te behouden. Voor vis blijkt het beter om, bij ruimtelijk gefaseerd beheer, de kraan aan de waterkant te positioneren waar de planten niet gemaaid worden. Zo kunnen vissen beter ontsnappen en zitten ze niet gevangen tussen maaikorf en waterkant (Patberg *et al.*, 2016).

Bij het schonen van de sloten is het altijd belangrijk om de verwijderde waterplanten niet te lang (1-2 weken) op de oever te laten liggen. De nutriënten en het organische materiaal kunnen namelijk weer terugspoelen naar de sloot en dit is ongewenst. Ook zal het tot een vervuiling van de slootkanten leiden. Direct afvoeren is echter ook niet gewenst in verband met waterdieren die zich nog in de afgemaaide vegetatie bevindt. Het maaisel enkele dagen (1-2 dagen) op de kant laten liggen is voldoende voor waterdieren om de weg terug te vinden naar het water.

Indien mogelijk wordt altijd de oever gespaard waar de bak/ maaibalk van de kraan naartoe trekt. Op deze wijze wordt niet alleen leefgebied behouden, de voor de maaikorf vluchtende modderkruipers en andere vissen hebben dan veel meer kans om in de te sparen oever weg te vluchten waardoor ze niet op de kant zullen belanden (zie Figuur 7.1).



Figuur 7.1. Door tijdens slootschoning boven de modderbodem te maaien en de zijde waar naartoe gewerkt wordt te sparen (rode arcering) hebben vissen veel meer vluchtmogelijkheden.
Figure 7.1. By mowing above the mud floor during ditch cleaning and saving the side that is being worked towards (red shading), fish have many more escape options.

Wat betreft het gebruik van machines gaat sterk de voorkeur uit naar ecoreiniger of maaikorf. Met de Hemos heeft het slootleven (o.a. amfibieën en vissen) amper kans te ontsnappen en bovendien is er van enig terugkruipen uit het materiaal geen sprake omdat alles wat erin gaat tot pulp gehakseld wordt en op het land geslingerd.

Introductie van soorten

Als de groeiomstandigheden geschikt zijn voor de gidssoorten om te groeien kan het nog steeds voorkomen dat ze zich niet vestigen en tot ontwikkeling komen. Mogelijk zijn de soorten namelijk lokaal niet meer aanwezig in de zaadbank (Verhofstad, 2017; Van Zuidam, 2013) en zijn er ook geen lokale populaties meer in aangetakte wateren. Dan wordt het voor de planten erg lastig de locatie te bereiken (al kunnen vissen en watervogels ook waterplanten verspreiden). In de tussentijd kunnen andere, algemene, waterplanten de sloot begroeien waardoor het voor doelsoorten moeilijker kan worden zich te vestigen.

Indien uit vooronderzoek komt dat een doelsoort waarschijnlijk niet op eigen kracht de geschikte plek kan bereiken/zich kan vestigen, kan gekozen worden om de soort vanuit een lokale bronpopulatie aan te planten (te herintroduceren). Echter moet dan wel bekend zijn dat de doelsoort van oorsprong inderdaad voorkwam op de plek en moet de bronpopulatie lokaal zijn en de oogst aankunnen. Indien er indicaties zijn dat er in het water van de bedachte bronpopulatie invasieve exoten of ziektes aanwezig zijn, bijvoorbeeld voor amfibieën, vis of watervogels, raden we aan deze bronpopulatie alsnog niet te gebruiken.

Bestrijding van invasieve exoten

In toenemende mate leveren invasieve exotische rivierkreeften een probleem op, met name de Rode Amerikaanse rivierkreeften. Deze zijn de grootste onder de rivierkreeften, vermenigvuldigen zich sneller en brengen meer schade toe. De schade bestaat uit het afknippen van onderwatervegetatie, ondergraven van slootkanten (holletjes) en verhoogde erosie/vertroebeling

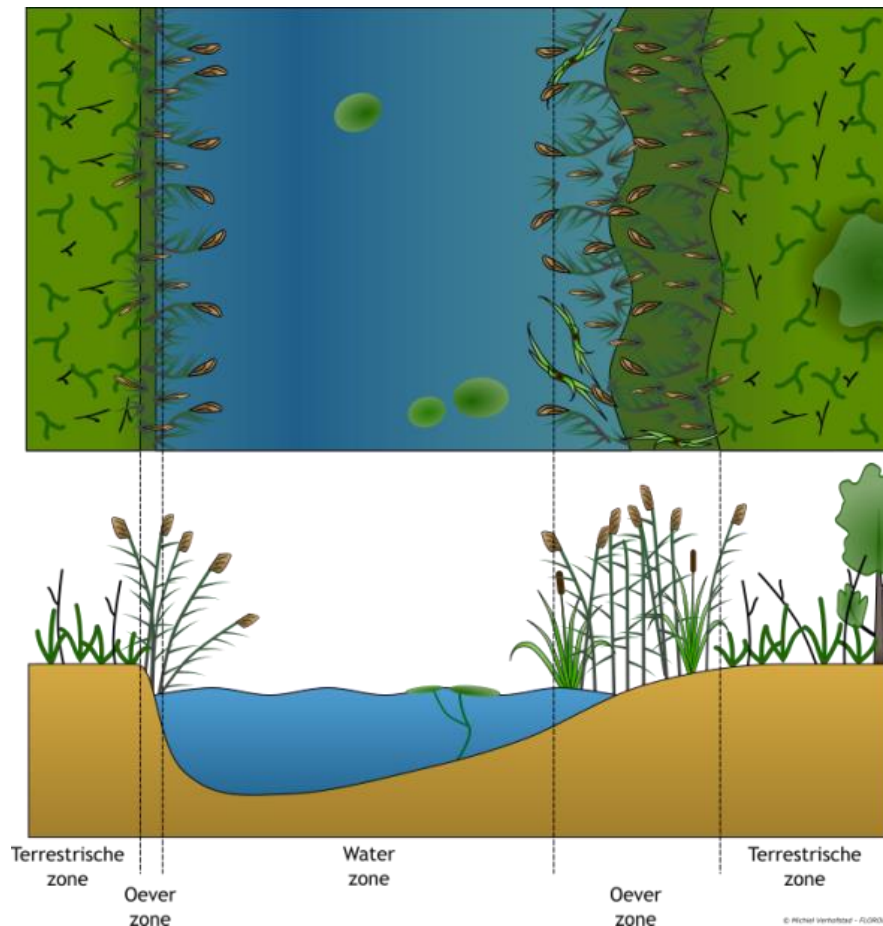
water. Zowel voor inheems slootleven ongunstig als voor de boer (inzakken slootkanten; vooral ook door combinatie van woelratten en kreeften). Uit onderzoek (Cusell *et al.* 2020) is gebleken dat veenweidegebied ideaal biotoop is voor deze exoten en dat ze toenemen door klimaateffecten (warmer worden). Bestrijden is bijzonder moeilijk: experimenten wijzen uit dat je dit langdurig moet doen. Ze vallen onder de Visserijwet (alleen beroepsvissers mogen ze vangen) en consumptie is niet toegestaan (van de Voedsel- en Warenautoriteit) (Vos *et al.* 2010; Ostendorf & Vos, 2010). Er wordt onderzocht of de wetgeving kan worden aangepast, maar dan nog is het de vraag of dit de oplossing gaat bieden. Uit het onderzoek (Cusell *et al.* 2020) kwam naar voren dat bij lage fosfaatbelasting er minder kreeften voorkomen en ze houden niet van rietoevers. Aanleg van natuurvriendelijke flauwe oevers kan ook uitkomst bieden. Bestrijding/vangen kan oorzaak zijn van enorme toename: bekend is dat de rivierkreeften regelmatig met elkaar het gevecht aangaan. Grotere exemplaren winnen dan van de kleinere en soms houden ze daarmee de populatie aangroei onder controle. Met bestrijden/vangen worden vooral de grote exemplaren gevangen die de kleintjes dan niet meer onder controle houden, met als gevolg een explosie van kleine kreeften die nog meer schade aanrichten.

7.2.2 Oeverkwaliteit en beheer

Helaas bleek het met de beschikbare data niet mogelijk om specifiek op de oevers te focussen en lag de focus meer op het watervoerend deel van de sloten en de grotere landschapskenmerken, zoals de hoeveelheid moeras in de omgeving. De analyse en adviezen ten aanzien van oevers zijn dan ook tot stand gekomen op basis van expert kennis van het consortium.

De betekenis van laagveensloten voor oeversorten wordt geheel (bijv. Zeggekorfslak) of voor een flink deel (bijv. Rugstreeppad) bepaald door de oeverinrichting en -beheer. Hierbij gaat het niet alleen om het vaak steile talud, maar ook om de zone een paar meter het perceel op. De oever is namelijk niet een vast afgebakende eenheid, maar een gradiënt van land naar water. Het opbrengen van baggermateriaal uit verontreinigde sloten leidt tot verruiging van de oever. Bovendien wordt de vegetatie op dergelijke slootkanten ook nog eens erg kort gehouden waardoor deze als leef- en/of foerageergebied voor soorten niet of minder geschikt wordt.

Veelal zien we in Nederland dat oevers zeer uniform zijn, zelfs als er een natuurvriendelijke oever is aangelegd (zie bijv. Verhofstad *et al.*, 2019). Het is aan te raden om bij herinrichtingsprojecten variatie in waterdiepte te creëren, niet alleen van de oeverzone naar de waterzone toe (verticale variatie), maar ook parallel aan de sloot (horizontale variatie, zie Figuur 7.2) (Peeters *et al.*, 2014). Hierdoor zal de diversiteit aan groeicondities voor planten variëren, qua waterdiepte maar ook bodemeigenschappen, en kan er potentieel meer variatie in de watervegetatie ontstaan, welke weer als leefgebied voor dieren kunnen dienen.



Figuur 7.2. Tekening van een oever met (linksboven) weinig horizontale variatie en verticale variatie (linksonder) en met meer horizontale variatie (rechtsboven) en verticale variatie (rechtsonder). (M. Verhofstad).

Figure 7.2. Drawing of a bank with (top left) little horizontal variation and vertical (bottom left) variation and with more horizontal variation (top right) and vertical variation (bottom right). (M. Verhofstad).

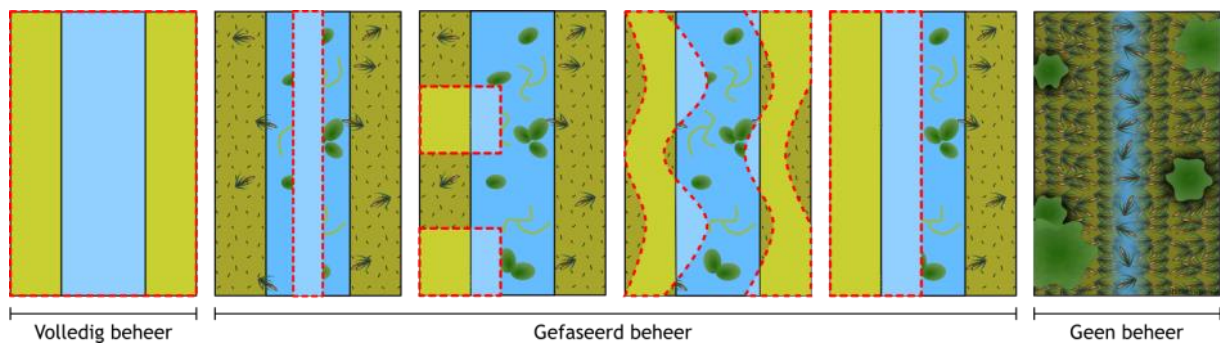
Het jaarlijks opbrengen van baggermateriaal uit sloten op de oever zal tot verruiging van de oever leiden en is daarmee ongewenst voor de ontwikkeling van een soortenrijke oever. Terwijl het jaarlijks afvoeren van maaisel juist bij kan dragen aan de vershraling van de oever en daarmee op den duur een meer diverse vegetatie kan ontwikkelen. Vaak wordt de oeervervegetatie erg kort gehouden, waardoor deze als leef- en/of foerageergebied voor veel (doel)soorten niet of minder geschikt wordt. Denk hierbij ook aan de geschiktheid voor verschillende vlindersoorten.

Als de oeervervegetatie helemaal niet wordt beheerd kan daarentegen een hoge rietkraag met struiken en zelfs bomen ontstaan welke het licht op het water vrijwel volledig kunnen wegnemen in smallere watergangen, zoals sloten, waardoor waterplanten kunnen verdwijnen. Ook kan dit leiden tot veel extra aanvoer van organisch materiaal in de vorm van bijvoorbeeld bladinvall, waardoor een verslechtering van de waterkwaliteit en verlanding op kan treden, zeker als er geen of nauwelijks stroming is.

Net als bij het waterbeheer geldt ook voor het oeerbeheer dat gestreefd dient te worden naar het creëren en behouden van variatie, zowel op landschapsschaal als lokaal. Verschillende (doel)soorten stellen verschillende eisen aan de omgeving, zo vind je de Noordse woelmuis in ruige oevers, terwijl de Rugstreeppad baat heeft bij een meer open pionierssituatie. Bij variatie op landschapsschaal kan je lokale kansen benutten in bijvoorbeeld water- en bodemkwaliteit en aanwezigheid van bronpopulaties van gewenste plant- en diersoorten.

Zo kan je bijvoorbeeld een, qua vegetatie, vrij monotoon rietmoeras creëren op voedselrijkere locaties, speciaal voor bijvoorbeeld rietvogels, terwijl je op voedselarmere locaties kan proberen

om een gevarieerde en biodiverse water- en oever te creëren, de kans hiervoor op de zeer voedselrijke locaties is klein, zonder verschrappingsmaatregelen, maar kan wel bereikt worden door het lokaal plaggen van de oeverzones. Hier kan de biodiversiteit van een landschap (bijvoorbeeld een polder) van profiteren (Teurlincx *et al.*, 2018) en zorg je ervoor dat het beperkte budget optimaal besteed wordt ten behoeve van de biodiversiteit. Lokaal kan middels herinrichting (zoals eerder in deze paragraaf benoemd) en in tijd en ruimte gefaseerd beheer uitkomst bieden, waarbij nooit de hele oever in een keer wordt afgemaaid, maar dit altijd in fases gebeurt en een deel van de vegetatie blijft staan (zie Figuur 7.3) voor voorbeelden van in de ruimte gefaseerd beheer).



Figuur 7.3. Voorbeelden van verschillend ruimtelijk gefaseerd beheer met van links naar rechts: alles in één keer volledig beheerd; stroombaanbeheer; rits- of blokbeheer; sinusbeheer; eenzijdig beheer en geen beheer. (Tekening: M. Verhofstad).

Figure 7.3. Examples of different spatial phased management with from left to right: everything fully managed in one go; flow path management; zipper or block management; sinus management; unilateral management and no management. (Drawing: M. Verhofstad).

Bij het beheer van de oever is het altijd van belang het doel voor ogen te houden. Vaak wordt, ook bij gefaseerd beheer, een jaarlijks vaste frequentie en oppervlak van het beheer bepaald, bijvoorbeeld 2x per jaar 50% in blokken afmaaien. Elk jaar en elke locatie is echter anders, waar dergelijke vaste methoden geen rekening mee houden. Het werken met streefbeelden (wat bij terreinbeheerders en waterbeheerders steeds vaker wordt toegepast) kan wel met deze variatie rekening houden. Het beheer heeft tot doel een bepaald beeld te bereiken/handhaven a.d.h.v. een algemeen beschreven beheermethode, maar of en wanneer er beheerd dient te worden wordt ingeschat a.d.h.v. de vegetatieontwikkeling. Dit beeld kan ook per sloot aangepast worden, zodat maatwerk mogelijk is aan de hand van lokale condities en doelen.

7.2.3 Waterplantenbeheer – casus Krabbenscheer

Krabbenscheer is een echte biobouwer ('eco-engineer') die via verschillende mechanismen zowel de kwaliteit van de onderwaterbodem als die van het oppervlaktewater beïnvloedt. Hierdoor kan de plant worden ingezet om in combinatie met andere maatregelen de kwaliteit van een veensloot te verbeteren. Hoewel de omstandigheden in veel veenweidesloten suboptimaal zijn voor de vestiging van Krabbenscheer, kunnen goed ontwikkelde vegetaties de milieuomstandigheden dusdanig veranderen dat de condities om zich te handhaven juist gunstiger worden. Dit noemen we zelf-facilitatie (zie Figuur 7.4). Wanneer er zich eenmaal een Krabbenscheervegetatie heeft gevestigd, dan is de kans groot dat deze zich kan handhaven door deze zelf-facilitatie (Smolders *et al.*, 2019). Er kan in voedselrijke sloten, dan ook sprake zijn van twee min of meer stabiele alternatieve toestanden. Hierbij is er vaak sprake van een eutrafente vegetatie, met weinig of geen Krabbenscheer, of, als alternatief, een vegetatie die volledig gedomineerd wordt door Krabbenscheer. Omdat Krabbenscheer snel veel biomassa kan vormen ontstaat er een organische laag van onvolledig afgebroken, dode plantenresten. Dit zogenoemde sapropelium bedekt de bodem en vormt als het ware een nieuw substraat waarin de planten wortelen (zie Figuur 7.5). Deze laag is niet alleen minder dicht maar bevat in de meeste veenweidegebieden per liter bodem (veel) minder nutriënten dan de oorspronkelijke bodemlaag. Hierdoor wordt de concurrentie met

snelgroeiende wortelende waterplanten die, net als Krabbenscheer, de nutriënten (en dan met name fosfor) vooral uit de onderwaterbodem opnemen, verminderd. Krabbenscheer bindt daarnaast veel koolstofdioxide uit de atmosfeer. Wanneer de dode biomassa afbreekt, wordt er o.a. kooldioxide gevormd. Vanuit de bodem komt de koolstofdioxide in de waterlaag terecht, waardoor in het voorjaar zowel de groei als het opdrijven van de ondergedoken planten wordt bevorderd. Krabbenscheer creëert dus zijn eigen milieu met een minder voedselrijke bodem en een hogere beschikbaarheid van koolstofdioxide in de waterlaag boven de bodem.

Krabbenscheerplanten hebben nog een mechanisme waarmee ze de waterkwaliteit kunnen verbeteren. In de winter bedekken de planten de bodem en drijven in de zomer op het water. Hierdoor krijgt de wind gedurende het jaar minder vat op de waterbodem, die minder op wervelt, waardoor het water ook helderder blijft in het voorjaar. Doordat Krabbenscheerplanten snel kunnen groeien en zich zeer efficiënt met uitlopers voortplanten, kunnen ze ook in één groeiseizoen veel biomassa vormen en dus veel nutriënten opnemen, ook uit de waterlaag. Bovendien scheiden ze zogenaamde allelopatische (giftige) stoffen uit die de groei van algen remmen. Ook hierdoor blijft het water helder wanneer er zich eenmaal een Krabbenscheervegetatie heeft gevestigd (Mulderij *et al.*, 2005, 2009).

Herintroductie

Vanwege de eerdergenoemde zelf-facilitatie neemt de kans op een succesvolle vestiging bij herstelbeheer toe naarmate er meer planten worden geïntroduceerd. Geadviseerd wordt om bij introductie van Krabbenscheer tenminste enkele honderden planten in te brengen. De kans dat een klein groepje planten het uiteindelijk redt, is erg klein. Bij introductie is het ook belangrijk om de ingebrachte planten bij elkaar te houden, bijvoorbeeld door het maken van een tijdelijke gaasconstructie. In het natuurgebied 'De Deelen' nabij Heerenveen wordt hiermee, met succes, geëxperimenteerd. Wanneer de planten te ver uit elkaar drijven, kan er immers geen zelf-facilitatie plaatsvinden.

Bijkomend voordeel van deze tijdelijke gaasconstructie is dat de planten minder gevoelig zijn voor vraat door watervogels. Vraat door vogels kan de vestiging van Krabbenscheer ernstig bemoeilijken (Veen *et al.*, 2013). Het beste is om de planten te introduceren aan het begin van het groeiseizoen, nog voordat de planten wortels beginnen te maken; dit advies geldt voor meer soorten waterplanten. Verder wordt ook aangeraden om vooraf een sapropeliumlaag uit een goed ontwikkelde Krabbenscheervegetatie aan te brengen. Hierdoor wordt de kans op een succesvolle vestiging van Krabbenscheer groter.

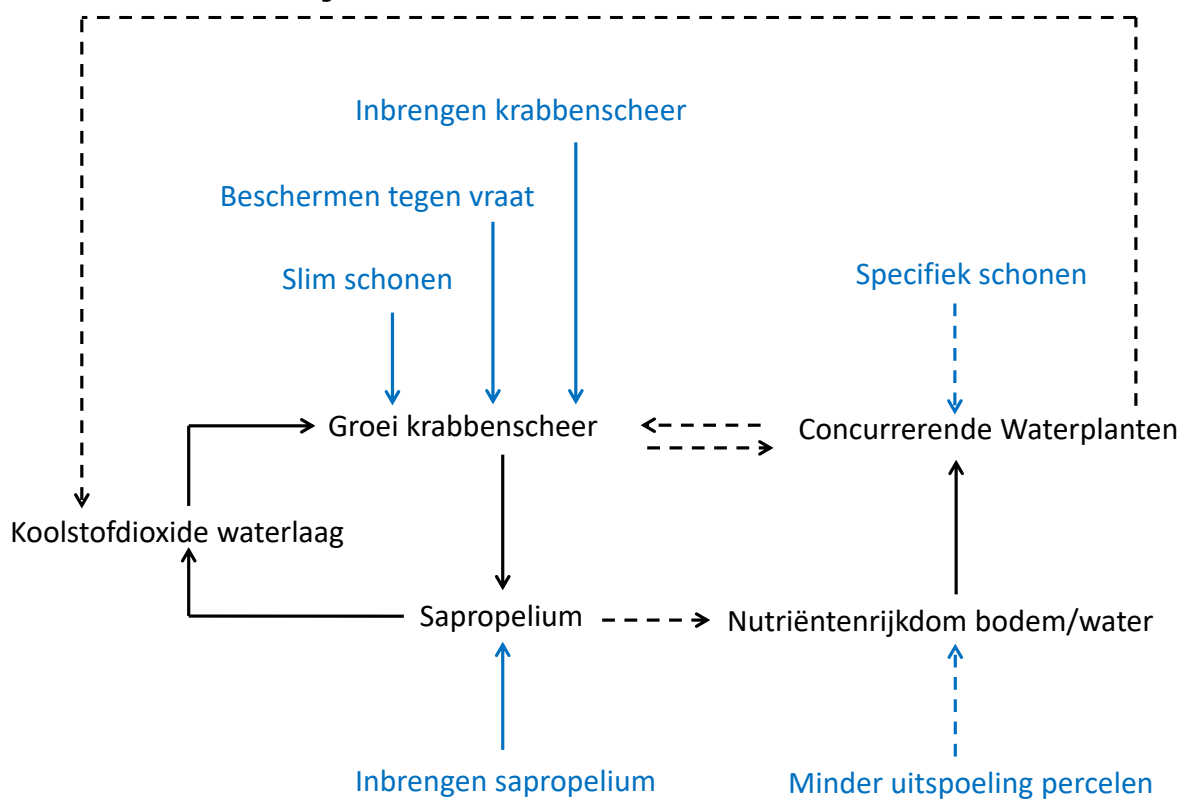
Beheer

Het schonen van sloten heeft een belangrijk effect op de ontwikkeling van Krabbenscheervegetaties. Wanneer de ontwikkeling van een groot veld wordt nagestreefd, moeten er geen Krabbenscheerplanten verwijderd worden, totdat er sprake is van een omvangrijk en stabiel veld. Overigens is het wel zinvol om na introductie de sloot selectief (slim) te schonen, waarbij er vooral concurrerende, algemene plantensoorten worden verwijderd en geen Krabbenscheerplanten. Dit betekent dus specifiek (liefst handmatig) schonen. Dit kan daarom zeker niet routinematig gebeuren, maar vereist maatwerk en medewerking van de landgebruiker.

Wanneer een sloot helemaal vol Krabbenscheer zit, is onderhoudsbeheer belangrijk, omdat anders de kans bestaat dat de vegetatie instort onder de hoge nutriëntenbelasting in het veenweidegebied. Wanneer de planten geen nieuwe biomassa meer kunnen vormen, kan in de zomer ammonium accumuleren in de waterlaag. Als Krabbenscheer de waterlaag afdekt kunnen de zuurstofgehaltes in de waterlaag laag worden. Hierdoor vindt er in veel mindere mate omzetting van ammonium naar nitraat plaats. Wanneer de ammoniumconcentratie in de waterlaag te hoog wordt, kunnen de planten vergiftigd raken (Smolders *et al.*, 2000; Harpenslager *et al.*, 2016). Nadat er zich een mooie vegetatie heeft ontwikkeld, moet er dus slim (lees gefaseerd) geschoond worden. Bij brede sloten kan om het ene jaar de ene kant van de sloot en het andere jaar de

andere kant geschoond worden, waarbij een derde tot de helft van de aanwezige vegetatie wordt verwijderd. De flyer Hoe beheer je Krabbenscheersloten van de Agrarische Natuur- en Landschapsvereniging De Utrechtse Venen geeft praktische informatie over het schonen van Krabbenscheersloten. Vanwege hun hoge productie functioneren Krabbenscheervegetaties ook als natuurlijke waterfilters, waardoor het deels schonen van de sloot ook eutrofiëring aanpakt, en ze hierdoor de waterkwaliteit in de omgeving van de velden kunnen verbeteren. In het verleden gebruikten boeren Krabbenscheer na het schonen van de sloot als organische mest op het land.

De planten die uit de sloten gehaald worden, kunnen worden gebruikt om elders in het gebied een nieuwe Krabbenscheervegetatie te starten. Omdat Krabbenscheer sapropelium vormt, wordt een sloot met veel Krabbenscheer uiteindelijk ook snel ondieper. Krabbenscheer speelt van nature een belangrijke rol in de verlanding. Dit betekent dat er ook regelmatig sapropelium uit de sloot gehaald zal moeten worden om complete verlanding van de sloot te voorkomen, tenzij verlanding juist wordt nagestreefd. Dit sapropelium kan weer gebruikt worden om elders in het gebied de ontwikkeling van een Krabbenscheervegetatie op gang te brengen. De ideale diepte voor een Krabbenscheersloot bedraagt 50-100cm.



Figuur 7.4. Zelf-facilitatie door een Krabbenscheervegetatie in een voedselrijk sub-optimaal milieu, zoals het veenweidegebied, en beheermaatregelen (in blauw) die dit proces beïnvloeden. Een doorgetrokken lijn betekent stimulering; een gestippelde lijn betekent remming.

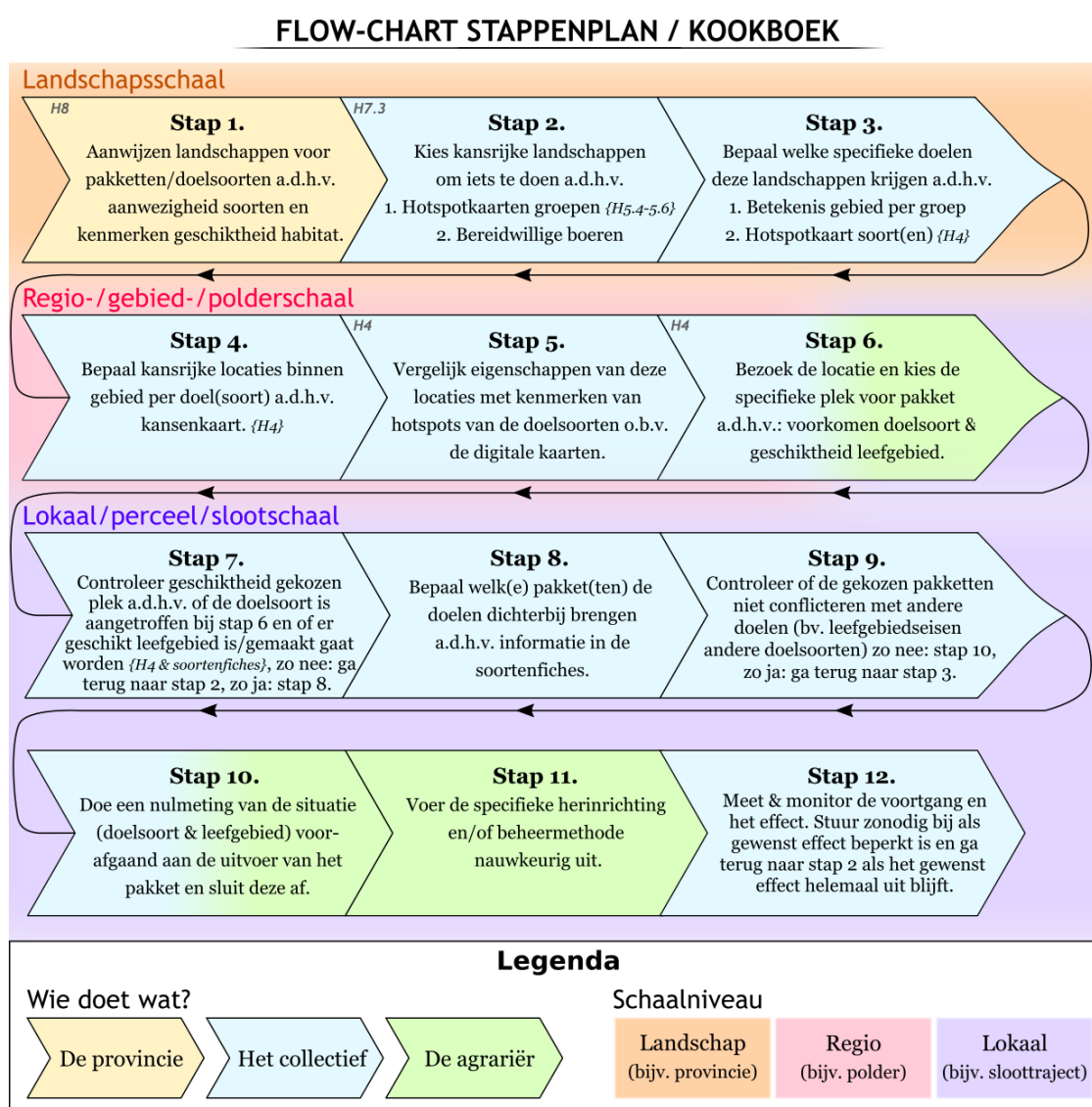
Figure 7.4. Self-facilitation through a Water Soldier vegetation in a nutrient-rich sub-optimal environment, such as the peat meadow area, and management measures (in blue) that influence this process. A solid line means stimulation; a dotted line means inhibition.

7.3 Routekaart: stappenplan en dashboard

Aan de hand van een stappenplan (kookboek) en dashboard (met stuurknoppen) laten we zien hoe je concreet op regionaal en lokaal niveau de situatie kunt verbeteren.

7.3.1 Stappenplan

Om het rapport breed toegankelijk te maken en de praktische bruikbaarheid te vergroten is een stappenplan beschreven (Figuur 7.5), oftewel een soort kookboek hoe men te werk zou kunnen gaan bij zowel de beoordeling van sloten als het nemen van maatregelen. Daarbij hebben we onderscheid gemaakt in schaalniveau (landschapsschaal, polderschaal en slootschaal) en ook in welke partijen (provincie, collectief, agrariër) betrokken zijn bij welke stappen.



Figuur 7.5. Stappenplan voor gebiedsgerichte benadering om de biodiversiteit in de natte dooradering van het veenweidegebied te vergroten.

In het stappenplan (kookboek) ligt het accent op de ANLb-doelsoorten. Door de ANLb-beheerpakketten op de juiste plekken af te sluiten, uit te voeren en te monitoren is de biodiversiteit te vergroten. De stappen worden hierna verder uitgewerkt. In bepaalde pijlen staan verwijzingen naar andere secties in dit rapport waar meer informatie te vinden is: a) schuingedrukt in de tekst voor specifieke informatie en b) linksboven in de pijl voor achtergrondinformatie m.b.t. tot de gehele stap.

Figure 7.5. *Step-by-step plan (cookbook) for an area-oriented approach to increase the biodiversity (with a focus on ANLb target species) in the wet linear elements of the peat meadow area, by closing, implementing and monitoring ANLb management packages in the right places. The steps are further elaborated below in addition, in certain arrows there are also references to other sections in this report where more information can be found (in italics behind relevant text for specific information or in the top left of the arrow for background information regarding the entire step).*

Omgeving (landschap/polder): stap 0-5

Bepaal eerst wat de kenmerken van de omgeving zijn en welke soorten verwacht mogen worden.

1. Wijs gebieden aan waar op basis van het (verwachte) voorkomen van doelsoorten beheerpakketten kunnen worden aangevraagd
 - a. Verwachte soorten: kijk welke soorten hier in de omgeving voorkomen en, in het bijzonder, voor welke soorten het gebied een topgebied is. Doe dit niet alleen voor een deelgebied, maar ook voor de ruimere omgeving (gebruik KMZ bestand en google Earth, zie Bijlage 2, digitale bestanden)
2. Bepaal wat de betekenis van de kansrijke gebieden is voor de vijf groepen waarvoor hotspotkaarten zijn gemaakt: ANLb-watersoorten, ANLb-oeversoorten en de drie groepen waterplanten. Verken, indien mogelijk, ook alvast waar bereidwillige agrariërs zitten. Bepaal hier ook in welke gebieden geen/weinig kansen liggen. Deze hebben lagere prioriteit voor nu. (Optimaal inzetten beperkte middelen.)
3. Bepaal welke landschappen specifiek voor welke soorten/doelen kansrijk zijn a.d.h.v. van de aanwezigheid van doelsoorten. Gebruik hiervoor de kansenkaarten van de doelsoorten.
4. Zoom iets verder in en bepaal per polder hoe de doelen het best over verschillende locaties verdeeld kunnen worden. Waar liggen specifieke kansen voor verschillende doelen met mogelijk verschillende eisen. Houd hierbij rekening met het belang van een gebied voor een doel. Als een doelsoort van het landschap maar op 1 plek voorkomt gebruik je dit gebied voor die soort ipv andere soorten die breder voorkomen.
5. Bekijk in hoeverre de vastgestelde omgevingskenmerken van het gebied overeenkomen met de kenmerken van topgebieden voor de soorten en hotspots. Waar zijn eventuele verschillen?
 - a. Met behulp van de gemaakte gis-bestanden voor de individuele doelsoorten kan ook lokaal worden bepaald welke soorten verwacht kunnen worden en wat de lokale omgevingskenmerken zijn. Hierbij moet wel worden bedacht dat deze kaarten zijn gebaseerd op de interpolatie van de beschikbare gegevens en dus nooit een exact beeld van de situatie ter plekke kunnen geven. Maar dat beeld is wel gedetailleerder de geleverde informatie per deelgebied.
 - b. Omgevingskenmerken: het gaat hier om zaken als openheid, slootdichtheid, bodem en de aanwezigheid van open water, moeras en natuurgebieden in de ruimere omgeving. Gebruik hiervoor de uitkomsten van de analyse en soortenfiches.

Kies in deze fase ook waar op grotere ruimtelijke schaal de kansen liggen (door het collectief) in het landschap, zowel qua natuurwaarde als naar bereidwilligheid boeren & waterschap, en pas daar waar de grootste kansen liggen als eerste maatregelen toe t.b.v. ecologie. Op plekken waar geen/weinig kansen liggen misschien niet als eerste de focus leggen.

Aan de meeste omgevingskenmerken kan meestal niet eenvoudig iets veranderd worden. De meest eenvoudige is de openheid, onder meer erg belangrijk voor weidevogels, door het verwijderen van bosjes en bomen.

Aanpassingen van de drooglegging en de inlaat van gebiedsvreemd water moeten in waterschapsverband worden afgesproken.

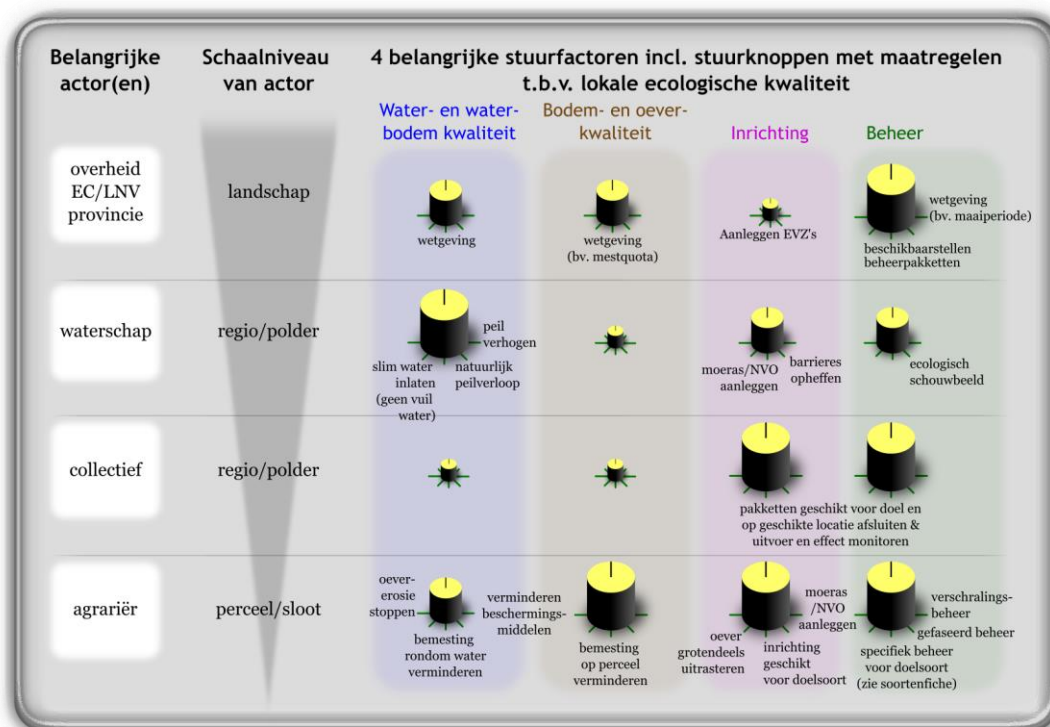
Lokaal (sloot/perceel): stap 6-11

6. Bezoek het gebied en kies specifieke locaties (bijv. sloottrajecten) voor pakketten aan de hand van het voorkomen van de doelsoorten en de (mogelijke) geschiktheid van het leefgebied
 - a. Locatiekenmerken: hier gaat het om zaken als waterkwaliteit, oeverinrichting, aanliggend landgebruik, beheer etc. Beantwoord voor het beheer de volgende vragen:
 - i. Hoe wordt het slootbeheer uitgevoerd (maaimethode, baggeren, gefaseerd)

- ii. Hoe wordt de slootkant ingericht/beheerd (steile/flauwe oever, opbrengen maaisel/bagger, gefaseerd, uitrasteren)
 - iii. Hoe worden de aangrenzende percelen beheerd (hooiland, weiland)
 - iv. Wordt er mest uitgereden tot de slootkant? Indien dit het geval is, is de kans op een voldoende waterkwaliteit niet groot.
- b. Maak een keuze welke specifieke locatie het meest kansrijk is. Schat a.d.h.v. groeivormen planten, kwelindicatoren, waterhelderheid en indien mogelijk macrofauna-soorten en plantensoorten in om welk sloottype het gaat (slechte – goede ecologische kwaliteit). Deze informatie uit de bestanden dient zoveel mogelijk aangevuld te worden met metingen ter plekke, in het bijzonder de waterchemie. De belangrijkste variabelen (parameters) om informatie van te verzamelen zijn $\text{PO}_4/\text{P}_{\text{tot}}$, HCO_3 , NO_3/NH_4 en Cl, maar lees de informatie per soort voor de selectie van de meest relevante variabelen. Wanneer de sloot zelf weinig perspectieven biedt, kan ook nog bekeken worden wat de kansen voor oeversorten.
7. Vergelijk de vastgestelde kenmerken van de locatie met de kenmerken van topgebieden voor de soorten en hotspots. Waar zitten de grootste verschillen en wat moet dus aangepakt worden! Welk (maatwerk)pakket past hierbij? Als dit niet aangepakt kan worden, ga terug naar stap 2. Controleer hierbij ook of dat er wettelijke beperkingen zijn die een mogelijke belemmering kunnen vormen.
8. kijk in Hfst 6, de soortbeschrijvingen en relevante soortenfiches wat je op hoofdlijnen kan doen en welke beheerpakketten daarop aansluiten. kies voor de doelstelling Natte Dooradering of Water en probeer waar dat kan de koppeling met andere leefgebieden.
9. Past het voorgestelde pakket voor alle doelen? Is er geen conflict tussen doelen op dezelfde locatie. Controleer hierbij ook weer of dat er wettelijke beperkingen zijn die een mogelijke belemmering kunnen vormen.
- ja: Doe een nulmeting van de situatie (beschrijf ten minste de aanwezigheid en abundantie van de doelsoort, het leefgebied van de doelsoort en beschrijf het reguliere beheer en de huidige slootkwaliteit) en sluit pakketten af met de agrariër.
10. Voer de specifieke herinrichting of beheermethode nauwkeurig uit. (En registreer het uitgevoerde beheer liefst ook, denk aan: wanneer precies, waar, met welke methode/machine. Dit helpt de evaluatie achteraf.)
11. Meet en monitor de voortgang en het effect op de gestelde doelen. Als het effect beperkt blijkt, ga dan terug naar stap 5. Als effecten helemaal uitblijven stel nieuwe doelen te beginnen bij stap 1 (provincie) of stap 2 (collectieven).

7.3.2 Dashboard

Binnen de begeleidingscommissie en het DT Cultuurlandschap kwam sterk de vraag naar voren 'aan welke knoppen kunnen we nu draaien?'. En welke mogelijkheden heeft elke stakeholder (actor) binnen dit kader? Bijgaand dashboard schema is een eerste aanzet om dit inzichtelijk te maken (Figuur 7.6).



Figuur 7.6. Dashboard: gesimplificeerde weergave van de belangrijke stuurfactoren en stuurknoppen voor de lokaal aanwezige ecologische kwaliteit in de natte dooradering.

Toelichting: Gekleurde kopjes: Abiotische water- en waterbodemkwaliteit; Abiotische oever en perceelbodem kwaliteit; Inrichting van de natte dooradering; Beheer van de natte dooradering) en stuurknoppen voor de lokaal aanwezige ecologische kwaliteit in de natte dooradering. Verschillende belangrijke partijen hierin partijen opereren op verschillende schaalniveaus (links in de Figuur), maar al deze actoren kunnen daarmee effect hebben op lokale ecologische kwaliteit. De grootte van de stuurknoppen geven een inschatting weer van in welke mate een stuurfactor door die actor de ecologische kwaliteit kan beïnvloeden (groot-matig-weinig). Bij de knoppen staan enkele voorbeelden van mogelijk geschikte maatregelen beschreven. Er hoeft niet persé voor één van de opties gekozen te worden. Een combinatie van maatregelen is zeer goed mogelijk. Deze lijst is trouwens ook (lang) niet volledig. Stuurknoppen en actoren hebben ook interacties met elkaar. Zo kunnen inrichting- en beheermaatregelen grote invloed hebben op de water- en bodemkwaliteit. Deze zijn niet in de Figuur weergegeven t.b.v. de leesbaarheid. Voor meer informatie hierover zie eerdere paragrafen van dit hoofdstuk en de soortenfiches.

Figure 7.6. Dashboard: Simplified representation of important control factors (colored headings: Abiotic water and sediment quality; Abiotic bank and parcel bottom quality; Layout of the wet linear elements; Management of the wet linear elements) and control buttons for the locally present ecological quality in the wet linear elements. Various important parties in this sector operate at different scale levels (left in the figure), but all these actors can thus have an effect on local ecological quality. The size of the control buttons indicates an estimate of the extent to which a control factor by that actor can influence the ecological quality (high-moderate-little). Some examples of potentially suitable measures are described next to the buttons. You do not necessarily have to choose one of the options. A combination of measures is very well possible. This list is also (by no means) exhaustive. Control buttons and actors also interact with each other. For example, design and management measures can have a major impact on water and soil quality. These are not shown in the figure for the sake of readability. For more information about this, see earlier sections of this chapter and the species data sheets.

In Figuur 7.6 is schematisch weergegeven in een soort van 'dashboard' welke vier belangrijke stuurfactoren er zijn en aan welke stuurknoppen er gedraaid kan worden. De grootte van de stuurknop geeft indicatief het relatieve belang aan voor die actor om invloed uit te kunnen oefenen via die stuurknop (let wel: het is een inschatting). De overheid (zowel op Europees, landelijk als provinciaal niveau) stelt vooral randvoorwaarden waarbinnen de speelruimte is voor de andere actoren. Bijvoorbeeld in Brussel worden de lijnen uitgestippeld voor het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), Vogel- en Habitatrichtlijn en KRW, maar hoe die worden geïmplementeerd hebben het ministerie van LNV en de provincies weer invloed op. De overheden schrijven minimale vereisten volgens wetgeving voor (bijv. Waterkwaliteit), zijn betrokken bij inrichting (bijvoorbeeld EVZ's) en stellen ANLb-beheerpakketten en financiën beschikbaar. Het Waterschap heeft sterke invloed op de Water- en waterbodempkwaliteit door aan de stuurknop waterpeil te draaien, maar ook qua inrichting (waterberging, aanleg NVO's, opheffen barrières e.d.) en qua beheer ziet het vooral toe via de schouw. Het collectief zal zich vooral richten op inrichting en beheer. De individuele agrariër heeft te maken met alle stuurfactoren en kan aan veel verschillende stuurknoppen draaien zoals: verminderen gewasbeschermingsmiddelen, bemestingsgraad op perceel niveau, aanleg NVO's, uitrasteren oevers, gefaseerd en verschrallingsbeheer. De mate van succes is wel afhankelijk van of op zowel hoger als lager landschapsniveau de knoppen in de goede richting staan om de ecologische kwaliteit te verbeteren. Daarom is het van het grootste belang dat de samenwerking tussen de actoren goed verloopt en iedere actor zijn/haar deel van de verantwoordelijkheid op zich neemt en afstemming plaatsvindt.

Tabel 7.2. Droogleggingsnormen in veen en klei-op-veen van 2019 t/m 2049.

Table 7.2. Drainage standards in peat and clay-on-peat from 2019 to 2049.

Stuurknop waterpeil

Jaren	Droogleggingsnorm in veengebieden [cm]	Droogleggingsnorm klei-op-veen gebieden [cm]
	zomer - winter	zomer – winter**
2019	45 – 55	60 – 80
2025	44 – 54	
2031	43 – 53	59 – 79
2037	42 – 52	
2043	41 – 51	58 – 78
2049	40 – 50	

* De norm geldt alleen voor gebieden waar minder dan 65% van de (voor bodemdaling remmende maatregelen geschikte) percelen zijn voorzien van bodemdaling remmende maatregelen.

**Het verschil tussen zomer- en winterpeil op klei op veen mag kleiner zijn dan 20 cm.

De waterschappen gaan over de peilbesluiten en kunnen dus aan deze stuurknop draaien. Binnen het werkgebied van HDSR wordt het peil sinds 2007 in het veenweidegebied zodanig ingesteld dat de drooglegging bij zomerpeil 45 cm is en bij winterpeil 55 (schriftelijke mededeling D. Verhagen, Waterschap HDSR). In de 'nieuwe' beleidsnota van 2019 wordt aangegeven dat HDSR de drooglegging de komende 30 jaar naar 40 cm voor zomerpeil en 50 cm voor winterpeil gaat brengen.

De droogleggingsnormen voor de functie landbouw in veen en klei-op-veen gebieden worden gedurende de 30 jaar (2019 tot 2049) na vaststelling van deze beleidsnota geleidelijk aangepast. De drooglegging wordt in veengebieden verminderd met 0,5 cm per 3 jaar.

Voor klei-op-veen wordt de drooglegging verminderd met 0,5 cm per 6 jaar. De droogleggingsnorm voor het zomerpeil voor veen is 45 cm en wordt afgebouwd naar 40 cm. De droogleggingsnorm voor het zomerpeil voor klei-op-veen is 60 cm en wordt afgebouwd naar 58 cm.

De huidige en gewenste situatie in de veenweidegebieden van Friesland wordt als volgt beschreven (schriftelijke mededeling: Wiebe Terwisscha van Scheltinga, Wetterskip Fryslân): (c):

"Het Friese veenweidegebied kent gemiddeld een grotere drooglegging dan, met name, de veenweidegebieden west en centraal Nederland. Onze drooglegging ligt gemiddeld ergens rond de 75-90 cm vermoed ik, met uitschieters naar boven en onder. In het ontwerp Veenweideprogramma 2021-2030 Fryslân, wat nu ter inzage ligt, leggen we vast dat we naar gemiddelde grondwaterstanden willen van rond de 40 cm. Daar hoort vermoedelijk ook een drooglegging bij van ca. 40-60 cm, afhankelijk van de karakteristieken van elk gebied. De komende jaren gaan we vooral ontdekken welk peilbeheer functioneel is voor het beperken van CO₂ uitstoot en het remmen van bodemdaling, terwijl boeren wel mogelijk moet blijven. Pas na 2026 volgt een grootschalige uitrol over het hele Friese veenweidegebied."

Uit ontwerp veenweideprogramma 2021-2030 'Foarút mei de Fryske Feangreiden' (samenvatting):

"We streven naar een grondwaterstand van gemiddeld 40 centimeter onder het maaiveld. Dit geldt voor de gebieden met een veenpakket van meer dan 80 centimeter dik en een kleidek dat dunner is dan 40 centimeter. Dit is een gemiddeld streefpeil. Het daadwerkelijke peil van ieder gebied wordt bepaald door lokale omstandigheden, zoals het bodemtype en de ligging. Dit gaat in samenwerking met gebruikers en grondeigenaren. Ons uitgangspunt daarbij is 'Hoger als het kan, lager als het moet' (HAKLAM)."

"Leefomgeving, natuur en biodiversiteit. We bekijken met partijen de mogelijkheden om in en rondom verdrogingsgevoelige natuurgebieden overgangszones in te stellen om verschillen in grondwaterstanden tussen natuurgebied en agrarisch gebied stapsgewijs te overbruggen. De oppervlaktewaterpeilen in het Natuurnetwerk Nederland worden zo hoog mogelijk om veenoxidatie en maaiveldddaling hierbinnen te vertragen en CO₂-uitstoot te verminderen. We zoeken naar koppelkansen met natuurprogramma's, zoals maatregelen in de 3-km zone rond stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden"

Voor de situatie in het veenweidegebied in Noord-Holland beschrijft Edwin ter Hennepe van Waternet (schriftelijke mededeling) het als volgt: "In het veenweide van het beheergebied AGV zijn er nog veel peilgebieden met een mediane drooglegging tussen 50 en 60 cm.

Alleen in polder Rondehoep zijn een aantal peilvakken met een verschil van maar liefst 15 cm tussen ZP en WP. In de rest van het veenweide is dat hooguit 5 cm".

De vraag is: wat betekent dit voor de doelsoorten? Het is nog steeds geen natuurlijk peilbeheer, maar het omgekeerd peilbeheer wordt in 30 jaar wel 5-10 cm omhoog gezet in het HDSR-gebied, Waternet spreekt zich niet zo uit over de toekomst en Fryslân zou voornemens zijn flink het peil te verhogen als het ontwerpveenweideprogramma 2021-2030 wordt aangenomen en opgevolgd! Voor soorten die niet/weinig gevoelig zijn voor peilbeheer zal dit weinig uitmaken, maar voor soorten die wel gevoelig zijn voor drooglegging en omgekeerd peilbeheer (Noordse woelmuis, zeggekorfslak, grote modderkruiper, etc.) zal de toekomstige situatie geen/weinig verbetering opleveren. In Friesland zou de situatie wel flink kunnen veranderen.

Stuurknop GLB

In het vernieuwde GLB zal veel meer rekening gehouden moeten worden met duurzaamheid en biodiversiteit, waarbij ook aansluiting met de Greendeal wordt nagestreefd.

In het GLB Nationaal strategisch plan (versie oktober 2020) wordt beschreven hoe in Nederland hierop ingespeeld kan worden. Jetze Genée (provincie Friesland; schriftelijke mededeling) geeft volgende aan: "Voor specifieke toepassing in het onderzoek is een doorkijk naar de grondgebonden maatregelen van belang. Hierbij zijn de volgende zaken van belang:

Niveau 1: een (mogelijk bredere) spuitvrije zone/ rand binnen de randvoorwaarden van de ha premie (inkomenssteun). Dit wordt de basisconditionaliteit genoemd,

Niveau 2: inzet van de ecoregeling voor vrijwillig te nemen maatregelen op de thema's bodem, water, biodiversiteit en landschap en lucht: relevante voorbeelden inzet randenbeheer tot 2- 3 meter breed, ecologisch slootschonen en vrijwaren watergang van afspoeling P en gewasbeschermingsmiddelen,

Niveau 3: inzet in grondgebonden maatregelen binnen het ANLb met voorbeelden als: inzet van botanische randen, zwarte stern beheerpakket, diverse vormen weidevogelbeheer inclusief kruidenrijk en extensief beweiden van grasland, brede akker en weideranden tbv biodiversiteit, duurzaam bodembeheer tbv bodem, vasthouden water en reductie CO₂ (klimaat), ecologisch slootschonen, baggeren met de baggerpomp, beheer natuurvriendelijke oever, riet en oeverzoom en poelen en pingoruines".

Nederlandse inzet GLB-middelen op hoofdlijnen:

- Boeren kunnen vanuit het garantiefonds een basispremie per hectare ontvangen, gekoppeld aan conditionaliteiten (voorwaarden op gebied van dierenwelzijn, milieu, biodiversiteit en goede landbouwpraktijken: indien een begunstigde niet aan deze conditionaliteiten voldoet, ontvangt hij niet de gehele basispremie). Deze inkomensondersteuning – de hoogte van de basispremie – zal in de loop van de planperiode gefaseerd afnemen, rekening houdend met de gevolgen daarvan voor de economische positie van de boer.
- Bijsturen van de wijze waarop agrarische productie in Nederland plaatsvindt richting een werkwijze die ook op langere termijn 'houdbaar' is, door een deel van de basispremie stapsgewijs om te vormen richting betalingen voor ecoregelingen (maatregelen die boeren nemen in hun bedrijfsvoering met positief of minder negatief effect op gebied van milieu, klimaat, bodem, waterkwaliteit, waterkwantiteit, dierenwelzijn en/of biodiversiteit),
- Betalingen te doen voor -meerjarige- agromilieu- en klimaat beheersovereenkomsten (ANLB+), uitgevoerd door agrarische collectieven.
- Betalingen om agrarisch ondernemers in zowel de plantaardige als dierlijke en grondgebonden én niet grondgebonden sectoren te stimuleren en te ondersteunen – met name door het ondersteunen van kennis ontwikkeling, stimuleren van de ontwikkeling en implementatie van bedrijfs- of systeeminnovaties en stimuleren van kennisverspreiding - bij de aanpassing aan veranderende omstandigheden en het maken van de noodzakelijke omslag in de bedrijfsvoering (omslag naar een klimaatvriendelijker vorm van landbouw, zoals kringlooplandbouw, en naar een duurzaam verdienmodel).
- De agrarische sector – daar waar relevant als onderdeel van een integraal gebiedsontwikkelingsplan - ondersteunen bij het doen van investeringen gericht op tegengaan van en bedrijfsaanpassing aan (dreigende) klimaatverandering, mits die investeringen geen nadelig effect hebben op milieu, biodiversiteit of leefomgeving
- Ondersteunen van productieve en niet-productieve investeringen ten behoeve van de doelen op het gebied van milieu, klimaat, bodem, waterkwaliteit, waterkwantiteit, biodiversiteit en/of dierenwelzijn.

Genex geeft verder aan: "De randvoorwaarden aan slootonderhoud vanuit de Unie van Waterschappen is per waterschap verschillend. Vanuit de Unie van Waterschappen wordt wel gekeken naar een uniforme aanpak, maar dat is lastig met bijna 30 schappen. Bij het Wetterskip Fryslân bijvoorbeeld is de nota Ecologie en Vis waarin ecologisch verantwoord slootbeheer (mits de afvoer niet in het geding komt) min of meer wordt voorgeschreven. Mocht dit landelijk gaan plaats vinden heeft dit ook weer gevolgen voor de inzet van GLB middelen omdat die enkel bovenwettelijk ingezet kunnen worden (dus niet vergoeden wat vanuit een wet of verordening al voorgeschreven wordt). De randvoorwaarden vanuit de uit en afspoeling van fosfaat / nitraat en gewasbeschermingsmiddelen gaan mogelijk in de nabije toekomst ook een verplichte rand langs de watergangen voorschrijven. Nu is dat nog niet vastgesteld beleid, maar allicht is het goed dat jullie in de rapportage een doorkijk naar kunnen geven en de (positieve) gevolgen daarvan al kort kunnen benoemen".

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

De conclusies bespreken we aan de hand van de onderzoeksvragen die we hieronder nog even herhaald hebben.

Onderzoeksvragen

De hoofdvraag voor dit onderzoek is: *“Wat zijn de belangrijkste gebiedskenmerken die het voorkomen van doelsoorten in het leefgebied ‘natte dooradering’ (hier beperkt tot de sloten in het veenweidegebied) bepalen en op welk ruimtelijk schaalniveau spelen zij? Hoe grijpen inrichtings- en beheermaatregelen (zowel in en langs het water als op aanliggende percelen) in op deze gebiedskenmerken en doelsoorten?”*

Onder deze hoofdvragen worden verschillende deelvragen gesteld:

1. Wat zijn de bepalende gebiedskenmerken en typen van beheer van sloten in het veenweidegebied voor het duurzaam voorkomen van doelsoorten (ANLb, KRW) en diversiteit. Wat is het belang van de ruimtelijke configuratie van deze kenmerken en op welk landschappelijk schaalniveau spelen zij?
2. Wat zijn, in kwantitatieve grootheden, de randvoorwaarden van een ‘goed’ leefgebied ‘natte dooradering’ (relevant voor ANLb-2016 én KRW); in hoeverre is optimalisatie voor meerdere soorten mogelijk?
3. Wat zijn de stuurfactoren, hoe grijpen ze aan op de onder 1 en 2 genoemde factoren; welke van deze kenmerken van natte dooradering lenen zich voor optimalisatie (door agrariërs/collectieven, door waterschappen) d.m.v. inrichting en/of beheer?
4. Op welke wijze kan de kennis over de fysieke kenmerken en ecologische eisen worden vertaald naar een strategie op gebiedsniveau voor inrichting en beheer (m.b.v. integrale beheerpakketten)? In hoeverre sluiten de huidige beheerpakketten hierop aan?
5. Wat zijn de kennishiaten m.b.t. bovenstaande vragen en hoe liggen de prioriteiten voor vervolgonderzoek? Dit in het licht van een zo goed mogelijke integratie van de doelstellingen van ANLb-2016 en KRW.

Ten aanzien van de hoofdvraag en deelvraag 1 zijn volgende conclusies te trekken:

De trofiegraad van de sloot en of er sprake is van zoet- of brakwater zijn uiterst belangrijke kenmerken. Vandaar dat een sloottypologie is ontwikkeld waarmee kwaliteit op hoofdlijnen in het veld kan worden ingeschat (deze studie).

Laagveensloten kunnen ingedeeld worden in 5 kwaliteitstypen (zie par. 5.2):

1. A1a - (Schone) laagveensloten met lage nutriëntbelasting en goede zuurstofhuishouding.
2. A1b - (Schone) laagveensloten met lage tot matige nutriëntbelasting en over het algemeen goede zuurstofhuishouding maar met fluctuerend zuurstofgehalte.
3. A2 - (Matig schone) laagveensloten met matige tot hoge nutriëntbelasting en doorgaans hoge waterplantenbiomassa en daardoor wisselende zuurstofwaarden.
4. A3 - (Niet schone) laagveensloten met een hoge tot zeer hoge nutriëntbelasting, hoge bedekking en/of biomassa van planten met drijfblad of algen en slechte zuurstofhuishouding.
5. B - Brakke laagveensloten met doorgaans matige tot zeer hoge nutriëntbelasting en vaak hoge natuurlijke toxines zoals sulfide, ammoniak en vaak slechte zuurstofhuishouding en sterk wisselend zoutgehalte.

Uit een Random Forest Model (zie par. 5.3.1), gebaseerd op 3476 waarnemingen (deze studie) blijkt dat het aantal macrofauna genera voor zo'n 46% verklaard kan worden door met name voedingsstoffen in het water (Kjeldahl stikstof (11.7%), fosfaat (8.7%), totaal fosfor (7.7%) en nitriet en nitraat (6.2%)) en chloride gehalte (16.6%), geleidbaarheid van het water (15.4%), zuurstofgehalte (12.3%) en sulfaatgehalte (11.3%). Het aantal genera neemt snel af bij toenemend zoutgehalte.

Uit de berekende EKR-score voor de watervegetatie komt naar voren dat de ecologische waterkwaliteit van de onderzochte meetpunten vanaf 2010 gemiddeld nog niet in goede staat waren (CLO, 2020) en dat zelfs op korte afstand van elkaar zowel sloten met goede als met slechte kwaliteit qua watervegetatie aan te treffen waren (par. 5.4)

Uit de COVAR-analyses komt naar voren dat er in het veenweidegebied gemiddeld meer soorten uit de groep KRW-indicatorsoorten water- en oeverplanten categorie 1 & 2 (positieve kwaliteitsindicatoren) van de EKR-maatlat voor gebufferde laagveensloten (watertype M8) worden gevonden bij lage calciumgehalten in het water (par. 5.4)

Wat heel duidelijk uit de COVAR-analyses naar voren komt is dat de hotspots van de positieve KRW-indicatorsoorten voor water- en oeverplanten liggen in locaties met lagere concentraties aan N, P én S in het oppervlaktewater (par. 5.4).

Uit de hotspotkaarten blijkt op welk ruimtelijk en landschappelijk schaalniveau dit speelt:

Hotspotkaarten van plantensoorten van KRW-groep 1 en 2 (kwalitatief goede wateren), KRW-groep 3 en 4 (wateren met gemiddelde kwaliteit) en KRW-groep 5 (slechte kwaliteit) zijn samengesteld met bijbehorende waarden van omgevingsvariabelen (par.5.4).

Hotspotkaarten van ANLb-doelsoorten van het water en van ANLb-doelsoorten van de oever zijn samengesteld met bijbehorende waarden van omgevingsvariabelen (par.5.5 en 5.6).

Ten aanzien van deelvraag 2:

In hoofdstuk 4 komen alle ANLb-doelsoorten van de natte dooradering en de geselecteerde gidssoorten aan bod aan welke randvoorwaarden van een 'goed' leefgebied moet worden voldaan. Kwantitatief is dat uitgedrukt door omgevingsvariabelen te vergelijken tussen de top5%-gebieden van desbetreffende soorten te vergelijken met de gemiddelde en marginale waarden, oftewel hieruit blijkt het optimum van de soort en welke variabelen van groot belang zijn. Meer detailinformatie wordt per soort gegeven in de soortfiche en literatuurstudie (zie Bijlage 2).

Ten aanzien van deelvraag 3:

De stuurfactoren en aan welke knoppen er gedraaid kan worden hebben we uiteengezet in een dashboard (par. 7.3.2). De belangrijkste vier stuurfactoren zijn:

1. Water- en waterbodempkwaliteit & waterpeil
2. Oever- en perceelbodem kwaliteit
3. Inrichting van de natte dooradering
4. Beheer van de natte dooradering

Dit levert een breed scala aan stuurknoppen op, die op verschillend landschapsniveau spelen en de stakeholders kunnen ieder of gezamenlijk aan de knoppen draaien.

Om dit proces goed te begeleiden is een stappenplan uitgedacht (par. 7.3.1). Op deze wijze is een instrument geboden om gezamenlijk (agrariërs/collectieven/waterschappen/provincie) te werken aan optimalisatie door middel van inrichting en beheer.

Ten aanzien van deelvraag 4:

Het vertalen naar gebiedsniveau (bijvoorbeeld in een polder) begint met de snelle slootscan:

Het is vrij eenvoudig mogelijk om elke sloot in het veenweidegebied onder te brengen bij een van deze categorieën door een snelle slootscan van groeivormen van (onder)waterplanten en indicatieve plantensoorten (zie par. 5.2)

Er zijn vier gidssoorten waterplanten geselecteerd die kenmerkend zijn voor de schonere sloten (A1a en A1b)(par. 5.2.1):

- Stomp fonteinkruid (*Potamogeton obtusifolius*)
- Waterviolier (*Hottonia palustris*)
- Krabbenscheer (*Stratiotis aloides*)
- Kransvederkruid (*Myriophyllum verticillatum*)

Uit multivariate analyse van de macrofauna komen drie gidssoorten naar voren die een positieve correlatie hebben met de waterkwaliteit volgens de KRW (par. 5.3):

- *Triaenodes bicolor* (Kokerjuffer)
- *Arrenurus globator* (Watermijt)
- *Caenis horaria* (Eendagsvlieg)

Uit de analyses van de macrofauna blijkt verder dat a) het totaal aantal genera, en b) het aantal genera binnen de Kokerjufferlarven, larven van tweevleugeligen, de orde der Trombiformes (watermijten) en in mindere mate wantsen, kevers en libellen, correleren met een betere biologische waterkwaliteit.

Uiteraard komen het dashboard en het stappenplan om een strategie op gebiedsniveau verder te ontwikkelen van pas.

Of beheerpakketten helemaal aansluiten is sterk afhankelijk van de (potentiële) soorten die er voor komen. De huidige pakketten voor schonen en baggeren zijn echter op verschillende wijze uitvoerbaar, te generiek. Er is duidelijk meer maatwerk nodig en betere/concretere richtlijnen. Dit is nader omschreven in par. 7.2 (bottlenecks en oplossingen). Ook in de soortenfiches worden soms soortspecifieke maatwerkpakketten aanbevolen (bijvoorbeeld voor de grote modderkruiper).

Ten aanzien van deelvraag 5:

Kennishiaten liggen vooral op het gebied van optimalisatie van het beheer, dat door vervolgonderzoek middels effectgerichte monitoring zou moeten worden gestimuleerd en op een wetenschappelijke manier onderbouwd (wat werkt wel en wanneer en wat niet). De belangrijkste conclusie is echter dat er meer dan voldoende kennis aanwezig is om de huidige biodiversiteit in sloten en slootoevers aanzienlijk te verbeteren. Deze studie geeft ook de samenhang tussen ANLb en de KRW weer. Op dit moment ligt het kennishiaat voor de uitvoering in de praktijk vooral in het meer toegankelijk maken van deze kennis. Veel onderdelen in deze studie lenen zich voor het opstellen van zo'n praktische brochure voor de agrariër/collectieven en of voor waterschappen. Daarnaast kan nieuw wetenschappelijk onderbouwde kennis nog bijdragen aan het duurzaam behouden van doelsoorten in onze veranderende wereld (o.a. klimaateffecten).

8.2 Aanbevelingen

- Pas het stappenplan toe bij het opstellen van doelen en uitvoeren van agrarisch natuurbeheer en monitor dit op een gestandaardiseerde manier: iedere stakeholder/actor op zijn eigen niveau!
- Ga ook de samenwerking aan, zowel met je collega's als met andere organisaties. Het dashboard biedt een eerste voorstel voor een dergelijk kader.
- Stappenplan en dashboard zijn een eerste aanzet, toetsing in een aantal pilotgebieden valt aan te bevelen.
- Provincies kunnen de hotspotkaarten en de kanskaarten gebruiken voor herijking leefgebied Natte Dooradering en kunnen de inbreng van dit rapport benutten voor de verdere uitrol van de KRW maatregelen onder categorie Water. Nu is dat met name gericht op randenbeheer om P en GBM afspoeling tegen te gaan.
- De hotspotkaarten naast bestaande (provinciale) beheerkaarten leggen en bestaand beheer toetsen, en aanpassen als dat nodig is. Kaarten en soortengegevens ook inzetten om boeren te enthousiasmeren om deel te nemen.
- Welk doel heeft het meeste bereik bij het collectief en de deelnemer (snappen en begrijpen wat het doel is en voor welke soorten het dient). Zorg voor ruimtelijk maatwerk om diverse functies te kunnen benoemen. Opschalen van een eutrofe kroos - sloot naar een gradatie hoger is al erg veel winst voor de waterkwaliteit.
- Gefaseerd werken bij schonen en baggeren in ruimte en tijd dient uitgangspunt te zijn en ook nageleefd (zoals ook in gedragscode nu al is voorgeschreven).
- Zorg dat waterschappen al in de besteksfase de tips voor optimaal beheer mee nemen in de randvoorwaarden aan de aannemers. Dat betekent ook budget inruimen voor het toepassen van deze maatregelen door de aannemer die de aanbesteding wint.
- Maatwerk met loonwerkers is belangrijk, maar ook ingewikkeld als er op laagste prijs wordt aanbesteed door waterschappen of andere overheden die aan beheer en onderhoud (schouwen en baggeren).
- Zorg voor brede uitrol bij de CUMELA (koepel van loonwerkers) en (her)ijking van de gedragscode GWW om de maatregelen een vaste plek tussen de oren van de aannemers en loonwerkers te krijgen.
- Gebruikmaking van lichter machinepark voor schonen en baggeren kan daar ook onderdeel van uitmaken (waardoor peilverhoging ook sneller toepasbaar is)
- In veenweidegebied zal vanwege klimaatmaatregelen (CO₂-reductie) en het reduceren/stoppen van bodemdaling, sterk ingezet worden op peilverhoging in de sloten. Koppel dit mee met versterking biodiversiteit (win-win situatie).
- Neem in overweging of het terugbrengen van een natuurlijk waterpeilbeheer tot de mogelijkheden behoort (hoog winterpeil en lager – uitzakkend peil – in zomer). Niet alleen voor een aantal soorten pakt dit positief uit, maar kan ook als antiverdrogingsmaatregel bedrijfsmatig interessant zijn.
- Uit het rapport blijkt dat bepaalde omstandigheden gunstig kunnen uitpakken voor het voorkomen van de ene dan wel de andere groep van ANLb soorten. Het promoten van alle ANLb soorten op dezelfde plek is vanuit het waterbeheer perspectief dan ook een onmogelijkheid. Het verdient aanbeveling om startend vanuit de lokale omstandigheden af te wegen wat de mogelijkheden zijn voor de ANLb soorten en van daaruit gerichte maatregelen te nemen om de soorten te stimuleren.
- Overweeg ook een ruimtelijke herinrichting van het polderlandschap, waarbij functies worden gecombineerd of juist gescheiden (zie o.a. Peeters *et al.*, 2014)
- Vervolg communicatie traject opstarten van dit onderzoek om uitkomsten om te zetten naar praktisch en specifieke gebieden;
- Brochure maken voor agrariërs waarin een praktische doorvertaling wordt gemaakt van de uitkomsten van het rapport;

- De coalitie van het rapport kan aanbevelingen op maat verstrekken in aanvullende opdrachten en daarbij als adviseur optreden;
- De soortenfiches aanmelden bij BIJ12 ter update;
- Voeg enkele oever- en waterplanten en het slakje de platte schijfhoren toe aan de lijst van ANLb doelsoorten voor de natte dooradering. De slak is indicatief voor matige tot voedselarme sloten, komt in de sloot voor, en staat op de Habitatrichtlijn in bijlage II en IV (is dus streng beschermde soort). In deze studie is de soort als soortenfiche wel opgenomen, maar niet in de analyses.

9. Literatuur

- Anonymous, 2018. Handreikingen KRW-doelen. Uitgave STOWA 2018-12, Amersfoort.
- Balmer, D., Gillings, S., Caffrey, B., Swann, B., Downie, I., Fuller, R. 2013. Bird Atlas 2007-11: The Breeding and Wintering Birds of Britain and Ireland. BTO Books, Thetford.
- Benito Garzon M., Blazek R., Neteler M., Sanchez De Dios R., Sainz Ollero H. & Furlanello C. 2006. Predicting habitat suitability with machine learning models: The potential area of *Pinus sylvestris* L. in the Iberian Peninsula. *Ecological Modelling* 197:383-393.
- Beusekom, E.J. van, 2007. Bewogen aarde. Aardkundig erfgoed in Nederland. - Matrijs, Utrecht.
- Bloemendaal F.H.J.L. & Roelofs J.G.M., 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV Uitgeverij, Den Haag.
- Bini L.M., Thomaz S.M., Murphy K.J. & Camargo A.F. (1999) Aquatic macrophytes distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipú Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia* 415, 147-154.
- Bloemendaal F.H.J.L. & Roelofs J.G.M., 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV Uitgeverij, Den Haag.
- Boesveld, A. Gmelich Meyling, A.W. & R.H. de Bruyne, 2011. Natuurbeheer, bescherming en biotoopeisen van drie bijzondere Nederlandse slakken: de Nauwe korfslak, de Zeggekorfslak en de Platte Schijfhoren. *De Levende Natuur* 112; 114-119.
- Bornette G. & Puijalon S. (2009). Macrophytes: Ecology of Aquatic Plants. *Encyclopedia of Life Sciences*.
- Bornette G. & Puijalon S. (2011) Response of aquatic plants to abiotic factors: A review. *Aquatic Sciences* 73, 1-14.
- Bouldin JL, Farris JL, Moore MT & Cooper CM. 2004. Vegetative and structural characteristics of agricultural drainages in the Mississippi Delta landscape. *Environmental Pollution* 132: 403-411.
- Boulesteix, A.-L., S. Janitza, J. Kruppa, and I. R. König. 2012. Overview of random forest methodology and practical guidance with emphasis on computational biology and bioinformatics. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 2:493-507.
- Breiman, L. 2001. Random Forests. *Machine Learning Journal* 45:5-32.
- Breiman, L., Friedman, J., Stone, C.J., Olshen, R.A. 1984. *Classification and Regression Trees*. Taylor & Francis. 368 pp.
- CBS 2010. Bestand Bodemgebruik. Productbeschrijving. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- CBS, 2020. <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2020/06/afname-flora-en-fauna-in-agrarisch-gebied-sinds-1900>
- CLO, 2020. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1420-krw-biologische-kwaliteit-oppervlaktewater?ond=20905>
- Cusell *et al.* (2018) Ecosysteemtoestanden voor stilstaande wateren. STOWA rapport 2018-23.
- Cusell C., B. Brederveld, L. Doef, M. Jans, D. Lammers, M. Tangerman, E. Weerman, L. Moth, J. Kampen, R. van de Haterd, B. Koese, S. Nieuwhof, A. Kooijman & A. van de Craats. 2020. Rode Amerikaanse rivierkreeften in Nederland: relaties met milieu- en omgevingsfactoren. STOWA, rapport 2020-08.
- Cutler D.R., Edwards T.C.Jr., Beard K.H., Cutler A., Hess K.T., Gibson J. & Lawler J. J. 2007. Random forests for classification in Ecology. *Ecology* 88:2783-2792.
- De Bruyne, R.H., Wallbrink, H. & A.W. Gmelich Meyling, 2003. Bedreigde en verdwenen land- en zoetwater mollusken in Nederland (Mollusca). Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. European Invertebrate Survey Nederland (EIS), Leiden & Stichting ANEMOON.
- De Lyon M.J.H. & Roelofs J.G.M. 1986. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid.

- Dijk, S.D. van, 2021. Resultaten flora- en faunakartering 2020. Vijfheerenlanden en Nieuwegein (oost). Ecologisch Adviesbureau Viridis, Culemborg, PRNR-2020-002.
- Evers CHM, Knoben RAE, van Herpen FCJ (redactie). 2018. Omschrijving MEP en Maatlatten voor sloten en kanalen voor de kaderrichtlijn water 2021-2027. Uitgave STOWA 2018-50.
- Freeman, E. A. and Moisen, G. 2008. PresenceAbsence: An R Package for Presence-Absence Model Analysis. *Journal of Statistical Software*, 23(11):1-31. <http://www.jstatsoft.org/v23/i11>.
- Guisan, A., and N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135:147-186.
- Harpenslager, S.F., A.J.P. Smolders, J.G.M. Roelofs, A. Kieskamp & L.P.M. Lamers, 2015. To float or not to float: how interactions between light and dissolved inorganic carbon species determine the buoyancy of *Stratiotes aloides*. *PLOS One* DOI:10.1371/journal.pone.0124026.
- Harpenslager, S.F., L.P.M. Lamers, T. van der Heide, J.G.M. Roelofs & A.J.P. Smolders, 2016. Harnessing facilitation: Why successful re-introduction of *Stratiotes aloides* requires high densities under high nitrogen loading. *Biological Conservation* 195: 17-23.
- Hengl, T., G. B. M. Heuvelink, and D. G. Rossiter. 2007. About regression-kriging: From equations to case studies. *Computers & Geosciences* 33:1301-1315.
- Hengl, T., H. Sierdsema, A. Radovic, and A. Dilo. 2009. Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. *Ecological Modelling*:3499-3511.
- Higler, LWG. 2007. Hoofdstuk 6. Sloten en wateringen. In: Wat er is als er water is. WEW/STOWA, Utrecht, p47-57.
- Hoeksema RJ. 2007. Three stages in the history of land reclamation in the Netherlands. *Irrigation and Drainage* 56:113-126.
- Jansen, P., E. Querner, C. Kwakernaat. 2008. Nieuw peilbeheer in de veenweiden? *H2O/1*: 28-29.
- Jongmans (Editor), A. G., M.W. van den Berg (Editor), M.P.W. Sonneveld (Editor), G.J.W.C. Peek (Editor), R.M. van den Berg van Saparoea (Editor). 2013. Landschappen van Nederland; geologie, bodem en landgebruik.
- Kadaster 2010. Basisregistratie Topografie: Catalogus en Productspecificaties. Kadaster, Emmen.
- Kampichler, C., C. Hallmann, and H. Sierdsema. 2020. SDMaps: an R package for the analysis of species abundance and distribution data. Extended Manual. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Kampichler C., Wieland R., Calmé S., Weissenberger H. & Arriaga-Weiss S. 2010. Classification in conservation biology: A comparison of five machine-learning methods. *Ecological Informatics* 5:441-450.
- Knoben, R.A.E., E.T.H.M. Peeters. 1997. Eco-atlas van waterorganismen. Deel 1, 2, 3 ,4 & 5. STOWA.
- Lamers L., Schep S., Geurts J. & Smolders F. (2012) Erfenis fosfaatrijk verleden: helder water met woekerende waterplanten. *H2O* 13, 29-31.
- Lamers, L.P.M., Vile M.A., Grootjans, A.P., Acreman, A.C., Van Diggelen, R., Evans, M.G., Richardson C.J., Rochefort L., Kooijman A.M., Roelofs J.G.M. & Smolders A.J.P. 2015. Ecological restoration of fens in Europe and North America: from trial and error to an evidence-based approach. *Biological Reviews* 90: 182-203.
- Lee KH, Isenhardt TM & Schultz RC. 2003. Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. *Journal of Soil and Water Conservation* 58:1-8.
- Lente, I. van, A. Boesveld, & A.W. Gmelig Meyling, 2018. ANEM-2018. Eindrapportage. Verslag van monitoring- en verspreidingsonderzoek met betrekking tot de weekdieren van de Europese habitatrichtlijn en trendonderzoek naar Typische soorten van de mariene Europese Habitattypen H1110B en H1160. Stichting ANEMOON, Lisse. 40. pp.

- Manel, S., Williams, H.C. & Ormerod, S.J. 2001. Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of Applied Ecology*, 38, 921– 931.
- Mascaro J., Asner G.P., Knapp E.E., Kennedy-Bowdoin T., Martin R.E., Anderson C., Higgins M. & Chadwick K.D. 2014. A tale of two “forests”: random forest machine learning aids tropical forest carbon mapping. *PLoS ONE* 9:e85993, doi 10.1371/journal.pone.0085993.
- Melman, Th. C.P., Buij, R., Hammers, M., Verdonschot, R.C.M. & van Riel, M.C., 2014. Nieuw stelsel agrarisch natuurbeheer. Alterra, rapport-7197, Wageningen.
- Mettrop, I.S., R. Loeb, L.P.M. Lamers, A.M. Kooijman, D.G. Cirkel, N.G. Jaarsma. 2012. Een meer natuurlijk peilbeheer: relaties tussen geohydrologie, ecosysteemdynamiek en Natura 2000. Rapportage Fase 1: Een kennisoverzicht op verschillende schaalniveaus voor het Nederlands laagveen- en zeekleigebied. Bosschap, bedrijfsschap voor bos en natuur.
- Mulderij, G., W.M. Mooij, A.J.P. Smolders & E. van Donk, 2005. Allelopathic inhibition of phytoplankton by exudates from *Stratiotes aloides*. *Aquatic Botany* 82: 284-296.
- Mulderij, G., B. Mau, L.N. de Senerpont Domis, A. J.P. Smolders & E. van Donk, 2009. Interaction between the macrophyte *Stratiotes aloides* and filamentous algae: does it indicate allelopathy? *Aquatic Ecology* 43: 305-312.
- Ostendorf, J. & J. Vos. 2010. Rivierkreeften vallen per 1 juli onder de Visserijwet, uitzetten is dan verboden. *H2O* 9:5.
- Palmboom, F., 2016. IJsselmeergebied; Een ruimtelijk perspectief. 347p. Van Tilt uitgeverij.
- Patberg W., De Bruin, A., Berg, G.J. en Kranenbarg, J. 2016. Onderzoek naar het directe effect van schonen en baggeren van sloten op beschermde vissoorten. In relatie tot de schadebeperkende maatregelen uit de Gedragscode Flora- en faunawet voor waterschappen. Koeman en Bijkerk bv, Haren.
- PBL, 2016. Dalende bodems, stijgende kosten; Mogelijke maatregelen tegen veenbodemdaling in het landelijk en stedelijk gebied. PBL-publicatienummer: 1064.
- Pebesma, E. J., R. N. M. Duin, and P. A. Burrough. 2005. Mapping sea bird densities over the North Sea: spatially aggregated estimates and temporal changes. *Environmetrics* 16:573-587.
- Peeters E.T.H.M. & Gardeniers J.J.P., 1998. Ecologically based standards for nutrients in streams and ditches in the Netherlands. *Water, Science & Technology*, 37 (3): 227-234.
- Peeters, E.T.H.M., A.J. Veraart, R.A.C. Verdonschot, J.P. van Zuidam, J.J.M. de Klein & P.F.M. Verdonschot. 2014. Sloten; Ecologisch functioneren en beheer. KNNV uitgeverij, Zeist
- Pot, R. 2018. QBWat. Versie 6.02. <http://www.roelfpot.nl/qbwat>
- Puijenbroek, P.J.T.M. van & Clement, J. , 2010. Basiskaart Aquatisch: de Watertypenkaart. Het oppervlaktewater in de TOP10NL geclassificeerd naar watertype.
- Roelofs, J.G.M., in prep. Herhaling van het verspreidingsonderzoek aan waterplanten in Nederlandse wateren. STOWA-rapport.
- Schot, J.W., H.W. Lintsen, A. Rip & A.A. Albert de la Bruhèze (red.). 2000. Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel 3. Landbouw, voiding. Stichting Historie der techniek, z.p. [Eindhoven]/ Walburg Pers, Zutphen.
- Sierdsema, H., A. van Kleunen, C. van Swaay, and L. Sparrius. 2005. Van losse meldingen en steekproefgegevens naar verspreidingskaarten. VOFF-rapport 2005/01, Vereniging Onderzoek Flora en Fauna, Nijmegen.
- Sierdsema, H., and E. E. van Loon. 2008. Filling the gaps: using count survey data to predict bird density distribution patterns and estimate population sizes. *Revista Catalana d'Ornitologia* 24:88-99.
- Smolders A.J.P., Lucassen E.C.H.E.T., Harpenslager SF, van Schaijk F., Roelofs J.G.M. & Lamers L.P.M. 2019. Kansen voor Krabbenscheer in voedselrijke sloten van het veenweidegebied. *De Levende Natuur* 120: 30-35.

- Smolders, A.J.P., M.C. van Riel & J.G.M. Roelofs, 2000. Accumulation of free-amino acids as an early indication for physiological stress (nitrogen overload) due to elevated ammonium levels in vital *Stratiotes aloides* L. stands. *Archiv für Hydrobiologie* 150: 169-175.
- Smolders A.J.P., Van Diggelen J.H.M., Geurts J.J.M., Poelen M.D.M., Roelofs J.G.M., Lucassen E.C.H.E.T. & Lamers L.P.M. 2013. Waterkwaliteit in het veenweidegebied; De complexe interacties tussen oever, waterbodembodem en oppervlaktewater. *Landschap* 30(3): 145-153.
- Smolders, A., J. van Diggelen, J. Roelofs, E. Lucassen, J. Geurts & L. Lamers, 2013. Waterkwaliteit in het veenweidegebied: de complexe interacties tussen oever, waterbodembodem en oppervlaktewater. *Landschap* 3: 145-153.
- Smolders, A., van Mullekom M., Tomassen H. & Westendorp P. 2019. Waterkwaliteitsproblemen tot in de bodem uitgezocht. De relatie tussen waterbodembodem en waterkwaliteit. Brochure Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Sovon Vogelonderzoek Nederland. 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, winter vogels en 40 jaar verandering. Kosmos Uitgevers, Utrecht/Antwerpen.
- Spikmans & Zollinger, 2015: Monitoring Rugstreeppad in de Noordoostpolder 2011 - 2015. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Teunissen, W. & L. Soldaat, 2006. Recente aantalonstwikkeling van weidevogels in Nederland. *De Levende Natuur* 107 (3): 70-74.
- Teurlincx, S. (2019). Connecting the ditches: A spatial perspective on biodiversity in Dutch polder landscapes. PhD thesis, Utrecht University, the Netherlands.
- Van der Heide T., Smolders A.J.P., Lamers L.P.M., Van Katwijk M. & Roelofs J.G.M. 2010. Nutrient mobility correlates with bicarbonate accumulation in marine and freshwater sediment – empirical evidence from pore water analyses. *Applied Geochemistry* 25: 1825-1829.
- Van der Molen D.T., Pot R, Evers C.H.M., van Herpen F.C.J., van Nieuwerburgh L.L.J. (redactie). 2018. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2021-2027. Uitgave Stowa 2018-49.
- Van Diggelen J.M.H., Lamers L.P.M., Loermans J.H.T., Rip W.J. & Smolders A.J.P. 2020. Towards more sustainable hydrological management and land use of drained coastal peatlands - A biogeochemical balancing act. *Mires and Peat* 26: art 17 (1-12).
- Van Rotterdam, D., J. de Pater, J. Verweij, 2020. Oeverafkalving in het agrarisch beheerde veenweide; oorzaken en oplossingen. Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, rapport 1781.N.20 pp53.
- Van Slobbe E, Alderink H, De Vlieger B, Torenbeek R & Penninkhoff P. 2010. Bufferstroken in Nederland: praktijk ervaringen, onderzoek en kansen. Rapport 39 STOWA, Utrecht.
- Van Zuidam, J.P. (2013). Macrophytes in drainage ditches - functioning and perspectives for recovery. PhD thesis (<http://edepot.wur.nl/272715>)
- Verhofstad, Michiel (M.J.J.M.). 2017. To Mow or Not to Mow. An ecological and societal perspective on submerged aquatic plant growth. Dissertatie Universiteit Utrecht, 20 december 2017.
- Vermaat, J.E., J. Harmsen, F.A. Hellmann, H.G. van der Geest, J.J.M. de Klein, S. Kosten, A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, R.G. Mes & M. Ouboter, 2016. Annual sulfate budgets for Dutch lowland peat polders: The soil is a major sulfate source through peat and pyrite oxidation. *Journal of Hydrology* 533: 515-522.
- Vos, J. R. Gylstra, B. Koese, L. van Brederode. 2010. Is vissen op exotische rivierkreeften en de chinese handwolkraab toegestaan? *H2O*, 7: 20-21.
- Weeda E.J. (2011) Waterplanten als maat voor de biologische kwaliteit van oppervlaktewateren. Wereld Natuur Fonds. 2020. Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden. WNF, Zeist.

Bijlage 1. Begrippenlijst

ANLb	Agrarisch Natuur en Landschapsbeheer
ANLb-doelsoort	Landelijk vastgestelde doelsoorten binnen het ANLb
EKR-score	Ecologische Kwaliteitsratio, uitgedrukt in een getal tussen 0 en 1, waarbij een score van 0,6 veelal een minimum streven is (gebruikt bij KRW)
Gidssoort	Gekozen plant- en macrofaunasoorten t.b.v. dit project
GLB	Gemeenschappelijk Landbouw Beleid
Indicatorsoort	Verwachte plantensoort die goede dan wel slechte waterkwaliteit indiceert in het veenweidegebied (vgl. Roelofs <i>et al.</i> , <i>in prep.</i>)
Kansenkaart	Kaart waarbij met behulp van modellen een voorspelling van de kans op voorkomen en of relatieve dichtheid van een soort wordt weergegeven
KRW	Kaderrichtlijn Water
KRW-indicatorsoort	Soort die goede of slechte waterkwaliteit indiceert voor de KRW
Kwantielkaart	kaart die laat zien wat het kleinst mogelijke gebied is waar zich bijvoorbeeld 5% van de populatie bevindt.
NVO	Natuurvriendelijke oever
Watertype M1	Gebufferde sloten op minerale bodem
Watertype M8	Gebufferde laagveensloten

Bijlage 2. Digitale bijlagen

De digitale bijlagen horende bij dit rapport zijn te vinden op:

<https://www.natuurkennis.nl/publicaties/cultuurlandschap/bijlage-natte-dooradering/>

Digitale bijlagen

1. Deze toelichting (*01 - Toelichting digitale bijlagen.docx*)
2. Nieuwe en vernieuwde Soortenfiches ANLb (*02 - Soortenfiches_alle soorten_natte dooradering_veenweide.pdf*)
3. Literatuurstudie van deel van die soorten (*03 - Literatuurstudie natte dooradering_alle soorten.pdf*)
4. KMZ-bestand waarin per polder(deel) in veenweidegebied is te zien welke soorten daar voorkomen en in hoeverre het gaat om een belangrijke gebied voor die soort. Die informatie is opgenomen in bijgevoegd kmz-bestand ("*04 - Voorkomen soorten per deelgebied.kmz*") wat te bekijken is met Google Earth. Google Earth moet hiervoor eerst worden gedownload (van <https://www.google.nl/earth/download/gep/agree.html>) en geïnstalleerd. Door te dubbelklikken op "*Voorkomen soorten per deelgebied.kmz*" wordt dit bestand geopend in Google Earth. Door op een polder(deel) te klikken verschijnt een lijstje met de waarschijnlijk aanwezige soorten (de eerste 10 karakters van de naam) en het aantal 250-cellen die uitmaken van het top5%-gebied van soort in het laagveengebied. Voor diegenen die de beschikking hebben over GIS is ook het bijbehorende GIS-bestand bijgevoegd.
5. Handout veldworkshop Kamerik (*05 - Handout_Kamerik.pdf*)
6. Handout veldworkshop Gaasterland (*06 - Handout_Gaasterland.pdf*)
7. Overzicht van de soorten per indicatorgroep (*07 - Soorten_per_groep.xlsx*)
8. Kenmerken van de omgevingsvariabelen van de top-, gemiddelde en marginale locaties van de doel- en indicatorsoorten (*08 - Kenmerken omgevingsvariabelen top, gemiddelde en marginale locaties doel- en indicatorsoorten*)
9. Beschrijving van de modelkwaliteit van de regressiemodellen van de doel- en indicatorsoorten (zie paragraaf 3.5 voor nadere toelichting).
10. Map met de kansenskaarten van de doel- en indicatorsoorten.
11. Map met de hotspotkaarten van de indicatorgroepen zoals beschreven in hoofdstuk 4 en '07 - *Bijlage-Soorten_per_groep.xlsx*' bijgevoegd in een aparte map (*Hotspotkaarten van de indicatorgroepen*).
12. Map met de partial dependence plots die de relatie laten zien tussen omgevingskenmerken en het voorkomen van een soort op landelijke schaal. Voor de relaties binnen het laagveengebied zie digitale bijlage 8. Zie Figuur 3.7 voor een toelichting.

Bijlage 3. Workshops en veldwerkplaatsen

Alblasserwaard en Vijfheerenlanden

Een van de drie pilots was in de Alblasserwaard/Vijfheerenlanden (AV-collectief), waarbij het collectief zelf het initiatief heeft genomen om meer onderzoek te willen doen en uitvoeringsmaatregelen te gaan nemen. Hun projectvoorstel is getiteld: "Schone, natuurrijke boerensloten: Pilot voor meer biodiversiteit en betere waterkwaliteit in boerensloten" (waaronder Dotterslingers). Collectief Alblasserwaard/Vijfheerenlanden voert het slotenproject samen met Blauwzaam uit, met ondersteuning van de provincie Zuid-Holland en de gemeenten Molenlanden en Vijfheerenlanden.

Zij focussen op de volgende soorten:

- Gewone dotterbloem (icoonsoort oeverkwaliteit)
- Echte koekoeksbloem (begeleidende soort oeverkwaliteit)
- Fijne/stijve waterranonkel en/of pijlkruid (begeleidende soort waterkwaliteit (kwel))
- Waterviolier (begeleidende soort waterkwaliteit (kwel))
- Kranswieren icoonsoort water en oever
- Heikikker begeleidende soort water en oever
- Rugstreeppad icoonsoort water en oever
- Purperreiger icoonsoort water en oever
- Glassnijder icoonsoort water en oever

Op 20 juni 2019 hebben Jan Roelofs, Rémon ter Harmsel en Ronald Zollinger een oriënterend bezoek gebracht aan de Alblasserwaard. Eerst een keukentafelgesprek met de biologische boer Gert-Jan Kool erbij, en het collectief (vertegenwoordigd door: Marcel Benschop), de monitoorders (vertegenwoordigd door: Richard Slagboom) en de provincie (vertegenwoordigd door: José Lemmen). Gert-Jan heeft enthousiast verteld over zijn natuurvriendelijke aanpak van boeren en toenemende deskundigheid op plantengebied, hoe hij te werk is gegaan en 25 jaar geleden is gestart. Al die tijd heeft hij vershraling toegepast (sloot en ruime slootkanten) en met een lagere veebezetting gewerkt en geen chemischebestrijdingsmiddelen gebruikt. Na het gesprek zijn we achter bij hem op het land wezen kijken en de sloten, slootvegetatie en slootkanten zagen er kwalitatief goed uit.



Veldbezoek bij boer Gert-Jan Kool waar al 25 jaar verschralingsbeheer plaatsvindt (Foto R. Zollinger, 20 juni 2019).



Idem, waarbij opvalt dat er ruime slootkanten worden gespaard en geen tot nauwelijks kroos in de sloot aanwezig is (i.t.t. buursloten waar niet werd verschraald en vrijwel 100% kroosbedekking aanwezig was).

Zie ook tekstbox in hoofdtekst van rapport waarin beschreven wordt hoe boer Gert-Jan Kool in die 25 jaar het beheer heeft uitgevoerd en tot welke resultaten dat heeft geleid.

Op 24 september 2019 hebben we een bijeenkomst (workshop/veldwerkplaats) gehad in de Alblasserwaard (georganiseerd vanuit Kenniskring door Wouter Hakkeling). Vanuit het projectteam OBN Natte dooradering heeft Jan Roelofs een presentatie gegeven over de sloottypologie en relatie waterkwaliteit en biodiversiteit (m.n. waterplanten). In de ochtend heeft Rémon ter Harmsel de excursie geleid en 's middags ook een presentatie gegeven, waarbij vooral werd ingegaan op de kansen en mogelijkheden om de beleidsmonitoring ANLb af te stemmen met de beheermonitoring.



Veldexcursie Alblasserwaard/Vijfheerenlanden met uitleg over doelsoorten amfibieën en vissen in relatie tot beheer. Inzetje: 2 kleine modderkruipers in cuvet (Foto's: R. Zollinger, 24 september 2019).

Daar werd heel positief op ingesprongen door alle gebiedscoördinatoren van de collectieven die aanwezig waren.

Kamerik

Op dinsdag 6 oktober 2020 is de veldbijeenkomst Kamerik gehouden met als titel: "Slootschonen, hoe doe je dat? Werkbaar voor veehouder en goed voor het sloot(kant)leven?" Het collectief, onder leiding van René Faber had dit samen met projectgroep OBN natte dooradering georganiseerd.

Na korte inleidingen en informatie overdracht, een handout voor in het veld en boekje over waterkwaliteit zijn we direct het veld in gegaan (vanwege corona zo veel mogelijk naar buiten). De projectteamleden: Maik Janssen (FLORON), Henk Sierdsema (Sovon), Roy van Grunsven (Vlinderstichting), Rémon ter Harmsel en Ronald Zollinger (RAVON) hebben uitleg gegeven over dit onderzoek en zijn vooral ingegaan over het voorkomen van soorten in relatie tot het beheer van de sloten. Veel van de vertelde info stond op de handout.



Uitleg in het veld op 1,5 meter afstand tijdens Corona tijd (Foto: R.Zollinger, 6-1-2020)

Vooraf zijn er een aantal vragen gesteld, die we langslopen:

Er worden veel kreeften waargenomen in het gebied. Wat is de invloed van kreeften op de diverse sloten? Is deze zichtbaar en zijn er oplossingsrichtingen voor de invloed van de kreeften op de slootvegetatie?

Uitleg: In de polder rond Kamerik kwamen tot voor kort vooral geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften voor. Recentelijk rukken ook de Rode Amerikaanse rivierkreeften op. Deze laatste zijn groter, vermenigvuldigen zich sneller en brengen meer schade toe. De schade bestaat uit het afknippen van onderwatervegetatie, ondergraven van slootkanten (holletjes) en verhoogde erosie/vertroebeling water. Zowel voor inheems slootleven ongunstig als voor de boer (inzakken slootkanten; vooral ook door combinatie van woelratten en kreeften). Uit onderzoek (Cusell *et al.* 2020) is gebleken dat veenweidegebied ideaal biotoop is voor deze exoten en dat ze toenemen door klimaateffecten (warmer worden). Bestrijden is bijzonder moeilijk: experimenten wijzen uit dat je dit langdurig moet doen. Ze vallen onder de Visserijwet (alleen beroepsvissers mogen ze vangen) en dat consumptie niet is toegestaan (van de Voedsel- en Warenautoriteit) (Vos *et al.* 2010; Ostendorf & Vos, 2010). Er wordt onderzocht of de wetgeving kan worden aangepast, maar dan nog is het de vraag of dit de oplossing gaat bieden. Uit het onderzoek (Cusell *et al.* 2020) kwam naar voren dat bij lage fosfaatbelasting er minder kreeften voorkomen en ze houden niet van rietoevers. Echter rietoevers willen we hier niet hebben vanwege de weidevogels (die mijden die plekken en het trekt ook predatoren aan). Bestrijding/vangen kan oorzaak zijn van enorme toename: bekend is dat de rivierkreeften regelmatig met elkaar het gevecht aangaan. Grotere exemplaren winnen dan van de kleinere en soms houden ze daarmee de populatie aangroei onder controle. Met bestrijden/vangen worden de grote exemplaren gevangen die de kleintjes niet meer onder controle houden explosie van kleine kreeften die schade aanrichten.

Tijdens de excursie werden er gevangen:

30 geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften

10 Rode Amerikaanse rivierkreeften

Verschillende deelnemers gaven aan dat circa 10 jaar geleden de eerste Rode Amerikaanse rivierkreeften bij Kamerik zijn gesignaleerd na een grote ingreep van het waterschap. Dit zou daar mee in verband kunnen staan, maar anders had die zeker ook het gebied bereikt (is overal opgerukt in laag Nederland).

Wat is de invloed van de beweiding op de bezochte slootkanten. Welke soorten (zowel qua flora als fauna) profiteren hiervan of is er juist schade? Is beweiding per se schadelijk en waarom wanneer wel en wanneer niet?

Extensieve beweiding van een deel slootkanten hoeft op zich niet schadelijk te zijn voor de flora en fauna, het creëert ook variatie in de slootkant, mits de beweiding/vertrapping maar niet te intensief is en erosie beperkt blijft. Voor enkele betredingsgevoelige soorten (bv zeggekorfslak) ligt dit anders en is uitrasteren aan te bevelen.

Welke amfibieën/ reptielen leven er tussen de slootbegroeiing en welke vissen komen ervoor. Hoe ligt de relatie tussen de slootvegetatie en de voorkomende soorten? Wat voor potentie ligt er (of niet) en is daartoe een beheerwijziging (type machinegebruik, fasering beheer over jaren, uitrastering slootkant, plaatsing (mobiele) drinkbak of drinkwaterplaats voor vee).

Tijdens de excursie zijn de volgende vissoorten gevangen door Rémon:

Kleine modderkruiper: 10

Bittervoorn: 2

Rietvoorn: 5

Vetje: 5

Kroeskarper: 1

Zeelt: 10

Baars: 5

Tiendornige stekelbaars: 1

Marm grondel: 4

Een mooie variatie en aantallen. De kleine modderkruiper en Bittervoorn zijn ANLb-doelsoorten (zie ook handout voor meer info over Bittervoorn). Ook kroeskarper is een soort van gezonde boerensloot met rijke onderwatervegetatie. Van de amfibieën komen de ANLb-doelsoorten Heikikker en Rugstreeppad voor, maar ook de bruine kikker, bastaardkikker en kleine watersalamander.



Rémon ter Harmsel toont gevangen vissen in cuvet (Foto: R.Zollinger, 6-1-2020)

Beheer:

Indien mogelijk wordt altijd de oever gespaard waar de bak/ maaibalk van de kraan naartoe trekt. Op deze wijze wordt niet alleen leefgebied behouden, de voor de maaikorf vluchtende modderkruipers en andere vissen hebben dan veel meer kans om in de te sparen oever weg te vluchten waardoor ze niet op de kant zullen belanden (zie onderstaande foto).



Door
tijdens

slootshoning boven de modderbodem te maaien en de zijde waar naartoe gewerkt wordt te sparen (rode arcering) hebben vissen veel meer vluchtmogelijkheden (foto is in een ander gebied genomen en dient ter illustratie)

Wat betreft het gebruik van machines gaat sterk de voorkeur uit naar ecoreiniger of maaikorf. Met de Hemos heeft het slootleven (o.a. amfibieën en vissen) amper kans te ontsnappen en bovendien is er van enig terugkruipen uit het materiaal geen sprake omdat alles wat erin gaat tot pulp gehakseld wordt en op het land geslingerd.

Het gebruik van een kleine baggerpomp is voordelig voor flora en fauna als deze wordt gebruikt om alleen de middenstrook te baggeren en hiermee de oeverzone te sparen.

Wibe van Vliet bracht in dat het Waterschap een loonwerker liet komen voor het schonen en baggeren van enkele watergangen, die met te zware machines werkt en niet gefaseerd werkt. Van Vliet heeft al 3 jaar geleden bij HDSR gevraagd of hij het beheer niet zelf kleinschaliger mag uitvoeren (deze vraag zal doorgespeeld worden naar Danneke Verhagen van HDSR). Zoals de sloot er nu bij lag zou de grootste dichte plukken aan hoornblad eruit halen voldoende zijn (baggeren is nu niet nodig, ook voor doorstroming niet) en gefaseerd slootkantenbeheer. Vanuit soortenbeheer is kleinschaliger beheer en maatwerk dus zeker aan te raden!

Zie voor meer info: Arthur de Bruin et al 2017. Noodzaak van schade beperkende maatregelen voor vissen bij schonen en baggeren. RAVON 67, jrg 19 (4:) 68-72. Pdf beschikbaar.

De ringslang wordt in de buurt waargenomen nabij Kockengen en Noorden. Voor ringslang kan aanleg van broeihopen nuttig zijn, maar dan zou je dat vanuit bestaande populaties moeten stimuleren naar de omgeving toe.

Is de wijze van slootschonen van invloed op de vegetatieontwikkeling en daarmee het bijbehorende slootleven?

Uitleg: Voor het behouden van een goede, gevarieerde, onderwatervegetatie is het van belang dat er bij het schonen van sloten altijd gefaseerd te werk wordt gegaan, zowel in tijd als in ruimte. Hiernaast is het van belang om de waterbodem (voor zover mogelijk) met rust te laten. Veel, minder algemene, soorten vormen overwinteringsorganen die in of op de waterbodem overwinteren. Door aan het einde van het seizoen een sloot geheel leeg te baggeren verliest men deze overwinteringsorganen en dus ook de soorten. Krabbenscheer is ook een soort die op de waterbodem overwintert.

Verstoringstolerantie soorten als Smalle waterpest, Grof hoornblad en Aarvederkruid kunnen positief reageren op maaien, dat wil zeggen dat ze weer snel uit kunnen groeien vanuit fragmenten.

Bij rigoureuze werkzaamheden (in zijn geheel maaien/baggeren) van watergangen verliest men op langere termijn veel soorten, de 4 soorten die we in het veld gezien hebben zijn meestal de soorten die na dergelijk beheer overblijven. Soorten als fonteinkruiden (die afhankelijk zijn van hun overwinteringsorganen) kunnen binnen enkele jaren verdwijnen.

Bronaanpak heeft in alle gevallen te voorkeur. In de bezochte sloten is weinig slib aangetroffen maar plaatselijk wel hoge bedekkingen waterpest. Dit kan indicatief zijn voor een voedselrijke watergang. Verlagen van de nutriënten belasting kan biodiversiteit verhogen, mits bronpopulatie aanwezig zijn.

Voor oevervegetatie geldt ongeveer hetzelfde verhaal, rigoureuze beheer waarbij ook de bodem verstoord wordt resulteert in vegetaties met verstoringstolerante soorten. Dit zijn veelal ruigte soorten en soorten die zich via wortelstokken (riet) snel kunnen verspreiden. Dit verschil was goed te zien bij sloten die met de ecoreiniger geschoond zijn in vergelijking met de andere sloten. Bij de ecoreiniger kant stonden fraaie moerassoorten als Kleine watereppe, Moeras/Zomp vergeet-mij-nietjes, Gele lis, Witte/Slanke waterkers en Gele waterkers.

Beheer waar nodig en niet waar het kan. Kijk waar bronpopulaties zitten van soorten die geen Grof hoornblad en Smalle waterpest zijn, pas het beheer van verbonden wateren zo aan dat de aanwezige soorten een kans kunnen krijgen (bij voorkeur dus niet baggeren en altijd al het beheer proberen te faseren). Probeer variatie te krijgen in structuur, zowel in de oever als in de waterbodem, in lengte en breedte richting. Vertrapping van oevers door vee kan ook variatie in structuur brengen maar ook vertroebeling van de waterkolom. Als er geen licht op de waterbodem kan vallen zullen alleen los drijvende soorten (kikkerbeet, grof hoornblad, Krabbenscheer) en/of zeer snelgroeïende soorten (Smalle waterpest) het goed doen.

Problemen voor vegetatie ontwikkeling in en rondom sloten in het agrarisch gebied zijn vaak samen te vatten in de volgende factoren:

Dispersie probleem (soorten simpelweg niet aanwezig of kunnen beoogde wateren niet bereiken)

Hoogproductieve systemen (hoge voedselrijkdom in bodem en/of waterkolom, woekerende soorten en exoten profiteren hier vaak van)

Jaarlijks zeer sterke verstoring (watergangen en oevers gaan vaak kaal en leeg de winter in, er mag best iets blijven staan. Ook voor insecten is het goed om wat dooie sprietten te hebben als schuilplaats)

Aan punten 1 en 3 kan vaak wat gedaan worden. Beheer faseren (in tijd en ruimte, niet elk jaar de hele watergang maar elk jaar een stuk), bepalen waar bronpopulaties zitten en aansluiting zoeken hierbij.

Wanneer 'geschoonde' slootvegetatie in de kant wordt gededoneerd: is dit per se schadelijk en waarom/ wanneer wel en niet? Dit met het oog op flora en fauna, maar ook qua nutriënten(uitspoeling)?

Uitleg: Schoonsel tijdelijk op de kant laten liggen kan voor een aantal organismen gunstig zijn, zodat ze weer terug het water in kunnen (amfibieën, modderkruipers). Vanwege afvoer van nutriënten/verschraling is het vervolgens wel wenselijk dat het wordt afgevoerd.

Overall: hoe zou per sloot een goed beheer eruitzien, rekening houdend met de werkwijze die op het bedrijf gehanteerd wordt of kan worden.

Uitleg: gefaseerd werken en minimaal 25% sparen van de vegetatie is overal aan te raden.

Vasthouden van gebiedseigen water geniet de voorkeur boven inlaat van gebiedsvreemd water wat doorgaans nutriënt rijk is. Pas zoveel mogelijk bovengenoemde tips toe.

Gaasterland

De veldbijeenkomst stond gepland in oktober 2020, maar is vanwege de corona maatregelen op het allerlaatste moment afgezegd en verplaatst naar voorjaar 2021. De handout was al wel gemaakt en rondgestuurd.

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit:

- is een onafhankelijk en innovatief platform waarin beheer, beleid en wetenschap op het gebied van natuurherstel en -beheer samenwerken;
- ontwikkelt en verspreidt kennis met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.

**Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door
het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12**

Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 7
3972 NG Driebergen
0343-745250
info@vbne.nl

Alle publicaties en
producten van het
OBN Kennisnetwerk
zijn te vinden op
www.natuurkennis.nl