A network diagram consisting of various sized light blue circles connected by thin white lines, set against a solid blue background. The circles vary in size and are scattered across the page, with some larger circles acting as hubs.

KWR 2022.039 | April 2022

**Effect
capaciteitsuitbreiding
waterwinning op
natuur in de
Amsterdamse
Waterleidingduinen**

Effectvoorspelling met model PROBE-1

Rapport

Effect capaciteitsuitbreiding waterwinning op natuur in de Amsterdamse Waterleidingduinen

Effectvoorspelling met model PROBE-duinen

KWR 2022.039 | April 2022

Opdrachtnummer

403834

Projectmanager

Edu Dorland

Opdrachtgever

Arcadis/Waternet

Auteurs

Jelmer J. Nijp

Kwaliteitsborger

Edu Dorland i.o.v. Ruud Bartholomeus

Verzonden naar

Arcadis/Waternet

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het adviesproject. KWR zal zich onthouden van verspreiding van dit rapport en het rapport derhalve niet verstrekken aan derden, tenzij partijen anders overeenkomen. Opdrachtgever is gerechtigd het rapport te verspreiden mits KWR daarvoor vooraf toestemming heeft verleend. Aan de toestemming voor de verspreiding van (onderdelen van) het rapport kan KWR voorwaarden verbinden.

Keywords

Amsterdamse Waterleidingduinen, ecohydrologie, waterwinning, natuur

[Jaar van publicatie](#)
2022

[Meer informatie](#)
dr. Jelmer J. Nijp
T +31 30 606 9630
E jelmer.nijp@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



April 2022 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

Inhoud

Inhoud	2
1 Inleiding	3
1.1 Leeswijzer	3
2 Methoden	4
2.1 Korte beschrijving PROBE	4
2.2 Modelinvoer	5
2.2.1 Vegetatiekaart en vegetatiestructuur	5
2.2.2 Hydrologische invoer	6
2.2.3 Kalkgehalte	8
2.2.4 Atmosferische depositie van N en P	10
2.2.5 Maai- en plagbeheer	10
2.2.6 Modeldomein	10
2.3 Effectvoorspelling	10
2.4 Conversie plantengemeenschappen naar habitattypen	10
3 Resultaten	12
3.1 Oppervlakteveranderingen habitattypen	12
3.2 Ruimtelijke verschuiving van habitattypen	13
4 Discussie en aanbevelingen	17
4.1 Plausibiliteit resultaten	17
4.2 Kanttekeningen kwantificering verschuivingen Natura 2000 habitattypen	17
4.3 Aannames en keuzes in PROBE	18
5 Referenties	19
6 Bijlagen	20
Conversietabel DVN – Natura 2000	21
pH als functie van GLG	23
Kaarten verandering kansrijkdom habitattypen	25

1 Inleiding

Volgens de prognose zal de komende jaren de drinkwatervraag verder toenemen. Waternet heeft daarom de wens om haar productiecapaciteit in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) te verhogen van 70 naar 75 miljoen m³ per jaar. Daartoe heeft zij Arcadis opdracht gegeven om een afweging voor verschillende (milieu)aspecten te maken tussen de verschillende varianten (bouwstenen) om de extra wincapaciteit in de AWD te kunnen realiseren. De uitbreiding van deze winning heeft effect op de grondwaterdynamiek en vindt daarmee ook zijn weerslag op natuurdoelen.

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen welke effecten de uitbreiding van de winning kan hebben op natuur in de AWD. Specifiek gaat het om het scenario waarbij de capaciteitsuitbreiding gerealiseerd wordt met de bouwstenen 0+, 1, en 2 (Tabel 1).

In het verleden is door KWR het effectvoorspellingsmodel PROBE-1 ontwikkeld, ter ondersteuning van natuurbeheer en -beleid specifiek voor het duinlandschap (Witte *e.a.*, 2006). Ook bij deze effectbeoordeling wordt gebruik gemaakt van PROBE-1. Op basis van veranderingen in vochtvoorziening, stikstofdepositie, en/of maai- en plagbeheer kwantificeert PROBE-1 hoe de kans op voorkomen van plantengemeenschappen in de toekomst wijzigt. Hierbij ligt de nadruk op terrestrische natuur. Dit geeft een indicatie voor de effecten op de N2000 waarden van het gebied.

Tabel 1-1. Samenvattend overzicht van de bouwstenen in het voorkeursscenario

Bouwsteen	Samenvattende beschrijving
0+	Intensiever benutten van het huidige Infiltratie en winsysteem
1	Peilverlaging van het Barnaartkanaal en verlaging van het drainpeil van U1, U2 en U3
2	Verhoging van het bedrijfspeil van de geulen met 10 cm, uitgezonderd de randgeulen langs het Westerkanaal

1.1 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt beschreven hoe met behulp van gesimuleerde grondwaterstanden voor de huidige en toekomstige wincapaciteit voorspellingen zijn gemaakt van kansrijkdom van plantengemeenschappen in AWD. Hierin wordt ook beschreven hoe de benodigde invoer voor PROBE-1 tot stand gekomen is. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de modellering gepresenteerd. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 de resultaten in perspectief geplaatst in relatie tot de in het model gemaakte aannames.

2 Methoden

2.1 Korte beschrijving PROBE

Om te bepalen hoe een wijziging in waterwinning via aanpassingen in standplaatscondities doorwerkt op de vegetatie, is gebruik gemaakt van het model PROBE-1. In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de werking van PROBE-1. In Witte *e.a.* (2006) is een uitgebreide beschrijving van de totstandkoming en toetsing van het model te vinden.

Allereerst is het van belang te benoemen dat er verschillende versies van PROBE in omloop zijn. In dit onderzoek wordt de versie PROBE-1 gebruikt, dat speciaal voor de duinen is ontwikkeld (Witte *e.a.*, 2006). Er is ook een andere duinversie van PROBE (PROBE-1D, Witte *e.a.* (2015)) waarmee effecten van klimaatverandering en reliëf (inkomende straling en neerslag) kunnen worden meegenomen in het bepalen van de kansrijkdom van plantengemeenschappen. Ook is er een versie (PROBE-3) waarin successie van standplaats en vegetatie wordt meegenomen (Fujita *e.a.*, 2016). Deze laatste twee versies vragen om wat meer invoer, en voor PROBE-3 is bovendien nog een extra aanpassing nodig om het model ruimtelijk toe te kunnen passen. Gezien deze complicerende factoren is in dit onderzoek gebruik gemaakt van PROBE-1. PROBE vormt daarnaast de basis voor het Waterwijzer Natuur instrumentarium, waarmee ook in andere delen van Nederland voorspellingen gedaan kunnen worden (Witte *e.a.*, 2018; Nijp *e.a.*, 2021). PROBE-1 is specifiek gericht op de duinen en verdient daarmee voorkeur in deze effectvoorspelling.

PROBE-1 kan worden toegepast om te voorspellen hoe (combinaties van) veranderingen in grondwaterstanden, atmosferische depositie van stikstof en fosfor, en/of maai- en plagbeheer doorwerken op vegetatie. Het is een ruimtelijk model, en rekt momenteel met een resolutie van 10 x 10 meter. De relatie tussen standplaatsfactoren (zoals de grondwaterstand en de bodem-pH) en vegetatietypen wordt in PROBE gelegd via indicatiewaarden van plantensoorten voor standplaatsfactoren. Hierbij is gebruik gemaakt van de indicatiewaarden vocht (IF), voedselrijkdom (IN), en zuurgraad (IR) volgens het ecotopensysteem (Runhaar et al, 1987).

De voorspelling door PROBE bestaat uit drie stappen:

- (1) Bepalen van de uitgangssituatie
- (2) Bepalen van effecten van ingrepen op de standplaatsfactoren vochttoestand, voedselrijkdom, zuurgraad en vegetatiestructuur
- (3) Bepalen van de effecten op kansrijkdom van plantengemeenschappen

In de eerste stap worden voor elke gridcel in het modelgebied indicatiewaarden van de uitgangssituatie afgeleid uit een vegetatiekaart. Voor de indicatiewaarde van vocht wordt behalve van de vegetatiekaart ook gebruik gemaakt van een kaart van de GVG via een empirische relatie met indicatiewaarde voor vocht. De indicatiewaarde voor vocht komt tot stand als een naar onzekerheid gewogen gemiddelde van deze beide informatiebronnen. Indien informatie van één van beide bronnen ontbreekt of zeer onzeker is, dan wordt de indicatiewaarde voor vocht gebaseerd op de andere bron.

In de tweede stap wordt berekend hoe veranderingen in het gebied (grondwaterstand, beheer, depositie) de indicatiewaarden voor vochttoestand, voedselrijkdom en zuurgraad beïnvloeden. Deze functies zijn gebaseerd op proceskennis, ontleend aan de literatuur en het model NICHE-duinen.

In de laatste stap wordt bepaald hoe de verschuiving in standplaatscondities doorwerkt op kansrijkdom van vegetatietypen. Dat gebeurt met een statistische methode (Bayesiaanse classificatie met Gaussian Mixture Density fitting). De met PROBE-1 voorspelde vegetatietypen zijn ingedeeld in associaties volgens De Vegetatie van Nederland (Schaminée *e.a.*, 1995). Daaraan is een lokale gemeenschap (00R500) op advies van Van Til toegevoegd, omdat dit type van belang is in de AWD maar niet goed wordt beschreven in de classificatie volgens De Vegetatie van Nederland.

De door PROBE-1 voorspelde associaties zijn weergegeven in Tabel 2-1. Merk hierbij op dat er (nog) geen mogelijkheid is om kaal zand te voorspellen.

Tabel 2-1. Overzicht van door PROBE-1 voorspelde associaties (overgenomen uit Witte *e.a.* (2006)). Gemarkeerde typen met * zijn achterwege gelaten wegens tekort aan vegetatieopnamen voor voldoende betrouwbare toekenning van indicatiewaarden van plantengemeenschappen.

Pionier	Kort			Struweel		Bos
14CA01	00R500	09BA03*	14DG01	17AA02	37RG03	33DG02*
14CA02	06AB01	09BA04	14RG03	31AB03	37RG04	40AA02
23AB01	06AC04	09RG01*	14RG09	33AA01		41DG03
23RG01	08BB04	09RG02	14RG10	36AA02		42AA02
27AA02	08RG03	14AA02	14RG11	37AC01		43AA01
	08RG07	14BB02	18RG01	37AC02		43AA02
	09AA01	14CB01	19AA03	37AC03		43AA03
	09AA02	14CB02	20AA01	37RG02		

Om de voorspelkwaliteit van PROBE-1 te toetsen, is de voorspelde vegetatie vergeleken met de aanwezige vegetatie in de AWD (Witte *e.a.*, 2006). Op basis van deze validatie werd geconcludeerd dat PROBE-1 goed presteerde en de aanwezige vegetatie naar voldoende tevredenheid kon voorspellen. Dit biedt perspectief voor de inzet van PROBE-1 voor de voorliggende effectvoorspelling.

2.2 Modelinvoer

Een samenvattend overzicht van de benodigde invoer voor PROBE-1 is weergegeven in Tabel 2-2. In de volgende paragrafen wordt de totstandkoming van de invoer besproken.

2.2.1 Vegetatiekaart en vegetatiestructuur

Om de indicatiewaarden voor de referentiesituatie af te leiden (modelinitialisatie) is gebruik gemaakt van de in 2016-2018 uitgevoerde vegetatiekartering (Oosterbaan *e.a.*, 2018). Deze kartering is uitgevoerd in de gereviseerde indeling volgens De Vegetatie van Nederland (rDVN). Met een conversietabel van WEnR was veelal een één-op-één vertaling mogelijk van DVN naar rDVN. Voor deze typen konden indicatiewaarden per plantengemeenschap direct worden bepaald op basis van ca 40000 vegetatieopnamen met behulp van het programma ESTAR (Witte *e.a.*, 2014).

Voor 40% (n = 27) van de in de AWD aanwezige rDVN plantengemeenschappen was dat echter niet mogelijk, bijvoorbeeld omdat enkele rDVN syntaxa nog niet bestonden in de oorspronkelijke DVN indeling. In een ander opnamebestand (ca 300.000 opnamen) is per opname zowel de meest waarschijnlijke DVN als rDVN toegekend. Hiermee is voor de resterende rDVN plantengemeenschappen bepaald in welke mate ze overeenkomen met welke DVN typen. De indicatiewaarde van de betreffende rDVN plantengemeenschap is berekend als een gewogen gemiddelde van de indicatiewaarden van de DVN typen waarmee ze overeen komen.

De vegetatiestructuur (pionier, kort, struweel, bos) is afgeleid uit de kenmerken van plantengemeenschappen. Hierbij is zover mogelijk dezelfde structuur gehanteerd als in de oorspronkelijke invoer als bij de eerdere PROBE-1 toepassing door Witte *e.a.* (2006), zoals in Tabel 2-1.

Tabel 2-2. Overzicht van benodigde invoer PROBE-1 voor de referentiesituatie (blauw) en het scenario (groen). Zie tekst in paragraaf 2.2 voor toelichting.

Invoervariabele	Waarde	Eenheid	Bron
Referentie			
Vegetatiekaart		-	Vegetatiekartering AWD (Oosterbaan <i>e.a.</i> , 2018)
Vegetatiestructuur		-	Kenmerken plantengemeenschappen, Tabel 2-1
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)*		m-mv	Grondwatermodel AWD (Kamps <i>e.a.</i> , 2022)
Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG)*		m-mv	Grondwatermodel AWD (Kamps <i>e.a.</i> , 2022)
GVG_var	21	cm	Literatuurwaarde Witte <i>e.a.</i> (2006)
Kalkgehalte		massapercentage	Kaart ontkalkingsdiepte Van Til <i>e.a.</i> (2003), classificering volgt Witte <i>e.a.</i> (2006)
N-depositie	17.5	kg N/ha/jaar	Mediaan N-depositie van 2018 grootschalige depositie kaart (Hoogerbrugge <i>e.a.</i> , 2020)
P-depositie	0.26	kg P/ha/jaar	Zelfde waarde als eerdere PROBE-1 exercitie Witte <i>e.a.</i> (2006)
Modeldomein			Alle rastercellen waarvoor alle gegevens voorhanden zijn
Scenario			
deltaGLG**		m-mv	Verandering in GLG zoals gesimuleerd met het grondwatermodel van AWD (Kamps <i>e.a.</i> , 2022)
deltaGVG**		m-mv	Verandering in GVG zoals gesimuleerd met het grondwatermodel van AWD (Kamps <i>e.a.</i> , 2022)
Maaibeheer	0	-	Geen maaibeheer
Plagdiepte	0	cm	Geen plagbeheer
N-depositie	17.5	kg N/ha/jaar	Mediaan N-depositie van 2018 grootschalige depositie kaart (Hoogerbrugge <i>e.a.</i> , 2020)
P-depositie	0.26	kg P/ha/jaar	Zelfde waarde als eerdere PROBE-1 exercitie Witte <i>e.a.</i> (2006)

* Positieve waarde = grondwaterstand onder maaiveld

** Positieve waarde = scenario leidt tot diepere grondwaterstand onder maaiveld

2.2.2 Hydrologische invoer

Voor PROBE-1 zijn de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG, beide in cm-mv, waarbij positieve waarden grondwaterstanden beneden maaiveld aangeven) noodzakelijke invoer voor effectvoorspelling. Met het grondwatermodel van de AWD (AMWADU) is bepaald hoe de effecten van de bouwstenen 0+, 1, en 2 uitwerken op grondwaterstanden. In Kamps *e.a.* (2022) wordt in meer detail besproken hoe de gesimuleerde GVG en GLG tot stand zijn gekomen. Wat volgt is een korte samenvatting van de belangrijkste aspecten.

Referentiescenario

De GLG en GVG van het referentiescenario zijn tot stand gekomen uit een instationair grondwatermodel met tijdstappen van een maand voor de periode 2013 - 2021. Het grondwatermodel berekende de grondwaterstand aan het einde van elke maand. Als modelinvoer voor de referentiesituatie zijn in het grondwatermodel de gemeten geulpeilen, kanaalpeilen, drainpeilen, diepe winning, neerslag en verdamping gebruikt. De Gemiddelde Voorjaars

Grondwaterstand (GVG) is bepaald door de berekende freatische waterstand van de maanden maart en april te middelen voor de gehele simulatieperiode van 2013 – 2021. De berekende GVG is vervolgens gecorrigeerd op basis van de gemeten GVG in freatische filters.

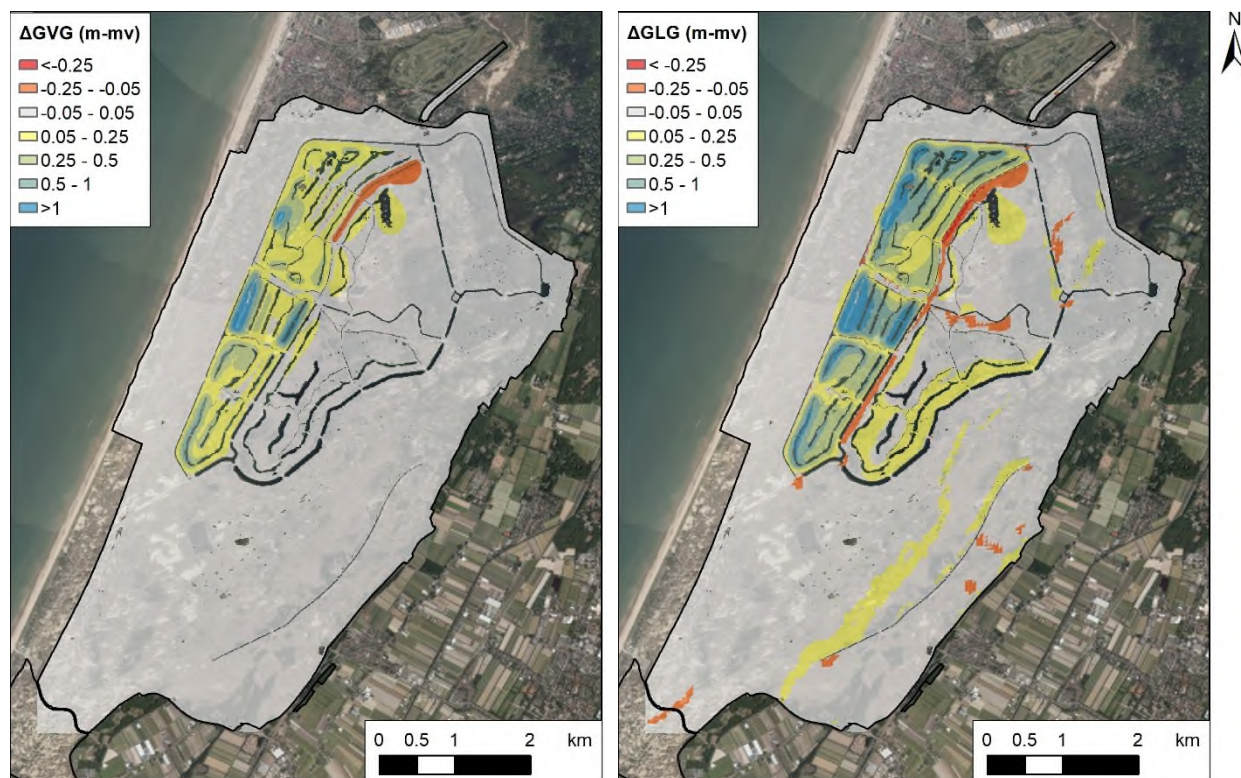
De uitvoer van het model is verfijnd van 50 x 50 m naar 10 x 10 m resolutie met bilineaire interpolatie. Een vertaling van m+NAP naar m-mv is gemaakt door de gesimuleerde grondwaterstanden van de maaiveldhoogte af te trekken. De maaiveldhoogte is afkomstig van het AHN4.

Scenario

In het scenario wordt uitgegaan van capaciteitsuitbreiding middels bouwstenen 0+, 1 en 2 tezamen. Met bouwsteen 0+ wordt het huidige infiltratie- en winsysteem intensiever benut. Geulen die in de referentie inactief waren, worden daardoor nu in gebruik genomen, wat leidt tot een fors ondiepere GLG en GVG. Met bouwsteen 1 vindt een peilverlaging van het Barnaartkanaal en verlaging van het drainpeil van U1, U2 en U3 plaats. Middels bouwsteen 2 wordt het bedrijfspeil van de geulen met 10 cm verhoogd, uitgezonderd de randgeulen langs het Westerkanaal. Bij de instationaire berekening van het scenario met de voorkeursbouwstenen wordt het geulpeil constant gehouden gedurende de gehele simulatie. Door het geulpeil strakker op het nieuwe bedrijfspeil te houden, wordt een hogere productie bereikt. In het referentiescenario gaat het geulpeil nog regelmatig omlaag (vooral bij randgeulen) wanneer de productie omlaaggaat.

Uitgangspunt is een hogere frequentie van het schoonmaken van de geulen, van 1x per 25 naar 1x per 20 jaar. Deze schoonmaakbeurt vindt plaats in het najaar, en zal leiden tot een lagere GLG. Doordat deze frequentie zo laag is, is dit effect echter niet zichtbaar gemaakt in de simulaties die slechts 8 jaar bestrijken. Bij het schoonmaken wordt de betreffende geul tijdelijk uit gebruik genomen, waardoor de grondwaterstand tijdelijk (zeer) diep wegzakt. Dit effect, dat in potentie grote gevolgen kan hebben voor de vegetatie, is dus niet opgenomen in deze hydrologische simulaties en bijbehorende effectvoorspelling op natuur. Het schoonmaken van de geulbodems vindt in de praktijk buiten het broed- en groeiseizoen plaats conform de gedragscode Drinkwaterbedrijven. Ook onvoorspelbare innamestops door verontreiniging van het in te laten water zijn niet opgenomen in de grondwaterdynamiek van de simulaties in het scenario. In de infiltratiegebieden wordt de dynamiek gedomineerd door het neerslagoverschot en de variatie van de kanaalpeilen.

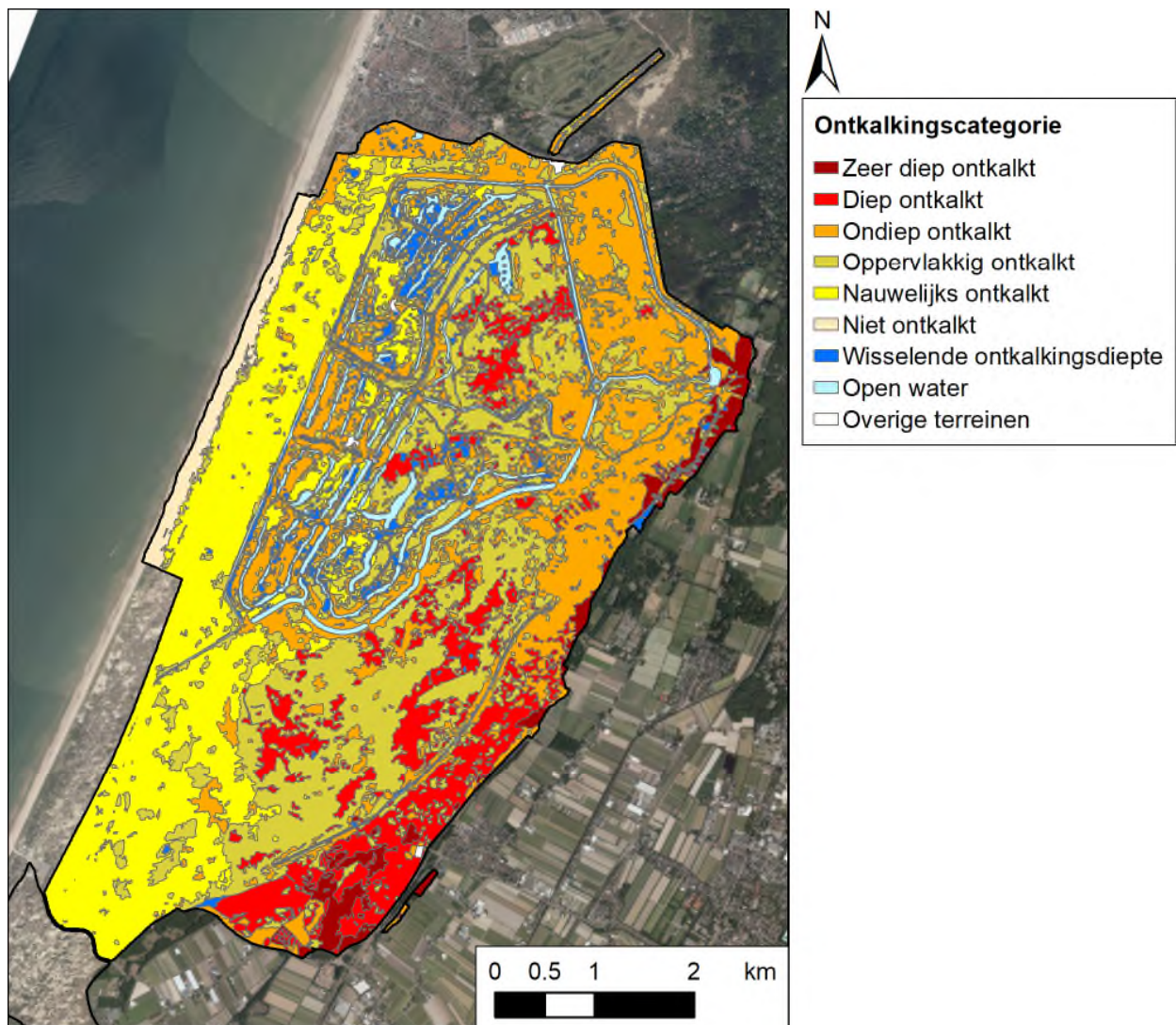
In het scenario is de periode 2013 – 2021 opnieuw doorgerekend met dezelfde neerslag en verdamping, maar met aangepaste geul- en kanaalpeilen en intreestanden. De berekende GVG van het voorkeurscenario is ook met het correctievlak van het referentiescenario aangepast.



Figuur 2-1. Verandering in GVG (links) en GLG (rechts) als gevolg van uitvoering voorkeursscenario, ten opzichte van referentie (in m-mv, scenario - referentie).

2.2.3 Kalkgehalte

Het kalkgehalte in PROBE-1 is, net als de eerdere toepassing door Witte *e.a.* (2006), gebaseerd op een kaart van een op vegetatietypen gebaseerde ontkalkingsdiepte naar Van Til *e.a.* (2003). De ontkalkingsdiepte is zoals beschreven in Witte *e.a.* (2006) omgezet naar een kalkgehalte. In de huidige toepassing is dezelfde indeling in kalkklassen gehanteerd. In de eerdere toepassing is alleen gebruik gemaakt van het zuidelijk deel van deze kaart, maar voor de huidige toepassing is een nieuwe kaart met ook de noordelijke helft opgesteld.



Figuur 2-2. Ontkalkingskaart van de AWD. Bron: Van Til e.a. (2003).

2.2.4 Atmosferische depositie van N en P

In PROBE-1 wordt voor de uitgangssituatie uitgegaan van een homogene N- en P-depositie. Bij scenario's kan daar echter ruimtelijke variabiliteit in worden aangebracht. Om te voorkomen dat het resultaat beïnvloed wordt door zowel veranderingen in hydrologie als depositie, is daarom voor het gehele modeldomein dezelfde depositiewaarde aangehouden. De totale N-depositie (som NO_x en NH_y) is afgeleid uit de grootschalige concentratie- en N-depositiekaarten voor 2018 (1x1 km) (Hoogerbrugge *e.a.*, 2020). Voor de AWD is de gemiddelde N-depositie 16.5 kg N/ha/jaar, maar varieert behoorlijk in de ruimte. Langs de kust bedraagt de N depositie bijvoorbeeld ca 14 kg N/ha/jaar, terwijl landinwaarts waarden van 24 kg N/ha/jaar worden aangetroffen.

In de effectvoorspelling is voor N depositie 17.5 kg N/ha/jaar aangehouden. Deze N-depositie is lager dan in de eerdere PROBE analyse (22.5 kg/ha/jaar), maar houdt rekening met een gereduceerde stikstofdepositie in de periode tussen 2006 en 2022. De P-depositie waarde is gelijk verondersteld als in de 2006 analyse, en is 0.26 kg P/ha/jaar.

2.2.5 Maai- en plagbeheer

PROBE-1 biedt de gebruiker gelegenheid om effecten van maai- en plagbeheer te verdisconteren in de voorspellingen. In deze effectvoorspelling is daar geen gebruik van gemaakt, en is geen maai- en plagbeheer gedefinieerd (geen maai- en plagbeheer, plagdiepte = 0 cm). Successie is niet in het model opgenomen, wat betekent dat het niet opgeven van maai- en plagbeheer geen gevolgen heeft voor de vegetatiestructuur; korte vegetaties blijven dus kort, en zullen niet in struweel of bos veranderen.

2.2.6 Modeldomein

Het modeldomein is gelijk gesteld aan het deel van de AWD waarvoor alle invoer beschikbaar was. De kalkkaart is niet opgesteld voor het deelgebied De Blink, ten zuiden van de Langevelderslag (Figuur 2-2). Door het ontbreken van deze benodigde modelinvoer kunnen voor De Blink geen effectvoorspellingen gedaan worden. Gezien in dit deel geen (grote) waterhuishoudkundige veranderingen optreden, is de verwachting dat er in dit deel verwaarloosbare effecten op vegetatie op zullen treden.

2.3 Effectvoorspelling

Om te bepalen hoe de kansrijkdom van plantengemeenschappen verandert als gevolg van de capaciteitsuitbreiding, is de kansrijkdom van plantengemeenschappen eerst berekend voor de referentiesituatie. Anders dan men misschien zou verwachten, wordt de vegetatie in de uitgangssituatie dus beschreven met een voorspelde plantengemeenschap en niet van de geobserveerde plantengemeenschap. Dit is gedaan omdat alleen op die manier verschuivingen in kansrijkdom van in PROBE-1 gehanteerde plantengemeenschappen in kaart gebracht kunnen worden. Lang niet alle in het gebied voorkomende plantengemeenschappen op de vegetatiekaart zijn in PROBE opgenomen (Tabel 2-1). Bovendien is het waarschijnlijk dat de uitgangssituatie niet perfect voorspeld wordt door PROBE. Mochten we de huidige vegetatie als uitgangspunt hanteren, maar een simulatie voor de toekomst gebruiken, dan kan hierdoor ten onrechte een (systematische) verandering worden gesimuleerd, die in werkelijkheid niet optreedt. Zowel voor de referentie als voor het scenario worden dus potenties (kansrijkdom) van plantengemeenschappen gesimuleerd. Technisch is dit uitgevoerd door PROBE na initialisatie te draaien met een ΔGLG en $\Delta\text{GVG} = 0$ cm voor het gehele modeldomein.

2.4 Conversie plantengemeenschappen naar habitattypen

Om de resultaten beter te kunnen plaatsen, is de voorspelde kansrijkdom van plantengemeenschappen omgezet naar kansrijkdom van Natura 2000 habitattypen. Dit is gedaan met behulp van de conversietabel in Ecologische Vereisten, waarin DVN codes gekoppeld zijn aan Habitatype codes (zie Bijlage I). Per plantengemeenschap is bepaald tot welk habitatype deze behoort. Sommige plantengemeenschappen behoren tot meerdere habitattypen. Daarnaast zijn niet alle habitattypen kenmerkend voor het duinlandschap, maar ook voor andere delen van

Nederland. Vervolgens is aan elke rastercel de maximale kansrijkdom van de selectie van plantengemeenschappen toegekend die behoren tot het betreffende habitatype (Zie Bijlage I voor de toekenning van plantengemeenschappen tot habitatypes). De in Tabel 2-3 weergegeven plantengemeenschappen kwalificeren niet voor Natura 2000 habitatypes, en worden daarmee buiten beschouwing gelaten in de analyse. Cellen waarvoor de maximale kansrijkdom op een habitatype kleiner is dan 25% zijn ook buiten beschouwing gelaten. Aan deze cellen is geen habitatype toegekend, omdat de kans van voorkomen als te klein is beschouwd. Van het totale (land)oppervlak in het modeldomein van 3072.89 ha ontbreekt door voorgenoemde zaken een habitatype toekenning voor 829 ha (27%) van de AWD. De waarde van 25% is natuurlijk subjectief. Kiezen we bijvoorbeeld 50%, dan zijn we zekerder van de kansrijkdom op habitatype, maar wordt een groot deel van het modelgebied (53%) buiten beschouwing gelaten.

Het is belangrijk te benadrukken dat de modelresultaten vooral geschikt zijn om een vergelijking tussen scenario's te maken. Dus om relatieve veranderingen in kansrijkdom op voorkomen van habitatypes te maken als gevolg van verandering van de abiotiek. De modelresultaten zijn minder geschikt voor een vergelijking in absolute zin. De vermelde oppervlakten van habitatypes zijn dus een indicatie en kunnen, ook in vergelijking met de referentie situatie, afwijken van de werkelijke oppervlakten. Dat komt doordat er geen unieke koppeling is tussen plantengemeenschap en habitatype: één plantengemeenschap kan tot meerdere habitatypes worden gerekend. Om een voorbeeld te geven: een groot deel van het gebied wordt door PROBE-1 voorspeld als Rompgemeenschap van Helm en Zandzegge (23RG01). Deze plantengemeenschap kan tot maar liefst drie N2000 habitatypes (H2130A, H2130B en H2120 (zie Bijlage II)) worden gerekend. In PROBE-1 kan slechts één habitatype aan een rastercel worden toegekend. Hierbij is gekozen voor habitatype H2130B (grijze kalkarme duinen), dat daardoor het grootste oppervlak inneemt. Dit fenomeen komt vaker voor, vooral voor de habitatypes kalkarme en kalkrijke grijze duinen (zie Bijlage II), waardoor de werkelijke oppervlakten kunnen zijn over- of onderschat. Verbetering van de resultaten op dit onderdeel vereist een handmatige toekenning die geen onderdeel was van deze opdracht.

Tabel 2-3: Overzicht van plantengemeenschappen in PROBE-1 waaraan geen Natura 2000 habitatype is toegekend.

Plantengemeenschap
00R500
08RG07
14DG01
14RG03
14RG09
18RG01
31AB03
33AA01
37RG04
41DG03
42AA02

3 Resultaten

3.1 Oppervlakteveranderingen habitattypen

In het vorige hoofdstuk (Figuur 2-1) is duidelijk geworden dat zowel de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) als de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) rondom de geulen behoorlijk ondieper worden als gevolg van de capaciteitsuitbreiding. Dit zou moeten leiden tot een toename van aan vochtige omstandigheden gebonden vegetaties. Dat blijkt inderdaad het geval: de kans op voorkomen van vochtige duinvalleien (H2190D) neemt toe (Tabel 3-1). Deze uitbreiding is terug te leiden naar een toename in kansrijkdom rondom geulen (Figuur 3-1). Het oppervlak aan kalkrijke vochtige duinvalleien (H2190B) neemt licht af als gevolg van de capaciteitsuitbreiding.

Tabel 3-1. Voorspelde oppervlakte van Natura 2000 habitattypen in de situatie voor (referentie) en na (scenario) de capaciteitsuitbreiding. De verandering in oppervlakte (ha) is weergegeven in de kolom Sce – Ref. De kolom verandering (%) geeft de procentuele verandering ten opzichte van de referentiesituatie weer $(Sce - Ref)/Ref \times 100\%$. De grootste veranderingen zijn dik gedrukt. De waarden in de kolommen referentie en scenario zijn slechts indicatief (zie toelichting in paragraaf 2.4).

Natura 2000	Omschrijving	Oppervlakte (ha)			Verandering (%)
		Referentie	Scenario	Sce - Ref	
H2120	Witte duinen	2.21	3.59	1.38	62
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	364.95	379.9	14.95	4
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	946.74	922.17	-24.57	-3
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	0.60	0.99	0.39	65
H2160	Duindoornstruwelen	480.73	485.29	4.56	1
H2180B	Vochtig duinbos	29.65	28.67	-0.98	-3
H2180C	Duinbossen (binnenduinarand)	350.03	350.03	0	0
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	0.08	0.04	-0.04	-50
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	46.78	45.97	-0.81	-2
H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0.40	0.72	0.32	80
H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	1.18	5.98	4.80	407

Een ander resultaat dat duidelijk naar voren lijkt te komen is een afname van kansrijkdom van kalkarme grijze duinen (H2130B; een deel van de kalkarme grijze duinen rondom de geulen is veranderd in vochtige duinvalleien) en een toename van kalkrijke grijze duinen (H2130A) (Tabel 3-2).

Op het eerste gezicht is het wellicht wat verwonderlijk dat grondwaterdynamiek een verschuiving in kalkrijkdom teweeg kan brengen. Dat gebeurt dan ook niet, maar de grondwaterstand heeft wel degelijk effect op de zuurgraad. Bij ondiepe grondwaterstanden kan via het grondwater calcium en carbonaat via het grondwater in de wortelzone terecht komen via capillaire opstijging. Op die manier wordt verzuring door depositie en mineralisatie van organisch materiaal tegengegaan, en wordt de zuurgraad gebufferd. In PROBE is dit ingebouwd als een continue sigmoïde functie waarbij de zuurgraad toeneemt met ondiepere GLG (Bijlage III). Daarentegen zijn deze habitattypen in de watervoorziening doorgaans niet afhankelijk van grondwater. Deze verschuiving zou dus op kunnen treden plekken op waar de grondwaterstand te diep is voor vochtige habitattypen, maar nog wel (periodiek) voldoende ondiep voor enige capillaire aanvoer van calcium en bicarbonaat. Inderdaad treedt een lichte toename in indicatiewaarde van zuurgraad (indicierend voor basischere standplaats) op plekken op waar een kleine toename (< 0.05 m) van

grondwaterstand voorspeld wordt en de grondwaterstand niet al te diep onder maaiveld is (zie Bijlage IV). Naast de GLG is de zuurgraad in PROBE enkel afhankelijk van het kalkgehalte, maar dat is gelijk in beide scenario's.

3.2 Ruimtelijke verschuiving van habitattypen

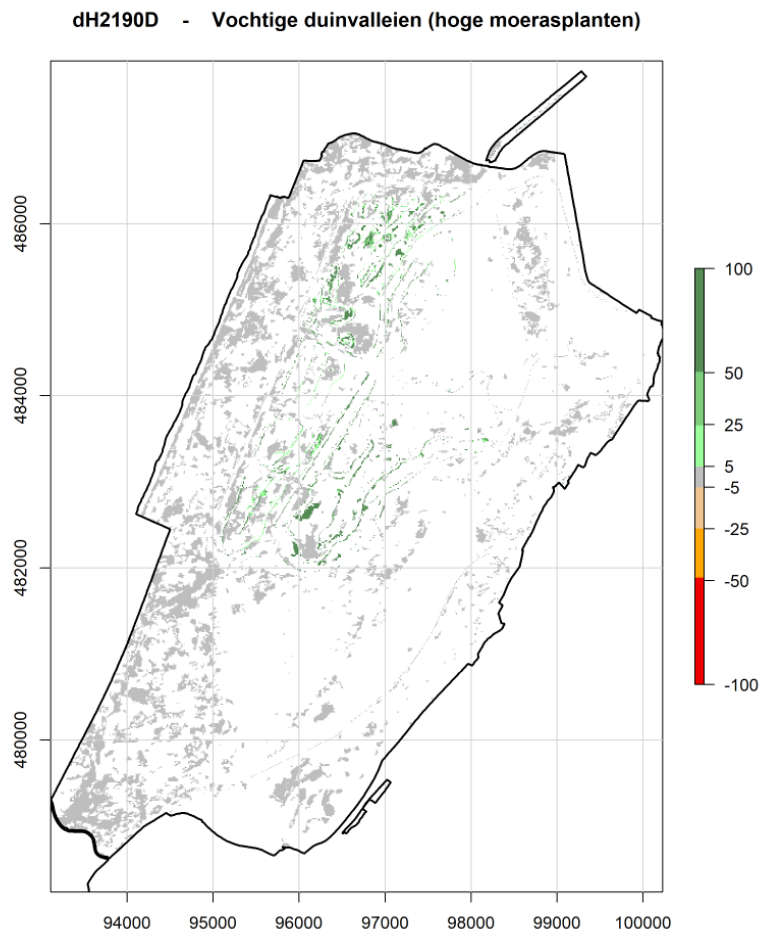
Zoals in paragraaf 3.1 is opgemerkt, zijn de grootste verschuivingen waarneembaar in de habitattypen Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten) en kalkarme/-rijke grijze duinen. Zichtbaar is dat er nauwelijks plekken zijn waar de kansrijkdom van Vochtige duinvalleien afneemt (Figuur 3-1). De veranderingen in kansrijkdom treden op rondom de geulen en in de gebieden waar de voornaamste veranderingen in grondwaterdynamiek optreden als gevolg van de capaciteitsuitbreiding.

Opvallend is ook een gebied met een forse voorspelde afname van zowel kalkarme als kalkrijke grijze duinen in het noordelijke deel langs de geulen (Figuur 3-2). Deze plek overlapt met toegenomen kansrijkdom van Vochtige duinvalleien. Ook voor de andere habitattypen zijn vergelijkbare kaarten gemaakt (zie Bijlage V).

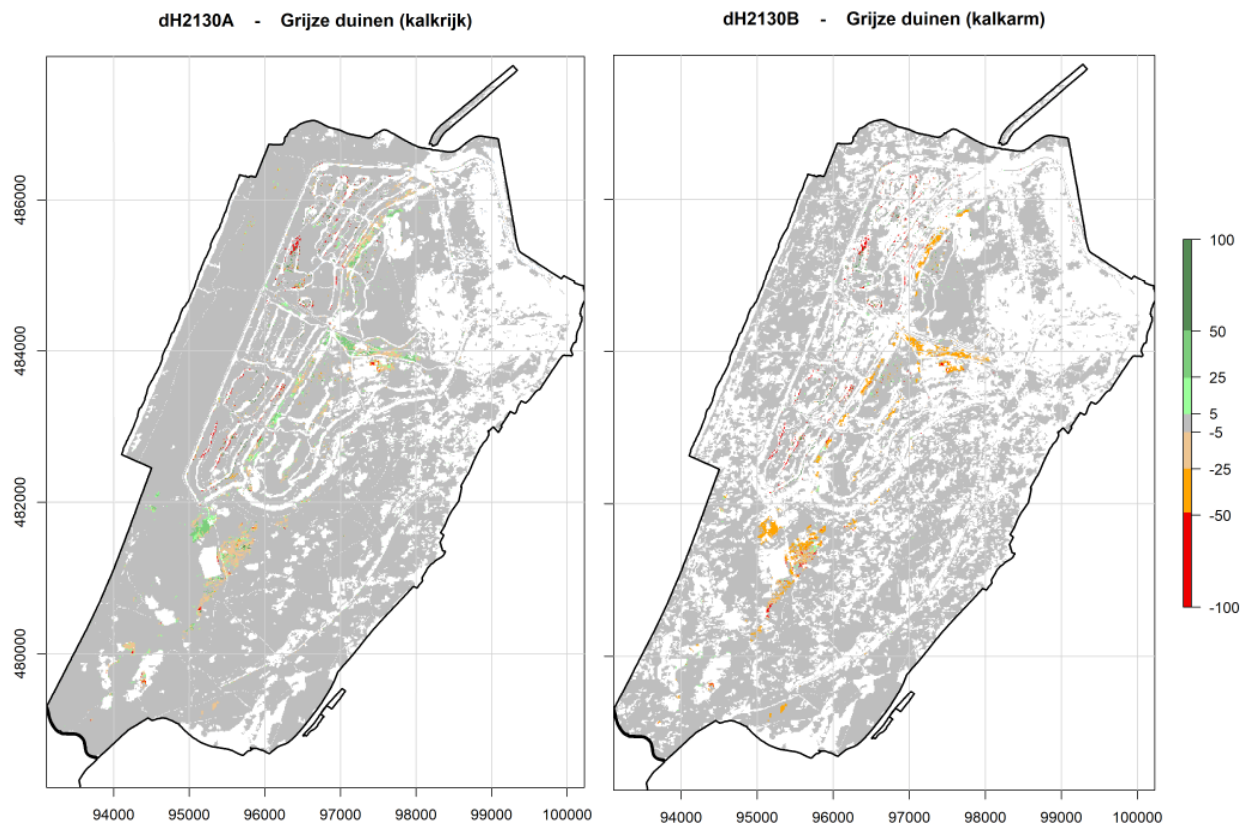
De tabel lijkt te indiceren dat er structuurveranderingen optreden (duindoornstruweel naar b.v. kalkarme grijze duinen). Dit wordt veroorzaakt doordat de structuuraanduiding van een aantal plantengemeenschappen in PROBE-1 niet hetzelfde is als voor het habitatype waarvoor deze plantengemeenschap is toegekend. Zo wordt in PROBE-1 de Associatie van Grauwe wilg (36Aa02, behorend tot het Verbond der Wilgenstruwelen) aan struweel toegekend, maar tot habitatype Duinbossen gerekend (dus niet aan duinstruweel).

Tabel 3-2. Kruistabel met daarin weergegeven de verschuivingen tussen habitattypen (in hectares). In de kolommen staat het oppervlak in de referentiesituatie, in de rijen het habitatype waarin deze verandert in het scenario. Op de diagonaal zijn de getallen doorgaans het grootst, wat aangeeft dat het merendeel van het oppervlak zowel in de referentie als in het scenario gelijk blijft. De overige getallen geven verschuivingen weer. Het getal 18.9 geeft bijvoorbeeld het aantal hectares weer dat in de referentie als H2130B was toegekend, maar als gevolg van het scenario tot H2130A behoort.

		H2120	H2130A	H2130B	H2130C	H2160	H2180B	H2180C	H2190A	H2190B	H2190C	H2190D
H2120	Witte duinen	2.04		1.45						0.1		
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)		359.77	18.9		0.22	0.03			0.98		
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	0.02	1.33	920.34						0.48		
H2130C	Grijze duinen (heischraal)				0.59					0.4		
H2160	Duindoornstruwelen		3.82			480.2	1.25					
H2180B	Duinbossen (vochtig)		0.01			0.29	28.37					
H2180C	Duinbossen (binnenduinarand)							350.03				
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)								0.04			
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0.15	0.02	1.27						44.47	0.06	
H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)				0.01				0.02	0.35	0.34	
H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)			4.78					0.02			1.18



Figuur 3-1. Voorspelde verandering (%) in maximale kansrijkdom van plantengemeenschappen behorend tot H2190D – Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten). Positieve getallen zijn toename, negatief afname van kansrijkdom.



Figuur 3-2. Voorspelde verandering (%) in maximale kansrijkdom van plantengemeenschappen behorend tot H2130A (links) en H2130B (rechts). Positieve getallen zijn toename, negatief afname van kansrijkdom.

3.3 Verschuiving in oppervlak plantengemeenschappen

Voor meer inzicht in de precieze verschuivingen van vegetatie als gevolg van de capaciteitsuitbreiding, is ook op het niveau van plantengemeenschappen bepaald hoe vegetatie verandert (Tabel 3-3). De grootste veranderingen treden op voor plantengemeenschappen 14CA01, 23RG01. Het oppervlak van 14CA01 neemt met ca 21.74 ha toe, en dat van 23RG01 met 19.79 ha af. De kruistabel (Tabel 3-3) geeft weer dat 23RG01 in 14CA01 verandert.

Een toename van 0.06 ha van 08RG07 wordt voor 100% veroorzaakt door een verschuiving van 08BB04 naar 08RG07.

Tabel 3-3. Kruistabel met procentuele veranderingen tussen plantengemeenschappen. De kolom Ref geeft het oppervlak (ha) van de betreffende plantengemeenschap in de referentiesituatie weer. De kolom Δ geeft de oppervlakteverandering van de betreffende plantengemeenschap weer als gevolg van de capaciteitsuitbreiding (ha). De celwaarden geven het percentage verschuiving weer. De celwaarden zijn berekend als de verschuiving van de betreffende cel (ha) gedeeld door het oppervlak bij het scenario (ha), vermenigvuldigd met 100%.

	Ref	Δ	06AB01	08BB04	08RG03	08RG07	09AA01	09BA04	09RG02	14BB02	14CA01	14CA02	14RG10	17AA02	18RG01	19AA03	23RG01	27AA02	31AB03	37AC01	37AC03	37RG02	37RG03	37RG04	41DG03	43AA02	23AB01	36AA02	37AC02	40AA02	42AA02	43AA01	43AA03			
06AB01	0.04	0	100.00																																	
08BB04	36.34	0.33		87.86						12.14																										
08RG03	0.43	0.49		53.26	46.74																															
08RG07	0	0.06		100.00																																
09AA01	0.4	-0.1					96.67								3.33																					
09BA04	2.29	-0.69					3.75	96.25																												
09RG02	0	0.4					12.50	87.50																												
14BB02	13.23	-0.88		28.91						71.09																										
14CA01	160.9	21.74									87.69	2.01					9.87	0.43																		
14CA02	96.27	-3.21									0.74	98.11					0.95	0.20																		
14RG10	2.72	0											100.00																							
17AA02	108.3	-4.09												99.73							0.08				0.16											
18RG01	21.59	0													100.00																					
19AA03	0.6	0.39						40.40								59.60																				
23RG01	1400	-19.79										0.00	0.09				99.87	0.03										0.00								
27AA02	44.49	-0.12															2.86	96.75											0.34							
31AB03	0	0.02																																		
37AC01	5.95	0.04																		99.33																
37AC03	3.88	0.91												8.14							66.39															
37RG02	2.57	1.49												3.45																						
37RG03	150.1	0.64												0.15							0.03	0.16														
37RG04	349.8	-0.82												0.32							0.03															
41DG03	134.6	-0.03																								99.93	0.01					0.01	0.03		0.03	
43AA02	29.09	0.52																									95.37									4.63
23AB01	2.21	1.38															40.39	2.79										56.82								
36AA02	29.58	-1													0.03						1.01															
37AC02	2.08	2.81												50.51							4.09							1.43	42.54							
40AA02	0.06	0.02																								37.50										
42AA02	154.1	-0.01																								0.02									99.98	
43AA01	0.05	0.49																								12.96	27.78							9.26	50.00	
43AA03	320.9	-0.99																										0.22								99.78

4 Discussie en aanbevelingen

4.1 Plausibiliteit resultaten

De voorspelde veranderingen in kansrijkdom van habitattypen zijn verklaarbaar en volgen logisch uit de veranderingen in waterhuishouding als gevolg van de voorziene capaciteitsuitbreiding. Een belangrijke verandering is dat het oppervlak vochtige duinvalleien zal toenemen als gevolg van de toename in winning, omdat een groot deel van de capaciteitsuitbreiding wordt bereikt door peilverhoging in de infiltratiegeulen. Dit kan worden gezien als een gunstige ontwikkeling, aangezien dit type op Europees niveau van zeer groot (subtype A t/m C) of aanzienlijk (subtype D) belang is (Natura 2000 profielendocument). Met aanvullend maaibeheer kan mogelijk gestuurd worden om de kansrijkdom van overige subtypen, indien gewenst, te vergroten. Dit kan met PROBE-1 worden verkend door maaibeheer op te leggen.

Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat vegetatie behorend tot Vochtige Duinvalleien in/rond infiltratieplassen en -kanalen alleen onder de definitie van het habitatype vallen mits deze (weer) min of meer lijken op natuurlijk gevormde valleien. Ook de verschuiving van vegetatie van kalkarme naar kalkrijke grijze duinen is verklaarbaar op basis van het iets minder diep wegzakken van grondwaterstanden op plekken met een matig ondiepe grondwaterstand (in het bereik van ca 1.5 – 1 m-mv).

4.2 Kanttekeningen kwantificering verschuivingen Natura 2000 habitattypen

De berekende verschuivingen in kansrijkdom van habitattypen gaan er van uit dat aan iedere gridcel een habitatype kan worden toegekend. Het is echter goed mogelijk dat de kansrijkdom van een andere plantengemeenschap die niet kwalificeert als habitatype vele malen groter is dan de kansrijkdom op een habitatype. De huidige Natura 2000 kaart overschat daarmee het areaal aan Natura 2000 habitattypen. Wij bevelen daarom aan om in een nadere analyse bij de voorspelling ook de kansrijkdom van niet kwalificerende habitattypen mee te nemen als habitatype (H0000).

Verder dient te worden opgemerkt dat bij het voorspellen van de kansrijkdom van habitattypen zich een theoretisch probleem voordoet: naarmate er meer plantengemeenschappen worden toegekend aan een habitatype, is ook de kans groter dat de standplaatscondities geschikt zijn voor het betreffende habitatype waardoor de kansrijkdom van dit habitatype toeneemt. Het zou goed zijn hier in vervolgonderzoek voor te corrigeren.

Het kan voorkomen dat de plantengemeenschap die met maximale kansrijkdom in een cel voorkomt tot meerdere habitattypen kan worden toegekend. In dergelijke gevallen is het eerste habitatype in omgekeerd alfabetische volgorde toegekend. Een ander habitatype waartoe dezelfde plantengemeenschap behoort had echter met gelijke kans kunnen worden toebedeeld aan de betreffende cel. Het moge duidelijk zijn dat de nabewerking van voorspelde plantengemeenschappen naar habitattypen met een aantal neveneffecten gepaard gaat.

Alhoewel het totaal oppervlak waarin verschuivingen van habitattypen optreden 26.4 ha betreft, zal de capaciteitsuitbreiding op een groter oppervlak effect hebben op vegetatie in de AWD. Immers, de N2000 habitattypen beslaan niet alle plantengemeenschappen die in het gebied voorkomen.

Daarnaast zal nader gekeken moeten worden naar de effecten van de beoogde bedrijfsvoering om te kunnen beoordelen of de berekende potentie ook in de praktijk gerealiseerd kan worden. Met behulp van PROBE-1 kan, nu de invoer reeds is voorbereid, bijvoorbeeld eenvoudig worden bepaald of aanvullend maai- en plagbeheer de kansrijkdom van gewenste habitattypen kan optimaliseren.

4.3 Aannames en keuzes in PROBE

Zoals aangegeven in de methoden is het uitgangspunt dat het huidige maaibeheer wordt voortgezet. Ook maakt plagbeheer geen onderdeel uit van dit model. Met deze beheersmaatregelen kan nog verder gestuurd worden om de kansrijkdom van bepaalde habitattypen te vergroten.

In de toekomst zullen neerslag en verdamping als gevolg van klimaatverandering wijzigen. Dit heeft ook gevolgen op de vochtvoorziening in de duinen. Juist op plekken die grondwaterafhankelijk zijn, kan een verandering in de temporele verdeling van neerslag doorslaggevend zijn voor de kansrijkdom van vegetatietypen. De in deze studie gebruikte versie van PROBE (PROBE-1) houdt geen rekening met klimaatverandering. Er is een andere versie, PROBE-1D, die dat wel kan. Die versie stelt echter hogere eisen aan de invoer, en er is daarom voor gekozen die versie voor deze studie niet te gebruiken. Bovendien is het effect van klimaatverandering van ondergeschikt belang; om zuiver te toetsen wat het effect van verandering in wincapaciteit is op vegetatie is het zelfs onwenselijk ook het klimaat aan te passen. Dit betekent echter wel dat de kansrijkdom op voorspelde habitattypen door klimaatverandering zal veranderen. Het scenario geeft daarmee dus alleen inzicht in effect van wincapaciteit en dient niet te worden gebruikt als voorspelling van toekomstige vegetatie/habitattypen.

Een beperking van de huidige versie van PROBE-1 is dat er in de referentiesituatie geen ruimtelijke variatie in atmosferische depositie van N- en P kan worden opgegeven. Zeker gezien de grote ruimtelijke variatie van N-depositie, variërend van ca 14 kg N/ha/jaar langs de kust tot ca 24 kg N/ha/jaar landinwaarts in de AWD, is het wenselijk hier wel rekening mee te houden. Ook dit is een aanbeveling voor een eventuele toekomstige analyse, waarbij met zeer beperkte inspanningen met deze factor rekening kan worden gehouden.

Overeenkomstig met de suggestie die eerder gemaakt is in Witte *e.a.* (2006), is een aanbeveling om ook de kansrijkdom van kaal zand mee te nemen in de effectvoorspelling. Dat was in deze versie van het model helaas (nog) niet mogelijk en werd (noodgedwongen) een habitatype toegekend, terwijl de kans op het voorkomen van kaal zand mogelijk groter was geweest. Ook hierdoor wordt mogelijk het areaal aan Natura 2000 habitattypen overschat.

4.4 Conclusie

Samengevat komt uit deze analyse naar voren dat er in delen van de Amsterdamse Waterleidingduinen in potentie niet verwaarloosbare veranderingen in vegetatie kunnen optreden als gevolg van de capaciteitsuitbreiding van de waterwinning.

5 Referenties

- Fujita, Y., Bartholomeus, R.P. & Witte, J.-P.M. (2016) *PROBE-3: A succession model for ecosystem services (BTO report)*, Nieuwegein. KWR.
- Hoogerbrugge, R., Geilenkirchen, G., den Hollander, H., Schuch, W., van der Swaluw, E., de Vries, W. & Wichink Kruit, R. (2020) Grootchalige concentratie-en depositiekaarten Nederland: Rapportage 2020.
- Kamps, P., Kuiphof, H. & Nienhuis, P. (2022) *Capaciteitsuitbreiding AWD van 70 naar 75 miljoen m³ per jaar - Onderdeel grondwatermodellering*, Amsterdam. Waternet.
- Nijp, J.J., Bartholomeus, R., de Wit, J., Clevers, S., Dorland, E., Reinds, G.-J., Kros, H., Fujita, Y., Hoefsloot, P. & Witte, J.P.M. (2021) *Waterwijzer Natuur-fase 3: Klimaatrobuste modellering van zuur-en stikstofdepositie op natuur* Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA).
- Oosterbaan, B.W.J., J. Mourik & Sikkes, R.I. (2018) *Vegetatiekartering Amsterdamse Waterleidingduinen, Boogkanaal en De Blink 2016-2018. Rapport 2018-78*, Alkmaar. Van der Goes en Groot.
- Schaminée, J.H.J., Stortelder, A.H.F. & Westhoff, V. (1995) *De Vegetatie van Nederland. Inleiding tot de plantensociologie: grondslagen, methoden en toepassingen*. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Van Til, M., De Lange, R. & Bijlmer, A.M. (2003) *Hyperspectrale beeldverwerking voor de kartering van duinvegetatie*, Delft. Gemeentewaterleidingen, Amsterdam & Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst.
- Witte, J., de Haan, M., Raterman, B. & Aggenbach, C. (2006) *PROBE: versie 1: effecten van grondwaterbeheer, atmosferische depositie, maaien en plaggen*. Kiwa.
- Witte, J., Runhaar, J., Bartholomeus, R., Fujita, Y., Hoefsloot, P., Kros, J., Mol, J. & de Vries, W. (2018) *De waterwijzer natuur: Instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op terrestrische natuur*. Stowa.
- Witte, J.P.M., Bartholomeus, R.P., Dorland, E., de Haan, M. & Raterman, B. (2015) *PROBE voor de duinen van Dunea*, Nieuwegein. KWR Water Research Institute.
- Witte, J.P.M., Bartholomeus, R.P., Cirkel, D.G., Doomernik, E., Fujita, Y. & Runhaar, J. (2014) *Manual and description of ESTAR, version 01; A software tool to analyse vegetation plots*, Nieuwegein. KWR Watercycle Research Institute.

6 Bijlagen

I Conversietabel DVN – Natura 2000

De Natura2000 definitietabel (<https://www.natura2000.nl/profielen/habitattypen>) is gebruikt om habitattypen aan door PROBE voorspelde plantengemeenschappen toe te kennen. Onderstaande tabel geeft hier een samenvattend overzicht van weer met in de rijen de plantengemeenschappen en in de kolommen de habitattypen. Een kruisje geeft weer dat de betreffende plantengemeenschap is toegekend aan een habitatype. Sommige plantengemeenschappen kunnen worden toegewezen aan meerdere habitattypen. Een habitatype kan uit meerdere plantengemeenschappen bestaan; de laatste rij 'N' geeft het aantal plantengemeenschappen weer. De door PROBE voorspelde plantengemeenschap 09RG02 (Rompgemeenschap van Zwarte zegge en Moerasstruisgras) is toegekend aan H2190C. In de N2000 definitietabel wordt 09RG02 toegekend aan H7140A, H7150, H7140B, die niet behoren tot het duinlandschap. In het duinlandschap past 09RG02 het best bij H2190C. H2180A ontbreekt, gezien deze enkel door 43AA03 beschreven wordt en overlapt met H2180B en H2180C.

	H0000	H2120	H2130A	H2130B	H2160	H2180B	H2180C	H2190A	H2190B	H2190C	H2190D
	Geen toekenning	Witte duinen	Grijze duinen (kalkrijk) (kalkarm)		Duindoorn struweel	Duinbos (vochtig) (binnen duinrand)		Vochtige duinvaleien (open water) (vochtig) (ontkalkt) (hoge moerasplanten)			
00R500	x										
06AB01								x			
06AC04								x			
08BB04											x
08RG03											x
08RG07	x										
09AA01										x	
09BA04									x		
14AA02				x							
14BB02			x	x							
14CA01			x								
14CA02			x								
14CB01			x	x							
14CB02			x								
14DG01	x										
14RG03	x										
14RG09	x										
14RG10			x	x							
14RG11			x	x							
17AA02			x								
18RG01	x										
23AB01		x									
23RG01		x	x	x							
27AA02									x		
31AB03	x										
33AA01	x										
36AA02						x					
37AC01					x						
37AC02					x						
37AC03					x						
37RG02					x						
37RG03					x						
37RG04	x										
40AA02						x					
41DG03	x										
42AA02	x										
43AA01							x				
43AA02							x				
43AA03						x	x				
N	11	2	9	6	5	3	3	2	2	1	2

II Plantengemeenschappen behorend tot meerdere habitattypen

Onderstaande tabel geeft weer welke plantengemeenschappen toegekend kunnen worden tot meerdere habitattypen behorend tot het duinlandschap.

DVN code	Naam	Code Habitatype	Habitatnaam
09RG02	Rompgemeenschap van Zwarte zegge en Moerasstruisgras	H7140B	Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)
		H7150	Pioniervegetaties met snavelbiezen
14BB02B	Duin-Struisgras-ass.; subass. met Klavertjes	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)
		H2130B	Grijze duinen (kalkarm)
14CB01C	Duin-Paardebloem-ass.; subass. met Bosaardbei	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)
		H2130B	Grijze duinen (kalkarm)
14RG10	Rompgemeenschap van Kruiwilg	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)
		H2130B	Grijze duinen (kalkarm)
14RG11	Rompgemeenschap van Duinroosje	H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)
		H2130B	Grijze duinen (kalkarm)
20AA01B	Ass. van Struikhei en Stekelbrem; typische subass.	H2150	Duinheiden met struikhei
		H2310	Stuifzandheiden met struikhei
20AA01C	Ass. van Struikhei en Stekelbrem; Mosrijke subass.	H2310	Stuifzandheiden met struikhei
		H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen
20AA01D	Ass. van Struikhei en Stekelbrem; subass. met Tandjesgras	H2310	Stuifzandheiden met struikhei
		H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen
23RG01	Rompgemeenschap van Helm en Zandzegge	H2120	Witte duinen
		H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)
		H2130B	Grijze duinen (kalkarm)
43AA03A	Meidoorn-Berkenbos; typische subass.	H2180A	Duinbossen (droog)
		H2180B	Duinbossen (vochtig)
		H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)

III pH als functie van GLG

$$pH_{GLG} = pH_{\max} - \frac{pH_{\max} - pH_{\min}}{1 + \exp\left(\frac{c_1 - GLG}{c_2}\right)} \quad [5.6]$$

Waarin:

pH_{GLG} = zuurgraad van de bodem (pH_{H_2O}) als functie van de GLG (-)

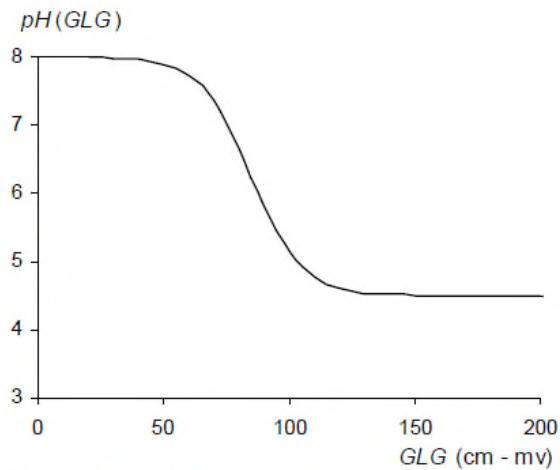
pH_{\max} = maximale zuurgraad van de bodem (pH_{H_2O}) t.g.v. zuurbuffering door basenrijk grondwater (-)

pH_{\min} = minimale zuurgraad van de bodem (pH_{H_2O}) in geval van het ontbreken van zuurbufferende stoffen (-)

GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand (cm -mv)

c_1 = knikpunt curve (cm)

c_2 = parameter voor de steilte van de curve (cm)

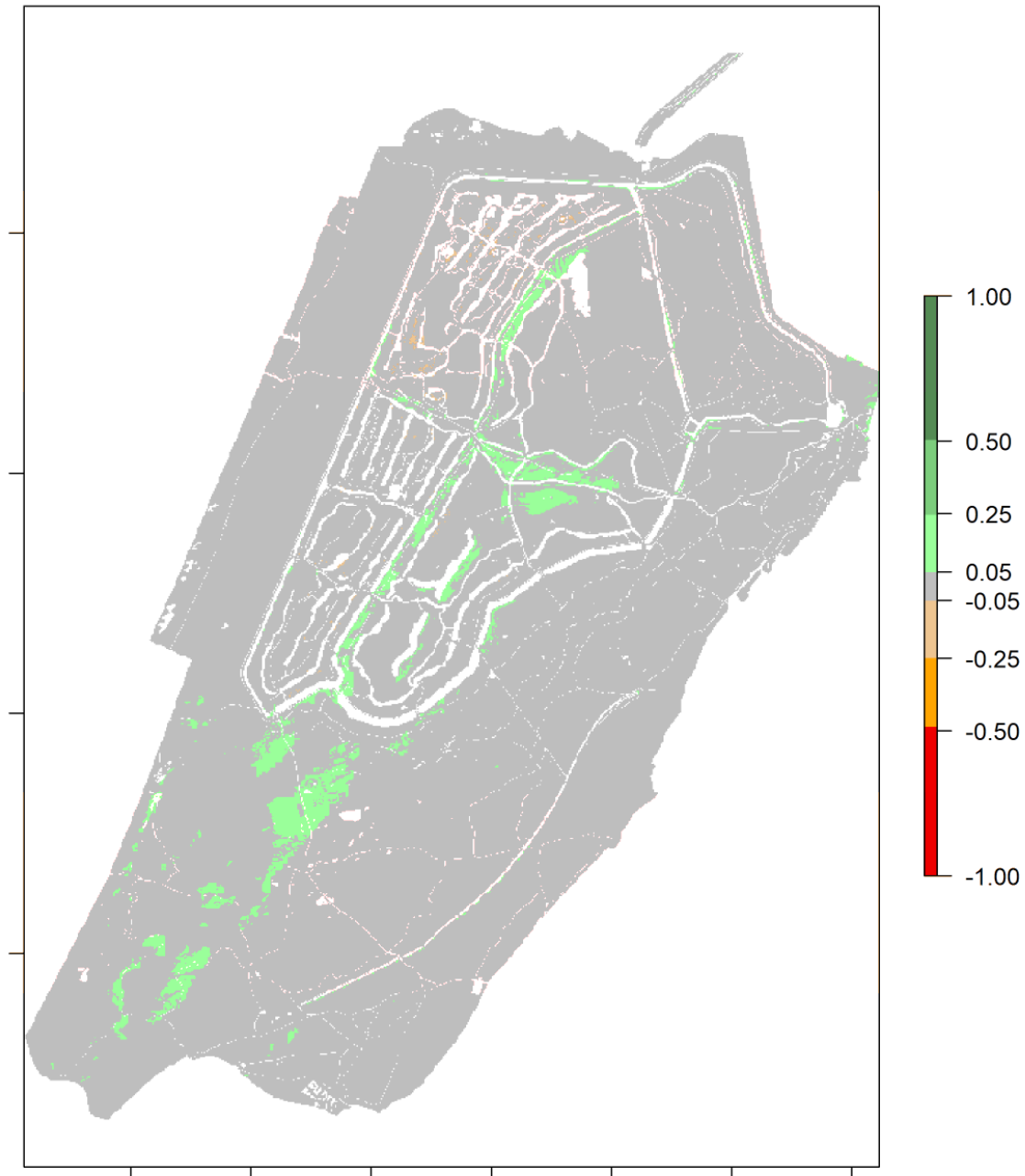


Figuur 5-3. Grafische weergave van vergelijking [5.6] voor een ontkalkte duinbodem, met $pH_{\max} = 8.0$; $pH_{\min} = 4.5$; $c_1 = 85$ cm; $c_2 = 10$ cm.

Bron: Witte e.a. (2006), gebaseerd op Koerselman e.a. (1999) voor duinbodems.

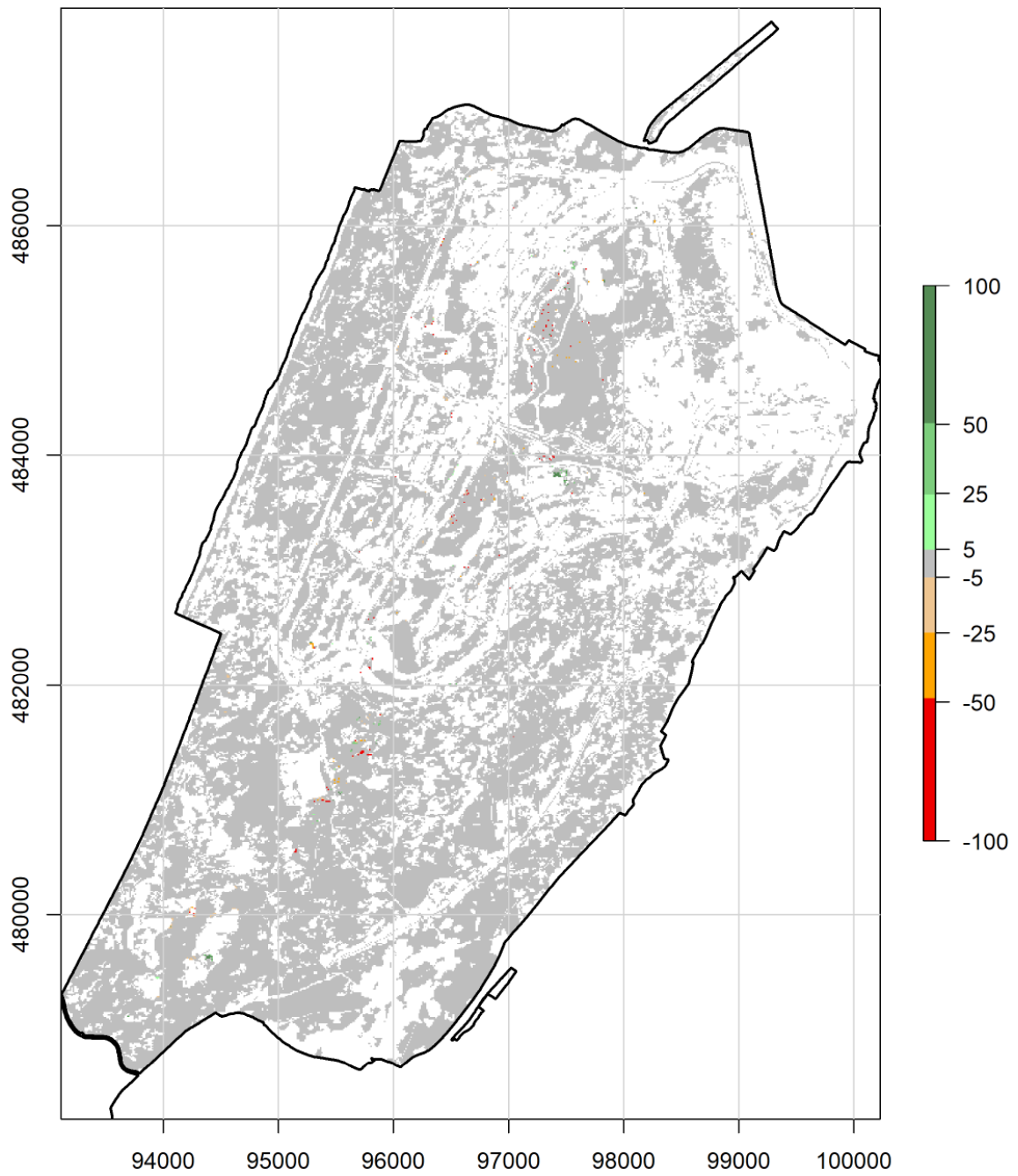
IV Verandering in indicatiewaarde zuurgraad

De indicatiewaarde voor zuurgraad loopt van waarde 1 tot 3. Positieve waarden in onderstaande figuur geven aan dat de standplaats basischer wordt. Voor het merendeel van het gebied is de stijging in indicatiewaarde voor zuurgraad 0.1.

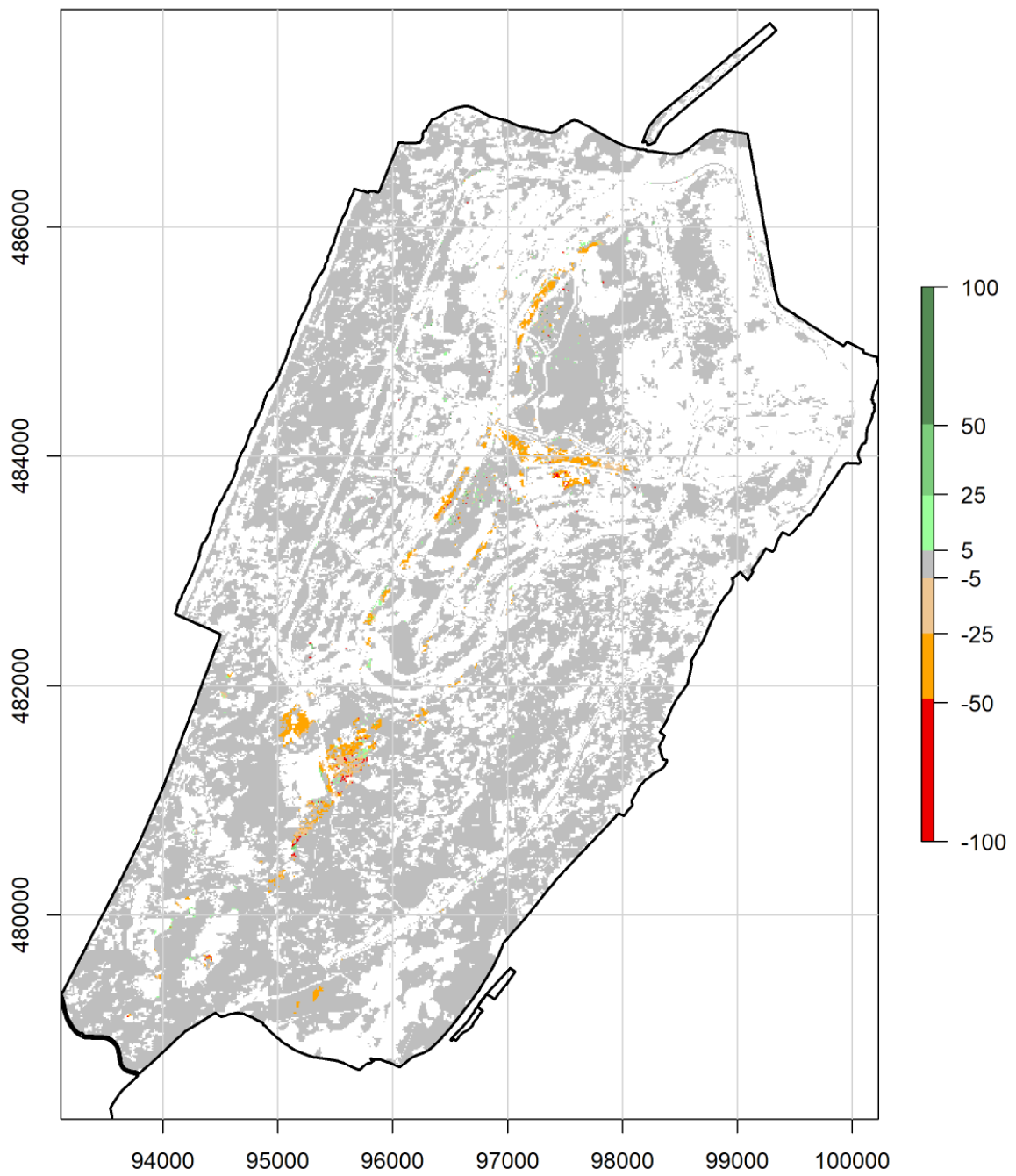


V Kaarten verandering kansrijkdom habitattypen

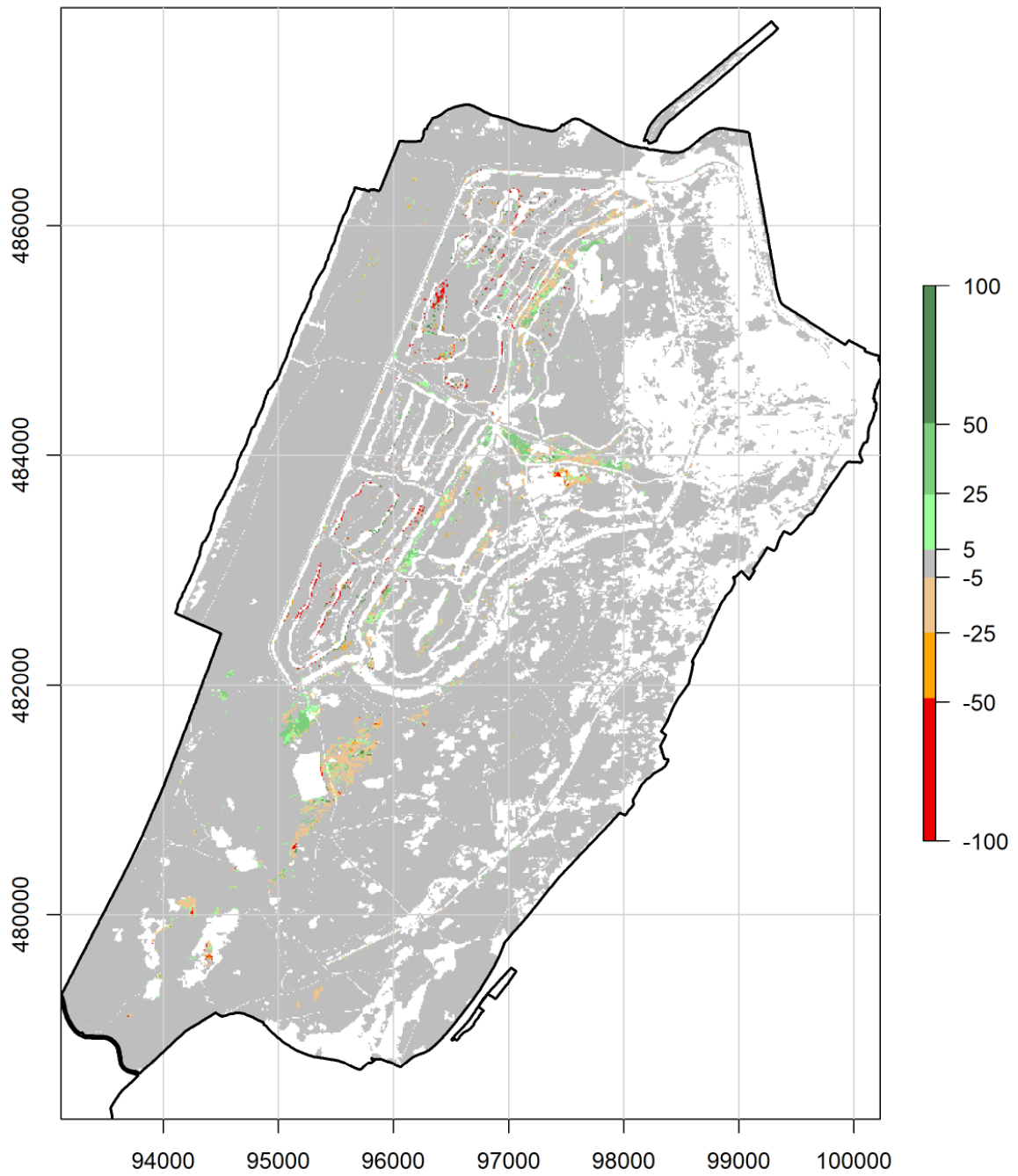
dH1310B - Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)



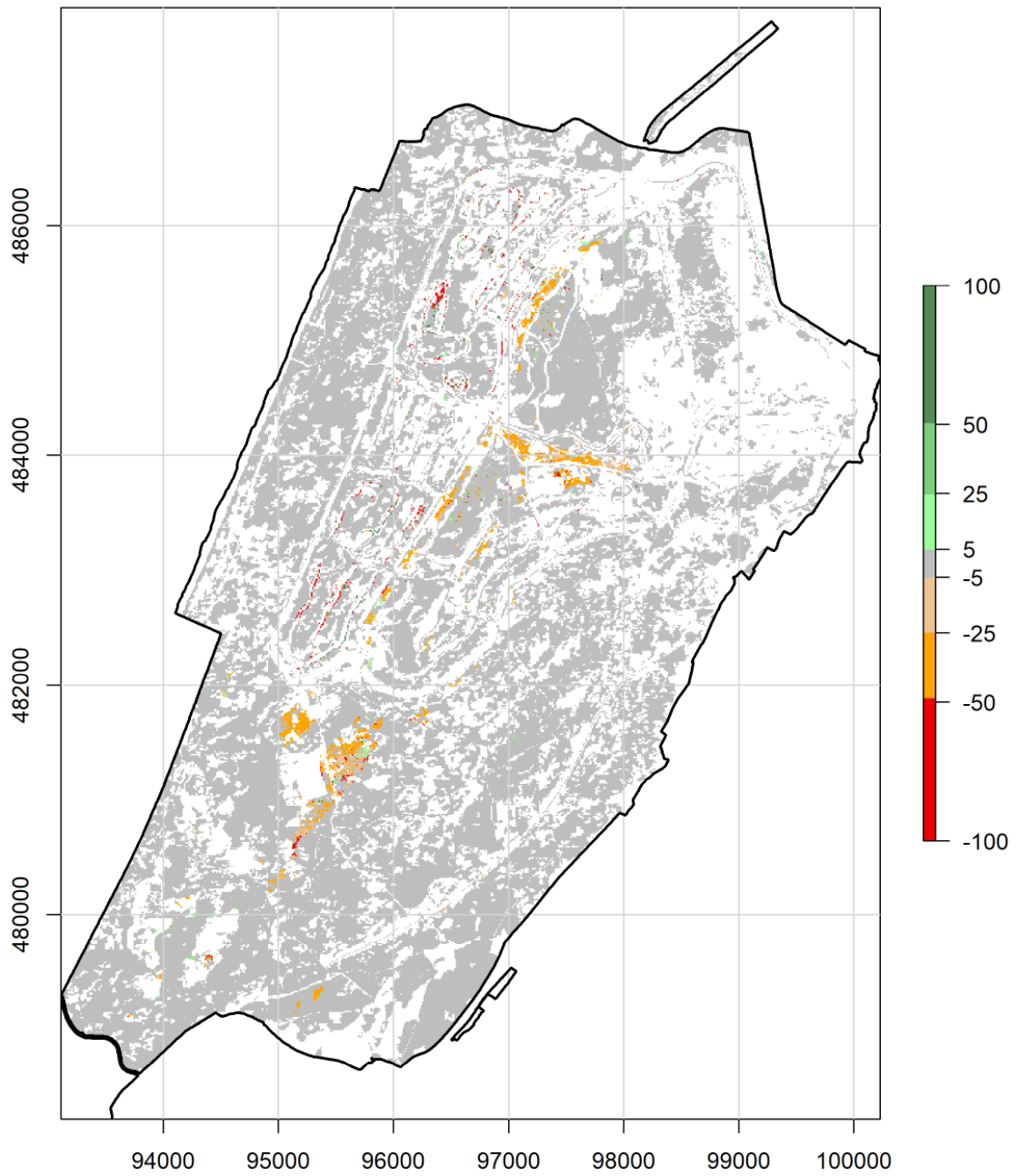
dH2120 - Witte duinen



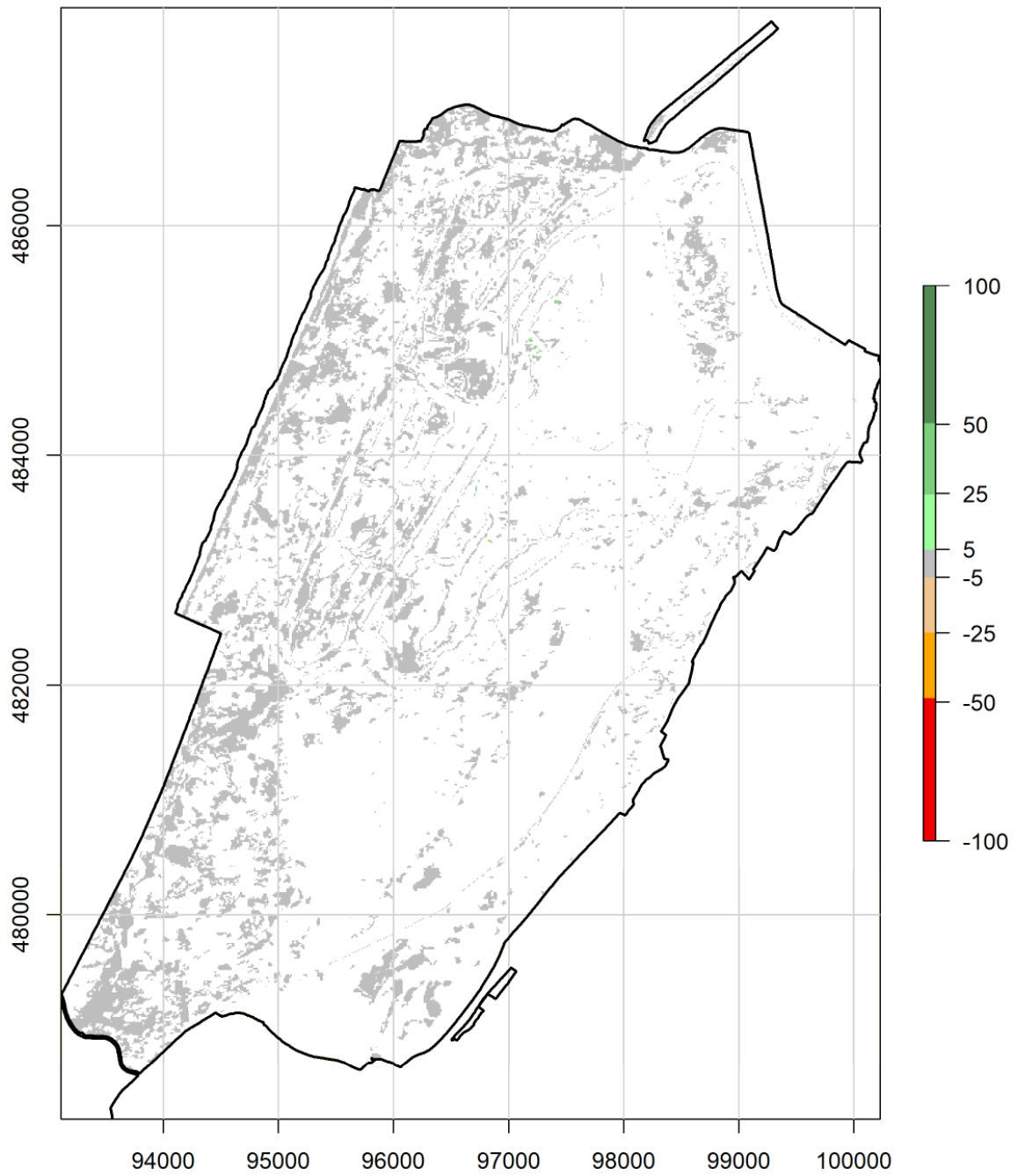
dH2130A - Grijze duinen (kalkrijk)



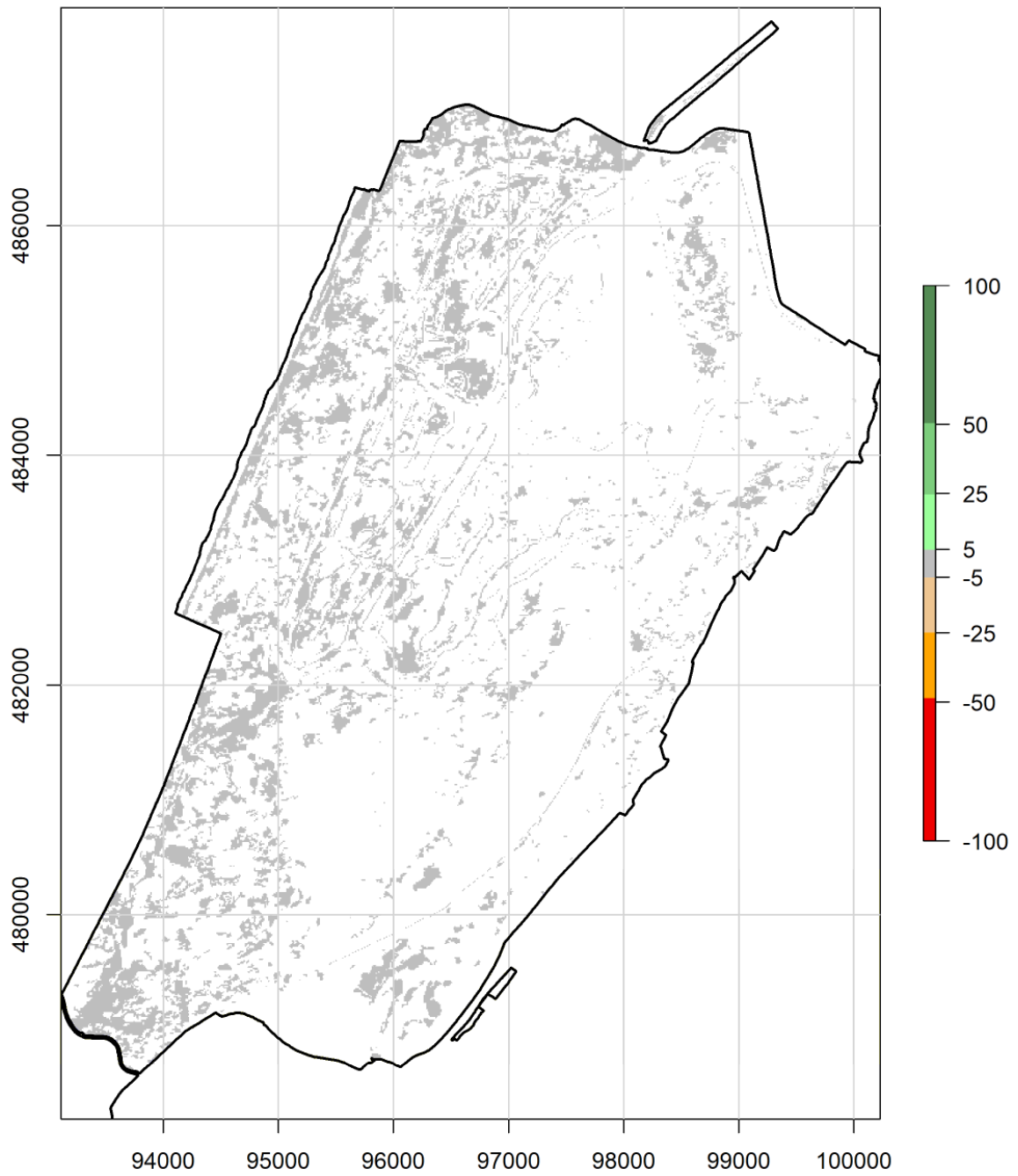
dH2130B - Grijze duinen (kalkarm)



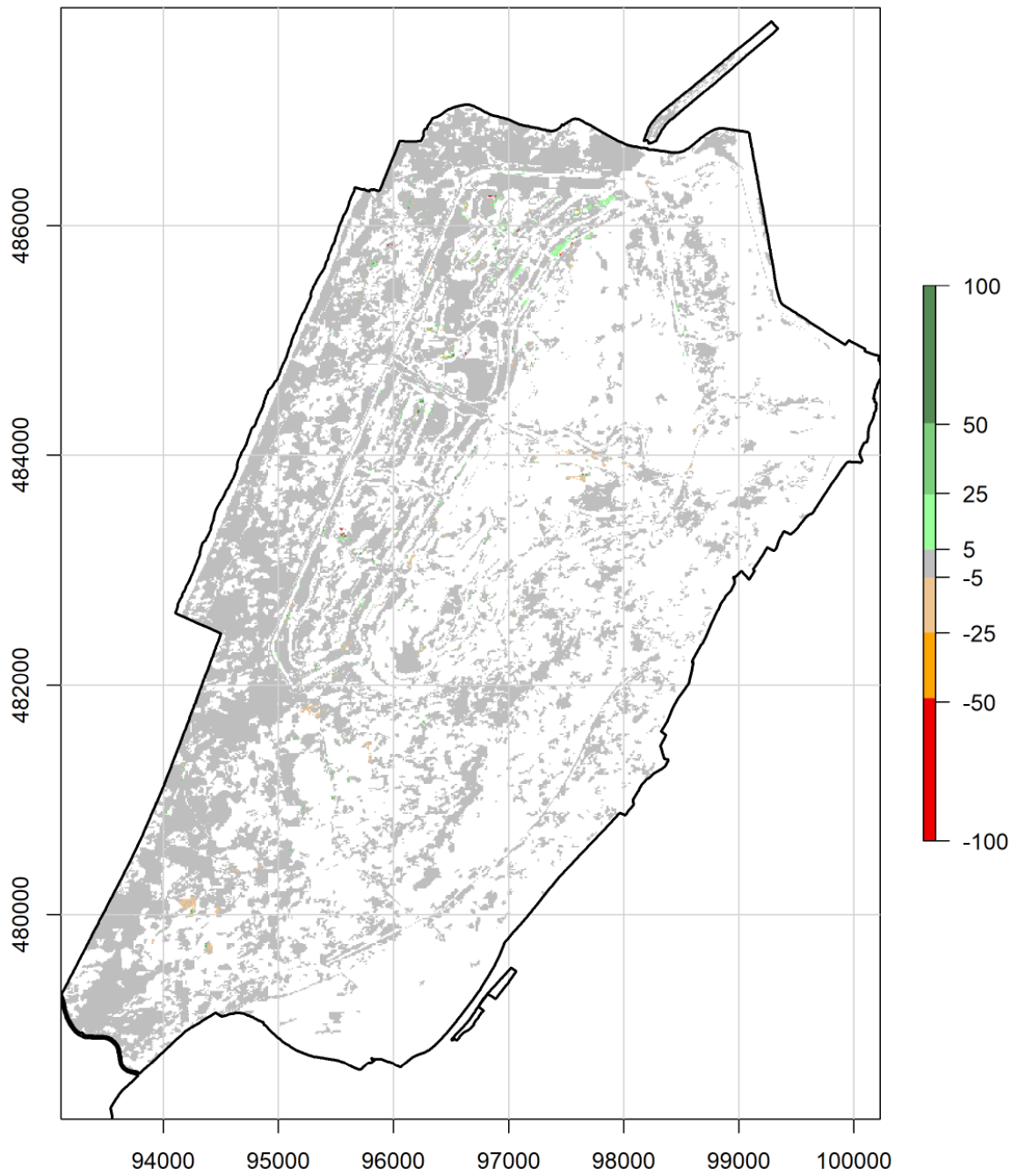
dH2130C - Grijze duinen (heischraal)



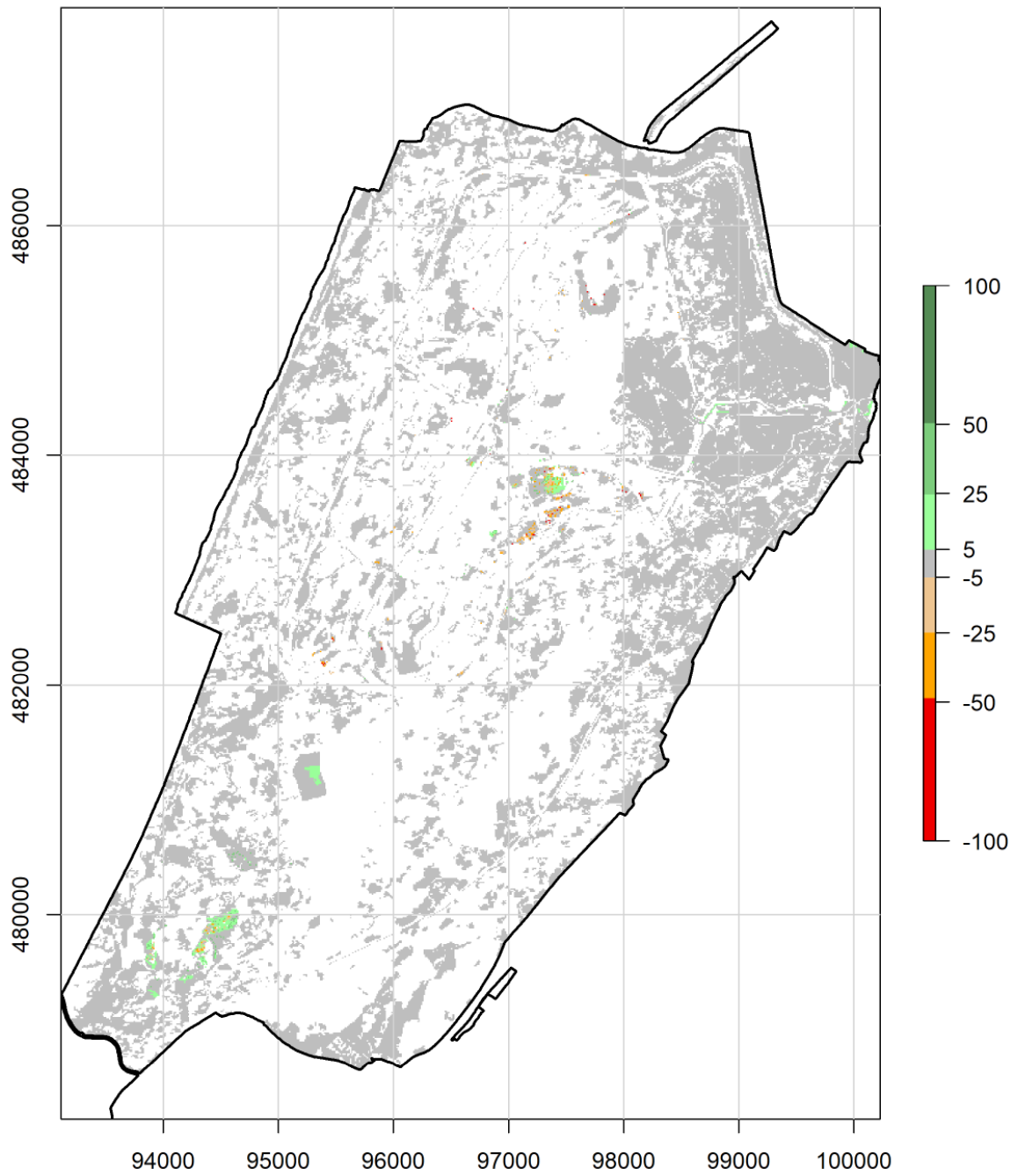
dH2150 - Duinheiden met struikhei



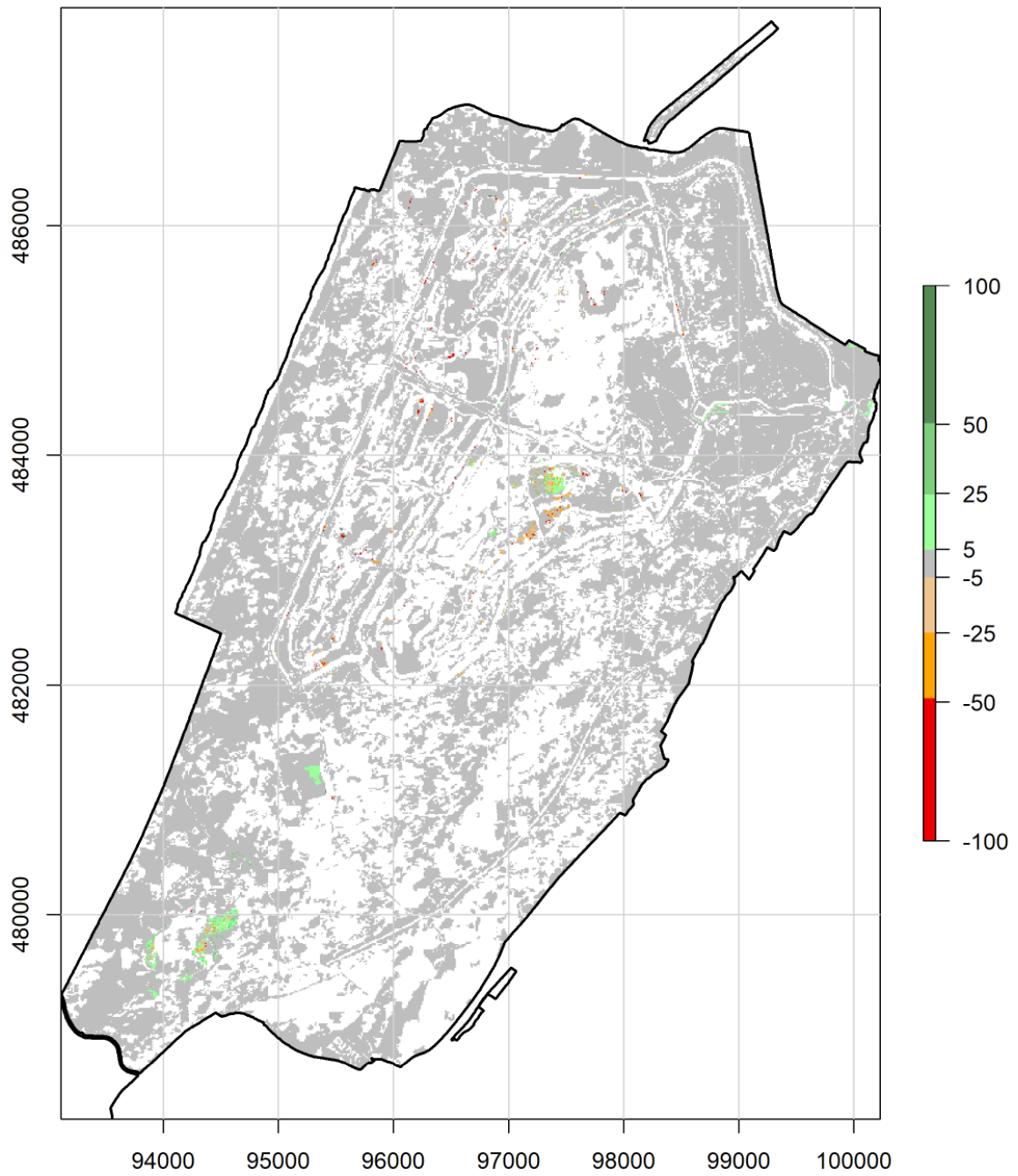
dH2160 - Duindoornstruwelen



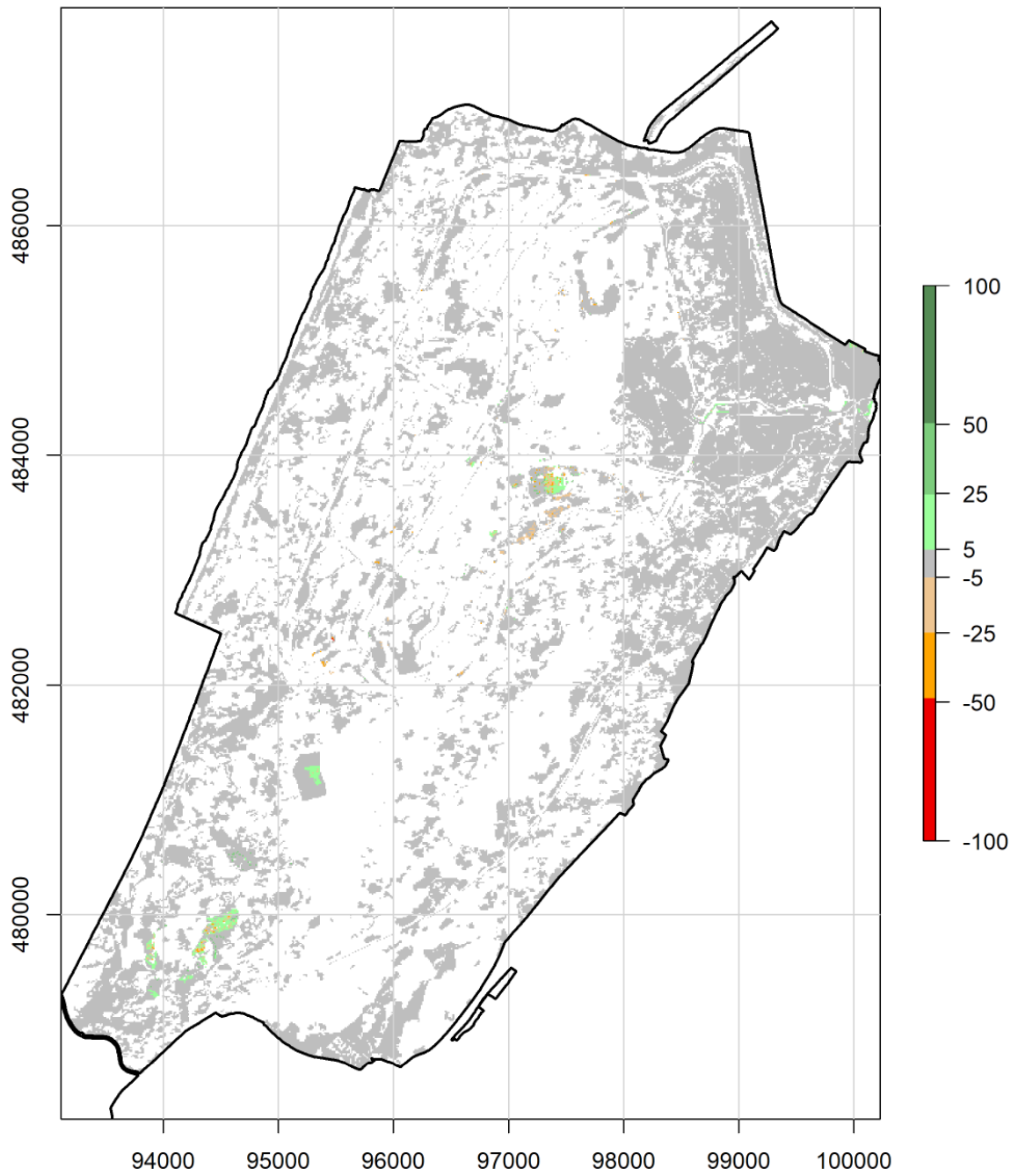
dH2180A - Duinbossen (droog)



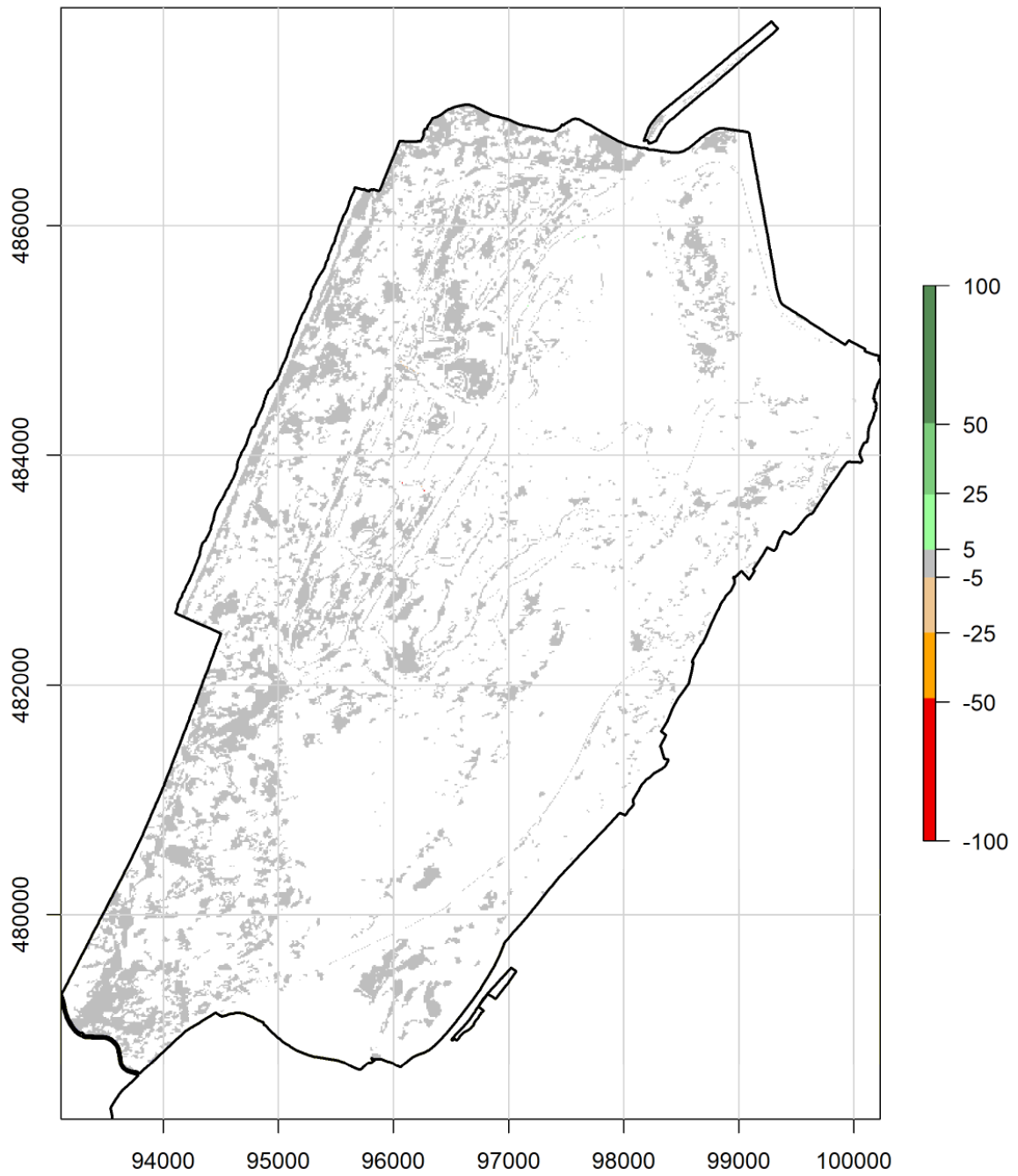
dH2180B - Duinbossen (vochtig)



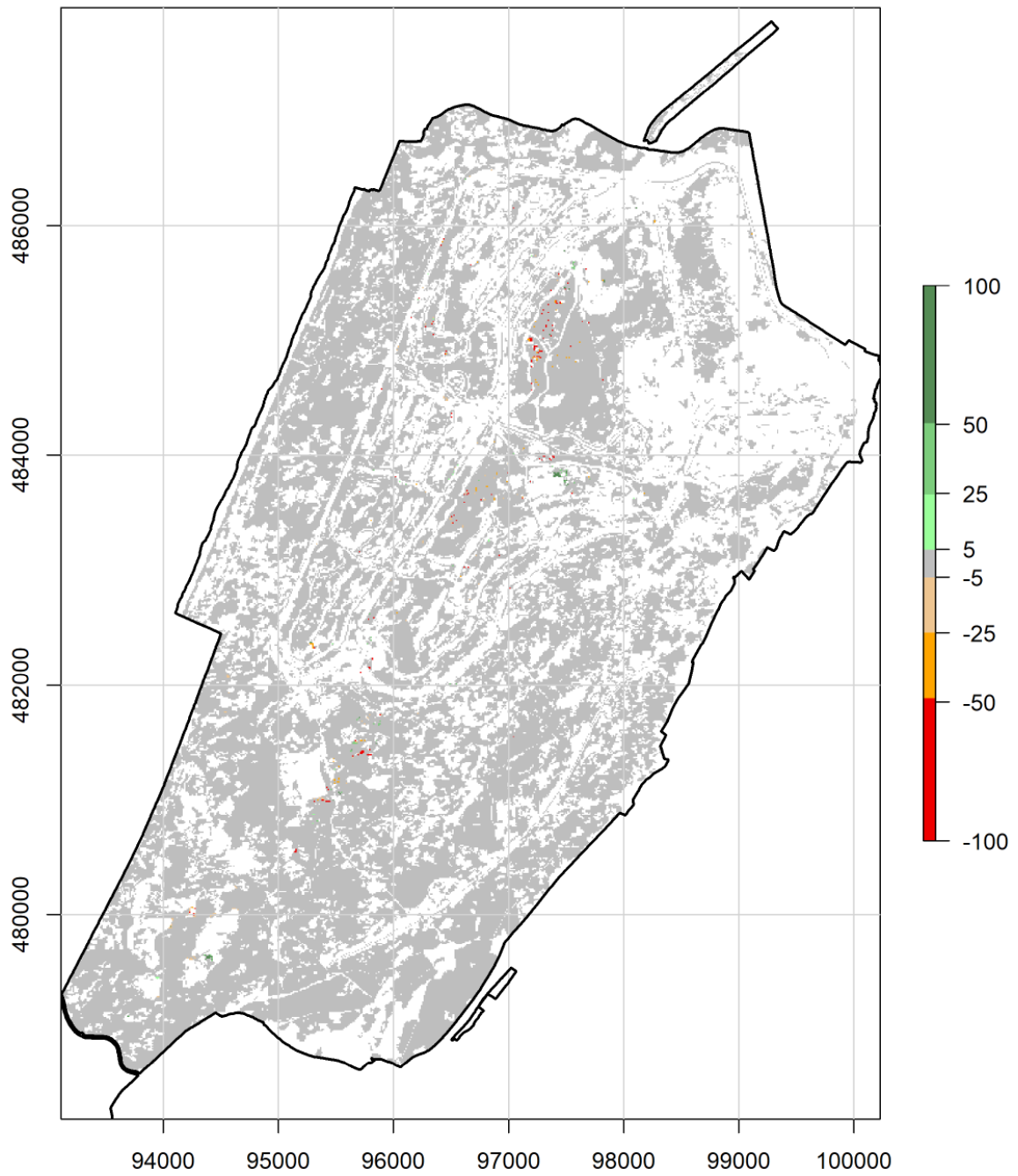
dH2180C - Duinbossen (binnenduinrand)



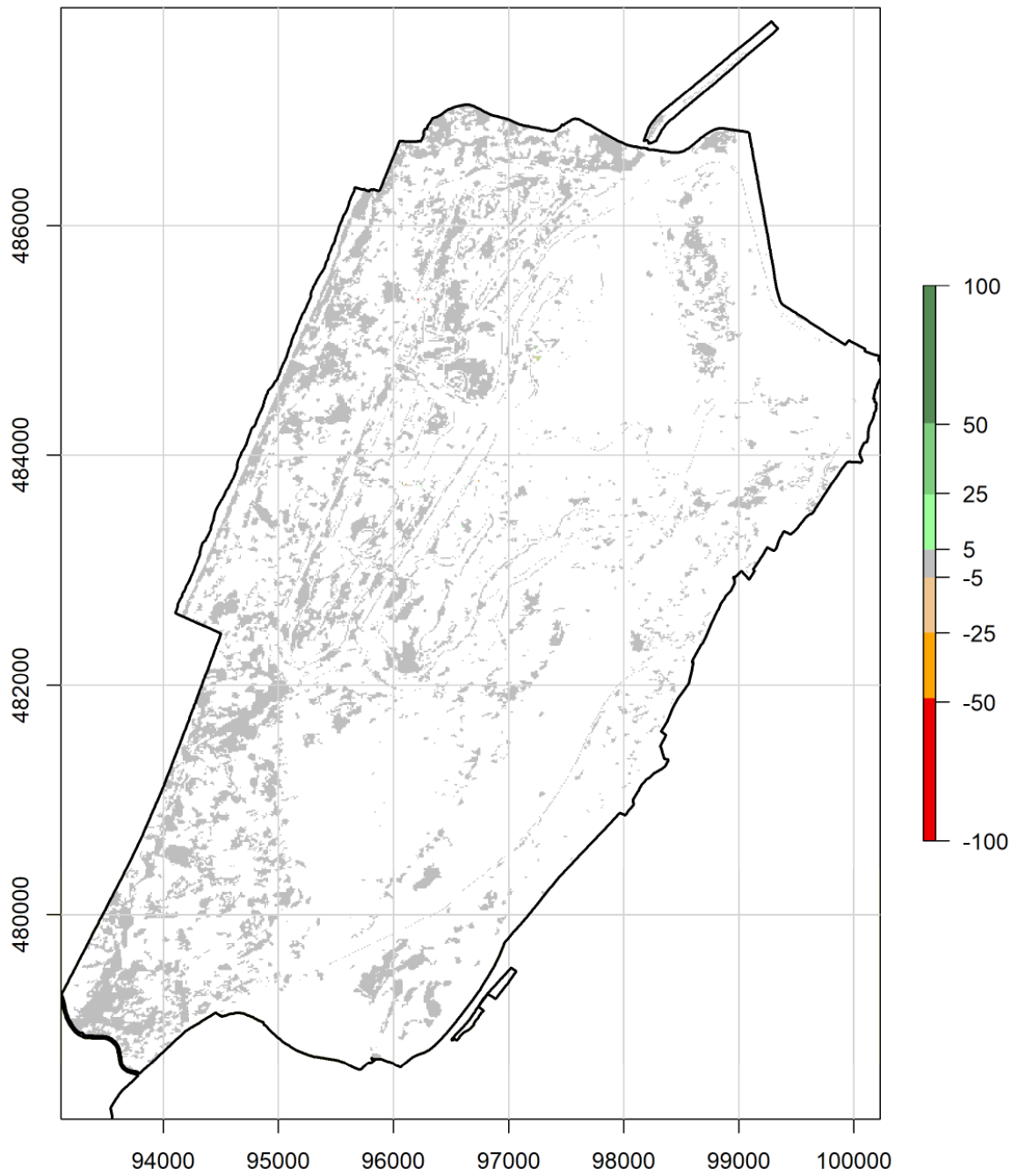
dH2190A - Vochtige duinvalleien (open water)



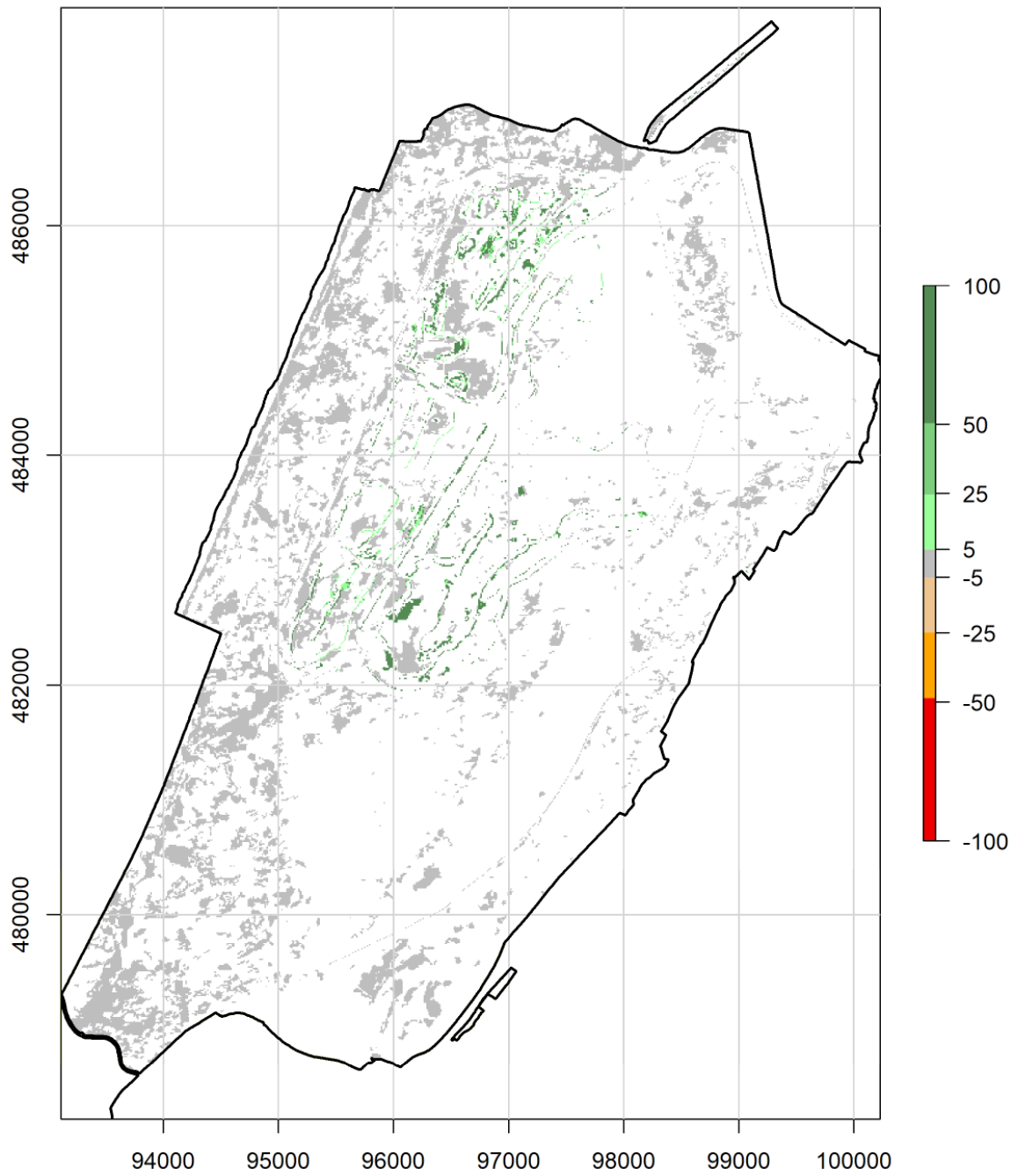
dH2190B - Vochtige duinvalleien (kalkrijk)



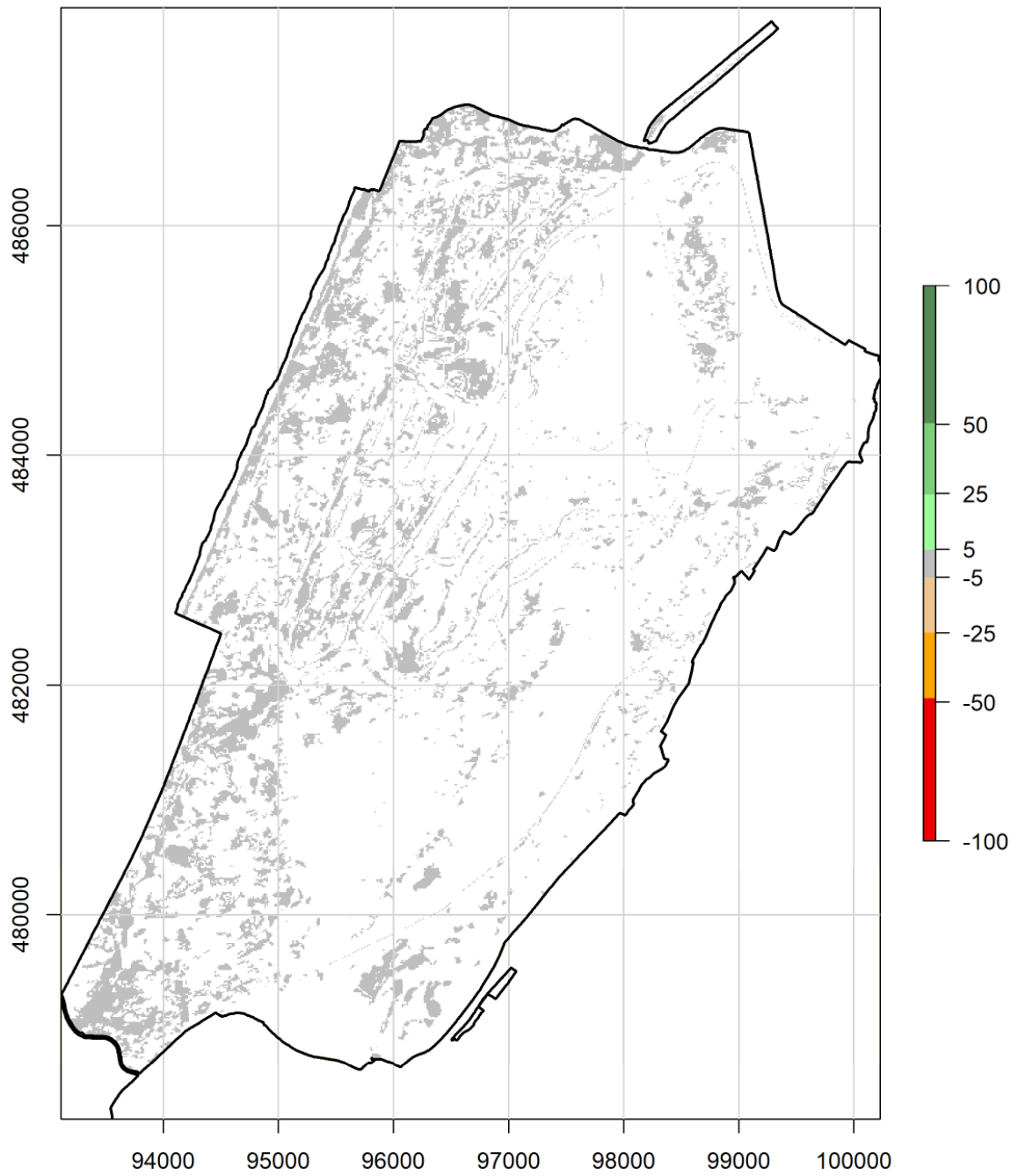
dH2190C - Vochtige duinvalleien (ontkalkt)



dH2190D - Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)



dH2310 - Stuifzandheiden met struikhei



dH2320 - Binnenlandse kraaiheibegroeiingen

