

Adviesrapport project Spheer



Versie
22 mei 2026

Colofon

<i>Document informatie</i>	
<i>Titel</i>	Adviesrapport project Spheer
<i>Auteur</i>	Projectgroep
<i>Versie</i>	1.0
<i>Status</i>	Definitief
<i>Datum</i>	22 mei 2026
<i>Bestandsnaam</i>	Definitief adviesrapport project Spheer_22052026.docx

Documenteigenaar BIJ12
Proceseigenaar Jan Willem van der Vegte
Procesverantwoordelijk Renske Lambert
Procesondersteuning Iris van Rijn

<i>Versiebeheer/wijzigingshistorie</i>				
<i>Versie</i>	<i>Status</i>	<i>Datum</i>	<i>Beschrijving</i>	<i>Auteur</i>
0.1	Concept	20-04-2026	Conceptversie rapport, aangeboden ter beoordeling aan projectgroep	Projectgroep
1.0	Definitief	22-05-2026	Eindversie rapport, aan te bieden aan werkgroep Monitoring Natuur	Projectgroep

Inhoud

Voorwoord	5
1 Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding en opzet.....	6
1.2 Onderzoeksvragen	6
1.3 Digitalisering en AI in natuurbeleid.....	7
2 Vegetatiekarteringsproces	9
2.1 Huidige werkwijze.....	9
2.2 Knelpunten en uitdagingen in het huidige proces	10
2.3 Kwaliteitsborging en standaarden	11
2.4 Huidig gebruik van remote sensing	12
3 Applicatie Sfeer	13
3.1 Satellietdata.....	13
3.2 Kunstmatige intelligentie en <i>foundation models</i>	14
3.3 Gebruik hoge resolutie data en Algemeen Hoogtebestand Nederland	14
3.3.1 Hoge resolutie (HR)-model	14
3.3.2 Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN)-kaarten	15
4 Use cases: testen in de praktijk	16
4.1 Methodiek.....	16
4.1.1 Onderzoeksaanpak	16
4.1.2 Trainen data in Sfeer.....	16
4.2 UC 1 – Heidegebied: De Borkeld, Strabrechtse Heide en Beuven.....	18
4.2.1 Introductie gebied	18
4.2.2 Resultaten	19
4.2.3 Sterke punten & kansen	24
4.2.4 Randvoorwaarden & beperkingen	25
4.3 UC 2 – Duingebied: Noord-Hollands Duinreservaat.....	26
4.3.1 Introductie gebied	26
4.3.2 Resultaten	27
4.3.3 Sterke punten & kansen	33
4.3.4 Randvoorwaarden & beperkingen	34
4.4 UC 3 – Laagveengebied: Wieden-Weerribben	34
4.4.1 Introductie gebied	34
4.4.2 Methodiek	34
4.4.3 Resultaten	35
4.4.4 Sterke punten & kansen	44
4.4.5 Randvoorwaarden & beperkingen	44
4.5 UC 4 – Stroomdal: Vechtdal Overijssel	45
4.5.1 Introductie gebied	45
4.5.2 Resultaten	45
4.5.3 Sterke punten & kansen	50
4.5.4 Randvoorwaarden & beperkingen	50
5 Gebruikerservaringen: usability test	51
5.1 Opzet	51
5.2 Resultaten usability test	52
5.2.1 Effectiviteit/efficiëntie	52
5.2.2 Tevredenheid.....	53
6 Analyse: inzetbaarheid Sfeer in vegetatiemonitoringsproces.....	54
6.1 Discussie resultaten use cases.....	54
6.1.1 Vegetatiestructuur.....	54
6.1.2 Vegetatietypen.....	55
6.1.3 Habitattypen.....	56
6.1.4 Tijd.....	56
6.1.5 Ruimte.....	57
6.1.6 Usability	57
6.2 Risico's, beperkingen en aandachtspunten	57
6.2.1 Modelkeuze en trainingsdata.....	57
6.2.2 Gelaagdheid in vegetatie	58
6.2.3 Gebiedskennis.....	58

6.3	Randvoorwaarden voor succesvol gebruik	58
6.3.1	Veldvalidatie	58
6.3.2	Model- en veldexpertise	58
6.3.3	Geschikte trainingsdata	58
6.4	Implementatievoorwaarden vanuit beleid.....	59
6.5	Toekomstige ontwikkelingen Spheer.....	59
7	Conclusies en advies.....	61
7.1	Toepassingsmogelijkheden en meerwaarde	61
7.1.1	Structuurkartering en dominantiepatronen	61
7.1.2	Ondersteuning begrenzigen	61
7.1.3	Efficiënte planning veldwerk.....	61
7.1.4	Actualisatie en monitoring in de tijd	61
7.1.5	Beperkingen inzet Spheer	61
7.2	Aanbevelingen.....	62
7.2.1	Vervolgonderzoek en toepassingsrichtingen	62
7.2.2	Mogelijke consequenties voor het vegetatiemonitoringsproces	63
8	Literatuur	66
9	Bijlagen.....	67
9.1	Onderzochte vegetatie- en habitattypen	67
9.2	Uitkomsten gebruikerservaringen en usability	68

Voorwoord

De opgaven in natuurbeheer en natuurbeleid vragen om betrouwbare en tijdige informatie over veranderingen in vegetatie en habitattypen. Tegelijk staat het huidige proces van vegetatiemonitoring en -kartering onder druk door beperkte capaciteit, hoge uitvoeringslasten en een groeiende informatiebehoefte.

In dit project is onderzocht of en hoe de Spheer-applicatie, een platform voor geavanceerde satelliet-AI monitoring, ondersteunend kan zijn binnen de vegetatiemonitoringsketen en zo een aanvulling op het werk van vegetatiekundigen en terreinbeheerders. Het onderzoek bouwt voort op bestaande pilotstudies en projecten in een aantal provincies.

Het onderzoek is uitgevoerd met de inbreng van experts uit verschillende vakgebieden, waaronder vegetatiekundigen en een remote sensing-expert, in afstemming met betrokken partijen uit beleid en beheer en in dialoog met Spheer over de technische implicaties van de applicatie. Om binnen de beschikbare tijd van het project tot bruikbare inzichten te komen, is gewerkt met een gerichte selectie van te onderzoeken vegetatie- en habitattypen en vegetatiestructuren.

Dit rapport vormt een momentopname: Spheer is in ontwikkeling en zowel de functionaliteit als de manier van werken met de applicatie evolueren. De bevindingen en aanbevelingen zijn bedoeld om een geïnformeerde afweging mogelijk te maken over waar Spheer nu al meerwaarde kan bieden, welke randvoorwaarden daarvoor nodig zijn, en welke vervolgstappen passend zijn voor verdere toepassing en opschaling.

Aan dit project hebben meegewerkt:

Inzet expertise vegetatiekundigen en wetenschap (remote sensing)

Wout Bijkerk	(Altenburg en Wymenga)
Dirk van der Goes	(Van der Goes en Groot)
Tom Damm	(Van der Goes en Groot)
Rense Haveman	(De Ronde & Haveman – Onderzoeks- en Adviesbureau voor Geobotanie en Landschap)
Prof. Wieteke Willemen	(Universiteit Twente, Faculteit Geo-informatie en aardobservatie (ITC))

Technische ondersteuning en expertise remote sensing en AI door Spheer.ai

Jakko de Jong
Daniël Koster
Dominique Cirkel

Begeleidingsgroep vanuit overheden en terreinbeherende organisaties

Patrick Lansing (Prov. Noord-Brabant)	Brenda Vervoorn (IPO - DSIH)
Gerard Kema (Prov. Fryslân)	Alexander Prent (IPO - DSIH)
Remko Wicherson (Prov. Overijssel)	Bas van Gennip (SBB)
Jonneke Jorissen (Prov. Gelderland)	Peter van der Molen (BIJ12)
Annemiek Adams (LVVN)	Bernd de Bruijn (BIJ12)
Dick Bal (LVVN)	Iris van Rijn (BIJ12)
Marco Keijzer (LVVN)	Renske Lambert (BIJ12)

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en opzet

Vegetatiekarteringen spelen een belangrijke rol in diverse opgaven zoals SNL, NHV & Natura2000. Het karteren van een gebied is tijdrovend en er zijn een beperkt aantal karteerders die dit werk kunnen uitvoeren. Vanuit de werkgroep Monitoring Natuur is het initiatief ontstaan om te onderzoeken waar innovatie bij kan dragen aan natuurmonitoring. In dit rapport is gekeken of de webapplicatie Spheer ([Spheer.ai](https://spheer.ai)) een aanvulling kan zijn op het inwinningsproces van vegetatiegegevens en welke mogelijkheden en grenzen er zijn en naar het algemene vraagstuk hoe dergelijke digitale innovaties kunnen bijdragen aan de provinciale natuuropgave en welke randvoorwaarden er spelen voor eventuele opschaling. Spheer is een applicatie waarmee de gebruiker voorspellingskaarten van landbedekking van een gebied kan maken met gebruik van satellietdata en kunstmatige intelligentie (*artificial intelligence, AI*).

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectgroep bestaande uit verschillende experts op het gebied van vegetatiekunde en *remote sensing* en een begeleidingsgroep bestaande uit overheden en terreinbeheerders (provincies, ministerie van LNV, SBB, IPO en BIJ12), waarbij ook kennis vanuit het IPO Programma digitalisering is betrokken. Dit rapport is bedoeld om een geïnformeerde keuze mogelijk te maken voor overheden, terreinbeheerders en adviesbureaus over de inzet van Spheer.

Er zijn globaal drie invalshoeken te onderscheiden in het onderzoek:

- Vegetatiekundig: waarin vragen aan bod komen over bijvoorbeeld herkennen van grenzen tussen verschillende eenheden en zuiverheid van identificatie – de relatie met het veld;
- Remote sensing: betreft de specificaties van de applicatie;
- Gebruikers: de overheden zoals Rijk en provincies en de terreinbeheerders en adviesbureaus. Hier gaat het vooral om hoe dit in de bestaande workflows past, welke afhankelijkheden dit schept, etc.

1.2 Onderzoeksvragen

In dit onderzoek worden twee verschillende doelen nagestreefd:

1. Het eerste doel is om te onderzoeken hoe Spheer kan ondersteunen bij het uitvoeren van de verplichte vegetatiemonitoring. Het uitgangspunt bij deze benadering is het bestaande monitoringssysteem.
2. Het tweede doel is om te onderzoeken wat goed en eenvoudig is te meten met Spheer. Het uitgangspunt hierbij is in te zetten op de sterke punten van Spheer.

Om de vragen te beantwoorden wordt gewerkt met *use cases* (zie hoofdstuk 4). Er wordt gekeken voor verschillende typen gebieden hoe goed onderdelen van de verplichte monitoring, zoals het herkennen van vegetatiestructuren en vegetatie- en habitattypen, uitgevoerd worden met gebruik van Spheer. Hierbij wordt onderzocht in hoeverre Spheer een bijdrage kan leveren bij het efficiënt monitoren van gebieden door met deze applicatie gebiedsgrootte en frequentie op te schalen. Daarnaast wordt gekeken naar de sterke punten van de applicatie tijdens het proces om zo te onderzoeken waar toepassing van Spheer nog meer waarde kan hebben.

Buiten bovenstaande doelen die met de use cases zijn onderzocht, zijn in dit project ook een aantal generieke vragen beantwoord:

- Wat zijn de sterke kanten van Spheer? En welke beperkingen heeft Spheer?
- Voor welke indicatoren geeft Spheer bruikbare informatie die we kunnen inzetten in het monitoringssysteem voor beheer, beleid en rapportage?
- Welke zaken zijn randvoorwaardelijk voor het effectief en juist implementeren van Spheer?
- Welke risico's brengt de inzet van Spheer in het proces van inwinning en verwerking van vegetatiegegevens met zich mee?
- Hoe is de bruikbaarheid van Spheer in het proces?

De eerste vier generieke vragen zijn tijdens het proces beantwoord, door met de applicatie aan de slag te gaan en extra gebiedsspecifieke aspecten te onderzoeken. Tijdens tussentijdse sessies zijn sterke en minder sterke punten benoemd en is er feedback door Spheer gegeven over het gebruik van de applicatie. Voor de bruikbaarheid van de applicatie zijn *usability tests* afgenomen met gebruikers en geanalyseerd om zo tot een conclusie te komen.

Naast de analyse van de inzet van de Spheer-applicatie binnen de use cases, verkent dit onderzoek ook de randvoorwaarden en beperkingen voor het opschalen van digitale innovaties in het vegetatiemonitoringsproces. De ervaringen met Spheer dienen daarbij als concrete casus om bredere vraagstukken rond implementatie, schaalbaarheid en borging te duiden. De onderstaande generieke randvoorwaarden en vragen vormen hierbij een aanvulling op de use case-specifieke vragen en helpen om deze bredere context systematisch in beeld te brengen.

1.3 Digitalisering en AI in natuurbeleid

De natuurmonitoringsopgave staat hoog op de politieke en maatschappelijke agenda, mede door de Europese Natuurherstelverordening (NHV) en de ambitie om de "daadwerkelijk gemeten staat van de natuur" een grotere rol te geven bij het maken van beleid. De provincies constateren dat de (markt)capaciteit voor met name de monitoring van vegetaties en habitattypen ontoereikend is om deze opgave te bewerkstelligen. Innovatie en digitalisering kunnen bijdragen aan deze opgave. Het opschalen van succesvolle pilots en het integreren van innovaties in bestaande systemen voor monitoring, beoordeling en rapportage is uitdagend. Dit project, waarin provincies en experts de toepassing van de innovatieve applicatie Spheer in verschillende use cases testen, biedt meer inzicht in de benodigde randvoorwaarden, kansen en obstakels voor opschaling en implementatie van dergelijke digitale innovaties in de provinciale werkprocessen.

Randvoorwaarden voor digitale innovaties bestaan uit meerdere aspecten. Hieronder staat een opsomming van onderwerpen die voortvloeien uit wet- en regelgeving, beleid m.b.t. digitalisering en inzichten uit eerdere digitale implementatietrajecten. In 6.4 wordt gereflecteerd op een aantal van deze punten. Een complete analyse hiervan valt buiten de scope van het project.

- Kwaliteitsaspecten (volgens ISO-norm 25010):
 - Richtlijnen die voortvloeien uit beleid, bijvoorbeeld de referentiearchitectuur. Toepassen van de principes en uitgangspunten voor het Federatief Datastelsel (FDS), dat wordt ontwikkeld in het kader van de Interbestuurlijke Datastrategie (IBDS). Het ontwikkelen van digitale innovaties in lijn met [de Meerjarenvisie voor de ontwikkeling van de Nationale GEO-informatie infrastructuur \(NGI\), Zicht op Nederland \(ZoN\)](#). Gebruikt de ontwikkelaar van de innovatieve applicatie open standaarden (zoals REST, JSON, DCAT, SKOS) en open API-specificaties of is er sprake van gesloten software? Het is van belang om hier een goede afweging in te maken.
 - Toegang tot kwalitatieve data. Is er sprake van volledige interoperabiliteit met bestaande databronnen binnen provincies en landelijke voorzieningen? Uitgangspunt bij federatief werken met data: Data altijd bij de bron(houder), creëren van informatie door deze data op een veilige en betrouwbare manier te ontsluiten via API's (zie bovengenoemde punt).
 - Mogelijkheid tot integratie met toekomstige systemen (modulair ontwerp).
 - Veilige en betrouwbare technologie. Voldoet de applicatie aan beveiligingsstandaarden (ISO 27001, BIO2)?
 - Heldere *lifecycle*-afspraken over updates, versiebeheer en technische support.
 - Toegankelijke en gebruiksvriendelijke interface voor veldmedewerkers en beleidsmakers.
 - Mogelijkheid tot uniforme datavalidatie en automatische kwaliteitscontroles.
 - Aansluiting op bestaande werkprocessen binnen natuurbeheer en monitoring.
 - Mogelijkheid om data te importeren van meerdere databronnen.
 - Heldere rapportage- en visualisatiefuncties voor monitoring, trends en besluitvorming o.b.v. de databronnen.
 - Flexibiliteit om nieuwe indicatoren, (meet)methoden of datasets toe te voegen.
 - Mogelijkheid om automatisch in te loggen voor provinciale organisaties (SSO).

- Beleidsmatige aspecten:
 - Cloudgebruik in lijn met rijksbreed cloudbeleid (waarbij afwijkingen hiervan onderbouwd moeten worden) en tevens eisen rond dataopslag binnen de EU. Toepassing van de Europese Open Datarichtlijn (in Nederland geïmplementeerd in de Wet hergebruik overheidsinformatie), andere digitaliseringswetgeving en beleidsstukken als de Overheidsbrede visie op generatieve AI. Hieruit volgt dat zowel het algoritme als de data open (source) beschikbaar zouden moeten zijn.
- Organisatorische aspecten:
 - Duidelijke *governance*: wie is eigenaar van de applicatie, wie beheert de data en wie levert welke capaciteit? M.a.w. het is wenselijk om onderscheid te maken tussen opdrachtgever, opdrachtnemer, eigenaar en gebruiker.
 - Afsgesproken procedures voor dataduiding, datadeling en data-archivering (duurzaamheid).
 - Borging van de continuïteit van de voorziening in termen van beheer, support en financiering.
 - Beschikbaarheid van training, documentatie en *onboarding* voor gebruikers.
 - Afspraken met partners over werkprocessen, kwaliteitscontrole en rollen/verantwoordelijkheden.
- Juridische aspecten:
 - Naleving van de AVG (doelbinding, dataminimalisatie, DPIA waar nodig).
 - Duidelijke afspraken over intellectueel eigendom: wie bezit welke data en welke rechten worden gedeeld? Formele afspraken tussen een gegevensleverancier en een afnemer over de levering, het gebruik en de kwaliteit van gegevens kunnen vastgelegd worden in een GLO (Gegevensleveringsovereenkomst).
 - Contractmanagement: SLA's, beveiligingsclausules, exit-afspraken en afspraken over dataverwijdering.
 - Juridische toetsing van koppelingen met externe databronnen en leveranciers.

Voor een succesvolle innovatie is het belangrijk om, naast het testen en verbeteren van de volwassenheid (Technical Readiness Level, TRL) van de applicatie, ook aan te sturen op het vergroten van de volwassenheid van de mate waarin de samenleving de oplossing accepteert en adopteert ([Societal Readiness Levels, SRL](#)) en de gereedheid van betrokken organisaties, gemeenschappen en samenwerkingsverbanden ([Community Readiness Levels, CRL](#)). Zo kan de aansluiting met toekomstige gebruikers worden versterkt en de adoptie van de software of tool worden vergroot.

2 Vegetatiekarteringsproces

2.1 Huidige werkwijze

De [Werkwijze monitoring en beoordeling natuurnetwerk en Natura 2000](#) beschrijft de huidige monitoringsaanpak en deze dient als bindende leidraad voor provincies en beheerders. Het doel is een uniforme wijze van monitoren en kwaliteitsbeoordeling van de natuur in Nederland, zodat informatie beschikbaar komt waarmee de evaluatie van natuurbeleid en -beheer wordt ondersteund op gebieds-, provinciaal en landelijk niveau. De schaal waarop zinvol informatie kan worden verzameld en geïnterpreteerd voor de beleids- en sturingsvragen is het beheertype op gebiedsniveau.

De werkwijze beschrijft een samenhangend stelsel van monitoringsmethodieken ten behoeve van het Natuurnetwerk en delen die vallen onder de Vogel- en Habitatrictlijn (voor het laatst aangepast in 2021). Het vegetatiekarteringsproces is hier onderdeel van. Het vegetatieonderzoek levert informatie aan die gebruikt wordt t.b.v. indicatoren (planten- en diersoorten, vegetatiesamenstelling, structuur en standplaatsfactoren) die relevant zijn voor de beoordeling van de natuurkwaliteit (verschillend per beheertype en habitatype). Een vegetatiekartering kan worden uitgevoerd voor beheerdoeleinden en -toepassingen, zoals bijvoorbeeld het in beeld inbrengen van de verdeling van doeltypen, vegetatiecomplexen ten behoeve van het behoud van fauna, en de algehele staat van het ecosysteem. In Natura 2000-gebieden aangewezen onder de Habitatrictlijn vormen vegetatiekarteringen daarnaast de basis voor een habitatypenkaart, waarvoor instandhoudingsdoelen gelden. De Europese Natuurherstelverordening (NHV; sinds augustus 2024 van kracht) verplicht lidstaten onder andere om ook de toestand van habitatypen buiten Natura 2000-gebieden in kaart te brengen en structureel te monitoren.

Vegetatiekarteringen worden eens per twaalf jaar uitgevoerd op een schaal van 1:5000, met een minimale vlakgrootte van 25×25 meter (kleinere vlakken zijn mogelijk bij zeer waardevolle typen). Deze schaal biedt voldoende detail om het voorkomen van habitatypen betrouwbaar in beeld te brengen. Eens in de 6 jaar vindt er nog een tussentijdse kwaliteitsbeoordeling plaats. De twaalfjarige cyclus impliceert dat elke tweede kwaliteitsbeoordeling wordt gebaseerd op een kartering die niet recent is geactualiseerd. Aanvullende informatie komt uit een tussentijdse florakartering, van procesindicatoren en resultaten uit de zesjaarlijkse soortenmonitoring (hoewel deze werkwijze niet in alle provincies consequent wordt toegepast), aangevuld met luchtfoto's en andere veldgegevens. In dynamische milieus kan een hogere monitoringsfrequentie wenselijk zijn. Voor het beheer is de frequentie van monitoring afhankelijk van de vraag en het systeem: in jonge pioniersituaties dient de monitoring veel vaker plaats te vinden (soms zelfs elk jaar) dan in bijvoorbeeld oude bossen, waar processen langzaam verlopen. De provincies werken aan monitoringsplannen omgevingscondities waarin abiotische sleutelprocessen worden gevolgd, o.a. door gebruik te maken van indicatorsoorten.

Het doel van een vegetatiekartering bepaalt de eisen die aan het product (vegetatiekaart) worden gesteld, zoals de schaal en het detailniveau van de ruimtelijke gegevens (kaartvlakken) en de thematische gegevens (vegetatietypen). Voor SNL-beheertypen binnen het Natuurnetwerk en voor Natura 2000-habitatypen verschillen deze eisen. In het Protocol Vegetatiekartering (v2.5, 2017) staan de stappen beschreven die worden genomen om tot een vegetatiekaart te komen (hieronder overgenomen) en de eisen die worden gesteld aan deze werkzaamheden.

Werkzaamheden om tot vegetatiekaart te komen:

- a) Opstellen van gebiedsspecifieke meetvragen (optioneel); kunnen aanvullende eisen stellen aan het detailniveau van een kartering (t.a.v. het thematische detail van de typologie en het ruimtelijk detail van kaartvlakken);
- b) Opstellen van een lokale vegetatietypologie (vereist), die aansluit bij het karteerdoel; in eerste instantie wordt een voorlopige typologie opgesteld waarmee in het veld gewerkt wordt; deze kan in de loop van de kartering worden bijgesteld op basis van stap (e);

- c) Verkrijgen van best beschikbare luchtbeelden van het gebied, in digitale vorm, geometrisch nauwkeurig (vereist);
- d) Ruimtelijk begrenzen van de lokale vegetatietypen door middel van het karteren van kaartvlakken op een luchtbeeld; dit gebeurt door een combinatie van veldbezoek en foto-interpretatie (vereist);
- e) Maken van vegetatieopnamen en een vegetatietabel ter onderbouwing/beschrijving van de lokale vegetatietypen (vereist); het maken van vegetatieopnamen kan ook (al dan niet deels) gebeuren als onderdeel van stap (b);
- f) Digitaliseren van de kaartvlakken en opnamenpunten in GIS (vereist);
- g) Vertalen van de lokale typologie naar een landelijke referentie lijst van syntaxa (plantengemeenschappen);
- h) Opstellen van een toelichtende rapportage (vereist).

Deze werkwijze, waarin een lokale typologie wordt opgesteld voordat vegetatieopnamen gemaakt zijn (zie b), leidt tot tal van aanwijsbare omissies en fouten in de huidige generatie vegetatiekaarten. Zo leidt het vrijwel onvermijdelijk tot achtereenvolgende kaarten waarin "gelijk blijven" veel sterker benadrukt wordt dan "verandering". Wat aangeduid wordt als "lokale typologie" is niet veel meer dan een selectie van typen uit een landelijke lijst, geen typologie van vegetatieopnamen die wordt gemaakt op basis van de lokale soortensamenstelling van de vegetatie zoals is afgebeeld in de vegetatieopnamen. Problemen in de huidige kaarten die het gevolg zijn van deze *deductieve* werkwijze worden in dit onderzoeksproject niet geadresseerd, maar hebben wel effecten op de uitkomsten, aangezien de huidige kaarten gebruikt worden als trainings- en vergelijkingsdata.

In het kader van dit onderzoeksproject is gekeken bij welke stappen de inzet van (optische) satelliet-remote sensing van toegevoegde waarde kan zijn (waarbij de applicatie Spheer als praktische casus dient):

- Ad a) en b): Voor een vegetatiekartering zijn de detailniveaus waarop je je gegevens wil verzamelen: vegetatiestructuurkaart op gebiedsniveau/beheertype, vegetatietypen en habitattypen. Kunnen optische satellietwaarnemingen dat detailniveau bieden of op een ander detailniveau inzicht geven?
- Ad d): Is het mogelijk om met optische satellietdata te karteren vlakken te definiëren met voldoende detailniveau? Op welk detailniveau blijf je steken? Verschilt dit per landschapstype?
- Ad f): In hoeverre kunnen optische satellietdata, al dan niet in combinatie met kunstmatige intelligentie, worden ingezet voor classificatie van vegetatie? Hoe nauwkeurig is dat en op welk niveau? Kunnen deze technieken de hoeveelheid menselijke variatie in interpretatie terugbrengen?

2.2 Knelpunten en uitdagingen in het huidige proces

Het uitvoeren van een vegetatiekartering is tijdrovend/arbeidsintensief en vereist specifieke vegetatiekundige kennis en expertise. De tijdsduur van een vegetatiekartering hangt sterk af van de complexiteit en omvang van het gebied en de specifieke eisen die gesteld worden. In het algemeen geldt dat om de vegetatie goed in beeld te kunnen brengen altijd meerdere veldbezoeken nodig zijn, zowel in het voorjaar als najaar. Opdrachten aan vegetatiekarterbureaus lopen in de regel gedurende een heel kalenderjaar of over twee jaar (dan is er in de winter de tijd voor het opstellen van een lokale typologie).

Een vegetatiekartering vraagt vakinhoudelijke deskundigheid van de karteerder en dit groeit met de jaren. In het proces zijn telkens momenten aanwezig waarop keuzes gemaakt moeten worden die niet op voorhand af te dekken zijn en die met duiding en interpretatie te maken hebben. Dit hangt sterk samen met de aard van het onderwerp, de vegetatie. Waar een soort doorgaans goed herkenbaar is, is de vegetatie (een hoger biologisch organisatieniveau!) dat alleen via interpretatie en afweging. Een klokjesgentiaan is een klokjesgentiaan, maar een glanshaverhoiland ziet er op de ene plek heel anders uit dan op een andere plek, wat te maken heeft met verschillen in soortensamenstelling. Een vegetatietype heeft veel meer en andersoortige variatie dan een soort.

Dit maakt dat een vegetatiekarterder zeer veel meters moet draaien in zeer verschillende systemen voordat hij of zij het vak goed in de vingers heeft. Dit geldt niet alleen voor het werk in het veld: ook het maken van vegetatietabellen waarin de vegetatietypen herkenbaar, leesbaar en volgens de regels der kunst zijn afgebeeld vraagt veel oefening. Het is ambachtelijk werk, waarin geen harde regels gelden, maar wel richtlijnen van vakinhoudelijke *do's* en *don'ts*.

In de vorige sectie (2.1) is al het probleem van de huidige (voorgeschreven) deductieve werkwijze geschetst, waarbij een vooraf opgestelde lijst van typen leidend is in de kartering. Dit heeft ook tot gevolg dat in het huidige werkveld bijna niemand meer bekend is met een *inductieve* manier van vegetatieanalyse, waarbij het doel is om *de daadwerkelijke variatie in de vegetatie* goed in beeld te brengen aan de hand van een analyse/vergelijking van de vegetatieopnamen in een gestructureerde tabel (Haveman & de Ronde 2021). Opleidingen ontbreken en het vak leer je in het veld. Jonge karteerders leren een manier van karteren aan die kaarten oplevert die weinig bruikbaar zijn en waarvan de inhoud weinig navolgbaar en controleerbaar is (De Ronde & Haveman 2024, Haveman & De Ronde 2026).

Technische uitdagingen bij het uitvoeren van een vegetatiekartering kunnen voortkomen uit de complexiteit en omvang van het natuurgebied en daarnaast uit de vragen en eisen die voortkomen uit het doel (en bijbehorende doelstellingen) waarvoor de kartering wordt uitgevoerd. De eisen voor habitattypenkarteringen zijn hoger dan voor SNL-systematiek en ze zijn weer anders voor beheer. Een goede vegetatiekaart met lokale typologie is echter voor meerdere doelen bruikbaar en dit hoeft nauwelijks extra tijd te kosten. Wat wel afleidt van de complexe taak van vegetatiekarteringen zijn allerlei extra "randzaken" (vanuit het oogpunt van de vegetatiekartering), zoals het karteren van soorten en aanvullende structuren. Andere uitdagingen zijn er in ruimtelijke zin. Er gaat relatief veel werk zitten in het intekenen van begrenzingen, kaartlagen over elkaar leggen en alle snippers die dit oplevert (oude grenzenmethode). Voor bepaalde vegetatietypen moeten grote oppervlaktes worden bekeken en soms wordt door de eigenaar van een gebied geen toegang gegeven om te karteren. Bij het vergelijken van kaarten is niet altijd duidelijk of de grenzen zijn opgeschoven vanwege werkelijke veranderingen in de vegetatie of doordat we te maken hebben met een waarnemerseffect.

Gebrek aan capaciteit van vegetatiekundigen is een groeiend knelpunt in de ecologische sector en natuurbeheer en hier bovenop komt nog het geschetste ontbreken van opleiding en budgettaire druk. Provincies geven aan dat het niet altijd lukt om het karterwerk uitgevoerd te krijgen in het jaar dat ze de informatie graag zouden willen of dat ze op de rand werken van de beschikbare capaciteit. Met de snelle achteruitgang van de biodiversiteit, de toenemende vraag vanuit politiek en bestuurlijk oogpunt om de natuur te monitoren en de uitbreiding van de monitoringsopgave voor provincies vanwege de NHV, neemt de vraag juist toe maar wordt het steeds lastiger om aan deze vraag te voldoen.

Er is behoefte om te onderzoeken welke onderdelen in het proces efficiënter kunnen zonder verder verlies van kwaliteit en waar innovatieve technieken eventueel een ondersteunende rol kunnen spelen, bijvoorbeeld bij het prioriteren van keuzes en gericht inzetten van veldwerk. Ook kan de inzet van satelliet-remote sensing mogelijk tijdswinst opleveren in de voorbereiding van het veldwerk dat wordt uitgevoerd om begrenzingen van de lokale vegetatietypen te bepalen.

2.3 Kwaliteitsborging en standaarden

Het Protocol Vegetatiekartering 2.5 en het Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000 beschrijven de werkwijze van het huidige karteringsproces van vegetatie- en habitatkarteringen. Bij de uitvoering hiervan is expertise en menselijke interpretatie vereist. Beide documenten worden momenteel herzien door het Programma-VVM (Verbeterprogramma VHR-monitoring) van BIJ12.

2.4 Huidig gebruik van remote sensing

De inzet van remote sensing-methoden (satellietbeelden, luchtfoto's, drones, auditieve soortherkenning) in de natuurmonitoring is grotendeels in een verkennende fase bij de provincies. Er gebeurt nog weinig op reguliere basis of als structurele manier van monitoring. Beheerders maken al wel gebruik van het [Satellietdataportaal](#), om gebieden visueel te analyseren. RVO past met succes optische remote sensing toe bij de controle van landbouwgewassen op perceelsniveau in het kader van de ecoregelingen van het GLB (het zgn. areaalmonitoringsysteem; [Controleren en monitoren van GLB-subsidies | RVO.nl](#)). Hierbij gaat het om veel homogener en duidelijker afgebakende eenheden dan natuurlijke vegetaties. Een aantal provincies heeft pilotstudies (o.a. met Sphær) uitgevoerd, die onder meer hebben geleid tot dit project.

3 Applicatie Sfeer

3.1 Satellietdata

Remote sensing (teledetectie) van gebieden is het verzamelen van informatie over de aarde zonder direct contact, meestal via satellieten, drones of vliegtuigen. In plaats van metingen op de grond, worden sensoren gebruikt die straling registreren die door het aardoppervlak wordt weerkaatst of uitgezonden. De basis ligt in het elektromagnetisch spectrum. Dat omvat zichtbaar licht, maar ook voor het menselijk oog onzichtbare straling zoals infrarood en ultraviolet (UV). Verschillende oppervlakken, zoals water, vegetatie en bebouwing, reflecteren en absorberen straling op hun eigen manier. Door deze "spectrale handtekeningen" te analyseren, kunnen we onderscheiden wat we zien en veranderingen detecteren.

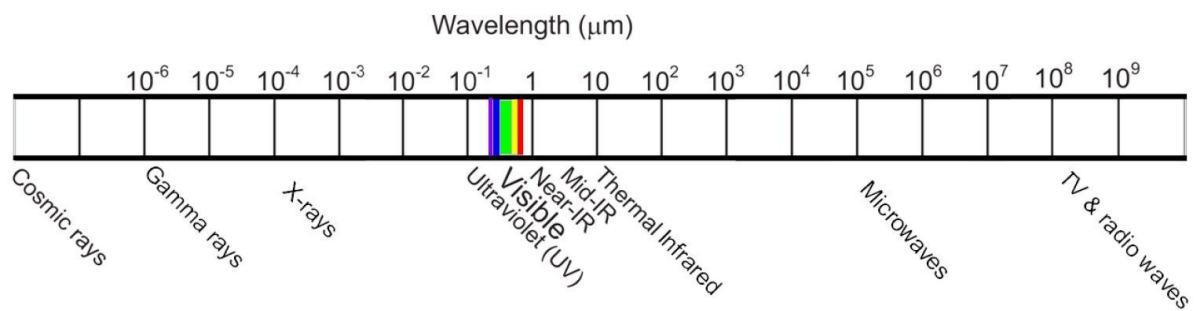
In remote sensing wordt gebruik gemaakt van twee hoofdtypen sensoren. Passieve sensoren meten straling van de zon die wordt gereflecteerd. Actieve sensoren, zoals radar, zenden zelf signalen uit en meten wat terugkomt. Het gebruik van actieve sensoren maakt het mogelijk 's nachts of door wolken heen te meten. Satellieten met 'passieve sensoren' meten veelal de gereflecteerde 'optische' straling. De term 'optische' straling gaat over elektromagnetische straling tussen zichtbaar en infrarood (Figuur 1).

Sfeer gebruikt satellietdata van de Sentinel-2 satellieten van het European Space Agency (ESA). Deze Sentinel-2 data zijn eigenlijk 13 lagen die elk een eigen 'stukje' binnen het optische spectrum beschrijven. In remote sensing wordt vaak van 'banden' in plaats van 'lagen' gesproken. Slechts drie van die banden zijn voor ons oog zichtbaar: rood, groen en blauw (afgekort met RGB). De rest van de Sentinel satellietdata is de reflectie die wij niet kunnen zien. Dit maakt dat deze satellieten veel meer onderscheid kunnen maken in de reflectie van vegetatie dan sensoren die alleen rood, groen en blauw zien. Luchtfoto's zijn vaak gemaakt met sensoren die alleen deze drie kleuren zien, soms aangevuld met één algemene infraroodband.

De kracht van remote sensing door satellieten zit in schaal en herhaling. Satellieten kunnen grote gebieden in één keer monitoren en keren regelmatig terug naar dezelfde plek. Daardoor kunnen trends worden gevolgd, zoals stedelijke groei, verschillen in waterkwaliteit en veranderingen in vegetatie- en habitattypen. Sentinel-2 is sinds 2016 operationeel. De eerste jaren was dat één satelliet, maar sinds 2017 maken twee exact dezelfde satellieten opnamen van Nederland. Hierdoor komen ze nu elke vijf dagen over. Omdat de kracht van satellietdata in het creëren van 'tijd-series' zit, zullen alle toekomstige sensoren op satellieten van langlopende programma's zoals van ESA, zo worden gemaakt dat er een 'aansluiting' is op eerdere satellietdata.

Het niveau van detail van satellietdata wordt op verschillende manieren door de term 'resolutie' beschreven. Meest bekend is de *ruimtelijke* resolutie (deze is 10 tot 60 meter per pixel voor Sentinel-2). Daarnaast spelen *temporele* resolutie (de frequentie van opnamen, 5 dagen voor Sentinel-2 sinds 2017) en *spectrale* resolutie (de hoeveelheid 'banden', 13 voor Sentinel). Luchtfoto's hebben vaak een veel hogere ruimtelijke resolutie (bijv. 25 cm of, de laatste jaren, 8 cm per pixel), maar de temporele en spectrale resolutie is vaak veel lager (eens per jaar en 3-4 banden).

Om meer te lezen over Sentinel-2 data: ga naar <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-mission>. Hier worden ook de andere Sentinel satellieten besproken (Sentinel-1 heeft bijvoorbeeld een actieve sensor). Er zijn veel onlinetrainingen beschikbaar om nieuwe gebruikers te informeren over satelliet remote sensing. Deze gratis cursus op Remotesity is specifiek ontworpen voor mensen vanuit een ecologie achtergrond die meer over remote sensing willen weten: <https://www.geoversity.io/courses/earth-obs-ecco/>



Figuur 1 - Het spectrum van elektromagnetische straling. Optische straling omvat het zichtbare licht (visible) voor het menselijk oog en het infrarood (IR). Bron: Toplekin en Stein (Eds.) (2012).

3.2 Kunstmatige intelligentie en *foundation models*

Satellietdatasets bevatten informatie over de karakteristieken van het aardoppervlak. Om deze satellietdata te analyseren en om te zetten naar informatie over bijvoorbeeld landgebruik en vegetatiesoorten en -typen, moet een model worden ontwikkeld. In groeiende mate worden hiervoor zelflerende modellen (machine learning-modellen) gebruikt, een vorm van kunstmatige intelligentie (AI), die uit gelabelde voorbeelden van een toepassing moeten leren welke patronen uit satellietdatasets voor de beoogde toepassing relevant zijn. Bijvoorbeeld: je geeft een AI-model 1000 locaties van naaldbos, en 1000 locaties van loofbos, zodat het model het verschil kan leren herkennen in de satellietdata.

Probleem met deze aanpak is dat voor iedere toepassing een nieuw model vanaf nul getraind moet worden. Hier zijn heel veel voorbeelden voor nodig, die vaak niet voldoende beschikbaar zijn. Ook kost het ontwikkelen van AI-modellen veel tijd en energie. Kortom, het is arbeidsintensief en duur. Een recent antwoord op dit probleem is het gebruik van een *foundation model*. Een foundation model in remote sensing is een groot, voorgetraind AI-model dat algemene patronen leert uit grote hoeveelheden satellietdata en daarna kan worden aangepast voor specifieke toepassingen. In plaats van voor elke taak (bijv. bosdetectie of watermonitoring) een apart model vanaf nul te trainen, bouw je één krachtig basismodel met basisbegrip van hoe de aarde eruitziet in verschillende spectrale banden en omstandigheden. Het idee is dat foundation models veel minder voorbeelden nodig hebben om nauwkeurige modellen te maken, en in veel kortere tijd getraind kunnen worden, soms tot ordes van grootte.

Speer heeft haar foundation model getraind op 10 lagen (banden) van Sentinel-2 data (i.e. alle 10m- en 20m-banden), van 2017 tot en met 2024, van een groot aantal natuurgebieden in Nederland. In dit proces heeft het model onder andere geleerd welke data te negeren vanwege ruis, hoe seizoenen werken, en verschillende soorten landbedekking van elkaar te onderscheiden, aan de hand van een Sentinel-2 video van een volledig kalenderjaar.

Het maken en gebruiken van foundation models in aardobservatie wordt steeds gangbaarder. Google heeft bijvoorbeeld AlphaEarth in 2025 gelanceerd om land, water en vegetatie wereldwijd te kunnen beschrijven.

3.3 Gebruik hoge resolutie data en Algemeen Hoogtebestand Nederland

Naast het foundation model op basis van Sentinel-2 video's, heeft Speer nog twee extra foundation modellen ontwikkeld.

3.3.1 Hoge resolutie (HR)-model

Het HR-model is ontwikkeld om de ruimtelijke resolutie van voorspellingen van 10 meter te verhogen naar 1,68 meter, en om de groeipatronen uit Sentinel-2 tijdreeksdata te combineren met ruimtelijk patronen uit enkele HR-luchtfoto's. Hiervoor maakt Speer gebruik van de jaarlijkse

RGB-25 cm-luchtfoto van het PDOK. Waar Sphera's Sentinel-2 model een output ruimtelijke resolutie van 10×10 m heeft, werkt dit model met een output resolutie van 1,68×1,68 m, wat neerkomt op ongeveer 35× meer ruimtelijk detail. Met dit model kunnen ruimtelijke structuren en patronen herkend worden en wordt de ruimtelijke structuur zowel binnen een voorspelpixel als eromheen door het model meegenomen. Een praktische beperking is dat er geen 25 cm-luchtfoto voor 2021 beschikbaar is, wat betekent dat er geen voorspelling gemaakt wordt voor dit jaar.

Werken met het HR-model vraagt van gebruikers meer zorg dan bij het reguliere model. Omdat er op dit detailniveau meer variatie zichtbaar wordt, moet je extra observaties toevoegen om het model die variatie goed te laten begrijpen. Daarnaast moeten overgangen (bijvoorbeeld tussen vegetatietypen, landgebruik of randen van objecten) expliciet worden beschreven, omdat de modelprestatie afhangt van de context. Voor het HR-model zijn bomen in het centrum van een bos bijvoorbeeld anders dan bomen aan de rand. Verder is het in dit model belangrijker dat de toegevoegde observaties écht kloppen met de klasse. Wanneer er bijvoorbeeld een grasveld wordt geclassificeerd, zal een klein boompje in een observatie van het grasveld eruit geknipt moeten worden, terwijl dit bij het Sentinel-2 model veel minder een probleem is. De belangrijkste afwegingen: als voordeel biedt het hoge resolutie-model veel meer detail en neemt het ruimtelijke patronen mee in analyses. Tegelijk is het gevoeliger voor variatie binnen klassen, waardoor het meer observaties nodig heeft om robuust te worden en goed te extrapoleren naar nieuwe locaties. Ook kunnen luchtfoto's (als bron/ondersteuning) leiden tot minder stabiliteit tussen jaren, wat vooral relevant is bij trendanalyses of monitoring over tijd.

3.3.2 Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN)-kaarten

De AHN-toevoeging is een uitbreiding op het Sentinel-2 model: hierbij worden AHN-hoogtedata gecombineerd met de bestaande Sentinel-2 *embeddings*. Dit levert extra onderscheidend vermogen op via 11 extra features, waaronder vegetatiehoogte, hoogte aardoppervlak (Digital Surface Model (DSM)), hoogte maaiveld (Digital Terrain Model (DTM)), helling en heuvelrichting. Belangrijk is dat het AHN slechts eens per paar jaar wordt ingemeten, en dus qua informatie kan achterlopen op de Sentinel-2 data waar het mee wordt gecombineerd. Ook kan de AHN-toevoeging ten tijde van schrijven nog niet gecombineerd worden met het HR-model. Binnen dit project werkte use case 2 (Duingebied) met AHN5 (2023), terwijl andere use cases gebruikmaakten van AHN6 (2025).

4 Use cases: testen in de praktijk

4.1 Methodiek

4.1.1 Onderzoeksaanpak

Om de onderzoeksvragen uit 1.2 te beantwoorden, is gewerkt met een aantal use cases. Voor deze use cases zijn voor verschillende landschapstypen kenmerkende gebieden uitgezocht, zodat er voor een verscheidenheid aan vegetatie- & habitattypen kan worden gekeken hoe Sphèer een rol kan spelen (Tabel 1). Bij het uitkiezen van de te onderzoeken gebieden is als voorwaarde gesteld dat er een (redelijk) recente vegetatiekartering voor beschikbaar is om de resultaten in Sphèer mee te kunnen valideren.

Tabel 1 - Use cases, landschapstypes en onderzoeksgebieden onderzocht m.b.v. Sphèer.

Use case	Type gebied	Onderzoeksgebied
UC1	Heidegebied	De Borkeld, Strabrechtse heide en Beuven
UC2	Duingebied	Noordhollands Duinreservaat
UC3	Laagveengebied	Wieden-Weerribben
UC4	Stroomdal	Vechtdal Overijssel

Binnen de verplichte monitoring worden vegetatiestructuurkaarten opgesteld voorbereidend op veldwerk. Binnen dit project wordt gekeken of Sphèer een volledige structuurkaart kan maken, op basis van de aangeleverde voorbeelden. Daarnaast worden voor de verplichte monitoring vegetatie- en habitattypenkaarten gemaakt. Gezien de beperkte tijd binnen dit onderzoek zijn voor het herkennen van de vegetatie- en habitattypen voor ieder gebied een aantal vegetatie- en habitattypen geselecteerd (zie Tabel 2 en bijlage 9.1). Voor deze typen is binnen iedere use case gekeken of ze correct onderscheiden worden. Als laatste is nog gekeken of er potentieel tijds winst behaald kan worden door te kijken of de gegevens van één gebied ook bruikbaar zijn voor een vergelijkbaar gebied en/of voor een tijdsreeks van het eigen gebied. Hiermee zouden gebieden die vaker gemonitord moeten worden dan 1x per 6 of 12 jaar gemakkelijker tussentijds gemonitord kunnen worden.

Tabel 2 - Geselecteerde vegetatie- en habitattypen (Latijnse en Nederlandse namen in bijlage 9.1) per use case.

Use case	Onderzochte vegetatie- en habitattypen
UC1	Vegetatietypen: r19, r20, r39-r45 Habitattypen: H6230, H4030, H5130, H9120, H9190, H91D0, H91E0
UC2	Vegetatiestructuurkaart Habitattypen: H2120, H2130, H2190
UC3	Vegetatietypen: r08Bd01, r09Aa02, r11Ba02, r09Ba03 Toevoegingen/aspecten: veenmos, Hennegras, Gewoon haarmos
UC4	Vegetatietypen: r14Bb01, r14Bb, r14Ba, r14Aa Habitattypen: H6120, H2330

4.1.2 Trainen data in Sphèer

Binnen Sphèer zijn voor iedere use case en bijhorend gebied drie projecten aangemaakt, ieder met een eigen foundation model: het standaard Sentinel-2 model, het Sentinel-2 model gecombineerd met hoogtedata uit AHN 5 en 6, en het Sentinel-2 model gecombineerd met luchtfoto's tot een hogere resolutie (1,7 m i.p.v. 10 m). In hoofdstuk 3 zijn de specificaties van de verschillende

modellen toegelicht. In dit onderdeel wordt kort beschreven hoe modellen optimaal getraind kunnen worden.

Classificatie- of regressiemodel

Op basis van de aangeleverde gebiedsbegrenzing zijn de use cases met het foundation model door Spheer voorbereid. Na deze voorbereiding staan de verschillende use cases klaar voor de gebruiker. Binnen iedere use case moet een model aangemaakt worden door op het plus icoon naast modellen te klikken. Hierbij is er keuze tussen een classificatiemodel en een regressiemodel:

- Met een classificatiemodel kan het gebied in discrete categorieën worden verdeeld. Om te beginnen moeten alle verschillende klassen gedefinieerd worden. Hierna kunnen voorbeelden handmatig worden ingetekend of door het importeren van een GeoPackage of shapefile.
- Een regressiemodel laat zien hoeveel van een bepaald kenmerk aanwezig is in een gebied (bv. 0-100% boombedekking). Hiervoor worden ook polygonen ingetekend, waarbij aangegeven moet worden hoeveel percentage het onderzochte kenmerk aanwezig is in een polygoon.

Intekenen van observaties

Observaties moeten voor het Sentinel-2 model minimaal 10x10 meter zijn. Het is belangrijk dat er exemplarische voorbeelden worden gebruikt bij het intekenen. Het toevoegen van de observaties kan worden gedaan door het inladen van een GeoPackage in Spheer of door het met de hand toevoegen (intekenen) van observaties binnen de applicatie. De algemene stappen zijn als volgt:

1. Zoek naar 5-10 exemplarische voorbeelden van de verschillende klassen.
2. Teken deze in Spheer in of importeer door middel van een GeoPackage.
3. Spheer werkt het beste als er observaties zijn in meerdere jaren. Kijk voor het jaar vóór en het jaar ná de kartering of een observatie hiervoor ook geldt door de tijdsbalk aan te passen; zo ja, selecteer de polygoon en vink de extra jaren aan voor de betreffende polygoon rechts in de balk.
4. Klik op 'Show map' en vergelijk de voorspelling visueel. Controleer eerst de kwaliteit van de ingeladen voorbeelden. Als hier randen inzitten die discutabel zijn, kan een polygoon kleiner gemaakt worden door binnen Spheer de hoeken te verslepen. Voeg gericht voorbeelden toe op plekken waar Spheer niet naar wens presteert, en train opnieuw.
5. Voeg geleidelijk nieuwe observaties toe en beoordeel of de voorspellingen verbeteren. Begin met observaties waar je absoluut zeker van bent, en teken pas in een volgende iteratie de overgangen ('edge cases') in.
6. Zorg er eerst voor dat je tevreden bent over de kaart in één jaar, en ga daarna verder met de voorspelling voor andere jaartallen of het andere gebied. Zoek naar veranderingen in de voorspelling en kijk of dit overeenkomt met wat je ziet in het veld.

Ad 2): Als wordt gekozen om vlakken in te laden van een bestaande (vegetatie)kartering in de vorm van een GeoPackage kan voorbereidend een negatieve buffer worden toegevoegd op de vlakken. Door dit te doen behoud je de kern van de vlakken zodat je een zo homogeen mogelijke observatie toe kan voegen. Een negatieve buffer kan met de 'buffer' tool binnen GIS-software worden toegepast.

Toevoeging voor het hoge resolutie-model:

Het HR-model kijkt ook naar ruimtelijke context. Daardoor moeten er extra observaties worden toegevoegd voor een bepaalde klasse in een andere context. Bijvoorbeeld een observatie van een boom midden in een bos en een observatie van een boom aan de rand van een weiland. Het is belangrijk dat deze observaties zo homogeen mogelijk zijn. Het is belangrijk dat het aantal observaties voor de verschillende klassen in evenwicht zijn.

Volledigheidskaart

Binnen Spheer kan met de volledigheidkaart gekeken worden welke stukken in de use case nog 'onbekend' zijn voor het model. In deze gebieden heeft Spheer nog weinig tot geen vergelijkbare pixelrijden gezien in de observaties die tot nu toe zijn ingetekend. Door in deze gebieden

extra observaties toe te voegen, help je Spheer om een vollediger en robuuster model te trainen. Dit kan als volgt:

1. Zet Spheer in de volledigheidsmodus (Q).
2. Klik vervolgens op 'Train Model' (E).
3. Focus op gebieden die rood oplichten. Dit zijn gebieden waar Spheer geen vergelijkbare pixels in observaties heeft gezien.
4. Voeg hier waar mogelijk nieuwe observaties toe.
5. Bereken de volledigheid opnieuw en zie of rode gebieden verdwijnen.

De handleiding van Spheer vind je hier: [Helpcentrum - Resources - Spheer](#)

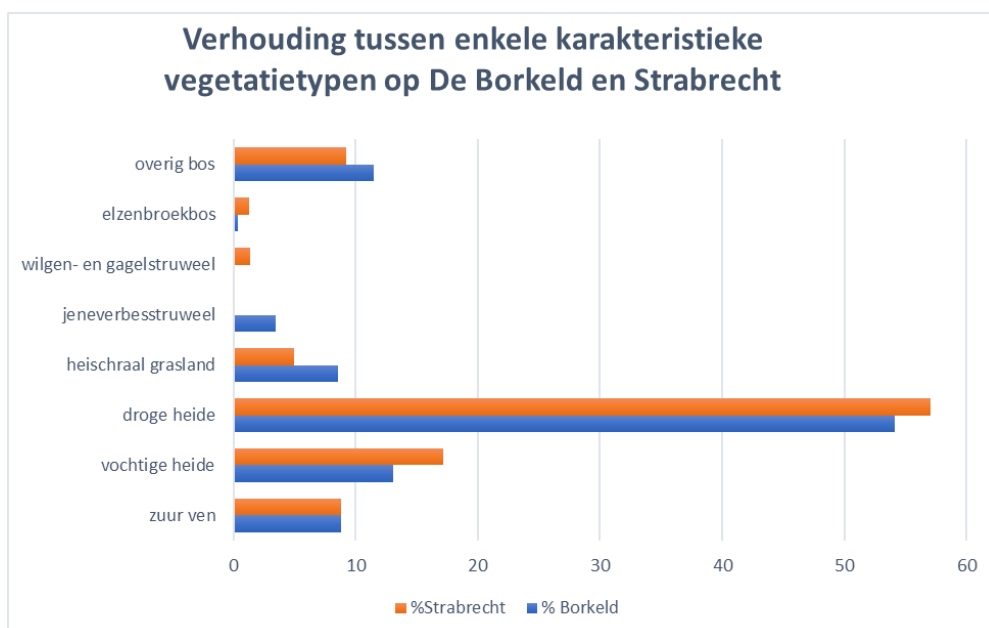
Video's ter informatie vind je hier: <https://www.youtube.com/watch?v=Zj7a4RfjLAo>

4.2 UC 1 – Heidegebied: De Borkeld, Strabrechtse Heide en Beuven

4.2.1 Introductie gebied

In UC 1 zijn twee heidegebieden onderzocht, De Borkeld, tussen Markelo, Holten en Rijssen in Overijssel, en de Strabrechtse Heide, tussen Geldrop, Heeze, Mierlo en Someren in Noord-Brabant. De twee gebieden liggen hemelsbreed 115 km van elkaar verwijderd, in verschillende floristische districten en in gebieden met een verschillende geologische geschiedenis en bodemopbouw (Van Delft & Maes 2022). Het zuidoostelijke deel van de Borkeld maakt onderdeel uit van het keileemplateau ten noorden van Markelo, dat ontstaan is in het Saalien. Het noordwestelijke deel ligt op Holocene stuifduinen en Pleistocene (voornamelijk lemig) dekszand. De gletsjers van de Saale-ijstijd hebben wat nu Noord-Brabant is nooit bereikt en het grootste deel van de Strabrechtse Heide ligt op leemarm dekszand. Kleinere delen liggen op landduinen, maar het grootste verschil met de Borkeld is wel de aanwezigheid van de Kleine Dommel of Rul. Het beekdal van deze typische laaglandbeek is kwelgevoed in de laagste delen en niet-kwelgevoed hoger op de flanken. Het beekdal vormt de westelijke rand van het gebied.

Beide gebieden maken onderdeel uit van het Natura 2000-netwerk, onder de gebiedsnamen Borkeld, resp. Strabrechtse Heide en Beuven. Van beide gebieden zijn (relatief) recente vegetatiekaarten beschikbaar. Op de Borkeld is deze uitgevoerd in 2018 (Langbroek & Aptroot 2019), op de Strabrechtse Heide in 2023-204 (Van de Vondervoort et al. 2024).



Figuur 2 - Verhouding van enkele vegetatie-hoofdgroepen op de Borkeld (blauw) en de Strabrechtse heide (oranje) volgens de recentste vegetatiekarteringen.

In Figuur 2 is de oppervlakteverhouding van enkele karakteristieke vegetatietypen in beide terreinen weergegeven uit deze vegetatiekarteringen. Overduidelijk overheerst in beide terreinen droge heide (*Genisto-Callunetum* en sterk verwante begroeiingen in plantensociologische termen) en is er in beide terreinen ongeveer een gelijk oppervlaktepercentage bos aanwezig. Toch zijn er belangrijke verschillen aan te wijzen tussen de oppervlakteverhoudingen van de vegetatietypen in de Borkeld en Strabrecht. Zo zijn op de Borkeld duidelijk meer jeneverbesstruwelen (*Dicrano-Pinion*) en heischrale graslanden (*Nardetea*) aanwezig dan op Strabrecht en op Strabrecht meer minerotrofe en vochtige elzenbroekbossen (*Alnetea glutinosae*) en struwelen met breedbladige wilgen en gagel (*Franguletea alni*).

Op deze plaats is het al goed om te melden dat deze verschillen effect hebben op de bruikbaarheid van de trainingsdata van het ene terrein op de voorspelbaarheid van verschijnselen in het andere terrein. Hierop komen we in het onderstaande terug.

4.2.2 Resultaten

Algemene opmerkingen

In use case 1 is in de analyse voor de observaties gebruik gemaakt van een visuele beoordeling van de pdf's van de vegetatiekaarten. Voor eenvoudige onderzoeken, zoals de mate van vergrassing, vormt dit geen obstakel, maar voor gedetailleerdere studies, waaronder de classificatie van heischraal grasland is de locatie van typen op de vegetatiekaart soms moeilijk exact te lokaliseren op de luchtfoto die in Spheer gebruikt wordt. Dit is vanzelfsprekend op te lossen door de vegetatiekaarten als GeoPackage in Spheer te laden. Daardoor kan de locatie van specifieke typen veel nauwkeuriger worden aangegeven worden, wat de trainingsfase gemakkelijker maakt. Juist voor ingewikkelde studies met veel klassen bleek dit tijdens het project echter niet eenvoudig, doordat van tevoren alle klassen gedefinieerd dien(d)en te worden. Tijdens een van de projectvergaderingen is dit besproken en (h)erkend door het Spheer-team, waarbij vereenvoudiging van dit proces toegezegd is en de klassen al in de te laden GeoPackage aangegeven kunnen worden.

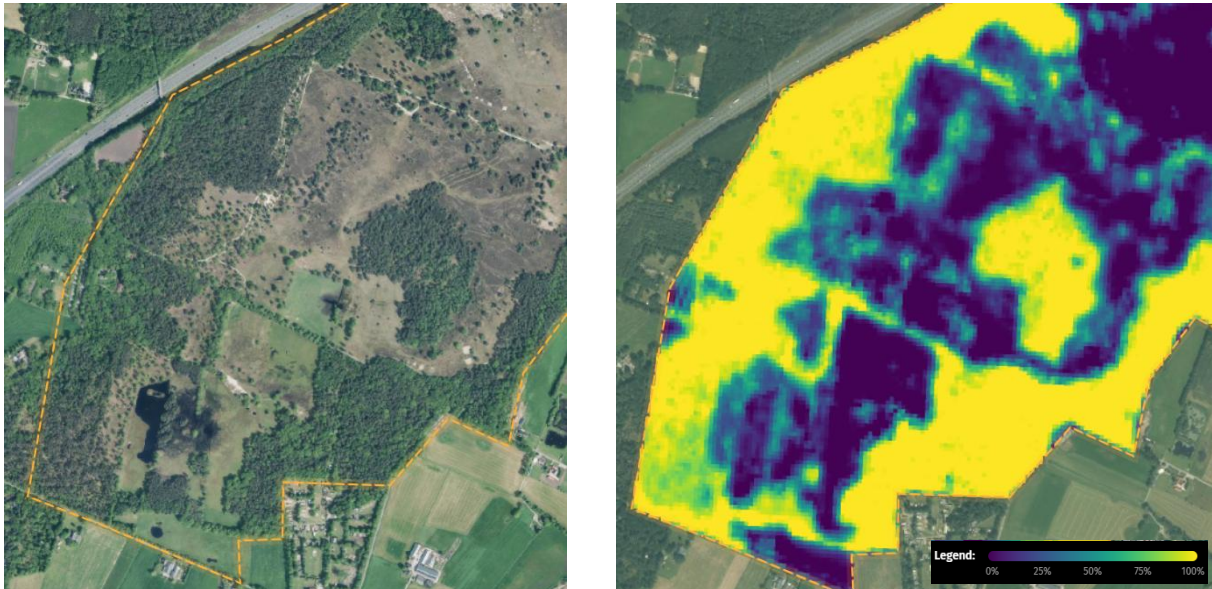
In het onderhavige geval zijn de projectgrenzen wijder gedefinieerd dan die van de vegetatiekarteringen, die plaatselijk in elk geval heel grillige buitengrenzen hebben. Ook dit is voor de vergelijking en het zoeken van observaties niet erg behulpzaam geweest.

Regressie dichtheid bomen (De Borkeld)

Diverse processen kunnen leiden tot verschillen in de dichtheid van de kroonsluiting in bossen. Verdroging, aantastingen en ziektes leiden tot het openvallen van de kroonlaag, natuurlijke successie kan uiteindelijk leiden tot het dichtgroeien van kleinere open plekken met bijvoorbeeld heide of grasland. De vraag is: is de dichtheid van bomen goed te voorspellen met Spheer?

Om dit te onderzoeken is een regressie uitgevoerd op het 10x10 m gebruikersmodel met verschillende dichtheden bomen op basis van de luchtfoto, waarbij op het oog dichtheden van bomen is geschat in de volgende klassen: 0%-25% 25-50% 50-75% en 75-100%.

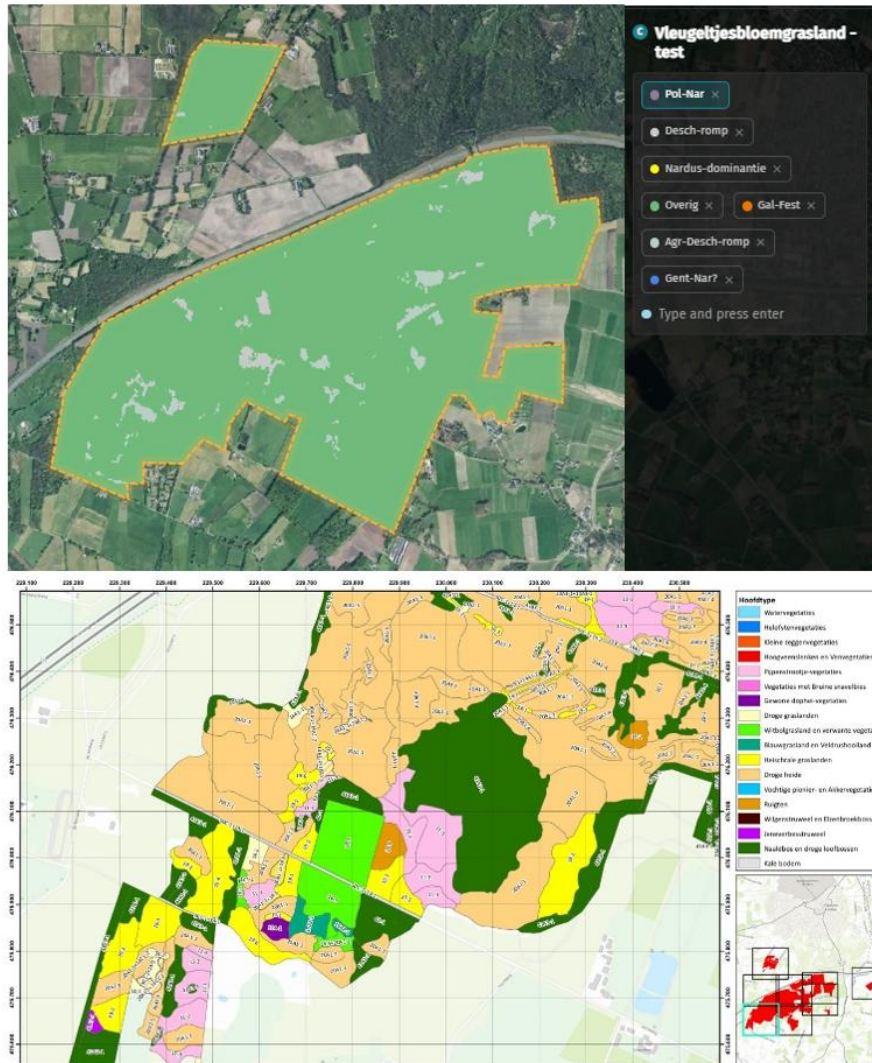
Het resultaat (Figuur 3) lijkt op het oog goed overeen te komen met de luchtfoto, ook over de jaren. Grote verschillen tussen de jaren zijn verklaarbaar door grote beheeringrepen (niet getoond). De conclusie is dat structuurverschillen als de dichtheid van bomen/kroonsluiting relatief goed te bepalen zijn met Spheer. Dit is echter alleen visueel gecontroleerd en wellicht is een *ground truthing* nodig om de werkelijke overeenkomst tussen voorspellingskaart en werkelijkheid beter te controleren.



Figuur 3 - Uitsnede uit de luchtfoto 2018 van het zuidwestelijke deel van de Borkeld (links) en de voorspellingskaart in datzelfde jaar voor de dichtheid van bomen (rechts).

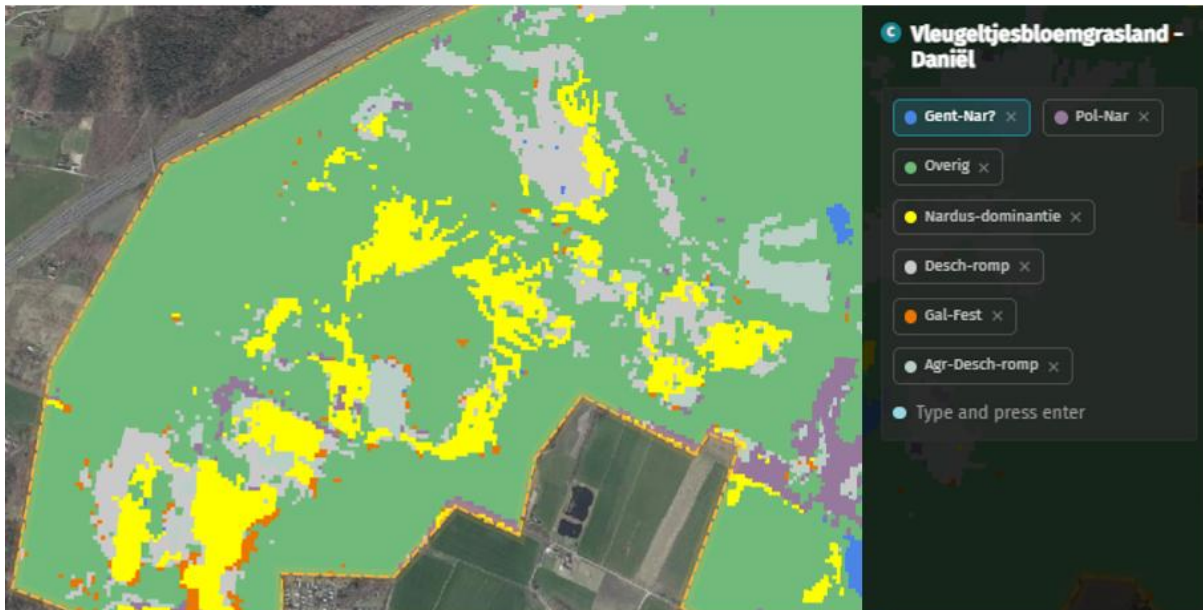
Classificatie heischraal grasland (De Borkeld)

Hoewel heischraal grasland soms op karteerbare oppervlaktes voorkomt, worden belangrijke voorkomens van dit vegetatietype, dat classificeert voor het prioritair habitatype H6230, nooit op kaart gezet omdat ze in smalle strookjes langs en op heidepaden voorkomen (vgl. De Ronde & Haveman 2024). Voor de kwaliteit van de heide, maar ook als refugium voor karakteristieke soorten en de bloemrijkdom (insecten!) zijn dergelijke voorkomens van groot belang. De vraag is in hoeverre dergelijke smalle voorkomens van heischraal grasland zijn te detecteren met Spheer.



Figuur 4 - Boven: De voorspellingskaart van de classificatie van heischraal grasland op de Borkeld in het normale Sentinel-2 model. Onder: ongeveer dezelfde uitsnede van de vegetatiekaart. Vrijwel alle heischraal grasland wordt toegerekend aan de RG bochtige smele.

Voor het beantwoorden van deze vraag is een classificatiemodel gemaakt op basis van het 10x10 m gebruikersmodel waaraan Sentinel-beelden ten grondslag liggen. Er zijn 7 klassen onderscheiden, waarvan 1 klasse "overig". De overige 6 klassen betreffen niet allemaal goed ontwikkeld heischraal grasland, maar ook graslandtypen die hier plantensociologisch sterk mee verwant zijn. In de voorspellingkaart (Figuur 4) is uiteindelijk veel minder variatie aanwezig dan de vegetatiekaart aangeeft, en zelfs de observaties worden toegewezen aan algemene typen. De rompgemeenschap met Bochtige smele wordt wel veel voorspeld (grijs op de kaart), maar de oppervlakte hiervan wordt erg overschat, waarbij andere grazige begroeiingen (waaronder verschillende heischraal graslandtypen en kruidenrijke heide (*Genisto-Callunetum danthonietosum*)) tot dit type worden gerekend. Een uitzondering hierop is het vochtige heischraal grasland (*Gentiano-Nardetum*): hiervan wordt de oppervlakte sterk overschat, maar dit is wellicht het gevolg van het ontbreken van trainingsdata doordat het vlak dat als zodanig wordt aangegeven buiten de grenzen van de vegetatiekartering valt. De controle van de uitkomsten wordt hierdoor soms erg verzwaard. De voorspelling die het model doet is soms lastig te testen, omdat met vegetatietypen die zo weinig worden gekarteerd alle aanwezige vlakken al als observatiedata zijn gebruikt.



Figuur 5 - Heischrale graslanden op de Borkeld in 2018 in het HR-gebruikersmodel, met dezelfde observaties als in de vorige figuur. Nu wordt het oppervlakte heischraal grasland duidelijk overschat, met name dat van borstelgrasdominaties.

Dezelfde observaties zijn gebruikt om het nauwkeuriger 1,6 x 1,6 m gebruikersmodel te testen (door het Sfeer-team). Dit levert een voorspellingskaart op waarop veel meer variatie zichtbaar wordt, maar het aandeel heischraal grasland (geel, oranje, paars en blauw op de kaart) wordt sterk overdreven (Figuur 5). Er komen grote vlakken borstelgrasdominantie (RG *Nardus stricta*) bij die in werkelijkheid nauwelijks in het terrein in deze oppervlakte voorkomen. Na controle blijkt dat dit voor een deel gekarteerd is als soortenrijke heide (*Genisto-Callunetum danthonietosum*) en voedselrijkere graslanden (met *Holcus mollis*) waarvoor weinig of geen trainingsdata ("overig") zijn aangewezen. Ook in de soortenrijke (vochtige) kant lijkt het oppervlakte overdreven te worden, net zoals in het 10 x 10 gebruikersmodel. Wonderlijk genoeg lijkt het oppervlakte soortenarm droog heischraal grasland (*Galio-Festucetum ovinae*) niet overdreven te worden, waarschijnlijk doordat het type dat hier het meeste op lijkt, de rompgemeenschap met Bochtige smele, wél in de observaties is onderscheiden.

Bovenstaande analyse in het 10x10 m gebruikersmodel hebben we als 'instap' van Sfeer gebruikt en pas aan het einde van de looptijd van het project is het nauwkeurigere gebruikersmodel gemaakt. Hierdoor ontbrak de tijd om het nauwkeurigere gebruikersmodel te verfijnen en verbeteren, wat wellicht wel tot betere resultaten zou kunnen leiden. Terugblikkend, met de kennis uit de verschillende modellen, zouden we deze heischraal-grasland-modellen waarschijnlijk anders opgebouwd hebben, en dit leidt tot de belangrijke conclusie dat 'spelen' met de data en de modellen nodig is om tot een goed model en waarschijnlijk ook goede resultaten te komen. Snelle resultaten met één druk op de knop zijn niet te verwachten en steeds is vakinhoudelijke reflectie op de resultaten nodig. Dit wordt sterker naarmate het model complexer wordt, dus aan de input-zijde al meer vakinhoudelijke overwegingen en kennis vraagt.

Conclusies:

- Het bouwen van een goed model vraagt tijd en inzicht in de reactie van het systeem; naarmate de vraag en het model complexer worden is meer tijd nodig voor de afstelling van het model.
- De reactie van het model is slecht te testen als vegetatietypen zo weinig voorkomen dat alle vlakken als trainingsdata worden gebruikt; wat dit in de praktijk voor concrete vragen betekent, hangt waarschijnlijk sterk af van de vragen.
- Gebruik van dezelfde trainingsdata voor de twee gebruikersmodellen met verschillende nauwkeurigheid levert sterk verschillende voorspellingen op!

- Het is handig om de grenzen van het projectgebied zo veel mogelijk gelijk te houden aan de grenzen van de vegetatiekaart, om artefacten en tijdverlies bij de validatie van de resultaten te voorkomen.

Classificatie bos(vegetatie)typen

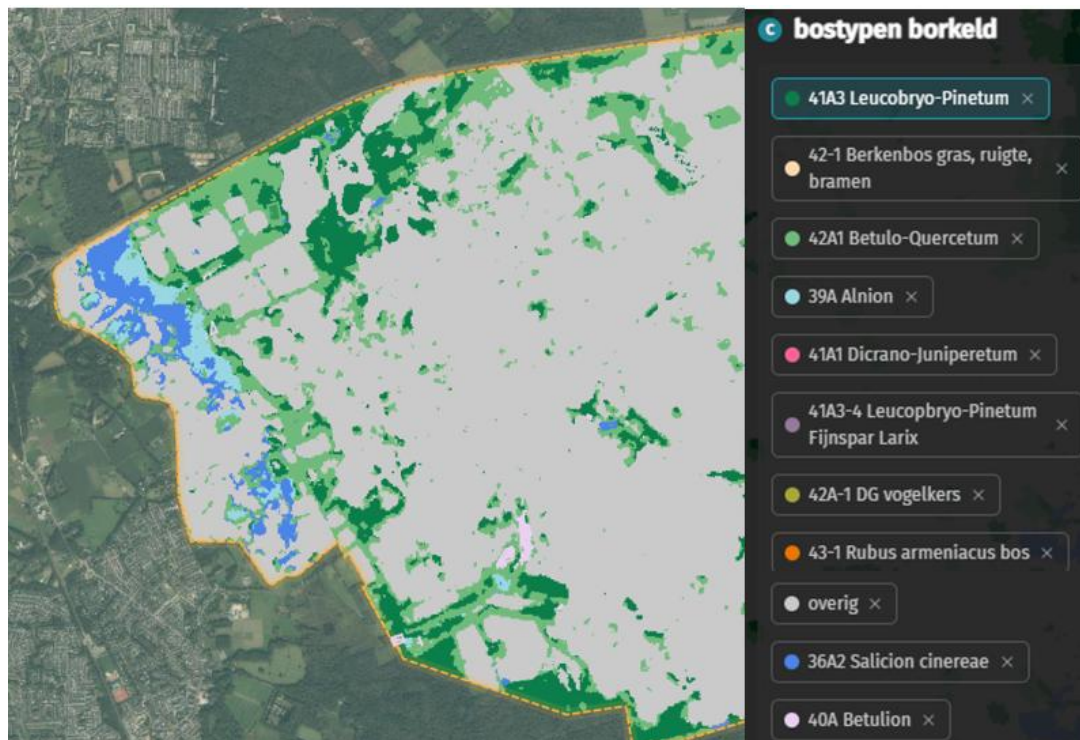
Op een vegetatiekaart zoals die tijdens de huidige Natura 2000- en SNL-karteringen worden gemaakt vormen vegetatietypen de thematische inhoud. De vraag is in hoeverre Spheer in staat is de legenda-eenheden van deze kaarten, de vegetatietypen dus, te herkennen en te reproduceren. Om dit te onderzoeken is een classificatie uitgevoerd van de bostypen op de Borkeld, waarbij begonnen is op een meer samenvattend plantensociologisch niveau, namelijk (ongeveer) dat van verbonden. Dit valt in een terrein overigens vaak samen met het (nog hogere) klassenniveau. Vervolgens is deze classificatie gebruikt om de bostypen op de Strabrechtse Heide te voorspellen en op grond hiervan bleken aanpassingen nodig om tot een goed resultaat te komen. In een derde stap is onderzocht of de classificatie verfijnd kon worden en Spheer op associatieniveau een goede voorspelling kon doen.

Voor een voorspelling van de bostypen op verbondsniveau is gebruik gemaakt van het 10x10 m gebruikersmodel waaraan Sentinel-beelden ten grondslag liggen. Op basis van de vegetatiekaart zijn voor de volgende de volgende klassen (bostypen) trainingsdata/observaties onderscheiden (naast "overig"): *Leucobryo-Pinetum*, *Betulo-Quercetum*, *Alnion*, *Dicrano-Juniperetum*, *Leucobryo-Pinetum* met Fijnspar en Larix, een derivaatgemeenschap met Amerikaanse vogelkers en een derivaatgemeenschap met Dijkviltbraam in de ondergroei. Op basis van de luchtfoto zijn dezelfde observaties ook aan andere jaren toegekend dan het karteerjaar, *mits er bos aanwezig was op de luchtfoto*. Hoewel vegetatietypen kunnen veranderen over de jaren is dit in het geval van bossen legitiem, aangezien veranderingen in bossen zeer langzaam gaan en het onwaarschijnlijk is dat het bostype verandert binnen de tijdsspanne die in Spheer beschikbaar is, zolang bos aanwezig is.

De voorspellingskaart is goed voor het *Dicrano-Juniperetum* (jeneverbesstruweel), het *Leucobryo-Pineteum* (kussentjesmos-dennenbos) in verschillende vormen en het *Betulo-Quercetum* (berken-zomereikenbos). De overige typen komen bijzonder weinig voor op het terrein. Over de jaren zijn de resultaten niet helemaal stabiel: de boskernen blijven netjes hetzelfde, maar de randen veranderen over de jaren op en neer en als je snel door de tijd scrollt, lijken de bossen te "ademen". Feitelijk zijn de verbonden, die hier samengaan met de vegetatiestructuur, goed te voorspellen en naald- en loofbossen (*Dicrano-Pinion* resp. *Quercion roboris*) worden netjes gescheiden. Binnen de naald"bos"formatie worden de struwelen ook netjes gescheiden van de bossen. Feitelijk classificeert Spheer netjes de dominante boomsoort.

Als deze trainingsdata van de Borkeld vervolgens wordt gebruikt voor een voorspellingskaart van de typen op Strabrecht, dan ontstaan gekke patronen die niet overeenkomen met de vegetatiekaart, maar dat komt doordat het *Alnion* (elzenbroekbossen), *Betulion* (berkenbroekbossen) en *Salicion cinereae* (wilgenbroekstruwelen) hier veel meer voorkomen dan op de Borkeld, waar ze (zo goed als) ontbreken. Daarom zijn nieuwe observaties op Strabrecht toegevoegd van deze typen, alsmede van de categorie "overig", dat op beide terreinen een verschillende inhoud heeft. Hierbij is veel gebruik gemaakt van de volledigheidkaart die Spheer kan maken, wat een handig instrument is bij het bijstellen van de voorspellingskaart.

Het resultaat geeft een goed beeld van de patronen in de bostypen op de Strabrechtse Heide op landschapsschaal (Figuur 6), waarin naast het *Dicrano-Pinion* en het *Quercion* ook het *Alnion*, *Betulion* en *Salicion* goed voorspeld worden. Op de Borkeld worden kleine oppervlaktes *Salicion* voorspeld die niet op de vegetatiekaart staan, maar die wellicht wel voorkomen in de vorm van losse Grauwe wilg-exemplaren.



Figuur 6 - Uitsnede uit de voorspellingskaart van classificatie (standaard Sentinel-2 model) van bostypen op plm. verbondsniveau op de noordwestpunt van de Strabrechtse heide in 2024. Het model voorspelt het voorkomen van *Quercion*- (lichtgroen), *Dicrano-Pinion*- (donkergroen), *Betulion pubescentis*- (roze) en *Alnion*-bossen (lichtblauw) en struwelen van het *Salicion cinerea* tamelijk goed. Uit de kaart is het dal van de Kleine Dommel met bossen van vochtige tot natte standplaatsen herkenbaar.

De conclusie is, dat verbonden in de bossen goed voorspeld worden door Spheer en dat de corresponderende struwelen ook netjes worden toegekend. Ook hier geldt echter nog steeds: Spheer voorspelt de dominante boomsoort: Zomereik (*Quercion*), Grove den en Jeneverbes (*Dicrano-Pinion*), Zachte berk (*Betulion*), Zwarte els (*Alnion*) en Grauwe wilg (*Salicion cinereae*), en de voorspelling benadert een structuurkartering.

Pogingen om de verschillende bostypen binnen de verbonden (getest op het *Alnion*) te onderscheiden leiden steeds tot zeer verwarrende voorspellingskaarten. De resultaten zijn niet stabiel over de jaren en tonen ook niet de patronen op de vegetatiekaart. Dit heeft te maken met de kenmerken die gebruikt zijn in de classificatie van de bossen, die vooral bestaan uit soorten uit de kruid- en struiklaag. Deze zijn niet waarneembaar in remote sensing doordat de boomkroon het signaal blokkeert. Dit betekent dat bostypen op het niveau van associatie, subassociatie of rompgemeenschap niet of veelal niet te voorspellen zijn met Spheer.

4.2.3 Sterke punten & kansen

Patronen in structuur die te maken hebben met de dominantie van een of enkele soorten zijn goed te voorspellen met Spheer en het systeem is gebruikersvriendelijk en tamelijk intuïtief, waardoor iemand met kennis van zaken snel tot goede resultaten kan komen. Patronen en veranderingen in vegetatiestructuren en op landschapsschaal zijn daarmee goed te onderzoeken met het systeem. Daar waar de plantensociologische eenheden samenvallen met dominanties (bijvoorbeeld de droge

heide met *Calluna vulgaris*, heidevergrassingen met *Molinia* of *Deschampsia* en de verbonden in de bossen die allemaal gedomineerd worden door één of enkele boomsoorten) is Speher goed in staat deze te herkennen. Kansen voor het gebruik zijn hier talloos, van het volgen van de vergrassing in de heide ook in jaren dat er geen karteerders in het veld zijn, het "verloven" van naaldbossen en de verruiging van graslanden tot de uitbreiding van invasieve exoten en veel meer. Een aardige om deze laatste te testen zou de uitbreiding van Dijkviltbraam op de Slikken van Flakkee kunnen zijn.

4.2.4 Randvoorwaarden & beperkingen

Veel lastiger te voorspellen zijn fijnkorreligere patronen, dus daar waar meer resolutie in de ruimte of in de inhoud gevraagd worden. In gevallen waar de dominante soort hetzelfde is, maar de bijgemengde soorten van doorslaggevend belang voor de plantensociologische toekenning lijkt het systeem veel minder toepasbaar. Waar de patronen in verschillende vegetatielagen van belang zijn voor de toekenning is Speher niet in staat om door de bovenste vegetatielaag heen te kijken.

Enkele methodologische reflecties

Een belangrijke restrictie van Speher ligt in de aard van de vegetatiekaart als abstractie van de werkelijkheid, wat tot onzekerheid in de thematische inhoud van de kaartvlakken leidt. Dit heeft twee kanten, namelijk a.) een fundamenteel cartografische ('een kaart is een versimpeling van de daadwerkelijke situatie') en b.) een menselijke duidende ('de karteerder vertaalt de concrete vegetatie in een abstract type').

Ad a.) Elke kaart is een versimpeling van de werkelijkheid. Dit heeft zowel te maken met de schaal van de kaart als met de inhoud van de kaart, het thema. Door de schaal is niet elke variatie op de kaart weer te geven en vrijwel elk vlak op de vegetatiekaart omvat meerdere typen, dat is onvermijdelijk. Naarmate de schaal van de kaart kleiner is, de polygonen dus grotere oppervlaktes in werkelijkheid representeren, neemt het mogelijk aantal typen in het vlak toe, die als verontreinigingen gezien kunnen worden. Bij het toekennen van observaties in Speher is het steeds de vraag hoeveel van deze verontreinigingen in de observatie zitten en wat het effect is op de voorspellingskaart. Er is echter geen manier om dit te controleren, als gebruiker heb je het te doen met de vegetatiekaart. Dit probleem wordt groter naarmate nauwkeuriger of specifiekere voorspellingskaarten gemaakt moeten worden: bij het maken van een structuurkaart – met minder variabelen! - is dit kleiner dan bij een vegetatiekaart – waar de mogelijke soortcombinaties het aantal variabelen is!

Ad b.) Het opstellen van een typologie op basis van de vegetatieopnames (de steekproef van de concrete vegetatie) en vervolgens de vertaling van de concrete vegetatie naar de abstracte typen zodat deze op kaart gezet kunnen worden, vragen veel vakmanschap en beoordelingsvermogen van de karteerder. Het duidende karakter van beide professionele handelingen vraagt om een speciale blik en er zijn veel momenten waarin afwegingen gemaakt moeten worden die niet op voorhand voorspelbaar zijn. Een situatie die elke karteerder zal herkennen tijdens de kartering is het moment dat je een vlak op kaart moet zetten die niet of niet goed overeenkomt met de typen die op basis van de opnames onderscheiden zijn. Maak je hiervoor een nieuw type, en hoe documenteer je dat dan, of breng je het onder bij een van de typen die wel onderscheiden zijn en accepteer je meer variatie in het type dan op basis van de typologie blijkt? In de vegetatiekaart is dit niet meer zichtbaar, maar in vrijwel elke vegetatiekaart zitten dergelijke onzuiverheden, wat mede veroorzaakt wordt door de budgettaire druk op karteringen en de beperkte tijd die ervoor beschikbaar is. Dergelijke situaties kunnen in Speher een rol spelen in de aanwijzing van observaties zowel als in de uitkomsten in de voorspellingskaart.

Een andere belangrijke om hier te noemen is het belang van het tabellenwerk, oftewel het opstellen van een typologie waarin de daadwerkelijke vegetatie afgebeeld wordt in abstracte typen (Haveman & De Ronde 2021). Het grootste knelpunt in de kwaliteit van vegetatiekarteringen ligt op dit vlak (De Ronde & Haveman 2024), niet in de interpretatie en het op kaart zetten van de vlakken.

Een andere zaak betreft de wezenlijk verschillende manier van ruimtelijk oplossingsvermogen van de vegetatiekaart enerzijds en Sentinel-beelden anderzijds. Op vegetatiekaarten wordt de informatie weergegeven op *vlakniveau*, in polygonen. Dit vraagt om vereenvoudiging en het in het oog houden van de grote lijn. Dit levert doorgaans kaarten op waarop landschappelijke processen in één oogopslag duidelijk zijn. De pixelinformatie die Spheer levert lijkt een verbetering, want detaillering, maar het levert gemakkelijk ruis op waarin de grote lijn niet gemakkelijk meer zichtbaar is. Hierdoor gaan beelden die in traditionele kaarten goed zichtbaar zijn door de abstrahering (schaal!) en die bijvoorbeeld landschapsvormende processen weergeven, gemakkelijk verloren, wat de interpretatie van de kaart negatief kan beïnvloeden.

Een laatste die we hier willen noemen is de temporele kant van de kaart en de typen. De vegetatie verandert continu, er staat niets stil in de natuur. Dat betekent in het kader van Spheer dat het soms lastig is om training over meerdere jaren uit te voeren. Doordat veranderingen in de vegetatie (dus op het niveau van soortensamenstelling) vaker niet dan wel gemakkelijk af te lezen is uit een luchtfoto, kan er in Spheer niet vanuit gegaan worden dat een type voor en na het jaar van karteren nog steeds aanwezig is. In het bovenstaande geval van de bossen is dit nog aannemelijk, aangezien veranderingen in bossen langzaam gaan, maar in het geval van efemere, tijdelijke typen kan het model in het jaar van karteren getraind worden, maar in eerdere en latere jaren wordt die onzekerder naarmate de tijd tot het karterjaar groter wordt.

4.3 UC 2 – Duingebied: Noord-Hollands Duinreservaat

4.3.1 *Introductie gebied*

Het Noord-Hollands Duinreservaat is het duingebied grofweg tussen Bergen aan Zee en Wijk aan Zee. Het is één van de grootste Natura 2000-gebieden van Nederland en aangewezen voor negentien verschillende habitattypen en twee soorten van de habitatrichtlijn. Het kalkgehalte van het jonge duinzand neemt van noord naar zuid toe. Daarnaast is er een kalkgradiënt van de jonge kalkhoudende duinen naar de uitgeloopte en kalkarme oudere duinen. Dit weerspiegelt zich in de vegetatiegradiënten.

Deze studie richt zich op het noordelijk deel van het reservaat, van Bergen aan Zee tot Egmond aan Zee. Het allernoordelijkste en kalkarme deel noordelijk van Bergen aan Zee valt erbuiten.

Door de kalk in de jonge duinen en het vroegere matig intensieve landgebruik rond Egmond aan Zee, komen er bijzondere vormen van duingraslanden voor met bitterkruid bromraap, oorsilene en nachtsilene: het zeedorpenlandschap. Dit zijn vastgelegde duingraslanden. Ook in meer dynamische delen is de kalkrijkdom terug te vinden in de vorm van pioniervegetaties met duinsterretje (een mos) en zwenkdravik. Op de zeereep domineert helm dat richting het strand overgaat in embryonale duintjes met biestarwegras en aan de voet ervan zeeraket. In de duingraslanden en grenzend aan de zeereep komen verschillende typen struweel voor met dauwbraam, kruipwilg of duindoorn. Maar ook laag blijvende bosjes met zomereik en meidoorn. Hoger opgaande bossen, loof- maar ook naaldhout, zijn vooral in het noordoosten van het onderzochte terrein aanwezig. Op deze meer ontkalkte bodems komen ook heidevegetaties voor. In het beschouwde gebied zijn vegetaties van natte duinvalleien maar mondjesmaat te vinden.

In het kader van een vierjarige vegetatiekartering is dit deel in 2024 gekarteerd (Feldbrugge 2025). Dat bleek een redelijk uitzonderlijk jaar. Nog meer dan in 2023 was er tot ver in de zomer sprake van zeer natte omstandigheden. Een deel van de bossen was geïnundeerd en plaatselijk waren bomen ook door de lange inundaties afgestorven. Ook een complex met volkstuintjes stond vrijwel helemaal blank.



Figuur 7 - Het onderzochte duingebied.

4.3.2 Resultaten

Bij aanvang van deze pilot was het de bedoeling om Sphær op drie aspecten te testen (zie ook paragraaf 4.1.1):

1. Het herkennen van vegetatiestructuurtypen
2. Het herkennen van enkele habitattypen (Witte duinen - H2120; Grijze duinen - H2130; Vochtige duinvalleien - H2190; geen van voornoemde).
3. Het herkennen van verschillen in drie niveaus van plantengemeenschappen. Binnen de Klasse van de droge graslanden onderscheid tussen klasserompen en het verbond. Het verschil tussen twee verbonden. En tenslotte binnen één verbond het verschil tussen twee associaties.

Basis voor het begrenzen van training sites als input voor de verschillende modellen is de vegetatiekartering van 2024. Door tijdsgebrek heeft de focus vooral gelegen op het eerste punt. Het derde aspect is in het geheel niet onderzocht en het tweede beperkt.

Habitattypen

Als input dienden vlakken gedomineerd door plantengemeenschappen die zelfstandig tot één van de drie genoemde habitattypen gerekend kunnen worden. Het aantal trainingsvlakken per klasse is in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3 - Onderzochte habitattypen en aantal observaties per habitatype.

Habitatype	Code	Aantal trainingsvlakken
Witte duinen	H2120	4
Grijze duinen	H2130	12
Duinvalleien (incl. open water)	H2190	8
Geen van bovenstaande	-	7

De classificatie is uitgevoerd op basis van enkel Sentinel-beelden (10×10 m) en met de advanced & sensitive classifier. Het resultaat is weergegeven in Figuur 8.

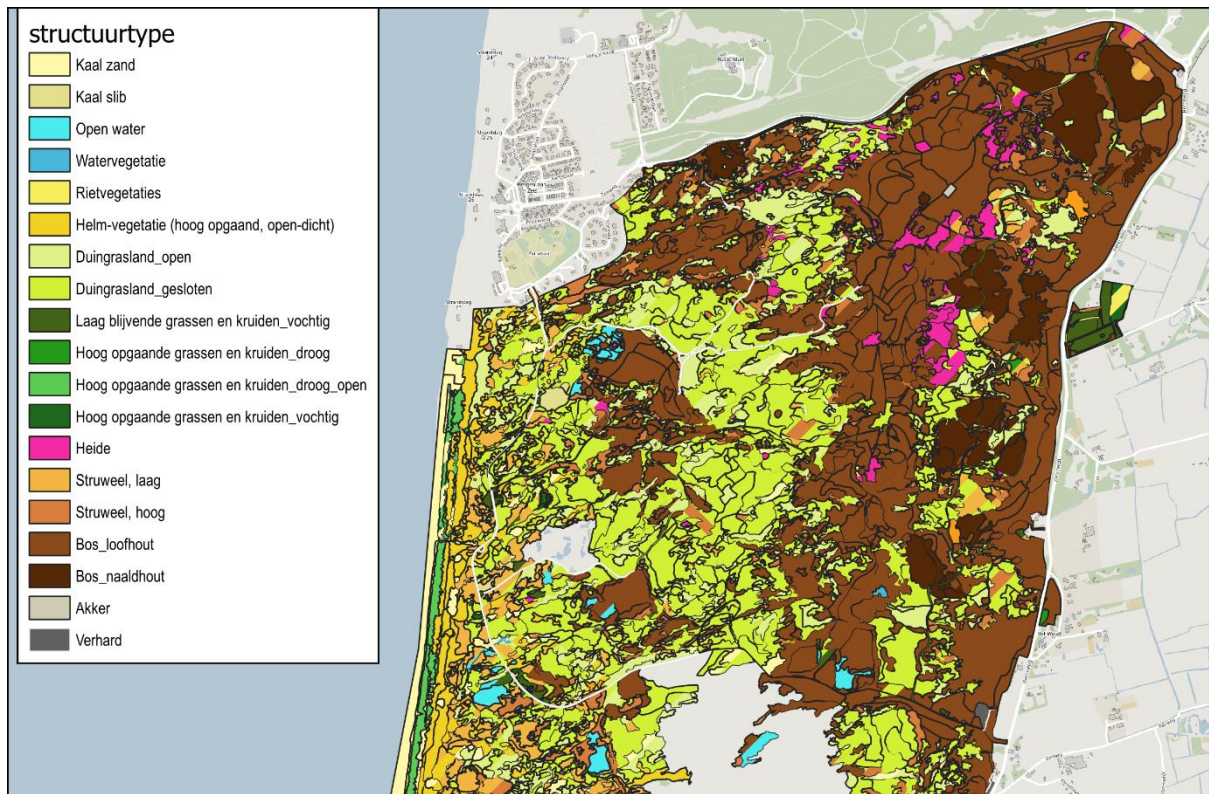


Figuur 8 - Output classificatie habitattypen

Er is geen expliciete validatie uitgevoerd van de resultaten. Op het oog lijken de Witte duinen redelijk goed te worden herkend. Wel valt op dat er ook veel midden- en binnenduin pleksgewijs tot dit habitatype gerekend wordt. Dat zijn open plekken binnen de droge duingraslanden en delen met secundaire helmgroei die hier formeel niet toe gerekend worden. Opvallend is dat er erg veel gebied als Vochtig duinvallei wordt geclassificeerd. Waarschijnlijk komt dit omdat tijdens de kartering veel geïnundeerde delen als open water zijn gekarteerd en een deel hiervan is ook als training site gebruikt. Dat levert een overmaat aan vochtige duinvallei op. De grote boscomplexen komen er duidelijk uit als niet één van de drie habitattypen. Anderzijds wordt er nu te veel tot Grijze duinen gerekend. Ook de struwelen en de lage eikenbosjes die verspreid binnen de duingraslanden aanwezig zijn. Maar dat komt omdat deze bij de input onvoldoende zijn aangegeven als "Geen habitatype".

Vegetatiestructuur

In eerste instantie is de vegetatiestructuur afgeleid van het gekarteerde vegetatietype. De vegetatietypen zijn geaggregeerd tot 21 structuurklassen, waarvan enkele niet of zeer sporadisch in het onderzochte gebied aanwezig zijn. In Figuur 9 is de structuurkaart weergegeven van het noordelijk deel van het karteergebied 2024. De daarbinnen aanwezige structuurtypen zijn in de legenda vermeld.



Figuur 9 - Uitsnede structuurkaart (noordelijk deel)

Uiteindelijk zijn diverse modellen gebruikt, door verschillende onderzoekers, voor de classificatie tot structuurtypen. Door de onderzoekers is er, niet bewust, verschillend omgegaan met 'complexe vlakken'. Dat zijn vlakken in de vegetatiekaart waarbinnen meerdere structuurtypen aanwezig zijn. Waar de één trachtte om een klein homogeen vlak als training site af te bakenen is een ander daar iets ruimer mee omgegaan. Dat maakt de vergelijking tussen de verschillende uitgewerkte classificaties lastig, maar geeft ook inzicht in het effect van niet heel homogene training sites.

a)

b)

c)



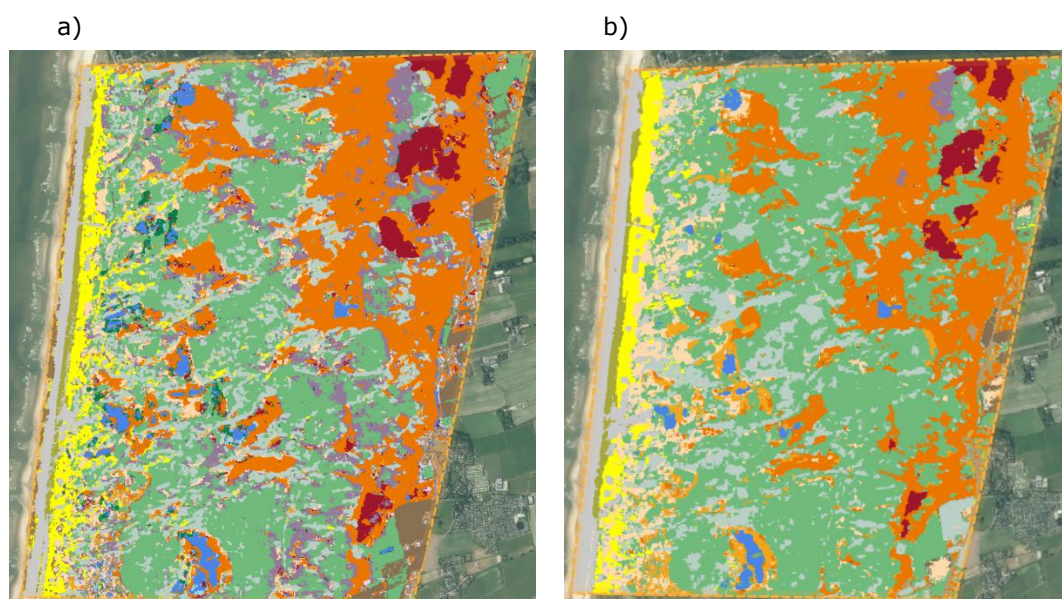
Figuur 10 – Training sites ingetekend door verschillende experts. Van links naar rechts varieert het van behoorlijk kleine, homogene vlakken tot grotere meer heterogene vlakken. In b en c zijn ook structuurtypen meegenomen die minder dan een derde van de gekarteerde vegetatievlakken innemen, bij a is dat zoveel mogelijk vermeden.

Oorspronkelijk is het lagere resolutiemodel (10×10 m) met de simple & reliable classifier gebruikt. Dat gaf redelijke resultaten maar sommige structuurtypen werden slecht herkend. Zo bleek heide, dat maar weinig in het onderzoeksgebied voorkomt, slecht te worden herkend evenals het verschil tussen laag en hoog struweel, hoog struweel en bos, en het verschil tussen open en gesloten duingrasland. Daarnaast was sprake van verwarring als gevolg van geïnundeerde delen die in 2024 als open water zijn gekarteerd maar wat uiteindelijk vooral een momentopname betreft.

Betere resultaten zijn behaald met het hoge resolutiemodel (o.b.v. Sentinel2 + luchtfoto) en de advanced & sensitive classifier. Ook het model met parameters afgeleid van het AHN (o.b.v. Sentinel2 + AHN5) met advanced & sensitive classifier gaf iets betere resultaten dan het model gebaseerd op alleen Sentinel2 en de simple & reliable classifier. In Tabel 4 zijn de overall resultaten (F1-scores) van de drie modellen weergegeven afhankelijk van de gebruikte training sites. Dergelijke scores variëren tussen 0 en 1, waarbij 1 een perfecte overeenkomst tussen de klassen van de training sites en die van het model weergeeft. Gezien enige onnauwkeurigheid in de validatieset kunnen de waarden mogelijk nog iets hoger liggen.

Tabel 4 - F1-scores o.b.v. onafhankelijke validatiesets bij verschillende modellen en verschillende training sets (Figuur 10).

Model	a) klein & homogeen	b) ertussenin	c) groot & heterogeen
Sentinel2 (S2)		0,77	
Sentinel2 + AHN (AHN)		0,78	
Sentinel2 + luchtfoto (HR)	0,78	0,81	0,75



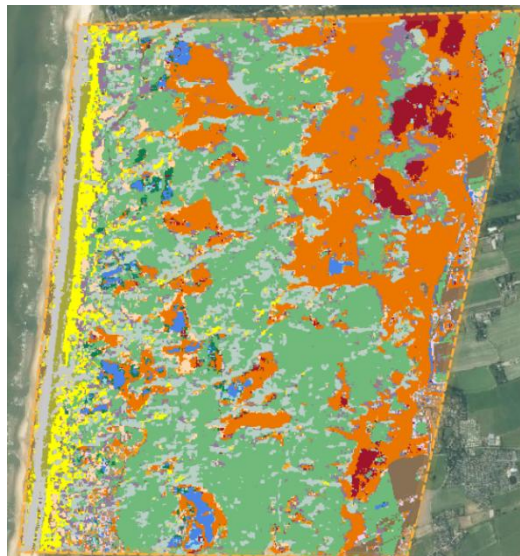
Figuur 11 - Classificatieresultaten hoge resolutiemodel (en advanced & sensitive classifier). Links o.b.v. kleine homogene vlakken (Figuur 11a) en rechts op basis van grotere iets heterogeen vlakken (Figuur 11b).

De resultaten van de hoge resolutieclassificaties (HR) zijn weergegeven in Figuur 11. Opvallend is dat in de linker figuur veel meer heide (paars) wordt voorspeld dan in de rechter figuur. Veelal betreft het in werkelijkheid (gesloten) duingrasland (groen) vaak grenzend aan loofbos (oranje). Een reden kan zijn dat de training sites voor heide bij de linker variant vaak gekozen zijn grenzend aan loofbos. Aangezien de advanced & sensitive classifier rekening houdt met de omgeving, verwacht het model ook eerder heide naast loofbos. Een andere reden is dat voor de linker classificatie duingraslanden als training site zijn geselecteerd die weinig verspreide struikjes en kleine struweeltjes bevatten. Dit om zo homogeen mogelijk te zijn. In de rechter variant zijn de training sites voor duingrasland grover ingetekend, inclusief delen met verspreide struweeltjes. Bij de linker classificatie lijkt het model te verwachten dat verspreide struikjes (zoals ook in heide het geval is) overeenkomen met heide. Het omgrenste gebied in Figuur 12 is door dit model (Figuur 11a) dan ook als heide geassocieerd. In de classificatie van Figuur 11b is het model geleerd dat dit gesloten duingrasland kan zijn.



Figuur 12 - Duingrasland met verspreide struweeltjes en struiken.

Het toevoegen van twee vlakken met gesloten duingrasland met verspreide struikjes aan classificatie van Figuur 11a, gaf al een beter resultaat met minder foutief toegekende heide (Figuur 13).

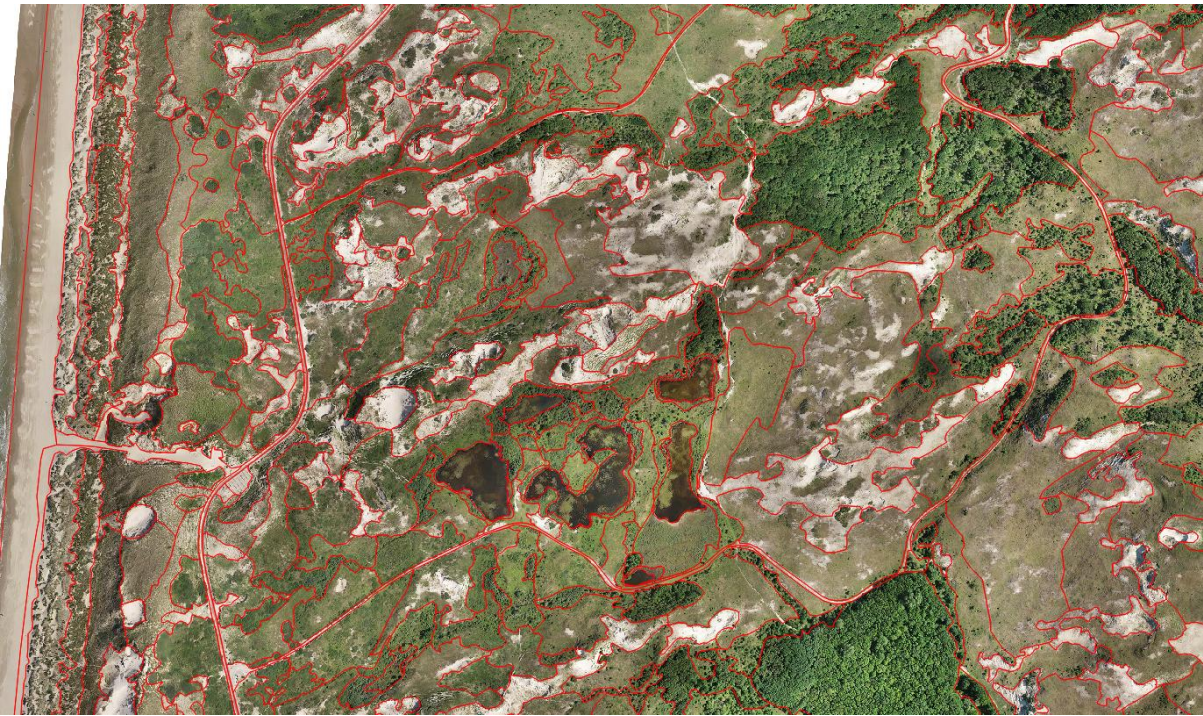


Figuur 13 - Classificatie op basis van kleine homogene vlakken, waaraan 2 vlakken duingrasland met verspreide struikjes als training site zijn toegevoegd.

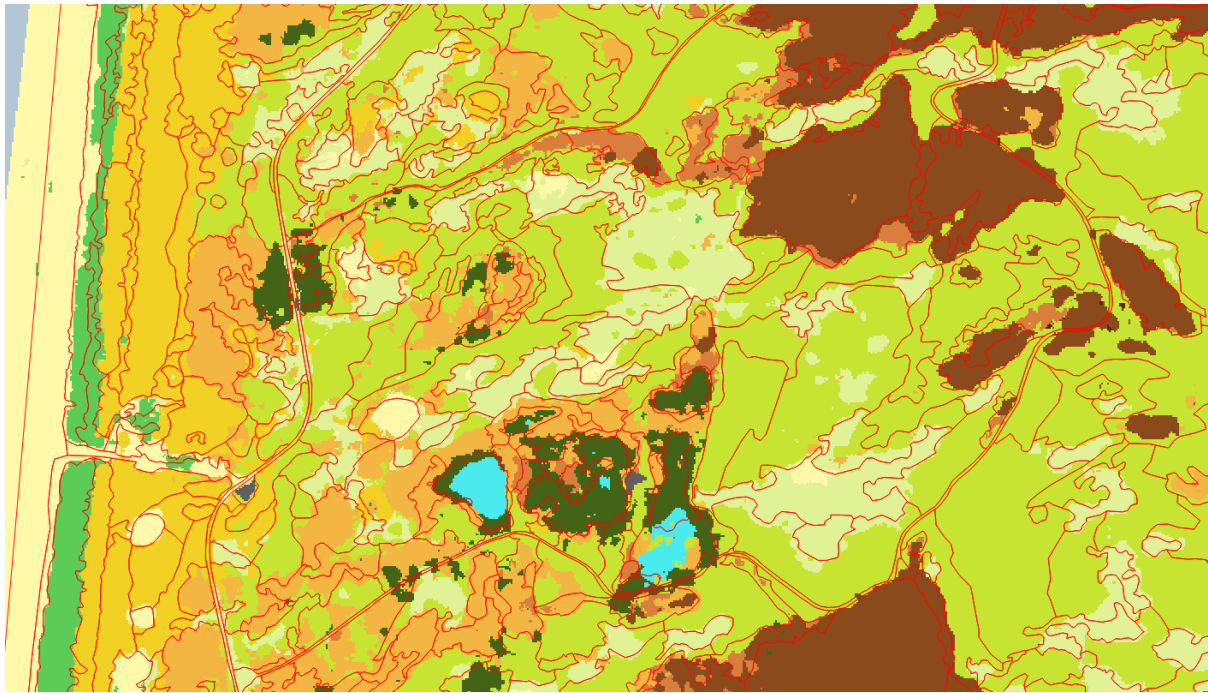
Vergelijking met luchtfoto-interpretatie

Voorafgaand aan de vegetatiekartering in 2024 (Feldbrugge 2025), zijn hoge resolutie-luchtfoto-beelden (2 cm!) uit 2022 tweedimensionaal geïnterpreteerd. Daarbij zijn alleen grenzen getrokken en is geen indicatie van inhoud gegeven. De zo ontstane vlakken zijn in 2024 allen bezocht en getypeerd. In de uiteindelijke vegetatiekaart zijn deze grenzen gehandhaafd. Op slechts enkele locaties zijn vlakken uit de luchtfoto-interpretatie verder opgesplitst op basis van de veldinformatie.

Bij deze pilot is de classificatie met Spheer tot structuurtypen bedoeld om te evalueren of een dergelijke halfautomatische classificatie een luchtfoto-interpretatie (deels) kan vervangen.



Figuur 14 - Hoge resolutie luchtfoto 2022 met de grenzen van de luchtfoto-interpretatie.



Figuur 15 - Resultaat classificatie Spheer, met hoge resolutiemodel en advanced & sensitive classifier. De rode lijnen zijn de grenzen van de luchtfoto-interpretatie voorafgaand aan de vegetatiekartering 2024.

Vergelijking van figuren 14 en 15 laat zien dat veel grenzen van de classificatie met Spheer vaak goed overeenkomen met die van de visuele luchtfoto-interpretatie. Bij de luchtfoto-interpretatie nog beduidend meer grenzen zijn getrokken binnen eenheden waar Spheer geen onderverdeling maakt. Dat komt enerzijds door de zeer hoge resolutie van de luchtfoto waardoor textuurverschillen goed opvallen. Daarnaast konden bij de luchtfoto-interpretatie ook subtiele verschillen in de verhouding van vegetatiestructuurtypen worden onderscheiden.

Ook zijn bij de luchtfoto-interpretatie grenzen getrokken op grond van de bijvoorbeeld de aanwezigheid en abundantie van opslag (o.a. meidoorn, kruipwilg) in duingrasland. Om dit bij een halfautomatische classificatie te doen, vergt een nog verdere opsplitsing van de karteereenheden. Mogelijk zou de combinatie van classificatie en regressie dit deels wel mogelijk maken.

4.3.3 Sterke punten & kansen

Spheer maakt het op relatief eenvoudige wijze mogelijk om, met een luchtfoto als achtergrond, gebieden te begrenzen als training site (input) voor een halfautomatische classificatie.

De input voor training sites kan ook worden geïmporteerd via een GeoPackage. Dit is handig want dat maakt het mogelijk om vanuit een gisbestand met vegetatiedata een trainingsset samen te stellen. Ook voor een validatieset zou iets vergelijkbaars handig zijn (zie 4.3.4).

De output van Spheer (als geo-Tiff) kan direct worden ingeladen in een gissysteem. Dit maakte het mogelijk om, na eventuele aanpassing van de legendakleuren, deze output te vergelijken met bijvoorbeeld een vegetatiekaart of afgeleide daarvan.

Gebruik Spheer in plaats van luchtfoto-interpretatie:

De mate van detail die op basis van een goede en hoge resolutie luchtfoto is te zien, is veel hoger dan wat voor een vegetatiestructuurkartering schaal 1:5.000 nodig is. Maar al dat detail uitkarteren kan ook een groot nadeel hebben: luchtfoto's zijn een momentopname. Te veel en verkeerde grenzen zijn in het veld lastiger te verbeteren. Minder, maar wel juiste grenzen, werkt bij veldwerk vaak beter. Vlakken worden dan in het veld op basis van veldwaarnemingen in combinatie met luchtfoto en AHN-beeld zo nodig opgesplitst. Dergelijke grove patronen lijkt

Spheer te kunnen herkennen (bij gebruik van hoge resolutieluchtfoto's). Spheer zal daarbij een luchtfoto-interpretatie niet helemaal kunnen vervangen, maar wel de belangrijkste grenzen tussen structuurtypen kunnen trekken.

4.3.4 Randvoorwaarden & beperkingen

De classificatie is een iteratief proces. Het vereist controle van de eerste versies en bijsturing/aanpassing van de training sites (toevoegen of aanpassen van klassen die vaak foutief worden geclassificeerd). Deels is dit visueel, maar een *confusion matrix* is daarbij een goed hulpmiddel. Dat ontbreekt vooralsnog in Spheer.

Voor een analyse met een confusion matrix is een onafhankelijke validatieset gewenst. De locaties uit die validatieset zou je ook willen kunnen zien in Spheer, zodat je bij het aanpassen of uitbreiden van de training sites overlap met de validatieset kunt vermijden.

Een overzicht van het aantal en oppervlak van training sites per classificatie-eenheid ontbreekt. Dit is wel nuttig om te beoordelen of er sprake is van een evenwichtige verdeling tussen de input-klassen.

Een training set intekenen in Spheer op basis van een analoge kaart of pdf-kaart kan lastig zijn omdat de exacte locatie en begrenzing op basis van de luchtfoto-achtergrond lastig terug te vinden is. Een indicatie van de RD-coördinaat van de cursor kan hierbij helpen.

Voor gebruik in een vegetatiekartering op schaal 1:5.000 is de output van het lage resolutiemodel ruimtelijk te grof. Ook na *smoothen* van het vectorbestand is de verwachting dat grenzen vaak niet goed aansluiten bij de werkelijkheid. Met het hoge resolutiemodel blijken de grenzen ruimtelijk wel dusdanig nauw aan te sluiten (na smoothing van het vectorbestand).

Hoewel uiteindelijk in deze use case niet specifiek onderzocht, is de verwachting dat kleine verschillen in vegetatiesamenstelling, gebaseerd op enkele soorten met soms lage bedekkingen, niet door Spheer kunnen worden gedetecteerd. Dat houdt vegetatiekundig in dat verschillen op associatie- en deels ook verbondsniveau niet kunnen worden gemaakt. Dat is wel het niveau waarop Natura 2000-habitattypen zijn gedefinieerd.

4.4 UC 3 – Laagveengebied: Wieden-Weerribben

4.4.1 Introductie gebied

De Natura 2000-gebieden De Wieden en Weerribben vormen een uitgestrekt laagveenmoeras in de kop van Overijssel en behoort tot de grootste aaneengesloten laagveengebieden van Noordwest-Europa. Het is een kleinschalig cultuurlandschap dat bestaat uit een mozaïek van open water, sloten en kanalen, afgewisseld met petgaten en legakkers die zijn ontstaan door historische turfwinning. Deze structuur zorgt voor een grote variatie aan natte habitats, waaronder rietlanden, trilvenen, natte graslanden, hooilanden en broekbossen. Het beheer van de Wieden-Weerribben is de laatste jaren voornamelijk gericht op het ontwikkelen en de instandhouding van verschillende verlandingsgemeenschappen, in het bijzonder trilveen.

Het landschap in de Wieden en Weerribben is sterk door de mens beïnvloed. Door de eeuwenlange verving ontstond in het landschap een patroon van petgaten en legakkers. Door een combinatie van factoren, zoals bijvoorbeeld de manier van verving in het verleden, zijn de Wieden en Weerribben verschillend in landschap en vegetatie. Daarnaast worden de gebieden niet op geheel gelijke manier beheerd. In grote delen van de Weerribben vindt nog rietproductie plaats waarbij het riet in de wintermaanden geoogst wordt, terwijl in de Wieden op grotere schaal botanisch beheer plaatsvindt waarbij de rietlanden in de zomermaanden gemaaid worden.

4.4.2 Methodiek

Het doel voor deze use case was om in Spheer het voorkomen van vier vegetatietypen en drie toevoegingen/aspecten te onderzoeken. Het gaat specifiek om de vegetatietypen veenmosrietland

(r09Aa02), trilveen (associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge) (r09Ba03), veenheide (r11Ba02) en Galigaanmoeras (r08Bd01). Deze 4 vegetatietypen komen tevens overeen met 4 aanwezige beschermde habitattypen in het gebied. Bij toevoegingen/aspecten is er gekeken naar de bedekking van veenmos, Hennegras en Gewoon haarmos in het gebied. De modellen zijn getraind met uitsluitend data vanuit de Weerribben uit de flora- en vegetatiekartering De Wieden & Weerribben 2020-2022, de resultaten van de modellen zijn echter verkregen en geëvalueerd voor zowel de Weerribben als de Wieden. Hierdoor kunnen we niet alleen kijken hoe goed een model werkt op het gebied waaruit het model trainingsdata krijgt, maar ook hoe goed het model te extrapoleren is naar andere vergelijkbare gebieden.

Spheer heeft resultaten genereert voor de jaren 2017 tot en met 2024. De karteringsdata van Van der Goes en Groot, waarmee het model getraind is, is van 2020-2022. Voor het trainen van het vegetatietype-model is ervan uitgegaan dat de typen in alle drie deze jaren aanwezig zijn op de gekarteerde vlakken. Voor de toevoegingen is per toevoeging gekozen voor het jaar met de meest beschikbare data. De kans is namelijk aanwezig dat bijvoorbeeld een Hennegras-bedekking fluctueert binnen de drie onderzoeksjaren.

Voor de resultaten van de vegetatietypen is gekozen om enkel die van het tussenliggende jaar 2021 in dit verslag te presenteren, vanwege de anders te grote hoeveelheid resultaten om te evalueren. Voor de toevoegingen is voor zowel Hennegras als haarmos naar de resultaten van 2020 gekeken; voor veenmos naar 2021. Dit heeft te maken met de beschikbare karteringsdata in de Weerribben om het model mee te kunnen trainen.

In principe zijn alle modellen in eerst instantie getraind met vijftien vlakken met een zo hoog mogelijke bedekking van een vegetatietype of toevoeging (voor vegetatietypen 100% aanwezigheid). Daarnaast zijn vijftien grote vlakken met een grote variatie aan vegetaties en structuurtypen voor training aangewezen waar de vegetatietypen of toevoeging geheel afwezig is (vanaf hier: "overige vlakken" of 0-vlakken).

Naar aanleiding van de resultaten van Spheer, zowel de voorspellingskaart als de volledigheidkaart, zijn hierna eventueel meer trainingsvlakken toegevoegd en nieuwe modellen gerund. Voor de vegetatietypen zijn uiteindelijk vier classificatiemodellen gerund; drie hiervan met het simple & reliable classifier (default)-model en de laatste ook met het advanced & sensitive classifier-model (ASC-model). Voor Hennegras zijn vier regressiemodellen gerund, voor Gewoon haarmos drie en voor veenmos twee. Voor deze toevoegingen is het simple & reliable regressor (default)-model gebruikt; daarnaast is voor elke toevoeging het laatste model ook gerund met het many observations regressor (experimental)-model (MOR-model). Ten behoeve van de leesbaarheid van deze beknopte rapportage, is ervoor gekozen om alleen de resultaten van Spheer te presenteren die het dichtst bij de werkelijke kartering liggen.

4.4.3 Resultaten

Vegetatietypen – Galigaanmoeras (r08Bd01)

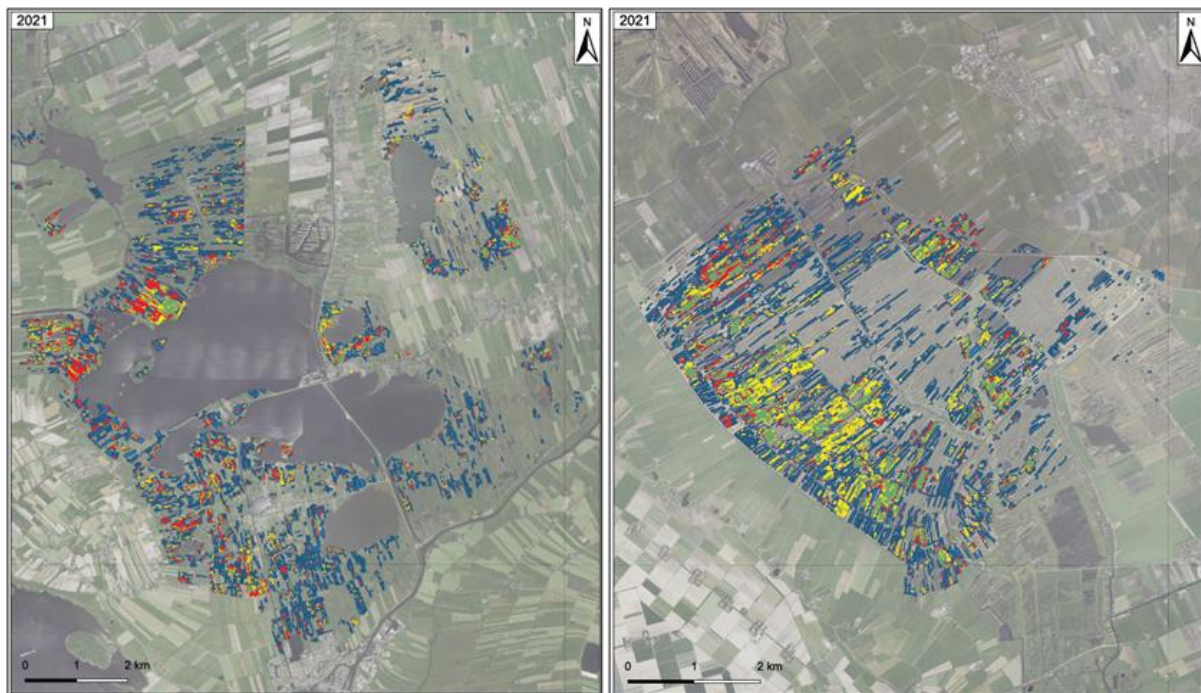
Het vegetatietype Galigaanmoeras is in zowel run 1 (14 vlakken Galigaanmoeras, 15 overige vlakken) als in run 2 (20 vlakken Galigaanmoeras, 20 overig) niet herkend door Spheer. Hierna is het type bij gebrek aan voldoende trainingsdata niet meer meegenomen in run 3 en 4. Hoewel Galigaan een vrij algemene soort is, zijn vegetaties van Galigaan relatief zeldzaam. Galigaan vormt veelal zeer kleine haarden en smalle linten langs percelen. Op veel andere plaatsen groeit Galigaan in zeer smalle, niet aaneengesloten zones in oevers of verspreid in trilvenen. Deze groeiplaatsen voldoen niet aan de randvoorwaarden voor het toekennen van Galigaan-vegetatie (o.a. 100 m² aan aaneengesloten, vlakvormig oppervlak, evenals een hoge bedekking van Galigaan (min. 30%)). Galigaan is daarnaast in veel gevallen onderdeel van trilveenvegetaties. Het is dus aannemelijk dat de trainingsdata niet volledig genoeg was voor Spheer (te kleine en te weinig vlakken) om het type te kunnen herkennen. Daarnaast is de overlap met trilveenvegetatie wellicht een lastig punt voor het model, aangezien het hier ook op getraind is.

Vegetatietypen – Veenmosrietland (r09Aa02)

Voor veenmosrietland zijn in het vegetatietypen-model uiteindelijk 25 vlakken getraind met 100% bedekking van veenmosrietland en 30 overige vlakken. Veenmosrietland is in beide laagveengebieden een zeer algemene vegetatie en wordt gekenmerkt door een dominantie van veenmos met een ijle rietbedekking. In de kaarten is te zien dat de modellen (default en ASC) een deel van vlakken met veenmosrietland juist herkennen (Figuur 16).

Spheer geeft voor dit type zowel in de Wieden (links) als in de Weerribben (rechts) relatief weinig vals-positieven terug. Hierbij moet worden benoemd dat de karteringsdata (in blauw) ook lage bedekkingen van veenmosrietland bevat. Wanneer er wordt gefilterd op enkel hoge bedekkingen, is te zien dat Spheer relatief betere resultaten geeft. Dit is niet vreemd, aangezien de modellen getraind zijn met vlakken met 100% bedekking. Daarnaast valt het op dat het default- en ASC-model verschillende vlakken lijken terug te vinden, waarbij vaak beiden juist zijn.

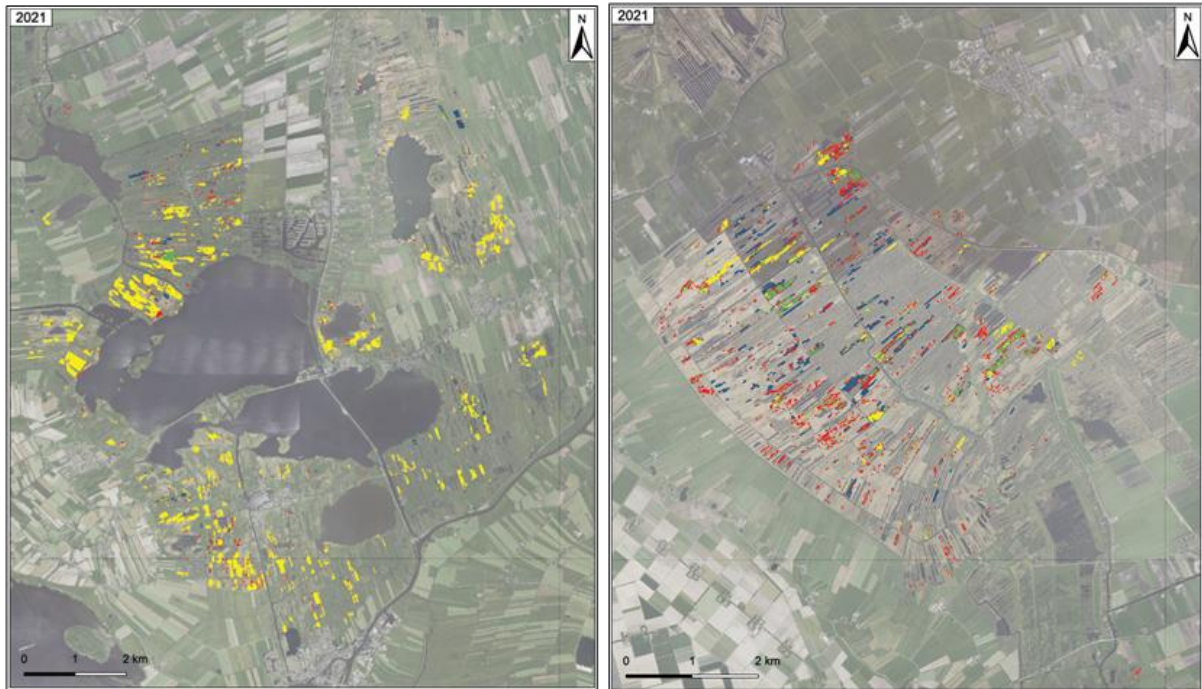
Verder lijkt Spheer voor veenmosrietland beter te presteren in de Weerribben. Dit komt waarschijnlijk deels doordat de modellen hier getraind zijn. Dit laat zien dat dit model veel beter het presteert in een gebied waar het model getraind is. Mogelijk zorgen afwijkingen in soortensamenstelling en vegetatiestructuur tussen beide gebieden voor een slechtere herkenbaarheid in de Wieden. Opvallend is hierbij dat de herkenning in de Wieden het beste lijkt in gebieden waar het beheer van de veenmosrietlanden overeenkomt met het beheer in de Weerribben (wintermaaien). Het default-model presteert hier het beste.



Figuur 16 - Resultaten voor veenmosrietland in de Wieden (links) en Weerribben (rechts). De blauwe vlakken laten veenmosrietlandbedekking zien zoals gevonden in de kartering (alle bedekkingen). In het rood de resultaten van het ASC-model, in geel het default-model; groene vlakken zijn door beide modellen gevonden.

Vegetatietypen – Veenheide (r11Ba02)

Ook voor veenheide zijn in het vegetatietypen-model uiteindelijk 25 vlakken getraind met 100% bedekking van veenheide en 30 overige vlakken. Opvallend is dat het default-model in de Wieden relatief veel vlakken foutief herkend als veenheide; het ASC-model geeft hier betere resultaten. Veenheide heeft net als veenmosrietland een dominantie van veenmossen, waar Gewoon haarmos iets vaker aanwezig is. Daarnaast is de Riet vaak nog ijler aanwezig of zelfs afwezig en zijn dwergstruiken als Gewone dophei en Kleine veenbes abundant tot dominant aanwezig (bedekking overwegend >5%). Deze vegetaties zijn dus niet uitsluitend te herkennen op de dominantie van veenmos.

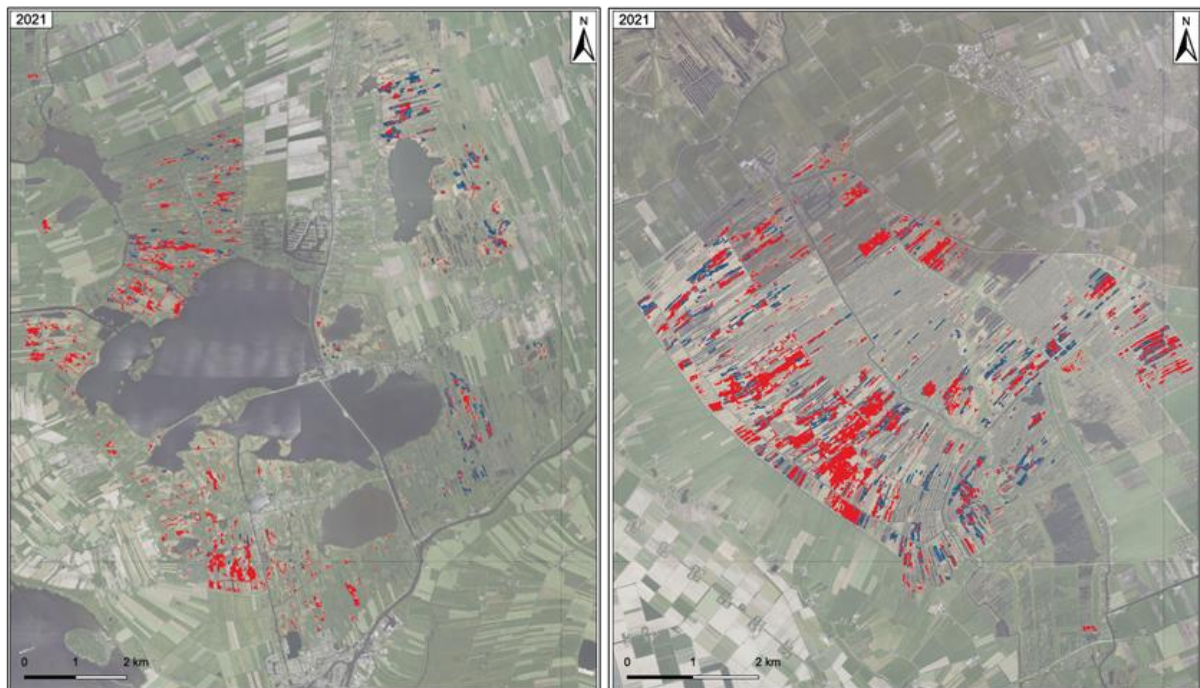


Figuur 17 - Resultaten voor veenheide in de Wieden (links) en Weerribben (rechts). De blauwe vlakken laten veenheide-bedekking zien zoals gevonden in de kartering (alle bedekkingen). In het rood de resultaten van het ASC-model, in geel het default-model; groene vlakken zijn door beide modellen gevonden.

Vegetatietypen – Trilveen (r09Ba03)

Voor trilveen zijn in het vegetatietypen-model uiteindelijk ook 25 vlakken getraind met 100% bedekking van trilveen en 30 overige vlakken. Er zit een groot verschil tussen de resultaten van het default- en het ASC-model. Het default-model vond slechts enkele pixels trilveen terug, terwijl het ASC-model juist een relatief grove overschatting lijkt te maken van de hoeveelheid trilveen in zowel de Wieden als Weerribben.

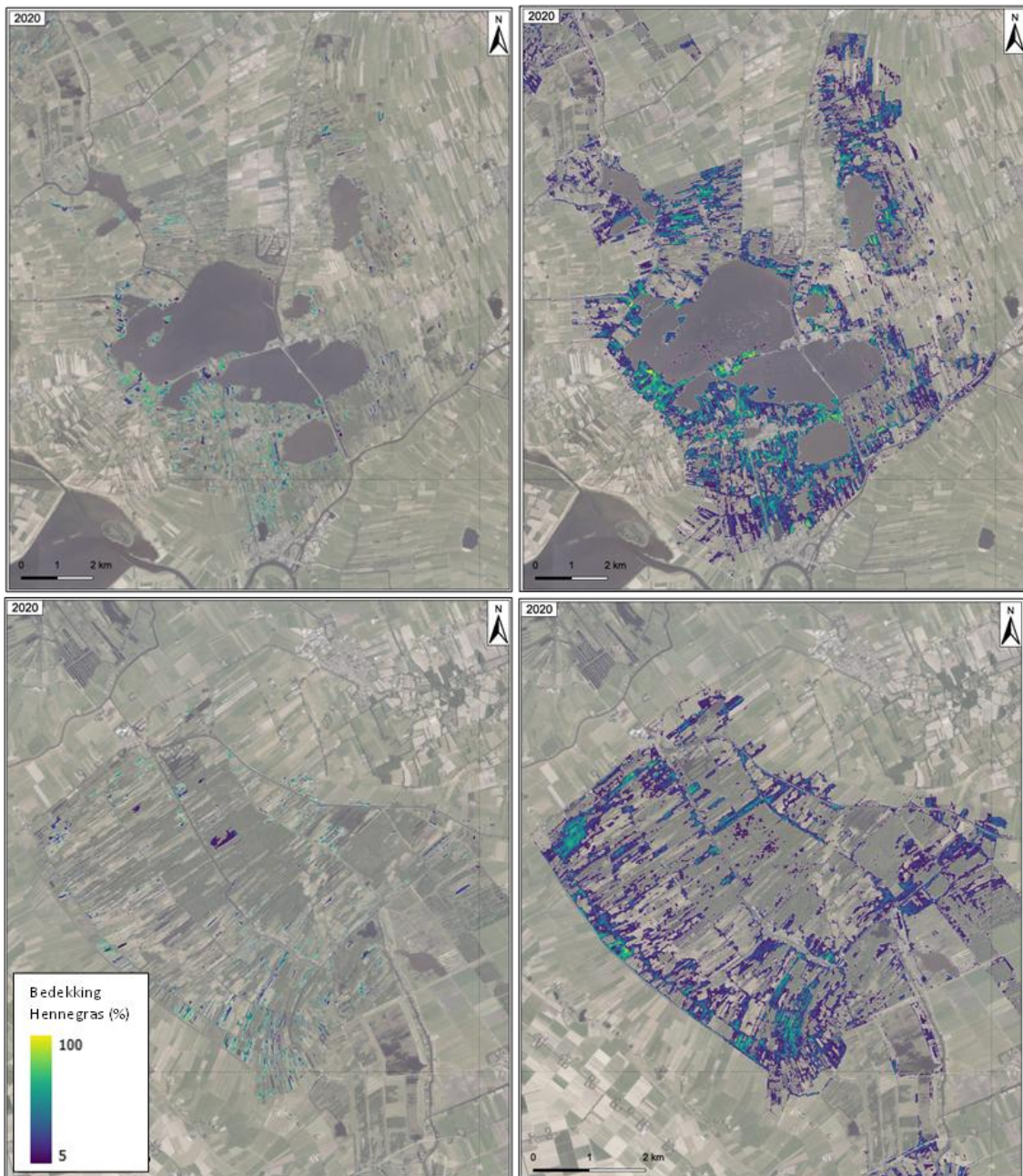
Dit vegetatietype wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van associatiekensoorten Rood schorpioenmos en/of Ronde zegge in een rietland-setting en laat zich niet kenmerken door dominanties van soorten. Qua dominantie is het een variabel vegetatietype, waarbij bijvoorbeeld zowel de bedekking als samenstelling van de moslaag sterk kan variëren afhankelijk van de ouderdom en de mate van verzuring. Het is aannemelijk dat deze vegetaties met een pixel grootte van 10x10m van Spheer niet onderscheiden kunnen worden. Er is in dit type geen duidelijke dominantie van een bepaalde soort aanwezig wat het model consequent zou kunnen herkennen. Hierdoor lijkt Spheer ongeschikt voor het in kaart brengen van deze vegetaties. De modellen vinden slechts een laag percentage van de vlakken en vinden de vegetaties ook vaak op plaatsen waar deze niet aanwezig zijn.



Figuur 18 - Resultaten voor trilveen in de Wieden (links) en Weerribben (rechts). De blauwe vlakken laten trilveen-bedekking zien zoals gevonden in de kartering (alle bedekkingen). In het rood de resultaten van het ASC-model.

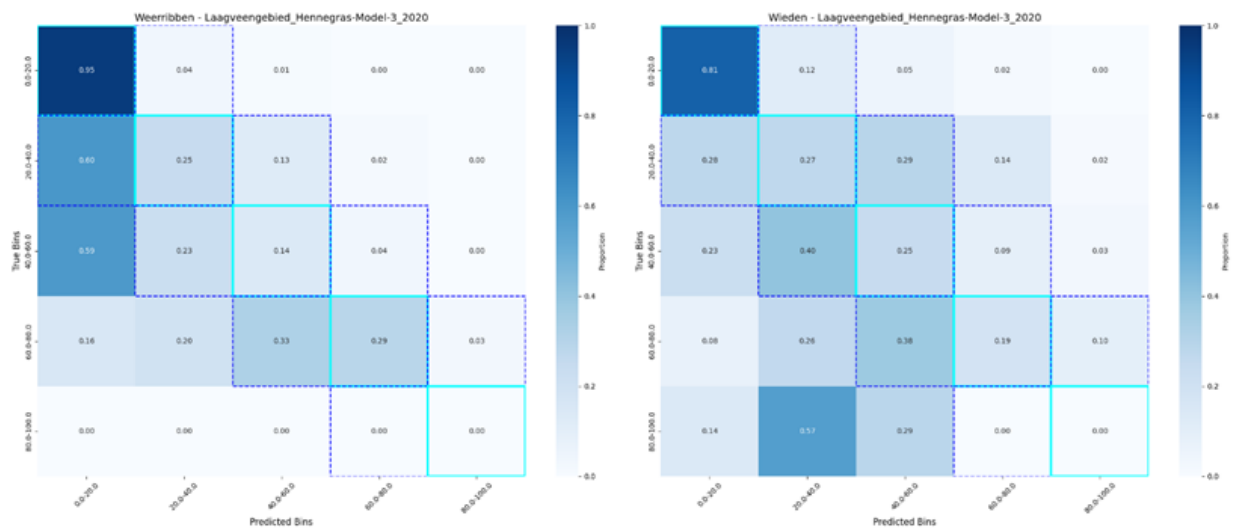
Toevoegingen – Hennegras

Hennegras is in de Wieden-Weerribben een zeer algemene soort die in vrijwel alle ruigten en rietlanden aanwezig is. Voor Hennegras zijn uiteindelijk 20 vlakken met de hoogste bedekking als training gebruikt (70%), naast 30 overige vlakken. Het default-model gaf in dit geval de beste resultaten. Duidelijk te zien is dat Spheer veel meer vlakken teruggeeft met Hennegras-bedekking dan de kartering aangeeft. Dit gaat over het algemeen wel om lage bedekkingen. De plekken waar volgens de kartering hoge bedekkingen van Hennegras zijn, lijkt Spheer wel te herkennen. Hierbij rijst de vraag in hoeverre de kartering een geheel betrouwbare bron is. Lage Hennegras-bedekkingen zijn wellicht niet consequent gekarteerd; een veldvalidatie zou daarom nuttig kunnen zijn.



Figuur 19 - Resultaten voor Hennegras. Links de resultaten van de kartering, rechts de resultaten van het default-model in Spheer. Boven de Wieden, onder de Weerribben.

Ook de confusion matrix laat zien dat Hennegras in de Weerribben beter wordt herkend dan in de Wieden. Mogelijk kan dit verklaard worden door het zomermaaien in de Wieden, waarbij de Hennegrasbedekking al in de zomer verdwijnt en daardoor op de satellietbeelden minder herkenbaar is. De kartering van de vegetatievlakken in de Wieden heeft altijd kort voor het maaien plaatsgevonden.



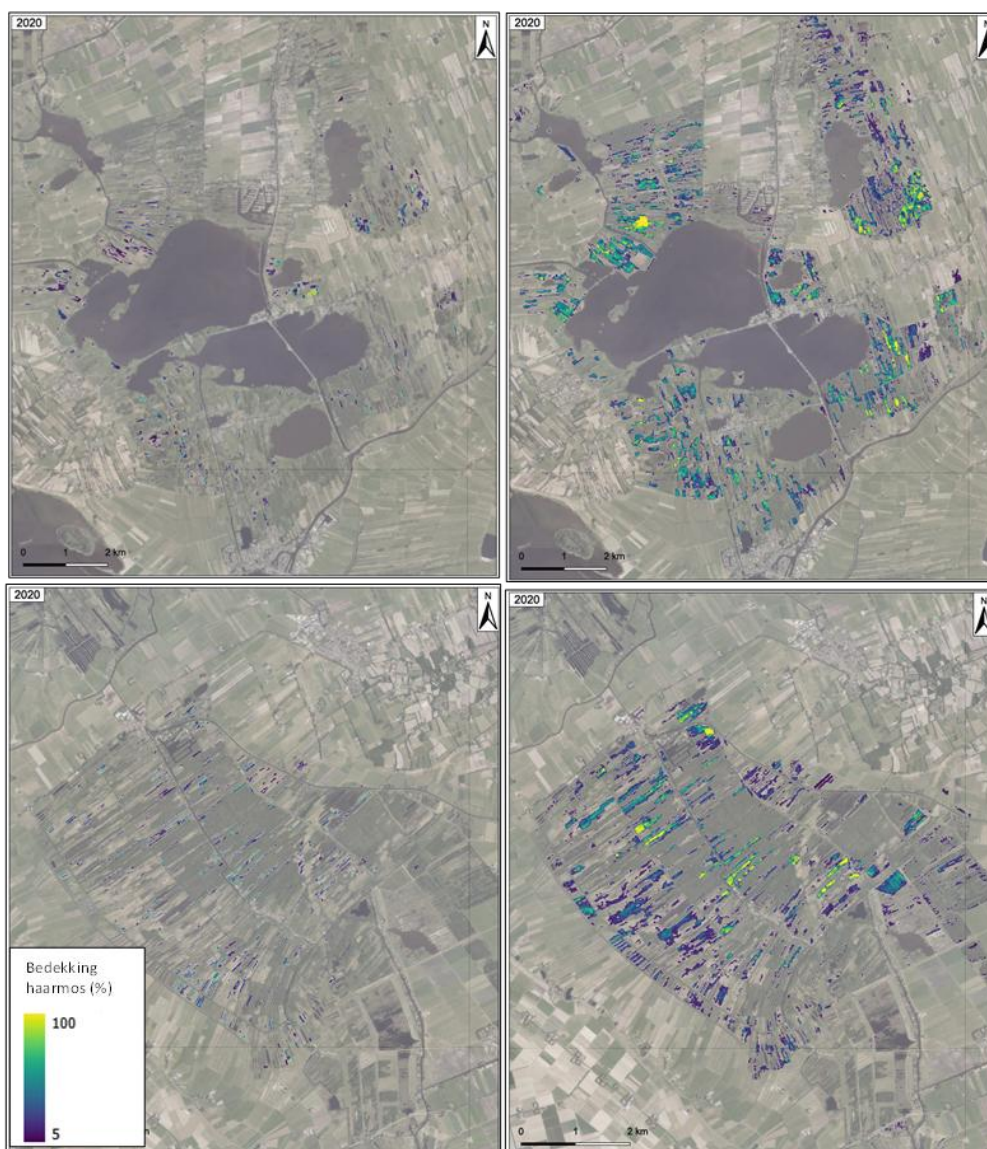
Figuur 20 - Confusion matrix met de rasterdata van Hennegras van de Weerribben (links) en de Wieden (rechts).

Toevoegingen – Gewoon haarmos

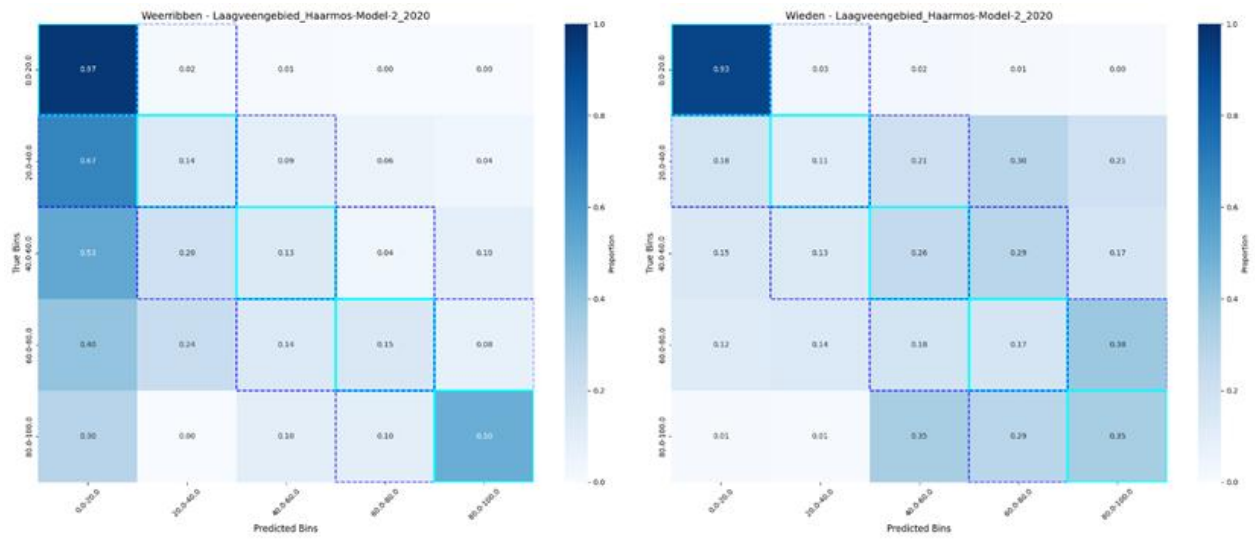
Gewoon haarmos is een veelvoorkomende soort in veenmosrietland. Voor deze soort zijn uiteindelijk 15 vlakken met de hoogste bedekkingen als training gebruikt (70-90%), naast 30 overige vlakken. Ook bij Gewoon haarmos bleek het default-model betere resultaten te leveren; dat wil zeggen minder vals-positieven van lage bedekkingen. Alhoewel Spheer ook hier de vlakken met Gewoon haarmos-bedekking wel lijkt terug te vinden, zijn er ook relatief veel vlakken waar Spheer een hoge bedekking vindt waar de kartering afwezigheid laat zien. Ook hierbij zou een veldvalidatie nuttig kunnen blijken.

Lastig bij het herkennen van moslagen is dat deze bij de kartering ook vastgelegd worden als 100% wanneer er een rietlaag of graslaag boven aanwezig is, op satellietbeelden is deze onderlaag mogelijk niet altijd goed zichtbaar voor het model. De confusion matrix laat zien dat het model zeker voor de Weerribben de bedekkingen vaak lager inschat en dat de schatting bij de Wieden vaker klopt.

Dit kan het effect zijn van zomermaaien waardoor de haarmosbedekking in het jaar langere tijd zichtbaar is zonder overhangende kruidlaag/graslaag.



Figuur 21 - Resultaten voor Gewoon haarmos. Links de resultaten van de kartering, rechts de resultaten van het default-model in Spheer. Boven de Wieden, onder de Weerribben.

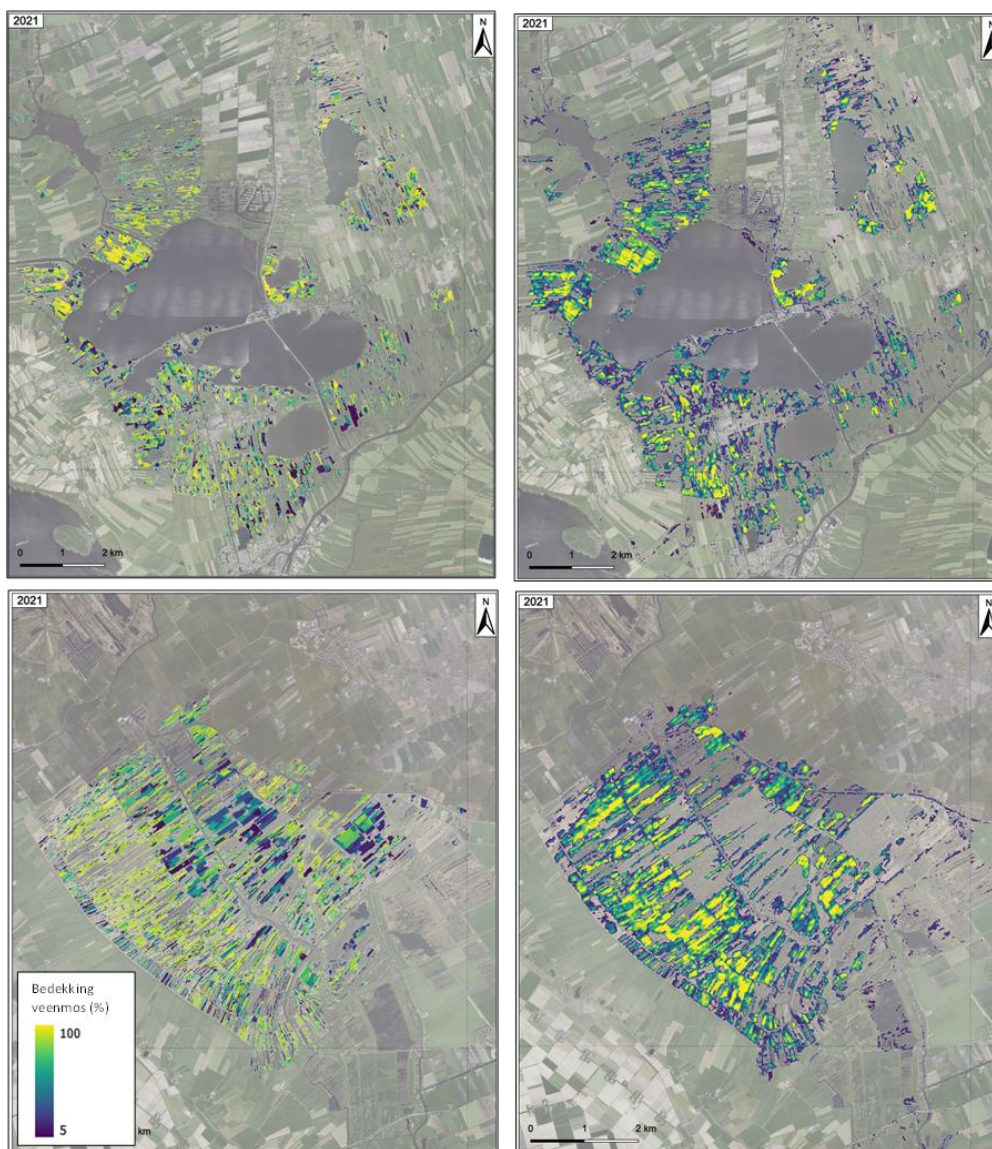


Figuur 22 - Confusion matrix met de rasterdata voor Gewoon haarmos van de Weerribben (links) en de Wieden (rechts).

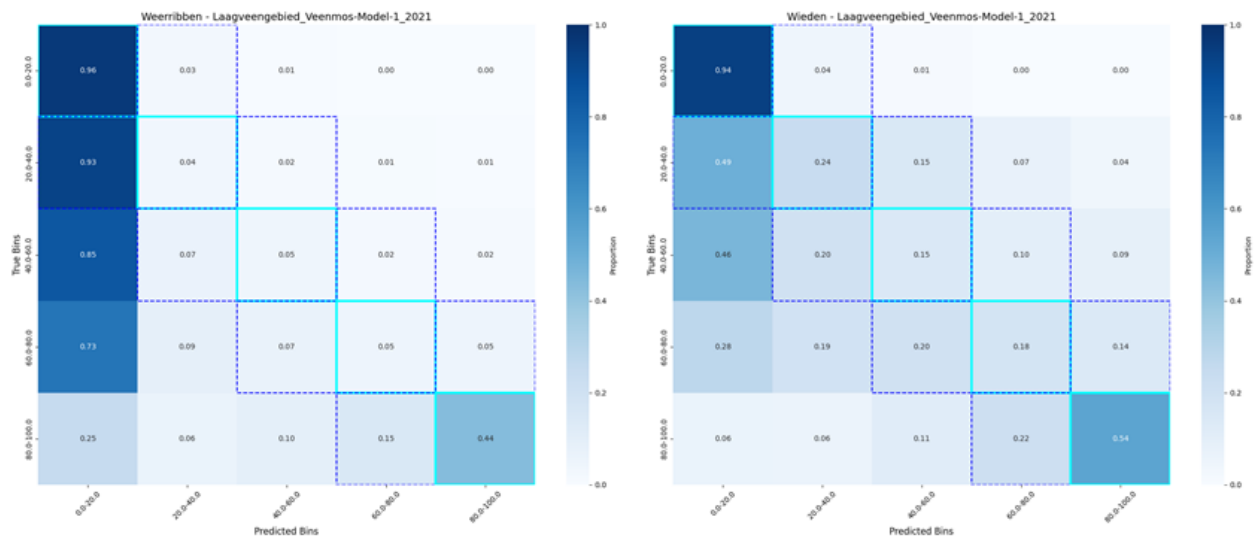
Toevoegingen – Veenmossen

Veenmosbedekking is een zeer algemene toevoeging in de Wieden-Weerribben en in hoge mate gerelateerd aan de vegetatietypen in een vlak. Voor veenmossen zijn uiteindelijk 15 vlakken met de hoogste bedekking als training gebruikt (100%), naast 25 overige vlakken. Er zit weinig verschil tussen de resultaten van het default-model en het MOR-model. Spheer heeft relatief veel vlakken juist beoordeeld met veenmos-bedekking; daarnaast heeft het ook de hoge bedekkingen overwegend juist in kaart gebracht. Een uitzondering betreft de lage veenmos-bedekkingen in de bossen in de Weerribben. Dit is niet vreemd, aangezien deze veenmossen door de boomlaag waarschijnlijk slecht zichtbaar zijn. Daarnaast is het model niet getraind met deze lage bedekkingen.

Vanwege de algemeenheid van veenmossen in het gebied, naast het feit dat hun (vaak) groene kleur jaarrond vrij duidelijk zichtbaar is, heeft Spheer waarschijnlijk een relatief juiste voorspelling kunnen maken. Opvallend is dat het model een beter 'fit' heeft in de Wieden dan in de Weerribben. Dit kan verklaard worden doordat veenmos in de Weerribben vaker in bossen aanwezig is en doordat er in de Weerribben veel vaker wintermaaien plaatsvindt, waardoor het veenmos vaker bedekt wordt door andere planten (riet) en daardoor verminderd zichtbaar is. Ook het feit dat de percelen smal zijn en in de Weerribben haaks op de 10x10m pixels liggen, kan een effect hebben.



Figuur 23 - Resultaten voor veenmos. Links de resultaten van de kartering, rechts de resultaten van het default-model in Spheer. Boven de Wieden, onder de Weerribben.



Figuur 24 - Confusion matrix met de rasterdata voor veenmos van de Weerribben (links) en de Wieden (rechts)

4.4.4 Sterke punten & kansen

- Sfeer is een zeer gebruiksvriendelijke website. Er wordt op meerdere plekken duidelijke uitleg gegeven, bijvoorbeeld over het verschil tussen een regressie- en classificatiemodel. Het is fijn dat er niet te veel opties zijn waar je als gebruiker aan kunt sleutelen die eventueel voor verwarring kunnen zorgen.
- Sfeer functioneert het beste bij het voorspellen van dominanties (zoals veenmosbedekking en aan dominanties gelieerde vegetatietypen als veenmosrietland). De trainingsdataset moet geschikt zijn om het model mee te trainen. Er moeten voldoende grote vlakken zijn met hoge bedekkingen. Eigenlijk dient de trainingsdata hiervoor speciaal ingezameld te worden.
- Het is een nuttig programma om ontwikkelingen in dominante soorten/structuren te volgen over de tijd. Dit lijkt (tot nu toe) wel beperkt tot een grote schaal. Het levert trends op gebiedsniveau. Het is daarbij belangrijk dat het model getraind en getoetst wordt met verzamelde data in de gehele periode.
- Het model is mogelijk beter in het vastleggen van dominanties dan veldmedewerkers, zolang deze dominanties maar de bovenste laag vormen vanuit de ruimte gezien en een lange periode van het jaar zichtbaar zijn.

Misschien kunnen er nog verdere analyses toegevoegd worden aan Sfeer of als plug-in voor QGIS worden gemaakt, zodat je de kaart kunt exporteren en analyseren (bijv. confusion matrix).

4.4.5 Randvoorwaarden & beperkingen

- Specifiek voor dit gebied: smalle legakkers waar de vegetaties/toevoegingen op voorkomen en oriëntatie van het gebied in relatie met het detailniveau van het model 10x10 m).
- Vegetaties die niet op basis van dominante soort te herkennen zijn, worden slecht herkend. Het advanced & sensitive classifier-model presteert beter in het geval van niet dominanties en bij vegetaties die op kleinere schaal aanwezig zijn.
- De gelaagdheid van vegetaties vormt een uitdaging voor het model. Veenmos in bossen, onder Pijpenstrootje etc. wordt niet/verminderd gedetecteerd.
- Uitspraken over specifieke percelen blijven te onzeker. Foutenmarges voor het herkennen van vegetaties blijven veel hoger dan de 5% foutenmarge die bij karteringen wordt gehanteerd. Het model kan (nog) geen vegetatiekaarten maken op basis van trainingsdata die de kwaliteit van vegetatiekaarten halen, die nodig zijn voor het opstellen van habitatypekaarten.
- Goede trainingsdata is essentieel voor het bouwen van een goed model.

- Het model kan zonder extra trainingsdata niet zondermeer tussen gebieden geëxtrapoleerd worden. Verder in ruimte en tijd van de trainingsdata af wordt het model onnauwkeuriger, dit is natuurlijk ook te verwachten. Alhoewel de Wieden en Weerribben erg gelijk zijn en ook dicht bij elkaar liggen, zijn er toch al verschillen in bijv. beheer. Hierdoor kun je zien dat Spheer bepaalde typen of toevoegingen niet goed herkent in de Wieden.
- Veldvalidatie is nodig.
- Een goede kennis van de werking van het model, de aspecten/vegetaties, het beheer en de jaarcyclus van de planten/vegetaties is essentieel voor correcte interpretatie van de resultaten.
- Maaien van grassen en hogere planten en moment van maaien hebben een invloed op de bepaling van dominanties door het model.
- Het model is voor de gebruiker een "black box"; je weet niet precies wat er gebeurt, wat het model precies meeneemt en waar je dus zelf op kan letten bij het trainen van de data. Wat exact de verschillen tussen het default-model en ASC-model zijn en waarom de resultaten verschillen is voor de gebruiker bijvoorbeeld niet inzichtelijk.

4.5 UC 4 – Stroomdal: Vechtdal Overijssel

4.5.1 Introductie gebied

Het Vechtdal ligt aan de rivier de Vecht in de provincie Overijssel. De vegetatiekartering van 2023 (Slingerland & Beuriot, 2024) die gebruikt is om Spheer te testen omvat een deel van het Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden Reggegebied plus enkele aangrenzende gebieden (Beerze en oostelijke punt van het Junner Koeland) en enkele wat meer op afstand liggende gebieden (Erfgenaam, "Klimberg natte heide" en "Klimberg droge heide" ten noordoosten van het Natura 2000-gebied in object boswachterij Hardenberg). Het gebied bestaat uit verschillende landschappen zoals droge en natte heidegebieden, stroomdalgraslanden, agrarisch gebied, heischrale graslanden, stuifzand en droge en vochtige bossen. Het in 2023 onderzochte gebied heeft een omvang van 448 ha.

4.5.2 Resultaten

Het doel was hier om te testen of verschillende graslandtypen onderscheiden kunnen worden, met name de plantengemeenschappen die kwalificeren voor H6120 Stroomdalgraslanden of voor H2330 Zandverstuivingen.

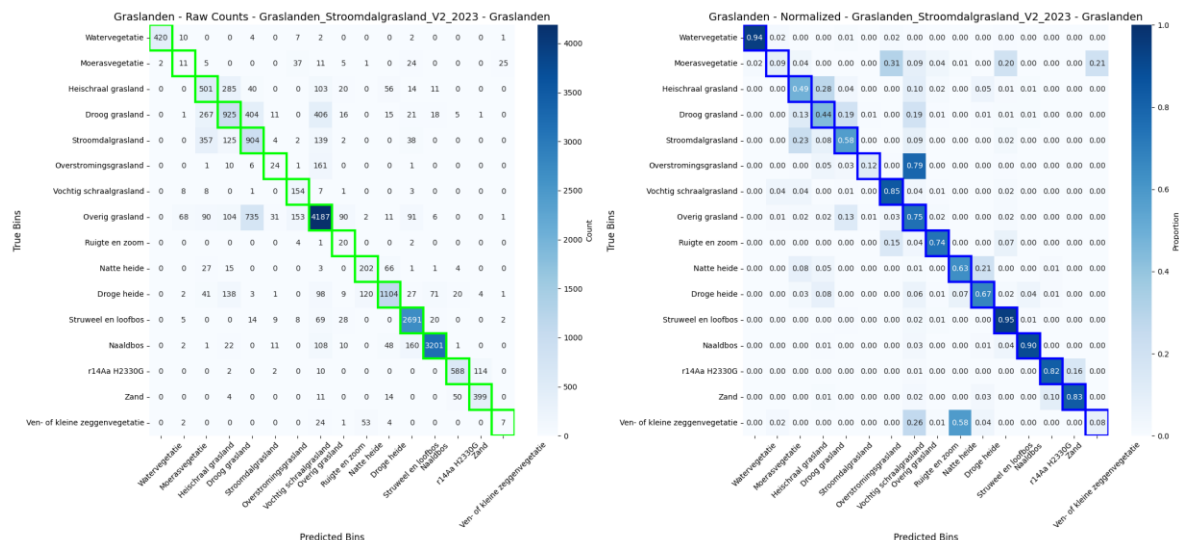
Classificatie met standaardmodel

Met het standaardmodel (10x10 m) is in een iteratief proces getest en aangepast (observaties toegevoegd) met de volgende klassen:

(Habitat)type	SBB-type	rVvN	N obs.
H6120G Stroomdalgraslanden	14D1	r14Bb01 Ass. van Schapengras en Tijn	6
H6120M Stroomdalgraslanden	14D-	r14Bb Verbond van Gewoon struisgras, rompgemeenschappen	7
H2330G Zandverstuivingen	14C1	r14Ba Dwerghaver-verbond	11
H2330G Zandverstuivingen	14A1	r14Aa Buntgras-verbond	5
Bos en struweel			7
Water			5
Overig			22

De eerste tests zijn gedaan door de observaties alleen geldig te laten zijn voor het karteerjaar. De voorspelling door Spheer is steeds visueel vergeleken met de vegetatiekaart. Na toevoegen van extra observaties stabiliseerde de voorspelling enigszins en is gekeken welke observaties geldig konden zijn voor een jaar eerder.

De vegetaties die kwalificeren voor H2330 Zandverstuivingen worden door Speer redelijk gescheiden van de overige graslanden, waarbij het Buntgras-verbond door de aanwezigheid van veel zand ook apart redelijk gevonden wordt. Vooral het eerste type van de stroomdalgraslanden wordt niet goed onderscheiden van de Glanshaver- en overige graslanden die hier in de categorie Overig zitten: het wordt overschat. Als je dan een of twee extra grasland-observaties aan Overig toevoegt, 'kapt' het kaartbeeld om voor deze twee categorieën; dat wordt uiteindelijk iets beter met extra toevoegingen. Hieronder de *confusion matrix*.



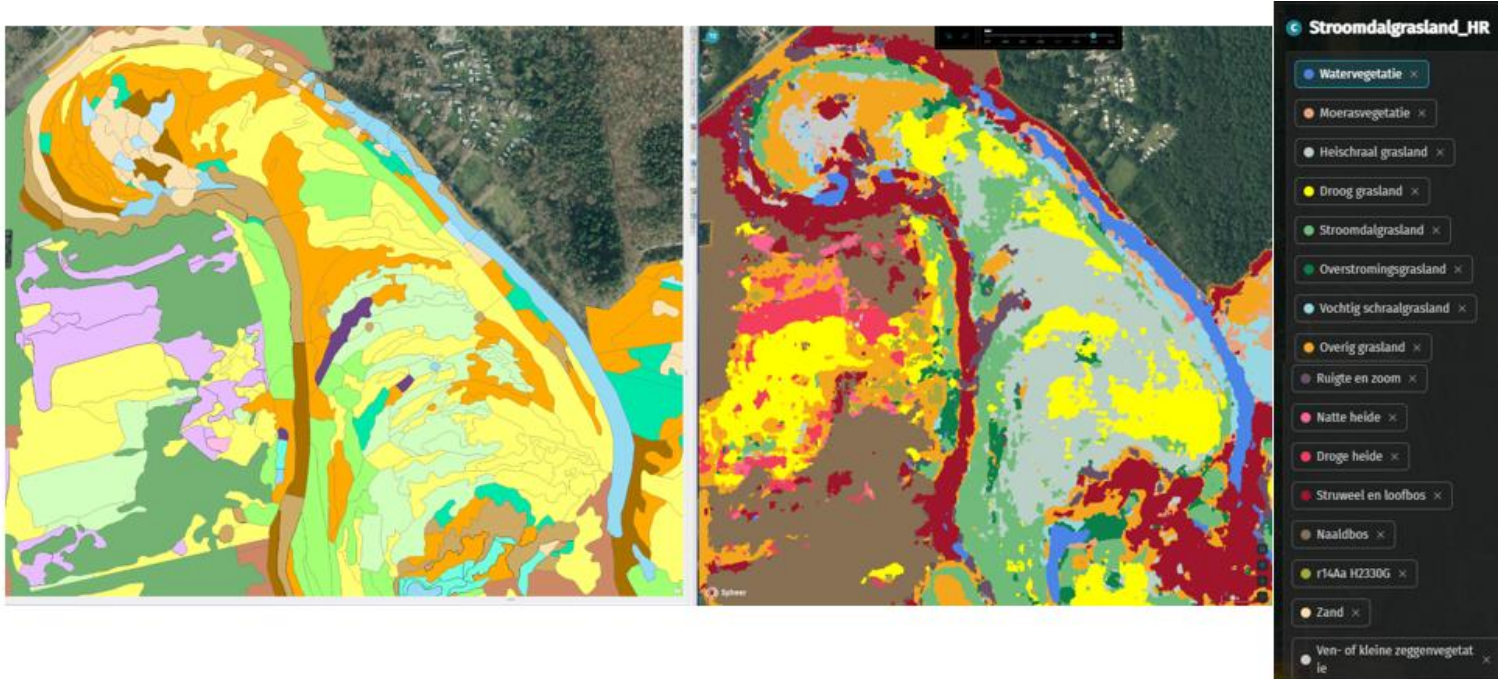
Figuur 25 - Confusion matrix voor de stroomdalgraslanden

Classificatie met hoge resolutiemodel

Voor het hoge resolutiemodel (1,68 x 1,68 m²) is het aantal observaties verder vergroot en is de klasse Overig verder opgesplitst om te zien waar het wel en niet goed gaat. Ook is de geldigheid van de meeste observaties vergroot tot ook het jaar na de kartering, voor zover te zien op de luchtfoto.

Klasse	N obs.
Watervegetatie	8
Ven- of kleine zeggevegetatie	2
Moerasvegetatie	3
Overstromingsgrasland	6
Stroomdalgrasland	14
Overig grasland (r16Bb1 + RG)	11
Ruijgte en zoom	2
Struweel en loofbos	8
Naaldbos	4
Droge heide	11
Heischraal grasland	6
Natte heide	5
Vochtig schraalgrasland	7
Droog grasland	13
Buntgras-verbond	5
Zand	2

Uiteraard geeft het hoge resolutiemodel een voorspelling met een fijner mozaïek aan vlakjes dan in de vegetatiekartering, waar generalisatie een belangrijk proces is bij het toekennen van lokale vegetatietypen. Zo worden allerlei kleine plekken met heide herkend en dat is niet verrassend.

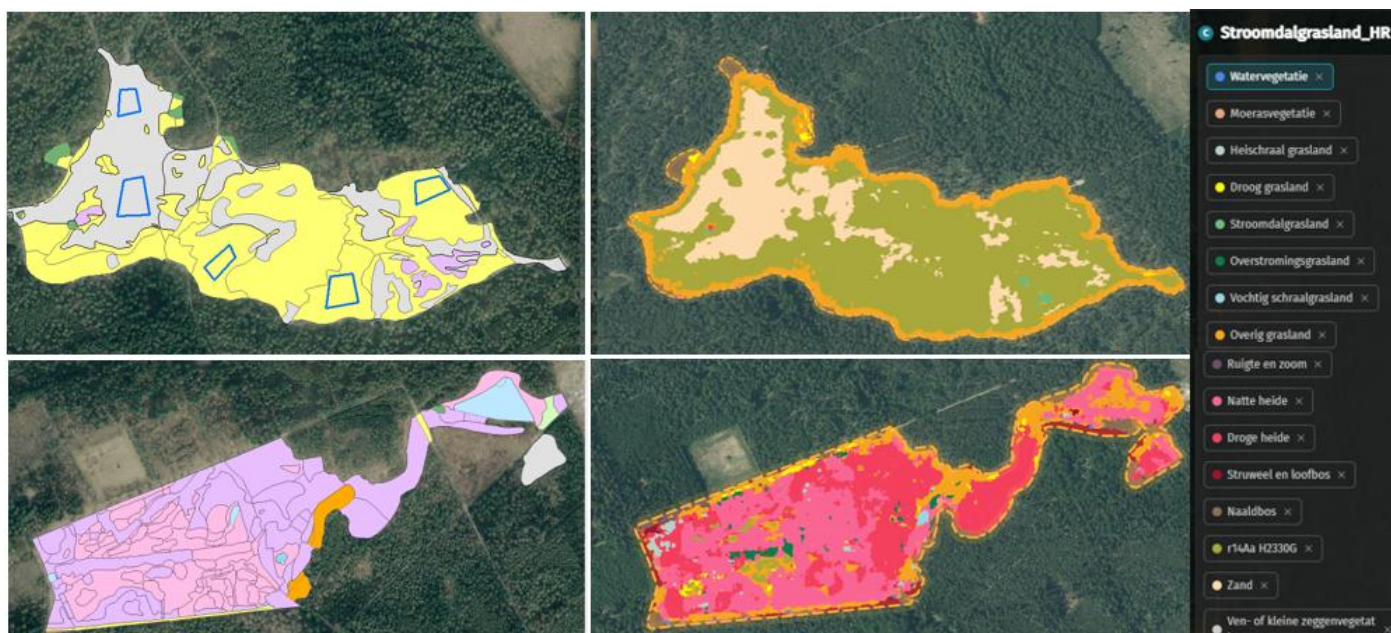


Figuur 26 - Links de vegetatiekaart met o.a. Droog grasland (geel), Heischraal grasland (lichtgroen), Stroomdalgrasland (groen), Overig grasland (oranje) en droge heide (lila). Rechts de voorspelling door Speer, met iets andere kleuren, maar de patronen komen in grote lijnen overeen.

Droog grasland wordt niet overal gevonden (o.a. aangezien voor Stroomdalgrasland) en Heischraal grasland (grijs in voorspelling) wordt overschat ten koste van beide andere graslandklassen. Ook wordt Overig grasland (vegetatieklasse 16, met Glanshaverhooilanden en rompgemeenschappen) deels gezien als Stroomdalgrasland, waarbij bedacht moet worden dat Overig grasland nogal heterogeen is van vegetatiestructuur.

Ook zien we dat Ruigte (donkerpaars) meer wordt gevonden dan in de kartering. De extra locaties zijn op zich niet vreemd: langs struweel, waar vaak een ruigere vegetatie voorkomt; maar in die langgerekte vlakken linksboven in de kaarten is een Moerasvegetatie gekarteerd (lichtgekleurd, Riet-dominantie) die er qua structuur en reflectie kennelijk sterk op lijkt. Die Moerasvegetaties op hun beurt omvatten qua structuur nogal verschillende vegetaties, deels betreft het bijvoorbeeld grote zeggen, en die lijken voor Speer ook op Overig grasland, waaronder zich ook vegetaties van grovere planten bevinden. Op de vegetatiekaart zien we linksboven een complex van lichtgekleurde vlakken dat langs het bosje (bruin resp. donkerrood) voornamelijk bedekt wordt door de Moerasvegetatie "Vegetatie van Moerasvaren met Waterscheerling, Snavelzegge en Pluimzegge"; in de voorspellingskaart is dit zelfs Heischraal grasland geworden. Het zuidelijkste vlakje daar betreft Rietdominantie en dat is ook hier herkend als Ruigte.

Droog grasland wordt nog steeds goed onderscheiden van de overige graslanden en dat geldt ook voor de nog zandiger typen van het Buntgras-verbond (en kaal zand).



Figuur 27 - Boven, Links de vegetatiekaart met open zand (grijs), Buntgrasvegetaties (geel) en droge heide (lila) en de ingetekende observaties. Boven Rechts de voorspelling door Sfeer, met andere kleuren, maar de patronen van het lichtroze en olijfgroen komen sterk overeen.

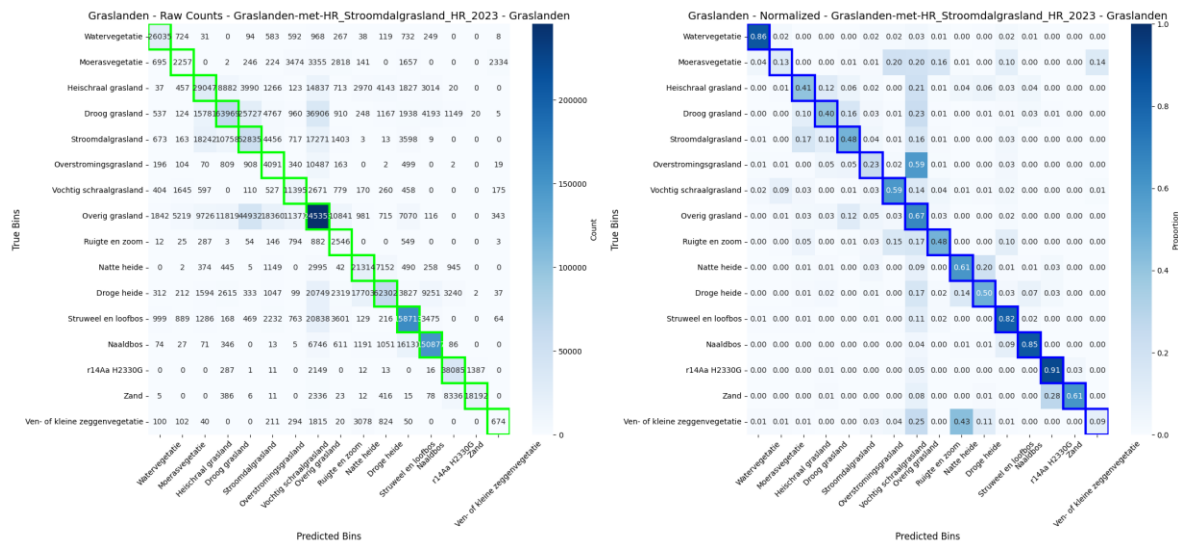
Onder links de vegetatiekaart met Droge heide (lila) en Natte heide (roze), onder rechts de voorspelling van deze typen, met de donkere tint voor de Droge heide.

In bovenstaande deelgebied is de heide gemist omdat het een pionierssituatie betreft met veel open zand, of (groene vlekken rechts) aangezien is voor stroomdalgrasland. In dit laatste geval lijkt dat vreemd omdat het in werkelijkheid een type van Struikhei met Gewone dophei betreft, maar misschien zit de overeenkomst wel in de aanwezigheid van vrij veel grassen.

Droge heide wordt goed herkend, maar dat is sterk afhankelijk van de ingetekende observaties: dichte droge heide is goed herkenbaar, maar de opener varianten zijn een mengsel van heidestruiken en Droog of Heischraal grasland en dan wordt het onderscheid daarmee moeilijker. Ook wordt Droge heide soms verward met Overig grasland.

Natte heide wordt redelijk goed onderscheiden van Droge heide, grotendeels door een geheel andere soortensamenstelling, maar omdat Gewone dophei, een van de dominante soorten in Natte heide, ook relatief veel in Droge heide kan voorkomen wordt er meer Natte heide voorspeld. In feite zijn de gebruikte klassen te heterogeen of zit er te veel overlap in. Met strikter onderscheiden klassen gaat het ongetwijfeld beter omdat je dan dichter naar dominantietypen opschuift.

De confusion matrix:

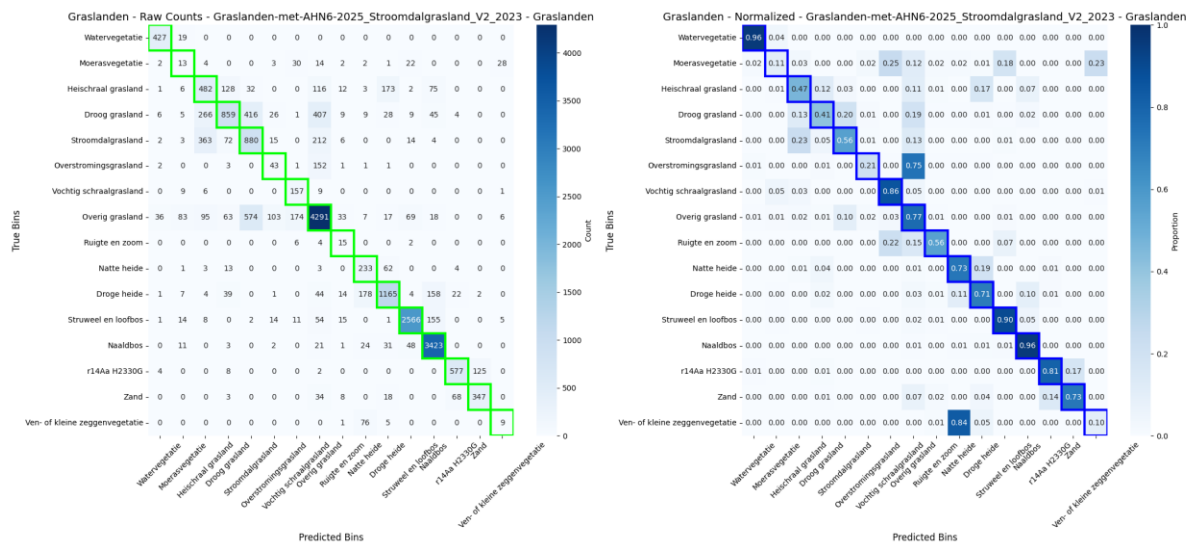


Figur 28 – Confusion matrix voor de stroomdalgraslanden

De klasse die het beste herkend wordt is die met de Buntgras-vegetaties (0,91), daarna volgen Watervegetatie (0,86), Naaldbos (0,85) en Struweel en loofbos (0,82). De volgende hoogste waarde is voor het heterogene Overig grasland (0,67), maar door deze beter op te delen zijn waarschijnlijk betere resultaten te verkrijgen.

Classificatie met AHN-model

Dit model is niet nader bekeken, maar er is wel een confusion matrix. En daarin is te zien dat op een na alle waarden op de diagonaal hoger zijn en dit model met dezelfde observaties dus beter scoort in dit gebied.



Figur 29 - Confusion matrix voor de stroomdalgraslanden

Met dit model zijn het Watervegetatie (0,96), Naaldbos (0,96) en Struweel en loofbos (0,90) die de ranglijst aanvoeren, met direct daarna Vochtig schraalgrasland (0,86), waarschijnlijk door de gemiddeld lagere ligging, terwijl de waarde voor Buntgrasvegetaties is gezakt naar 0,81.

Conclusie:

Graslanden kunnen niet op het niveau van habitattypen worden onderscheiden. Wel worden door Sfeer verschillende groepen van plantengemeenschappen van graslanden en ook heide herkend

op een grof schaalniveau. Dit heeft dan te maken met de aanwezigheid van open zand, de structuur van de vegetatie en bijvoorbeeld de aanwezigheid van grovere soorten van vochtige omstandigheden.

4.5.3 Sterke punten & kansen

Dominantietypen gaan over het algemeen goed: naaldbos, loofbos, heide. Ook Droge heide en Natte heide worden in grote lijnen goed herkend, maar dat vergt nauwkeurige observaties.

4.5.4 Randvoorwaarden & beperkingen

- Het aantal observaties per klasse mag niet te klein zijn, maar een harde grens is vanuit deze use case niet te geven.
- Het hoge resolutiemodel laat meer zien dan een vegetatiekaart, omdat in het proces van toekennen van vegetatietypen steeds een generalisatie plaatsvindt tot op het niveau van de vlakken van de luchtfoto-interpretatie. Bijzondere vegetaties die kwalificeren voor een habitatype worden tijdens een vegetatiekartering echter vaak wel apart uitgekarteerd.

5 Gebruikerservaringen: usability test

5.1 Opzet

Usability is the “extent to which a system, product or service can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness (doing job well), efficiency (success with least input) and satisfaction (needs met) in a specified context of use” ([ISO 2018](#)).

In dit rapport gaat het gaat over de bruikbaarheid van Spheer, vanuit het oogpunt van effectiviteit, efficiëntie, tevredenheid in een specifieke context, in dit geval het monitoren van vegetatie door de rijks en provinciale overheid. Elk van deze drie punten kan apart gemeten worden. Methoden voor het meten van bruikbaarheid zijn bijvoorbeeld het volgen van muisbewegingen, tracken van ogen, het hardop laten nadenken van gebruiker tijdens taken en het evalueren van specifieke opdrachten ([VISUSE website](#)). Voor het bepalen van de usability van Spheer, is er gekozen voor het geven van opdrachten aan gebruikers en een vraag naar feedback. Hierbij kijken we naast de tool-functies ook naar design-aspecten. Denk aan kleurgebruik, kaartelementen en vorm.

In deze usability test is een ‘nul’-meting gedaan; er worden geen (of kleine) updates van Spheer verwacht in deze project-tijdsspanne. Wel kunnen verschillen tussen verschillende gebruikers waargenomen worden, en kan er geïdentificeerd worden welke zaken aandacht nodig hebben in het advies voor adequaat gebruik van Spheer.

De efficiëntie wordt getest door de *tijd* die een gebruiker nodig heeft voor het uitvoeren van een taak. De effectiviteit door of een taak *correct* wordt uitgevoerd met de tool. De geselecteerde taken moeten binnen een korte tijd (4 min) uitgevoerd kunnen worden en omvatten verschillende stappen van de Spheer workflow. Tevredenheid wordt via een korte vragenlijst over *gerapporteerd*.

Onze werkwijze is gebaseerd op Schwarz et al. (2024) en voor dit project als volgt uitgewerkt:

- Minimaal 10 gebruikers uit dit projectteam (met Spheer use-case-ervaring) en hun collega’s (zonder Spheer-ervaring) worden benaderd in deze usability test, deze zijn wel of niet geïnformeerd over Spheer, en hebben wel of niet actieve GIS-ervaring.
- De uitkomsten van deze usability test zullen worden samengevat. Welk type vraag gaf veel variatie in uitvoering? Welke werd correct gedaan is was daardoor duidelijk? Hoe schatten gebruikers de uitkomsten en beperkingen van de tool in?
- Het volgende protocol wordt gevolgd:

Wat	Hoe	Tijd
Introductie	Doel van het project in het algemeen uitleggen, dat Spheer is ontwikkeld om gebieden te monitoren (bijv. voor water, vegetatie) en dat Spheer draait over grote hoeveelheden satelliet en luchtfoto data. Doel van deze test gaat over het design en de functies van het huidige Spheer en mogelijke verschillen per gebruiker. Dit zal gebeuren aan de hand van specifieke vragen geformuleerd over de bruikbaarheid. Vraag geïnformeerde toestemming over gebruik van de antwoorden van deze test (“informed consent”). Er zullen geen grote Spheer updates volgen. Voorspelde tijd test: 45 minuten. <i>Per deelnemer wordt de ervaring met Spheer en GIS genoteerd.</i>	5 minuten

	Het Demo project wordt geopend. Voor de start kunnen de gebruikers 5 minuten de tijd nemen om de Sfeer pagina te bekijken.	
Effectiviteit/ Efficiëntie	<p>We willen graag weten of de deelnemers de vier taken zelfstandig binnen 4 minuten elk kunnen doen. Alle vragen die de gebruikers hebben worden meteen na de taak opgeschreven.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Open de User Manual [<i>Tijd nodig</i>] 2. Start een nieuwe vegetatie classificatie door een 'model' toe te voegen [<i>Tijd nodig</i>] 3. Teken voor één vegetatietype één exemplarisch gebied op de kaart voor 2024 [<i>Tijd nodig</i>] 4. Pas de periode aan om te visueel evalueren of vegetatie op een locatie stabiel is [<i>Tijd nodig</i>] 5. Exporteer een gemaakte kaart met de voorspelling waar een vegetatietype voorkomt [<i>Tijd nodig</i>] <p>+ Schrijven specifieke vragen/issues per taak op</p>	25 minutes
Tevredenheid	<p>Dit deel van het interview gaat over tevredenheid voor gebruik, bruikbaarheid van de gemaakte kaarten en het uitvoeren van taken voor <u>u persoonlijk</u>.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. We denken dat deze tool en gegenereerde data nuttig kan zijn voor <u>u</u>, hoe ziet u dat? 2. Waar ziet u beperkingen van de tool? 3. Wat heeft u (nog meer) nodig om de tool te gebruiken? 4. Na het zien van deze tool en data, bent u geïnteresseerd in het gebruiken ervan? 5. Wat bent u van plan te doen met de gegenereerde data? 	15 minutes
Afsluiting	Dank. Je ervaringen met deze tool zullen anoniem worden verwerkt in het BIJ12 rapport.	

5.2 Resultaten usability test

Elf personen deed mee aan deze test, tien personen waren onderdeel van dit Sfeer evaluatie project. Zeven hadden al een use case gedaan, vier personen waren algemeen geïnformeerd over Sfeer. Vier van de elf personen hadden geen GIS-ervaring.

5.2.1 Effectiviteit/efficiëntie

Wat opvalt aan de effectiviteit waarmee de taken konden worden volbracht, is dat er weinig variatie tussen de deelnemers was en dat alle taken (op een na) ruim binnen de tijd succesvol uitgevoerd werden. Deelnemers kregen 5 minuten voor de test om zich te oriënteren. De weinige variatie en succes in uitvoering kunnen te wijten zijn aan het vermogen om deze tool in korte tijd voldoende eigen te maken.

De vijf taken varieerde van opdrachten van 'open de help file' tot het exporteren van de resultaten van een model run. De resultaten van het openen van de User Manual vielen op. Deze, vooraf aangenomen simpele handeling, leidde tot veel meer variatie in uitvoering, dan een meer specialistisch vraag over het starten van een model (Tabel 6, Bijlage 9.2). De Manual lijkt wel effectief, we zien dat enkele gebruikers deze bekeken bij het uitvoeren van de taken, die vervolgens correct en ruim binnen de tijd werden uitgevoerd. Bij het bekijken van de veranderingen van vegetatie op de luchtfoto's, liep de helft van de gebruikers in deze groep tegen hetzelfde probleem aan (de onduidelijke stap voor het aanklikken van de polygoon).

De observaties gedaan bij het uitvoeren van de vijf taken staan gegeven in Bijlage 9.2. Deze kunnen door het Spheer team gebruikt worden om aanpassingen in gebruikservaring te maken aan de tool en door de provincies om inzicht te krijgen waar gebruikers rekening mee moeten houden. Als Spheer gebruikt gaat worden in de huidige vorm, is het aan te raden dat gebruikers de volgende informatie expliciet krijgen voor een soepeler gebruik:

- Handleiding is te vinden linksboven, onder de initialen van de gebruiker, in het Help Center
- Het intekenen van observaties moet goed uitgelegd worden: voornamelijk de volgorde van stappen en linken naar de modellen.
- Voor het controleren hoe stabiel vegetatie over de tijd is op een plek, moet eerst de ingetekende polygoon aangeklikt worden
- Voor het verdere gebruik van de gemaakte voorspellingskaarten uit Spheer is GIS-software nodig.

5.2.2 Tevredenheid

De elf personen hebben vijf vragen beantwoord over de bruikbaarheid van de gemaakte kaarten/uitvoeren van taken voor hen persoonlijk. In secties 4.2 t/m 4.5 staan de specifieke landschapservaringen die ten grondslag liggen aan deze ervaringen.

Het nut van de kaarten die door Spheer genereerd worden, zien deelnemers in het maken van algemene vegetatie structuurkaarten over de tijd. Deelnemers geven hier ook bredere inzet aan: illegaal grondgebruik opsporen, algemene omgevingscondities karteren, het ontlasten van vegetatiekundigen en het standaardiseren van vegetatiekundige kennis.

De beperkingen van Spheer worden voornamelijk gezien in het gebruik van Spheer in vegetatiekarteringen. De genoemde beperkingen zijn van technische, ecologische, en personele/organisatorische aard. Technische zorgen gaan over of de ruimtelijke resolutie van de gebruikte data en over dat met Spheer de gelaagdheid van vegetatie niet onderscheiden kan worden. Ook mist men beter inzicht in de 'betrouwbaarheid'. Daarnaast zijn een aantal zorgen die genoemd zijn over het gebruik van Spheer: hoe dit ingepast wordt in werkprocessen, hoe mensen de uitkomsten op waarde kunnen schatten, en hoe je samen kan werken tussen de 'use case' (hoe van elkaar te leren en een use case gezamenlijk verbeteren).

De elf personen geven aan dat om de tool goed te kunnen gebruiken, er vooral GIS-integratie, betrouwbare en transparante resultaten, goede inputdata, voldoende kennis en training, organisatorische borging en gerichte doorontwikkeling nodig zijn. We vroegen ook of gebruikers Spheer zelf zouden gaan gebruiken. Negen van de elf gaven aan dat het Spheer wilde gebruiken (in brede zin, onder voorwaarden). De antwoorden laten zien dat gebruikers voor zichzelf afwegingen maakten over de beperkingen en het nut van de verschillende functies van Spheer.

Over de specifieke geplande inzet van Spheer komt het volgende terug: meerjarig monitoren in een gebied, het leveren van een beschrijving van omgevingen van natuurgebieden, en het gebruiken van Spheer als input voor vegetatiegericht veldwerk. Ook opgemerkt worden de mogelijkheid tot het implementeren van digitaliseringsstrategieën.

Tijdens de gesprekken die gevoerd werden in de tijd dat dit adviesrapport ontwikkeld werd, kwamen regelmatig usability-ervaringen boven. Het beeld komt overeen met de antwoorden op de vragen in de usability test. Hierbij moet worden opgemerkt dat zo goed als iedereen (10 personen) van de deelnemers ook deelnemer was in deze test.

6 Analyse: inzetbaarheid Spheer in vegetatiemonitoringsproces

6.1 Discussie resultaten use cases

De vier gebieden (heide-, duin-, laagveengebied en stroomdalgraslanden), die in dit project zijn onderzocht d.m.v. use cases in Spheer (zie H4), beslaan een selectie van de landschapstypen in Nederland. De bevindingen van dit onderzoek zijn daarmee illustratief voor een deel van het Nederlandse natuurlandschap, maar kunnen niet zonder meer worden gegeneraliseerd naar alle landschaps-, vegetatie- en habitattypen die in Nederland voorkomen. Daarnaast was de onderzoekstijd beperkt en is de applicatie Spheer continu in ontwikkeling. De resultaten maken het desalniettemin mogelijk om uitspraken te doen over de toepassingsmogelijkheden en meerwaarde van Spheer als tool in het proces van vegetatiemonitoring.

6.1.1 Vegetatiestructuur

Patronen in vegetatiestructuur die samenhangen met de dominantie van één of enkele soorten kunnen goed in beeld worden gebracht met Spheer. Dominante soorten nemen in veel vegetaties een groot deel van de oppervlakte in een plantengemeenschap in beslag, zijn vaak structuurvormend en komen geregeld voor in relatief homogene samenstellingen. Hierdoor is Spheer goed in staat deze te herkennen, mits de soorten de bovenste vegetatielaag vormen en gedurende het jaar lang voldoende zichtbaar zijn. Zo zijn grove vegetatie-eenheden goed te onderscheiden, zoals loofbos van naaldbos, struweel van bos en de kruidlaag of open zand, en zijn ook droge en natte heide redelijk goed van elkaar te onderscheiden.

Voor het in kaart brengen van dominante vegetaties kan je in Spheer zowel gebruikmaken van een regressie- als classificatiemodel. Het regressiemodel is geschikt wanneer één type vegetatie wordt gevolgd. Als er meerdere klassen moeten worden onderscheiden, is een classificatiemodel geschikter. De output van zowel het regressiemodel als het classificatiemodel is een vlakdekkende kaart. Met het in kaart brengen van vegetatiestructuren benadert Spheer een structuurkaart. Binnen use case 2 is hier uitgebreid mee getest, waarbij is gebleken dat het HR-model + advanced & sensitive classifier en het AHN-model + advanced & sensitive classifier betere resultaten geven dan het gebruik van alleen het Sentinel-2 model + simple & reliable classifier. In de praktijk kan na classificatie blijken dat sommige onderscheiden klassen beter samengevoegd kunnen worden, omdat Spheer onvoldoende onderscheidend vermogen heeft tussen deze klassen.

Spheer heeft daarnaast potentie te kunnen bijdragen in de voorbereiding van het veldwerk van een vegetatiekartering door vlakken en grenzen in kaart te brengen, die vervolgens in het veld kunnen worden nagelopen en aangepast indien nodig. Dit zou een ondersteuning of vervanging zijn van een luchtfoto-interpretatie en daarmee tijdswinst kunnen opleveren. Binnen use case 2 is er een vergelijking gemaakt tussen een luchtfoto interpretatie en de door Spheer gegenereerde grenzen (Figuur 14 & 15). Hoewel veel grenzen van de classificatie overeenkomen met de visuele luchtfoto-interpretatie, waren bij de luchtfoto-interpretatie aanmerkelijk meer grenzen getrokken binnen eenheden waar Spheer geen onderverdeling maakt. Deze uitkomst is wenselijker dan het omgekeerde, aangezien voor de voorbereiding van het veldwerk veel en verkeerde grenzen in het veld lastiger te verbeteren zijn, dan minder maar wel juiste grenzen.

Voor het vergelijken van een gebied in de tijd aan de hand van vegetatiekarteringen wordt momenteel de oude grenzenmethode gebruikt, waarbij bestaande grenzen zoveel mogelijk behouden blijven om veranderingen binnen vlakken te kunnen volgen. Daarom is het van belang dat de door Spheer voorspelde grenzen voldoende consistent zijn, zodat trends betrouwbaar kunnen worden geïnterpreteerd en kleine variaties in modelinstellingen of input (bijvoorbeeld de door de gebruiker aangegeven hoeveelheid verschillende klassen of grootte van het gebied) niet tot onnodig wisselende resultaten leiden. Tegelijkertijd moeten de voorspellingen uiteraard meebewegen met daadwerkelijke veranderingen in het veld. In die zin kan Spheer een geschikt uitgangspunt voor een voorlopige interpretatie bieden, die vervolgens kan worden aangevuld op basis van een handmatige interpretatie van luchtfoto's.

Voor het vaststellen van grenzen binnen een nieuw-te-karteren gebied zou het gebruik van Spheer ook tijdswinst kunnen opleveren. Eerste tests met unsupervised clustering (zie ook 6.5), waarbij je van tevoren aangeeft hoeveel klassen er zijn maar niet welke klassen, laten zien dat bij hoge resolutie de gegenereerde grenzen, na het toepassen van *smoothing* op het vectorbestand, goed aansluiten bij de werkelijkheid. Bij lagere resolutie is deze overeenkomst duidelijk minder. Wanneer een groot deel van de grenzen al correct wordt weergegeven, kan dit de benodigde tijd en inspanning voor een vegetatiekartering aanzienlijk verminderen.

Aangezien Spheer vegetatiestructuren redelijk kan herkennen is een andere mogelijke toepassing voor het gebruik van de applicatie het plannen en prioriteren van beheer voor terreinbeheerders. Als trends in de groei van opslag op een terrein geïdentificeerd kunnen worden met behulp van Spheer, kan toekomstig beheer gemakkelijker gepland en begroot worden door terreinbeheerders.

6.1.2 Vegetatietypen

Op associatieniveau (en deels ook verbondsniveau) is het veel lastiger om met Spheer goede voorspellingen te doen, zoals blijkt uit de use cases. De patronen zijn fijnkorreliger en veelal gebaseerd op de soortensamenstelling, waarbij soms enkele soorten uit een vegetatie van 25 of meer soorten bepalend zijn voor de keuze tussen associaties of verbonden. Bovendien vormt de gelaagdheid van vegetaties een uitdaging voor Spheer, omdat alleen de bovenste vegetatielaag wordt geregistreerd door (optische) satelliet remote sensing. Hierdoor kunnen typen waarvoor de samenstelling van onderliggende vegetatielagen van belang is voor de plantensociologische toekenning niet herkend worden. Ook worden soorten die onder een andere vegetatielaag voorkomen niet of nauwelijks gedetecteerd (zoals veenmos in bossen of onder Pijpenstrootje).

Vegetaties die in kleinere hoeveelheden aanwezig zijn in een gebied kunnen niet altijd goed worden onderscheiden door Spheer. Er moet namelijk genoeg trainingsdata beschikbaar zijn (voldoende observaties, ook in vergelijking met andere klassen, hoge bedekkingen en niet te kleine vlakken), zodat het model betrouwbare voorspellingen kan doen. Het ontbreken van observaties van enkele vegetatietypen kan leiden tot overschattingen van andere soortgelijke vegetatietypen en algemene typen, zoals voor de heischrale graslandtypen in use case 1. Het controleren van de voorspellingen is hier dus juist relevant, alleen blijven er niet altijd voldoende vlakken van bepaalde vegetatietypen over (die nog niet gebruikt zijn als observatie) om dit te kunnen doen.

Op een lager detailniveau dan associatie of verbond (afhankelijk van de vegetatietypen) kunnen verschillende groepen van plantengemeenschappen wel worden onderscheiden door Spheer. In use case 4 kan dat worden toegewezen aan structuurkenmerken (van de vegetatie of de aanwezigheid van open zand; zie ook 6.1.1) en uiterlijke kenmerken door variatie in omgevingsfactoren (bijvoorbeeld de aanwezigheid van grovere soorten door vochtige omstandigheden). Zo kunnen hoofdtypen van graslandvegetatie worden herkend (bijvoorbeeld droog grasland en buntgrasvegetaties) en kan er met nauwkeurige observaties redelijk goed onderscheid worden gemaakt tussen vegetatietypen behorende bij Droge heide en Natte heide, gebruikmakend van het HR-model. Voor klassen die te heterogeen zijn of te veel overlap hebben met andere klassen kan het onderscheid veel minder goed worden gemaakt, wat leidt tot wisselvallige voorspellingen (bijvoorbeeld een mengsel van heidestruiken en Droog of Heischraal grasland). Uit use case 1 blijkt dat bossen op het niveau van verbonden kunnen worden voorspeld door Spheer, evenals de corresponderende struwelen. Verschillende bostypen binnen de verbonden kunnen niet onderscheiden worden, doordat de kruid- en struiklaag niet waarneembaar is door (optische) satelliet remote sensing.

Uit de use cases blijkt dat de modelkeuze invloed heeft op de resultaten. Het AHN-model en HR-model leveren nauwkeurigere voorspellingen dan het standaard Sentinel-2 model, zoals blijkt uit de confusion matrices. Het HR-model vraagt daarbij wel meer tijd en aandacht voor het intekenen van observaties. Daarnaast kost het werken met het HR-model meer rekenkracht dan bij het standaard Sentinel-2 model, waardoor aanbevolen wordt het projectgebied onder de 50 km² te houden. Een grotere usecase zorgt voor langere rekentijden en maakt het proces van iteratief

werken daardoor minder soepel. In het laagveengebied (use case 3) is het HR-model niet getest, maar binnen het Sentinel-2 model presteert het advanced & sensitive classificier-model beter bij vegetatietypen die niet aan dominanties zijn gekoppeld en bij vegetaties die op kleinere schaal voorkomen. Doordat Spheer de output in pixels weergeeft, kan de voorspellingskaart op sommige locaties een hoger detailniveau tonen dan een vegetatiekartering. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar in Figuur 26 van het Vechtdal (use case 4). Een nadeel hiervan is dat de grote lijn van de vegetatiekartering – die de vegetatie op landschapsniveau weergeeft – deels verloren kan gaan.

6.1.3 Habitattypen

Habitattypen die te herkennen zijn aan structurelementen kunnen redelijk goed worden voorspeld door Spheer (bijv. Witte duinen (H2120; use case 2) en Zandverstuivingen (H2330; use case 4). Droge heide en Natte heide zijn niet als zodanig onderzocht, maar blijken redelijk goed herkenbaar (use case 4). De kenmerkende of karakteristieke soorten moeten in het veld worden gecontroleerd op aanwezigheid, net als de aanvullende kwalificatiecriteria (zoals structuurkenmerken en standplaatscondities). Dit impliceert dat als Spheer in een gebied kenmerken van habitattypen in kaart kan brengen, dat een indicatie is dat er een habitatype kan liggen of dat er potentie voor is. Er zal een veldbezoek moeten volgen om na te gaan of de bijzondere vegetaties die kwalificeren voor een habitatype aanwezig zijn en in welke mate. Niet alle habitattypen bevatten kenmerken die vanuit de ruimte met passieve remote sensing goed te herkennen zijn; zo kunnen de graslanden uit use case 4 (Stroomdal: Vechtdal Overijssel) niet op het niveau van habitattypen worden onderscheiden. Mogelijk kan Spheer op deze manier een ondersteunende rol spelen bij het aangeven van zoekgebieden voor habitattypen buiten de N2000-gebieden. Het gaat dan om grove voorspellingen waarna een veldcontrole plaatsvindt.

6.1.4 Tijd

De applicatie kan worden ingezet bij het opsporen van grove vegetatie-eenheden en structuren waarin één of een paar soorten domineren (mits zij de bovenste laag van de vegetatie vormen) en om veranderingen daarin op landschapsschaal te monitoren. Hierdoor is het mogelijk om indicatoren van drukfactoren te volgen mits voldoende zichtbaar vanuit de ruimte en wat oppervlakte betreft in voldoende mate aanwezig, zoals bijvoorbeeld het volgen van vergrassing in de heide, verruiging van graslanden, het “verloven” van naaldbossen, de dichtheid van bomen (kroonsluiting), struweeltoename in de duinen, het opsporen van stukjes heide in stuifzand en de uitbreiding van invasieve exoten. De inzet van Spheer kan nuttig zijn in jaren waarin geen veldkarteringen plaatsvinden en in grote gebieden waar niet voldoende karteringen voor zijn. Mogelijk kunnen dominante vegetatietypen over een groot gebied sneller met het gebruik van Spheer worden vastgelegd dan door veldmedewerkers.

Voor het volgen van vegetatiepatronen of aspecten in de tijd, in jaren waarin geen karteringen beschikbaar zijn, is een betrouwbare referentiedataset (bijvoorbeeld een vegetatiekartering uit één specifiek jaar) noodzakelijk. Op basis hiervan kunnen met behulp van luchtfoto's in Spheer en de onderliggende satellietdata voorspellingen worden gedaan voor andere jaren. Hierbij geldt als belangrijke randvoorwaarde dat de klassenindeling in het gebruikersmodel vaststaat voor alle jaren en dat veranderingen in vegetatiesamenstelling door de tijd heen niet automatisch worden meegenomen: alleen vegetatie-eenheden die als klasse in het model zijn opgenomen, kunnen worden herkend. Nieuwe of gewijzigde vegetatietypen worden daardoor niet gedetecteerd en kunnen leiden tot de foutieve toewijzing van bestaande klassen.

Een belangrijke beperking is dat voor deze tussenliggende jaren geen onafhankelijke validatieset beschikbaar is, waardoor de betrouwbaarheid van de voorspellingen niet goed kan worden getoetst. Daarnaast is de mate waarin vegetatie verandert sterk afhankelijk van het type vegetatie en gebiedsspecifieke omstandigheden. Dit bepaalt in hoeverre aannames over stabiliteit van vegetatiesamenstelling gerechtvaardigd zijn. Hoewel dit binnen dit project niet uitgebreid is onderzocht, vraagt deze toepassing in de praktijk om expliciete aandacht hiervoor, bijvoorbeeld door de samenstelling van de trainingsdata kritisch te kiezen en de klassen zorgvuldig te definiëren.

Het voorspellen van vegetatiepatronen met Spheer in jaren dat er niet gekarteerd wordt, is dus met name geschikt voor situaties waarin de vegetatiesamenstelling relatief stabiel blijft of waarin verschillen tussen vegetatietypen voldoende onderscheidend zijn, zodat Spheer deze – ondanks temporele variatie – consistent kan classificeren.

6.1.5 Ruimte

Ook bij extrapolatie in de ruimte moet rekening worden gehouden met verschillen in vegetatiesamenstelling tussen gebieden. Uit de use cases blijkt dat een model zonder extra trainingsdata of andere aanpassingen niet zonder meer voor andere gebieden kan worden toegepast. Door (al dan niet kleine) verschillen in geografische ligging en abiotische condities zullen vegetaties altijd lokaal variëren. Dit is onder meer verkend in use case 3 (Laagveengebied: Wieden-Weerribben) voor veenmosrietland.

In een iteratief proces kan de gebruiker het model bijsturen om de voorspelling van Spheer te verbeteren. Zonder onafhankelijke validatie blijft echter onzeker hoe de resultaten moeten worden geïnterpreteerd en in welke mate deze betrouwbaar zijn. Dit hangt samen met het niveau van de vegetatie-eenheden dat in het gebruikersmodel wordt gehanteerd, de complexiteit van het gebied, eventuele beheeringrepen en het seizoen waarin de luchtfoto die zichtbaar is in Spheer is gemaakt.

6.1.6 Usability

In de resultaten van de usability test kwam naar voren dat de applicatie als gebruiksvriendelijk en intuïtief wordt ervaren door gebruikers. Dit blijkt uit het snel en foutloos uitvoeren van de geformuleerde opdrachten. Er wordt voornamelijk verwacht de applicatie te gebruiken voor het karteren van algemene vegetatiestructuurkaarten, maar ook voor een bredere inzet zoals illegaal grondgebruik en het karteren van algemene omgevingscondities. Verder is de mening over het in gebruik nemen van Spheer overwegend positief, gezien 9 van de 11 deelnemers aan hebben gegeven de applicatie in gebruik te willen nemen.

De beperkingen die genoemd zijn tijdens de usability tests komen grotendeels overeen met de beperkingen die tijdens het uitvoeren van de use case zijn ervaren; een te grove ruimtelijke resolutie en de beperking tot de bovenste vegetatielaag als bijkomstigheid van passieve remote sensing. Daarnaast is nog benoemd dat er momenteel weinig tot geen inzicht is in de betrouwbaarheid van de output. In use cases 3 en 4 zijn confusion matrices besproken (bijv. Figuur 20), die door Spheer zijn aangeleverd op basis van de in- en output-data. De mogelijkheid om binnen Spheer een confusion matrix te genereren is momenteel nog niet beschikbaar, maar staat wel op de roadmap (Tabel 5, 6.5).

6.2 Risico's, beperkingen en aandachtspunten

Uit de use cases is gebleken dat als verschillende gebruikers binnen hetzelfde gebied een andere aanpak hanteren, ze op verschillende voorspellingskaarten komen. Voor het gebruik en het interpreteren van de resultaten van Spheer zijn vanuit de use cases een aantal algemene risico's, beperkingen en aandachtspunten geïdentificeerd die hier worden besproken.

6.2.1 Modelkeuze en trainingsdata

Voorspellingen gegenereerd door Spheer kunnen niet zonder meer als 'waar' worden aangenomen. De kwaliteit van de output hangt af van verschillende factoren: de gekozen modelvariant (Sentinel-2, AHN of HR, in combinatie met het gekozen gebruikersmodel), de kwaliteit van de trainingsdata en de manier waarop observaties aan het model worden meegegeven (zoals het aantal, de grootte, de zuiverheid van de observatie en de onderlinge verdeling over de verschillende klassen en/of het gebied). Een vegetatiekartering die als basis dient voor de trainingsvlakken is bovendien al een vereenvoudiging van de werkelijkheid, omdat deze berust op interpretatie door de karteerder. In die stap wordt informatie deels gegeneraliseerd ten opzichte van de feitelijke vegetatiesamenstelling op specifieke locaties die als observaties aan het model

worden meegegeven. Daarnaast gaan de verschillende modellen elk op een andere manier met de trainingsdata om (zie hoofdstuk 3.2 en 4.1.2), wat eveneens invloed heeft op de uiteindelijke voorspellingen.

Een van de aandachtspunten is de zuiverheid van de observaties. Uit use case 2 blijkt dat bij gebruik van het hoge resolutiemodel met de advanced & sensitive classifier, een te sterke focus op zo homogeen mogelijke training sites kan leiden tot foutclassificaties. Dit komt doordat er niet enkel pixel-georiënteerd wordt getraind, maar ook de omgeving van de ingetekende observatie (ca. 64 m rondom de pixel) in de classificatie wordt meegewogen. Bij het invoeren van observaties is het dus van belang eerst de keuze van een model en classifier te maken, en de observaties daar vervolgens op aan te passen.

6.2.2 *Gelaagdheid in vegetatie*

Een beperking van passieve remote sensing met behulp van satellietbeelden is dat alleen de reflectie van de bovenkant in gelaagde vegetatie wordt opgevangen door sensoren. Tijdens het karteren van vegetatie worden vaak uitspraken gedaan over verschillende lagen binnen een plot; de boomlaag, de struiklaag, de kruidlaag en de moslaag. Wanneer vanaf boven wordt gekeken naar vegetatie, zal alleen de bovenste aanwezige laag in het model gezien en gebruikt worden voor de voorspellingskaart.

6.2.3 *Gebiedskennis*

In het algemeen geldt dat de vegetatie een beeld geeft van de milieufactoren en sturende processen in een gebied over een langere periode. Er kunnen zich echter situaties voordoen die de vegetatie tijdelijk sterk beïnvloeden, zoals een uitzonderlijk nat jaar of seizoensmatige fluctuaties in de oppervlaktewaterstand. Daarnaast kan beheer, zoals het wegmaaien van de vegetatie, een grote rol spelen in welke vegetaties zichtbaar aanwezig zijn. Dergelijke tijdelijke omstandigheden of effecten van beheermaatregelen zijn soms niet zichtbaar op de luchtfoto's (momentopnames) die Speer per jaar toont. Daarom is grondige gebiedskennis essentieel om de resultaten op de juiste manier te interpreteren.

6.3 *Randvoorwaarden voor succesvol gebruik*

6.3.1 *Veldvalidatie*

Vanwege bovengenoemde risico's en aandachtspunten is een belangrijke randvoorwaarde voor succesvol gebruik van Speer, dat de voorkomens van vegetatie(structuur)typen zoals aangegeven op een voorspellingskaart in het veld worden gevalideerd. De kaarten gegenereerd door Speer kunnen ondersteunend zijn in gebruik, bijv. in de voorbereiding van een vegetatiekartering of om richting te geven aan het veldwerk of de inzet van beheer, maar zonder veldvalidatie blijft er onzekerheid over de betrouwbaarheid van de voorspellingen.

6.3.2 *Model- en veldexpertise*

Er is zowel goede kennis nodig van de werking van het model als vakinhoudelijke vegetatiekundige expertise. Uit de use cases is gebleken dat het nodig is om met de data en modellen te 'spelen' om tot een goed model en bruikbare resultaten te komen. Ook is er steeds een vakinhoudelijke reflectie op de resultaten nodig. Daarnaast is het voor een juiste interpretatie belangrijk om te weten wat voor beheeringrepen er zijn gedaan die invloed kunnen hebben op de resultaten.

6.3.3 *Geschikte trainingsdata*

Het is van belang dat er genoeg observaties zijn van een bepaald vegetatietype om deze überhaupt met behulp van Speer te onderzoeken. Als vegetatietypen weinig voorkomen, is er te weinig trainingsdata om verdere analyse mee te doen. Bij het karteren zou tijdens veldbezoeken rekening gehouden kunnen worden met het verzamelen van geschikte trainingsdata. Dit is wel een extra belasting voor de veldwerker.

6.4 Implementatievoorwaarden vanuit beleid

In deze sectie worden enkele beleidsmatige randvoorwaarden besproken en wordt gereflecteerd op een aantal relevante punten uit sectie 1.3 *Digitalisering en AI in natuurbeleid*. Voor implementatie is het verstandig aan te sluiten bij bestaande tools, standaarden, datasets en werkafspraken, zodat uitvoering, beheer en doorontwikkeling beheersbaar blijven. In dezelfde lijn is het nodig om heldere lifecycle-afspraken te maken met Spheer over updates, versiebeheer, doorontwikkeling en technische support, zodat gebruikers en organisaties weten wat ze kunnen verwachten en processen hierop kunnen worden ingericht.

Daarnaast is een consistente aanpak voor datavalidatie en kwaliteitscontrole essentieel. Dit helpt niet alleen om fouten te voorkomen, maar ook om transparant te zijn over onzekerheden en beperkingen in de output. De benodigde nauwkeurigheid dient daarbij te worden afgestemd op het doel: voor een habitattypenkaart van een Natura 2000-gebied voor de zesjaarlijkse VHR-rapportage gelden strengere eisen dan voor een eerste verkenning of het afbakenen van zoekgebieden, bijvoorbeeld om mogelijke habitattypen buiten Natura 2000-gebieden te signaleren. Dit vraagt om duidelijke keuzes: wanneer zijn de uitkomsten van Spheer richtinggevend, wanneer ondersteunend, en wanneer blijft een ecologische en vegetatiekundige onderbouwing noodzakelijk? Dit is belangrijk voor verantwoord gebruik in beleid en beheer, zeker wanneer resultaten (deels) als basis dienen voor besluitvorming.

Succesvolle implementatie hangt ook sterk af van de mensen en de organisatie. Het kost tijd om de applicatie goed te leren gebruiken. Een gebruiksvriendelijke inrichting, samen met goede training, documentatie en onboarding, is daarom cruciaal om de toepassing goed te laten landen.

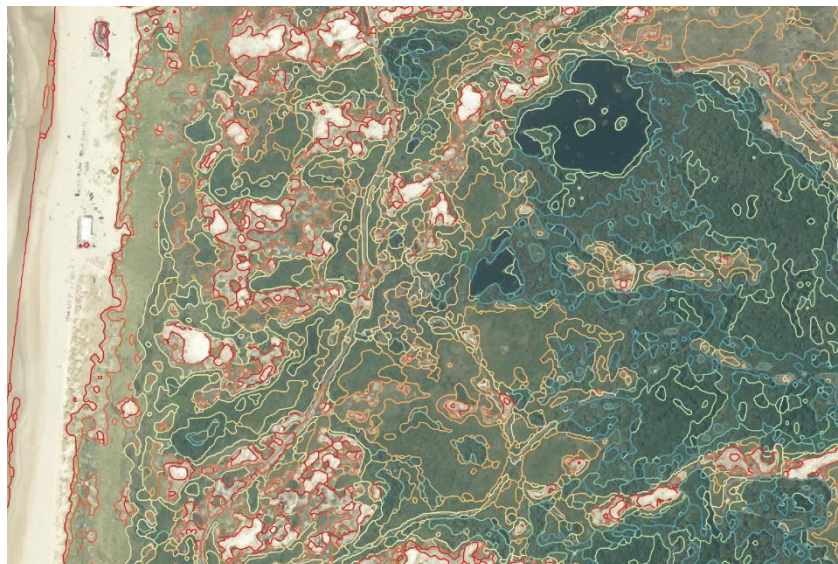
6.5 Toekomstige ontwikkelingen Spheer

Spheer's platform wordt continue doorontwikkeld, waarbij de prioriteit bepaald wordt door een combinatie van Spheer's interne toekomstvisie en behoeftes van gebruikers. Hieronder is een overzicht van de technische roadmap van Spheer voor het komende jaar:

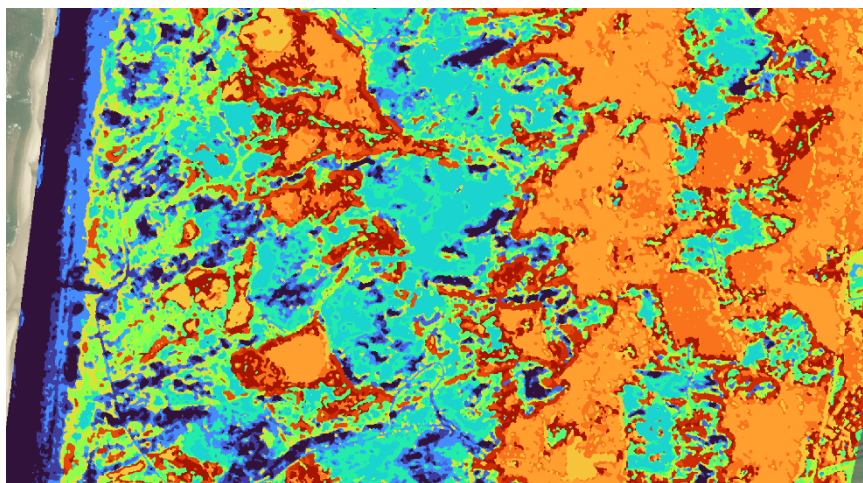
Tabel 5 - Technische roadmap Spheer.

Functionaliteit	Impact op gebruikers	Verwachte oplevering
Vectorizeren van kaarten (Figuur 30)	Medium. Gebruikers kunnen de voorspelkaarten (i.e. rasterkaarten) laten omzetten naar vectordata en exporteren als GeoPackage.	Testversie ontwikkeld, experimenten met klanten lopen.
Unsupervised clustering zonder voorbeelden (Figuur 31)	Potentieel groot. Gebruikers hoeven alleen aan te geven hoeveel verschillende klassen ze willen onderscheiden, en zonder voorbeelden clustert het model pixels in verschillende groepen.	Testversie ontwikkeld, experimenten met klanten lopen.
Foundation model loskoppelen van use case	Vooral administratief. Nu moet voor ieder foundation model een aparte use case worden aangemaakt. Straks kan de gebruikers met een knop switchen tussen foundation modellen.	Q2 2026
Accuratesse metrieken in Spheer: confusion matrices, F1-scores en Mean-Squared-Error	Groot. Gebruikers leveren naast trainvoorbeelden ook voorbeelden aan waarop een model gevalideerd wordt. In de app worden automatisch getallen en confusion matrices gegenereerd die aangeven hoe betrouwbaar een model is.	Q2 2026
Verbeteringen aan foundation modellen	Laag. Incrementele aanpassingen aan onze foundation modellen, wat mogelijk een kleine verbeteringen in use cases oplevert.	Q2 2026

Verbeterde gebruikersmodellen	Medium. Gebruikers kunnen in de toekomst mogelijk kiezen uit meer verschillende modellen, of bestaande modellen gaan iets beter werken.	Q2 2026, onderzoek in afronding
Eigenaarschap van modellen	Laag. Er komt een duidelijker governance structuur, zodat gebruikers modellen kunnen afschermen van anderen, en eigenaarschap expliciet is geregeld.	Q3 2026
Objectdetectiemodellen	Medium tot Hoog. Voorspellingen vinden nu plaats op pixelniveau. Voor sommige toepassingen is het handig om in plaats daarvan naar grotere 'objecten' te zoeken. Bijvoorbeeld poelen, enkele bomen, landschapselementen, etc.	Q3 2026
Tijdresolutie verkorten naar een maand of week	Medium. Met een verkorte tijdresolutie wordt het mogelijk om een voorspelling te maken over een recente tijdsperiode, zonder eerst te wachten totdat het huidige jaar voorbij is.	ETA 2027



Figuur 30 - Structuurkaart van Duingebied omgezet naar vectordata.



Figuur 31 - Unsupervised clustering kaart van Duingebied, waarbij Sphèr zonder supervisie pixels heeft toegekend aan 17 klassen.

7 Conclusies en advies

7.1 Toepassingsmogelijkheden en meerwaarde

Spheer kan in de vegetatiekundige keten vooral meerwaarde leveren als ondersteuning op bestaande methoden. De toegevoegde waarde zit daarbij niet primair in het automatisch produceren van een vegetatiekaart, maar in het snel inzichtelijk maken van ruimtelijke patronen en veranderingen, met name daar waar die patronen sterk samenhangen met vegetatiestructuur en dominante soorten.

7.1.1 *Structuurkartering en dominantiepatronen*

Uit de use cases blijkt dat Spheer sterk is in het herkennen van structuur- en dominantie gedreven patronen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om:

- Verschillen in bos/struweel/grasland en de overgangszones daartussen;
- Het volgen van veranderingen in structuur en dominanties zoals vergrassing van heide, struweeltoename in de duinen, het opsporen van geïsoleerde stukjes heide in stuifzand en verruiging van graslanden;
- Onderscheid tussen naald- en loofdominantie en de ruimtelijke patronen die daarmee samenhangen;
- Variaties in kroonsluiting en bedekkingsgraad van bomen.

7.1.2 *Ondersteuning begrenzings*

Met name bij inzet van hoge resolutie-modellen biedt Spheer meerwaarde in het identificeren van belangrijke grenzen tussen structuurtypen. Hierdoor kan snel een eerste, bruikbare gebiedsindeling worden opgesteld. Dit vervangt geen vegetatiekundige interpretatie of luchtfoto-analyse, maar ondersteunt deze in de voorbereidende fase. De eerste indeling kan vervolgens verder worden uitgewerkt en gevalideerd op basis van veldwerk, zowel in de voorbereiding op als tijdens de uitvoering van een vegetatiekartering, afhankelijk van de aanpak in het betreffende gebied.

7.1.3 *Efficiënte planning veldwerk*

Een belangrijk toepassingsgebied is het efficiënter organiseren van veldwerk. Het maken van een vegetatiekartering is arbeidsintensief en vereist specialistische expertise. Spheer kan dit ondersteunen door overgangen in vegetatiestructuren zichtbaar te maken, waardoor veldbezoeken gericht kunnen worden gepland. Daarnaast kan de applicatie inzicht bieden in moeilijk toegankelijke gebieden of helpen bij het gericht zoeken naar afwijkende patronen in grote, relatief monotone gebieden (bijv. heidegebieden). Zo kan sneller worden bepaald waar aanvullende waarnemingen of beheeracties nodig zijn.

7.1.4 *Actualisatie en monitoring in de tijd*

Een ander belangrijk toepassingsgebied is het potentieel om tussentijdse ontwikkelingen te volgen, onder meer aan de hand van sleutelindicatoren. Wanneer informatie frequenter kan worden geactualiseerd dan de huidige cycli van zes tot twaalf jaar, kan Spheer ook een signalerende functie vervullen. Door trends te herkennen en veranderingen vroegtijdig te signaleren, bijvoorbeeld bij successie, kan het dienen als een early warning-systeem. De kracht hierbij is dat satellietdata regelmatig beschikbaar zijn. Daarmee kan Spheer helpen om tussentijds een indicatief beeld te geven van waar veranderingen plaatsvinden en waar nader veldonderzoek of beheeractie nodig kan zijn.

7.1.5 *Beperkingen inzet Spheer*

Een beleidsmatige voorwaarde is dat inzet van Spheer in de praktijk aantoonbare tijdswinst moet opleveren. Het doel is dat ecologen en beheerders met dezelfde beschikbare middelen meer

kunnen realiseren, bijvoorbeeld door een kartering sneller en/of goedkoper uit te kunnen voeren, een groter oppervlak te karteren, vaker te actualiseren, of door naast vegetatie ook aanvullende informatie te verzamelen die relevant is voor beheer en beleid. Die efficiëntiewinst zit niet alleen in het maken van kaarten, maar juist in de hele keten: van de voorbereiding van veldwerk tot gerichter controleren en sneller itereren in de cyclus.

De meerwaarde van Spheer is beperkt wanneer:

- Het onderscheid tussen vegetatie-eenheden vooral wordt bepaald door subtiele verschillen in soortcompositie (bijv. op associatie-, subassociatie- of rompgemeenschapsniveau), met name wanneer deze soorten zich niet in de bovenste vegetatielaag bevinden;
- Vegetatie heterogeen is doordat verschillende vegetatietypen en soorten in mozaïeken of mengvormen door elkaar voorkomen;
- Gebiedskennis ontbreekt om ruimtelijke patronen ecologisch en in beheercontext te duiden, en om rekening te houden met tijdelijke situaties (zoals afwijkende weers- of hydrologische omstandigheden in een specifiek jaar);
- De trainingsdata onvoldoende representatief of van onvoldoende kwaliteit zijn (bijv. te kleine trainingsvlakken) en er bovendien te weinig gegevens beschikbaar zijn om het model adequaat te valideren;
- Onvoldoende tijd of expertise beschikbaar is voor de iteratieve modelopbouw die nodig is om tot een betrouwbaar en interpreteerbaar resultaat te komen;
- De organisatie niet ingericht wordt op een workflow die passend is voor gebruik van Spheer.

7.2 Aanbevelingen

7.2.1 Vervolgonderzoek en toepassingsrichtingen

De criteria uit sectie 7.1 en eerdere hoofdstukken geven richting aan welke vraagstukken en gebieden geschikt zijn voor verder onderzoek met Spheer. Ze bieden een indicatie op welk niveau (groeperingen van) vegetatietypen en op basis van welke kenmerken habitattypen kansrijk zijn om door Spheer onderscheiden te kunnen worden, welke ruimtelijke en temporele patronen gevolgd kunnen worden en op welke momenten in het vegetatiemonitoringsproces dit van meerwaarde kan zijn. Daarnaast kunnen de ervaringen die provincies met Spheer hebben opgedaan aanleiding vormen voor vervolgstudies in andere gebieden of provincies. Op basis hiervan komen de volgende richtingen voor vervolgonderzoek en verdere toepassing in beeld:

- Opstellen van een indicatieve lijst van potentieel geschikte vegetatietypen, -groeperingen en habitattypen voor monitoring met behulp van Spheer;
- Identificatie van potentiële zoekgebieden voor habitattypen buiten de N2000-gebieden, op basis van door Spheer herkenbare habitattypenkenmerken (eventueel met een referentiegebied als basis);
- Structuurkenmerken in beeld brengen ten behoeve van de kwaliteitsbeoordelingen van habitattypen als onderdeel van de maatlatten die momenteel binnen het Verbeterprogramma VHR-monitoring (VVM) worden ontwikkeld; *
- In kaart brengen van leefgebieden van soorten die duidelijk te onderscheiden structuurkenmerken hebben, zoals vennen omgeven door heide (leefgebied libel), of heide met verspreid staande boompjes (leefgebied roodborsttapuit);

* In de VVM-maatlatten voor het beoordelen van kwaliteit van habitattypen worden structuurcriteria opgenomen. Deze staan bijvoorbeeld beschreven als percentage struweel, opslag of open zand dat binnen een habitatypevlak aanwezig is. Er zijn momenteel vaak geen bestaande data beschikbaar die aan het gevraagde detailniveau voldoen. Er liggen kansen om deze onderdelen van de maatlat te kunnen beoordelen met remote sensing-technieken zoals Spheer.ai. Een doorontwikkeling hierop en uitwerking van de toepasbaarheid is daarvoor nodig.

- Verder testen structuurvoorspellingen en -kaarten door Spheer (m.b.v. 'unsupervised clustering') voor andere gebieden dan duingebied, bijvoorbeeld heide-bosgebied;
- Vroegtijdig signaleren van veranderingen in vegetatiestructuur;
- Monitoren van successieprocessen en de daarmee samenhangende achteruitgang van niet-dominante en bijzondere soorten;
- Monitoren van fasering bij heideontwikkeling (bijv. op de Sallandse Heuvelrug);
- In kaart brengen en monitoren van moeilijk bereikbare gebieden, zoals slikken en schorren, waar fysieke verstoring door veldwerk de vegetatiekwaliteit kan beïnvloeden (aanvullende tests moeten de effectiviteit van Spheer in deze context te bepalen);
- Detecteren en monitoren van invasieve exoten (bijv. de uitbreiding van Dijkviltbraam op de Slikken van Flakkee);
- Verder onderzoeken welke aspecten door Spheer in de tijd gevolgd kunnen worden als indicatoren voor onderliggende processen;
- Ondersteunen van beheermaatregelen door frequente, grootschalige updates van vegetatiestructuur en -dynamiek.

7.2.2 Mogelijke consequenties voor het vegetatiemonitoringsproces

De resultaten van dit project laten zien dat Spheer een waardevolle ondersteunende rol kan spelen binnen het vegetatiekarteerproces en de wettelijke monitoringsopgave. In jaren dat er niet gekarteerd wordt, kan de applicatie worden ingezet voor tussentijdse vegetatiemonitoring, onder meer aan de hand van sleutelindicatoren. Tegen het einde van het project heeft een strategisch overleg plaatsgevonden over praktische implicaties van de inzet van Spheer. Dit leidde tot een bredere beschouwing van het hele vegetatiemonitoringsproces en de onderstaande overwegingen. De waarde van een gebiedsgerichte aanpak is naar voren gekomen, waarbij:

- Een gecombineerde monitoringsvorm dient te worden toegepast: algemene structurele monitoring aangevuld met gerichte satellietmonitoring en veldcontroles;
- Een aangepaste en proactieve werkwijze moet worden ontwikkeld, waarin helder is waarvoor veldbezoeken noodzakelijk zijn en wanneer en in welke mate passieve remote sensing efficiënt kan bijdragen;
- Maatwerk per gebied essentieel is: de oorzaken van kwaliteitsverslechtering in beeld worden gebracht en bepaald wordt welke sleutelindicatoren moeten worden gemonitord, met welke methode, op welke locaties en met welke frequentie. Hierbij kan naast vegetatiekundige kennis een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) ondersteunend zijn en het benodigde systeeminzicht bieden;
- Een gedifferentieerd detailniveau wordt toegepast, afhankelijk van de monitoringsvraag;
- Samenwerking tussen verschillende expertises essentieel is: voor het bepalen van de werkwijze, de uitvoering (model- en veldkennis) en interpretatie van resultaten;
- Maatwerk betekent dat je vooraf moet nadenken over wat er nodig is in een gebied, daarover afspraken maakt en die ergens vastlegt.

Gedifferentieerd detailniveau afhankelijk van monitoringsvraag:

De huidige natuurmonitoring is in belangrijke mate ingericht rond uniforme werkwijzen, vaste cycli en gestandaardiseerde producten. Deze uniformiteit is van groot belang voor vergelijkbaarheid, kwaliteitsborging en landelijke rapportage. Tegelijkertijd verschillen de informatiebehoeften in natuurbeleid en natuurbeheer sterk per opgave. Niet iedere beleids- of beheervraag vraagt om hetzelfde ruimtelijke detailniveau, dezelfde thematische nauwkeurigheid of dezelfde monitoringsfrequentie. Dit roept de vraag op of het huidige monitoringssysteem voldoende gedifferentieerd is ingericht om aan uiteenlopende informatiebehoeften te voldoen.

Voor een Natura 2000-habitattypenkaart gelden bijvoorbeeld hoge eisen aan de vegetatiekundige onderbouwing, omdat de kaart wordt gebruikt voor formele beoordeling, rapportage en juridische besluitvorming. Daarbij is informatie nodig op het niveau van habitattypen, vaak gebaseerd op lokale vegetatietypen, kwalificerende soorten, structuurkenmerken en aanvullende criteria. In dergelijke gevallen blijft veldkennis en vegetatiekundige interpretatie onmisbaar. Een satelliet-AI-toepassing zoals Spheer kan daarbij ondersteunend zijn, bijvoorbeeld bij de voorbereiding van

veldwerk, het signaleren van afwijkingen of het afbakenen van zoekgebieden, maar kan de vegetatiekundige beoordeling niet zelfstandig vervangen.

Voor andere beleids- en beheervragen kan echter een grover detailniveau voldoende zijn. Bij vraagstukken rond een bossenstrategie, landschappelijke structuurontwikkeling, vergassing van heide, verruiging van graslanden, struweelontwikkeling of veranderingen in kroonsluiting is niet altijd een volledige vegetatiekundige typering op associatie- of habitattypeniveau nodig. In zulke gevallen kan informatie over dominante structuren, bedekking, openheid, opslag, bosontwikkeling of trends in vegetatiepatronen al voldoende zijn om beleidsmatig of beheermatig te kunnen sturen. Voor deze toepassingen sluit de kracht van Speer beter aan op de informatiebehoefte, omdat de applicatie juist relatief goed presteert bij patronen die samenhangen met dominantie van één of enkele soorten of met duidelijke verschillen in vegetatiestructuur.

De bruikbaarheid van Speer moet daarom niet uitsluitend worden beoordeeld aan de hand van de vraag of de applicatie een volledige vegetatiekartering of habitattypenkaart kan reproduceren. Die vergelijking is relevant, maar vormt slechts één deel van de bredere afweging. Minstens zo belangrijk is de vraag op welk detailniveau informatie nodig is voor de betreffende toepassing. Voor sommige opgaven is een fijnmazige, vegetatiekundig gevalideerde kaart noodzakelijk; voor andere opgaven volstaat een indicatieve kaart, trendbeeld, signaleringskaart of structuurkaart. In die laatste gevallen kan Speer mogelijk sneller, frequenter en gebiedsdekkender informatie leveren dan met uitsluitend veldkartering haalbaar is.

Een gedifferentieerde benadering van monitoring vraagt daarom om onderscheid tussen verschillende informatieniveaus. Op het hoogste detailniveau blijft de periodieke vegetatiekartering door deskundige karteerders noodzakelijk, met name waar het gaat om formele habitattypenkaarten, juridische rapportages en beoordeling van natuurkwaliteit. Op een middelbaar detailniveau kan Speer mogelijk ondersteunen bij het actualiseren van structuren, begrenzingen en dominante vegetatiepatronen. Op een grover detailniveau kan de applicatie worden ingezet voor frequente signalering van veranderingen, het volgen van trends en het prioriteren van beheer of veldbezoek.

Deze differentiatie sluit aan bij de bredere behoefte om natuurmonitoring beter af te stemmen op de aard van de beleidsvraag. Een beheerder die wil weten waar opslag toeneemt, heeft andere informatie nodig dan een provincie die een Natura 2000-habitattypenkaart moet vaststellen. Een beleidsmaker die de ontwikkeling van bosareaal of landschappelijke structuur wil volgen, vraagt om andere indicatoren dan een vegetatiekundige die de aanwezigheid van een specifieke associatie moet beoordelen. Door deze verschillende vragen niet allemaal met hetzelfde monitoringsinstrument en hetzelfde detailniveau te willen beantwoorden, kan de monitoring doelmatiger worden ingericht.

Voor de inzet van digitale technieken betekent dit dat niet alleen moet worden gekeken naar de nauwkeurigheid van het model ten opzichte van bestaande vegetatiekarteringen, maar ook naar de geschiktheid van het detailniveau voor het beoogde gebruik. Een voorspelling die onvoldoende nauwkeurig is voor een habitattypenkaart kan nog steeds waardevol zijn als signaleringskaart, als voorbereiding op veldwerk of als hulpmiddel voor beheerplanning. Omgekeerd moet worden voorkomen dat indicatieve AI-output wordt gebruikt voor doelen waarvoor de vereiste betrouwbaarheid en vegetatiekundige onderbouwing ontbreken.

Een belangrijke vervolgstap is daarom het expliciet koppelen van monitoringsvragen aan passende gegevensproducten. Daarbij kan per toepassing worden bepaald welk ruimtelijk detailniveau, welke thematische nauwkeurigheid, welke actualiteit en welke mate van veldvalidatie nodig zijn. Speer kan binnen zo'n gedifferentieerd monitoringsstelsel een rol vervullen op de niveaus waar structuur, dominantie, trend en verandering centraal staan. De periodieke vegetatiekundige kartering blijft nodig voor de diepere ecologische duiding en formele vaststelling, maar wordt aangevuld met frequentere en gebiedsdekkendere digitale signalering.

Deze benadering kan bijdragen aan een efficiënter en toekomstbestendiger monitoringsstelsel. Niet door de bestaande monitoring één-op-één te vervangen, maar door de informatievoorziening

beter te laten aansluiten op de diversiteit aan natuurbelevingsvragen. Daarmee ontstaat ruimte om intensiever te monitoren waar dat nodig is, grover te monitoren waar dat voldoende is, en veldexpertise gericht in te zetten waar deze de meeste meerwaarde heeft.

8 Literatuur

- Van Delft, B. & G. Maes (2022). Landschappelijke Bodemkartering (LBK). Achtergronden, toepassingen en technische documentatie. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- M. Feldbrugge (2025). Vegetatiekartering Noord-Hollands Duinreservaat. Egmond – Bergen-Zuid 2024. A&W-rapport 23-225/2024. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Van der Goes, D.J., T. van de Vondervoort, T., M. Langbroek (2023). Vegetatie- en florakartering De Wieden en Weerribben 2020-2022. G&G-rapport 2023-019, Van der Goes en Groot, Kwintsheul/Alkmaar.
- Haveman, R. & I. de Ronde (2021). Eten is weten. Over plantensociologie, vegetatiekunde en kundig weten. *Stratiotes* 57: 16-39.
- Haveman, R. & I. de Ronde (2026). Vegetatieontwikkeling Put van Bullee, analyse van pq-gegevens en historische vegetatieopnames. De Ronde & Haveman, rapport DRH 2026.01, Zetten.
- Langbroek, M. & A. Aptroot (2019). Vegetatie- en plantensoortenkartering De Borkeld en Enterven 2018. Rapport 2019-04 Van der Goes en Groot, Kwintsheul/Alkmaar.
- De Ronde, I. & R. Haveman (2024). Een schrale oogst – Kwaliteit van heischraal grasland op terreinen van Staatsbosbeheer. Rapport DRH2024.01, De Ronde & Haveman – Onderzoeks- en Adviesbureau voor Geobotanie en Landschap, Zetten.
- Slingerland, P. & M. Beuriot (2024). Vegetatiekartering Vechtdal Natura 2000 en boswachterij Ommen en (deels) Hardenberg 2023. G&G-rapport 2023-176, Van der Goes en Groot, Kwintsheul/Alkmaar.
- Schwarz, N., Obergh, D., van Kantten, R., van Bree, R., Ohuru, R., & Willemen, L. (2024). How to evaluate the impact of citizen-science projects: The case of urban green projects in Suriname. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12567841>.
- Tolpekin, V., & Stein, A. (Eds.) (2012). *The core of GIScience: a systems-based approach*. (ITC Educational Textbook Series). University of Twente, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).
- Van de Vondervoort, T., R. van der Knoop, M. Nagtzaam & C. van Roosmalen (2025). Vegetatie- en florakartering Strabrechtse Heide en Beuven 2023-2024. G&G-rapport 2024-278, Van der Goes en Groot, Kwintsheul/Alkmaar.

9 Bijlagen

9.1 Onderzochte vegetatie- en habitattypen

Onderzochte vegetatietypen		
	<i>Latijnse naam</i>	<i>Nederlandse naam</i>
r19	Nardetea	Klasse der heischrale graslanden
r20	Calluno-Ulicetea	Klasse der droge heiden
r39	Franguletea	Klasse der wilgenbroekstruwelen
r40	Rhamno-Prunetea	Klasse der doornstruwelen
r41	Salicetea purpureae	Klasse der wilgenvloedbossen en -struwelen
r42	Alnetea glutinosae	Klasse der elzenbroekbossen
r43	Vaccinio-Betyletea pubescentis	Klasse der berkenbroekbossen
r44	Vaccinio-Piceetea	Klasse der naaldbossen
r45	Quercetea robori-petraeae	Klasse der eiken- en beukenbossen op voedselarme grond
r08Bd01	Cladietum marisci	Galigaan-associatie
r09Aa02	Pallavicinio-Sphagnetum	Veenmosrietland
r11Ba02	Sphagno palustris-Ericetum	Moerasheide
r09Ba03	Parnassio-Juncetum atricapilli	Associatie van Duinrus en Parnassia
r14Bb01	Festuco-Thymetum serpylli	Associatie van Schapengras en Tijn
r14Bb	Plantagini-Festucion	Verbond van Gewoon struisgras
r14Ba	Thero-Airion	Dwerghaver-verbond
r14Aa	Corynephorion canescentis	Buntgras-verbond
Onderzochte habitattypen		
H6230	Heischrale graslanden	
H4030	Droge heiden	
H5130	Jeneverbesstruwelen	
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	
H9190	Oude eikenbossen	
H91D0	Hoogveenbossen	
H91E0	Vochtige alluviale bossen	
H2120	Witte duinen	
H2130	Grijze duinen	
H2190	Vochtige duinvalleien	
H6120	Stroomdalgraslanden	
H2330	Zandverstuivingen	

9.2 Uitkomsten gebruikerservaringen en usability

Tabel 6 - Tijd nodig om antwoord te geven op de vijf vragen uit het protocol. SD: standaarddeviatie, CV: coëfficiënt van variatie, hogere getallen geven meer variatie aan. De taak in de rode tijd was niet binnen 4 min uitgevoerd.

	Vraag1	Vraag2	Vraag3	Vraag4	Vraag5	Ervaring
ID1	00:38	00:25	01:52	00:51	00:51	Geïnformeerd zonder GIS
ID2	00:10	00:23	00:23	03:27	00:10	Use case met GIS
ID3	00:23	00:25	00:21	00:11	01:05	Use case zonder GIS
ID4	00:28	01:06	00:25	03:40	00:18	Geïnformeerd zonder GIS
ID5	00:21	00:16	00:42	00:31	00:12	Use case met GIS
ID6	01:20	00:58	00:49	02:06	03:19	Use case met GIS
ID7	02:30	00:43	00:45	01:30	00:15	Use case met GIS
ID8	01:17	00:18	01:00	00:31	00:45	Use case met GIS
ID9	00:10	01:06	01:00	01:11	00:25	Geïnformeerd zonder GIS
ID10	00:47	00:20	01:27	00:38	00:15	Use case met GIS
ID11	00:10	01:02	04:00	00:10	00:30	Geïnformeerd met GIS
SD	0:41	0:20	1:00	1:11	0:52	
Gemiddelde	0:45	0:38	1:09	1:21	0:44	
CV	0.91	0.52	0.86	0.88	1.18	

Observaties bij de vijf effectiviteit en efficiëntie test taken:

- Open de User Manual.
 - ID1: Testpersoon kijkt eerst bij instellingen. Rechtsboven (Schuifjes met instellingen) voelt logischer.
 - ID3: openingspagina (waar alle use cases van dit project staan) en vond daar gelijk de juiste knop.
 - ID4: Testpersoon keek eerst bij schuifjes rechtsboven in beeld. Toen de persoon zag dat het daar niet bij zat, kwam gedachte dat het dan waarschijnlijk onder accountnaam te vinden was. Zou handig zijn als menu onder accountnaam al in beeld komt als je boven knop hangt.
 - ID5: Gevonden via Spheer website
 - ID6: Testpersoon ging in eerste instantie bewust uit applicatie omdat hij/zij niet zag waar de handleiding zou kunnen zijn, dus gezocht met google en kwam toen op de homepage van Spheer. Daar vond testpersoon de handleiding niet, vervolgens toch binnen de applicatie gevonden. Testpersoon had niet verwacht dat de handleiding te vinden zou zijn onder 'login' (initialen). Een 'i' van informatie zou duidelijker zijn als icoon.
 - ID7: Testpersoon kijkt eerst uitgebreid aan de rechterkant en wil handleiding eigenlijk in de Teams-omgeving van Project Spheer gaan zoeken. Nogmaals aan de rechterkant gekeken, uiteindelijk gevonden onder initialen links in het scherm.
 - ID8: Niet via Spheer de user manual gevonden, maar via de mail naar teamsomgeving waar handleiding staat.
 - ID9: Gevonden, omdat testpersoon bij verkennen van de applicatie alle knoppen had uitgeprobeerd. Eigenlijk geen logische plek, onder initialen; logischer onder één van vier icoontjes rechtsonder in beeld
 - ID10: Gebruiker vindt de locatie niet logisch, wel gevonden op de correcte manier.
 - ID11: Rechtstreeks naar de juiste plek

2. Start een nieuwe vegetatie classificatie door een 'model' toe te voegen.
 - Default geeft Spheer een ingetekend polygoon de eerste klasse die je hebt opgegeven. De verwachting van de testpersoon is dat als hij zojuist een klasse heeft aangemaakt en vervolgens een polygoon intekent, de polygoon deze laatstaangemaakte klasse zal hebben. Dat dit niet het geval is, valt de persoon wel direct op door de kleur die de polygoon heeft meegekregen.
 - ID4: Gevoelsmatig zit er niet een directe koppeling tussen bolletje of veld waar je klasse aanmaakt en het model dat je hebt gemaakt; staat er weliswaar onder, maar als het duidelijk in hetzelfde blokje staat dan is het intuïtief duidelijker.
 - ID6: Gelijk een classificatie-model aangemaakt, daarna niet gelijk duidelijk dat klasse nog moest worden aangemaakt. Eerst met muis naar pijltje om polygoon te tekenen.
 - ID7: Internetverbinding lijkt erg traag te zijn, polygoon verschijnt niet, pas heel laat.
 - ID9: Meteen naar model toevoegen, na kiezen model niet gelijk duidelijk dat er een naam ingevoerd moest worden (bij proberen op te slaan geen melding dat er nog gegevens ontbraken).
 - ID11: Persoon gebruikt use manual voor hulp. Term use case is voor deze persoon nog onbekend, moet erop gewezen worden dat hij al in een use case zit.

3. Teken voor één vegetatietype één exemplarisch gebied op de kaart voor 2024.
 - Lukte eerst niet klassen aan te maken. Waar de tekst 'typ en druk enter' staat zou volgens testpersoon beter 'maak je klassen aan' kunnen staan. Persoon wilde eerst tekenen en daarna een label eraan geven.
 - ID3: Testpersoon maakt polygoon aan door punten aan te geven met muis en vervolgens op enter te drukken.
 - ID6: Testpersoon kende de stappen goed door de eravring in Spheer tot nu toe.
 - ID7: Testpersoon weet de juiste knoppen te vinden, internet is nog steeds erg traag.
 - ID8: Eerst een polygoon getekend, toen weer verwijderd aangezien er geen klasse toegekend kon worden. Daarna pas klasse aangemaakt, dus duurde langer
 - ID9: Testpersoon moest even zoeken naar knop om te tekenen; bleef een tijd bij pijltje, omdat icoontje vulpen 'grijs' was (daardoor niet goed zichtbaar voor testpersoon, trekt niet de aandacht).
 - ID10: Probeert eerst te tekenen, voor het aanmaken van een nieuwe klasse. Dit werkt niet dus gaat een nieuwe klasse aanmaken; Nieuwe klasse-naam getypt, maar nog niet op enter geklikt dus observatie kon niet aangemaakt worden. Daarna wel gelukt
 - ID11: Niet gelukt in 4 min. Persoon gebruikt weer user manual als input. Tekenicoon makkelijk gevonden. Na aanmaken observatie is er nog geen label aangemaakt waardoor observatie "verdwijnt" na klikken enter.

4. Pas de periode aan om visueel te evalueren of vegetatie op een locatie stabiel is.
 - In het venster rechts zou testpersoon de klassen en het jaartal graag omgedraaid zien.
 - Intuïtief niet direct duidelijk voor testpersoon dat je eerst op polygoon moet klikken voordat jaren die je kunt aanvinken zichtbaar worden. Denkwijze hierachter niet duidelijk; dit moet je iemand aanleren.
 - ID3: Testpersoon wist precies hoe dit moest (klikte direct op polygoon, waardoor veld met te selecteren jaren in beeld kwam, selecteerde allen en ging vervolgens met de 'schuif' na of de vegetatie op die locatie stabiel was in alle jaren). Dit heeft de persoon bij het werken in Spheer veel gedaan, omdat hij/zij niet gebruik maakt van ingevoerde polygoon via GIS, maar vergelijkt gebruikmakend van luchtfoto's en kaarten.
 - ID4: Niet direct duidelijk voor testpersoon dat je eerst op polygoon moet klikken om te selecteren jaren rechts in beeld te krijgen. Daarna heeft testpersoon het model eerst getraind en uiteindelijk met de schuif bovenaan in beeld gekregen of de vegetatie van de ingetekende polygoon stabiel is.
 - ID6: Testpersoon verifieerde eerst met 'schuif', toevallig bleef polygoon 'hangen' waardoor hij zichtbaar bleef in de jaren waar hij nog niet voor was geselecteerd. Toen duidelijk werd

dat vegetatie niet stabiel was in een aantal eerdere jaren, heeft testpersoon de jaren aangevinkt voor de observatie waar vegetatie stabiel was.

- ID7: Testpersoon heeft eerst 4 klassen met observaties gemaakt om te kunnen trainen, na 5 min. klaar met trainen (internetverbinding is nog steeds erg traag). Gemaakte kaart zonder problemen geëxporteerd.
 - ID9: Eerst gekeken bij schuif, daarna bij klasse, maar toen was polygoon niet in beeld. In tweede instantie op polygoon geklikt en jaartal aan kunnen passen. Aan het zoeken, omdat aan te vinken jaartallen eerder niet in beeld waren.
 - ID10: Past de periode eerst aan alsof hij voor ieder jaar geld zodat hij in beeld blijft, gaat daarna kijken of het klopt in deze jaren en past periode aan
 - ID11: Grens blijft niet zichtbaar door de jaren heen.
5. Exporteer een gemaakte kaart met de voorspelling waar een vegetatietype voorkomt.
- Testpersoon zocht eerst naar exporteerknop bij 3 puntjes naast naam model en per ongeluk kwam er toen de pop-up van de knop exporteren in beeld waardoor hij wist dat dit de juiste knop was.
 - ID3: Trainen model niet meegenomen in tijd. Exporteren kaart lukte vervolgens eerst niet (melding 'kaarten niet beschikbaar voor model'), daarna wel voor ander model en vervolgens ook gewoon voor eerste model. Onduidelijk waarom dit eerst niet lukte.
 - IDXX: Testpersoon kon exportknop niet vinden, heeft gezocht in handleiding, toen ook niet gelijk duidelijk, daar in tweede instantie uiteindelijk gevonden om welke knop het gaat. Testpersoon heeft geen GIS en is niet blij met export (tiff bestanden geven zwart), dus wil graag 'dbf' file als export.
 - ID9: Knop om te exporteren gelijk gevonden, maar eerst nog geen kaart aangemaakt. Eerst extra klasse aangemaakt met exemplarisch gebied om het model te kunnen trainen. Na 3 m 20 s model getraind. Bij 3 m 45 s geëxporteerd (dus 25 s na het trainen van het model).
 - ID11: Na 20 seconden rondkijken de juist eknop gevonden, daarna snel gevonden.

Antwoorden op vragen tevredenheid:

1. We denken dat deze tool en gegenereerde data nuttig kan zijn voor u, hoe ziet u dat?
 - ID1: Ter voorbereiding van een veldbezoek waarbij ik vegetatiepatronen wil bestuderen (voor een LESA bijv.) zou ik hiermee al een eerste kaart kunnen genereren die de grenzen van bepaalde vegetatietypen weergeeft.
 - ID2: Tweeledig: enerzijds invulling verplichte kartering op een eenduidige manier en veel frequenter om effectmaatregelen makkelijk te kunnen koppelen aan doelen (vegetatie, habitat), anderzijds heel breed, van invasieve soorten, tot illegaal grondgebruik, etc.
 - ID3: Indien de analyse "correct" (betrouwbaar) blijkt te zijn dan zie ik voor meerdere deelprojecten zeker de toegevoegde waarde. Bijvoorbeeld bij het in beeld brengen van de omgevingscondities van de Veluwe of andere (grote) gebieden. Lastige is nu nog de toepassingsmogelijkheden concretiseren.
 - ID4: Ja, de tool kan mogelijk behulpzaam zijn bij een hogere frequentie van monitoring, aangezien de vraag naar data hard toeneemt maar het aantal veldwerkers niet. Op onderdelen kan deze methodiek ook objectiever zijn. Schattingen kunnen tussen mensen best verschillend zijn. Deze tool doet het overal op dezelfde manier (mits wij goede instructies geven, d.w.z. goede trainingsdata aanleveren en de beperkingen goed kennen).
 - ID5: Werkzaam bij een bureau dat adviseert; ontwikkelingen in een gebied (structuurverandering, vergrassing) kunnen met model snel bekeken worden. Deelnemer denkt niet dat tool nog kan bijdragen bij maken vegetatiekaarten. Dus voornamelijk: Processen die leiden tot structuurverandering of tot dominantieveranderingen (heidevergrassing, verbossing, afsterven van bossen en struwelen).
 - ID6: Ik zal de tool zelf niet zo snel gebruiken, omdat ik geen karteringen maak. Ik maak alleen gebruik van de gegevens uit de habitatypekarteringen.

- ID7: Ja, kan zeker nuttig zijn, omdat je snel een globale structuurkaart van een gebied kunt maken van een reeks van jaren. In ons werk hebben we dat laatste niet direct nodig.
- ID8: Kan afhankelijk van de vragen die test persoon krijgt, gebruik handig vinden. Uit N2000 is het nuttig voor structuurkaarten, maar test persoon houdt zich meer bezig met kennisuitbreiding (ecologisch onderzoek: veel dieper niveau, subassociatie). Daarvoor blijkt het nog niet nuttig.
- ID9: Ja, deze tool en gegenereerde data zijn nuttig. In mijn rol als senior-adviseur kan ik deze data als input voor beleidsvoorstellen en adviezen gebruiken. Het helpt ook om de veranderingen in de loop van de tijd in beeld te brengen, waardoor toekomstvoorspellingen beter te maken zijn.
- ID10: Testpersoon denkt dat het ook nuttig kan zijn. Vraag is vooral hoeveel detail is voldoende? Wel een goede hulp voor duidelijk zichtbare veranderingen en structuurveranderingen.
- ID11: SNL-structuur-karteringen mogelijk te gebruiken. Bij voorkeur de hele werkwijze digitaliseren. Dan eerst de open vlakken en lage vegetaties. Controle en aanpassing van beheertypenkaart op grote categorieën zoals water, bos en open/lage vegetaties, wegen en dijken.

2. Waar ziet u beperkingen van de tool?

- ID1: Een beperking is dat het o.b.v. de luchtfoto lastig kan zijn de verschillende klassen die je wilt aanmaken te herkennen.
- ID2: Werkproces: onduidelijk wie wat gaat doen. Evaluatie lastig omdat ground truthing mist. Ander voorbeeld van een beperking: vegetaties onder afscherming (bijv. bomen) worden niet meegenomen.
- ID3: Beperkingen zie ik met name op dit moment nog op complexe onderwerpen zoals vegetatiekartering. We moeten denk ik nu eerst de "eenvoudige" onderwerpen goed onderzoeken, inregelen en ondertussen met de complexere onderwerpen gaan testen en in het veld valideren.
- ID4: Detailniveau waarop vragen beantwoord kunnen worden. Bij een hogere resolutie wordt een regressieanalyse steeds minder zinvol.
- ID5: De fijnere verschillen, proberen zaken in kaart te brengen die niet op dominantie zijn gebaseerd. Gelaagdheid van de vegetatie kan het model slecht mee omgaan. Ook risico dat het gebruik zo makkelijk is dat mensen kunnen denken waardevolle output te creëren zonder veldwerk als grondslag.
- ID6: Ieder traint zijn eigen dataset (lijkt het). Als je die aan elkaar zou kunnen knopen, zou het systeem snel veel slimmer kunnen worden. Om de kaart te kunnen zien, moet je steeds opnieuw trainen, ook als je teruggaat naar een ander model dat je al getraind had (althans, zo lijkt het voor mij).
- ID7: De beperkingen zitten vooral in het herkennen van variatie binnen de grovere vegetatiestructuren, d.w.z. afzonderlijke vegetatietypen worden alleen onderscheiden als ze bepaalde unieke kenmerken bezitten.
- ID8: Beperking in herkennen van gelaagdheid en in de vegetatie die niet dominant is. Nog niet even stabiel; cellen verspringen nog door de jaren heen
- ID9: De gebruiker heeft kennis van het gebied nodig en van GIS (vegetatiekarteringen) om goede polygonen te kunnen tekenen. Beheer en seizoenen kunnen invloed hebben op de nauwkeurigheid van de uitkomsten/ de gegenereerde kaarten. Je krijgt geen feedback van de tool van de betrouwbaarheid.
- ID10: Enerzijds de ruimtelijke resolutie. Voor vegetatiekarteringen te grof.
- ID11: Kan niet door loofbos heen kijken en hoogtes zien. Kleine details.

3. Wat heeft u (nog meer) nodig om de tool te gebruiken?

- ID1: GIS.
- ID2: Landelijke aanpak en iemand die knopen doorhakt (beslissing op het juiste niveau).
- ID3: Ik heb met name nodig dat er mensen zijn die goed met de tool kunnen werken en de beperkingen en kansen ervan kennen. Daarnaast moeten die beperkingen en kansen

bekend zijn bij mijn collega's zodat zij in kunnen schatten waar ze de tool voor in kunnen laten zetten.

- ID4: De meeste energie gaat zitten in het voorbereiden van de trainingsdata en daarna de validatie in het veld. Wat helpt bij de acceptatie van de uitkomsten zijn het meeleveren van de confusion matrices en trendgrafiekjes.
 - ID5: Velddata of goede input. Om snel en goed te gebruiken voor grote gebieden naast QGIS of ArcGIS leggen.
 - ID6: Dat het een betrouwbaar proces is, dat er correcte kaarten uit komen.
 - ID7: Voor mij is het ernaast gebruiken van een standaard gis-applicatie nodig om het systeem met de juiste observaties te voeden en de uitkomsten te kunnen valideren.
 - ID8: Dat je door de vegetatie heen kan kijken. Kan geen voorbeeld bedenken van iets extra's wat in het werk van de testpersoon zou kunnen bijdragen.
 - ID9: Ervaring opdoen met de tool en kennis van een vegetatiekundige om de goede polygoon te kunnen tekenen en om feedback over de betrouwbaarheid van de gegenereerde data te kunnen geven.
 - ID10: Als achtergrond is het een luchfoto, gebruiker zou graag het satellietbeeld aan kunnen zetten. Daarnaast een manier om een confusion matrix te maken binnen de tool.
 - ID11: Extra tijd om uit te zoeken hoe het werkt en waar dit behulpzaam voor kan zijn. Aanpassing van de werkwijze structuurkartering om het in te kunnen zetten. Idem voor N2000-monitoring. Getrainde modellen voor bijvoorbeeld naaldbos-loofbos, vergrassing van heide.
4. Na het zien van deze tool en data, bent u geïnteresseerd in het gebruiken ervan?
- ID1: Ja, voor LESA, om voordat ik het veld in ga al een bureaustudie te kunnen uitvoeren waarbij ik vegetatiepatronen vergelijk met hydrologische gegevens en kaarten. Ook puur ter voorbereiding op het veldbezoek.
 - ID2: Ja.
 - ID3: Zeer zeker.
 - ID4: Ja.
 - ID5: Bij opdrachtgevers die vragen hebben, zou deelnemer het aanraden bij specifieke zaken.
 - ID6: Het is heel leuk spelen, maar voor mijn werk heb ik er niet direct iets aan (omdat ik geen karteringen maak, alleen karteringen van anderen gebruik).
 - ID7: Jazeker, al zie ik nog niet hoe dit in mijn persoonlijke werkzaamheden past. Binnen ons bedrijf zijn er misschien wel toepassingen te bedenken in het proces van het maken van vegetatiekaarten. Mogelijk kan een deel van het digitaliseren van vlakken versneld worden. Bepaalde door de opdrachtgever gevraagde aspecten kunnen waarschijnlijk automatisch gegenereerd worden, zodat het veldwerk verlicht wordt. Dit laatste kan ook als aanvulling of als controle dienen, want veldwerkers missen ook wel eens iets of vergeten het te noteren.
 - ID8: Was aan start van pilot sceptisch, maar ziet dat er dingen mee kunnen die persoon niet verwacht had. Ziet toepassingen, maar niet bij wat we tot nog toe doen. Ziet wel mogelijkheden bij het zoeken naar habitattypen buiten N2000 (habitatverkenner). Niet binnen eigen taken.
 - ID9: Ja, ik heb interesse. Hiermee kan ik onderzoeken hoe digitale innovaties kunnen bijdragen aan maatschappelijke doelen, in dit geval natuurmonitoring en natuurbeheer. Je kunt hiermee veranderingen in de vegetaties eerder en gemakkelijker in beeld brengen, zoals verdroging en daarop je beheersmaatregelen aanpassen.
 - ID10: Ja, ziet er wel een meerwaarde van in. Misschien niet de beoogde meerwaarde dat het een vegetatie of habitat kartering kan opleveren maar wel de basis voor zo'n kaart.
 - ID11: Nog niet professioneel. Vind het leuk om mee te spelen.
5. Wat bent u van plan te doen met de gegenereerde data?

- ID1: Trends van veranderingen van vegetatiepatronen door de tijd weer te geven en te duiden. Zoals hierboven beschreven, een vegetatie- of vegetatiestructuurkaart te maken om mee te nemen in het veld.
- ID2: Invulling voor meerdere domeinen en maatschappelijke opgaven. Vegetatie-, habitattypen- en structuurkaarten van vegetatie. De grootschalige 12-jaarlijkse vegetatiekaarten worden bijv. gebruikt voor het 'goede gesprek' tussen provincie en TBO's.
- ID3: Er zijn legio mogelijkheden. Voor mijzelf persoonlijk wil ik Spheer inzetten voor het langdurig in kaart brengen van een aantal aspecten van monitoring omgevingscondities Veluwe, afhankelijk natuurlijk van wat daarin mogelijk is.
- ID4: Vinger aan de pols bij veranderingen in natuurgebieden; Bossenstrategie (één systeem i.p.v. vele bronnen); Aanvulling op de monitoring.
- ID5: Deelnemer werkt 'vraaggestuurd' in opdracht van provincies en TBO', dus gebruik vindt alleen plaats indien er een opdracht voor is. Er zou wel gestuurd kunnen worden naar gebruik van Spheer.
- ID6: Niet zo veel: ik kan alleen de Tiff's zien, en dat zijn geheel zwarte kaarten.
- ID7: Ik zie ook nog een mogelijkheid om bepaalde habitattypen volledig in beeld te krijgen. Hierbij denk ik aan vegetaties van Kraaihei of Jeneverbes, die soms bij karteringen gemist worden in grotere heide- of naaldbosvlakken.
- ID8: n.v.t.
- ID9: Onderzoeken of deze digitale innovatie potentie heeft natuurmonitoring door provincies/IPO. Benutten voor het interprovinciale beleid voor digitalisering ten behoeve van maatschappelijke opgaven.
- ID10: Kijken of het gebruikt kan worden als voorbereiding voor een vegetatiekartering. Regressieanalyse ziet testpersoon ook meerwaarde van in.
- ID11: SNL-structuurkartering voeden.