

## Evaluatie van elf jaar stuifzandbeheer op de Veluwe 2007-2018



Laurens Sparrius, BLWG  
Michel Riksen, Wageningen UR

BLWG-Rapport 23



## Evaluatie van elf jaar stuifzandbeheer op de Veluwe 2007-2018

**Auteurs:** Laurens B. Sparrius & Michel J.P.M. Riksen

**Met medewerking van:** Bert Rijk, Aurea Imaging (dronevluchten en georeferencing) en André Aptroot, ABL (kartering korstmossen en Grijs kronkelsteeltje in drie stuifzanden).

**Uitgave:** BLWG & Wageningen UR

BLWG-rapport 23  
ISSN 1571-5108

**Datum:** 30 april 2019

In opdracht van de provincie Gelderland

Omslagfoto: Laurens Sparrius





## Inhoud

Voorwoord .....	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding .....	7
1.1 Habitattypen.....	8
1.2 Beheerdoelen Natura2000 .....	8
1.3 Beheermaatregelen in stuifzanden .....	9
1.4 Doel van deze studie .....	9
1.5 Leeswijzer .....	9
2 Toestand van de Veluwse stuifzanden.....	11
2.1 Methode.....	13
2.2 Resultaten.....	14
3 Veranderingen en maatregelen in stuifzandgebieden.....	17
3.1 Methode .....	17
3.2 Resultaten.....	19
3.3 Veranderingen in Veluwse stuifzandgebieden.....	25
3.4 Herstelmaatregelen in Veluwse stuifzandgebieden.....	30
4 Veranderingen habitatkwaliteit in drie grote stuifzanden.....	31
4.1 Methode.....	31
4.2 Resultaten.....	32
4.3 Beheermaatregelen en kwaliteitsontwikkeling.....	33
5 Conclusies en aanbevelingen .....	37
5.1 Huidige situatie en ontwikkeling sinds 2007 .....	37
5.2 Habitatkaart in relatie tot stuifzandkaart.....	38
5.3 Aanbevelingen voor beheer- en herstelmaatregelen .....	38
6 Literatuur.....	41
Bijlage A: Toestand van de Veluwse stuifzanden .....	42
Bijlage B: Stikstofdepositie .....	119
Bijlage C: Metadata stuifzandkaart .....	121
Bijlage D: Vegetatiekaarten drie stuifzanden.....	123

## Voorwoord

De habitattypen zandverstuiving en stuifzandheide nemen een unieke plaats in binnen het Nederlandse en Europese landschap. Door hun dynamiek, arme bodem en extreme klimaat herbergen ze een bijzondere biodiversiteit. Echter, in het Nederlandse klimaat groeien stuifzanden snel dicht en zijn beheermaatregelen nodig voor hun instandhouding.

In Natura2000-gebied Veluwe liggen vele grote en kleinere stuifzanden van verschillende terreinbeheerders. In opdracht van de Provincie Gelderland is in kaart gebracht wat de toestand van de belangrijkste stuifzanden op de Veluwe is, en hoe het oppervlak en kwaliteit van het stuifzand is veranderd in de periode 2007-2018.

Dit rapport kwam tot stand door een samenwerking tussen Wageningen UR, Aurea Imaging en BLWG. Graag danken we alle stuifzandbeheerders die hebben meegewerkt aan dit onderzoek. Ook willen we het OBN Deskundigenteam Droog Zandlandschap en deelnemers aan de stuifzandworkshop van 20 juni 2018 bedanken voor hun bijdrage aan de discussie. Mieneke Steijns en Robbert Wolf (Provincie Gelderland) willen we als deskundige opdrachtgevers danken voor hun kritische blik op een eerdere versie van het rapport.

De auteurs

## Samenvatting

Om te bepalen hoe voldaan kan worden aan de Natura2000-doelen voor de stuifzandhabitattypen (H2310 H2320 en H2330) is voor de provincie Gelderland een onderzoek uitgevoerd om de huidige oppervlak en kwaliteit van stuifzandgebieden op de Veluwe in kaart te brengen en te vergelijken met de situatie in 2007. Aanleiding voor dit onderzoek was het PAS-veldbezoek Veluwe in 2016. De resultaten geven een goede inschatting van welke beheerinspanningen uitgevoerd moeten worden om oppervlak en kwaliteit van stuifzandhabitat te behouden of te vergroten.

### **Werkwijze**

Voor GIS-analyse is gebruik gemaakt van topografische kaarten (1:10.000) en luchtfoto's uit 2007 en 2017-2018. Op basis hiervan is een nauwkeurige vlakkenkaart gemaakt met de indeling bos-open terrein-kaal zand. Voor de grootste stuifzanden zijn de kaarten voor beide jaren extra nauwkeurig gemaakt met een semi-automatische luchtinterpretatie van luchtfoto's en dronefoto's (WUR en Aurea Imaging). Door de vlakkenkaarten uit 2007 en 2018 op elkaar te leggen, kunnen vegetatiesuccessie (dichtgroeien van kaal zand, verbossing) en beheermaatregelen (boskap, plaggen) worden gedetecteerd. Deze veranderingen zijn in het rapport berekend op landelijke schaal, voor Natura2000-gebied Veluwe, en per stuifzandgebied. Voor 2007 en 2018 zijn in drie grote stuifzanden met grote verschillen in geomorfologie en stikstofdepositie karteringen gemaakt van door korstmossen (positieve kwaliteitsindicator) en Grijs kronkelsteeltje (negatieve kwaliteitsindicator) gedomineerde plekken. De verschillen tussen beide jaren zijn gebruikt om een oordeel te geven over de veranderingen van de kwaliteit van stuifzanden op de Veluwe.

### **Oppervlak**

Het oppervlak stuifzandbiotoop is op de Veluwe met 151 ha afgenomen in de periode 2007-2018 door verbossing. Dit is gebeurd ondanks een aantal grootschalige herstelmaatregelen in diverse gebieden. Het oppervlak kaal stuifzand nam met 35 ha toe.

Om het oppervlak open stuifzandlandschap gelijk te houden moet jaarlijks gemiddeld 54 ha aan bos verwijderd worden op de Veluwe. Dit streefoppervlak werd in de afgelopen tien jaar gemiddeld voor slechts 75% behaald. Het tegengaan van verbossing door opslag te verwijderen en bos te kappen zal dus geïntensiveerd moeten worden.

Om het oppervlak kaal zand gelijk te houden moet op de Veluwe jaarlijks gemiddeld 12 ha open terrein geplagd worden. Dit streefoppervlak werd in de afgelopen tien jaar ruimschoots behaald en deze maatregel hoeft dus niet te worden geïntensiveerd.

De snelheid van afname van het oppervlak stuifzandhabitat door verbossing is te verlagen door een sterke afname van de stikstofdepositie. Omdat de kritische depositiewaarde nu al langdurig sterk worden overschreden, is er sprake van een continu overschot aan beschikbare stikstof terwijl dit voor dit habitatype in de natuurlijke situatie juist de beperkende factor is voor de groei van planten. Bij de huidige stikstofdepositieniveaus blijft het nodig om extra intensief te plaggen, opslag te verwijderen en bos te kappen om het oppervlak open stuifzandgebied in stand te houden.

### **Kwaliteit**

De huidige kwaliteit van veel stuifzandgebieden op de Veluwe is matig tot laag. Dit hangt samen met een gebrek aan afwisseling tussen verschillende successiestadia binnen de gebieden. Vaak is er of vrijwel alleen kaal zand aanwezig, of is juist nagenoeg het gehele stuifzandgebied dichtgroeid.

Voor een hoge kwaliteit van de stuifzandbiodiversiteit is de afwisseling van verschillende successiestadia binnen een terrein belangrijk. Ook geleidelijke overgangen tussen successiestadia zijn belangrijk voor de kwaliteit van stuifzanden, maar vaak is sprake van scherpe overgangen.

De kwaliteit van stuifzanden op de Veluwe is in de periode 2007-2018 verslechterd. De bedekking van Grijs kronkelsteeltje (exoot en indicator van stikstofdepositie) op open stuifzand nam in alle onderzochte terreinen toe. Korstmossen namen in het algemeen af. Op het Otterlose Zand was de afname van korstmossen zeer groot. Hier zijn de laatste grote korstmossengroeiplaatsen grotendeels ten prooi gevallen aan Grijs kronkelsteeltje, waardoor alleen grotere soorten korstmossen nog hebben kunnen overleven. In het Kootwijkerzand hebben zich vanuit uitgangssituaties met kaal zand nauwelijks korstmossen gevestigd, waarschijnlijk door afwezigheid van populaties in de directe nabijheid en concurrentie met Grijs kronkelsteeltje. Op het Wekeromse Zand hebben korstmossen zich recent uitgebreid vanuit relictpopulaties in stuifzandheide. De uitbreiding was het sterkst op plekken waar in 1994 op grote schaal jong naaldbos werd gekapt als herstelmaatregel, maar waar niet of kleinschalig werd geplagd.

Geconcludeerd kan worden dat de achteruitgang van kwaliteit van stuifzanden door verschuiving van voor stuifzand kenmerkende korstmosvegetaties naar door Grijs kronkelsteeltje gedomineerde vegetaties niet door beheermaatregelen kan worden gestopt. Alleen door sterke afname van stikstofdepositie kan dit doel bereikt worden. Beheermaatregelen kunnen wel bijdragen aan behoud van kenmerkende korstmossoorten.

### **Habitattypenkaart**

De stuifzandhabitattypen op de huidige concept-habitattypenkaart Veluwe matchen niet volledig met de stuifzandcellen van de Stuifzandkaart van Nederland (Jungerius en Riksen 2010) en met vegetatiestructuurtypen uit deze studie. Het is van belang om bij de lopende actualisatie van de habitattypenkaart aandacht te besteden aan deze tegenstrijdigheden en waar nodig de habitattypenkaart aan te passen.

### **Beheer- en herstelmaatregelen**

Bovenstaande resultaten geven aan dat de Natura2000-doelstellingen voor de stuifzanden op de Veluwe onder druk staan. Als de ontwikkeling over de periode 2007-2018 die uit dit onderzoek volgt zich onveranderd doorzet, zullen ondanks de reeds toegepaste maatregelen de doelstellingen niet gehaald worden.

De doelstelling voor behoud (eerste zes jaar) en uitbreiding (langere termijn) van oppervlakte is te realiseren door extra beheerinspanningen, maar met name de doelstelling van verbetering van kwaliteit van stuifzandhabitattypen op de langere termijn zal alleen gerealiseerd kunnen worden bij een sterke afname van stikstofdepositie, een van de doelstellingen van het PAS.

Om oppervlakte-uitbreiding van stuifzandhabitat te realiseren, is het nodig om het (sluipende) proces van verbossing tegen te gaan. Daarnaast dient gericht ingezet te worden op het open maken van een aantal met bos begroeide stuifzandgedeelten. Daarbij is een overall regie over de hele Veluwe belangrijk. Een goede samenwerking tussen Provincie en terreinbeheerders is een daarvoor een belangrijk vereiste.

Naast oppervlakte-uitbreiding als herstelmaatregel is een goed vervolg beheer nodig. Als basis hiervoor is het jaarlijks monitoren en evalueren van de vegetatie en fauna ontwikkeling nodig, evenals het opstellen van een plan voor het uitvoeren van beheer.

Om kwaliteitsverbetering van stuifzandhabitattypen te realiseren, is het nodig om maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat er binnen een stuifzandgebied meer ruimtelijke variatie komt in successiestadia en vegetatietypen. Via een cyclisch beheer binnen een stuifzandgebied kan deze variatie duurzaam in stand worden gehouden. Daarnaast is het van belang maatregelen te nemen die de huidige scherpe grenzen tussen successiestadia en vegetatietypen omzetten in geleidelijke overgangen. Knelpunt voor de kwaliteitsontwikkeling van stuifzanden, is de sterke toename van begroeiingen met Grijs kronkelsteeltje en de hiermee samenhangende afname van voor stuifzanden kenmerkende korstmossrijke vegetaties. Bij uitvoering van herstelmaatregelen dient gericht aandacht te worden besteed aan het stimuleren van nieuwe vestigingen van kenmerkende kostmossen, opdat deze soorten voor de stuifzanden behouden blijven. Voor de langere termijn is het nodig om de stikstofdepositie sterk te verlagen om de voor stuifzanden kenmerkende korstmossrijke vegetaties in stand te kunnen houden.

Uit deze studie volgt dat de huidige beheer- en herstelmaatregelen volstaan, maar om de Natura 2000 doelen te kunnen behalen dient de uitvoering ervan:

- geïntensiveerd te worden om de netto-verbossing tegen te gaan;
- meer ruimtelijk gespreid te worden (vergroten mozaïekstructuur);
- in de vorm van maatwerk te worden ingezet;
- gecoördineerd te worden op Veluwe-niveau;
- gepaard te gaan met verdere reductie van stikstofdepositie op de langere termijn.

De eerste 4 punten zijn te realiseren door cyclisch beheer toe te passen. Cyclisch beheer kan bestaan uit het periodiek (eens in de drie a vijf jaar):

- terugzetten van de bosrand zodat het oppervlak van het open terrein weer de omvang heeft van het nader te bepalen gewenst oppervlak (ijkpunt);
- afplaggen van dicht gegroeid stuifzand met een lage kwaliteit zodat het oppervlak kaal zand weer de omvang heeft van het nader te bepalen gewenst oppervlak (ijkpunt);
- stoppen met het openhouden door middel van frezen en eggen van een actieve stuifplek om zo de ontwikkeling van pioniervegetatie ruimte te geven.

Daarbij is het van belang om de uitvoering en resultaten van de maatregelen te blijven monitoren en dat beheerders en provincie gezamenlijk zorg blijven dragen voor de realisatie van Natura2000-doelen.

Het is in dit kader wenselijk om in de PAS-gebiedsanalyse de maatregel 'kleinschalig plaggen' toe te voegen aan de twee huidige subsidiabele PAS-maatregelen bestaande uit extra opslag verwijderen en het kappen van bos ten behoeve van windwerking. Deze extra maatregel draagt bij aan het vergroten van variatie binnen grootschalig met lage vegetatie dichtgegroeide stuifzandgebieden.



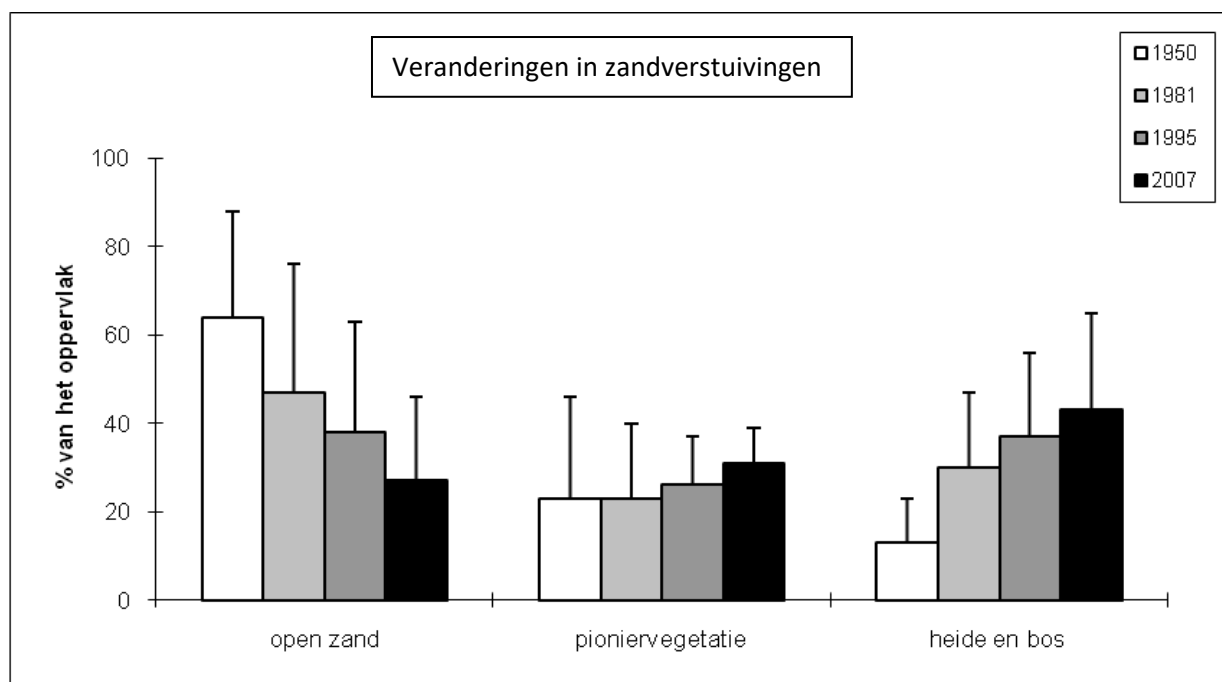
## 1 Inleiding

In Natura2000-gebied Veluwe vinden we het grootste oppervlak aan zandverstuivingen en stuifzandheide in Nederland. Stuifzanden vertegenwoordigen verschillende waarden, waaronder cultuurhistorische (door de mens ontstaan), geomorfologische (de door de wind gevormde duinen en laagten) en natuurwaarden (aan dit habitat aangepaste organismen) (Nijssen e.a. 2011).

Het open stuifzandlandschap is de afgelopen honderd jaar sterk in oppervlak afgenomen (Figuur 1). In gebieden met een hoge stikstofdepositie is bovendien de kwaliteit en biodiversiteit afgenomen en groeit het stuifzand sneller dicht. Sinds de jaren '90 worden daarom maatregelen genomen om stuifzandgebieden open te houden en de kwaliteit te verbeteren.

Provincie Gelderland heeft de vraag gesteld om de toestand van de stuifzandgebieden in Natura2000-gebied Veluwe in beeld te brengen, veranderingen in de Veluwse stuifzanden te berekenen in een GIS-studie, en de uitkomsten te vergelijken met Natura2000-doelen. Aanleiding hiervoor was het PAS-veldbezoek 2016, waarbij de stuifzanden Kootwijkerzand en Hulshorsterzand zijn bezocht. Er werd geconcludeerd dat in het verleden genomen herstelmaatregelen hier tegenvallend herstel lieten zien van habitattype Zandverstuivingen (H2330) en dat het wenselijk was om de ontwikkeling van oppervlakte en kwaliteit van dit habitattype in het hele Natura2000-gebied in beeld te brengen.

De resultaten van dit onderzoek zijn teruggekoppeld met deskundigen vanuit verschillende disciplines. Op basis van de uitkomsten en discussies zijn aanbevelingen gedaan voor toekomstig beheer.



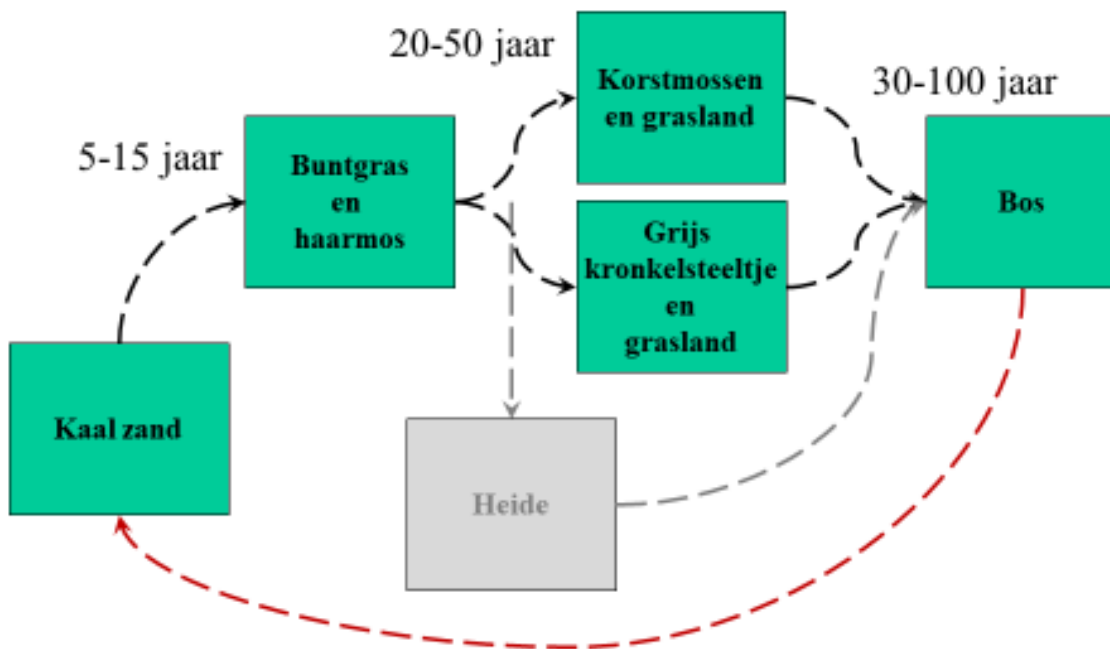
Figuur 1. Afname van het oppervlak open zand en toename van pioniervegetatie en bos sinds 1950 in zes grote stuifzanden in Nederland (Sparrius e.a. 2013).

## 1.1 Habitattypen

Stuifzanden zijn ingedeeld in de volgende Natura2000-habitattypen:

- Zandverstuivingen (H2330). Dit type ligt merendeels op duinen en plekken met een dik stuifzandpakket en is kaal of begroeid met pioniervegetatie.
- Stuifzandheide (H2310). Dit type ligt merendeels in uitgestoven laagten en wordt gekenmerkt door een mozaïek van heide en korstmossenrijke vegetatie.
- Kraaiheibegroeiingen (H2320). Dit type wordt gekenmerkt door dominantie van kraaihei. Hiervan is het oppervlakte op de Veluwe en elders in Nederland gering.

Binnen deze typen kunnen verschillende successiestadia gevonden worden die een lange tijd nodig hebben om zich te ontwikkelen (Figuur 2).



Figuur 2. Vegetatiesuccessie in stuifzanden met indicatie van de ontwikkelingsduur. In grijs de successie in stuifzandheide. Door beheer kan de leeftijd van de korstmossenrijke graslandstadia en stuifzandheiden verlengd worden.

## 1.2 Beheerdoelen Natura2000

Sinds de jaren negentig worden in de Veluwse stuifzanden beheermaatregelen uitgevoerd die aansluiten op de doelstellingen voor het Natura2000-gebied Veluwe. De doelstellingen zijn:

- Vergroting oppervlak zandverstuivingen (H2330)
- Verbetering kwaliteit zandverstuivingen (H2330)
- Vergroting oppervlak stuifzandheide (H2310)
- Verbetering kwaliteit stuifzandheide (H2310)
- Gelijk houden van oppervlak en kwaliteit kraaiheibegroeiingen (H2320)

Waarbij de komende 6 jaar vooral gericht zijn op het stoppen van de achteruitgang en het behoud.

Landelijk wordt voor deze habitattypen als doelen geformuleerd:

- Vergroting areaal *gevarieerde* zandverstuivingen H2330 met overgangen naar droge heiden en open bossen;
- Vergroting areaal stuifzandheiden met struikhei H2310, binnenlandse kraaiheibegroeiingen H2320 en zandverstuivingen H2330 én *verbeteren van de kwaliteit door vergroting van de variatie in structuur en ontwikkeling van geleidelijke overgangen met bos.*

### 1.3 Beheermaatregelen in stuifzanden

Via Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL) en het Programma Aanpak Stikstof (PAS) worden door de Provincie Gelderland herstel- en beheermaatregelen gefinancierd.

Door beheerders gebruikte beheermaatregelen binnen SNL zijn:

- Kleinschalig plaggen om kaal zand te behouden;
- Eggen of frezen van locaties met grote oppervlakken kaal zand om de vestiging van mossen en planten tegen te gaan.
- Opslag verwijderen

Huidige Subsiadiabele extra maatregelen voor het PAS zijn:

- Extra opslag verwijderen (vooral vliegdennen) om verlies van het open stuifzandlandschap te voorkomen;
- Kappen van bos ten behoeve van windwerking

### 1.4 Doel van deze studie

Met de komst van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in 2015, is het tempo waarmee herstel- en beheermaatregelen worden uitgevoerd hoger geworden. Voor de provincie Gelderland is het daarom belangrijk om de voortgang van de uitgevoerde maatregelen en het effect daarvan te monitoren. In dit rapport geven we antwoord op de volgende vragen:

- Hoe ziet de vegetatiebedekking en kwaliteit van de belangrijkste Veluwse stuifzanden er anno 2018 uit?
- Hoe is het oppervlak open stuifzandgebied veranderd in de periode 2007-2018?
  - Wat is het effect van de beheermaatregelen geweest op het oppervlakte kaal zand, open stuifzandgebied en bos?
  - Welke grotere beheermaatregelen zijn in de periode 2007-2018 uitgevoerd?
  - Compenseren de genomen maatregelen verlies aan kaal zand en open terrein door vegetatiesuccessie?
- Hoe is de kwaliteit van de stuifzandbegroeiing in drie grote Veluwse stuifzanden veranderd in de periode 2007-2018?
- Worden bij de huidige ontwikkeling de Natura2000-doelen voor stuifzandhabitattypen gehaald?

### 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staat een overzicht van de belangrijkste stuifzanden van Gelderland en hun huidige vegetatiestructuur en kwaliteit. Per gebied is een gedetailleerde luchtfoto gevlogen waarvan een

vegetatiestructuurkaart is gemaakt. Daarnaast is in elk gebied, voor zover toegankelijk, een bezoek gebracht om een algemene indruk van het gebied te krijgen en om vegetatieopnamen te maken als controlepunten voor de vegetatiestructuurkaart.

In hoofdstuk 3 kijken we naar veranderingen die sinds 1950 zijn opgetreden in stuifzandgebieden in Nederland en op de Veluwe, en de rol die beheermaatregelen hierin hebben gespeeld.

Hoofdstuk 4 geeft de resultaten weer van een gedetailleerd onderzoek naar de veranderingen in drie stuifzanden in de periode 2007-2018.

In hoofdstuk 5 beschrijven de conclusies over de huidige situatie van de Veluwse stuifzanden en over de ontwikkelingen in de periode 2007-2018. Ook geven we enkele aandachtspunten mee voor de habitattypenkaart, en geven we aanbevelingen voor beheer- en inrichtingsmaatregelen om de voor de Veluwse stuifzanden geformuleerde Natura2000 doelen te realiseren.

## 2 Toestand van de Veluwse stuifzanden

Binnen Natura2000-gebied Veluwe bevatten 28 gebieden (Tabel 1, zie ook overzichtskaart in bijlage B) conform de concept-habitattypenkaart van de provincie Gelderland (versie v10, juni 2017) het habitatype zandverstuiving (H2330), variërend van 3 tot 490 ha in omvang, in totaal 2016 ha. Op enkele gebieden na liggen deze binnen de stuifzandcellen (Figuur 3) welke op basis van geomorfologische karakteristieken zijn vastgelegd in de Stuifzandkaart van Nederland (Jungerius en Riksen 2010). In het onderzoek zijn de belangrijkste als stuifzand beheerde gebieden meegenomen.

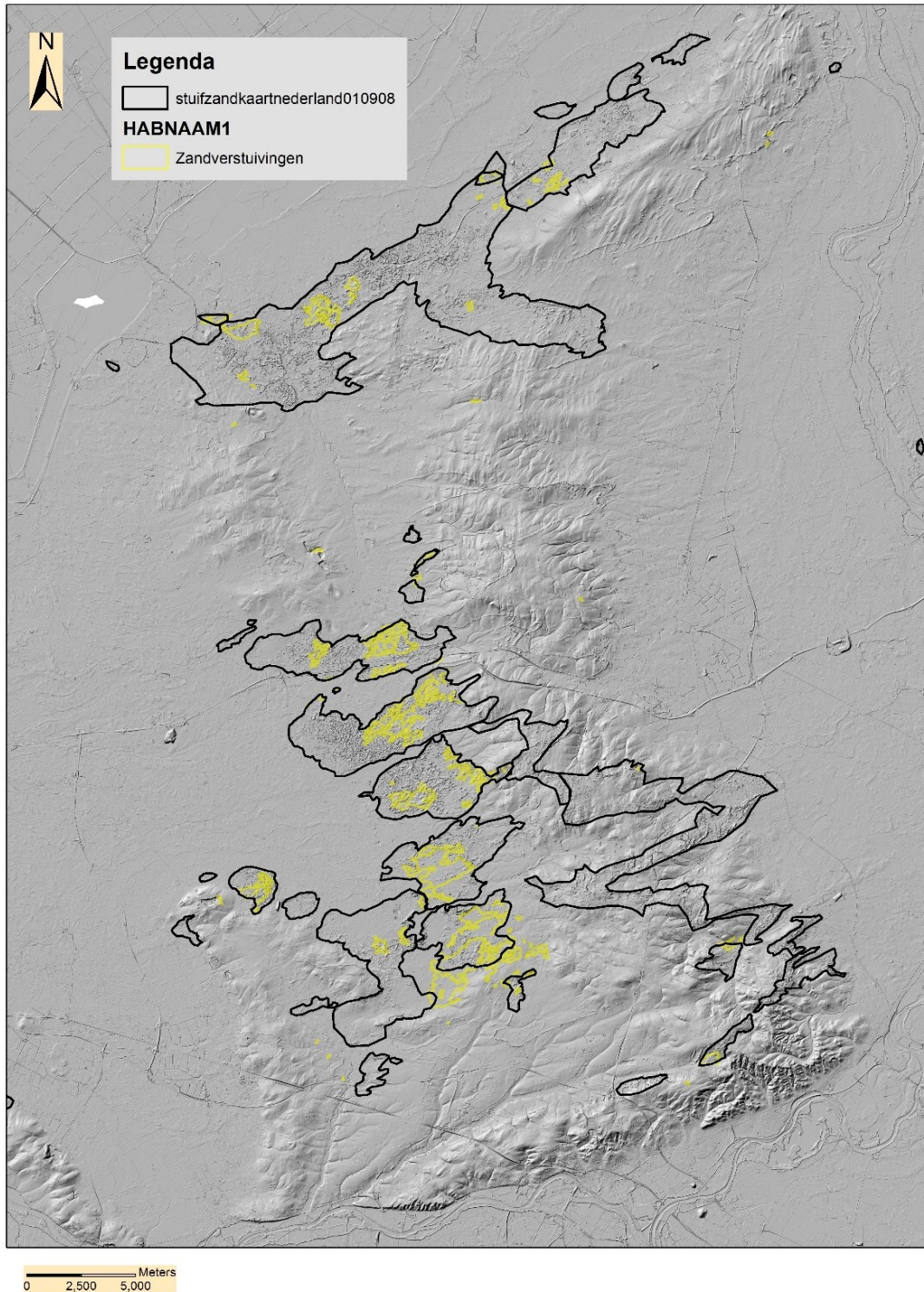
Tabel 1 Gebieden binnen Natura2000-gebied Veluwe met habitatype zandverstuiving (H2330). Bron: Habitatkaart Provincie Gelderland v10, juni 2017.

Nr	Gebied	Onderzocht	Opmerking	Oppervlak (ha)
1	Beekhuizerzand	J	Beekhuizerzand noord (28 ha) Militair terrein en Beekhuizerzand zuidoost (75 ha) is recentelijk hersteld	103
2	Hoog Buurloosch	J	Bij SBB bekend als de Braamberg en recentelijk hersteld	14
3	Wekeromse Zand	J		80
4	Harskampsche Zand	N	Militair terrein, geen toegang	110
5	Zilvense Heide	N	Is geen stuifzand gebied	11
6	Hulshorsterzand Oost	J	Door recente herstelmaatregelen is gebied uitgebreid en in oppervlak toegenomen	(22)
7	Otterlose Zand Zuid	J	Samengevoegd met Otterlose Zand	
8	Stroese Zand	D	Militair terrein, geen toegang	39
9	Pampelse Zand	J	Onderdeel van Nationaal Park	86
10	Kootwijkerzand Noord	J	Samengevoegd met Kootwijkerzand	30
11	Caitwickerzand	D	Betreft geen stuifzand habitat	143
12	Eikehoutbergen	J	Onderdeel Nationaal Park	
13	Nationaal Park	J	Bestaande uit Oud Reemsterzand, De Pollen, Deelensche Zand en Eikenhout bergen	490
14	De Bieze Zuid	N		13
15	Kootwijkerduinen *	J		16
16	Vliegveld Deelen	D	Betreft stuifzandheide	5
17	Rozendaalse Zand	N	Geen toestemming om te vliegen	32
18	Vierhoutense Heide	N	Open zand plek midden in bos	7
19	Gerritsflesch	N	Geen toegang mogelijk	53
20	Mosselse Zand	J	Geen luchtfoto	25
21	Otterlose Zand	J	Onderdeel Park de Hoge Veluwe	324
22	De Zoom / De Haere	D	Geen luchtfoto	34
23	ASK	N	Militair terrein, geen toegang	31
24	Kootwijkerzand	J		225
25	Oud Reemsterzand	J	Onderdeel van Nationaal park	
26	Hulshorsterzand West	J	Recent herstel maatregelen uitgevoerd	116
27	De Bieze Noord	N	Is geen zandverstuiving	14
28	Het Otterlose bos	J		8

\* Kootwijker Veld stond oorspronkelijk op de lijst maar is geen stuifzand gebied, Kootwijkerduinen ontbrak op de lijst.



Tabel 1 laat de gebieden zien die op de habitat kaart als stuifzand habitat gekarteerd zijn met daar achter aangegeven of ze in dit onderzoek zijn opgenomen en eventueel de reden waarom niet. Van de totaal 2016 ha is ruim 1750 ha onderzocht. Sommige gebieden bleken geen stuifzand habitat meer. Terwijl andere gebieden door herstelmaatregelen in omvang toegenomen zijn. Hierover meer in hoofdstuk 3. Van de niet onderzochte gebieden zijn in bijlage A de luchtfoto 2017 van ESRI Nederland, Beeldmateriaal.nl, opgenomen.



Figuur 3. Ligging van de stuifzandcellen op de Veluwe (zwart omlind) en gebieden die op de habitattypenkaart als habitattype zandverstuiving zijn aangegeven (geel omlind) (bron reliëf-shaded kaart: AHN2).

## 2.1 Methode

Om de toestand van de stuifzanden in beeld te brengen zijn luchtfoto's gevlogen met een drone (eBee fixed-wing met RGB-camera). De beelden zijn door middel van controlepunten op de grond gegeoreferend. Voor het maken van de vegetatiestructuurkaarten zijn per gebied per vegetatietype een aantal referentiepunten in het veld verzameld met behulp van een GPS-ontvanger. Van ieder referentiepunt zijn het vegetatietype en de meest voorkomende soorten, de bedekking, bodemmateriaal van de bovengrond, bodemvorming en overige bijzonderheden vastgelegd. De luchtfoto's zijn vervolgens met het programma eCognition Developer verwerkt tot een vegetatiestructuurkaart. Hierbij konden zes klassen worden onderscheiden (Tabel 2. Onderscheiden vegetatiestructuurklassen). Korstmosrijke vegetaties konden met deze methode niet als een aparte klasse worden onderscheiden. In hoofdstuk 4 komen vegetaties met korstmossen in meer detail aan bod.

Tabel 2. Onderscheiden vegetatiestructuurklassen

	Klasse	Vegetatiebedekking
1	Kaal zand	0 - 5 % bedekking
2	Buntgras	5 - 15% bedekking
3	Ruig haarmos	15 - 90% bedekking
4	Grassen en mossen*	> 90% bedekking
5	Heide	> 90% bedekking; habitatype stuifzandheide
6	Bomen/bos	> 90% bedekking; boom, boomgroep of bos

\* Grijskronkelsteeltje valt onder klasse 4 en is tevens de klasse die duidt op een te voedselrijke situatie en niet meer tot de gewenste stuifzand vegetatie behoort.

De PAS-gebiedsanalyse (Natura 2000-gebied Veluwe) omschrijft kenmerken van een goede structuur en functie van zandverstuivingen als:

- Mozaïek van voornamelijk begroeide duinen afgewisseld met laagtes met kaal zand en zeer open vegetatie
- Begroeide delen beslaan tenminste 40-50%, waarvan tenminste de helft met buntgras en/of korstmossen
- Hoge bedekking van korstmossen (> 10%);
- Erosie en sedimentatie door wind en regenwater
- Optimale functionele omvang: vanaf honderden hectares

In dit onderzoek is het algemene oordeel over de kwaliteit van de zandverstuivingen daarom gebaseerd op de aanwezigheid en onderlinge verhouding van de successiestadia. In een goed ontwikkeld stuifzandgebied zijn alle successiestadia in een goede onderlinge balans aanwezig. Dominantie van 1 klasse duidt op een lage tot matige kwaliteit door ontbreken van begroeiing en de daarbij behorende fauna. Grootschalige vergrassing en dominantie van Grijs kronkelsteeltje geven eveneens een lage kwaliteit aan. Stuifzanden kleiner dan 50 ha omgeven door bos hebben eveneens een relatief lage kwaliteit door het ontbreken van wind.

Ook is gekeken naar de factoren die de kwaliteit kunnen bepalen: recreatie, militair gebruik, herstelbeheer en regulier beheer, stikstofdepositie, geomorfologie en bodemvorming.

## 2.2 Resultaten

### 2.2.1 Factsheets per gebied

In Bijlage A wordt per gebied een overzicht gegeven van de toestand van het stuifzand op basis van het veldbezoek, de luchtfoto, de vegetatiestructuurkaart, de verhouding tussen de vegetatieklassen en een interview met de beheerder. Tabel 2 geeft een overzicht van het kwaliteitsoordeel op basis van de opname gedaan in de periode november 2017- mei 2018.

Tabel 3 Kwaliteitsbeoordeling van de stuifzanden van de Veluwe op basis van hun toestand in 2017-2018

Nr.	Gebied	Kwaliteit	Opmerking	Opper vlak (ha)
1	Beekhuizerzand	matig	Het noordelijke terreindeel betreft een militair oefenterrein. Het zuidelijk deel is onlangs grootschalig afgeplagd. Het beheer is tot nu toe vooral gericht op het open houden van het zand.	103
2	Hoog Buurloo	matig	Recent afgeplagde vegetatie ontwikkeling nog beperkt	14
3	Wekeromse Zand	Matig tot goed	De kwaliteit is hier zeer wisselend te noemen door enerzijds aanwezigheid van Grijs kronkelsteeltje en anderzijds mooi ontwikkelde kortsmosvegetatie.	80
4	Harskampsche Zand	slecht	Door intensieve betreding alleen kaal zand aanwezig in het als stuifzandhabitat aangeduid gebied.	110
5	Zilvense Heide	Slecht	Geen kaal zand aanwezig	11
6	Hulshorsterzand Oost	Matig tot goed	Goede balans tussen kaal zand en verschillende vegetatie stadia.	(22)
7	Otterlose Zand Zuid	Slecht tot matig	Gebied is grotendeels bedekt met Grijs kronkelsteeltje en gras. Rondom recentelijk geplagde delen ontstaat door overstuiving weer een vegetatie van buntgras en Ruig haarmos.	
8	Stroese Zand	Slecht	Militair oefenterrein waar door intensieve betreding een scherpe overgang is tussen kaal zand en dicht gegroeid.	39
9	Pampelse Zand (de Pollen)	Matig tot goed	Korstmosstadium beperkt aanwezig.	86
10	Kootwijkerzand Noord	Matig	Wordt niet beheerd als stuifzand.	30
11	Caitwickerzand	Slecht	Volledig dicht gegroeid op een kleine kuil na.	143
12	Eikehoutbergen	Matig	Klein gebied omringt door bos.	
13	Nationaal Park (Deelensche Zand)	Slecht tot matig	Grotendeels dicht gegroeid met grijskronkelsteeltje en gras. Mogelijk uitbreidingsgebied voor stuifzandheide.	490
14	De Bieze Zuid	Nihil	Geomorfologisch gezien geen stuifzand.	13
15	Kootwijkerduinen *	Slecht tot matig	Ligt naast een recreatie park waardoor het intensief betreden wordt.	16
16	Vliegveld Deelen	Slecht	Volledig begroeid.	5
17	Rozendaalse Zand	Matig	Recentelijk grootschalig afgeplagd.	32
18	Vierhoutense Heide		Niet onderzocht	7
19	Gerritsflesch		Niet toegankelijk i.v.m. schietbaan Harskamp	53
20	Mosselse Zand	Matig tot zeer goed	Het voor publiek vrij toegankelijke deel is de vegetatie ontwikkeling matig te noemen. In het afgesloten deel is de ontwikkeling en balans tussen de successie stadia zeer goed. Kaal zand dreigt echter te verdwijnen.	25

21	Otterlose Zand	Slecht tot matig	Gebied is grotendeels bedekt met grijskronkelsteeltje en vergrast. In en rondom recentelijk geplagde delen ontstaat door overstuiving weer een vegetatie van buntgras en Ruig haarmos	324
22	De Zoom / De Haere	Matig	Recentelijk hersteld. Vegetatie begint hier al weer terug te komen.	34
23	ASK	Slecht tot matig	Niet onderzocht maar de luchtfoto laat ook hier een sterke scheiding zien tussen kaal zand en dicht gegroeid terrein	31
24	Kootwijkerzand	Matig tot goed	In de afgelopen jaren sterk dicht gegroeid. Nog een redelijke balans tussen de verschillende vegetatie typen	225
25	Oud Reemsterzand	Slecht	Voornamelijk Grijs kronkelsteeltje en sterk vergrast.	
26	Hulshorsterzand West	Matig tot goed	Recentelijk grootschalig geplagd.	116
27	De Bieze Noord		Niet onderzocht	14
28	Het Otterlose bos	Matig	Klein gebied ingeklemd tussen bos.	8

In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op de factoren die van invloed zijn geweest op de kwaliteit.

## 2.2.2 Militair en recreatief gebruik

Militair en recreatief gebruik zijn van grote invloed op het oppervlak kaal zand in stuifzandgebieden. Op de militaire oefenterreinen Harskamp, Stroe en ASK Oldebroek zijn scherpe overgangen zichtbaar tussen kaal zand en bos, terwijl terreindelen met een lage begroeiing ontbreken of in oppervlak zijn afgenomen (zie ook hoofdstuk 3). In deze terreinen zijn maar weinig natuurlijke overgangen te vinden in successiestadia. Kaal zand is vaak in smalle banen aanwezig, waardoor processen als verstuiving en duinvorming ontbreken. Al met al vinden we in deze terreinen relatief weinig leefgebied voor kenmerkende soorten.

Een hoge recreatiedruk leidt in stuifzanden ook tot meer kaal zand. In tegenstelling tot de militaire terreinen komen scherpe overgangen en verlies van pioniervegetatie minder vaak voor. Problemen zien we vooral ontstaat in gebieden waar opslag onvoldoende wordt verwijderd, waardoor na verloop van tijd alleen nog brede zandpaden overblijven, zoals in de Kootwijkerduinen.

In het Kootwijkerzand is recreatie misschien nog wel de enige reden dat er veel stuivend zand aanwezig is. Omdat de recreatiedruk vooral hoog is in het zuidwesten van het gebied (het brongebied van waaruit zand met de wind mee wordt getransporteerd), blijft het oorspronkelijke open karakter van het terrein er behouden. In de grotere stuifzanden kan sturing van recreatie op die manier het beheer ondersteunen.

## 2.2.3 Beheer

Sinds de jaren negentig zijn er veel herstelprojecten uitgevoerd in de Veluwse stuifzanden. Dit heeft een bijdrage geleverd aan het behoud van het oppervlak kaal zand en pioniervegetatie. In de meeste gevallen heeft dit nog niet tot een verbetering van de kwaliteit van het habitattype zandverstuivingen geleid. In de hoofdstukken 3 en 4 gaan we hier verder op in.



Bij verschillende herstelprojecten is op grote schaal geplagd en kaal zand gemaakt. Dit geldt voor de gebieden Beekhuizerzand (oost), Wekeromse Zand, Braamberg, De Haere, Rozendaalse Zand en Hulshorsterzand.

In sommige terreinen wordt de vestiging van vegetatie in het open zand tegengegaan met frezen of eggen, zoals op het Beekhuizerzand, de Braamberg en delen van het Hulshorsterzand. We zien dat eggen in stuifzanden met weinig kaal zand vaak tot problemen leidt. Zo worden begroeide terreindelen per ongeluk omgewerkt, waardoor dominantie van Grijs kronkelsteeltje ontstaat. Of er ontstaan scherpe grenzen tussen kaal zand en latere successiestadia waardoor alle typische stuifzand vegetatie vrijwel geheel ontbreekt. Om weer een goede kwaliteit te krijgen is het daarom zaak om ook gebieden met rust te laten en vegetatie ontwikkeling de kans te geven. Het oppervlak kaal zand kan dan in stand worden gehouden door elders in het terrein vermeste/vergraste plekken kleinschalig af te plaggen tot op het kale zand. Als alternatief voor het openhouden van stuifplekken kan men recreatiezoning in zetten, bijvoorbeeld door een wandelroute door het kale zand te leiden.

#### 2.2.4 Geomorfologie

Naast gebruik en beheer speelt ook de dynamiek een grote rol in de snelheid waarmee stuifzanden kunnen dichtgroeien. Hierbij spelen de windwerking en de voorraad verstuifbaar zand een dominante rol. Door opslag en oprukkende bosranden wordt de wind geremd, waardoor de stuifdynamiek afneemt en de resterende kale plekken sneller dicht groeien. Daarnaast is de input van organisch materiaal groter waardoor de bodem met nutriënten verrijkt wordt en vegetatie sneller door ontwikkelt. Grootschalig verwijderen van opslag en bos zoals op het Hulshorsterzand heeft plaatsgevonden, heeft een positief effect op de dynamiek.

De voorraad verstuifbaar zand is in een aantal gebieden beperkt. Dit uit zich in de aanwezigheid van fijne en grovere grind aan het oppervlak in de laagtes o.a. op het Beekhuizerzand, ten zuidwesten van De Pollen, en De Haere. Hoewel dit niet tot een kwaliteit verlies hoeft te leiden dient men hier wel rekening mee te houden bij het beheer. De focus zal niet langer op verstuiving liggen, maar op de kwaliteit van de vegetatie, zoals het geval is bij visgraatplaggen op de Hoge Veluwe.

#### 2.2.5 Stikstofdepositie

De stikstof depositie (zie bijlage B) overschrijdt overal op de Veluwe de Kritische Depositie Waarde van 714 mol N/ha/jaar. Voor heel de Veluwe geldt dat in de referentiesituatie (2014) de gebieden met stuifzand habitatype (H2330) sprake is van een matig tot sterk overbelasting met stikstof. In 2020 en 2030 is sprake van een daling van de stikstofdepositie op de Veluwe, echter voor het stuifzand habitatype (H2330) blijft de gehele oppervlakte met matig tot sterk overbelast. Wel neemt de oppervlakte sterk overbelast habitatype af (PAS-gebiedsanalyse 057 Veluwe, versie 15-12-2017).



## 3 Veranderingen en maatregelen in stuifzandgebieden

In stuifzanden vindt successie plaats van kaal, stuvend zand via (korst)mosrijke graslanden naar droge heide en bos. Bij afwezigheid van dynamiek en beheer kan kaal stuifzand in ongeveer 20-25 jaar veranderen in jong (naald)bos (Sparrius e.a. 2013). Hierdoor is in de periode sinds 1950 al veel kaal zand en open stuifzandgebied verloren gegaan, ten gunste van bos.

In de afgelopen decennia is stikstofdepositie een belangrijke oorzaak van versnelde successie geworden. Beheermaatregelen, de aanwezigheid van wilde grazers en recreanten zorgen voor een gemiddelde afname van de successiesnelheid in stuifzanden. (Sparrius, Sevink, en Kooijman 2012).

In deze deelstudie laten we zien hoe het oppervlak kaal zand, open stuifzandgebied en bos zijn veranderd in Veluwse stuifzanden, de Veluwe als geheel en de rest van Nederland. Hierbij is los van de habitattypkaart gekeken naar de begroeiing in gebieden met dekzandbodems met een verstuivingsgeschiedenis, ongeacht vegetatie of landgebruik.

### 3.1 Methode

#### **Basisgegevens: topografische kaart**

Van de topografische kaarten uit 2007 (Kadaster: top10vector) en 2017 (Kadaster: top10nl) zijn uitsneden gemaakt van vlakken die binnen de grenzen van stuifzandcellen liggen (Jungerius en Riksen 2010). Vlakken zijn ingedeeld in kaal zand (geel op de topografische kaart), open gebied (heide, alle lage vegetatie, akkers, tuinen, etc.) en bos (bos, boomkwekerijen). Een buffer van 10 meter rond rondom lijnvormige infrastructuur (alle wegen en paden), water en bebouwing is hieruit weggesneden. Hiervoor is gebruik gemaakt van QGIS 3.

#### **Basisgegevens: luchtfoto's**

In het algemeen is de begrenzing van bos zeer nauwkeurig op de topografische kaart aangegeven en die van kaal zand veel minder nauwkeurig. Voor de grotere stuifzanden is daarom gekozen om het beeld te verfijnen via luchtfoto-interpretatie. Hiervoor is gebruik gemaakt van luchtfoto's van het Kadaster uit 2007 en 2017. Aanvullend zijn voor de Veluwe in 2018 luchtfoto's gemaakt met een drone (zie Hoofdstuk 2).

#### **Digitalisering**

Bosranden en plekken met kaal zand in de grotere stuifzanden op de Veluwe zijn nauwkeurig gedigitaliseerd en geclassificeerd met Trimble eCognition Developer (Definiens AG. 2007). Deze luchtfoto-interpretatie vervangt de vlakken op de uitsneden van de topografische kaart.

Voor kleinere stuifzanden zijn aanpassingen in bosranden en kale zandplekken gemaakt door de uitsneden van de topografische kaart over de luchtfoto's te leggen en grenzen handmatig te corrigeren. Voor heel Nederland is hieraan circa één dag extra correctiewerk besteed.

De shapefiles zijn met Union samengevoegd en daar waar grotere overlap was tussen kaartlagen is handmatig een keuze gemaakt voor de toedeling van de classificatie. Het resultaat van deze stappen zijn twee shapefiles (2007 en 2018) met een voor de stuifzandgebieden vlakdekkende kaart met een indeling in bos, open terrein en kaal zand (Tabel 4).

Tabel 4. Biotoopindeling in stuifzanden.

Biotoopklasse	Beschrijving
<b>Kaal zand</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaal zand</li> <li>• Zand vastgelegd door algen of een ijle buntgrasbedekking</li> <li>• Grotere zandige plekken met &lt; 10% bedekking aan vaatplanten, mossen en/of korstmossen). Op de luchtfoto goed zichtbaar als witte of grijze plekken. Op de topografische kaart weergegeven als gele vlakken.</li> </ul>
<b>Open</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle lage pioniervegetatie</li> <li>• Kraaihei, struikheivegetaties en stuifzandheide</li> <li>• Struiken, kleine solitaire vliegdennen en jeneverbessen.</li> </ul>
<b>Bos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naaldbos en loofbos</li> <li>• Solitaire bomen met een kroondiameter groter dan 5 m</li> <li>• Dichte jonge vliegdennenopslag</li> </ul>

### Analyse

De kaarten van 2007 en 2018 zijn met een Union-bewerking samengevoegd. Met het resultaat kan voor elke willekeurige plek in een stuifzandgebied het verschil tussen beide jaren zichtbaar gemaakt worden. Deze verschilkaart is vervolgens gecombineerd met omtrekken van provincies, gemeenten, Natura2000-gebieden en natuurterreinen om zo het oppervlak per biotoop in 2007 en 2018 en de veranderingen tussen beide jaren te kunnen uitrekenen per gebied. In PostgreSQL en Access zijn vervolgens berekeningen gemaakt van de veranderingen op deze verschillende schaalniveaus.

Effecten van successie en beheermaatregelen zijn geïnterpreteerd vanuit de veranderingen van de situatie in beide jaren (Tabel 5).

Tabel 5. Interpretatie van veranderingen in de biotoopkaarten tussen 2007 en 2018.

Situatie 2007	Situatie 2018	Verandering (interpretatie)
Bos	Zand	bos gekapt en geplagd
Open	Zand	geplagd
Bos	Open	bos gekapt
Zand of Open	Bos	verboost
Zand	Open	zand dichtgegroeid

Vervolgens is de het oppervlak van de biotopen in beide jaren en veranderingen tussen beide jaren berekend voor Natura2000-gebieden en natuurterreinen.

### Betrouwbaarheid

De kaart heeft in principe nauwkeurigheid van circa 3 meter, dezelfde positionele nauwkeurigheid als die van gebruikte basiskaart Top10NL. Door het over elkaar heen leggen van gedetailleerde kaarten, ontstaan zeer veel kleine verschillen, doordat bijvoorbeeld bosranden net niet overlappen. Deze verschillen zijn niet meegenomen in de analyse wanneer ze kleiner waren dan 1 m. Dit is gedaan door bij het overlappen van de kaarten een tolerantie van 1 meter te nemen. Verder zijn zeer kleine veranderingen in vlakken van 0,5 m<sup>2</sup> of kleiner buiten beschouwing gelaten bij de analyses. In totaal gaat het om 10 ha aan zulke kleine vlakken verdeeld over heel Nederland.

Tussen 2007 en 2018 kunnen soms net iets andere keuzes gemaakt zijn in het markeren van solitaire bomen, omdat dit handmatig is gedaan. In de grotere stuifzanden zijn die redelijk volledig in beeld

gebracht, in andere gebieden minder goed. Solitaire bomen dragen echter niet erg bij aan het totale oppervlak bos of de veranderingen binnen natuurgebieden.

Om de betrouwbaarheid van de berekende veranderingen te verhogen, zijn alleen gebieden vergeleken die in beide jaren een biotoopclassificatie hebben gekregen. Een gebied heeft geen biotoopclassificatie gekregen als er wateren, gebouwen of wegen liggen.

## 3.2 Resultaten

### 3.2.1 Stuifzandkaart van Nederland

Het resultaat van de analyse is een stuifzandkaart van Nederland. Deze kaart is vrij beschikbaar. Metadata van de kaart is opgenomen in Bijlage C.

### 3.2.2 Hoeveel stuifzand is er in Nederland?

In Nederland is er ca. 66000 ha stuifzandgebied aanwezig. Hiervan ligt ca. 37000 ha binnen Natura2000, waarvan ca. 21000 ha binnen Natura2000-gebied Veluwe. Daarmee is de Veluwe het Natura2000-gebied met de grootste oppervlakte stuifzandgebied. Let wel: stuifzandgebied is hier breed gedefinieerd, inclusief beboste gebieden. Deze gebieden hebben gemeen dat er een stuifzandbodem of stuifzandreliëf aanwezig is.

#### **Open terrein en kaal zand**

Van de stuifzandgebieden binnen Natura2000-gebied Veluwe is slechts 23% open terrein (open + kaal zand). De overige 75% is bos, merendeels naaldbos (Tabel 6). Dezelfde verhouding tussen open terrein en bos zien we ook op landelijke schaal in stuifzanden.

Een deel van het open terrein is kaal zand. Op de Veluwe is dit ca. 4,6% (945 ha). Landelijk is dit percentage lager: 2,6%.

Tabel 6. Natura2000-gebieden met stuifzandgebieden en onderverdeling in biotopen in 2018. Oppervlakte in hectare.

Natura2000-gebiedsnaam	Bos	Open terrein	Zand	Totaal (ha)
Bakkeveense Duinen	17	38	2	57
Borkeld	42	26	0	68
Boschhuizerbergen	163	15	12	190
Brabantse Wal	2055	287	26	2368
Buurserzand & Haaksbergerveen	45	77	0	122
Dinkelland	1	0	0	1
Drentsche Aa-gebied	33	192	5	230
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	1120	406	47	1573
Drouwenezand	77	119	3	199
Dwingelderveld	1054	322	1	1378
Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	0	0	0	0
Holtingerveld	234	25	5	264
Kampina & Oisterwijkse Vennen	468	132	2	603
Kempensland-West	60	84	0	143
Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux	671	439	3	1113
Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen	1233	312	241	1786
Maasduinen	2567	734	45	3345
Mantingerzand	21	57	2	80
Meinweg	107	7	0	115
Rijntakken	14	0	0	15
Sallandse Heuvelrug	69	13	0	82
Strabrechtse Heide & Beuven	28	319	2	349
Vecht- en Beneden-Reggegebied	621	64	22	707
Veluwe	15888	3924	945	20757
Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	659	281	76	1016
<i>Buiten Natura 2000</i>	24586	4920	259	29765
<b>Totaal</b>	<b>51835</b>	<b>12792</b>	<b>1699</b>	<b>66327</b>

Tabel 7. Veranderingen in de periode 2007-2018 in stuifzandgebieden in Natura2000-gebieden in Nederland. Maatregelen met oppervlakte in hectare.

Natura2000-gebiedsnaam	geen verandering	bos gekapt	gekapt en geplagd	geplagd	zand dichtgegroeid	verbost
Bakkeveense Duinen	52	2	0	1	0	2
Borkeld	62	6	0	0	0	0
Boschhuizerbergen	174	3	8	2	0	2
Brabantse Wal	2184	113	12	2	8	49
Buurserzand & Haaksbergerveen	118	2	0	0	0	2
Dinkelland	1	0	0	0	0	0
Drentsche Aa-gebied	208	17	0	1	0	4
Drents-Friese Wold & Leggelderveld	1474	66	8	6	7	12
Drouwenerzand	180	6	1	0	0	12
Dwingelderveld	1245	97	0	0	0	36
Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	0	0	0	0	0	0
Holtingerveld	260	1	0	0	0	2
Kampina & Oisterwijkse Vennen	561	35	1	0	0	6
Kempensland-West	141	1	0	0	0	1
Leenderbos, Groote Heide	977	121	1	0	0	13
Loonse en Drunense Duinen	1573	104	22	13	45	29
Maasduinen	3140	119	15	14	16	41
Mantingerzand	75	2	0	0	0	1
Meinweg	110	5	0	0	0	0
Rijntakken	14	0	0	0	0	0
Sallandse Heuvelrug	77	4	0	0	0	1
Strabrechtse Heide & Beuven	301	41	0	0	7	1
Vecht- en Beneden-Reggegebied	664	16	0	2	4	22
Veluwe	19419	414	26	176	130	591
Weerter- en Budelerbergen	920	14	1	5	18	58
<b>Buiten Natura 2000</b>	<b>28458</b>	<b>672</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>169</b>	<b>413</b>
<b>Totaal</b>	<b>62389</b>	<b>1862</b>	<b>126</b>	<b>247</b>	<b>407</b>	<b>1297</b>



### 3.2.3 Veluwse stuifzandgebieden

De belangrijkste natuurgebieden met zandverstuivingen en stuifzandheide binnen Natura2000-gebied Veluwe staan in Figuur 4. In Tabel 8 staat per gebied een overzicht van de verdeling van de biotopen met verandering in de periode 2007-2018.

Een paar feiten over Veluwse stuifzandgebieden:

- De grootste stuifzandgebieden op de Veluwe zijn het Kootwijkerzand, het Otterlosche Zand, het Harskampse Zand, het Oud-Reemster Zand (incl. Pampelse Zand en De Plijmen) en het grotendeels begroeide en beboste Caitwickerzand.
- De vijf gebieden met het meeste kale zand zijn Harskampse Zand, Kootwijkerzand, Hulshorsterzand, Beekhuizerzand en Deelensche Zand (De Pollen).
- De grootste bosgebieden op stuifzandbodems zijn het Loobosch (Kootwijk), Bossen bij Ugchelen, Deelerwoud, Willemsbosch (Hulshorst), Harderwijksche Bos, Oldebroekse Heide en Vierhoutensche Heide. In deze gebieden liggen goede kansen voor stuifzandherstel.
- Gebieden met de meeste verbossing zijn het Harskampse Zand, Otterlosche Zand, Loobosch, Caitwickerzand en Kootwijkerzand.

#### Verbossing en afname open stuifzandgebied

Ondanks het feit dat er op de Veluwe het veel bos is gekapt (440 ha), is er meer bos bij gekomen door natuurlijke successie (591 ha). Dit heeft geleid tot een afname van het open stuifzandgebied (inclusief kaal zand) van 151 ha (Tabel 9). Om het oppervlak open stuifzandgebied gelijk te houden moet onder de huidige omstandigheden jaarlijks gemiddeld 54 ha aan bos verwijderd worden op de Veluwe. Dit gemiddelde is in de afgelopen tien jaar niet gehaald: er zou 13 ha per jaar méér bos gekapt gekapt moeten worden om het oppervlak open stuifzandgebied gelijk te houden.

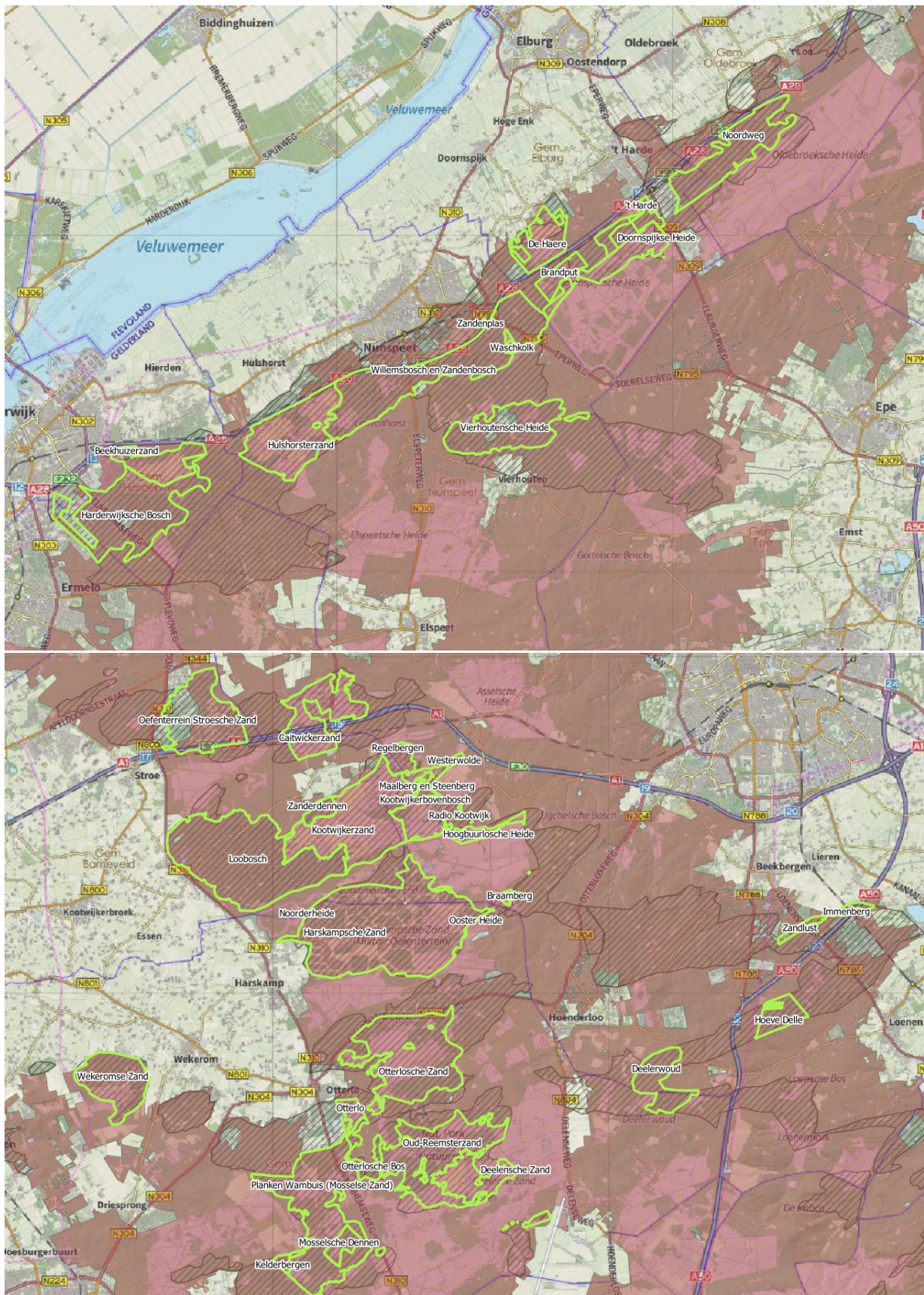
Om het oppervlak kaal zand gelijk te houden moet op de Veluwe jaarlijks gemiddeld 12 ha open terrein geplagd worden. Dit gemiddelde werd in de afgelopen tien jaar ruimschoots gehaald, waardoor het oppervlakte kaal zand in deze periode met 35 ha is toegenomen.

Tabel 8. Overzicht van de stuifzandgebieden op de Veluwe met het oppervlak biotoop in 2018 met tussen haakjes de wijziging t.o.v. 2007.

Gebied	Bos (ha)	Open gebied (ha)	Kaal zand (ha)
Beekhuizerzand	72 (+5)	41 (+13)	65 (-18)
Braamberg	1 (+0)	1 (+0)	9 (+0)
Brandput	37 (+13)	27 (-8)	2 (-5)
Buurlosche Heide	1 (+0)	1 (+0)	1 (+0)
Caitwickerzand	84 (+32)	183 (-23)	8 (-9)
De Bieze	5 (+0)	24 (-1)	1 (+1)
De Haere	147 (-4)	54 (+7)	35 (-2)
Deelensche Zand/De Pollen	19 (+6)	132 (-7)	50 (+1)
Deelerwoud	164 (+0)	9 (+0)	1 (+0)
Doornspijkse Heide	28 (-4)	140 (+8)	3 (-3)
Harderwijksche Bosch	494 (+2)	38 (-2)	0 (+0)
Harskampse Zand	663 (+59)	235 (-23)	304 (-36)
Hoeve Delle	88 (-4)	5 (+4)	1 (+0)

Hoogbuurlosche Heide	3 (-1)	58 (+1)	0 (+0)
Hulshorsterzand	132 (-21)	166 (-31)	125 (+53)
Immenberg	32 (+0)	0 (+0)	0 (+0)
Kelderbergen	13 (-1)	3 (+1)	0 (+0)
Kootwijkerbovenbosch	6 (+0)	2 (+0)	2 (+0)
Kootwijkerzand	109 (+22)	374 (-26)	123 (+5)
Loobosch	802 (+27)	31 (-25)	1 (-1)
Maalberg en Steenberg	12 (+1)	24 (-1)	0 (+0)
Mossel	7 (+1)	1 (-1)	0 (+0)
Mosselsche Dennen	42 (-6)	14 (+6)	0 (+0)
Mosselsche Zand-Otterlosche Buurtbosch (Planken Wambuis)	468 (-32)	176 (+26)	34 (+6)
Noordweg (Oldebroekse Heide)	310 (+1)	23 (+3)	1 (-4)
Oefenterrein Stroesche Zand	127 (+6)	6 (-7)	20 (+1)
Ooster Heide	0 (+0)	2 (-1)	1 (+1)
Otterlo	6 (+2)	34 (-3)	1 (+1)
Otterlosche Bos	66 (+1)	1 (+0)	1 (+0)
Otterlosche Zand	328 (+64)	251 (-91)	36 (+27)
Oud-Reemsterzand (incl. Pampelse Zand)	286 (-24)	197 (+17)	10 (+7)
Radio Kootwijk	50 (-18)	92 (+17)	2 (+0)
Regelbergen	49 (+0)	15 (+0)	2 (+0)
Roozendaalsche Veld	16 (+0)	1 (+0)	0 (+0)
Rozendaalsche Zand	1 (-2)	4 (-4)	13 (+6)
Stroesche Zand	59 (+2)	5 (-1)	22 (-1)
't Harde	5 (+2)	0 (-1)	3 (-1)
Vierhoutensche Heide	288 (-1)	18 (+1)	7 (+0)
Waschkolk	3 (+1)	7 (-1)	0 (+0)
Wekeromse Zand	180 (+1)	62 (-13)	28 (+12)
Westerwolde	11 (+0)	0 (+0)	0 (+0)
Willemsbosch en Zandenbosch	600 (-7)	78 (+5)	3 (+2)
Worthreeder Zand	51 (-7)	7 (+2)	7 (+5)
Zanderdennen	40 (+4)	4 (-5)	2 (+1)
Zandlust	5 (+0)	0 (+0)	0 (+0)
Andere natuurgebieden binnen de grenzen van Natura2000-gebied Veluwe (open terrein is m.n. Nieuw-Reemsterveld, Zuiden van Deelense Zand, N v. Oud-Reemster-Zand, Deelerwoud, Landgoed Welna, Olderbroekse Heide)	9980 (+31)	1379 (-21)	20 (-10)
<b>Totaal</b>	<b>15888 (+151)</b>	<b>3924 (-186)</b>	<b>945 (+35)</b>





Figuur 4. Namen van stuifzandgebieden op de Veluwe. Rood: Natura2000-gebied Veluwe. Groen omrand: gebieden waarbij de gebiedsnaam wordt getoond. Grijs gearceerd: gebieden op stuifzandbodems. Grid=10x10 km (bron: OpenTopo)



### 3.3 Veranderingen in Veluwse stuifzandgebieden

Veranderingen in de stuifzandbiotopen kunnen we indelen in successie (bijvoorbeeld van open terrein naar bos) en herstelmaatregelen (bijv. van bos naar kaal zand). In Tabel 9 staan de veranderingen in de belangrijkste terreinen op de Veluwe in ha aangegeven voor de periode 2007-2019. In Figuur 5 t/m 8 worden voorbeelden getoond van de veranderingen op het schaalniveau van terreindelen.

#### 3.3.1 Geen verandering

Het grootste deel (93%) van de stuifzandgebieden op de Veluwe is niet van karakter veranderd. In 7% van de gevallen is het biotooptype gewijzigd in de periode 2007-2018, bijvoorbeeld van kaal zand naar begroeid terrein.

#### 3.3.2 Bos gekapt

In stuifzandgebieden op de Veluwe is in tien jaar tijd 417 ha bos gekapt. Bij herstelmaatregelen wordt vaak gekozen voor het omzetten van bos naar open terrein. Bij het herstel van stuifzanden vanuit jong naaldbos, zijn meestal geen conflicterende natuurwaarden. In enkele gebieden, zoals het Loobosch, komen bijzondere veenmosvegetaties voor in oud naaldbos op noordhellingen (Bijlsma 2010). Ook zijn jonge naaldbossen met een dunne strooisellaag interessant voor stuifzandpaddenstoelen (Veerkamp en Gutter 2005).

In de militaire oefenterreinen Harskampse zand en Doornspijkse heide valt op dat boskap vooral heeft plaatsgevonden om zandige tankbanen breder te maken. Open terrein met pioniervegetatie is daar verbost, wat ongunstig is voor kenmerkende stuifzandsoorten

#### 3.3.3 Gekapt en geplagd

Bij herstelmaatregelen is in een beperkt aantal gevallen gekozen om na het kappen van bos ook te plaggen. Het gaat om ongeveer 26 ha, vooral op het Hulshorsterzand en stuifzanden in de gemeente Rheden.

#### 3.3.4 Geplagd

Bij herstelmaatregelen, maar ook als reguliere beheermaatregel wordt geplagd in open stuifzandgebied. In de periode 2007-2018 is 176 ha nieuw kaal zand verschenen. Plaggen toegepast in de meeste grote stuifzanden, waarbij het Hulshorsterzand, Kootwijkerzand en Otterlosche zand het meeste opvallen in de lijst.

#### 3.3.5 Zand dichtgegroeid

Kaal zand groeit na verloop van tijd dicht. De levensduur van grote plekken met kaal zand zonder betreding, windwerking of speciaal beheer is gemiddeld zo'n tien jaar (Sparrius e.a. 2013). Op de Veluwe is iets meer kaal zand gemaakt (176 ha) dan er verloren is gegaan (130 ha).

#### 3.3.6 Verbost

591 ha open stuifzandgebied is verloren gegaan door verbossing. Open stuifzandgebied verbost vooral door vestiging van dennen uit zaden van oudere bomen in de bosrand of van solitaire bomen. Zulke opslag van vliegdennen komt meer voor in gebieden met hoge stikstofdepositie (Sparrius e.a. 2013). De snelheid van afname van het oppervlak open stuifzand door verbossing is te verlagen door een sterke afname van de stikstofdepositie. Omdat de kritische depositiewaarde nu al langdurig sterk worden overschreden, zijn bodem en planten verzadigd met stikstofverbindingen. Bij de huidige

stikstofdepositieniveaus blijft het nodig om extra intensief te plaggen, opslag en verwijderen en bos te kappen om het oppervlak open stuifzandgebied in stand te houden.

Verbossing is vooral een diffuus proces: het gebeurt overal een beetje. "Oprukkende bosranden" en het verdwijnen van stuifzandsnippers langs voorheen brede bospaden zorgen ongemerkt voor een flinke afname van het oppervlak open stuifzandgebied. Figuur 7 laat dit proces mooi zien. Dit soort "diffuse" verbossing is het belangrijkste deel van de verbossing in stuifzanden. Zelden groeit een groot aaneengesloten terrein dicht met bos. Het noorden van het Otterlosche Zand en het open terrein van het Harskampse Zand zijn de belangrijkste voorbeelden hiervan.

Door de focus van beheerders op een beperkt aantal grote vlakken waar bosopslag wordt verwijderd verdwijnen veel kleine open stuifzandterreindelen. Daarmee verdwijnt de mozaïekstructuur van de vegetatie, wat een kwaliteitskenmerk van het habitatype is en daarmee ook een van de Natura2000-doelen.

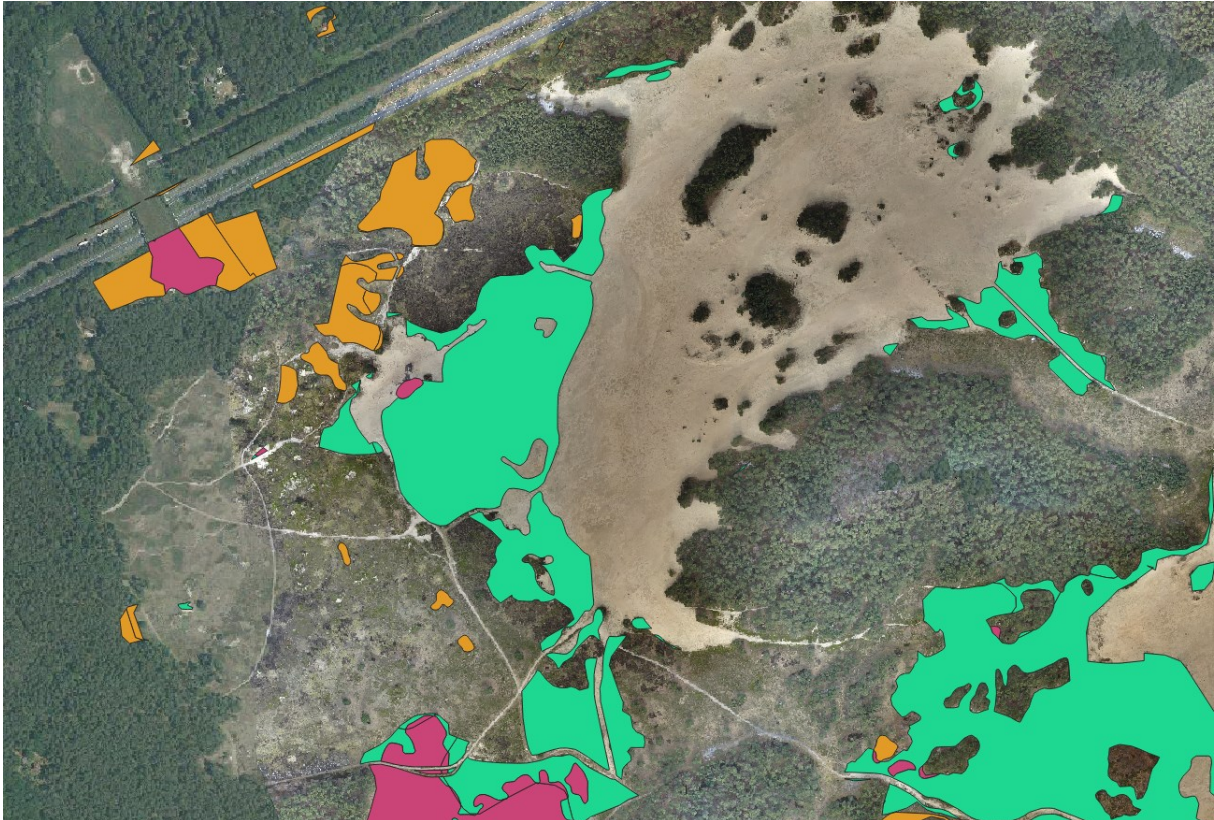
Kanttekening bij deze vergelijking is dat het effect van regulier beheer om opslag te verwijderen niet goed kan worden gekwantificeerd. Wel is duidelijk dat jaarlijks zo'n 20 ha extra opslag zou moeten worden verwijderd verspreid over de Veluwe. In combinatie met voortzetting van de grootschalige herstelmaatregelen zou er dan geen sprake meer zijn van netto verbossing (verbossing - boskap).

Tabel 9. Overzicht van veranderingen in Veluwse stuifzandgebieden tussen 2007 en 2018 (oppervlakte in hectare).

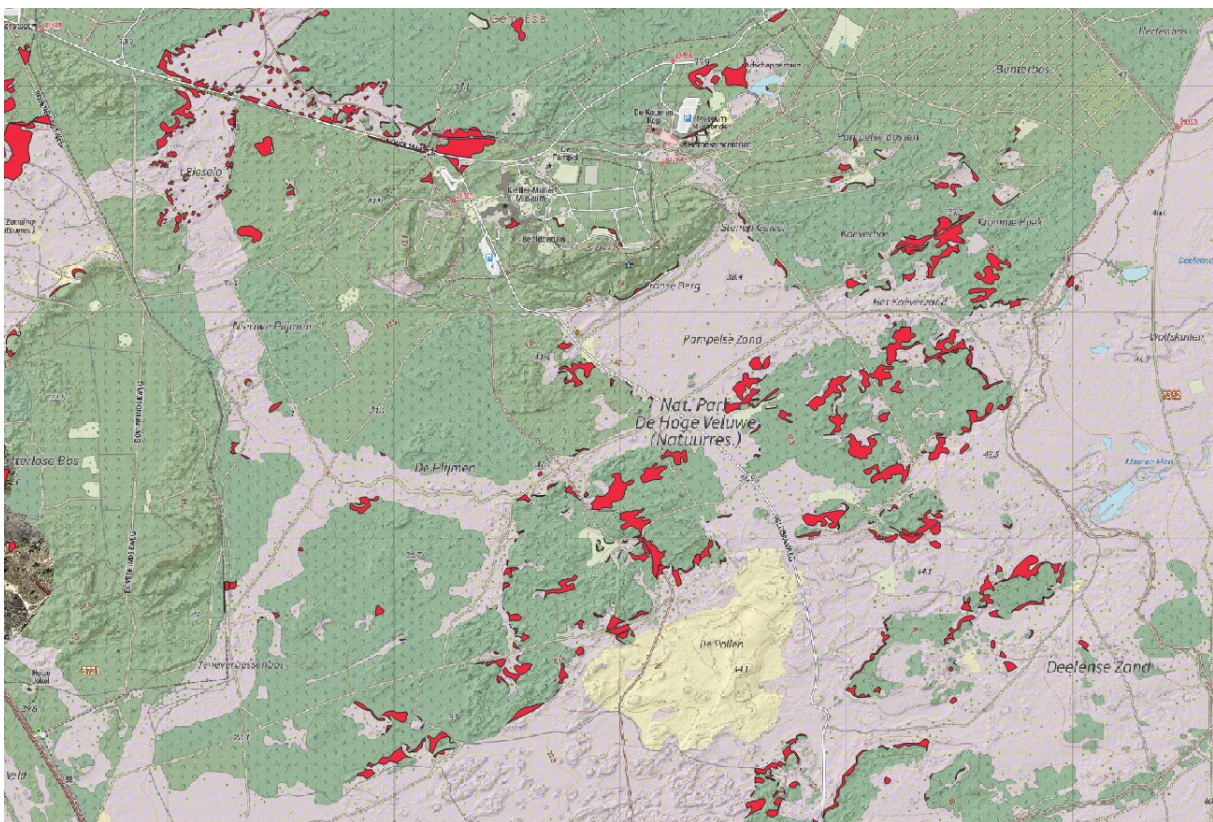
Toponiem	geen verandering	bos gekapt	gekapt en geplagd	geplagd	zand dichtgegroeid	verbost
Beekhuizerzand	144	9	0	0	11	14
Braamberg	11	0	0	0	0	0
Brandput	48	1	0	0	3	14
Buurlosche Heide	2	0	0	0	0	0
Caitwickerzand	223	5	0	0	9	37
De Bieze	28	0	1	0	0	1
De Haere	212	12	0	1	2	8
Deelensche Zand/De Pollen	185	1	0	5	4	7
Deelerwoud	162	6	0	0	0	6
Doornspijkse Heide	145	13	0	1	4	9
Harderwijksche Bosch	529	0	0	0	0	2
Harskampse Zand	1075	9	1	10	37	69
Hoeve Delle	88	5	0	0	0	1
Hoogbuurlosche Heide	59	1	0	0	0	1
Hulshorsterzand	334	24	7	49	2	9
Immenberg	32	0	0	0	0	0
Kelderbergen	14	1	0	0	0	1
Kootwijkerbovenbosch	10	0	0	0	0	0

<b>Kootwijkerzand</b>	497	11	0	36	29	32
<b>Loobosch</b>	803	1	0	0	1	28
<b>Maalberg en Steenberg</b>	35	0	0	0	0	1
<b>Mossel</b>	7	0	0	0	0	1
<b>Mosselsche Dennen</b>	50	6	0	0	0	0
<b>Mosselsche Zand-Otterlosche Buurtbosch (Planken Wambuis)</b>	604	46	2	7	2	16
<b>Noordweg (Oldebroekse Heide)</b>	310	11	0	0	1	12
<b>Oefenterrein Stroesche Zand</b>	141	1	0	3	1	7
<b>Ooster Heide</b>	2	0	0	1	0	0
<b>Otterlo</b>	37	1	0	1	0	3
<b>Otterlosche Bos</b>	66	0	0	0	1	1
<b>Otterlosche Zand</b>	505	6	0	31	3	70
<b>Oud-Reemsterzand (incl. Pampelse Zand)</b>	427	41	0	7	0	17
<b>Radio Kootwijk</b>	121	20	0	0	0	3
<b>Regelbergen</b>	65	0	0	0	0	1
<b>Roozendaalsche Veld</b>	16	0	0	0	0	0
<b>Rozendaalsche Zand</b>	8	1	2	5	1	1
<b>Stroesche Zand</b>	80	0	0	1	2	3
<b>'t Harde</b>	7	0	0	0	0	2
<b>Vierhoutensche Heide</b>	308	3	0	1	0	1
<b>Waschkolk</b>	9	0	0	0	0	1
<b>Wekeromse Zand</b>	238	4	3	13	3	8
<b>Westerwolde</b>	11	0	0	0	0	0
<b>Willemsbosch en Zandenbosch</b>	654	15	1	1	0	9
<b>Worthreeder Zand</b>	50	5	6	0	1	4
<b>Zanderdennen</b>	39	0	0	1	0	5
<b>Zandlust</b>	5	0	0	0	0	0
<b>Andere natuurgebieden binnen de grenzen van Natura2000-gebied Veluwe (open terrein is m.n. Nieuw-Reemsterveld, Zuiden van Deelense Zand, N v. Oud-Reemster-Zand, Deelerwoud, Landgoed Welna, Olderbroekse Heide)</b>	11020	156	2	2	11	189
<b>Totaal</b>	<b>19419</b>	<b>414</b>	<b>26</b>	<b>176</b>	<b>130</b>	<b>591</b>



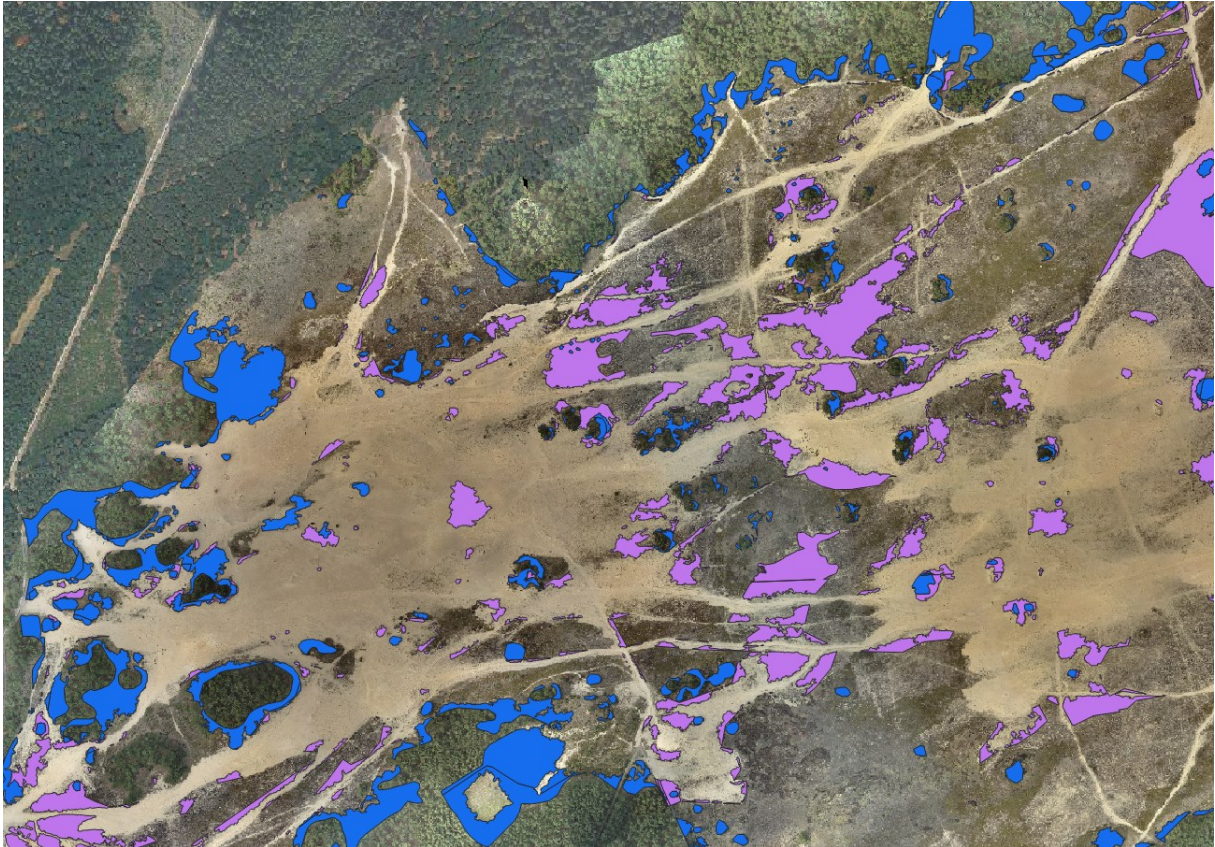


Figuur 5. Voorbeeld van de verschilkaart 2007-2018 met een detail van het Hulshorsterzand. Rood: bos gekapt én geplagd; Groen: geplagd; Oranje: bos gekapt.



Figuur 6. Verbossing (rood) is een diffuus proces zoals blijkt uit deze kaart. "Oprukkende bosranden" en het verdwijnen van stuifzandsnippers langs bospaden zorgen ongemerkt voor een flinke afname van het oppervlak open stuifzandgebied. Door de focus van beheerders op een beperkt aantal grote vlakken verdwijnt de mozaiekstructuur van de vegetatie, wat de kwaliteit van de Natura2000-stuifzandhabitattypen onder druk zet.





Figuur 7. Detail van veranderingen in de periode 2007-2018 op het Kootwijkerzand. Blauw: verbossing, vooral door "oprukkende bosranden". Paars: met vegetatie begroeid geraakt kaal zand.



Figuur 8. Otterlosche zand met duidelijk herkenbare plagplekken daterend uit 2011. Andere veranderingen zijn in kleur aangegeven. Blauw: open terrein dat verloren is gegaan door verbossing. Oranje: bos of boom gekapt. Rood: bos gekapt én geplagd. Paars: met vegetatie begroeid geraakt kaal zand.



### 3.4 Herstelmaatregelen in Veluwse stuifzandgebieden

In de periode 2007-2018 zijn veel herstelmaatregelen uitgevoerd gericht op vergroting en behoud van open stuifzandgebieden. In Tabel 10 staat een overzicht van de stuifzandgebieden waarin in deze periode op grote schaal (>10 ha) maatregelen zijn uitgevoerd.

Deze gegevens zijn afgeleid uit de *verschilkaart*, waarbij een deel van de gebieden is samengevoegd tot projectgebieden. Zo omvatte het stuifzandherstel op het Hulshorsterzand ook een deel van de terreinen Willemsbosch en Zandenbosch. De jaren waarin de maatregelen zijn uitgevoerd zijn afgeleid van de topografische kaarten (Basisregistratie Topografie) uit de desbetreffende jaren, maar ook interviews met beheerders en berichten in de media.

Tabel 10. Overzicht van de belangrijkste locaties waar in de periode 2007-2018 beheermaatregelen zijn uitgevoerd. Oppervlakken in hectare gebaseerd op luchtfoto's.

Toponiem	bos gekapt	gekapt en geplagd	geplagd	totaal maatregelen (ha)	Periode van de uitvoering (bron: topografische kaarten 2007-2017)
<b>Hulshorsterzand (projectgebied inclusief Willemsbosch en Zandenbosch)</b>	39	8	50	<b>97</b>	2014
<b>Planken Wambuis (inclusief Mosselse Zand-Otterlosche Buurtbos)</b>	46	2	7	<b>55</b>	2011
<b>Oud-Reemsterzand</b>	41	0	7	<b>48</b>	2012
<b>Kootwijkerzand</b>	11	0	36	<b>47</b>	2010-2017
<b>Otterlosche Zand</b>	6	0	31	<b>37</b>	2017
<b>Harskampse Zand</b>	9	1	10	<b>20</b>	2011
<b>Radio Kootwijk</b>	20	0	0	<b>20</b>	2012-2015
<b>Wekeromse Zand</b>	4	3	13	<b>20</b>	2016
<b>Rozendaalse Zand (incl. Worthreeder Zand)</b>	6	8	5	<b>19</b>	2009
<b>Doornspijkse Heide en Oldebroekse Heide (ASK)</b>	24	0	1	<b>25</b>	2010
<b>De Haere</b>	12	0	1	<b>13</b>	2011

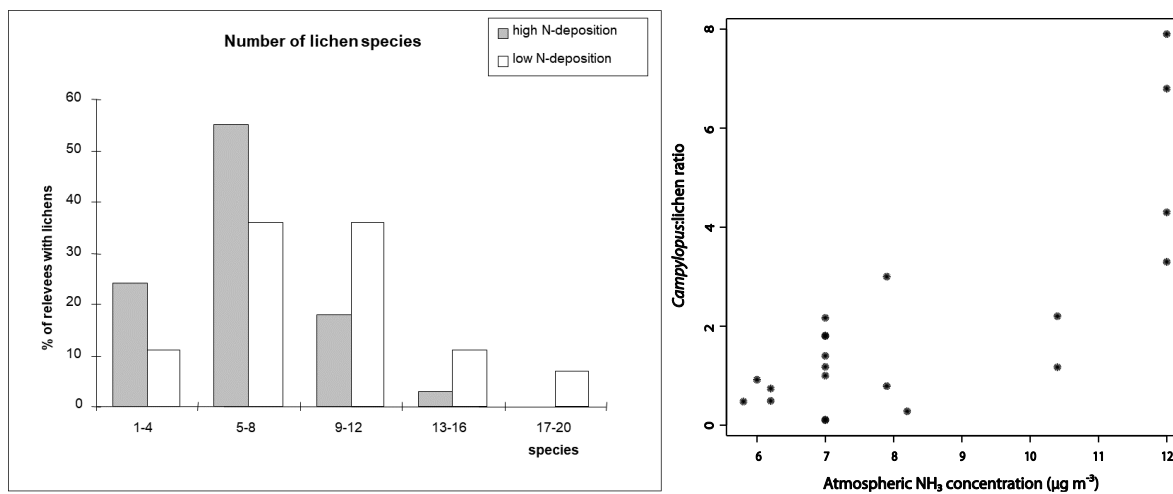
## 4 Veranderingen habitatkwaliteit in drie grote stuifzanden

### 4.1 Methode

Kaartuitsneden van het Kootwijkerzand, Otterlosche zand en Wekeromse zand die in het voorgaande hoofdstuk zijn besproken (zie figuur 5, 7 en 8) zijn voorzien van een extra detailniveau binnen het biotoop “open terrein”. Hiervoor is door André Aptroot een veldonderzoek van 1 dag per gebied uitgevoerd in februari 2018, waarbij plekken met >25% bedekking korstmossen of >25% bedekking grijs kronkelsteeltje zijn gekarteerd. Hierbij werd een minimumoppervlak van 25 m<sup>2</sup> aangehouden. Een vergelijkbare aanpak is in 2007 uitgevoerd (Sparrius e.a. 2013). Door de kaarten uit 2007 en 2017 over elkaar heen te leggen, worden de verschillen zichtbaar. De verschillen zijn per gebied uitgerekend.

#### Korstmossen en grijs kronkelsteeltje

In dit onderzoek worden korstmossen beschouwd als een positieve indicator en grijs kronkelsteeltje als negatieve indicator voor de kwaliteit van het open stuifzandlandschap. De korstmossenrijkdom neemt af met toenemende stikstofdepositie, terwijl bij hogere stikstofdepositie grijs kronkelsteeltje steeds vaker voorkomt. Dit gebeurt op kleine schaal (Figuur 9) maar is ook op landschapsschaal goed zichtbaar: in stuifzandgebieden met hoge stikstofdepositie domineert grijs kronkelsteeltje, komen korstmossen vaak alleen nog als relict plekgewijs voor.



Figuur 9. Links: In gebieden met hoge stikstofdepositie komen minder soortenrijke korstmosvegetaties voor (Sparrius 2011). Rechts: In gebieden met een hoge luchtconcentratie ammoniak vestigt grijs kronkelsteeltje zich relatief vaker dan korstmossen op nieuwe plekken (Sparrius en Kooijman 2011).

#### Historische luchtfoto's

Voor de biotopen bos – open terrein – kaal zand zijn historische kaarten uit eerder onderzoek (Sparrius e.a. 2013) gebruikt op basis van luchtfoto's uit 1940-1950, 1981 en 1995. Hiermee kan een beeld worden verkregen van de veranderingen in het stuifzandlandschap in de afgelopen 75 jaar.

#### Uitsnede van terreinen

In 2007 is voor de kartering een uitsnede van de terreinen gemaakt waarin vooral open stuifzandgebied en bosranden aanwezig zijn. De resultaten geven dus vooral een beeld van de ontwikkeling in gebieden die in 2007 ook al open stuifzandterrein waren.

## 4.2 Resultaten

In uitsneden van het Kootwijkerzand, Otterlosche zand en Wekeromse zand is het oppervlak kaal zand, (begroeid) open terrein en bos per jaar uitgerekend voor de periode 1950-2018 (Tabel 11). Voor 2007 en 2018 is dit apart uitgerekend inclusief korstmossen en grijs kronkelsteeltje (Tabel 12 en Figuur 10). Ook is er een verandermatrix gemaakt waarmee de oppervlakten van in 2007 en 2018 aanwezige stuifzandbiotopen met elkaar worden vergeleken (Tabel 13).

### 4.2.1 Kootwijkerzand

De uitsnede bevat relatief veel kaal zand. Door recreatie en beheer (eggen) is het oppervlak kaal zand in de periode 1980-2018 niet erg veranderd. In de afgelopen tien jaar zijn de uitgestrekte haarmosmatten in het gebied wat meer begroeid geraakt, vooral met Grijs kronkelsteeltje. Ook is er voor het eerst in twintig jaar weer sprake van wat verbossing vanuit bosranden en rond boomgroepen.

### 4.2.2 Otterlosche zand

Het noordelijke deel van het Otterlosche zand is een uitgestoven laagte met enkele kleine duinen. De uitgestoven laagte was in de jaren vijftig al grotendeels begroeid en bekend op zijn korstmossensteppen. In 2007 bestond de vegetatie voor een groot deel uit grijs kronkelsteeltje. Door beheermaatregelen met plaggen in een visgraatpatroon is in de periode 2007-2018 nieuw kaal zand ontstaan. Echter, door opslag en “oprukkende bosranden” is een flink stuk open terrein in het noordelijke deel in bos veranderd. In 2007 was dit nog een terreindeel met veel grijs kronkelsteeltje en jonge vliegdennen. Inmiddels zijn de vliegdennen flink gegroeid en wordt het terrein als bos gekenmerkt.

### 4.2.3 Wekeromse zand

Van de onderzochte gebieden hebben in het Wekeromse zand de meeste beheermaatregelen plaatsgevonden. Nadat tussen 1950 en 1993 het oppervlak bos flink was toegenomen, is er in 1994 grootschalig bos gekapt (ruim 35 ha) en deels geplagd (Ketner-Oostra 2003). In 2016-2017 is nog meer bos gekapt. Hierdoor is het oppervlak bos flink afgenomen. Het in 1994 ontstane kale zand was in 2007 alweer met ruim 50% afgenomen. Door nieuwe maatregelen is het oppervlak kaal zand in 2018 weer toegenomen. Door eggen en hoge recreatiedruk blijft het centrale deel zandig.

### 4.2.4 Oppervlak

Door beheermaatregelen is in deze uitsneden van de drie stuifzanden het oppervlak open terrein (excl. zand) in het Kootwijkerzand en Wekeromse zand toegenomen of gelijk gebleven. In het Otterlosche zand is het begroeide open terrein afgenomen, enerzijds door plaggen, anderzijds door verbossing.

### 4.2.5 Kwaliteit

In de kartering zijn korstmossenvegetaties als positieve kwaliteitsindicatoren beschouwd voor de open terreindelen en is Grijs kronkelsteeltje hiervoor beschouwd als negatieve indicator.

In alle terreinen is Grijs kronkelsteeltje sterk toegenomen. De soort heeft zich vooral gevestigd in haarmosmatten en korstmossenvegetaties.

In het **Otterlosche zand** zijn de daar kenmerkende bekermosvegetaties met o.a. *Cladonia monomorpha* (Wrattig bekermos), *Cladonia strepsilis* (Hamerblaadje) en *Micarea leprosula* (Heideoogje) door zeer dikke tapijten Grijs kronkelsteeltje vervangen. Korstmossen hebben zich zeer beperkt op nieuwe plekken gevestigd. Dit zijn vooral rendiermosvegetaties die vooral voorkomen rond bomen en bosranden. Dit zijn vaak plekken uit een later successtadium waar grassen zoals Bochtige smele, Zandzegge en Zandstruisgras domineren, en waar de diversiteit aan korstmossen lager is. Opvallend genoeg is er bijna geen overlap tussen de vegetatiekaarten uit 2007 en 2018 in de plaatsen waar korstmossen domineren. Schaarse soorten en slechte verspreiders hebben onder deze verschuiving van locatie het meest te lijden. Het oppervlak Grijs kronkelsteeltje is door beheermaatregelen afgenomen.

In het **Kootwijkerzand** waren korstmossen in 2007 niet aanwezig. In het gebied hadden zich in 2018 op twee kleine plekjes (0,04 ha) korstmossen gevestigd. Hiervan zijn enkele tientallen vierkante meters Rode heikorst op een geplagde noordhelling van een hoog duin. Het oppervlak Grijs kronkelsteeltje in de haarmosmatten is enorm toegenomen.

In het **Wekeromse zand** is grijs kronkelsteeltje sterk toegenomen. Vermeldenswaard is dat de korstmossen ook flink toegenomen zijn. Dat gebeurde vooral op plekken waar in 1994 maatregelen zijn uitgevoerd. In 1994 bestonden de maatregelen uit grootschalige boskap, gedeeltelijk gevolgd door plaggen, waarbij de toen zeer weinige korstmosrijke plekken onaangeroerd bleven. Op de vegetatiekaart die net na de maatregelen gemaakt is (Ketner-Oostra 2003) staat één plek van circa 100 m<sup>2</sup> aangegeven als "zeer korstmosrijk". Het open terrein bestond overigens uit een mengsel van haarmos, korstmossen en grijs kronkelsteeltje, waarbij korstmossen de minderheid vormden. De korstmossen hebben zich gevestigd op plekken die direct na de uitvoering van de maatregelen al begroeid waren. Op de vegetatiekaart is dit fijnschalig mozaiek van kaal zand, ijle vegetatie met Bochtige smele (voormalige bosbodem) en struikheidevegetatie (voormalige open plekken in het bos), waarbij er de eerste jaren veel takhout en stronken hebben gelegen, die in de jaren daarna zijn verwijderd of vergaan. Een les die we hieruit kunnen trekken is dat herstel van korstmossenvegetaties mogelijk is na boskap zonder diep te plaggen. Het duurt dan even goed nog ruim tien jaar voordat de korstmossen zich merkbaar beginnen uit te breiden.

### 4.3 Beheermaatregelen en kwaliteitsontwikkeling

De resultaten van het onderzoek in drie stuifzandgebieden laten zien dat korstmossenvegetaties hier maar matig terugkomen na herstelmaatregelen. Er gaat meer oppervlak verloren dan er bij komt en er is een verschuiving van kenmerkende stuifzandsoorten naar minder specifieke rendiermossoorten. De vraag is in hoeverre korstmossenrijke stuifzandvegetaties zich onder de huidige omstandigheden op termijn nog kunnen handhaven op de Veluwe.

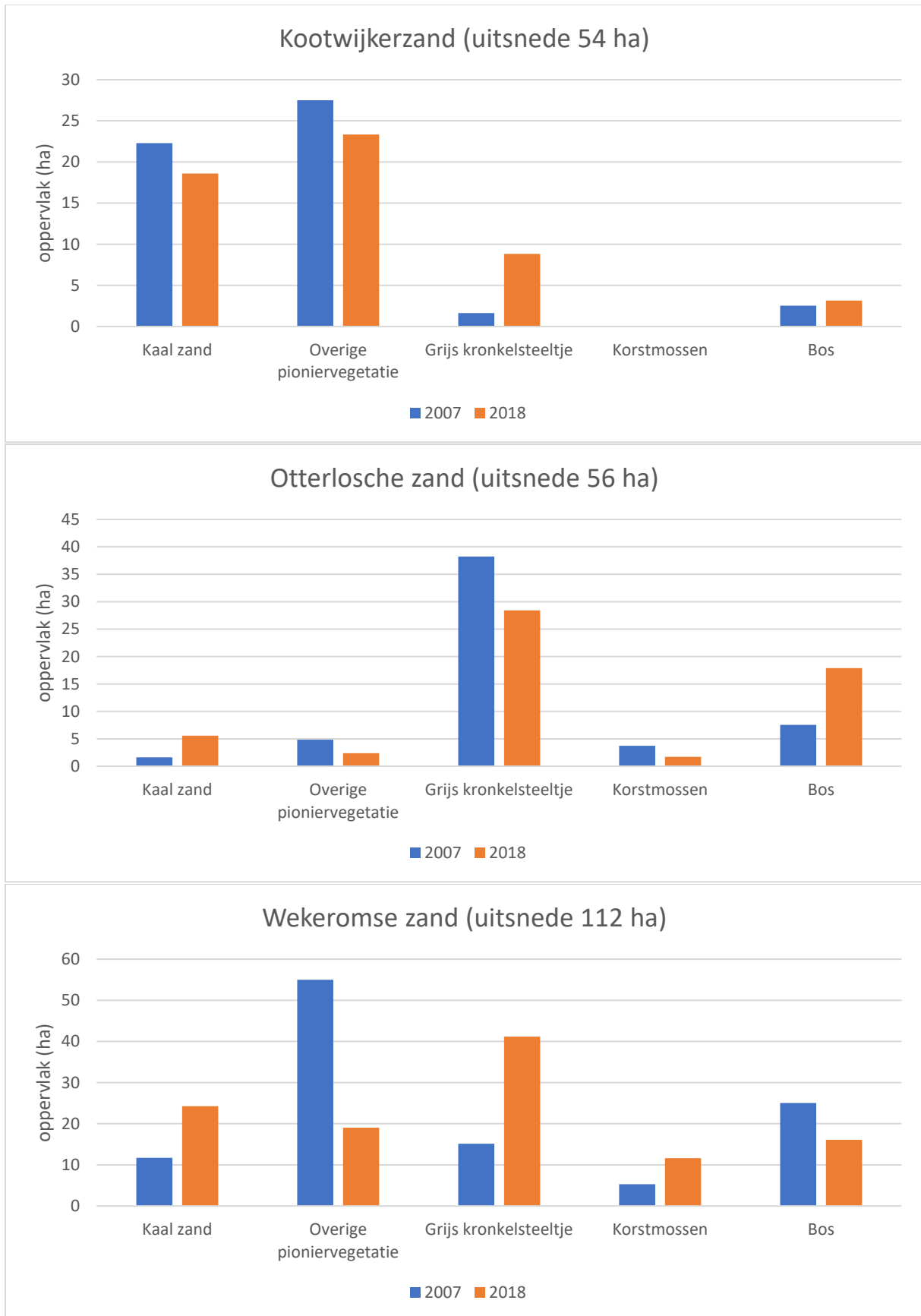
Alleen op het Wekeromse Zand zijn korstmossen op sommige plekken teruggekomen. Door bos te kappen en eventueel strooisel te verwijderen (maar niet plaggen) kan in de toekomst worden geëxperimenteerd met herstel van korstmossenvegetaties. Daarbij is het van belang locaties te kiezen die in de nabijheid liggen van bestaande korstmosvegetaties, zodat de gewenste soorten de mogelijkheid hebben zich op de nieuwe locatie te vestigen. Dit zal het teruglopen van de oppervlakte korstmosvegetaties waarschijnlijk niet kunnen stoppen, maar kan mogelijk wel leiden tot het behoud van het biotoop en de daarin thuishorende kenmerkende soorten.

Tabel 11. Veranderingen in begroeiing in drie Veluwse stuifzanden tussen 1950 en 2018

Gebied	Jaar	Bos (ha)	Open terrein (ha)	Kaal zand (ha)
<b>Kootwijkerzand</b>	1950	2,4	21,2	30,4
	1981	3,6	10,1	40,3
	1995	3,0	23,7	27,3
	2007	2,5	29,1	22,3
	2018	3,2	32,2	18,6
<b>Otterlosche zand</b>	1950	3,2	47,5	5,2
	1981	5,0	46,3	4,7
	1995	5,3	49,2	1,5
	2007	7,6	46,8	1,6
	2018	17,9	32,5	5,6
<b>Wekeromse zand</b>	1950	55,4	22,1	34,6
	1981	77,7	19,2	15,2
	1995	28,5	57,5	26,2
	2007	25,0	75,4	11,7
	2018	16,1	71,8	24,3

Tabel 12. Veranderingen in het oppervlak van biotopen, inclusief korstmossen en grijs kronkelsteeltje in drie stuifzanden in de periode 2007-2018.

Gebied	Biotop	2007 (ha)	2018 (ha)
<b>Kootwijkerzand</b>	Kaal zand	22,3	18,6
	Overige pioniervegetatie	27,5	23,3
	Grijs kronkelsteeltje	1,6	8,8
	Korstmossen	0,00	0,04
	Bos	2,5	3,2
<b>Otterlosche zand</b>	Kaal zand	1,6	5,6
	Overige pioniervegetatie	4,8	2,4
	Grijs kronkelsteeltje	38,2	28,4
	Korstmossen	3,7	1,7
	Bos	7,6	17,9
<b>Wekeromse zand</b>	Kaal zand	11,7	24,3
	Overige pioniervegetatie	55,0	19,0
	Grijs kronkelsteeltje	15,1	41,2
	Korstmossen	5,3	11,6
	Bos	25,0	16,1



Figuur 10. Tien jaar veranderingen in uitsneden van drie Veluwse stuifzanden.



Tabel 13. Verandermatrix stuifzandbiotopen. Oppervlakte per biotoop in 2007 (horizontaal) ten opzichte van 2018 (vertikaal).

		Kaal zand 2018	Pioniervegetatie	Grijs kronkelsteelje	Korstmossen	Bos
Gebied	Biotoop in 2007					
<b>Kootwijkerzand</b>	Kaal zand	16,01	5,89	0,25	0,01	0,14
	Pioniervegetatie	2,56	16,46	7,58	0,03	0,88
	Grijs kronkelsteelje	0,01	0,66	0,81	0,00	0,15
	Korstmossen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Otterlosche Zand</b>	Kaal zand	1,02	0,31	0,14	0,00	0,15
	Pioniervegetatie	1,13	0,91	1,31	0,47	1,03
	Grijs kronkelsteelje	3,18	0,78	24,02	0,80	9,45
	Korstmossen	0,22	0,04	2,73	0,43	0,32
	Bos	0,02	0,35	0,21	0,03	6,94
<b>Wekeromse Zand</b>	Kaal zand	10,02	0,92	0,67	0,02	0,08
	Pioniervegetatie	9,76	13,99	23,56	6,15	1,54
	Grijs kronkelsteelje	1,90	1,56	8,86	2,71	0,11
	Korstmossen	0,35	0,27	2,03	2,61	0,03
	Bos	2,22	2,28	6,05	0,13	14,34

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Huidige situatie en ontwikkeling sinds 2007

Deze studie laat zien wat de huidige situatie is van de stuifzandgebieden in Natura 2000 gebied Veluwe en welke veranderingen in het oppervlak bos, open stuifzandgebied en kaal zand er zijn geweest in de afgelopen tien jaar. De beschreven methode laat –beter dan vegetatiekarteringen– zien welke beheerinspanningen nodig zijn om Natura2000-doelen te behalen.

De kwaliteit van veel stuifzandgebieden op de Veluwe is als matig tot laag gekwalificeerd. Dit hangt samen met een gebrek aan afwisseling tussen verschillende successiestadia binnen de gebieden. Vaak is er of vrijwel alleen kaal zand aanwezig, of is juist nagenoeg het gehele stuifzandgebied dichtgegroeid. Voor een hoge biodiversiteit is juist de afwisseling van verschillende successiestadia binnen een terrein belangrijk. Ook geleidelijke overgangen tussen successiestadia zijn belangrijk voor de kwaliteit van stuifzanden, maar vaak is sprake van scherpe overgangen.

In stuifzanden in Nederland en op de Veluwe is sprake van verbossing, waardoor open terrein verloren is gegaan. Dit is gebeurd ondanks dat een groot aantal herstelmaatregelen is uitgevoerd. Op de Veluwe is in de periode 2007-2018 veel (444 ha) bos gekapt voor stuifzandherstel. Maar doordat er door natuurlijke successie in deze periode meer open stuifzand is dichtgegroeid met bos (599 ha) is er per saldo 155 ha open stuifzand verloren gegaan. Dit is vaak een sluipend proces, waarbij bosranden opschuiven en kleine open stuifzandgebiedjes dichtgroeien. Om het oppervlak open stuifzandgebied gelijk te houden moet onder de huidige omstandigheden jaarlijks gemiddeld 55 ha bos verwijderd worden op de Veluwe. Dit gemiddelde is in de afgelopen tien jaar niet gehaald. Om het oppervlak kaal zand gelijk te houden moet op de Veluwe jaarlijks gemiddeld 12 ha open terrein geplagd worden. Dit oppervlak aan plaggen werd in de afgelopen tien jaar ruimschoots behaald.

De nadere analyse van de ontwikkeling van de kwaliteit van de drie Veluwse stuifzandgebieden Kootwijkerzand, Otterlosche zand en Wekeromse zand over de periode 2007-2018 laat zien dat de kwaliteit van de stuifzanden is achteruitgegaan. In alle gebieden is de uitheemse mossoort Grijs kronkelsteeltje in het open terreingedeelte sterk toegenomen. Voor stuifzand kenmerkende korstmosvegetaties zijn na uitvoering van herstelmaatregelen maar matig teruggekomen.

Tabel 14. Natura2000-doelen voor stuifzanden op de Veluwe.

Doel voor Natura2000-gebied Veluwe	Ontwikkeling 2007-2018
Vergroting oppervlak zandverstuivingen (H2330)	Afname oppervlakte. Er is meer open stuifzand dichtgegroeid met bos dan er stuifzandhabitattype is bijgekomen door herstelprojecten.
verbeteren kwaliteit zandverstuivingen (H2330)	Afname kwaliteit: het aandeel Grijs kronkelsteeltje is toegenomen, waarschijnlijk door stikstofdepositie. Korstmossen zijn in de meeste gebieden achteruitgegaan.

Bovenstaande conclusies geven aan dat de Natura2000-doelstellingen voor de stuifzanden op de Veluwe onder druk staan. Als de ontwikkeling over de periode 2007-2018 die uit dit onderzoek volgt zich onveranderd doorzet, zullen ondanks de reeds toegepaste maatregelen de doelstellingen niet gehaald worden (tabel 14). De doelstelling voor behoud (eerste zes jaar) en uitbreiding (langere termijn) van oppervlakte is te realiseren door extra beheerinspanningen, maar met name de doelstelling van verbetering van kwaliteit van stuifzandhabitattypen op de langere termijn zal alleen gerealiseerd kunnen worden bij een sterke afname van stikstofdepositie, één van de doelen van het PAS.

## 5.2 Habitatkaart in relatie tot stuifzandkaart

In enkele gebieden op de Veluwe bevinden zich op de huidige concept-habitattypenkaart stuifzandhabitattypen die buiten de stuifzandcellen van de Stuifzandkaart van Nederland (Jungerius en Riksen 2010) liggen. Aan de andere kant liggen er binnen de stuifzandcellen terreingedeelten waarvan het vegetatiestructuurtype uit deze studie aanwezigheid van een stuifzandhabitattype suggereert, maar die niet als habitattype zijn aangeduid op de concept-habitattypenkaart. Het is van belang om bij de lopende actualisatie van de habitattypenkaart aandacht te besteden aan deze tegenstrijdigheden en waar nodig de habitattypenkaart aan te passen.

## 5.3 Aanbevelingen voor beheer- en herstelmaatregelen

De doelstelling voor behoud (eerste zes jaar) en uitbreiding (langere termijn) van oppervlakte is te realiseren door extra beheerinspanningen, maar met name de doelstelling van verbetering van kwaliteit van stuifzandhabitattypen op de langere termijn zal alleen gerealiseerd kunnen worden bij een sterke afname van stikstofdepositie, één van de doelen van het PAS.

Om oppervlakte-uitbreiding van stuifzandhabitattypen te realiseren, is het nodig om het (sluipende) proces van verbossing tegen te gaan. Daarnaast dient gericht ingezet te worden op het open maken van een aantal met bos begroeide stuifzandgedeelten. Daarbij is een overall regie over de hele Veluwe belangrijk. Een goede samenwerking tussen Provincie en terreinbeheerders is een daarvoor een belangrijk vereiste.

Aandachtspunten hierbij zijn:

- Voorkom het dichtgroeien van stuifzanden door opslag te verwijderen;
- Geef prioriteit aan het vergroten van het open terrein in gebieden die in de afgelopen tien jaar zijn verbost. Dit kan door jonge bomen (opslag) in het open veld en in bosranden te verwijderen, of door bos te kappen, al dan niet gevolgd door plaggen. De Stuifzandkaart kan hierbij een goed hulpmiddel zijn;
- Coördineer de uitvoering van maatregelen op Veluwe-niveau, zodat alle beheerders een evenredige bijdrage leveren aan het behalen van de doelen.

Om kwaliteitsverbetering van stuifzandhabitattypen te realiseren, is het nodig om maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat er binnen een stuifzandgebied meer ruimtelijke variatie komt in successiestadia en vegetatietypen. Via een cyclisch beheer binnen een stuifzandgebied kan deze variatie duurzaam in stand worden gehouden. Daarnaast is het van belang maatregelen te nemen die de huidige scherpe grenzen tussen successiestadia en vegetatietypen omzetten in geleidelijke overgangen.

Aandachtspunten hierbij zijn:

- Stimuleer met het oog op vergroten van variatie extra kleinschalig plaggen in terreinen waar kaal zand nagenoeg afwezig is. In de afgelopen tien jaar is meer dan voldoende kaal zand gerealiseerd;
- Stimuleer het creëren van geleidelijke overgangen tussen bos en open terrein en tussen kaal zand en opvolgende successiestadia. Dit kan binnen het reguliere beheer gepland worden.

Knelpunt voor de kwaliteitsontwikkeling van stuifzanden, is de sterke toename van Grijs kronkelsteeltje en de hiermee samenhangende afname van voor stuifzanden kenmerkende korstmosrijke vegetaties. Deze ontwikkeling is gerelateerd aan hoge stikstofdepositie. In Drenthe (lagere depositie) speelt het minder, in Limburg en Noord-Brabant (hogere depositie) meer. Bij uitvoering van herstelmaatregelen dient gericht aandacht te worden besteed aan het stimuleren van nieuwe vestigingen van kenmerkende kostmossen, opdat deze soorten voor de stuifzanden behouden blijven. Voor de langere termijn is het nodig om de stikstofdepositie sterk te verlagen om de voor stuifzanden kenmerkende korstmosrijke vegetaties in stand te kunnen houden. Hierbij geldt dat ieder beetje helpt..

Aandachtspunten hierbij zijn:

- Bij uitvoering van herstelmaatregelen zoals kleinschalig plaggen rekening houden met voor stuifzanden kenmerkende korstmossen. Maatwerk leveren ten aanzien van locaties in relatie tot bronpopulaties en creëren van nieuwe vestigingsplaatsen;
- Een reductie van de ammoniakemissie te bewerkstelligen in en om de Veluwe, meer dan tot nu toe is gedaan.

De snelheid van afname van het oppervlak open stuifzand door verbossing is te verlagen door een afname van de stikstofdepositie. Bij de huidige stikstofdepositieniveaus blijft het nodig om extra intensief te plaggen, opslag en verwijderen en bos te kappen om het oppervlak open stuifzandgebied in stand te houden.

Uit deze studie volgt dat de beschikbare beheer- en herstelmaatregelen volstaan, maar om de Natura2000-doelen te kunnen behalen dient de uitvoering ervan:

- geïntensiveerd te worden om de netto verbossing tegen te gaan;
- meer ruimtelijk gespreid te worden (vergroten mozaïekstructuur);
- in de vorm van maatwerk te worden ingezet;
- gecoördineerd te worden op Veluwe-niveau;
- gepaard te gaan met verdere reductie van stikstofdepositie op de langere termijn.

### **Cyclisch beheer**

Het invoeren van het cyclisch beheer zou een goede aanvulling kunnen vormen bovenop de reguliere en herstelmaatregelen, om zo het versneld dicht groeien van de stuifzanden en achteruitgang van de kwaliteit als gevolg van de hoge stikstofdepositie tegen te gaan. Cyclisch beheer kan bestaan uit het periodiek (eens in de drie à vijf jaar):

- terugzetten van de bosrand zodat het oppervlak van het open terrein weer de omvang heeft van het nader te bepalen gewenst oppervlak (ijkpunt);
- afplaggen van dichtgegroeid stuifzand met een lage kwaliteit zodat het oppervlak kaal zand weer de omvang heeft van het nader te bepalen gewenst oppervlak (ijkpunt);

- stoppen met het openhouden door middel van frezen en eggen van een actieve stuifplek om zo de ontwikkeling van pioniervegetatie ruimte te geven.

Daarbij is het van belang om de uitvoering en resultaten van de maatregelen te blijven monitoren en dat beheerders en Provincie gezamenlijk zorg blijven dragen voor de realisatie van Natura2000-doelen.

#### **Extra PAS-maatregel**

Het is in dit kader wenselijk om in de PAS-gebiedsanalyse de maatregel 'kleinschalig plaggen' toe te voegen naast de twee reeds subsidiabele maatregelen extra opslag verwijderen en bosrand kappen voor wind werking. Het kleinschalig plaggen draagt bij aan het vergroten van variatie binnen grootschalig met lage vegetatie dichtgegroeide stuifzandgebieden.

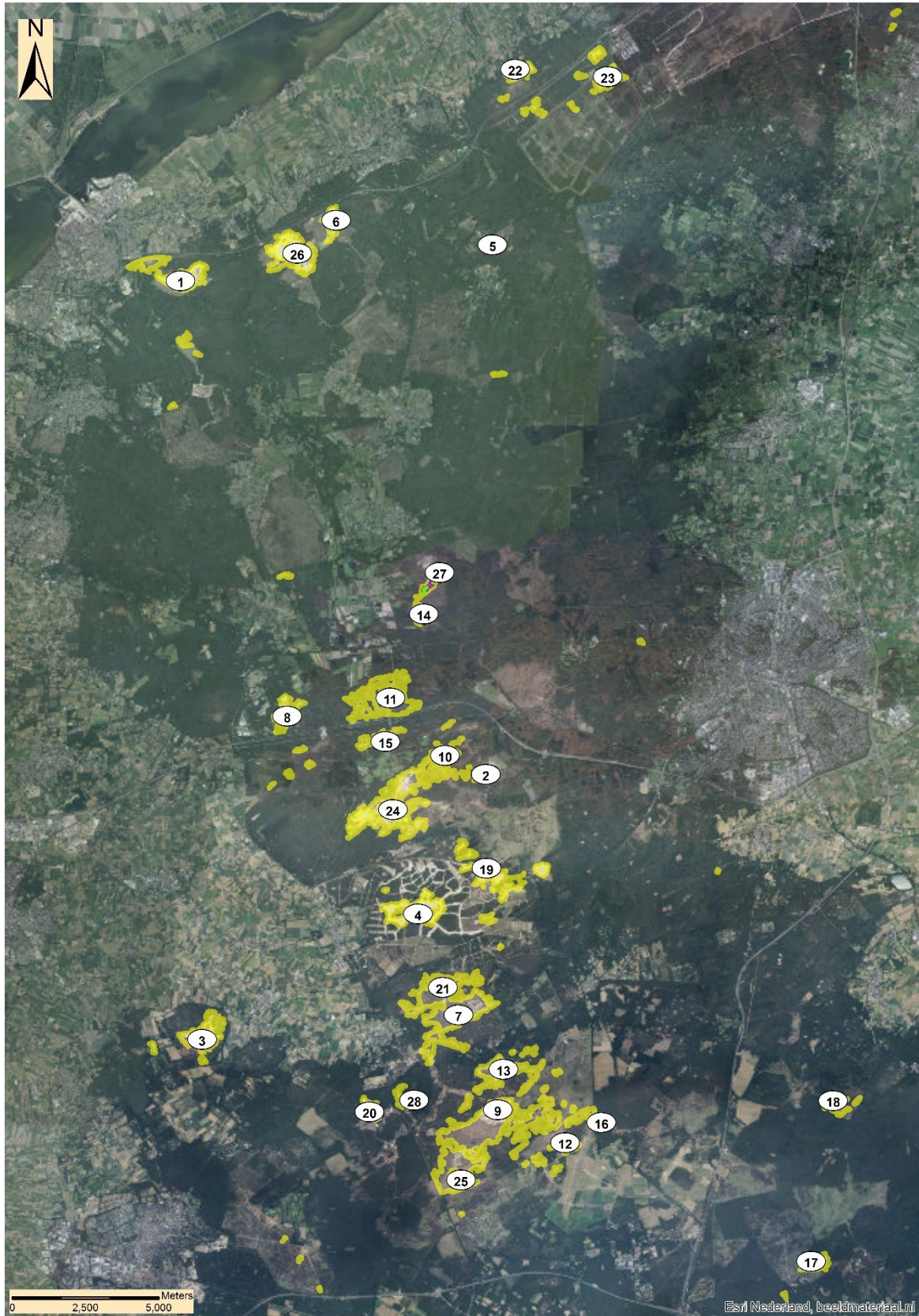
## 6 Literatuur

- Bijlsma, R. J. 2010. "Bryophyte hot-spots in drift sand forests". Pp. 217–34 in *Inland drift sand landscapes*, bewerkt door J. Fanta en H. Siepel. Zeist: KNNV Publishers.
- Definiens AG. 2007. "Definiens Developer 7 Reference Book".
- Jungerius, P. D. en M. J. P. M. Riksen. 2010. "A contribution of laser altimetry images to the geomorphology of the Late Holocene inland drift sands of the European Sand Belt". *Baltica* 23:59–70.
- Ketner-Oostra, H. G. M. 2003. *Resultaten van Effect Gerichte Maatregelen (EGM) op vegetatie en bodem in het Wekeromse Zand. eindrapport Monitoringsonderzoek 1994-2003*.
- Nijssen, M. e.a. 2011. *Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van stuifzanden. OBN stuifzandonderzoek 2006-2010*. Den Haag: Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.
- Sparrius, L. B. 2011. *Inland dunes in The Netherlands: soil, vegetation, nitrogen deposition and invasive species*. Amsterdam: Ph.D. thesis, University of Amsterdam.
- Sparrius, L. B. en A. M. Kooijman. 2011. "Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter". *Applied Vegetation Science* 14:221–29.
- Sparrius, L. B., J. Sevink, en A. M. Kooijman. 2012. "Effects of nitrogen deposition on soil and vegetation in primary succession stages in inland drift sands". 353:261–72.
- Sparrius, Laurens B., Annemieke M. Kooijman, Michel P. J. M. Riksen, en Jan Sevink. 2013. "Effect of geomorphology and nitrogen deposition on rate of vegetation succession in inland drift sands". *Applied Vegetation Science* 16:379–89.
- PAS gebiedsanalyse 057 Veluwe, versie 15-12-2017
- Veerkamp, M. en G. Gutter. 2005. "Paddestoelen zoeken in stuifzanden, oproep tot inventariseren". *Coolia* 48:127–30.

## Bijlage A: Toestand van de Veluwse stuifzanden

Nr	Gebied	Onderzocht	Opmerking	Oppervlak (ha)
1	Beekhuizerzand	J	Beekhuizerzand noord (28 ha) Militair terrein en Beekhuizerzand zuidoost (75 ha) is recentelijk hersteld	103
2	Hoog Buurloosch	J	Bij SBB bekend als de Braamberg en recentelijk hersteld	14
3	Wekeromse Zand	J		80
4	Harskampsche Zand	N	Militair terrein, geen toegang	110
5	Zilvense Heide	N	Is geen stuifzandgebied	11
6	Hulshorsterzand Oost	J	Door recente herstelmaatregelen is gebied uitgebreid en in oppervlak toegenomen	(22)
7	Otterlose Zand Zuid	J	Samengevoegd met Otterlose Zand	
8	Stroese Zand	D	Militair terrein, geen toegang	39
9	Pampelse Zand	J	Onderdeel van Nationaal Park	86
10	Kootwijkerzand Noord	J	Samengevoegd met Kootwijkerzand	30
11	Caitwickerzand	D	Betreft geen stuifzandhabitat	143
12	Eikehoutbergen	J	Onderdeel Nationaal Park	
13	Nationaal Park	J	Bestaande uit Oud Reemsterzand, De Pollen, Deelensche Zand en Eikenhout bergen	490
14	De Bieze Zuid	N		13
15	Kootwijkerduinen *	J		16
16	Vliegveld Deelen	D	Betreft stuifzand heide	5
17	Rozendaalse Zand	N	Geen toestemming om te vliegen	32
18	Vierhoutense Heide	N	Open zand plek midden in bos	7
19	Gerritsflesch	N	Geen toegang mogelijk	53
20	Mosselse Zand	J	Geen luchtfoto	25
21	Otterlose Zand	J	Onderdeel Park de Hoge Veluwe	324
22	De Zoom / De Haere	D	Geen luchtfoto	34
23	ASK	N	Militair terrein, geen toegang	31
24	Kootwijkerzand	J		225
25	Oud Reemsterzand	J	Onderdeel van Nationaal park	
26	Hulshorsterzand West	J	Recent herstel maatregelen uitgevoerd	116
27	De Bieze Noord	N	Is geen zandverstuiving	14
28	Otterlose bos	J		8





Ligging stuifzanden van Gelderland volgens de Habitatkaart (luchtfoto 2017: bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



## 1. Beekhuizerzand



Centrale deel van het zuidoostelijke Beekhuizerzand, voorjaar 2018

Het Beekhuizerzand bestaat uit een noordwestelijk terrein (Defensie) en een zuidoostelijk terrein (gemeente Harderwijk). De terreinen zijn door een brede bosstrook van elkaar gescheiden. In 2003 is er in het zuidoostelijk deel van het Beekhuizerzand een grootschalig stuifzandherstelproject uitgevoerd waarbij bomen gekapt zijn en het over grote deel van het stuifzand afgeplagd is waardoor het nu weer volop in verstuiving is. Het gebied wordt gekenmerkt door uitgestoven laagtes waar grove en fijner grind in de toplaag aanwezig is. De hoogtekaart laat hier twee duidelijk lage zones (uitstuivingszones) zien met daartussen een rug van stuifzand. De relief-shaded kaart laat een duidelijk stuifzandstructuur zien met van links naar rechts twee opeenvolgende stuifcellen met een oriëntatie van zuidwest naar noordoost. Helemaal rechts is mooi de parabolstructuur te zien van het duin die de grens van deze stuifcellen vormt.

Met name in het oostelijk deel vindt vastlegging door Ruig haarmos en Grijs kronkelsteeltje plaats. Vastlegging door buntgras wordt periodiek tegengegaan middels af en toe frezen en eggen en is daardoor niet vlakdekkend aanwezig. Daarnaast wordt het terrein nog intensief gebruikt voor militaire oefeningen waarbij ook voertuigen gebruikt worden die diepe sporen in het terrein achterlaten. Door de beperkte ruimte voor een ongestoorde vegetatie ontwikkeling blijft het overgrote deel open zand. Door het vrijwel ontbreken van de overgang van Ruig haarmos naar korstmosrijke vegetatie is de kwaliteit vooralsnog matig te noemen. Naast regelmatig overstuiving van het fietspad vormt de aanwezigheid van Grijs kronkelsteeltje in het oostelijk deel is een van de belangrijkste beheervraagstukken.

Het noordwestelijke terrein is vrij vlak. Het AHN-beeld laat zien dat het terrein geen duidelijk stuifzandrelief heeft. Het terrein is grotendeels vastgelegd met een mix van mossen, met name Grijs kronkelsteeltje en Ruig haarmos, en grassen. Het terrein wordt intensief gebruikt als militair

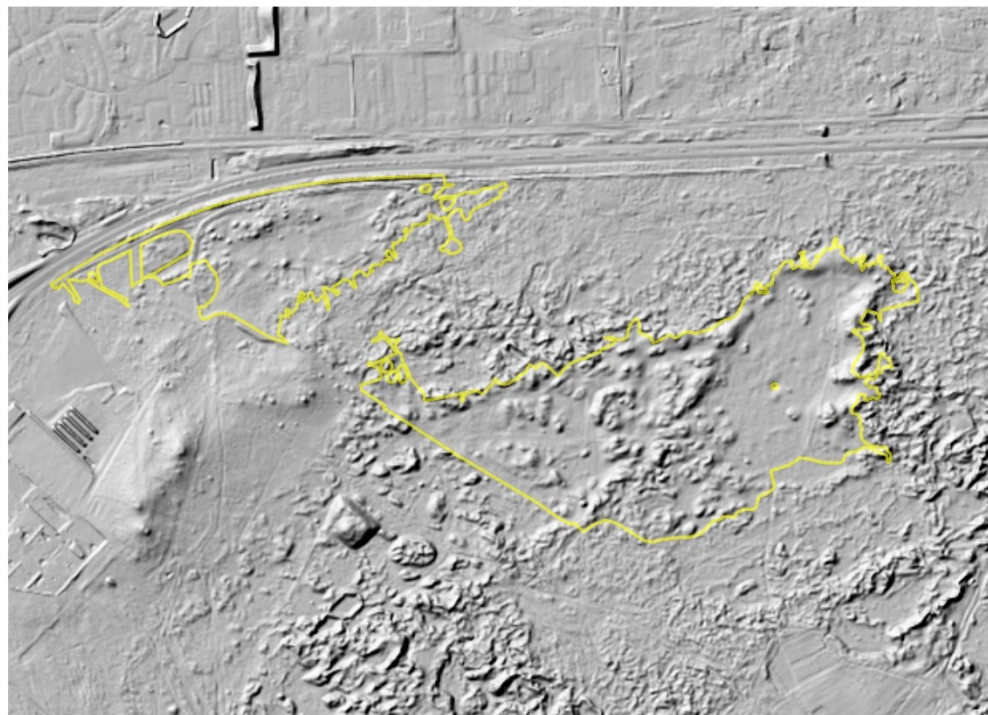
oefenterrein. Door het ontbreken van actief stuifzand en de meer open pioniersstadia buntgras en Ruig haarmos, is de kwaliteit van dit terrein laag te noemen.

*Beekhuizerzand zuidoost: Verhouding vegetatiestructuurtypen*

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	92
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	1
4	Mossen en grassen	6
5	Heide	<1
6	Bomen	1

*Beekhuizerzand noordwest: Verhouding vegetatie typen*

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	2
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen en grassen	94
5	Heide	<1
6	Bomen	4

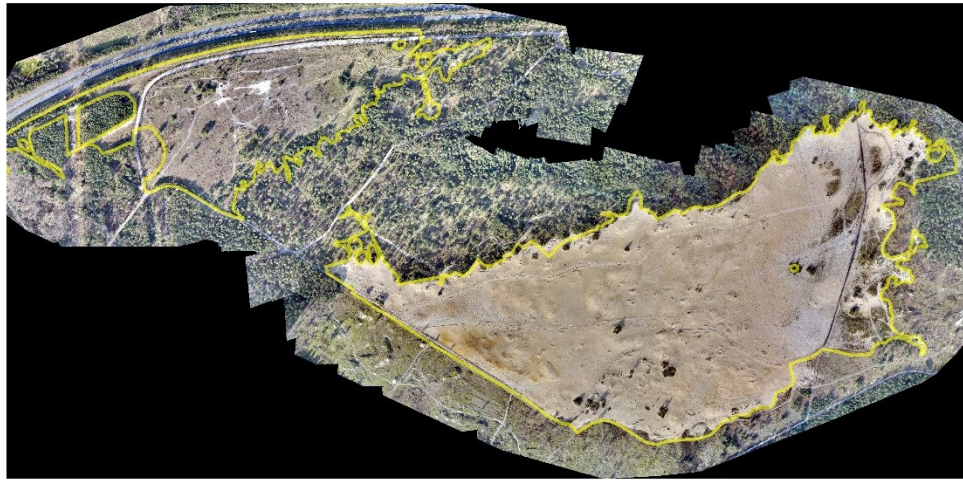


**Legenda**

 Zandverstuivingen



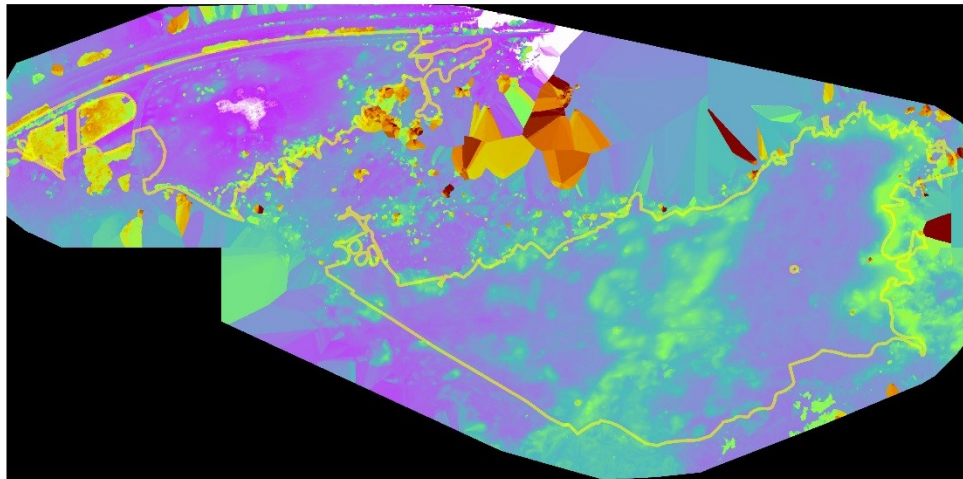
*Beekhuizerzand: reliëf-shaded kaart (bron AHN2).*



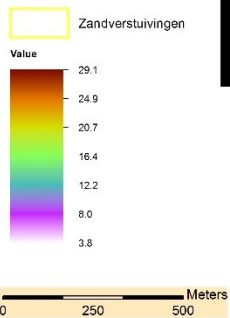
### Legenda



Beekhuizerzand: Luchtfoto maart 2018

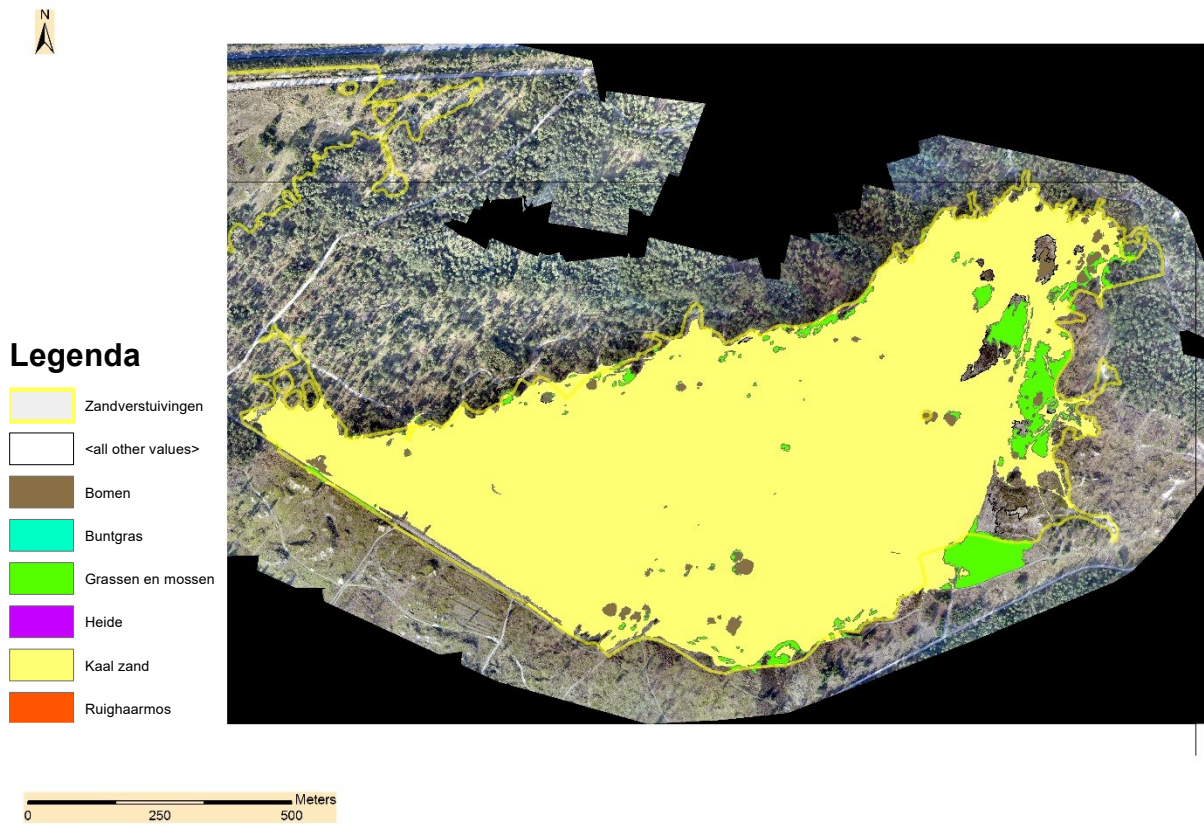


### Legenda

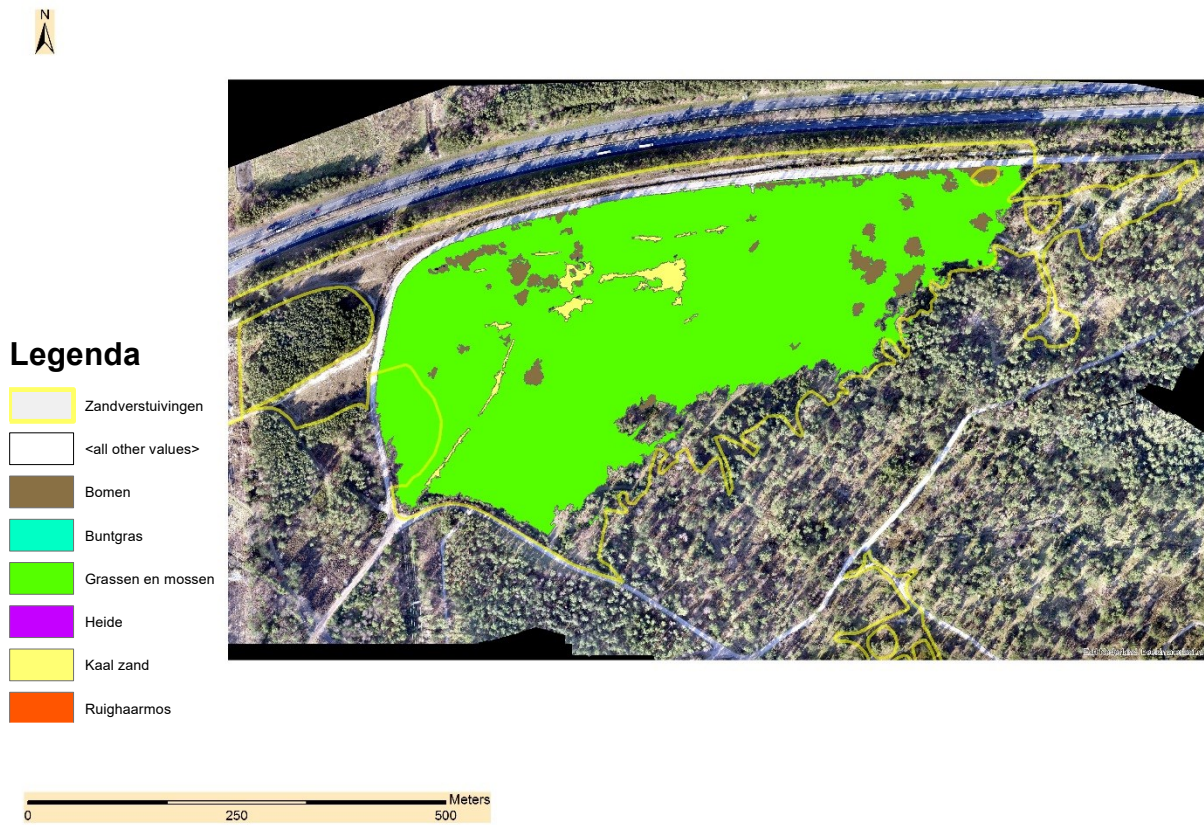


Beekhuizerzand: DTM maart 2018





Beekhuizerzand zuidoost: Vegetatiestructuurkaart, maart 2018



Beekhuizerzand noordwest: Vegetatiestructuurkaart, maart 2018

## 2. Braamberg (Hoog Buurlo)



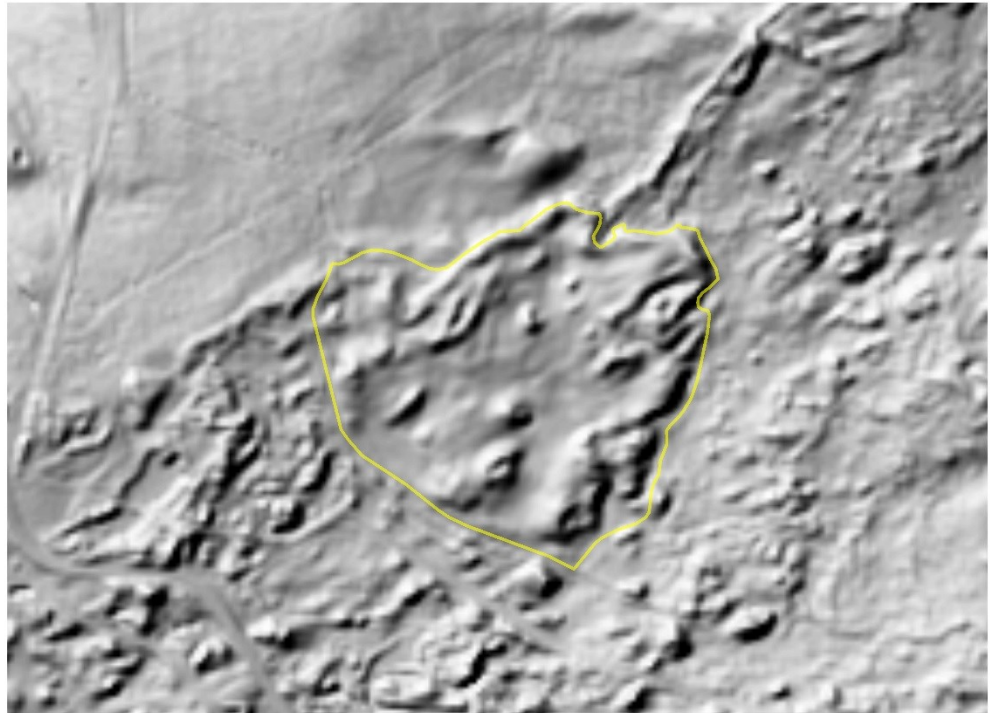
*Braamberg volop in verstuiving*

De Braamberg is een klein stuifzandterrein wat deel uitmaakt van een groter stuifzandcomplex ten oosten van het Harskamperzand. Het 13 ha grote terrein is rond 2004 geheel afgeplagd om nieuw stuifzand te creëren. Het terrein bestaat grotendeels uit een dynamische zone waarin actieve stuifplekken en buntgrasvegetatie elkaar afwisselen. Door de hoge dynamiek in het gebied is Grijs kronkelsteeltje minimaal aanwezig. Het beheer bestaat uit periodiek frezen of eggen om het dichtgroeien tegen te gaan en het verwijderen van opslag. Omdat het gebied nu nog voornamelijk uit open zand bestaat is de kwaliteit matig te noemen.

*Zandverstuiving habitat Braamberg: verhouding vegetatie typen*

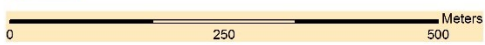
	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
1	Kaal zand	73
2	Buntgras	10
3	Ruig haarmos	12
4	Mossen en grassen	4
5	Heide	<1
6	Bomen	1



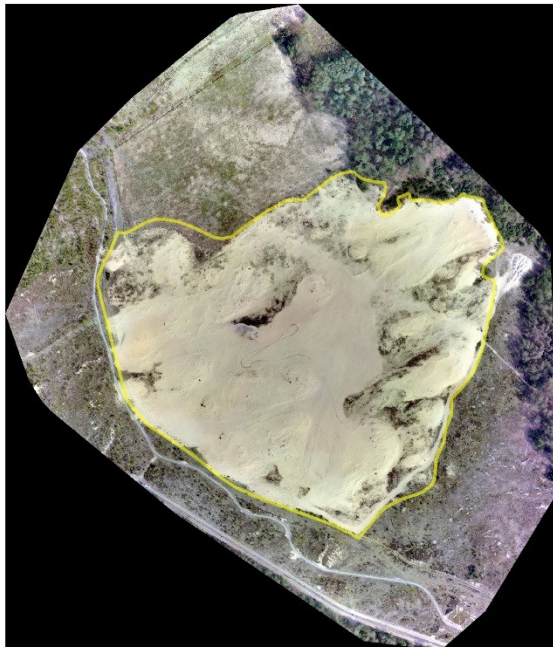


**Legenda**

 Zandverstuivingen



*Braamberg: reliëf-shaded kaart (bron: AHN2)*



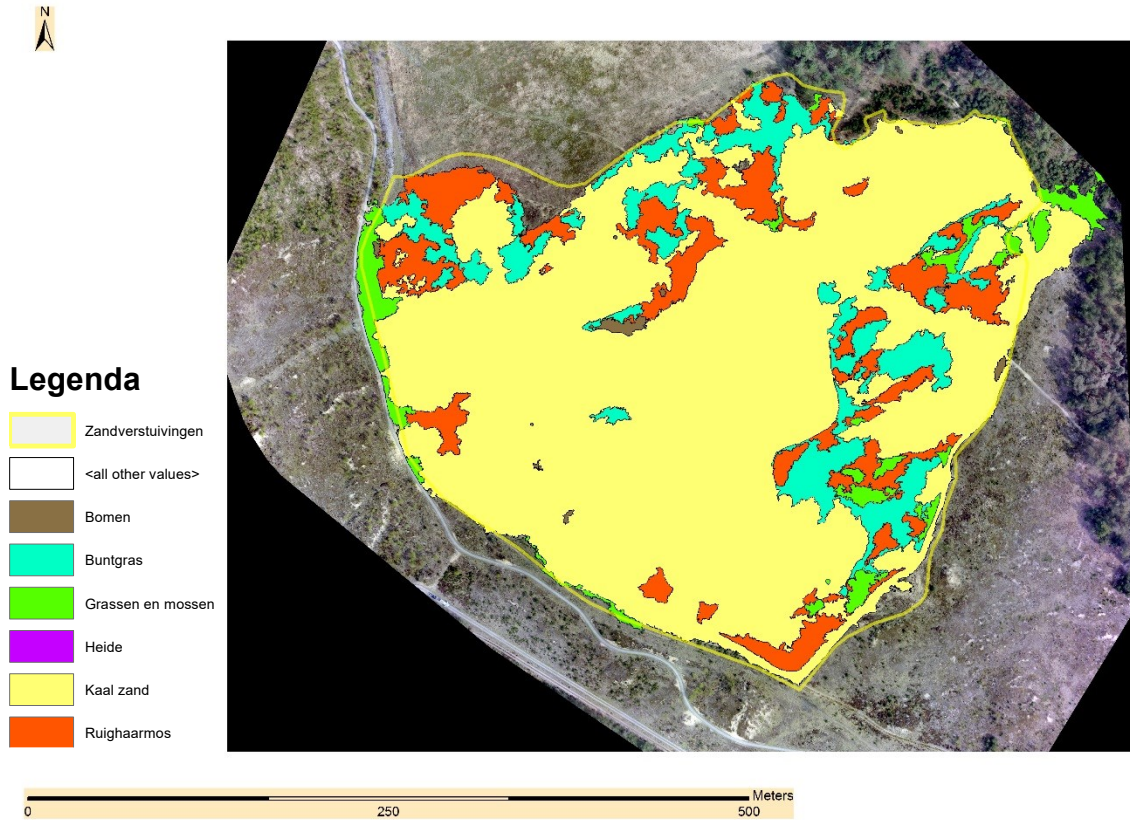
**Legenda**

 Zandverstuivingen

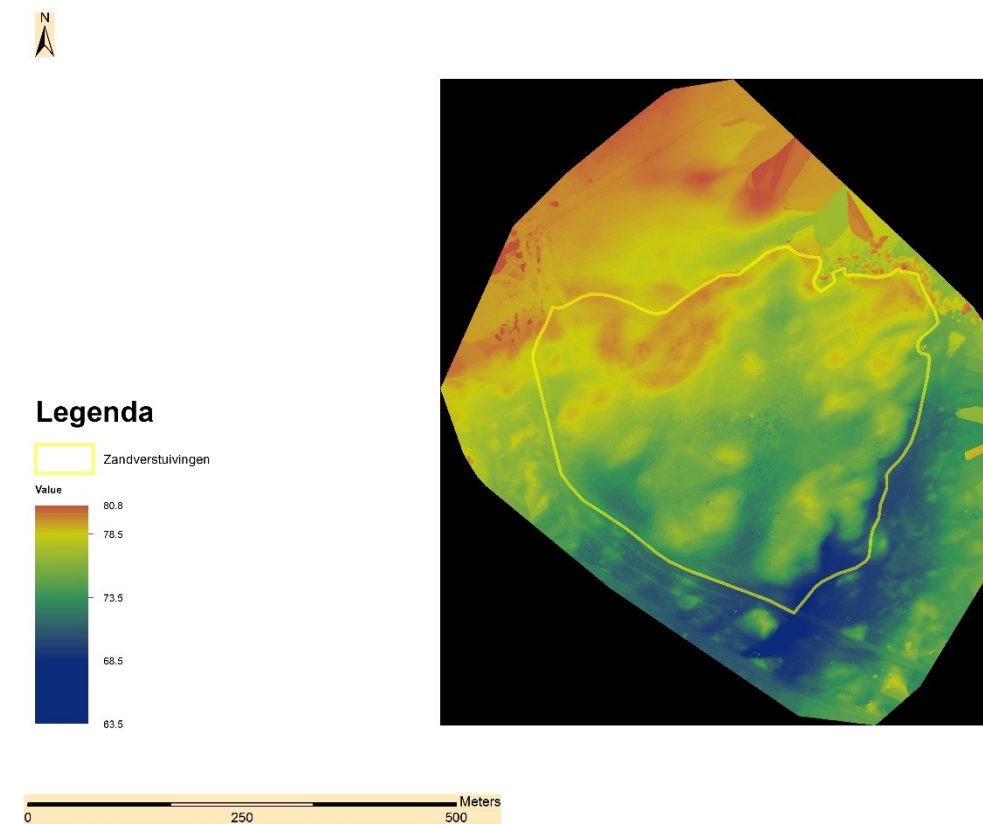


*Braamberg: luchtfoto maart 2018*





Braamberg: vegetatiestructuurkaart, maart 2018



Braamberg: DTM, maart 2018

### 3. Wekeromse zand



*Wekeromse Zand kort na stuifzandherstel in 2012*

Het Wekeromse zand is in 2012 op grote schaal afgeplagd. Het beheer hierna bestond met name op ad hoc-basis eggen op plaatsen waar de vegetatie snel terug kwam. Dit heeft niet altijd het gewenste effect opgeleverd omdat met te groot materiaal wordt gewerkt. In de vegetatiesuccessie ontbreken op enkele plekken na, de overgang vegetatiestructuurtypen, buntgras en Ruig haarmos. Er is dus een scherpe grens tussen kaal zand en vergraste delen of Grijs kronkelsteeltje. Met name in het zuidelijk deel van het terrein is het Grijs kronkelsteeltje massaal aanwezig. Hier is destijds niet geplagd. In het noordelijk deel is wel geplagd, maar is het zand weer snel vastgelegd. Hier zien we wel dat Buntgras en Ruig haarmos zijn teruggekomen. De kwaliteit is derhalve slecht tot matig te noemen in dit deel van het terrein.

Eén van de eerste grote herstelprojecten in stuifzanden was in het Wekeromse Zand. In 1994 is bos in het zuidelijk deel gekapt. In de 24 jaar daarna is hier en daar kleinschalig geplagd en opslag verwijderd. In 1994 waren nauwelijks nog korstmossenvegetaties over in het Wekeromse Zand. In het zuidelijke deel van het gebied begonnen korstmossenvegetaties zich 15 jaar na de maatregelen flink uit te breiden vanuit relictpopulaties. Zie ook Bijlage D. In dit terrein deel is de kwaliteit matig tot goed te noemen.

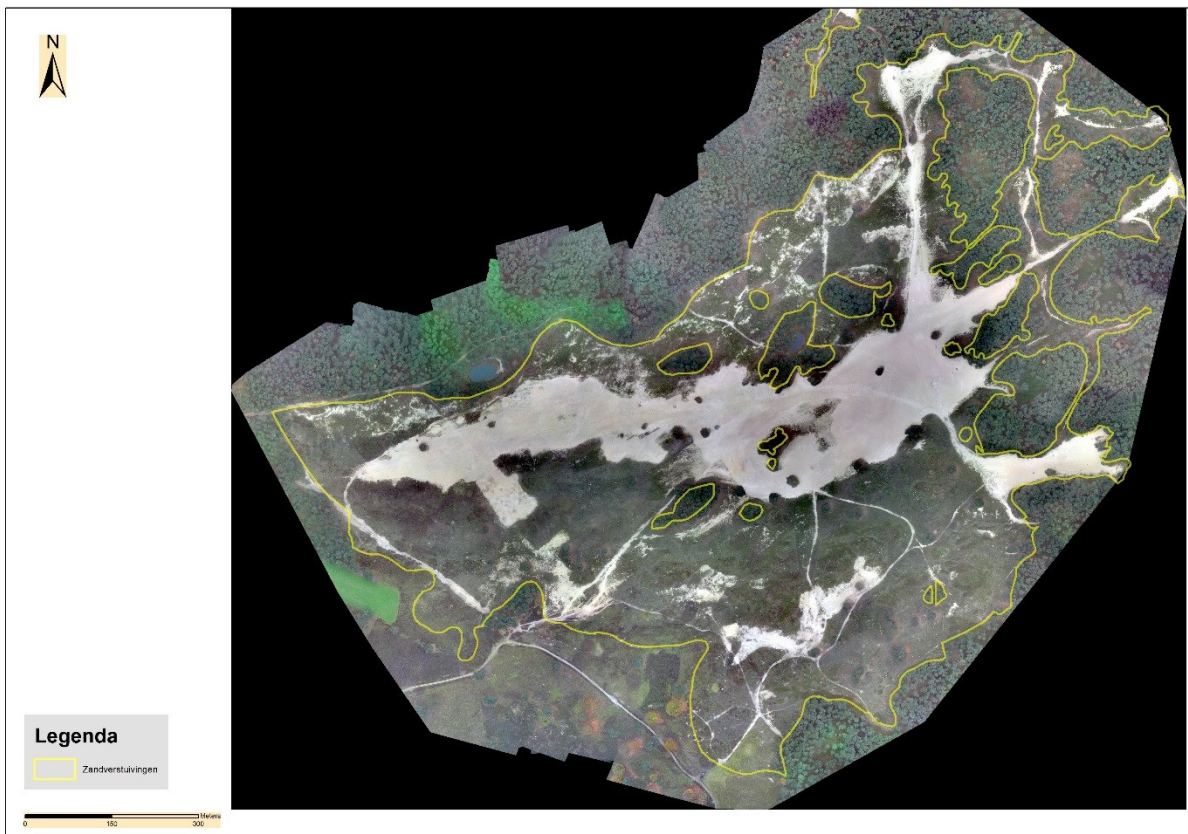
*Zandverstuiving habitat Wekeromse Zand: verhouding vegetatie typen*

	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
1	Kaal zand	27.9
2	Buntgras	3.0
3	Ruig haarmos	8.9
4	mossen /grassen	46.6
5	Heide	9.0
6	Bomen	4.6



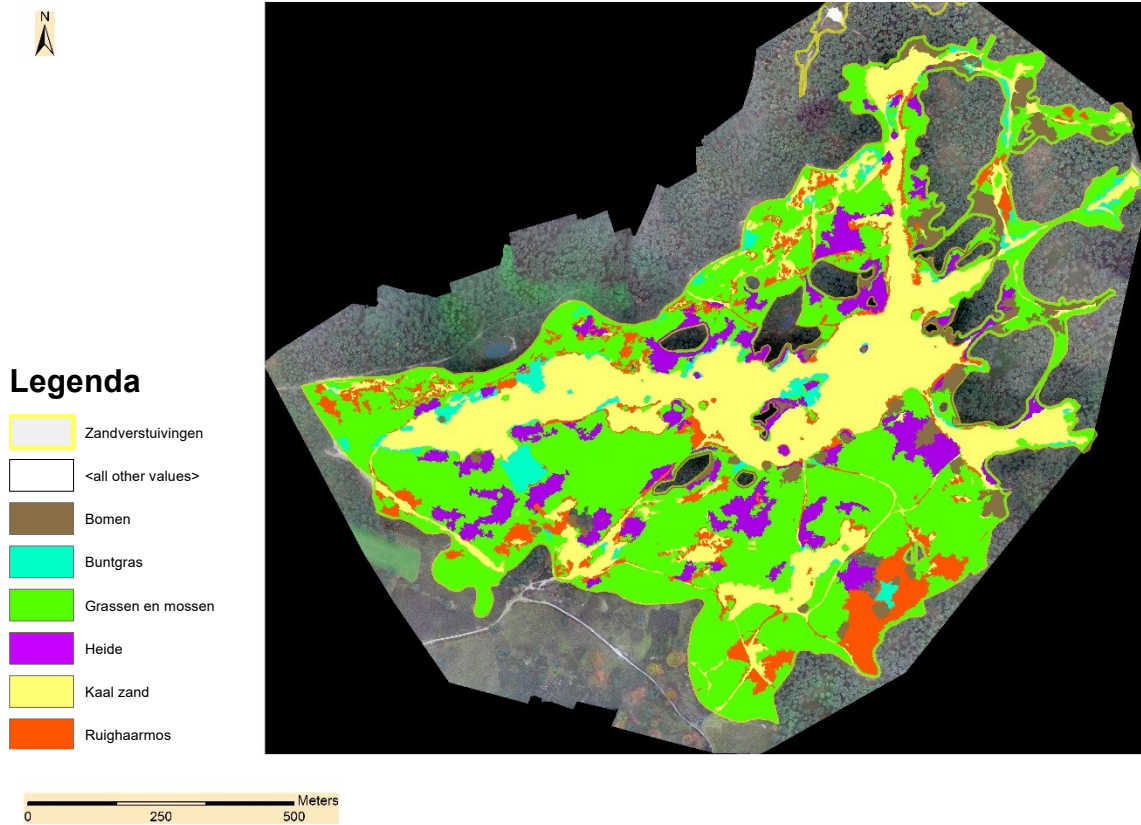


Buntgras in rijtjes na eggen van met Ruig haarmos vastgelegd stuifzand, Wekeromse zand november 2017

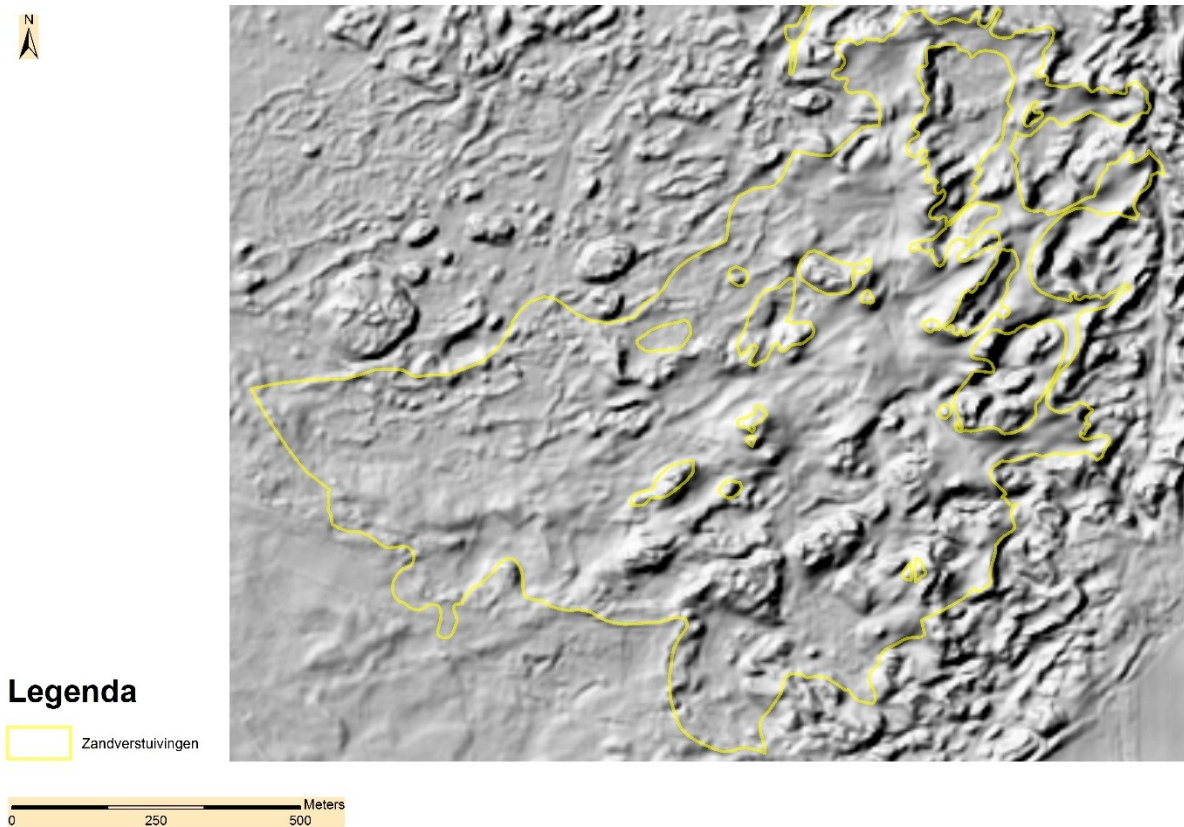


Wekeromse zand: Luchtfoto, november 2017





Wekeromse zand: Vegetatiestructuurkaart, november 2017



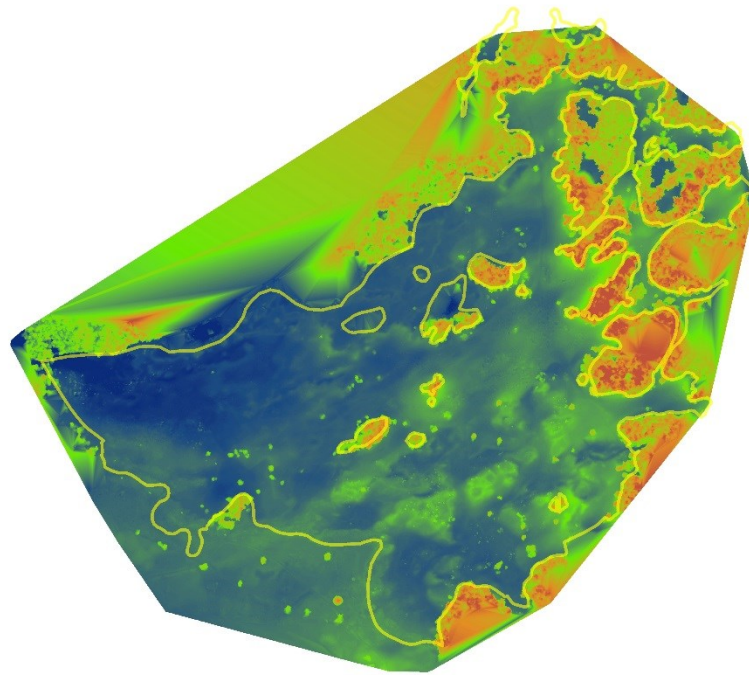
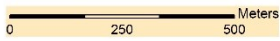
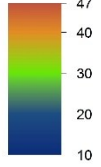
Wekeromse zand: reliëf-shaded kaart (bron: AHN2)



### Legenda

 Zandverstuivingen

Value



Wekeromse zand: DTM, november 2017



## 4. Harskampse Zand

Het Harskampse Zand ligt te midden van een militair oefenterrein en bestaat voornamelijk uit kaal zand waar intensief gereden wordt. Dit is al zichtbaar op de AHN-beelden waar het als stuifzandhabitat aangeduid terreindeel een typische dynamische stuifzandstructuur weergeeft. Dit wordt bevestigd op de luchtfoto van 2017 waarop scherpe overgangen waarneembaar zijn tussen begroeid en onbegroeid. Dit duidt op het grotendeels ontbreken van de pionierfase tussen kaal zand en volledig begroeid. Op basis van de luchtfoto van 2017 wordt de kwaliteit van het stuifzand habitat als laag ingeschat.



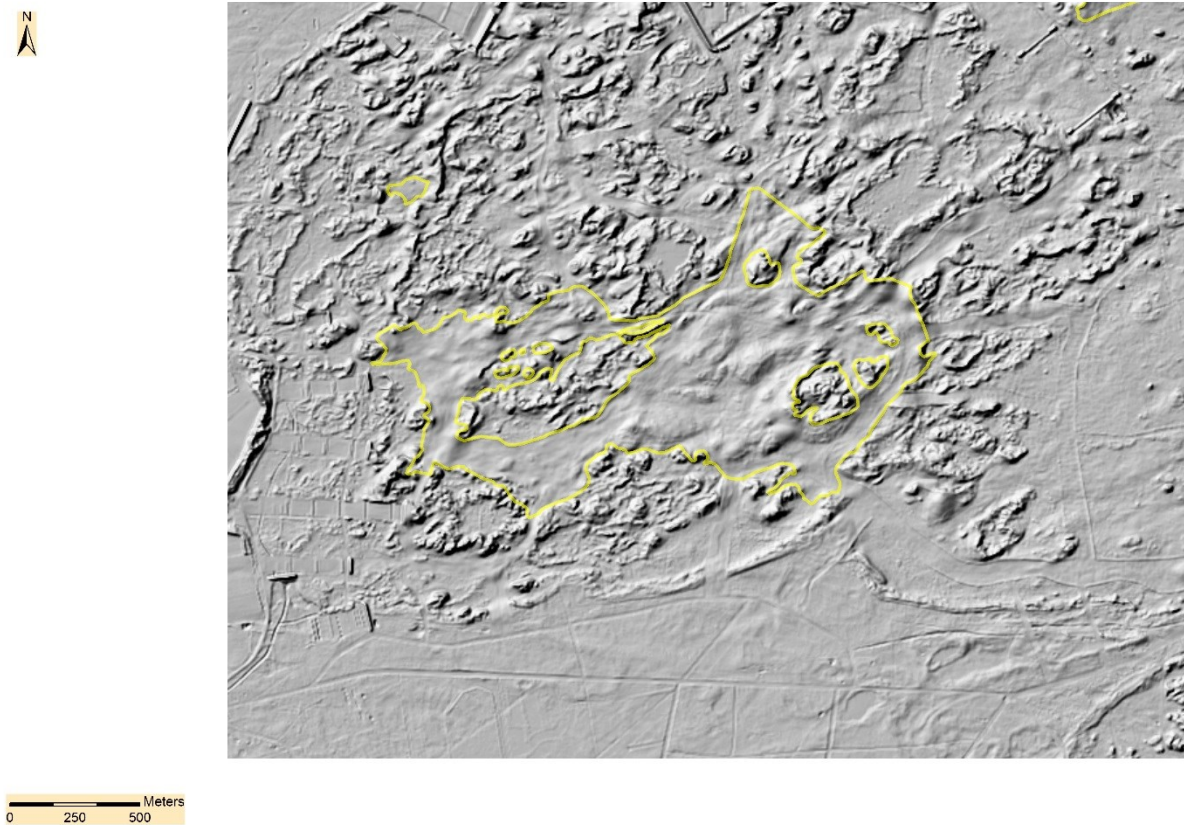
Harskampse Zand: Luchtfoto 2017, bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl

Zandverstuiving habitat Harskampse Zand: verhouding vegetatie typen

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	66
2	Buntgras	4
3	Ruig haarmos	0
4	Mossen en grassen	30
5	Heide	<1
6	Bomen	0



Harskampsche Zand: Vegetatie structuurkaart

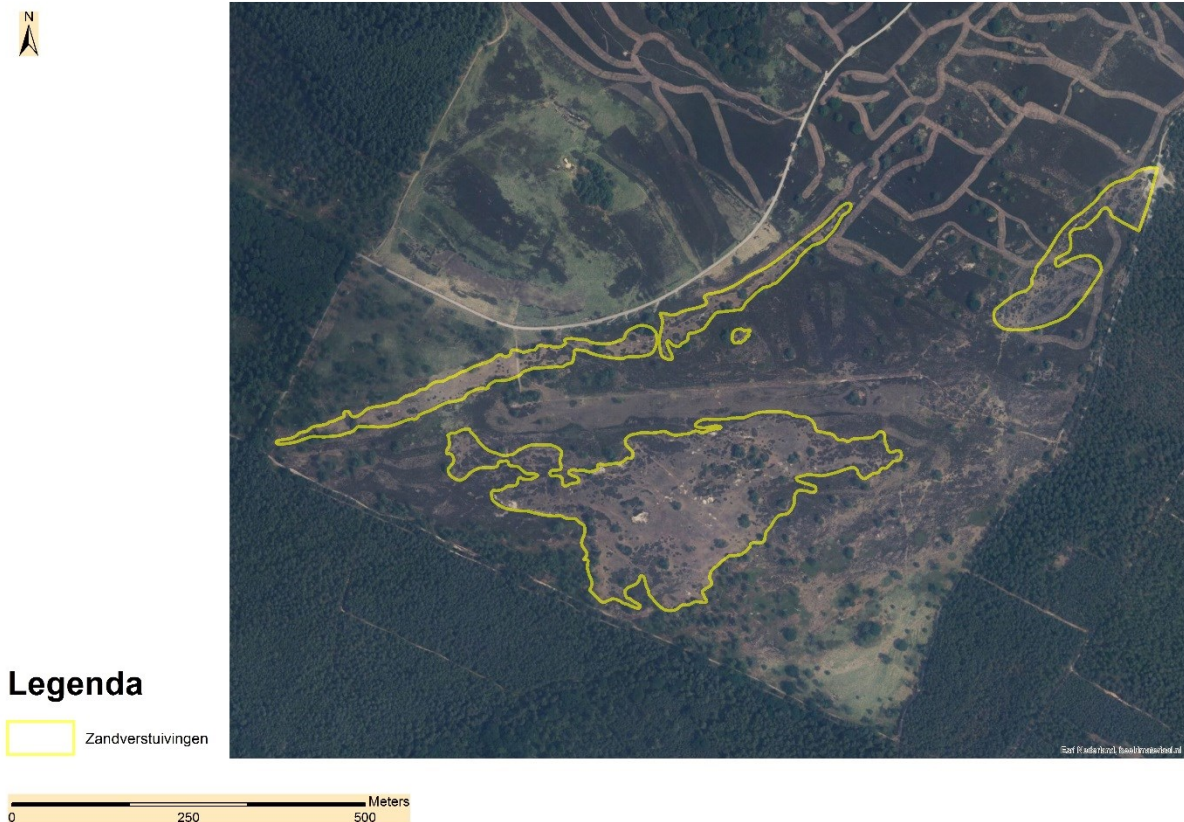


Harskampsche Zand: reliëf-shaded kaart (bron: AHN2)



## 5. Zilvense Heide

Binnen de Zilvense Heide zijn drie gebiedjes geclassificeerd als stuifzandhabitat. Twee van de drie gebieden volgen niet de karakteristieke vorm van een stuifzandcel en lijken meer als stuifzand te zijn geïmpregneerd op basis van de vegetatie. Het grootste gebied toont een kleine stuifcel. Zoals op de luchtfoto te zien is, is er echter sprake van een 100 % vegetatiebedekking met vermoedelijk gras en mos en bomen. De kwaliteit van deze gebieden wordt op basis hiervan **laag** ingeschat.

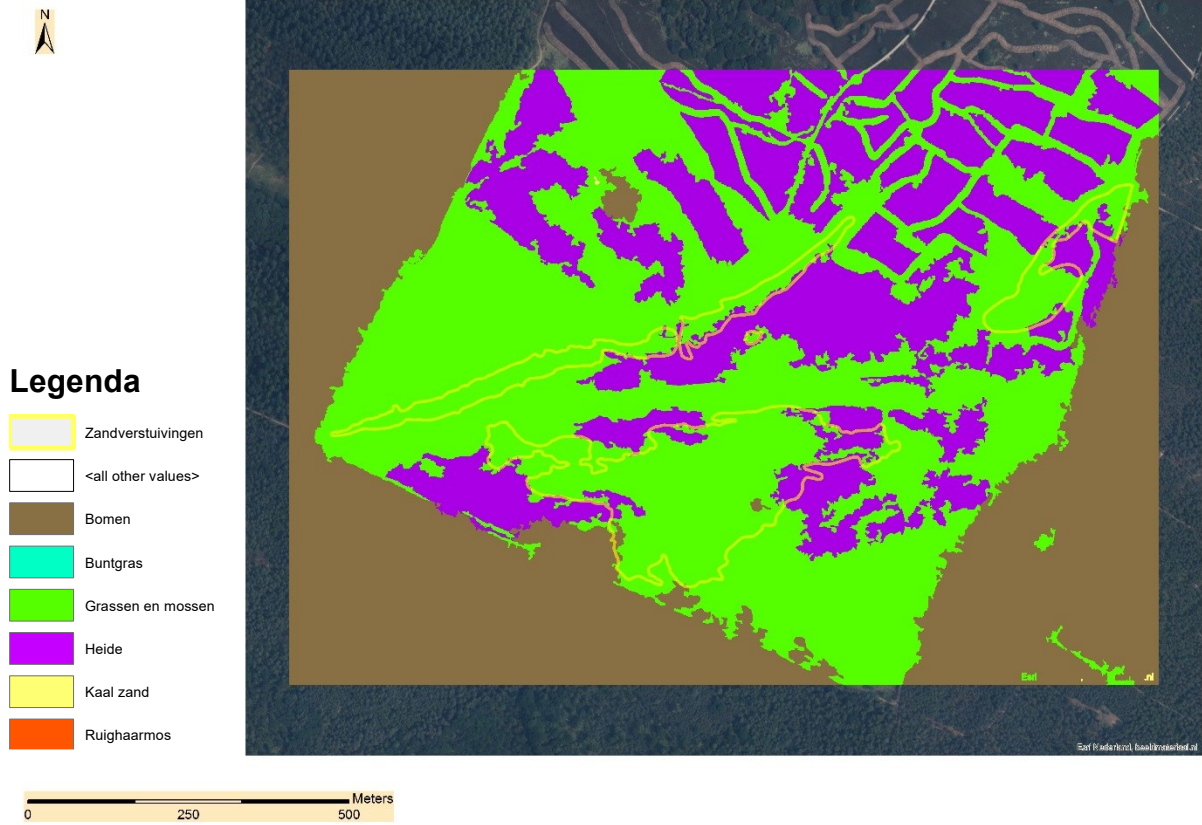


Zilvense heide: Luchtfoto 2017, bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl

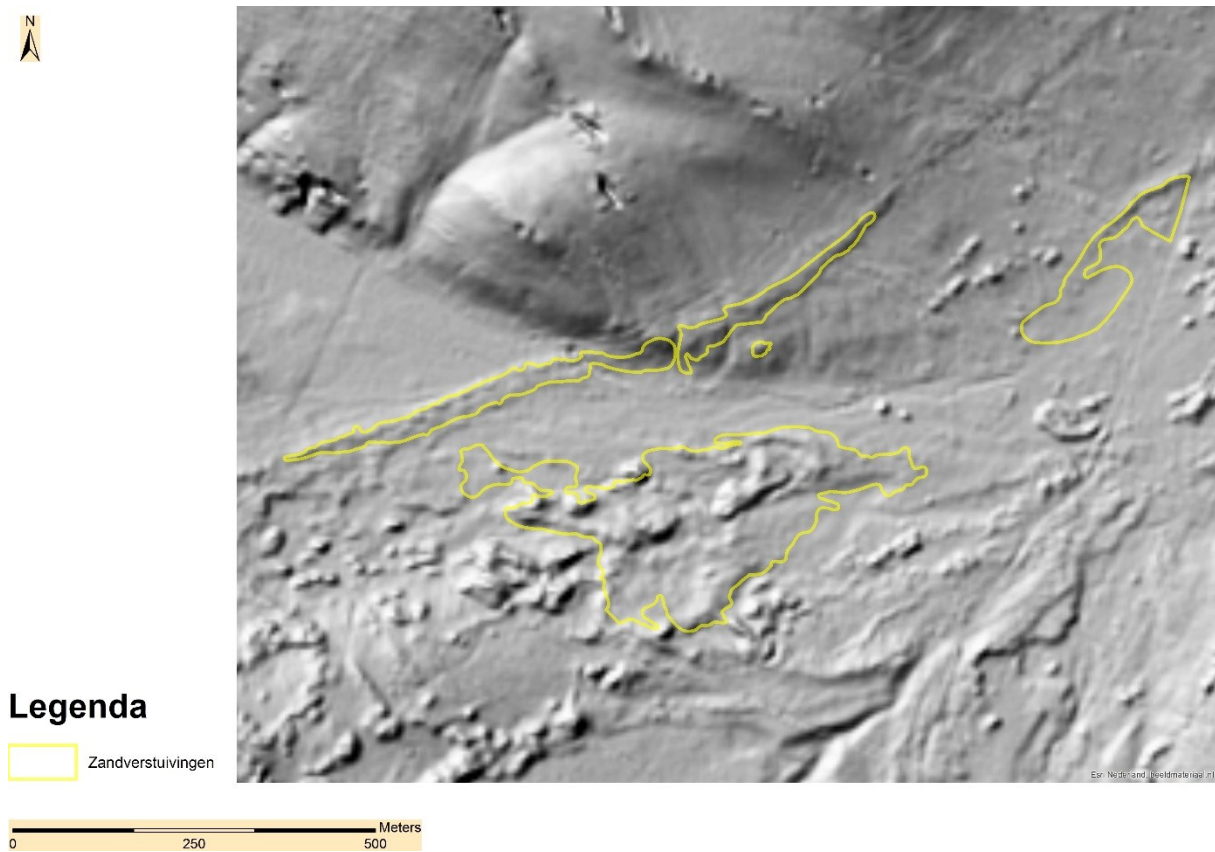
Zandverstuiving habitat Zilvense Heide: verhouding vegetatie typen\*

	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
1	Kaal zand	<1
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	?
4	Mossen en grassen	+ - 95
5	Heide	<1
6	Bomen	+ - 5

\* Er heeft geen veldonderzoek plaats gevonden



Zilvense Heide: Vegetatie structuurkaart 2017



Zilvense Heide: reliëf-shaded kaart (bron: AHN2)



## 6. Hulshorsterzand (Oost [6] en West [26])



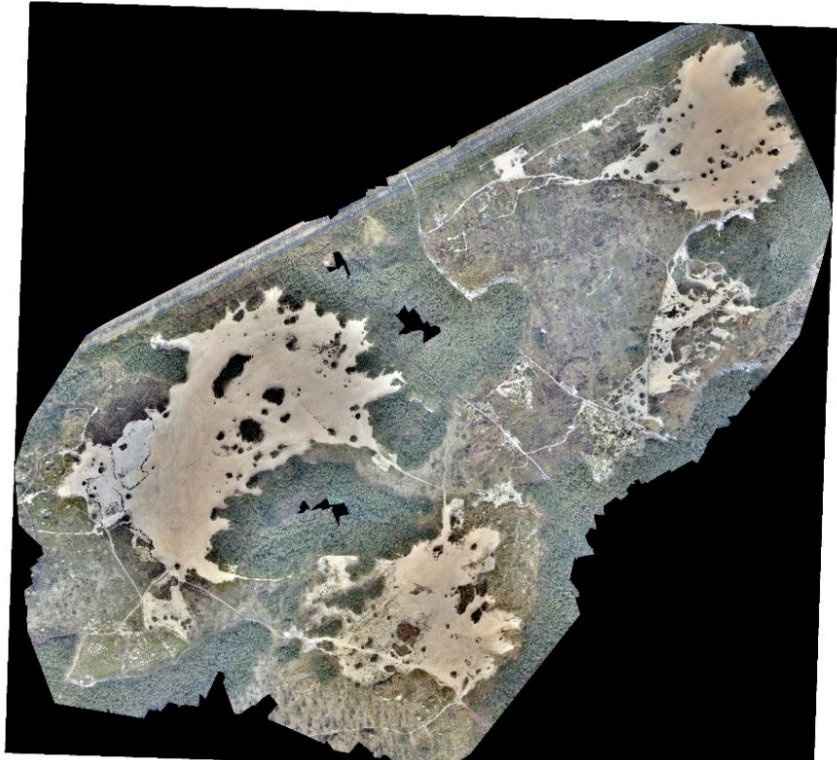
*Het Hulshorsterzand wordt gekenmerkt door stuifvlaktes afgewisseld met laagtes met stuifzandvegetatie*

Op het Hulshorsterzand heeft tussen 2014 en 2016 een groot stuifzandherstelproject plaatsgevonden waarbij grootschalig opslag is verwijderd en grote delen zijn afgeplagd met als doel het areaal stuifzand op peil te brengen. Bij het plaggen zijn delen met waardevolle vegetatie gespaard. De verhouding tussen de verschillende successiestadia is hierdoor verbeterd. Sommige delen worden intensief open gehouden door middel van eggen. Ook wordt er begraasd waardoor opslag in de begroeide terreindelen zoveel mogelijk ingeperkt wordt. De huidige kwaliteit van de zandverstuiving is redelijk te noemen. De kwaliteit kan verder verbeterd worden door een deel van het kale zand in de komende tien jaar dicht te laten groeien.

*Hulshorsterzand: verhouding vegetatie typen*

	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
1	Kaal zand	39
2	Buntgras	5
3	Ruig haarmos	1
4	Mossen grassen	43
5	Heide	7
6	Bomen	4



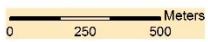
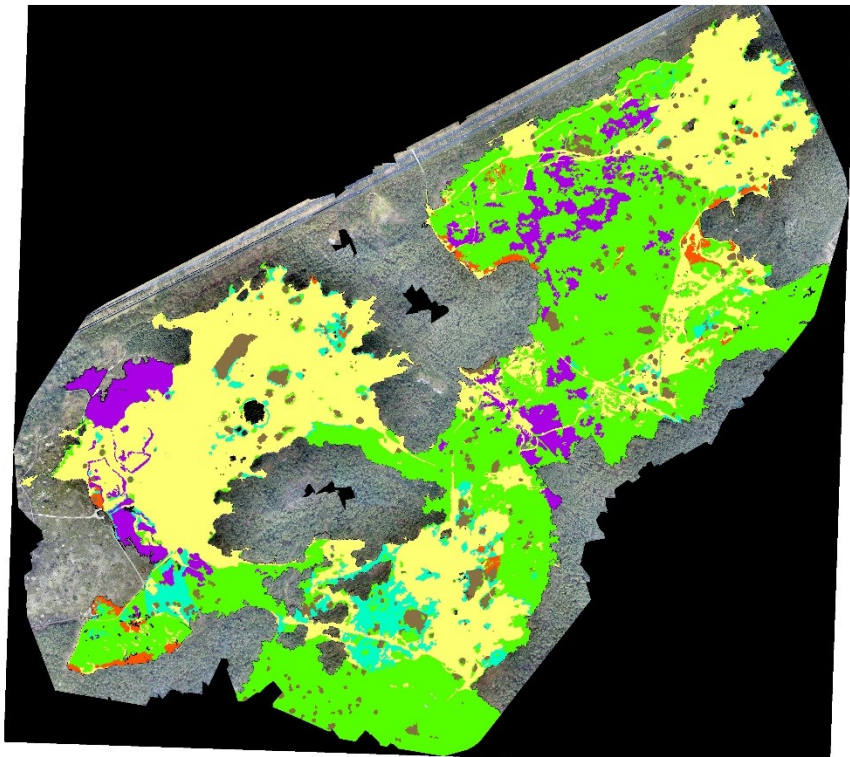


Luchtfoto van het Hulshorsterzand, maart 2018

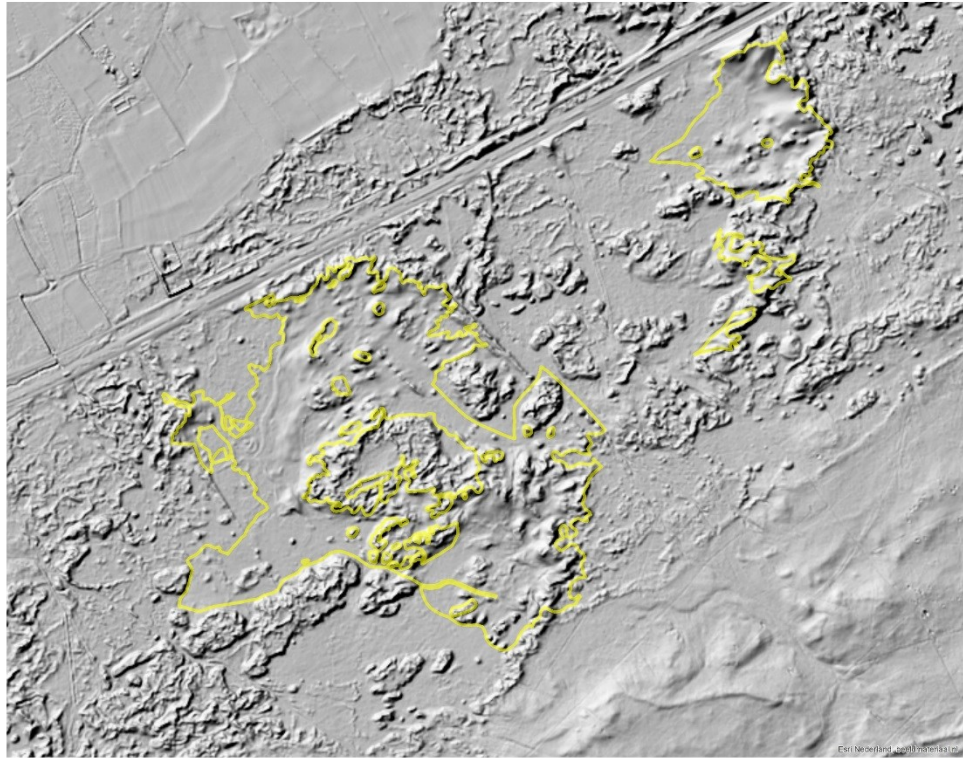


### Legenda

-  Zandverstuivingen
-  <all other values>
-  Bomen
-  Buntgras
-  Grassen en mossen
-  Heide
-  Kaal zand
-  Ruighaarmos

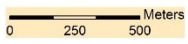


Hulshorsterzand: Vegetatie structuurkaart, maart 2018



**Legenda**

 Zandverstuivingen



*Hulshorsterzand: reliëf-shaded kaart (bron: AHN2)*



## 7. Otterlosche zand Zuid [7] en Noord [21]]



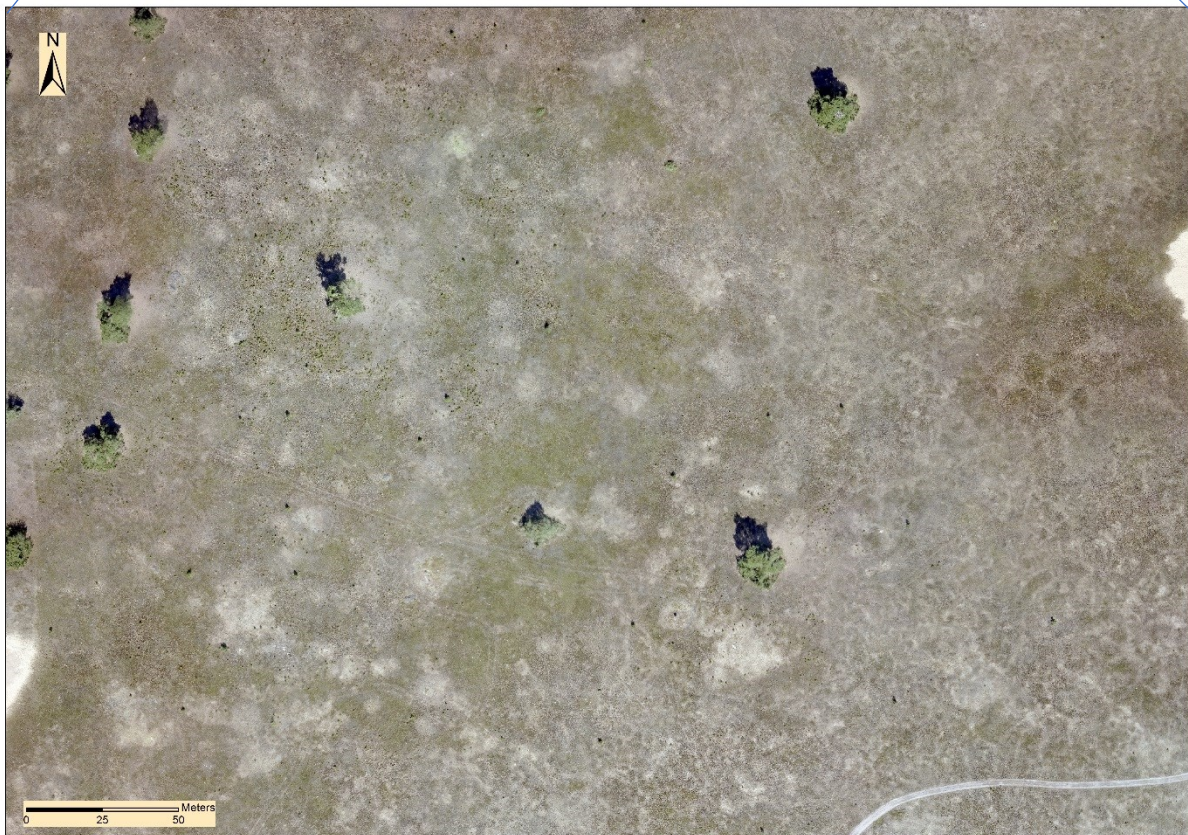
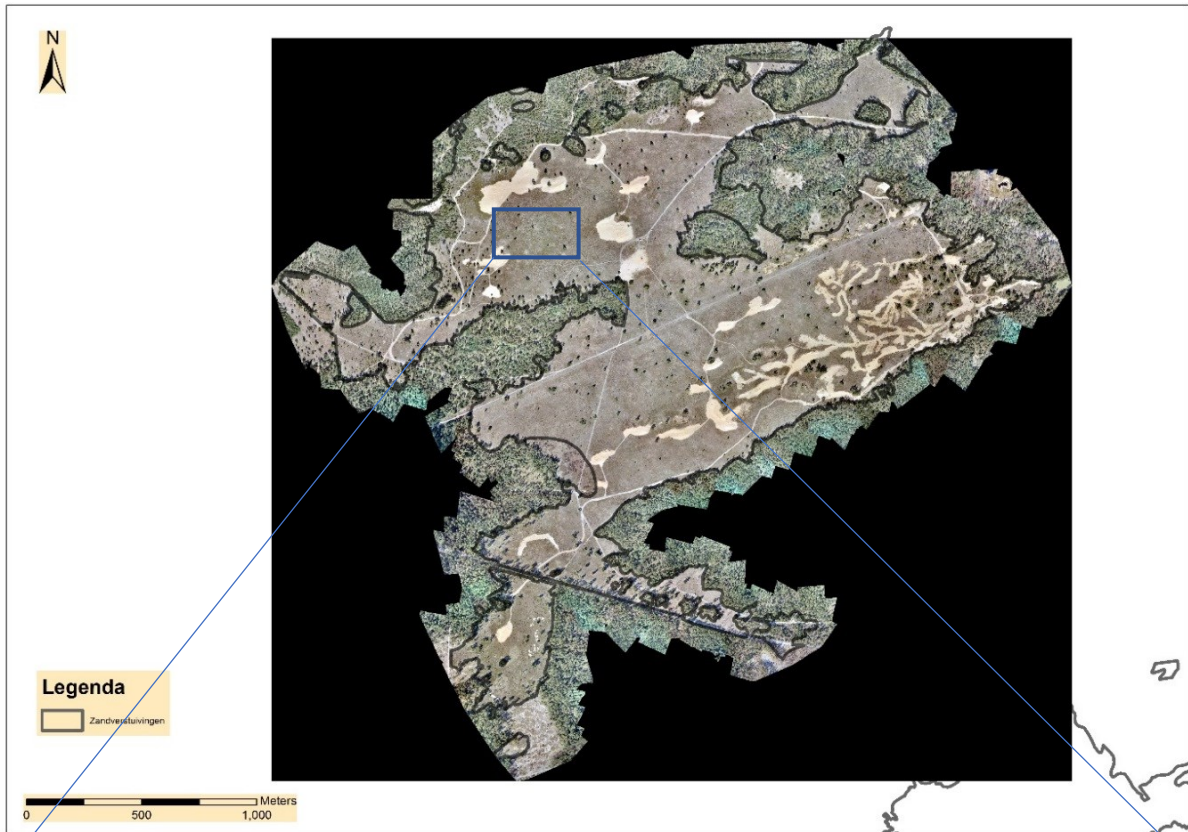
Recentelijk afgeplagd stuifzand aan de noordzijde van het Otterlose zand, februari 2018. Op de voorgrond is duidelijk het effect van de overstuiving op de directe omgeving van de stuifplek waarneembaar waarbij het Grijs kronkelsteeltje onder een laag zand is verdwenen.

Het Otterlose zand bestaat voor een groot deel uit een uitgestoven laagte te herkennen aan het dekzand aan het oppervlak van het bodemprofiel. Aan de noord zijde zijn nog wat stuifzand reliëf resten te vinden met stuifzand. In de laagtes is in het afgelopen decennia op een aantal plaatsen geplagd om pioniervegetatie weer ruimte te geven. In het noordelijk deel is in het afgelopen jaar geplagd op de helling en rondom duinen weer een aantal actieve stuifplekken te creëren. Deze stuifplekken hebben een positief effect op de directe omgeving waar Grijs kronkelsteeltje door de overstuiving een aantal meter teruggedrongen is ten gunste van buntgras. Het overgrote deel van het Otterlosche zand bestaat echter nog steeds uit een mozaïek van Grijs kronkelsteeltje en gras en mos waar voorheen bomen hebben gestaan. In het noordelijk deel zijn recent enkele hectares bosopslag ontstaan. De kwaliteit is derhalve slecht tot matig te noemen.

*Otterlosche zand: verhouding vegetatie typen*

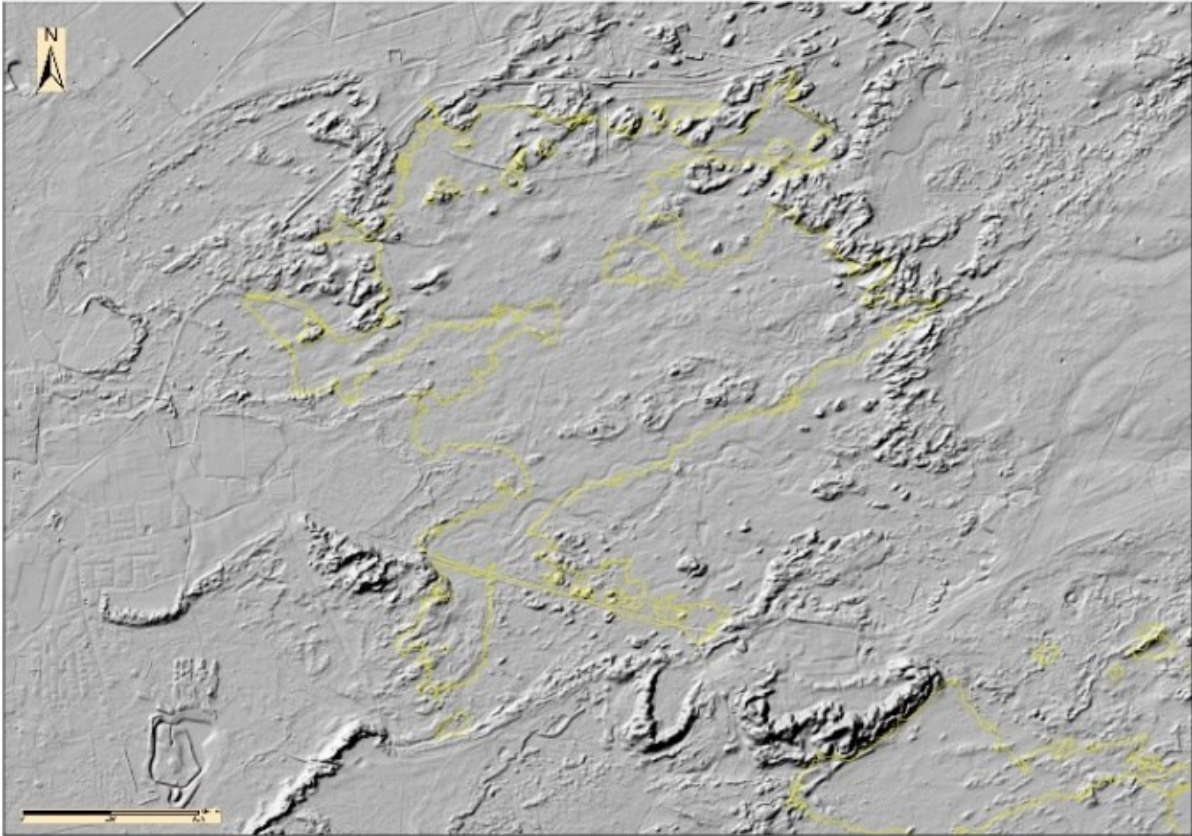
Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	7
2	Buntgras	5
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	83
5	Heide	1
6	Bomen	4





Boven: Luchtfoto van het Otterlosezand, februari 2018 en onder: detail. De detail foto laat een vlak-dekkende vegetatie zien die voornamelijk uit Grijs kronkelsteeltje bestaat met daarbinnen licht gekleurde cirkels met gras en mos op plaatsen waar voorheen een boom heeft gestaan.





Otterlosezand: Reliëf shaded kaart (bron: AHN2)



Otterlosezand: Vegetatiestructuurkaart februari 2018

## 8. Stroesche Zand



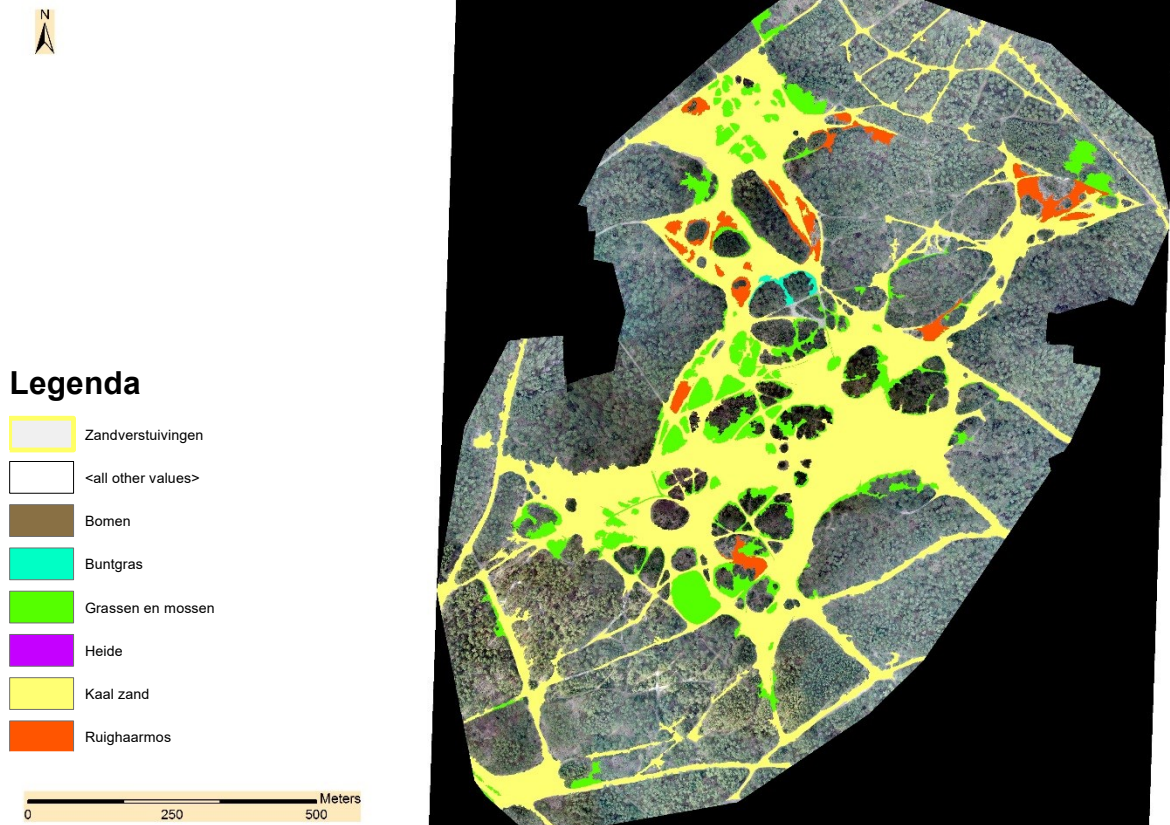
*Stroesche zand: luchtfoto, maart 2018 met rechts een detail van het centrale deel waar duidelijk de invloed van het militaire gebruik te zien is (scherpe overgangen).*

Het Stroesche zand is een militair oefenterrein en derhalve niet vrij toegankelijk. Als we inzoomen op het gebied is het effect van het intensieve gebruik is duidelijk terug te zien. Er is een scherpe grens tussen het kale zand en delen met 100% vegetatiebedekking. De overgang via buntgras, Ruig haarmos naar volledige bedekking met grassen en mossen is grotendeels afwezig, op een smalle zone langs de randen van het kale zand na. Overal waar lage vegetatie staat zijn ook sporen zichtbaar. Door de intensieve betreding met legervoertuigen wordt ook de geomorfologische structuur aangetast. Het gebied wordt volledig omgeven door bos waardoor de windwerking verre van optimaal is in het gebied. De kwaliteit van het habitat stuifzand is hier derhalve laag te noemen.

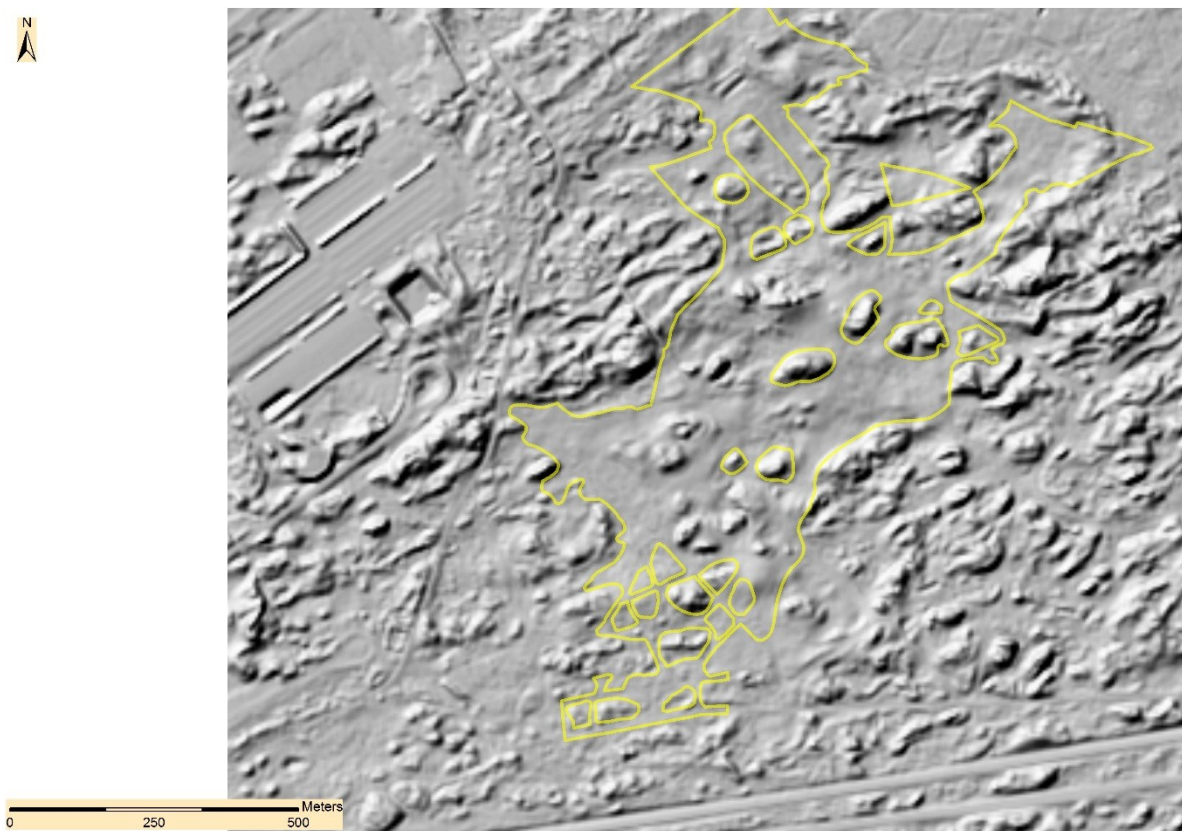
*Stroesche zand: Verhouding Vegetatiestructuurtypen*

	Vegetatie type	(%)
1	Kaal zand	78
2	Buntgras	0
3	Ruig haarmos	5
4	Mossen en grassen	17





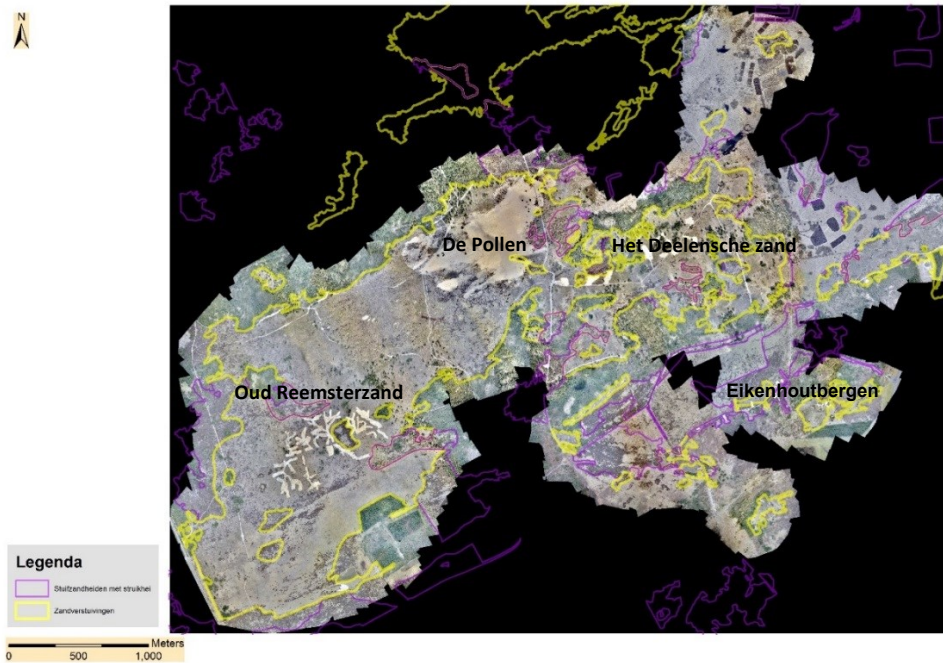
Stroesche zand: Vegetatiestructuurkaart maart 2018



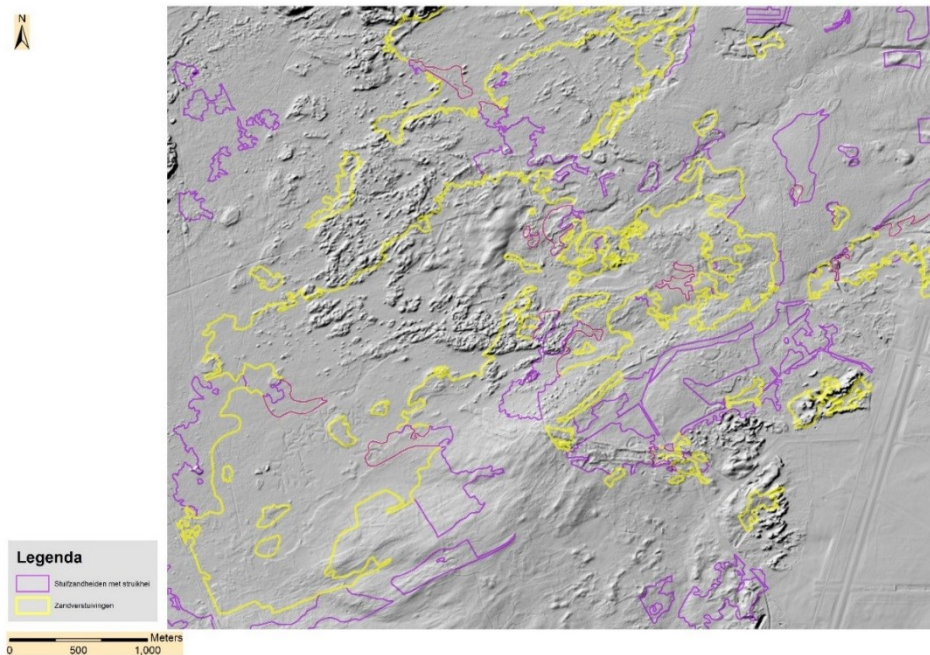
Stroesche zand: Reliëf shaded kaart (bron: AHN2)

## 9. Pampelse Zand (De Pollen)

Binnen het Nationaal park De Hoge Veluwe zijn een aantal gebieden aangeduid als stuifzand habitat. De benaming van deze gebieden in het overzicht van de provincie is niet geheel eenduidig met de benaming van deze gebieden op de topografische kaart. In dit rapport houden we de volgende gebiedsnamen aan: De Pollen, De Eikehoutbereggen, het Deelensche Zand en het Oud-Reemsterzand.



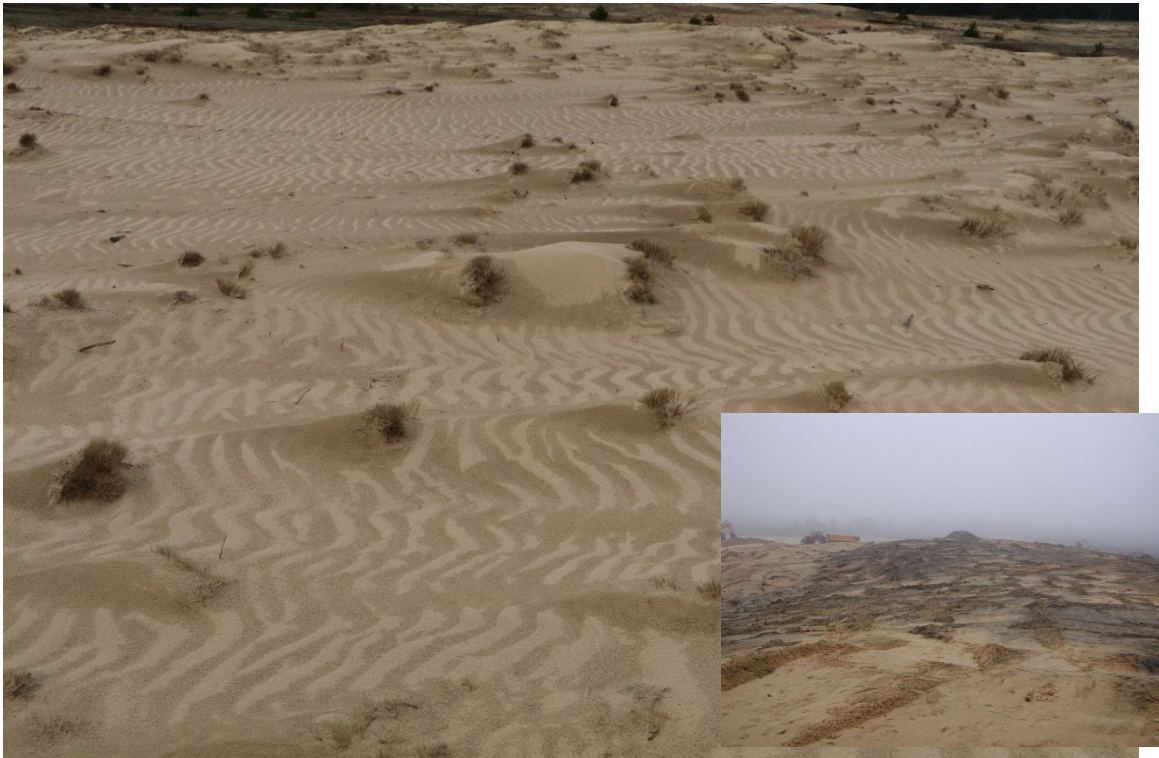
Overzichtskaat van de stuifzand habitat gebieden in het zuidelijk deel van de Nationaal Park de Hoge Veluwe



Het reliëf laat zien dat het Oud-Reemsterzand in een vrijwel vlak gebied ligt met aangrenzend de gereactiveerde stuifcel De Pollen. Ook het Deelensche zand vertoont nauwelijks reliëf.



## 9 De Pollen (De Hoge Veluwe)



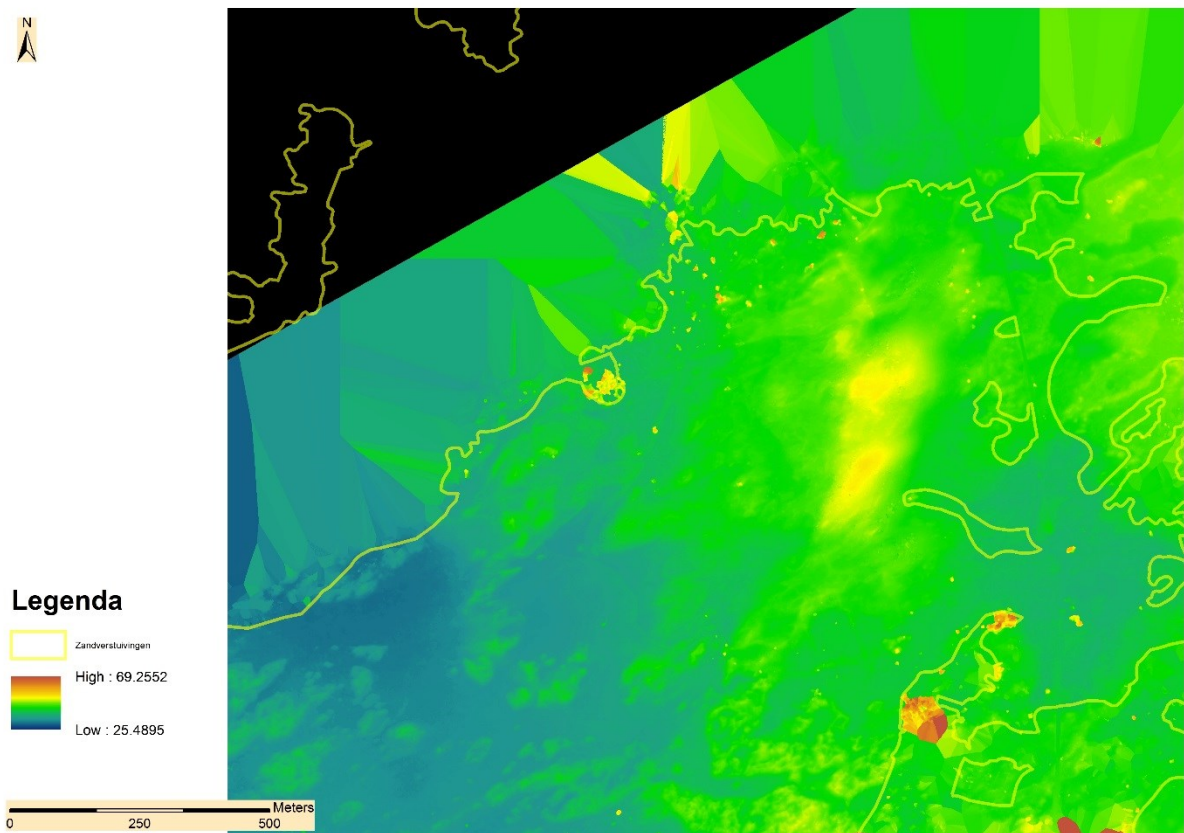
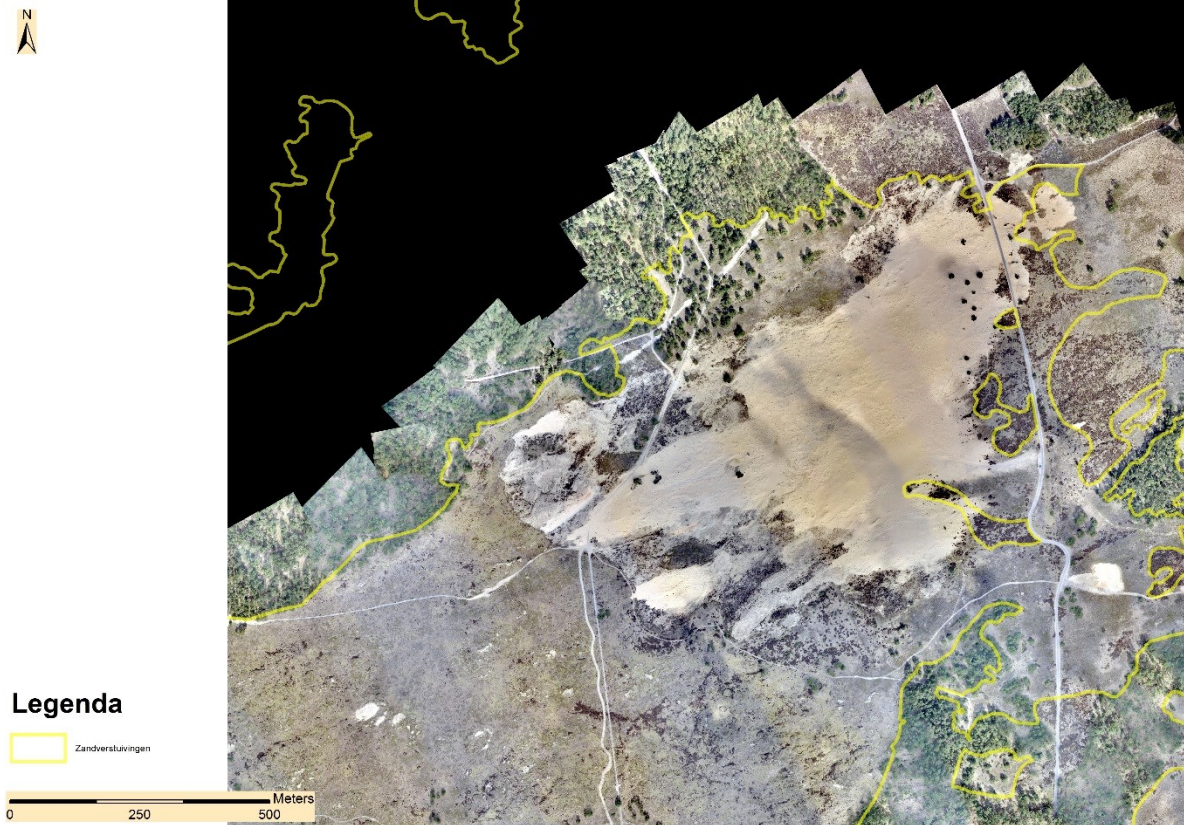
*De Pollen in 2018. Inzet: grootschalig herstel in 2001*

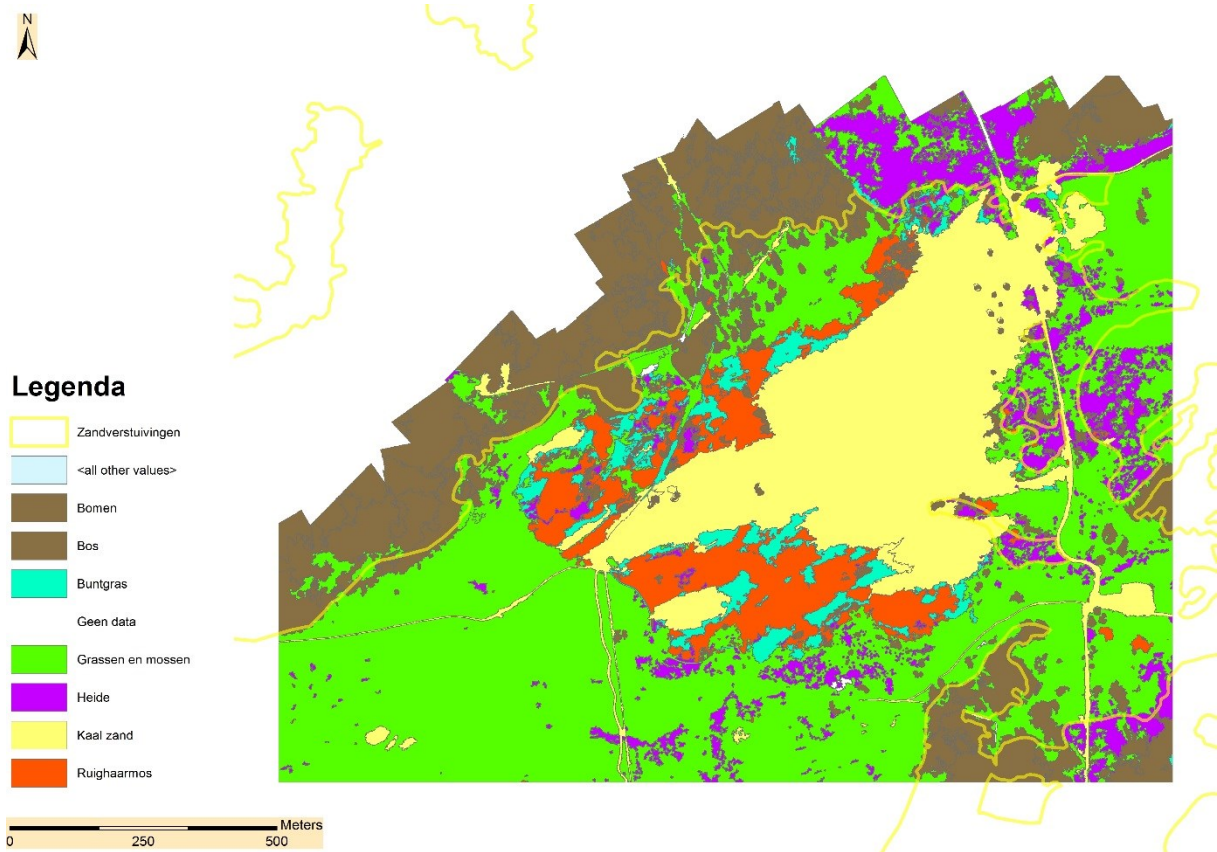
De Pollen is het resultaat van een groot stuifzandherstelproject wat in 2001 is uitgevoerd. Er is op grote schaal bos gekapt om de windwerking weer te optimaliseren waarna er geplagd is om weer zand beschikbaar te maken om in verstuiving te gaan. Het zand verplaatst zich langzaam in noordoostelijke richting, een uitgestoven laagte met Ruig haarmos achterlatend. De kwaliteit is matig tot goed te noemen.



*Sterk uitgestoven grindrijke laagte ten zuidwesten van de Pollen*







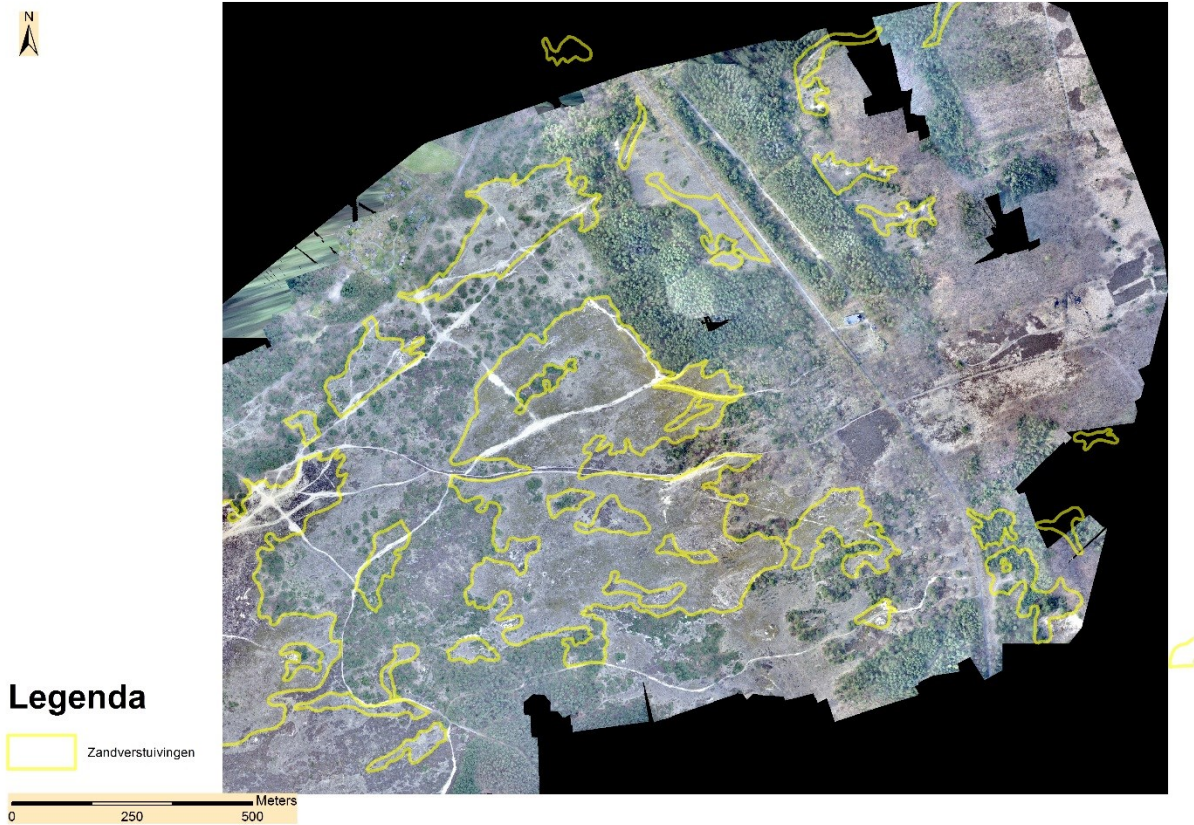
De Pollen: verhouding vegetatie typen

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	45
2	Buntgras	8
3	Ruig haarmos	16
4	Mossen grassen	8
5	Heide	18
6	Bomen	6



## 10. Kootwijkerzand Noord

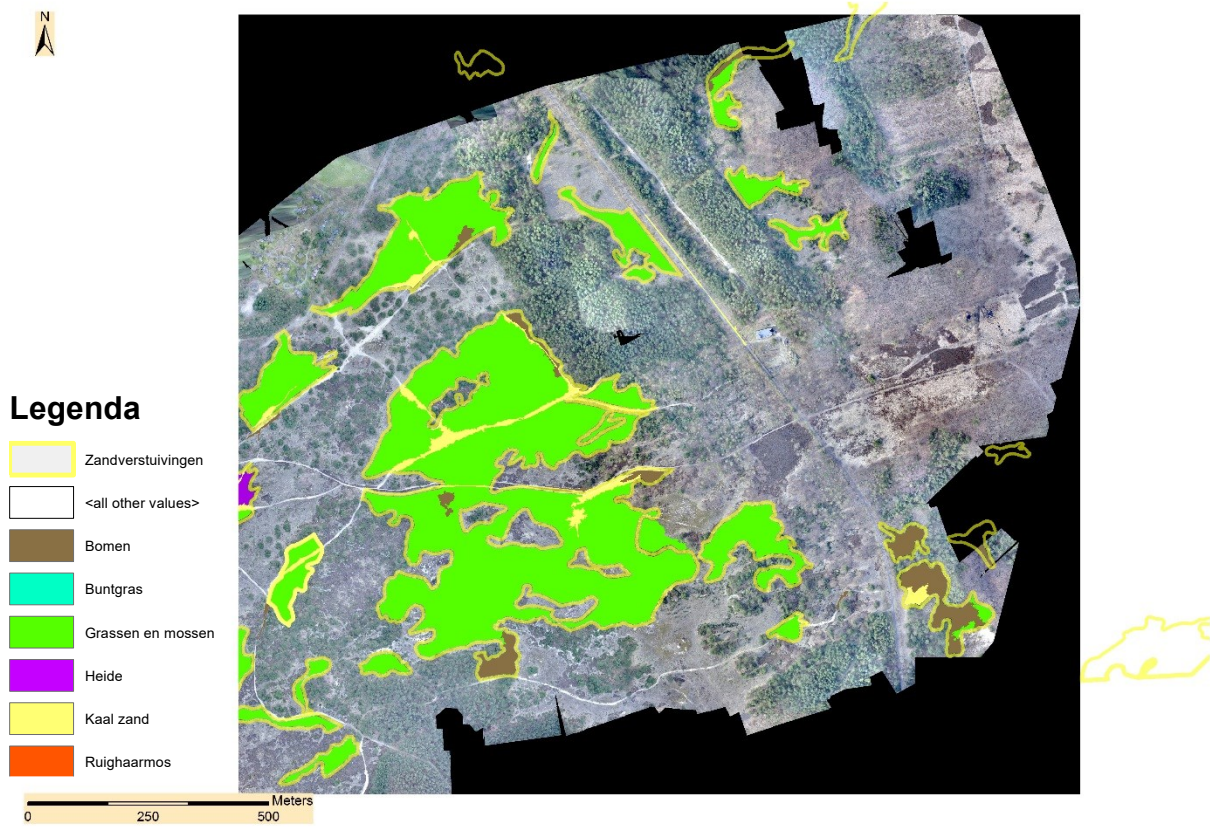
Kootwijkerzand Noord bestaat uit een aantal losse deelgebiedjes ten noordoosten van het Kootwijkerzand. Deze gebieden liggen voor een deel opgesloten in naaldbos en zijn grotendeels volledig begroeid. Er vindt momenteel geen actief stuifzandbeheer plaats door SBB. De kwaliteit is vanwege het nagenoeg ontbreken van kaal zand en buntgras en de zeer beperkte windwerking in deze zone slecht te noemen.



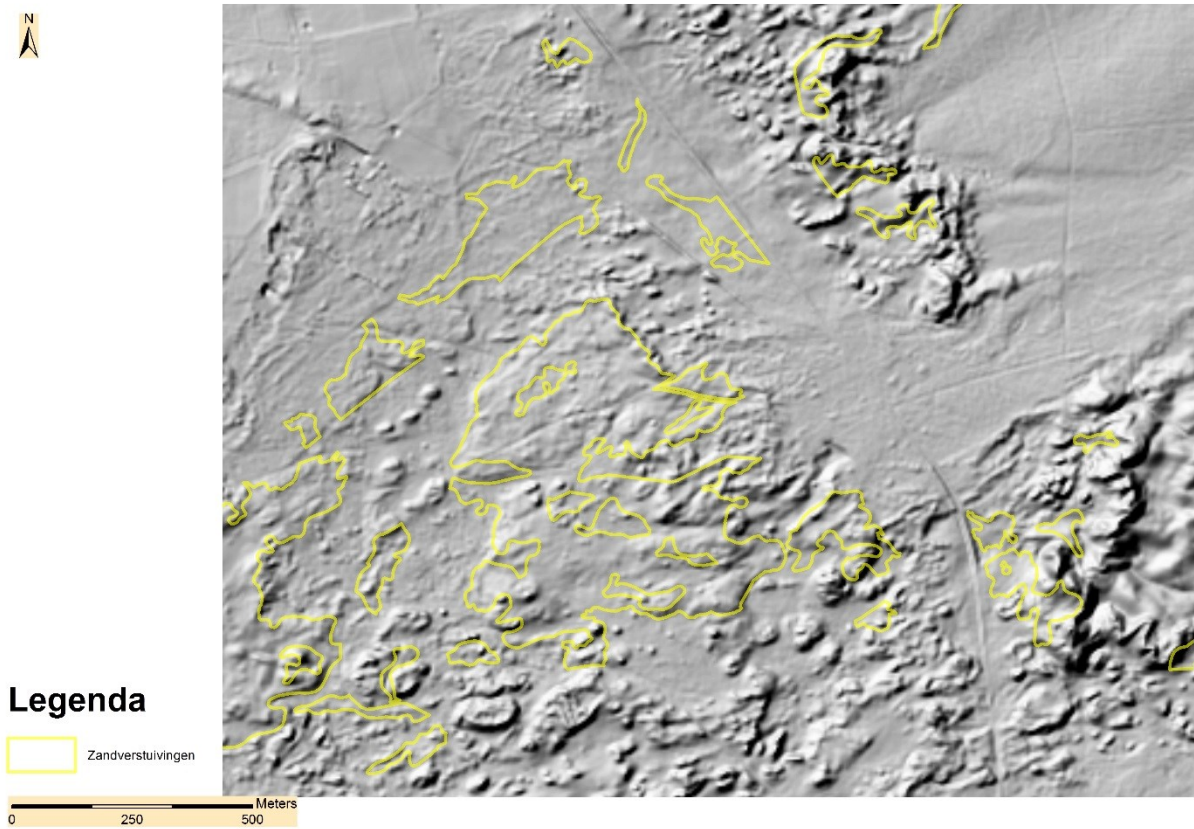
Kootwijkerzand Noord: Luchtfoto februari 2018

Kootwijkerzand Noord: verhouding vegetatie typen, februari 2018

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	7
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	86
5	Heide	1
6	Bomen	6

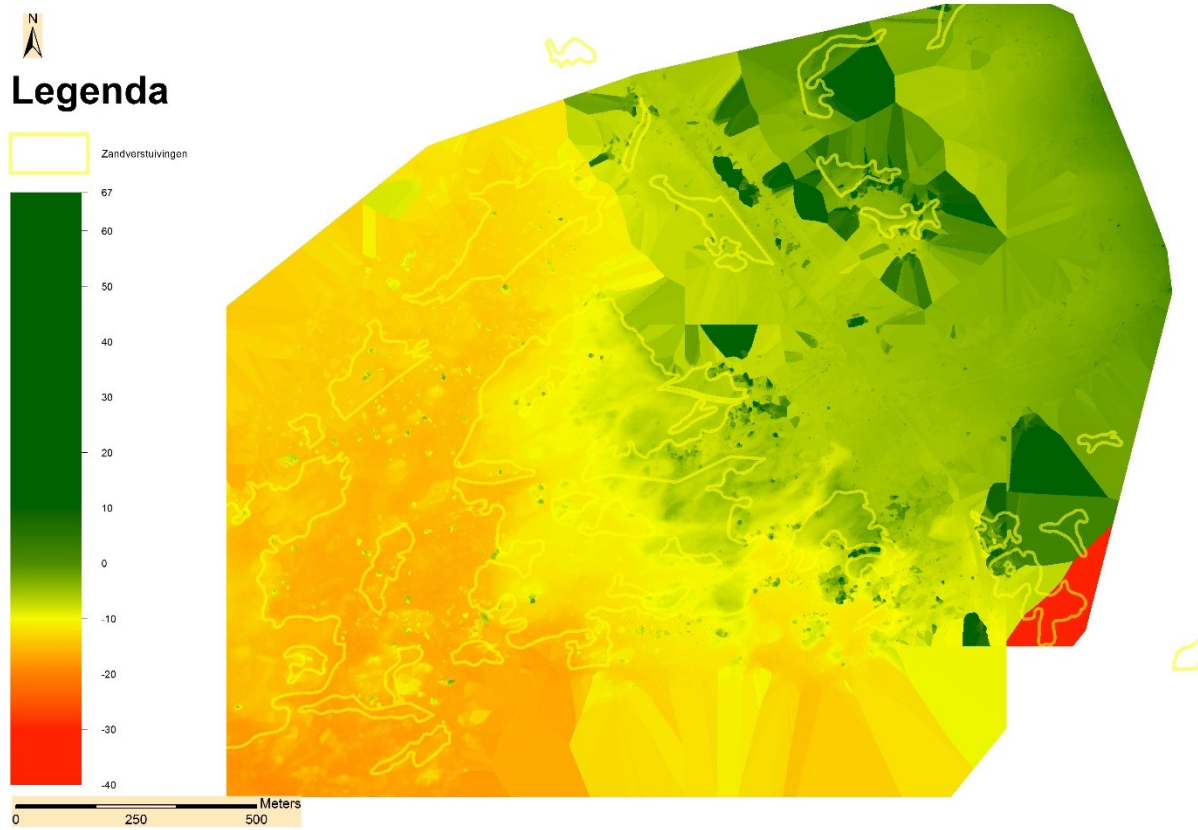


Kootwijkerzand Noord: Vegetatie structuurkaart februari 2018



Kootwijkerzand Noord: Relief-shaded kaart (bron AHN2)





Kootwijkerzand Noord: DTM februari 2018



## 11. Caitwickerzand



Het Caitwickerzand, een voormalig stuifzandgebied onder halfopen bos en stuifzandheide

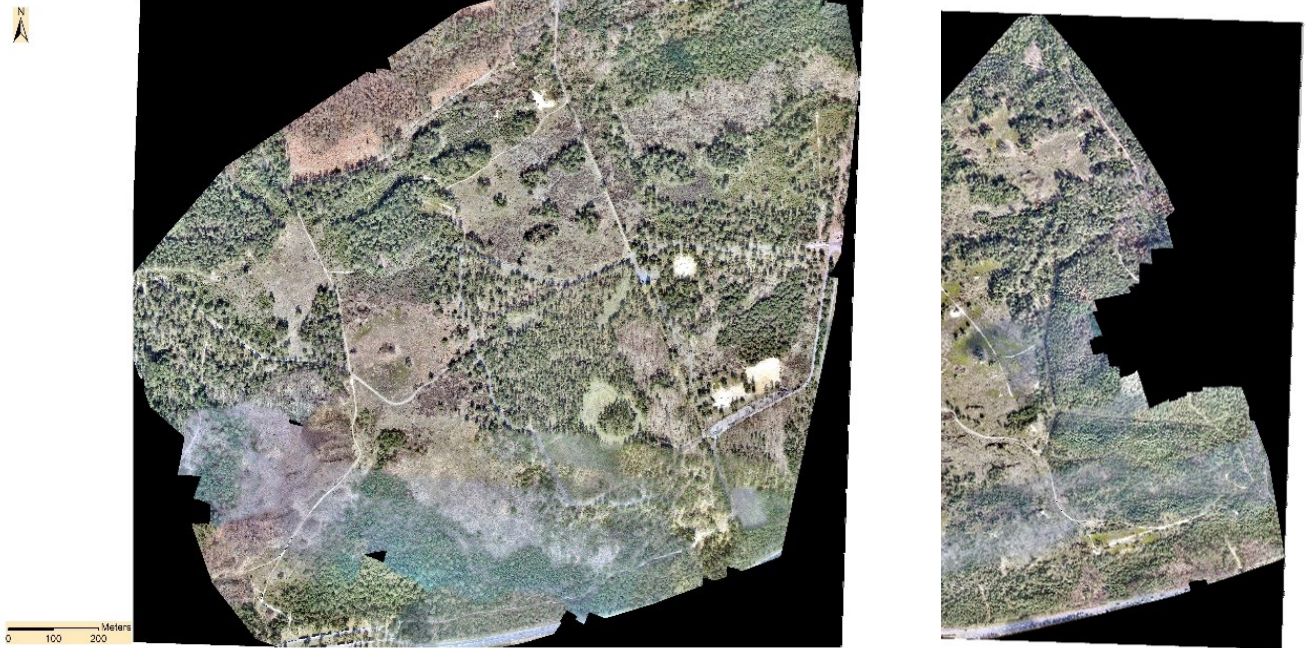
Het Caitwickerzand ligt in een oude stuifzandcel. De vegetatie bestaat uit stuifzandheide, halfopen bos en vlaktes met Grijs kronkelsteeltje en of mos en gras. Het westelijk gebied ligt in een uitgestoven laagte en is vrijwel vlak. Er is weinig van het voor stuifzanden kenmerkende reliëf aanwezig. Voor een zandverstuivingshabitat is de kwaliteit zeer laag te noemen door het nagenoeg volledig ontbreken van dynamische open zand en bijbehorende pioniervegetatie. De beheerder gaf aan dat er voor het oostelijk deel de wens is om deze als stuifzand te herstellen. Het oostelijk gebied heeft de potentie om als stuifzand hersteld te worden (opslag en bos verwijderen, deels plaggen).

*Caitwickerzand: verhouding vegetatie typen*

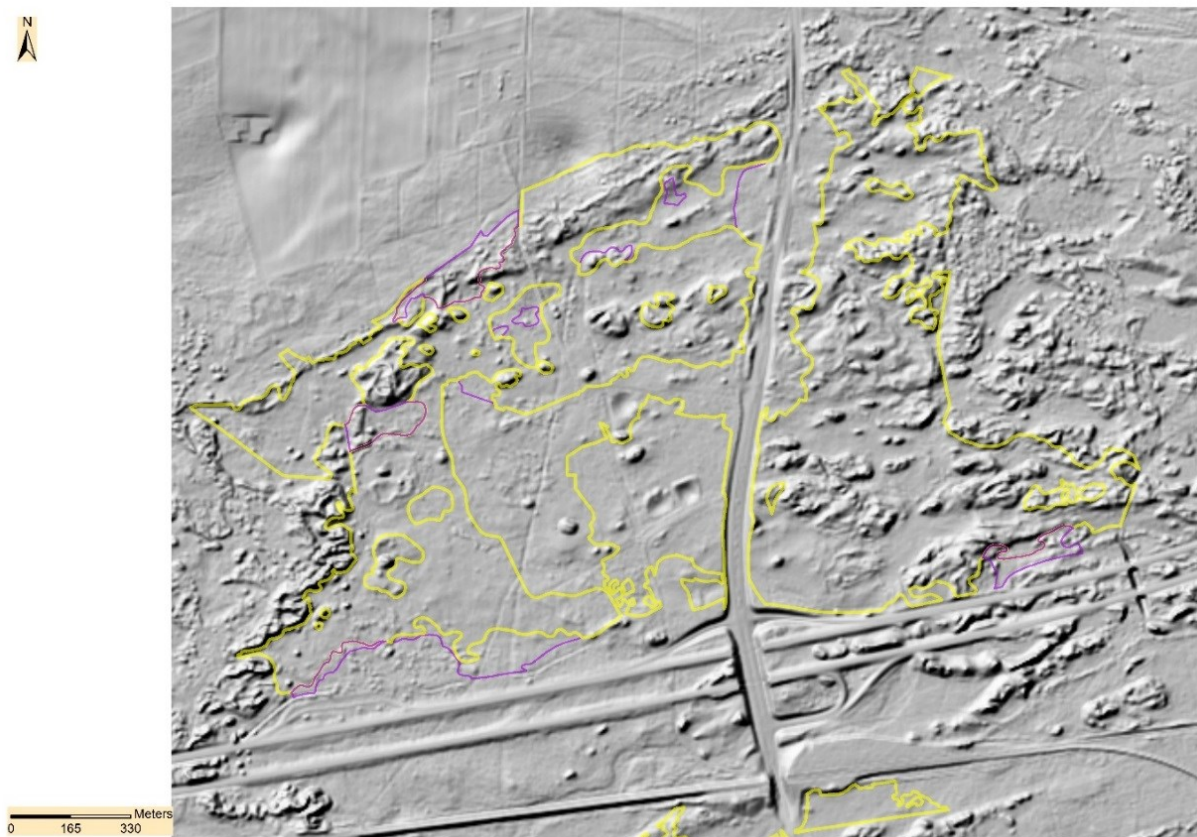
	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
<b>1*</b>	Kaal zand	<1
<b>2*</b>	Buntgras	<1
<b>3*</b>	Ruig haarmos	<1
<b>4, 5 en 6*</b>	Grassen mossen/stuifzandheide/bos	98

\* Op basis van visuele interpretatie





Caitwickerzand: links: westelijk deel; rechts: terreindeel ten oosten van de provinciale weg.

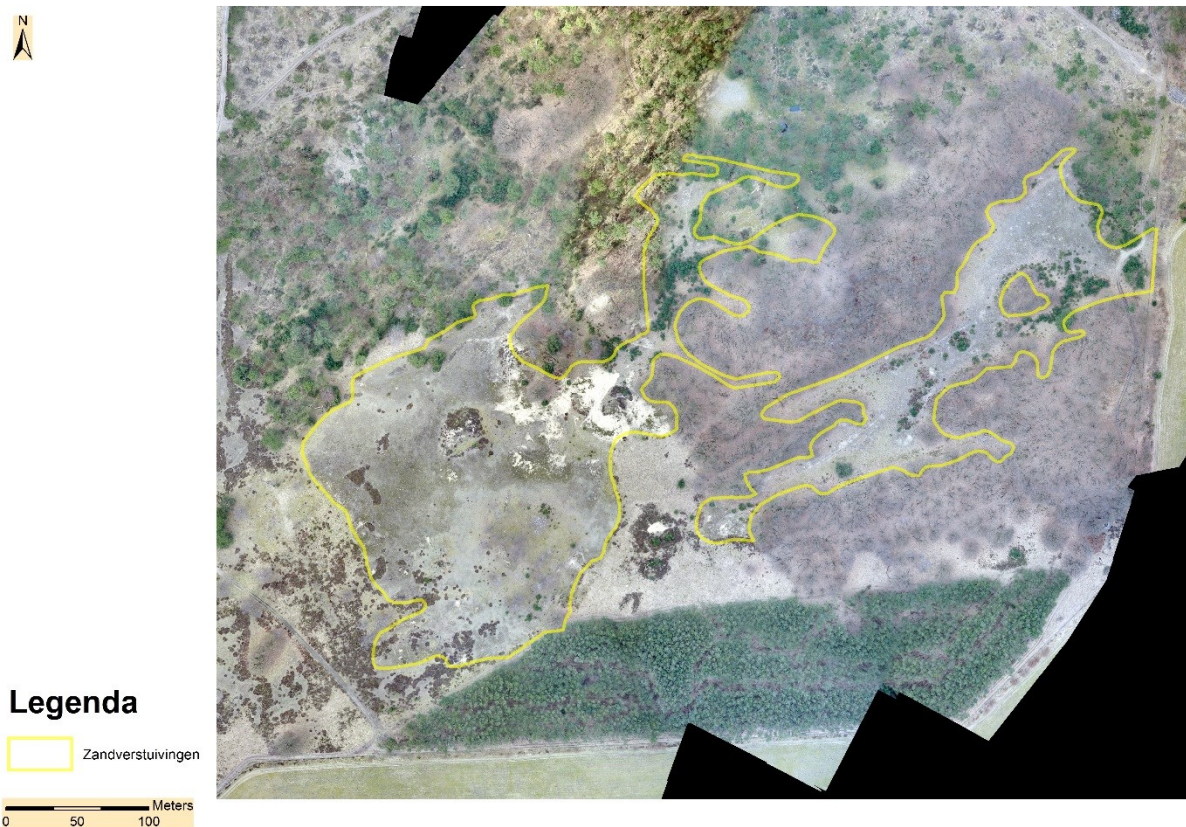


Caitwickerzand: reliëf-shaded kaart (bron: AHN2).



## 12. Eikehoutbergen

De Eikehoutbergen is een klein stuifzand habitat gebied in het zuidoostelijk deel van De Hoge Veluwe. Het is vrijwel geheel omsloten door bos. Het gebied ligt deels op een hoge stuifzandrug welke omringt is door een vlakte. Het oostelijk deel van het gebied is geheel begroeid met gras en mos en heeft door het ontbreken van kaal zand en de pioniervegetatie een slechte kwaliteit. Het westelijk deel is iets gevarieerder, maar bestaat voor het grootste deel uit een gesloten mos- en grasbedekking en heeft een matige kwaliteit.

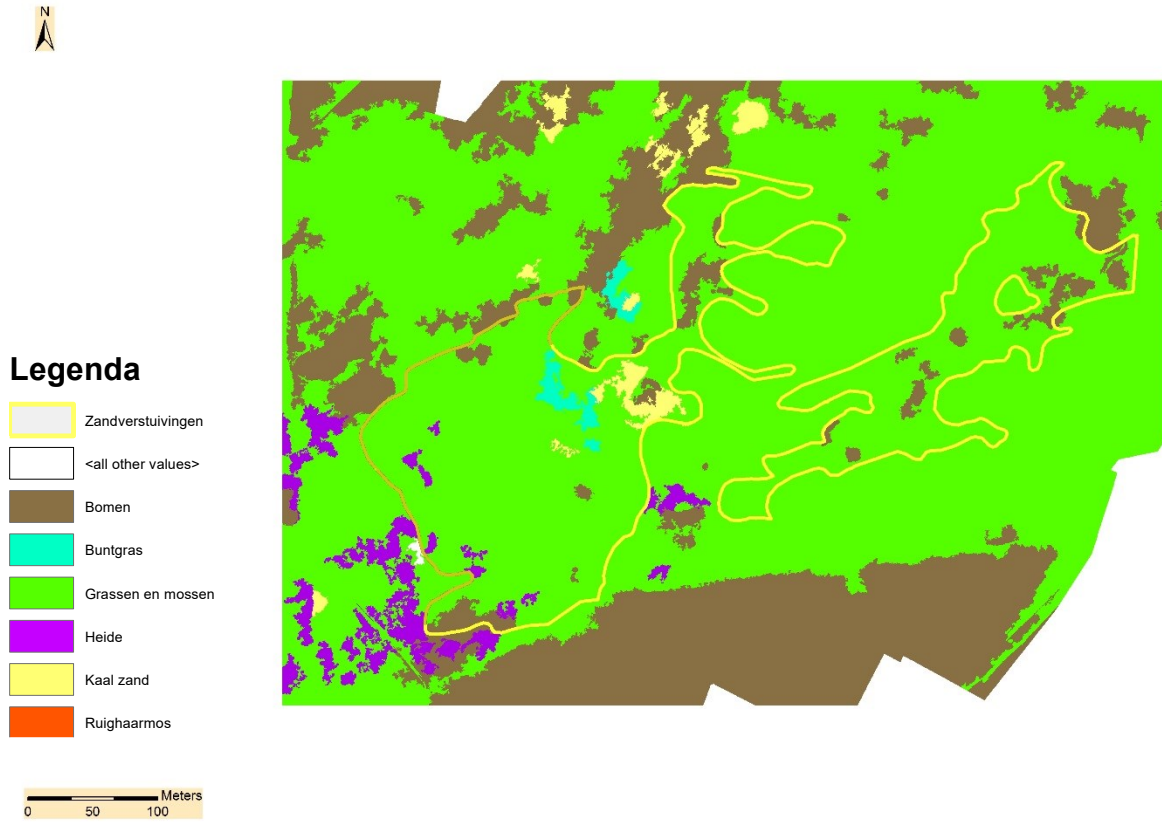


Eikehoutbergen: Luchtfoto februari 2018

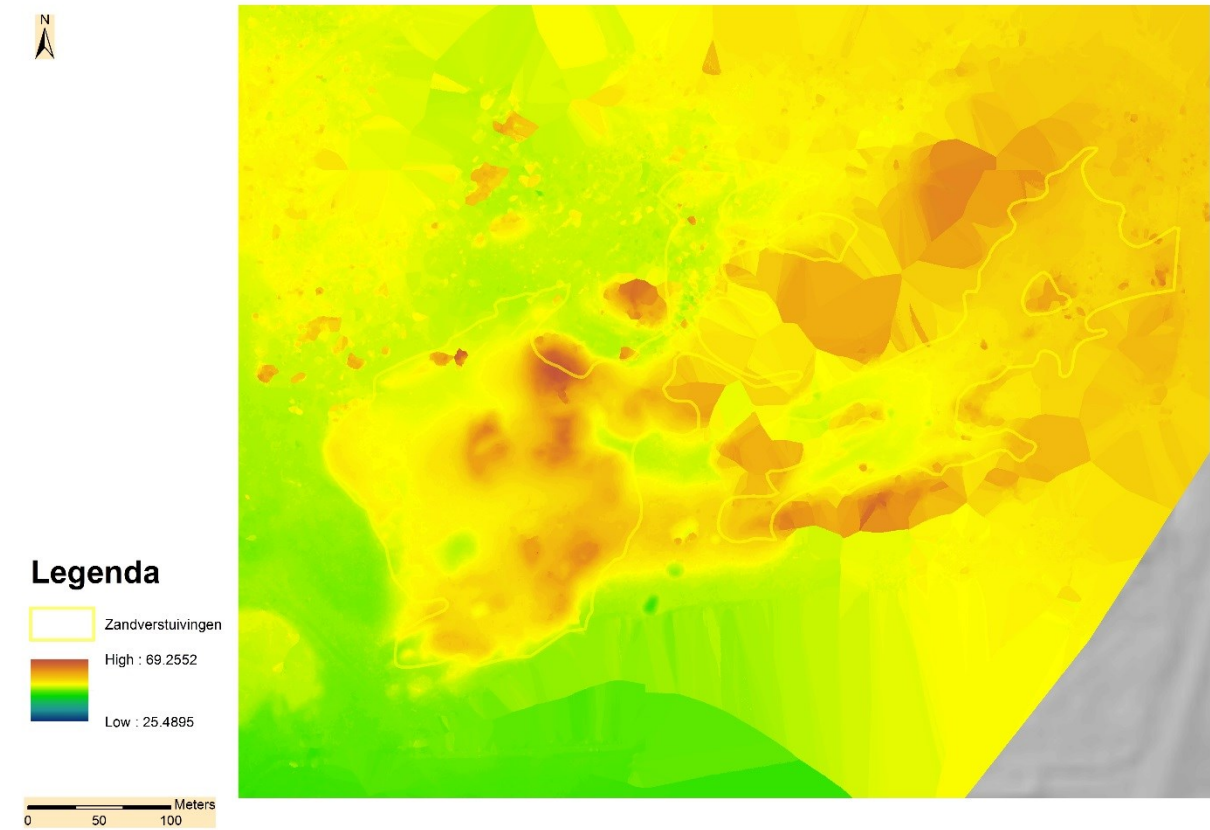
Eikehoutbergen: verhouding vegetatie typen

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	5
2	Buntgras	1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen/grassen	91
5	Heide	3
6	Bomen	2

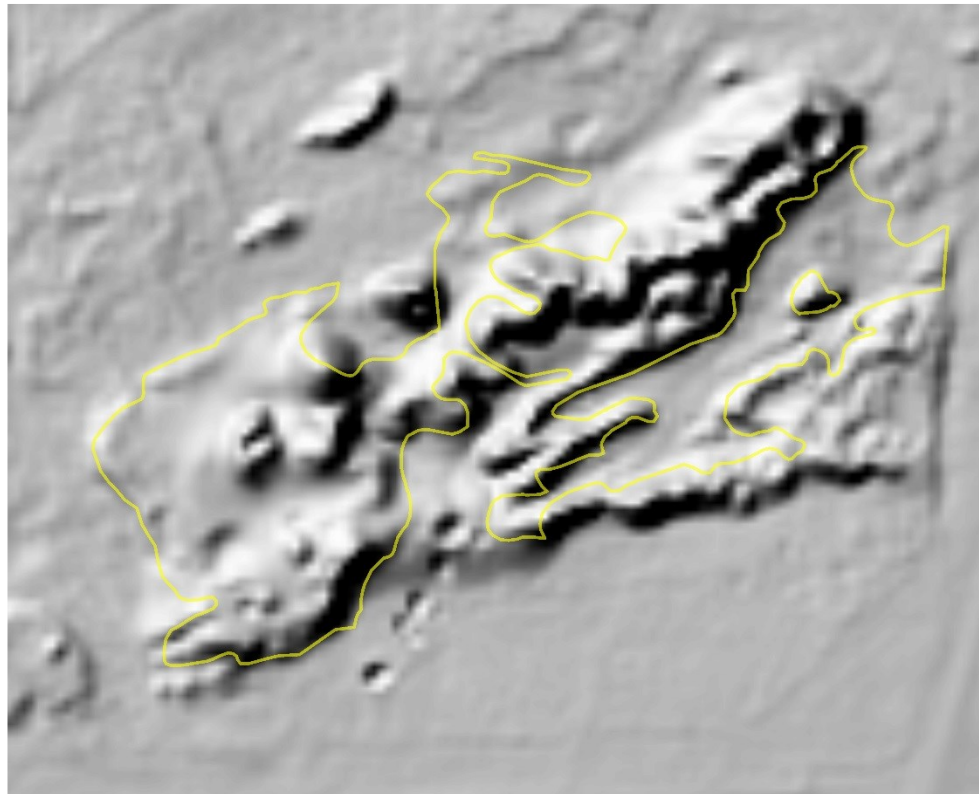




Eikehoutbergen: Vegetatiestructuurkaart, februari 2018



Eikehoutbergen: DTM, februari 2018



**Legenda**

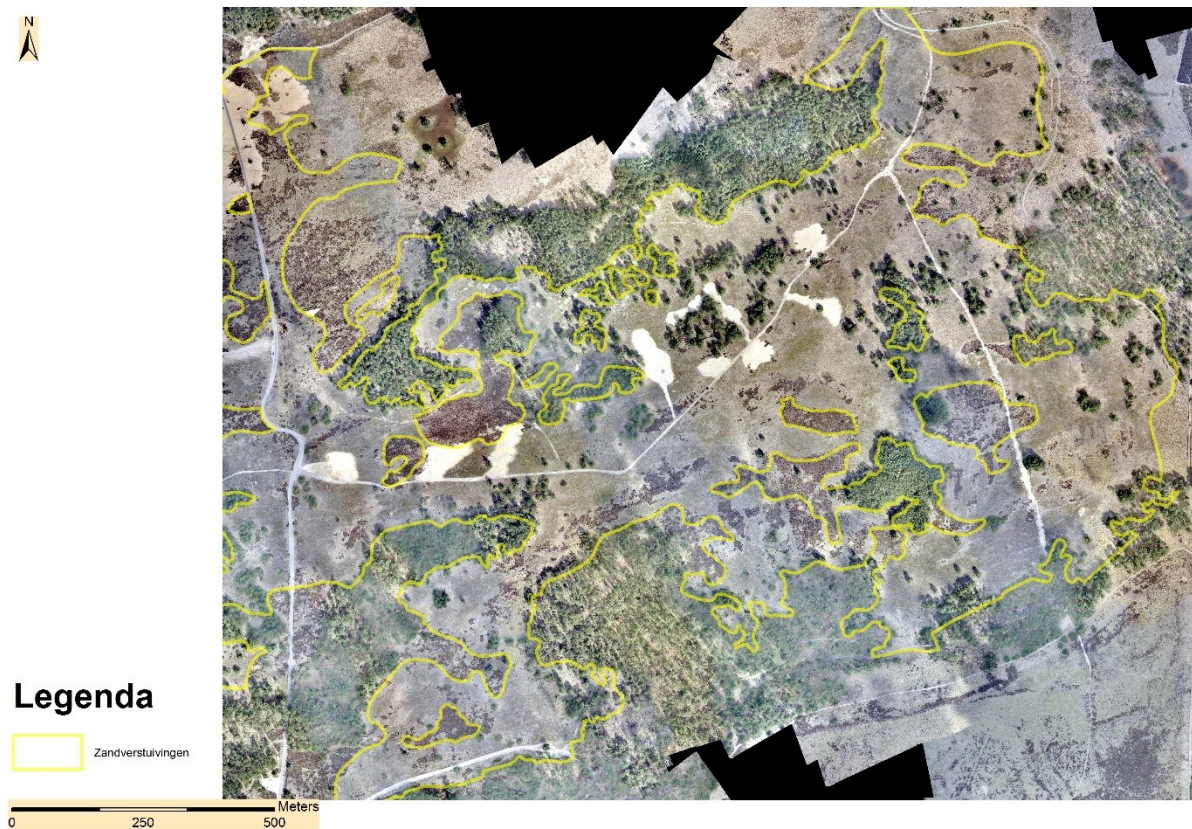
 Zandverstuivingen

 Meters  
0 50 100

*Eikehoutbergen: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)*

### 13. Deelense zand (Nationaal Park)

Het Deelense zand is net als het Oud-Reemsterzand een vrij vlak terrein wat nagenoeg geheel begroeid is met mossen en gras. Door het ontbreken van kaal zand en de pionier vegetatie is hier de kwaliteit slecht tot matig te noemen.

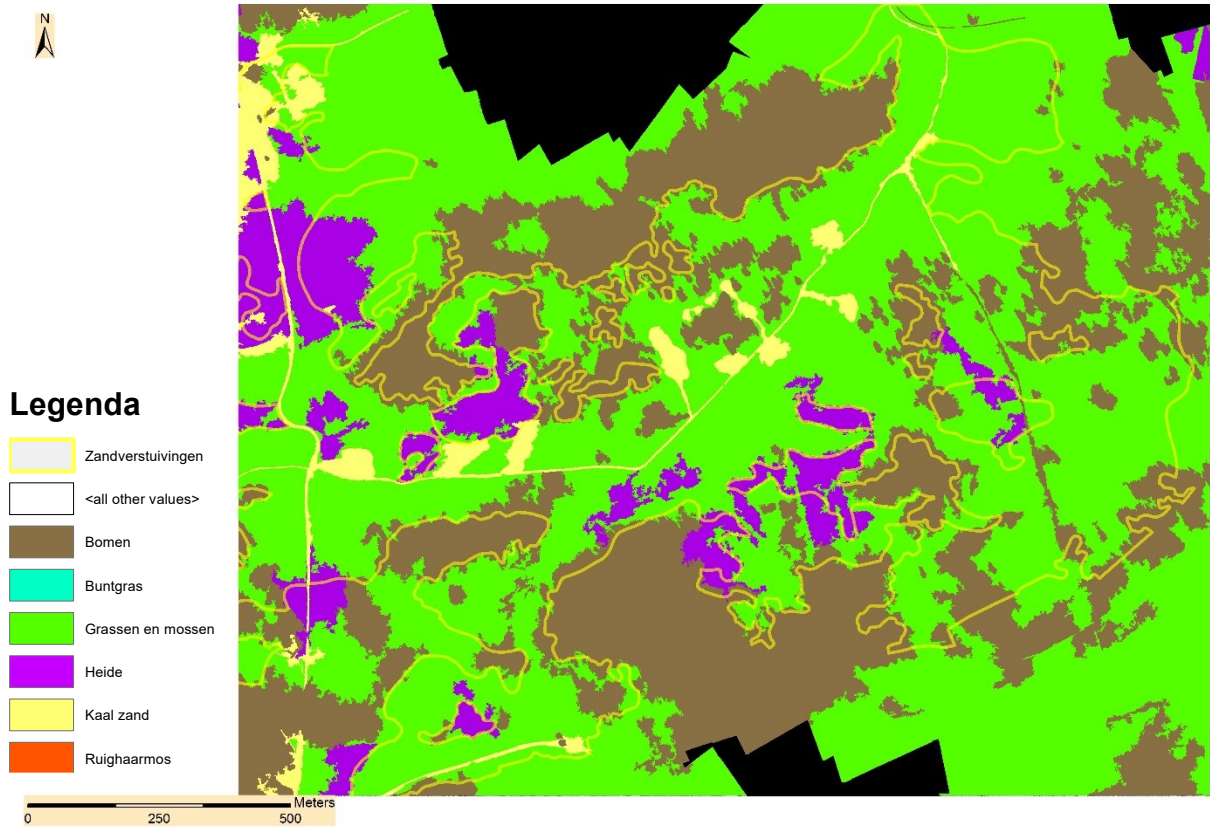


Het Deelense Zand: Luchtfoto februari 2018

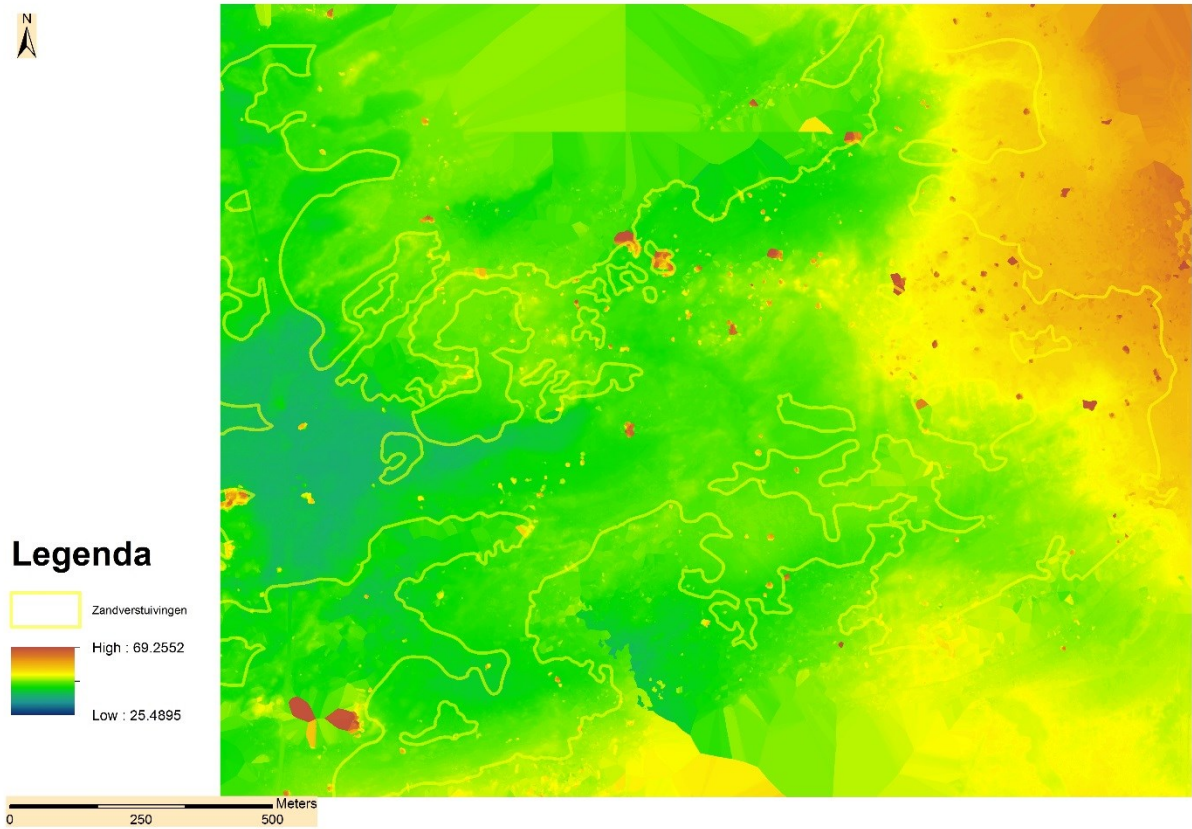
Het Deelense Zand: verhouding vegetatie typen

	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
1	Kaal zand	8
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	79
5	Heide	10
6	Bomen	4

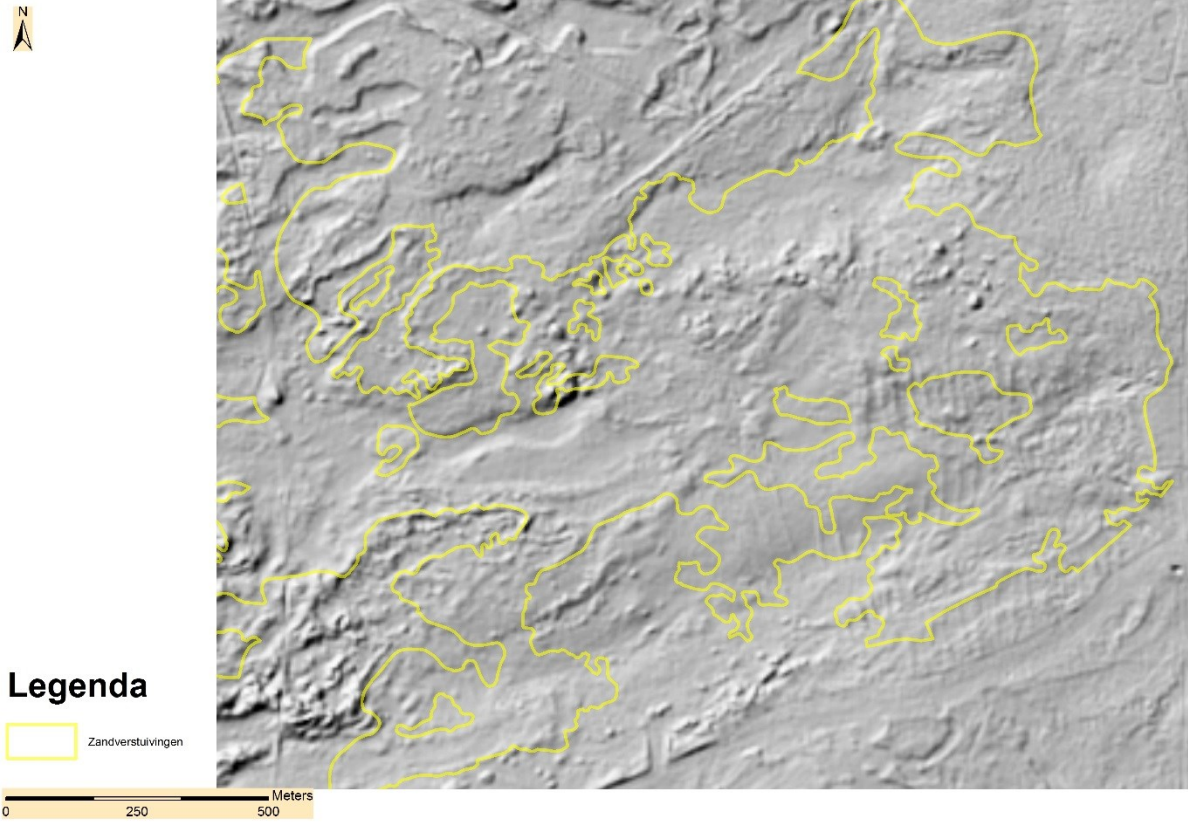




Het Deelsche Zand: Vegetatiestructuurkaart, februari 2018



Het Deelsche Zand: DTM februari 2018



*Het Deelensche Zand: Reliëf shaded kaart (bron AHN2)*

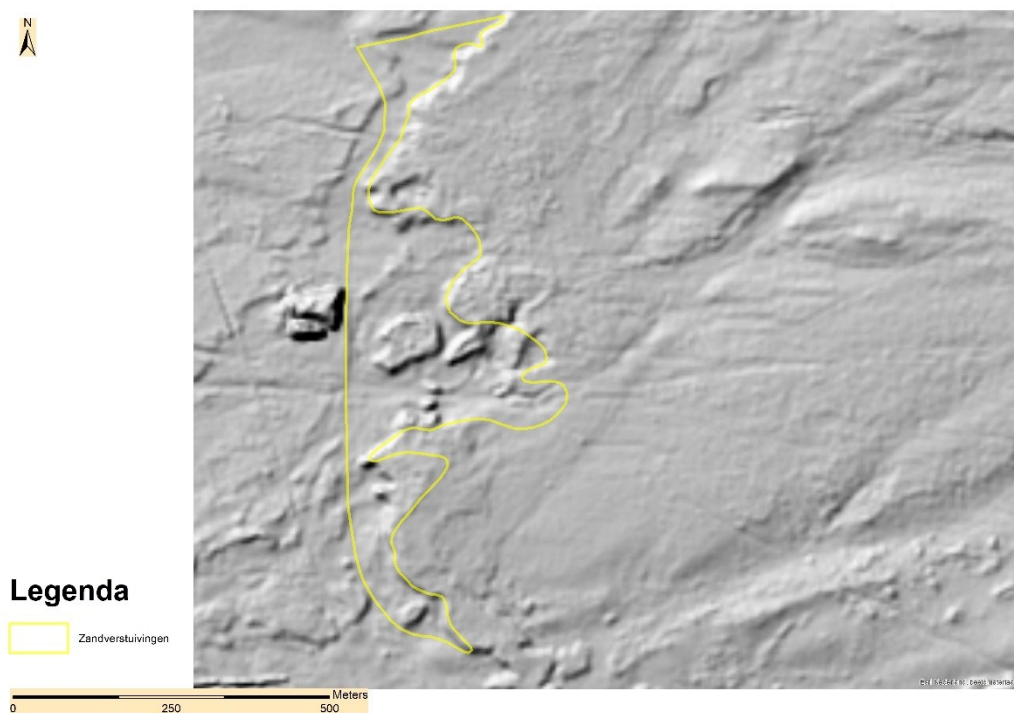


## 14. Biezen Zuid

Het terrein heeft geomorfologisch geen kenmerken van een (actief) stuifzandcel (zie Reliëf shaded kaart). Het betreft een dekzand gebied waar het terrein deels is afgeplagd waardoor de ontwikkelde vegetatie hier soorten bevat die kenmerkend zijn voor het stuifzandhabitat. De kwaliteit als stuifzand gebied is nihil.

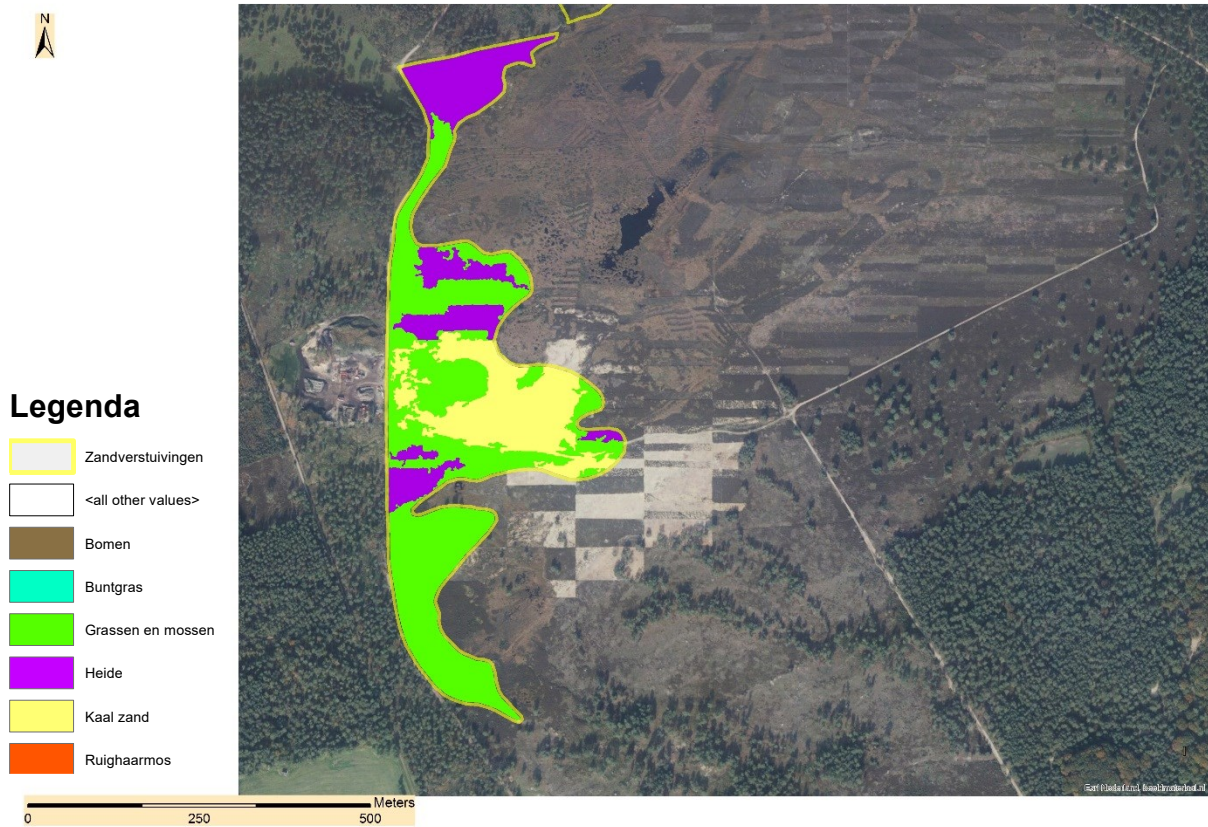


De Biezen Zuid: Luchtfoto 2017 (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



De Biezen Zuid: Reliëf shaded kaart (bron AHN2)





De Biezen Zuid: Vegetatiestructuurkaart 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

De Biezen Zuid: verhouding vegetatie typen

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	22
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	55
5	Heide	22
6	Bomen	<1

## 15. Kootwijkerduinen



Kootwijkerduinen voorjaar 2018

De Kootwijkerduinen is een klein stuifzandgebied gelegen tussen de A1 en een recreatiepark. Het gebied wordt intensief gebruikt voor recreatie wat terug te zien is in de opbouw van de vegetatie. In de zone met intensieve betreding is geen vegetatie aanwezig. Rondom deze zone ligt een smalle strook met pioniervegetatie bestaande uit Buntgras en Ruig haarmos die profiteert van lichte overstuiving. Daarbuiten bestaat de vegetatie uit Grijs kronkelsteeltje en grassen. De kwaliteit is laag te noemen. Wanneer we naar de geomorfologische structuur van het gebied kijken zien we dat het gebied een atypische stuifzandstructuur heeft en waarschijnlijk sterk beïnvloed is geweest door de aanleg van de snelweg.

Waar het gebied minder intensief betreden wordt, groeit het zand snel dicht. Het huidige beheer bestaat uit het verwijderen van opslag en eggen. Er zijn plannen voor herstelbeheer om meer open zand te creëren door een deel af te plaggen.

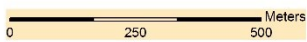
Kootwijkerduinen: Verhouding vegetatie typen, maart 2018

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	19
2	Buntgras	4
3	Ruig haarmos	3
4	Mossen grassen	74
5	Heide	<1
6	Bomen	<1

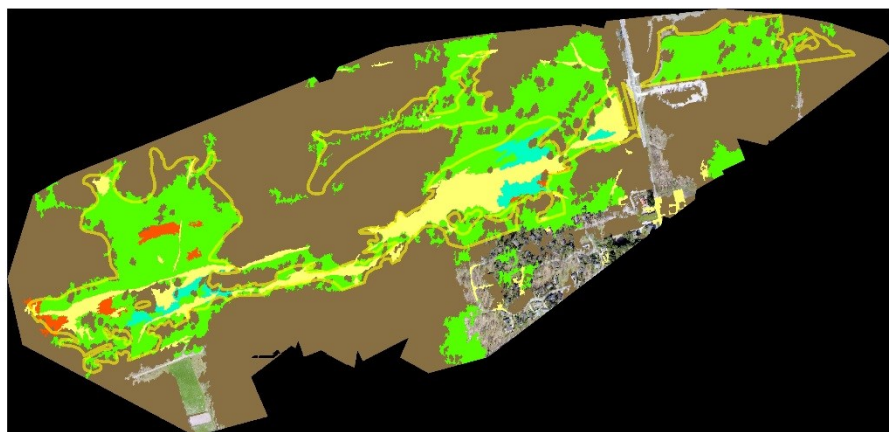




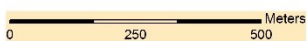
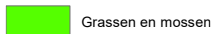
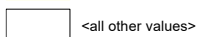
### Legenda



Kootwijkerduinen: Luchtfoto, maart 2018

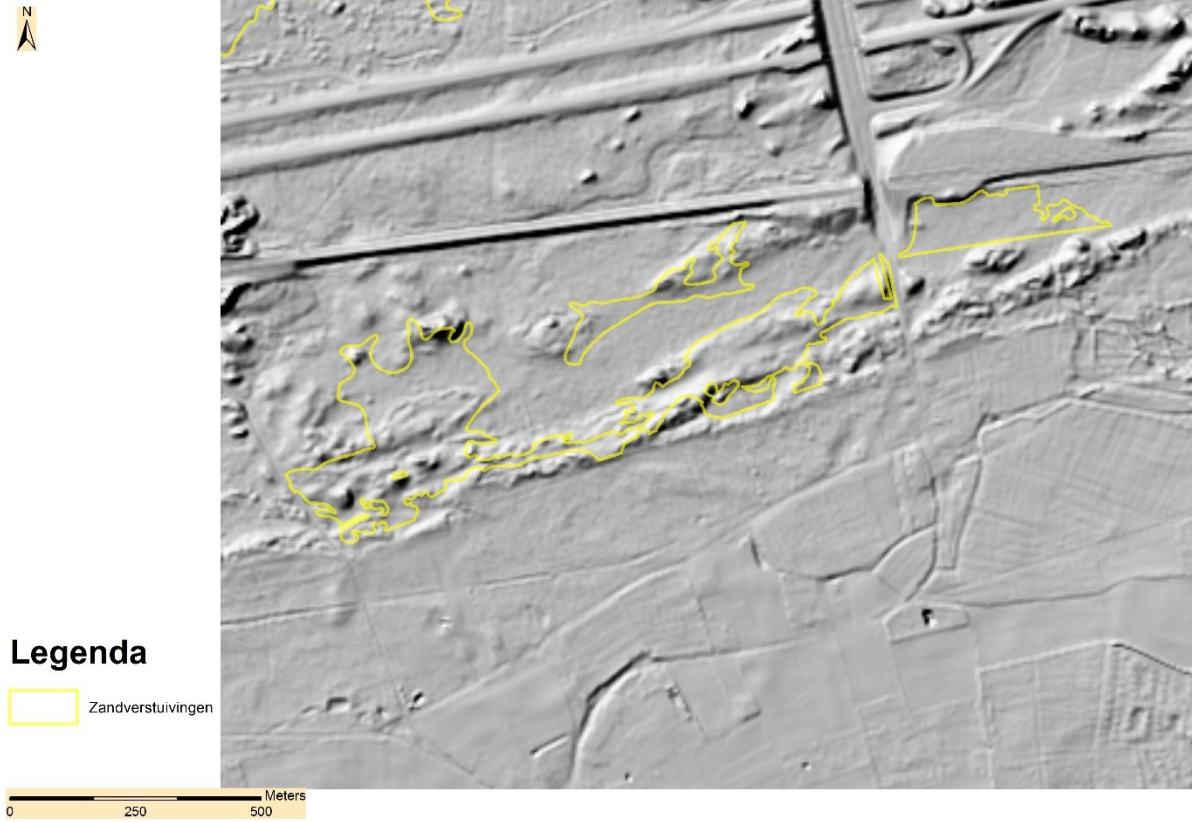


### Legenda



Kootwijkerduinen: Vegetatiestructuurkaart, maart 2018





Kootwijkerduinen: Relief-shaded kaart (bron: AHN2)

## 16. Vliegveld Deelen

Het terrein ten noorden van vliegveld Deelen betreft een klein terrein van ongeveer 5 ha groot. Het gebied is vrij vlak en vertoont weinig geomorfologische kenmerken van een stuifzandcel. Het gebied is volledig begroeid en de pionierstadia ontbreken volledig. De kwaliteit is derhalve slecht te noemen.

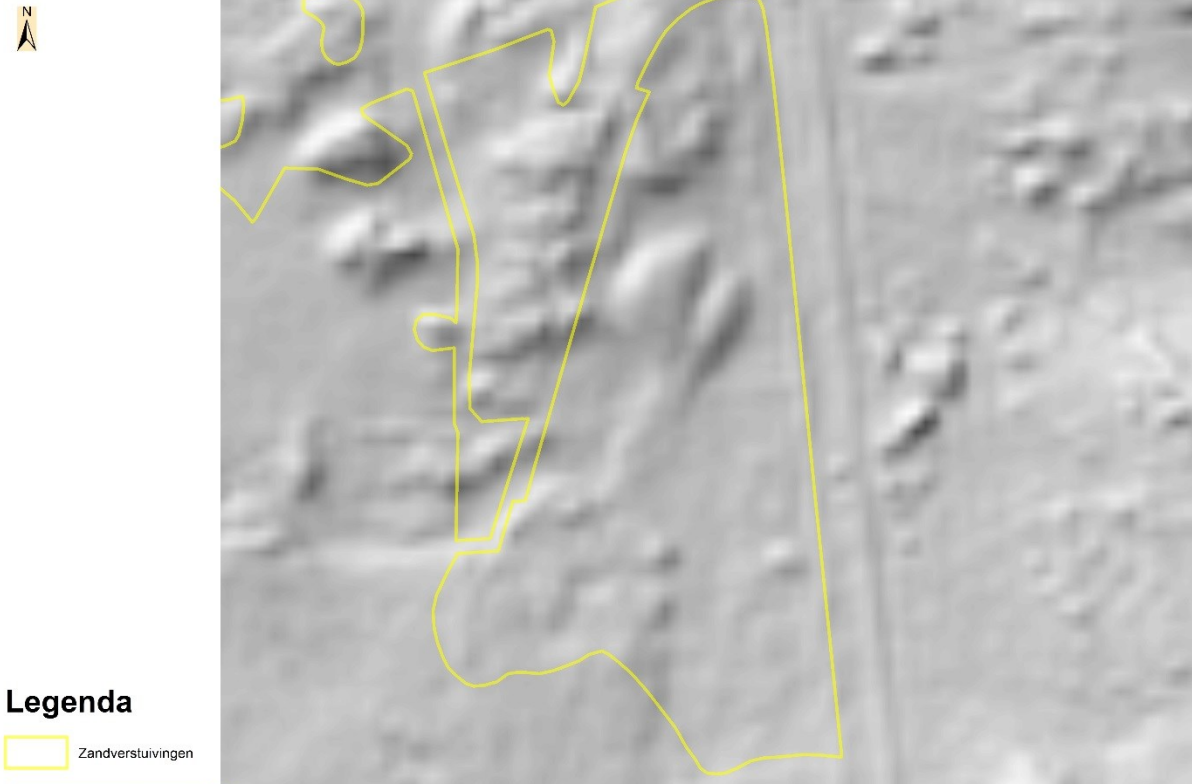


Vliegveld Deelen: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

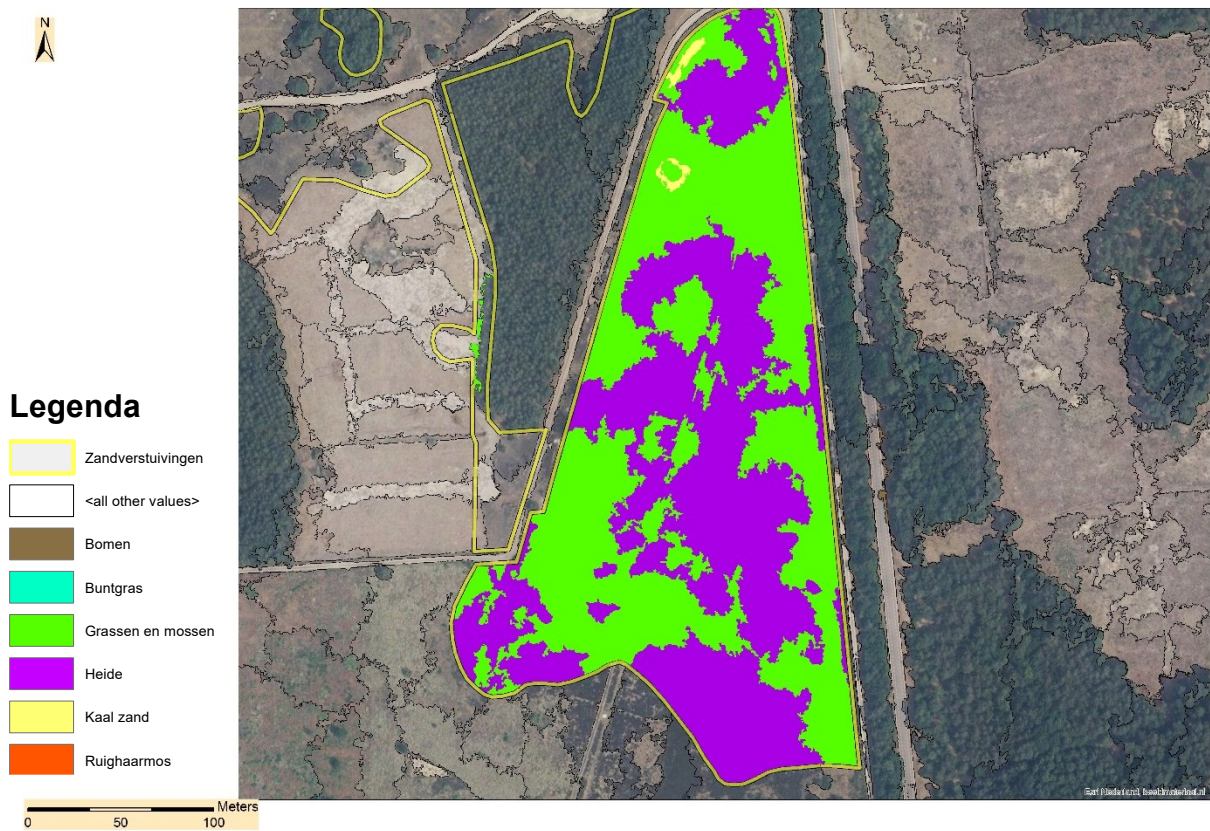
Vliegveld Deelen: Verhouding vegetatie typen, 2017

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	1
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	50
5	Heide	49
6	Bomen	<1





Vliegveld Deelen: Relief shaded kaart (Bron AHN2)



Vliegveld Deelen: Vegetatiestructuurkaart 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



## 17. Rozendaalse Zand



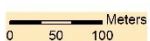
Het Rozendaalse Zand (gedeelte in beheer bij de gemeente Rheden)

De gemeente Rheden heeft grootschalig herstelbeheer laten uitvoeren in 2008? Hierbij is bos gekapt en de bodem afgeplagd. Door de intensieve betreding blijft sindsdien het zand open. Langs de randen waar minder betreding is krijgen Buntgras en Ruig haarmos de kans zich te vestigen. Hierdoor begint er een betere balans te ontstaan tussen kaal zand en de eerste pionierstadia. De kwaliteit is derhalve al matig te noemen. De ontwikkeling verloopt gunstig en wanneer deze positieve trend zich voortzet kan de kwaliteit verder verbeteren.



### Legenda

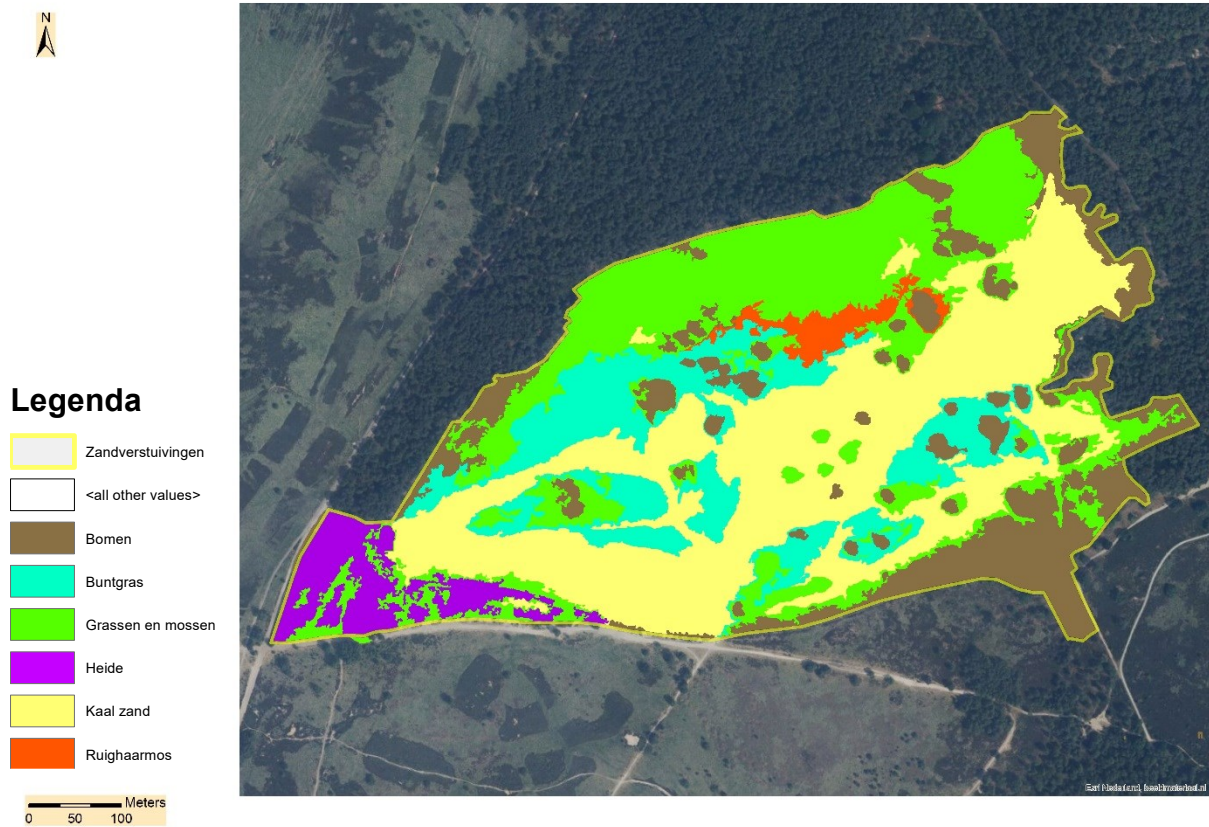
 Zandverstuivingen

 Meters  
0 50 100

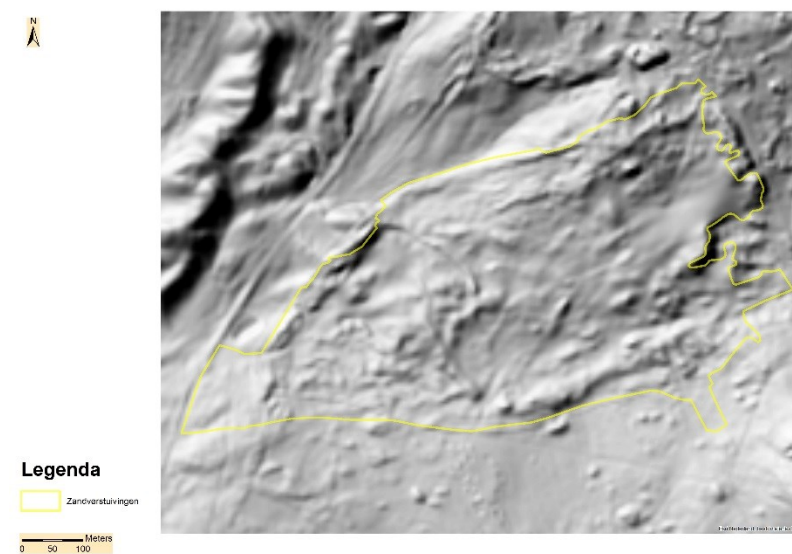
Rozendaalse Zand: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

Rozendaalse Zand: Verhouding vegetatie typen, 2017

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	36
2	Buntgras	14
3	Ruig haarmos	2
4	Mossen grassen	27
5	Heide	5
6	Bomen	16



Rozendaalse Zand: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

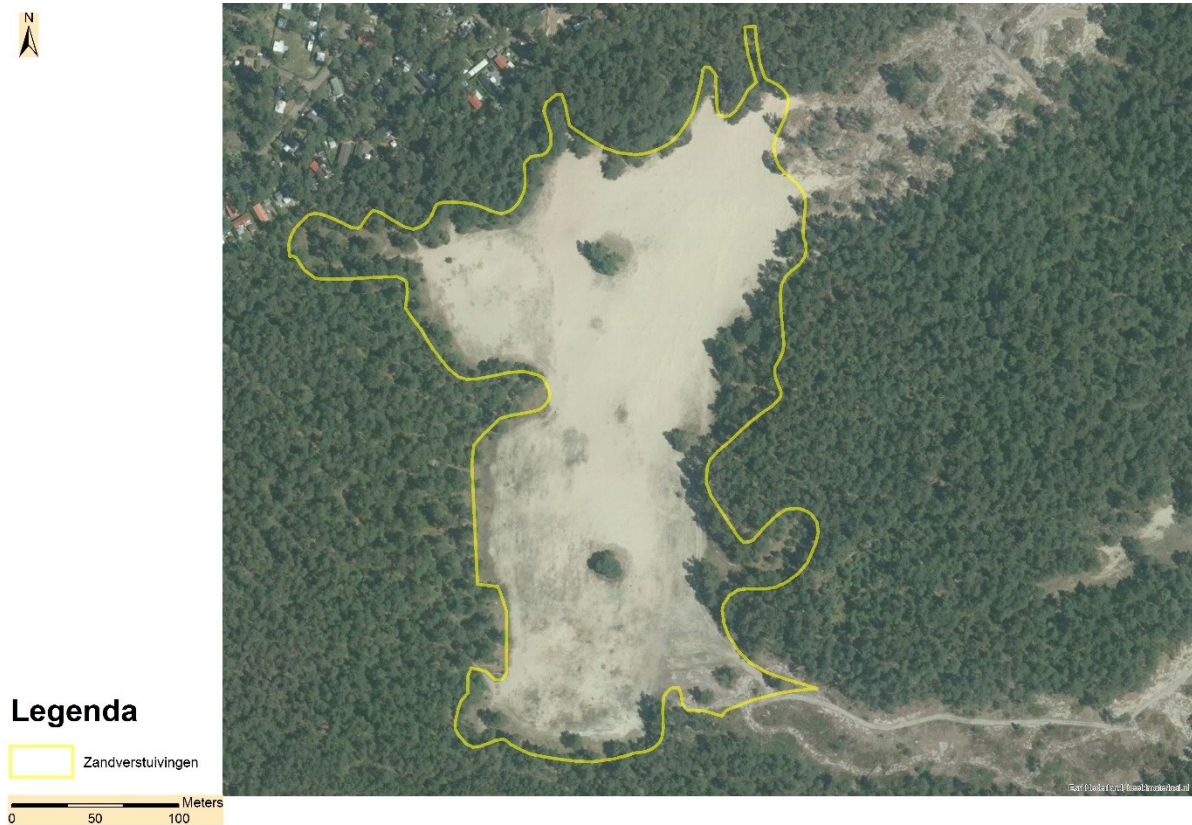


Rozendaalse Zand: Relief shaded kaart (Bron AHN2)



## 18. Vierhoutense Heide

Het stuifzandgebied is volledig omringd door bos waardoor de windwerking beperkt is. Het stuifzand zelf betreft een open vlakte van 7 ha groot en is gelegen naast een recreatiepark. Door intensieve betreding bestaat een groot deel van het gebied uit kaal zand. Aan de noordoost zijde is er een scherpe overgang van kaal zand naar de bosrand. In het zuidwestelijk deel van het terrein is meer pioniervegetatie aanwezig. De kwaliteit is slecht tot matig te noemen.

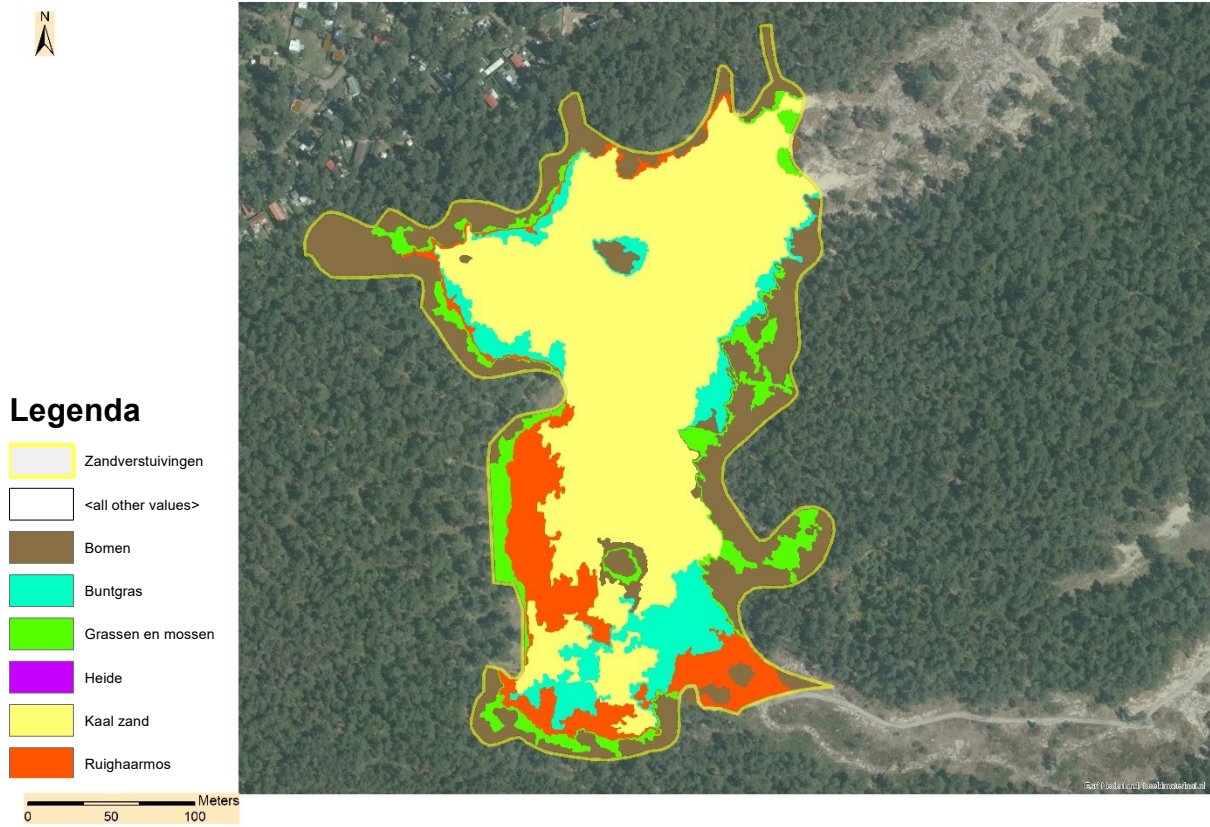


Vierhoutense Heide: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

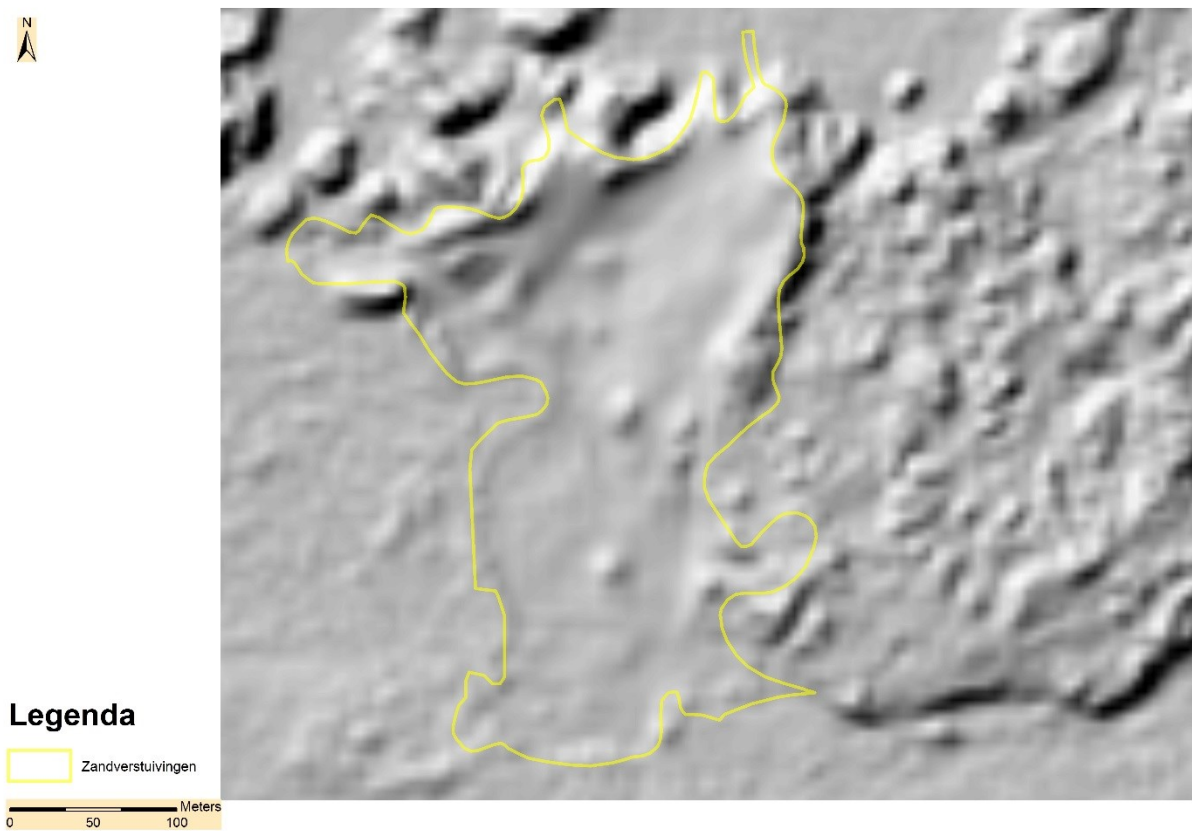
Vierhoutense Heide: Verhouding vegetatie typen, 2017

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	51
2	Buntgras	9
3	Ruig haarmos	11
4	Mossen grassen	7
5	Heide	0
6	Bomen	21





Vierhoutense Heide: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



Vierhoutense Heide: Relief shaded kaart (Bron AHN2)

## 19. Gerritsflesch

Gerritsflesch bestaat uit een aantal stuifzandgebiedjes die grenzen aan de Noordoost zijde van het Harskampse Zand. De gebieden zijn deels omsloten door bos waardoor de wind werking niet optimaal is . Volgens de beheerder blijft het gebied goed open zonder al te veel beheer te moeten plegen. De kwaliteit is matig te noemen.

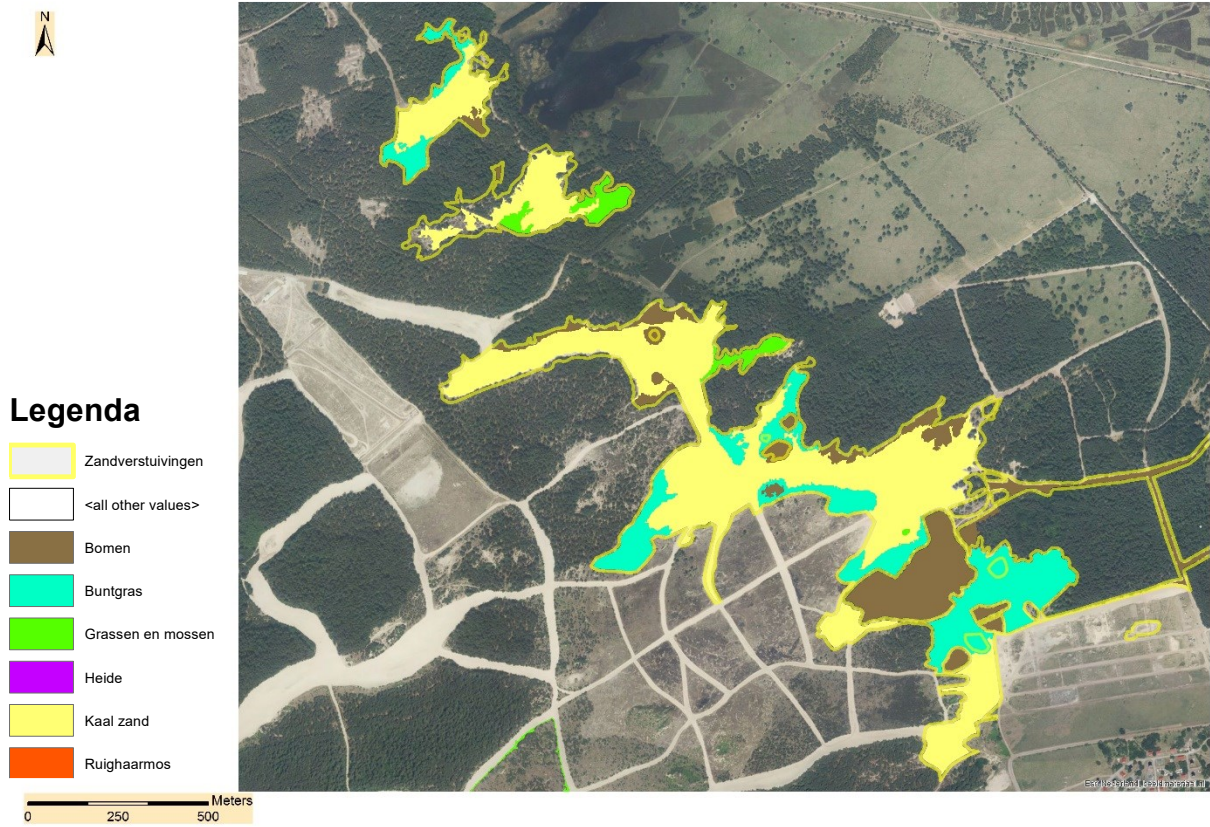


Gerritsflesch: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

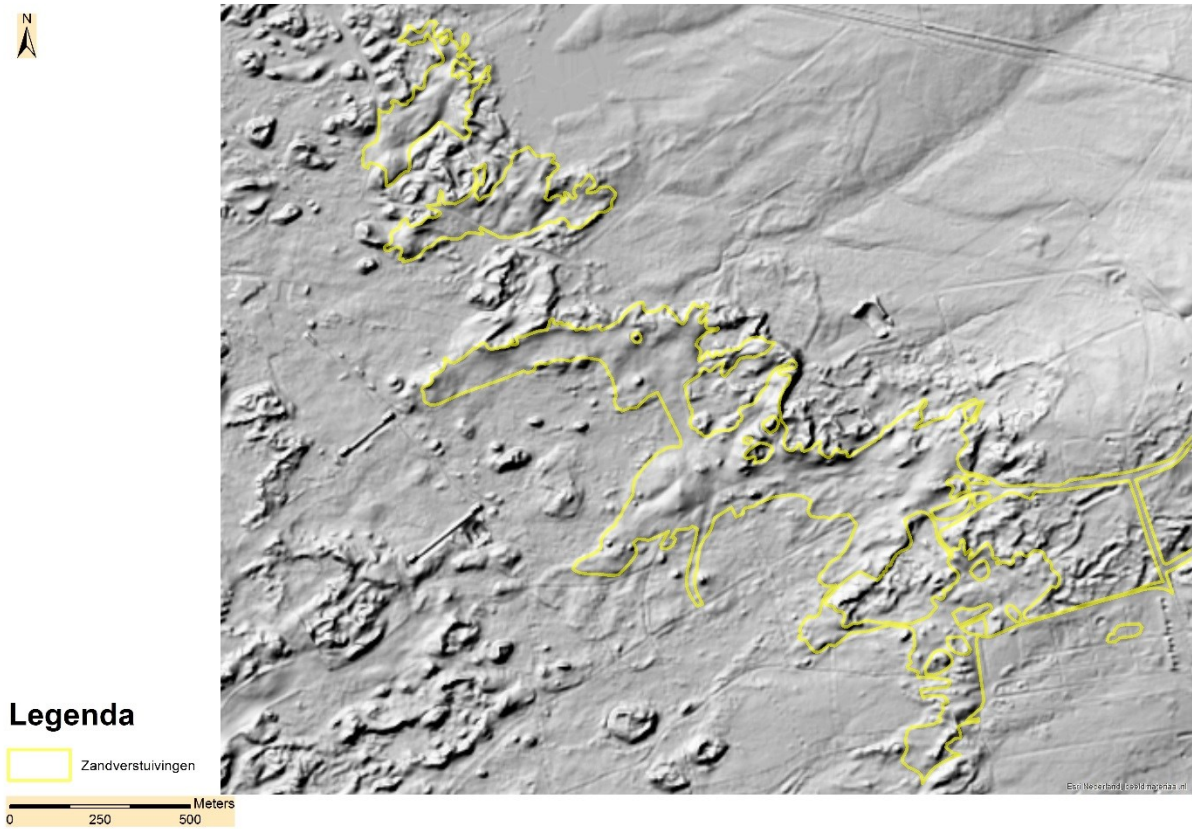
Gerritsflesch: Verhouding vegetatie typen, 2017

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	58
2	Buntgras	20
3	Ruig haarmos	0
4	Mossen grassen	3
5	Heide	0
6	Bomen	18





Gerritsflesch: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



Gerritsflesch: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)



## 20. Mosselse Zand en Planken Wambuis



*Mosselse Zand: intensieve betreding zorgt dat het zand open blijft*

Het Mosselse Zand is een relatief kleine zandverstuiving. Het terrein is opgedeeld in twee delen: een deel waar recreanten vrij rond mogen lopen en een afgerasterd deel. Door de hoge recreatie druk is het aandeel kaal zand in het vrij toegankelijke deel relatief groot en zijn er scherpe overgangen met de volledig begroeide delen. Delen van het terrein zijn volledig vergrast. Hierin zijn in 2013 een aantal kleine stuifplekken gemaakt. In dit deel is de kwaliteit redelijk tot goed te noemen.

In het afgerasterde deel is het aandeel kaal zand geleidelijk aan het dichtgroeien. Hier zien we het beginstadia van de vastlegging waarbij Ruig haarmos afwisselend voorkomt met Stuifzandkorrelloof. Hier en daar is Grijs kronkelsteeltje aanwezig in combinatie met korstmossen. Hoewel het aantal stuifplekken beperkt is, is de kwaliteit hoog te noemen.

Het beheer bestaat voornamelijk uit het verwijderen van opslag van Grove den en Amerikaanse vogelkers. In 2013 is er een herstelproject uitgevoerd waarbij bos is gekapt en delen zijn afgeplagd waarbij onder meer nieuwe kleine stuifplekken zijn gecreëerd in het sterk vergraste deel van het terrein.

De kwaliteit is goed in stand te houden door naast het periodieke verwijderen van opslag ook cyclisch beheer toe te passen waarbij steeds op een andere plek kleine nieuwe stukjes kaal zand worden gecreëerd van waaruit de successie weer opnieuw kan beginnen. Het kale zand kan worden gemaakt op plekken met bos of plekken waar Grijs kronkelsteeltje dominant is.

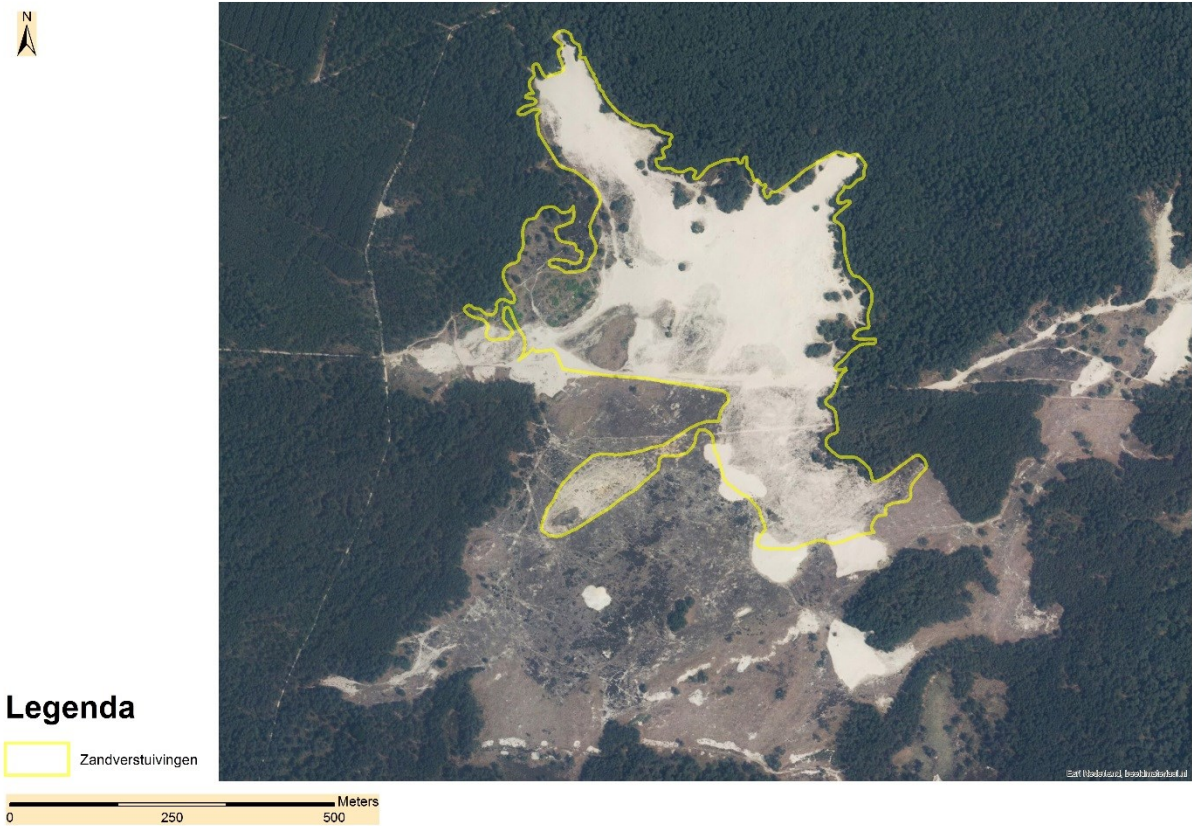
*Mosselse Zand: Verhouding vegetatie typen, 2017*

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	44
2	Buntgras	20
3	Ruig haarmos	5
4	Mossen grassen	21
5	Heide	0
6	Bomen	11



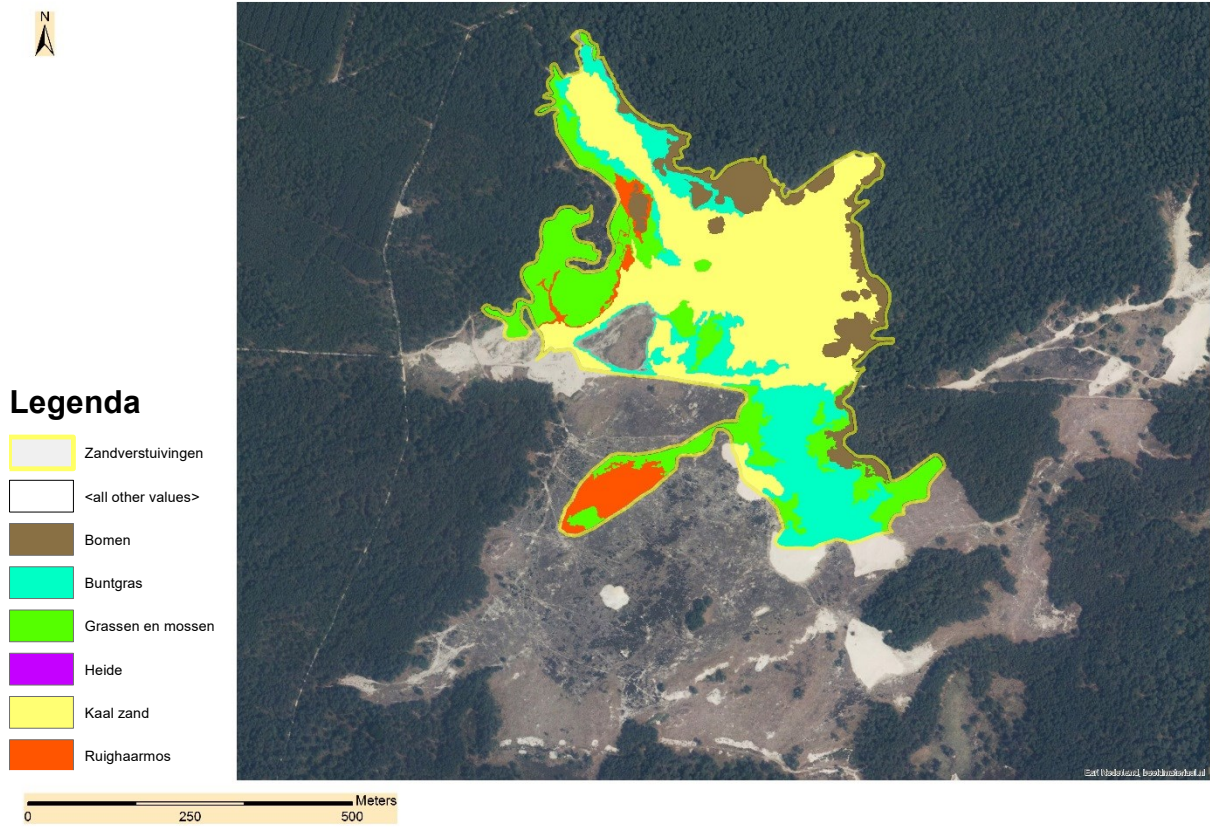


Stuifzandkorrelloof is volop aanwezig op het Mosselse zand. Inzet: Stuifzandkorrelloof houdt stand terwijl het zand eromheen weg erodeert, waardoor ze kleine kegeltjes vormen (pedestal)

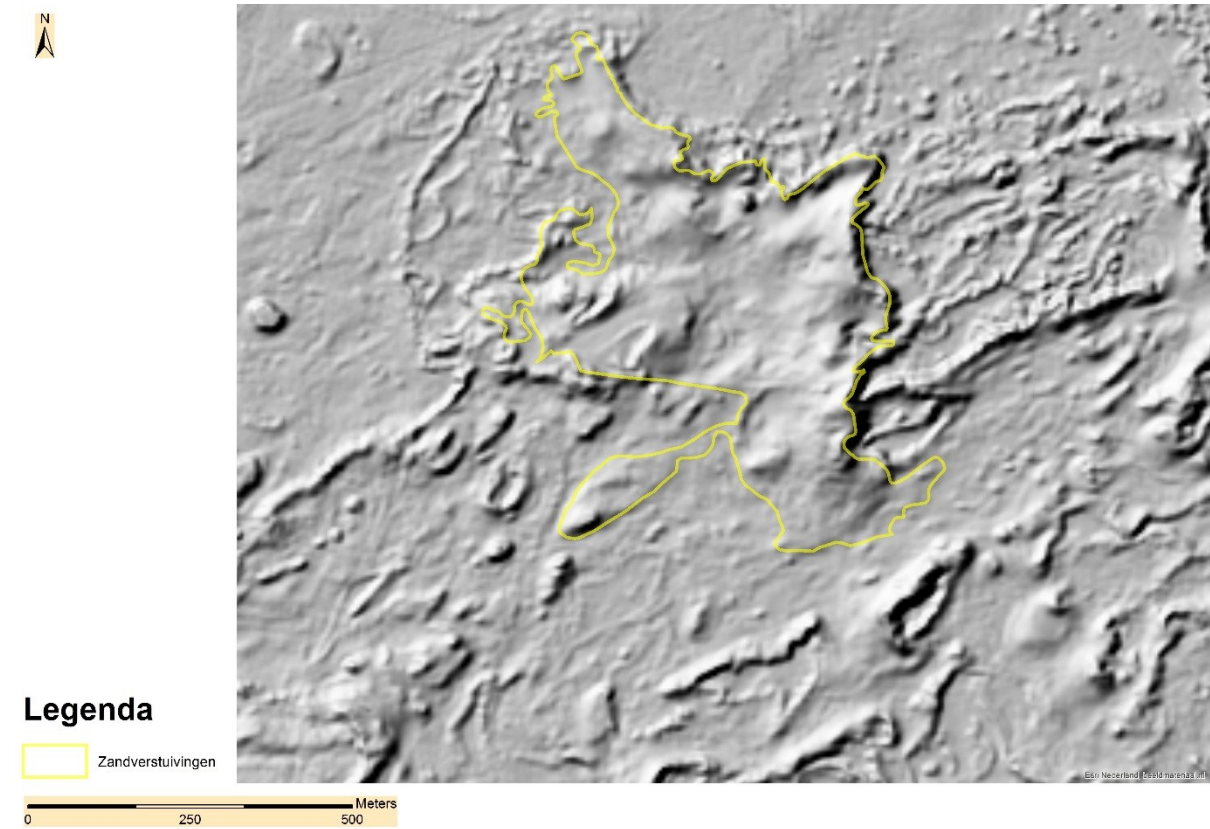


Mosselse Zand: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)





Mosselse Zand: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



Mosselse Zand: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)



## Planken Wambuis



*Stuifzand gebied binnen De Planken Wambuis, April 2018*

Ten zuiden van het Mosselse Zand ligt binnen de Planken Wambuis een open terrein met een aantal stuifzandplekken. Dit gebied staat niet op de habitatkaart van de Provincie maar is toch de moeite waard om hier te vermelden. Het terrein is vrij vlak en is in 2013 deels afgeplagd zodat er weer kleine stuifplekken zijn die deels al weer dicht gegroeid zijn met Buntgras en Ruig haarmos. De vegetatie in de rest van het terrein bestaat uit Grijs kronkelsteeltje en gras en stuifzand heide. Vanwege de beperkte dynamiek en de beperkte aanwezigheid van kenmerkende pioniervegetatie is de kwaliteit nu nog matig te noemen. Met cyclisch beheer zou de balans tussen kaal zand en de pioniervegetatie en daarmee de kwaliteit, op termijn sterk kunnen verbeteren.

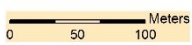
*Planken Wambuis: Verhouding vegetatie typen, 2017*

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	8
2	Buntgras	2
3	Ruig haarmos	1
4	Mossen grassen	64
5	Heide	17
6	Bomen	8

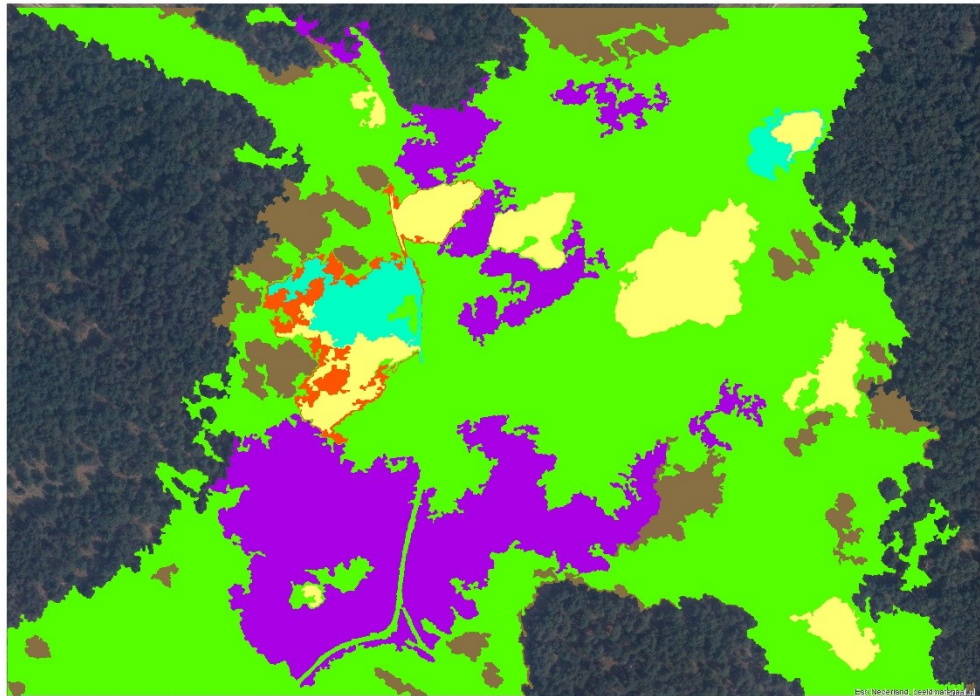


### Legenda

 Zandverstuivingen


 Meters  
0 50 100

Planken Wambuis: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)




### Legenda

 Zandverstuivingen

 <all other values>

 Bomen

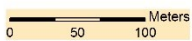
 Buntgras

 Grassen en mossen

 Heide

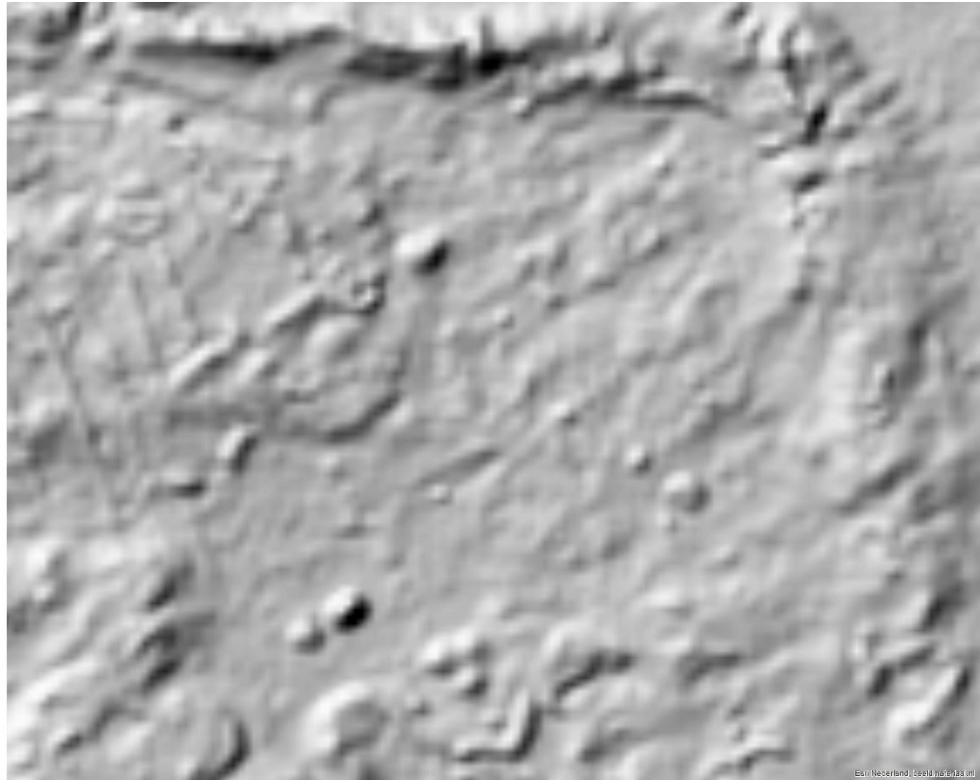
 Kaal zand

 Ruighaarmos

 Meters  
0 50 100

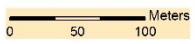
Planken Wambuis: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)





**Legenda**

 Zandverstuivingen

 Meters  
0 50 100

*Planken Wambuis: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)*



21. *Otterlose Zand Zie 7*

## 22. De Zoom / De Haere



*De Haere: Hogere duinen liggen aan de bosrand van het gebied*



*De Haere: uitgestoven laagte met kopjesduinen*

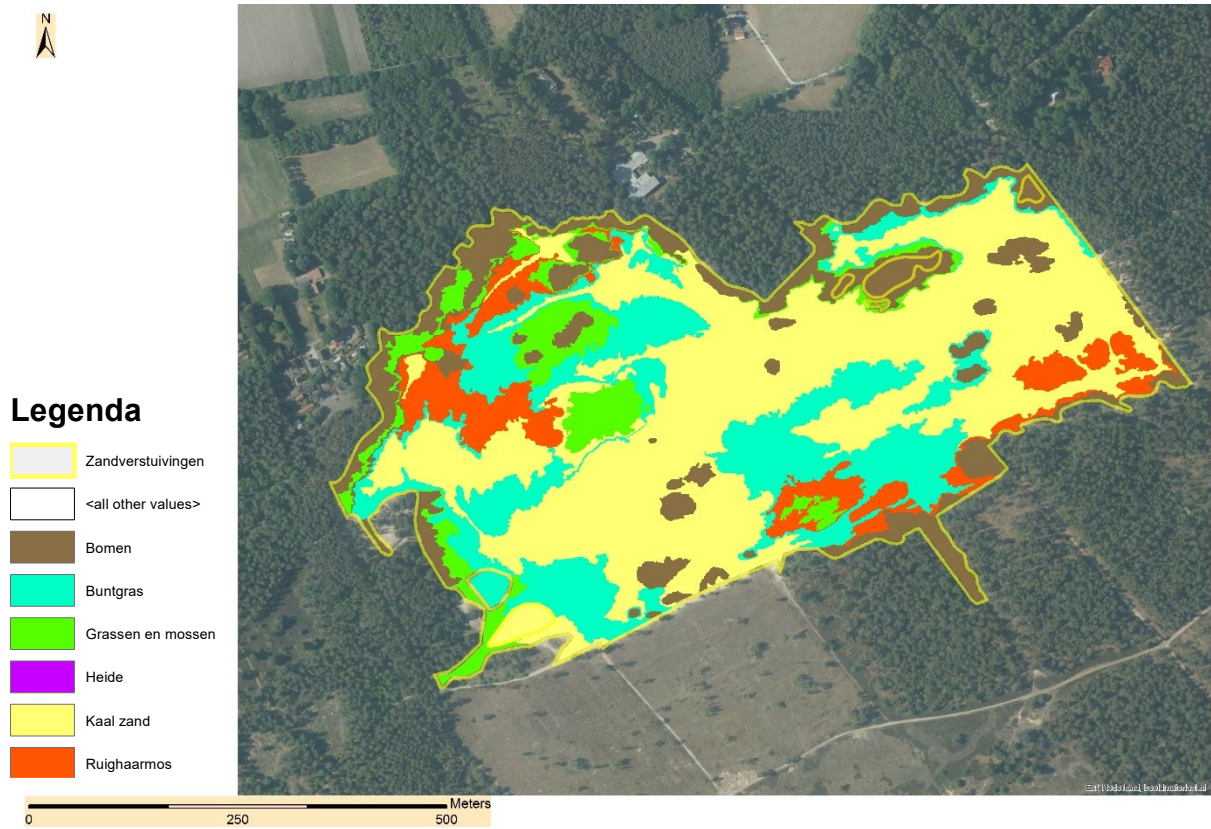
De Haere ten zuidwesten van 't Harde, is een zandverstuiving gelegen in de keten van stuifcellen in Noord Veluwe. In 2011 is herstelbeheer uitgevoerd waarbij bos gekapt is en de bodem afgeplagd. De zandverstuiving wordt gekenmerkt door afwisselend open zand en plekken met begroeide kopjes duinen met Buntgras en/of Zandzegge en niet afgeplagde plekken met karakteristieke vliegdenen. In het centrale lager gelegen deel is veel grof zand en fijn grind aan het oppervlak wat er mogelijk op wijst dat het gebied al ver uitgestoven is en de voorraad verstuifbaar zand beperkt wordt. Het lukt op die plekken niet meer om met plaggen verstuiving te realiseren.

Langs de randen is Grijs kronkelsteeltje aanwezig. Het gebied wordt zichtbaar veel belopen, wat er voor zorgt dat vegetatie op de intensief bewandelde routes open blijft. Door het ontbreken van een verdere ontwikkeling naar Ruig haarmos en korstmosrijke vegetatie is de kwaliteit nu nog matig. Wanneer de successie ruimte krijgt kan de kwaliteit mogelijk verder toenemen.





De Haere: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

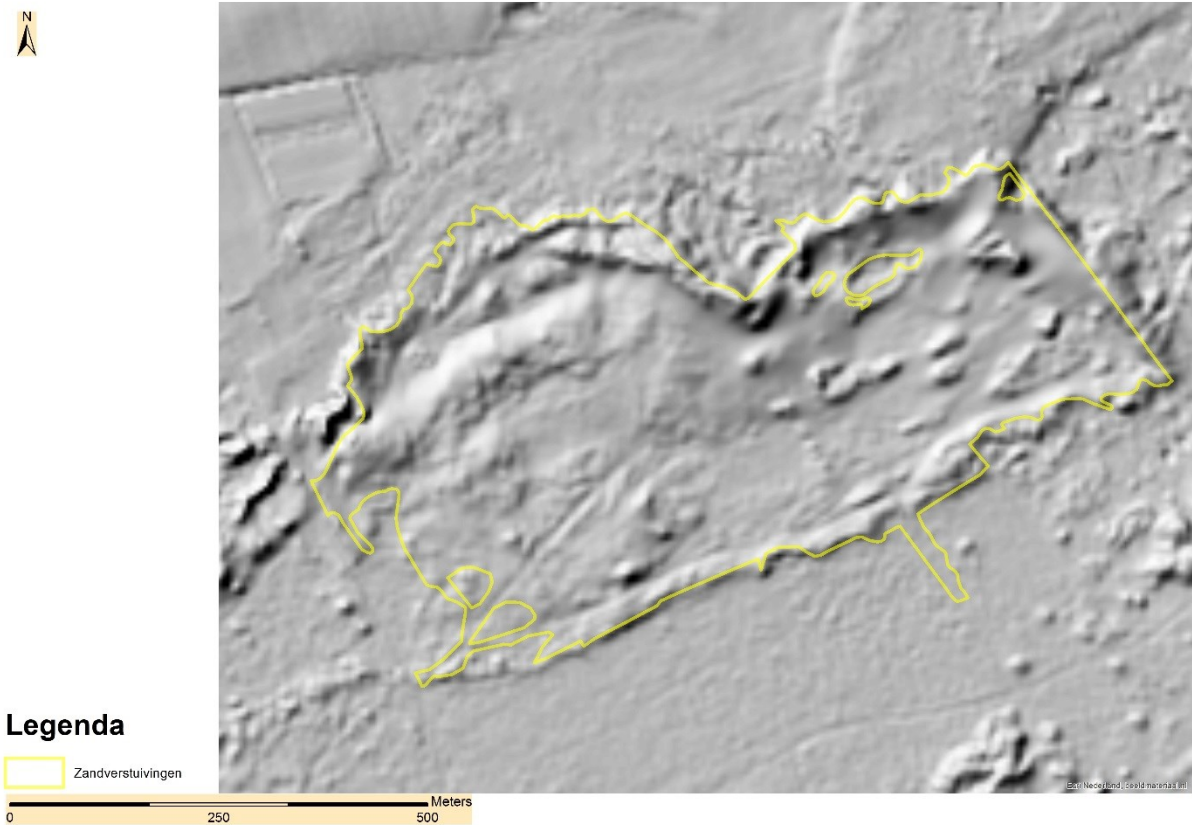


De Haere: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



De Haere: Verhouding vegetatie typen, 2017

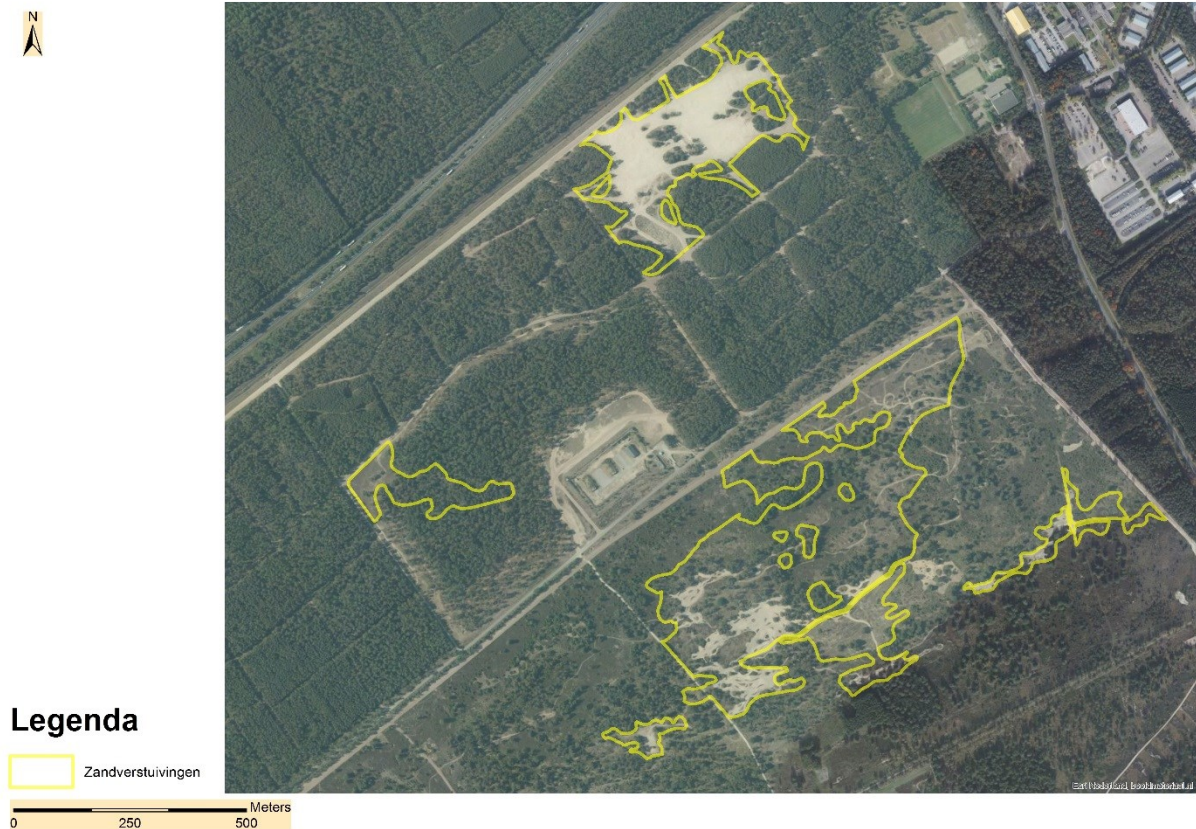
Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	47
2	Buntgras	21
3	Ruig haarmos	9
4	Mossen grassen	8
5	Heide	0
6	Bomen	15



De Haere: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)

## 23. ASK

Binnen het militair oefen terrein liggen volgens de habitatkaart een aantal zandverstuivingen. Het noordelijkste terrein wordt intensief bereiden en bestaat grotendeels uit kaal zand. Het westelijk terrein blijkt geen zandverstuiving. Het zuidoostelijk terrein is grotendeels begroeid met mossen en grassen. De kwaliteit is derhalve slecht tot matig te noemen.

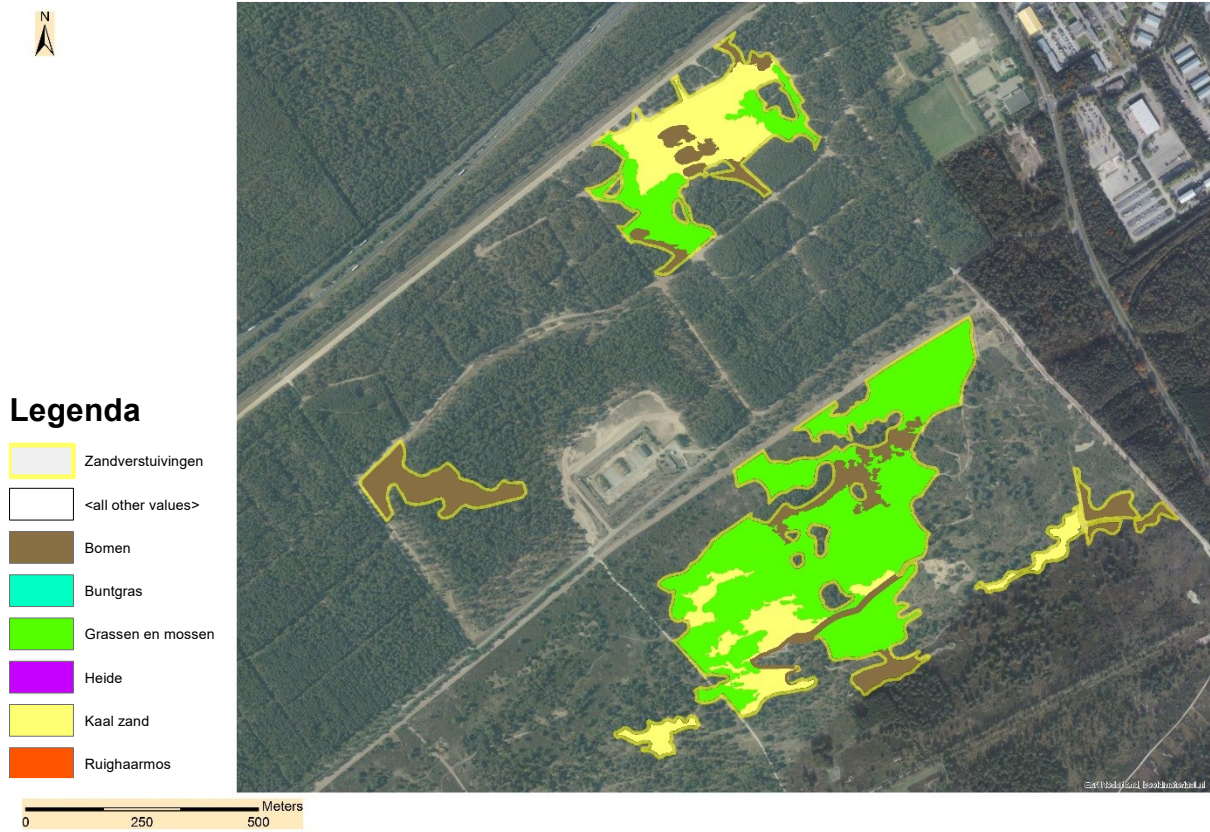


ASK: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

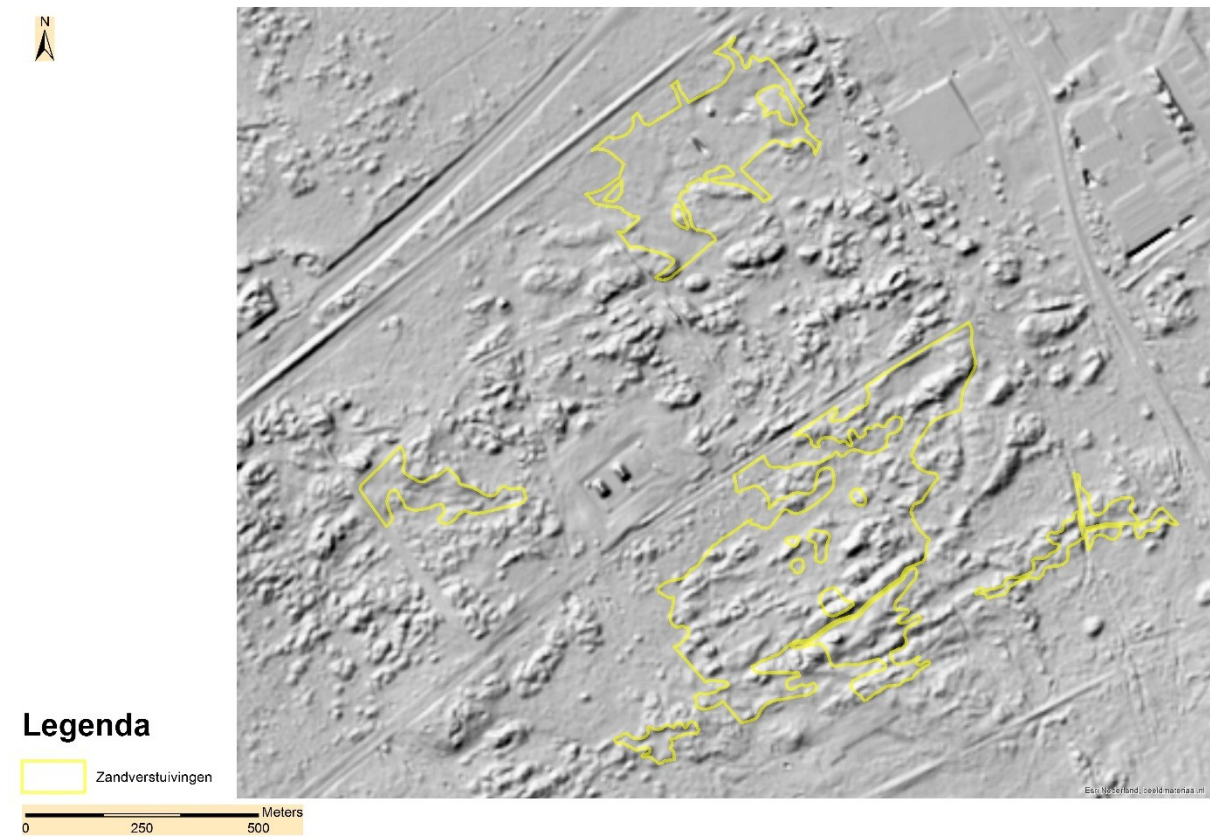
ASK: Verhouding vegetatie typen, 2017

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	22
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	59
5	Heide	0
6	Bomen	19





ASK: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



ASK: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)



## 24. Kootwijkerzand



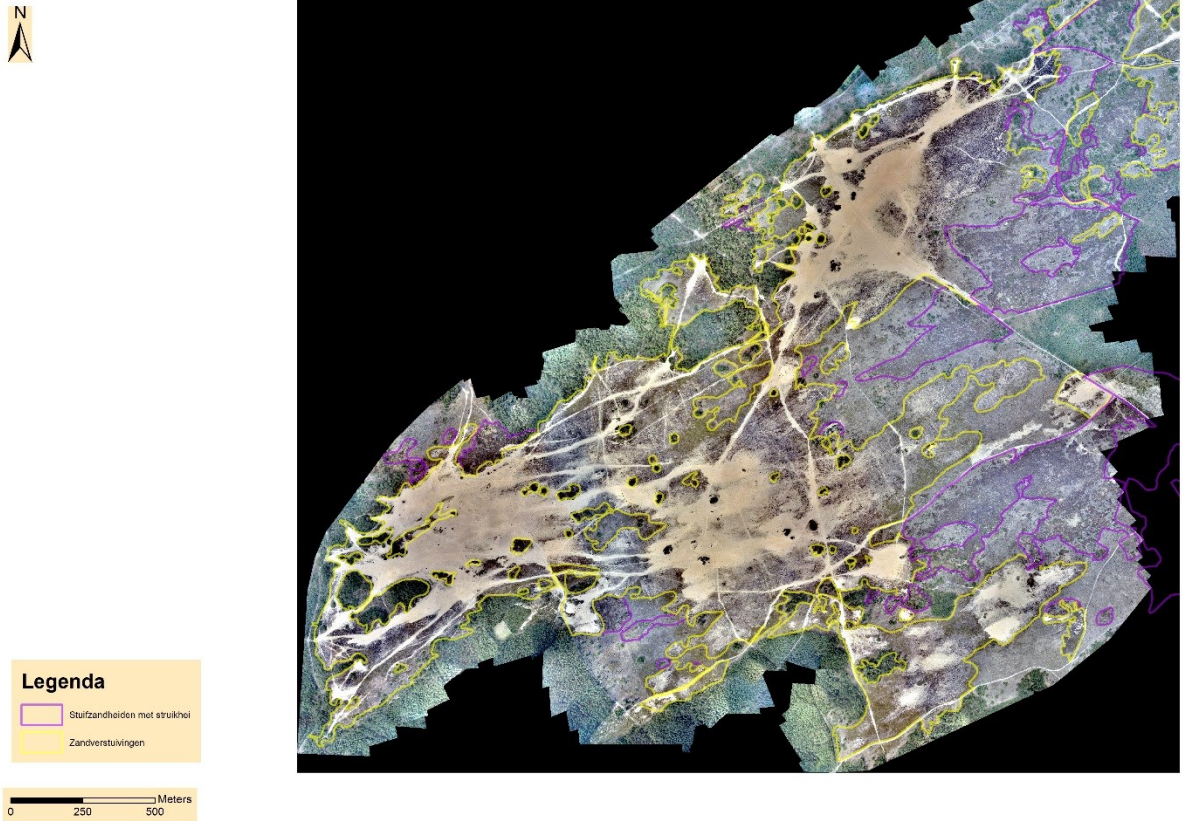
Het Kootwijkerzand is in het afgelopen decennia verder dichtgegroeid met Ruig haarmos en Grijs kronkelsteeltje

Het Kootwijkerzand is een gevarieerd stuifzandgebied waar alle stuifzand Vegetatiestructuurtypen in ruime mate aanwezig zijn. Het centrale deel van het Kootwijkerzand is echter in een stel tempo dicht aan het groeien met Ruig haarmos waarna het Grijs kronkelsteeltje het Ruig haarmos opvolgt. De uitbreiding van Grijs kronkelsteeltje vormt de belangrijkste reden van de achteruitgang van de kwaliteit van het Kootwijkerzand.

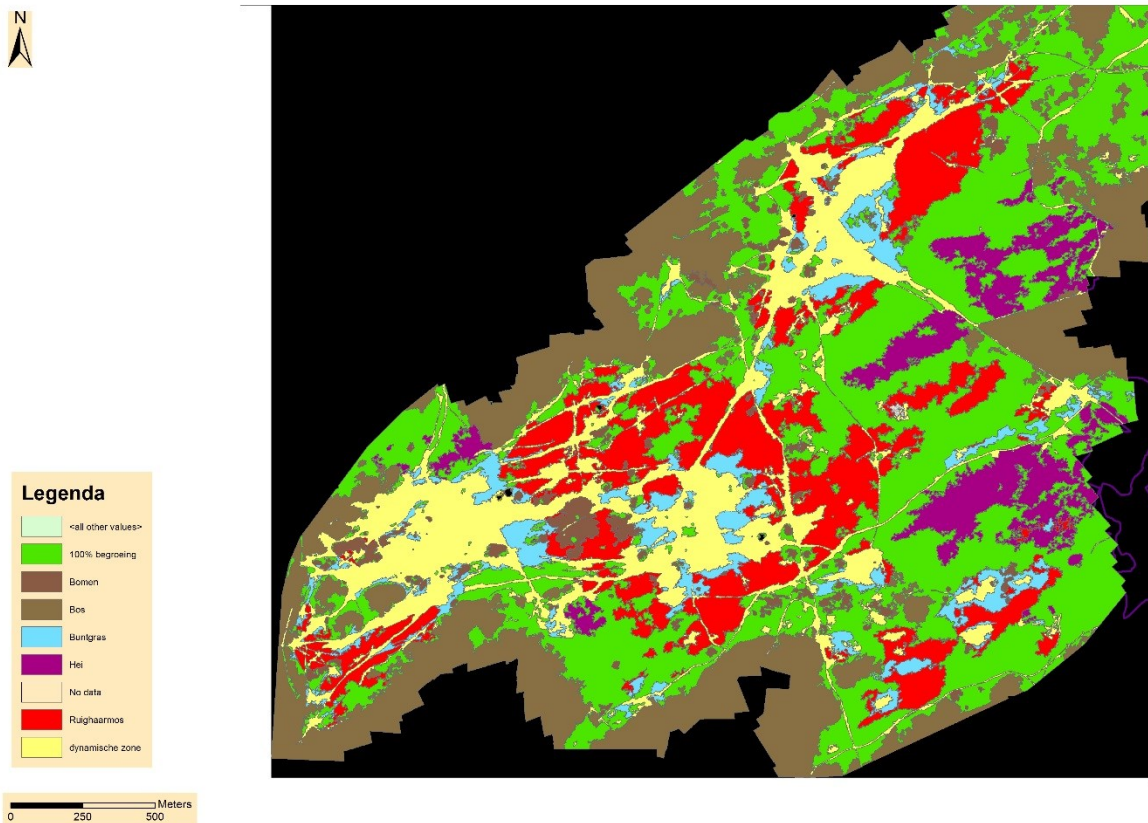
Het huidige beheer bestaat uit het op kleine schaal periodiek verwijderen van opslag en twee keer per jaar worden stuifplekken die met Buntgras dicht dreigen te groeien open gehouden door te frezen of eggen. Het huidige beheer wordt als onvoldoende ervaren om de kwaliteit van het stuifzand in stand te houden. Met name de snelheid waarmee het stuifzand dicht groeit en de mate waarin het Grijs kronkelsteeltje op het Kootwijkerzand aanwezig is, baart het beheer zorgen. De kwaliteit is nu nog redelijk te noemen en biedt nog ruimte voor verstuiving en bijzondere stuifzandsoorten zoals Kleine heivlinder en Stuifzandkorrelloof. De kwaliteit wordt echter wel sterk bedreigt door de snelheid waarmee het Kootwijkerzand dichtgroeit en Grijs kronkelsteeltje oprukt in het centrale deel.

Kootwijkerzand: Verhouding vegetatie typen, maart 2018

	Vegetatiestructuurtype	Bedekking (%)
1	Kaal zand	22
2	Buntgras	7
3	Ruig haarmos	21
4	Mossen grassen	48
5	Heide	<1
6	Bomen	3

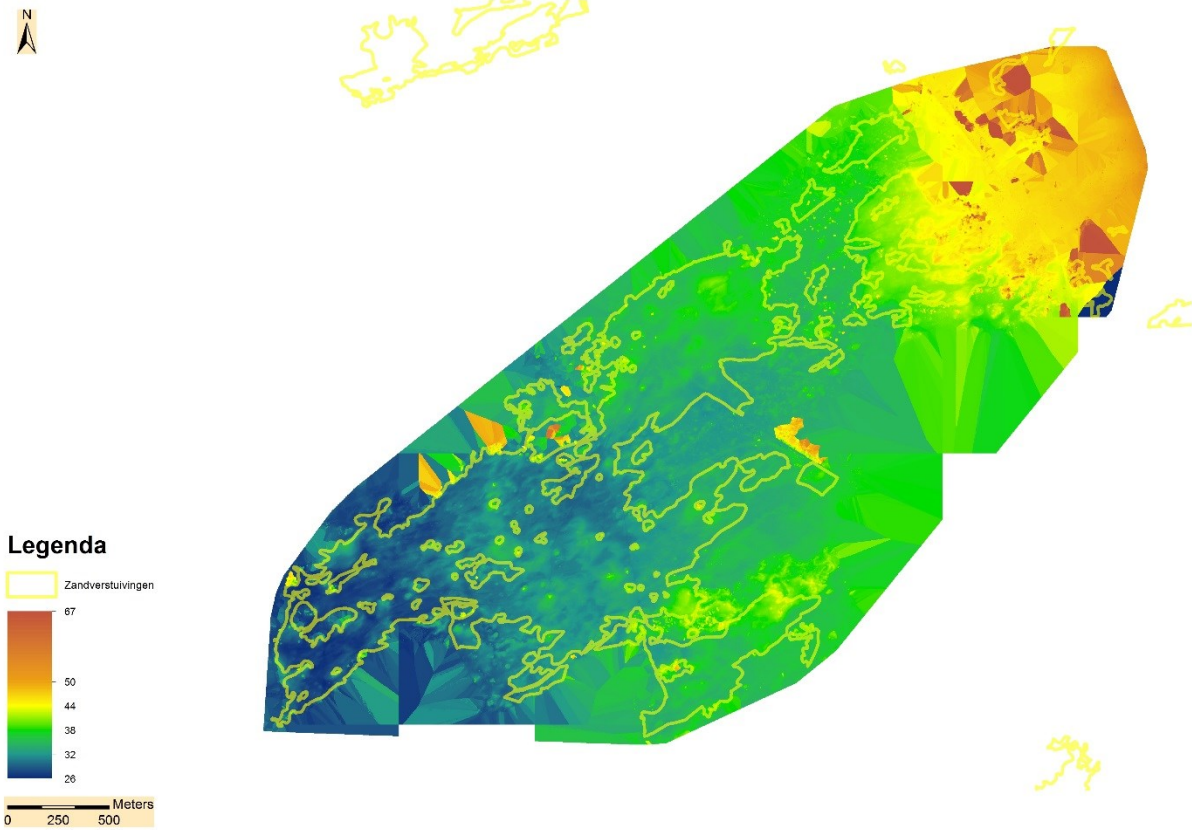


Kootwijkerzand: Luchtfoto met habitattypen, maart 2018

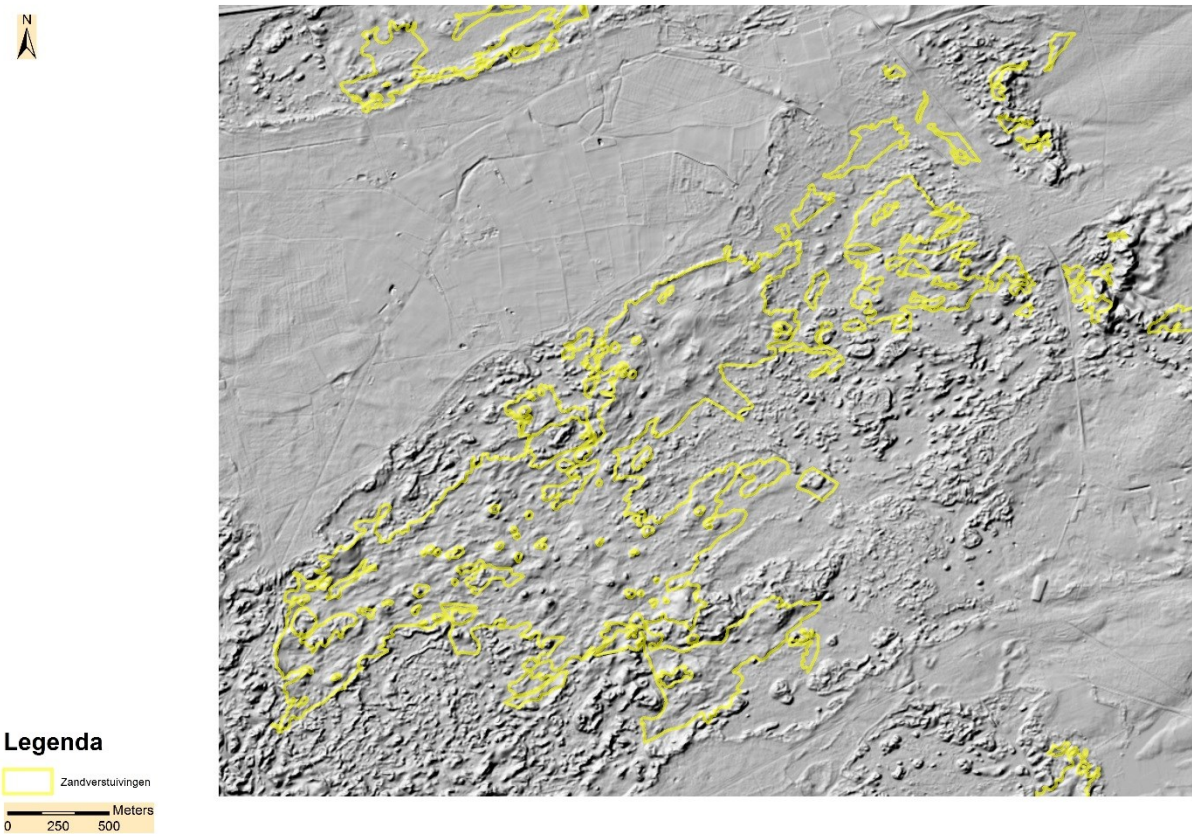


Kootwijkerzand: Vegetatiestructuurkaart, maart 2018





Kootwijkerzand: DTM maart 2018



Kootwijkerzand: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)



## 25. Oud Reemsterzand

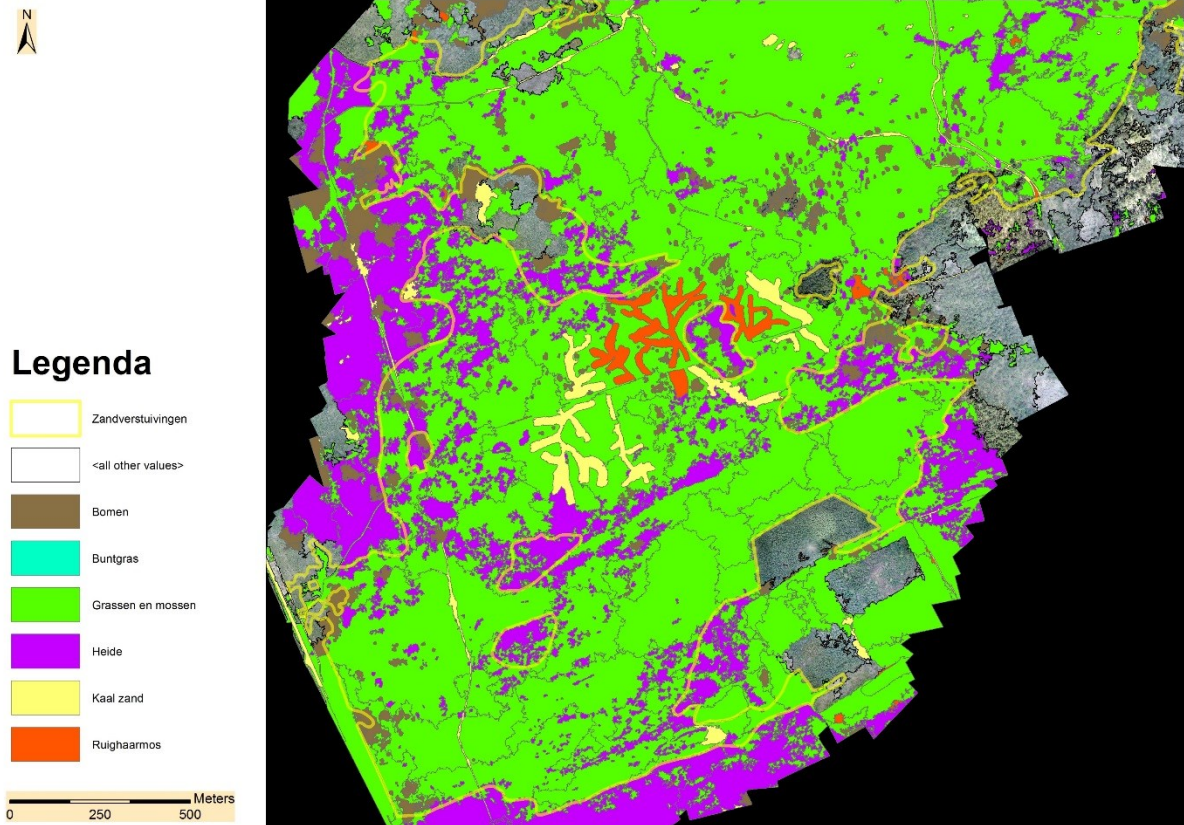
Het Oud Reemsterzand is een gebied met weinig reliëf waar de vegetatie voornamelijk bestaat uit Grijs kronkelsteeltje, korstmossen en grassen. Actieve verstuiving ontbreekt in deze gebieden volledig. Op de recentelijk gerealiseerde plagplek is wat kaal zand en Buntgras en Ruig haarmos te vinden. De kwaliteit van het stuifzand habitat is in deze gebieden derhalve slecht tot matig.



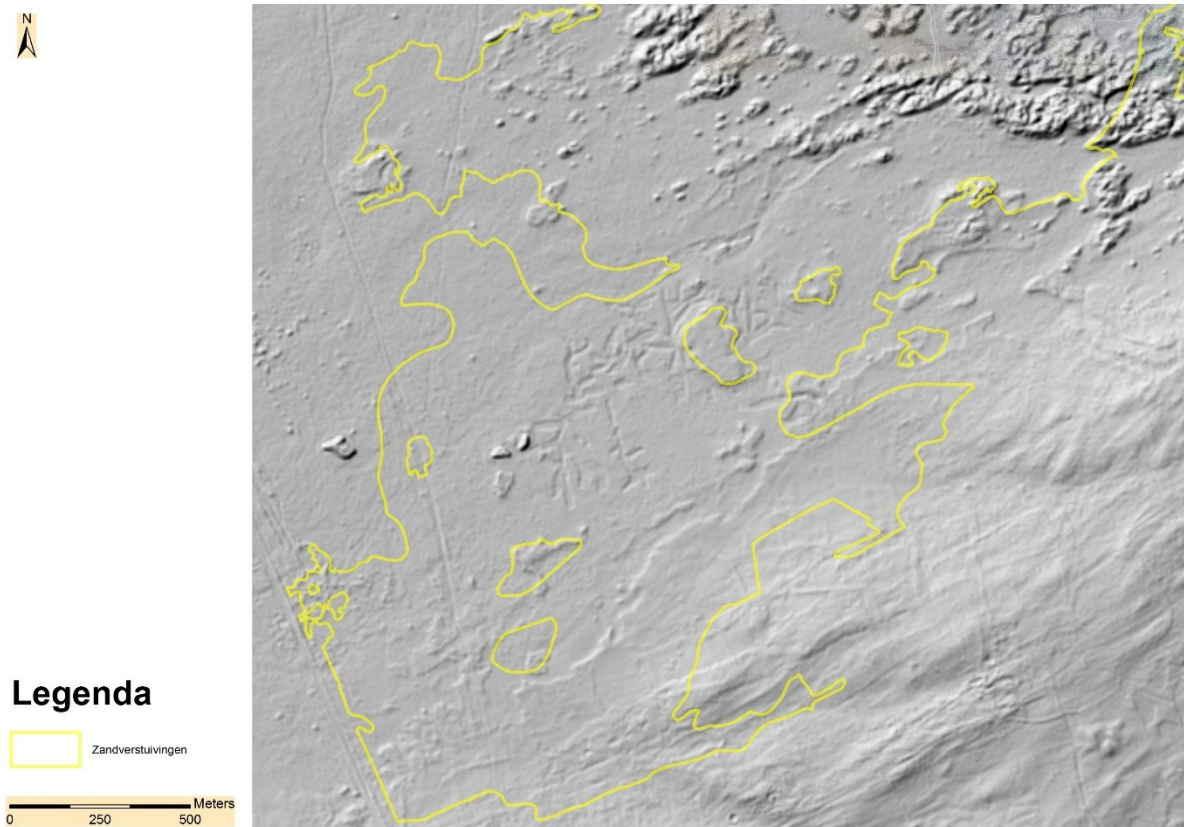
Oud-Reemsterzand: Luchtfoto, februari 2018

Oud-Reemsterzand: verhouding vegetatie typen

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	3
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	1
4	Mossen grassen	69
5	Heide	20
6	Bomen	7

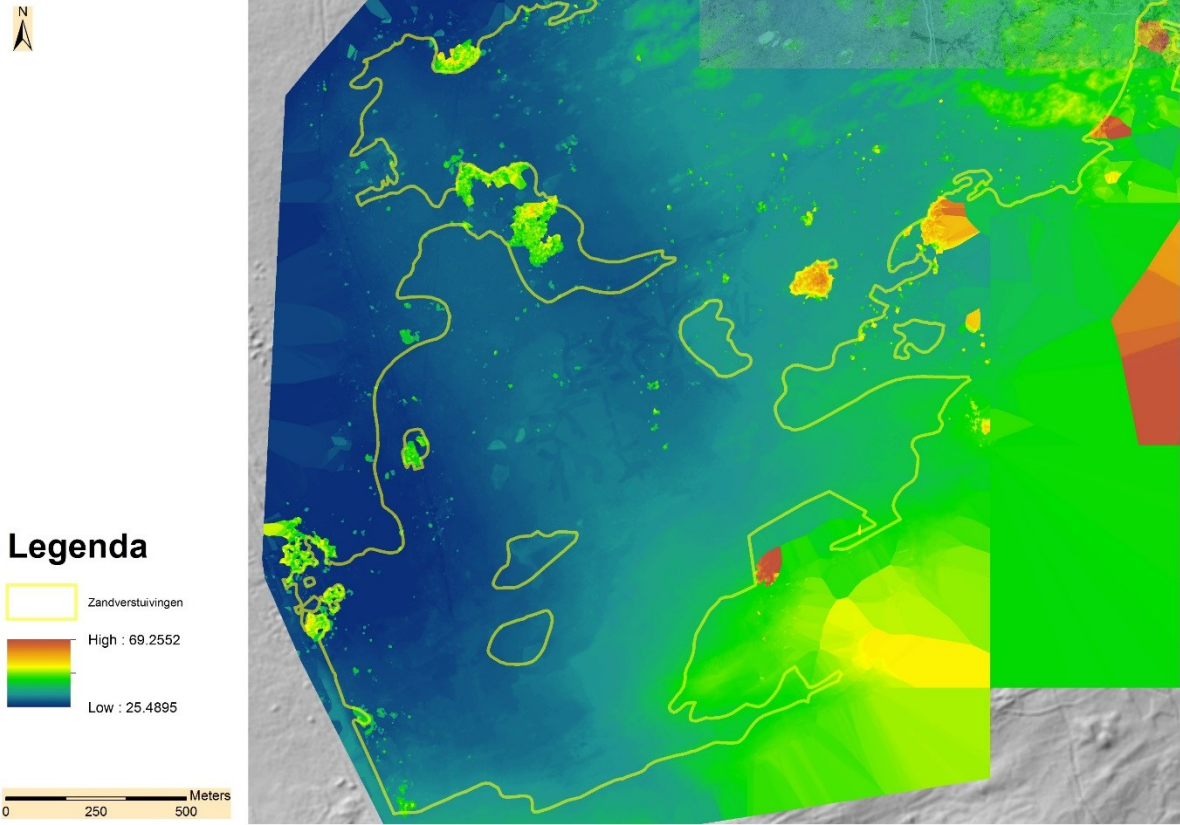


Oud-Reemsterzand: Vegetatiestructuurkaart, februari 2018



Oud-Reemsterzand: Reliëf shaded kaart (bron AHN2)





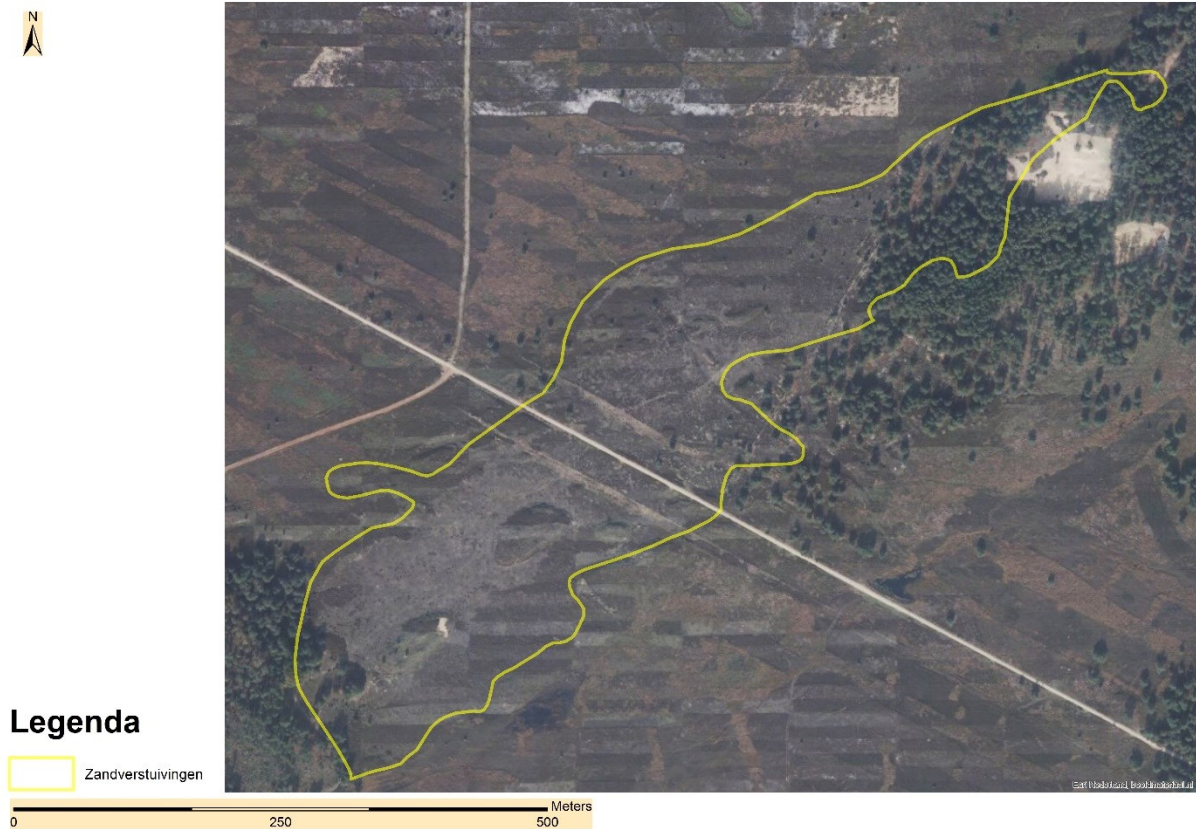
Oud- Reemsterzand: DTM februari 2018



26. *Hulshorsterzand West (zie 6)*

## 27. De Biezen Noord

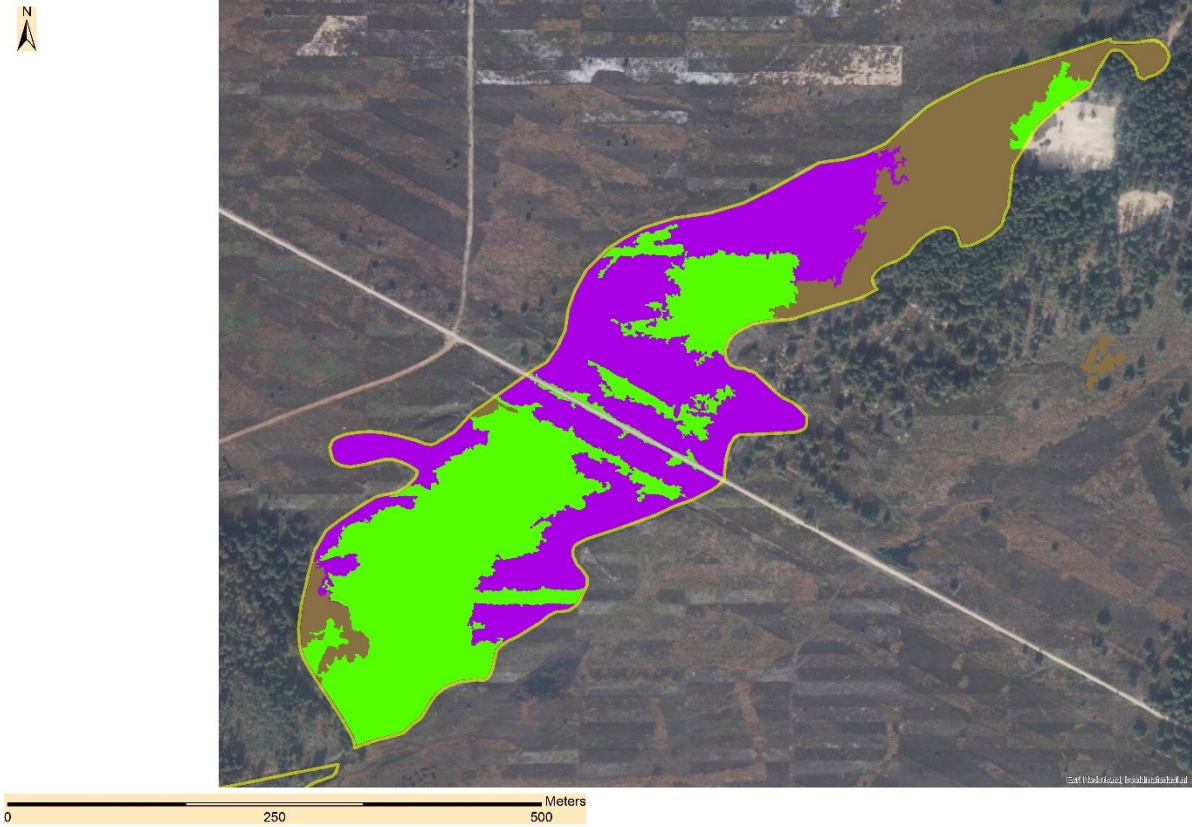
Bieze Noord blijkt op de luchtfoto van 2017 geen zandverstuiving te zijn. Op het AHN beeld lijkt het een oude plaglocatie die mogelijk ooit licht in verstuiving is geweest zonder daarbij een uitgesproken geomorfologische stuifzand celstructuur te hebben gevormd. Het terrein is vrijwel volledig bedekt met vegetatie, vermoedelijk grassen en heide met in het noordoosten bos. In het bos liggen twee kale plekken. De kwaliteit is gering.



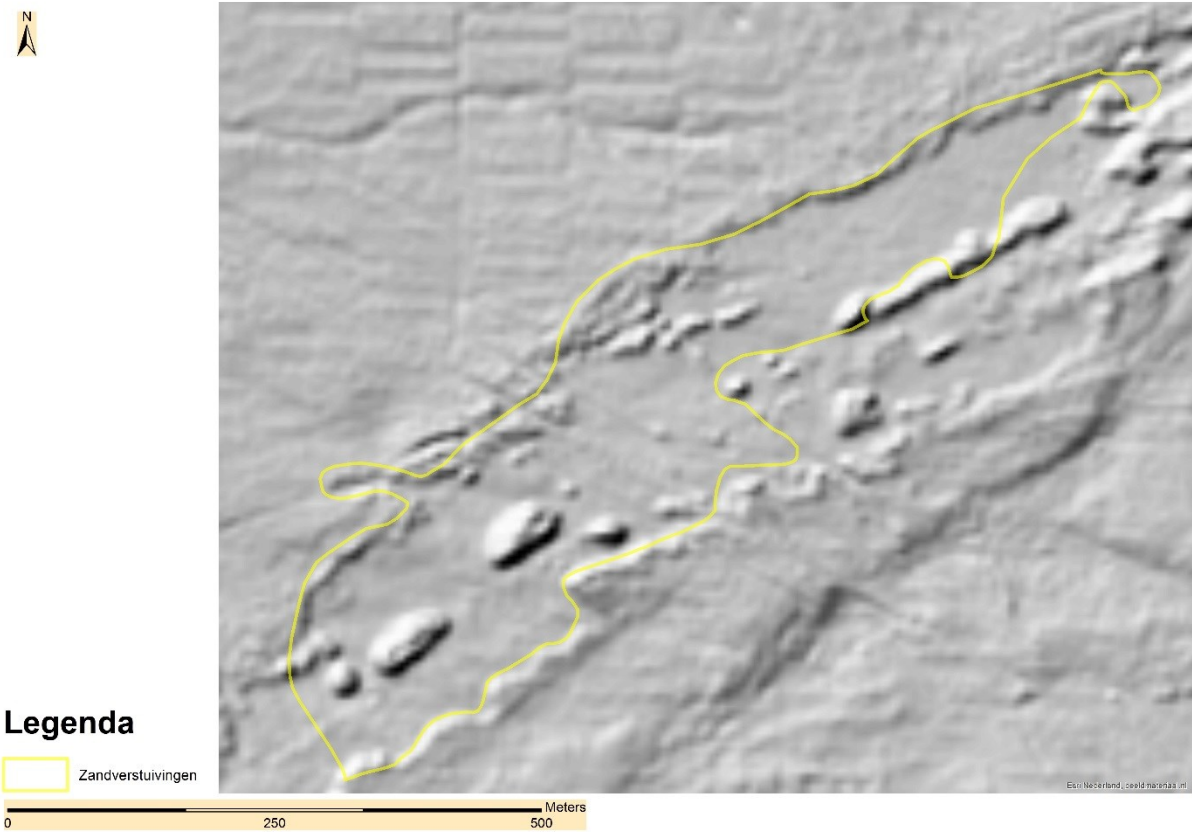
Bieze Noord: Luchtfoto 2017, (bron: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)

Bieze Noord: verhouding vegetatie typen

Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	<1
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	<1
4	Mossen grassen	42
5	Heide	40
6	Bomen	19



Bieze Noord: Vegetatiestructuurkaart 2017, (Luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl)



Bieze Noord: Reliëf shaded kaart (Bron AHN2)



## 28. Otterlose bos

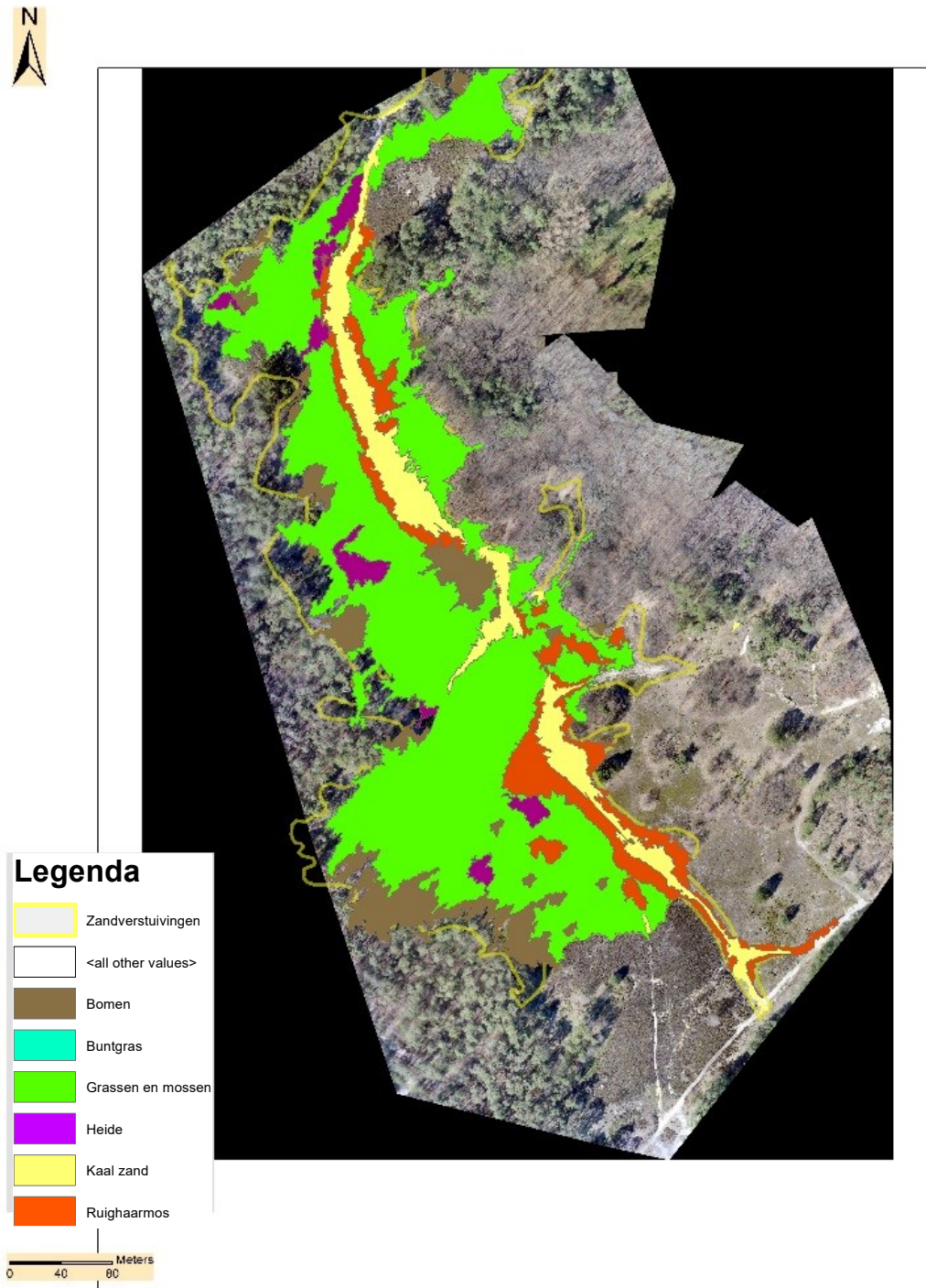
Het stuifzand in het Otterlose bos ligt in het Nationaal Park De Hoge Veluwe. Naast het Otterlose bos ten zuid westen van het Otterlose zand ligt een smalle zandverstuiving van 11,5 ha ingeklemd tussen de N310 aan de westzijde en het Otterlose bos aan de oostzijde. Het gebied maakt deel uit van een groter stuifzand complex en ligt in de oostelijke depositie zone van de stuifzandcel. Het gebied bestaat uit een breed zandpad wat door betreding opgehouden wordt. De overgang tussen het kale zand en 100% vegetatie bedekking met Grijs kronkelsteeltje is erg scherp. Open buntgras en Ruig haarmos zijn minimaal aanwezig. Door het ontbreken van deze pionier soorten is de kwaliteit van deze zandverstuiving matig.



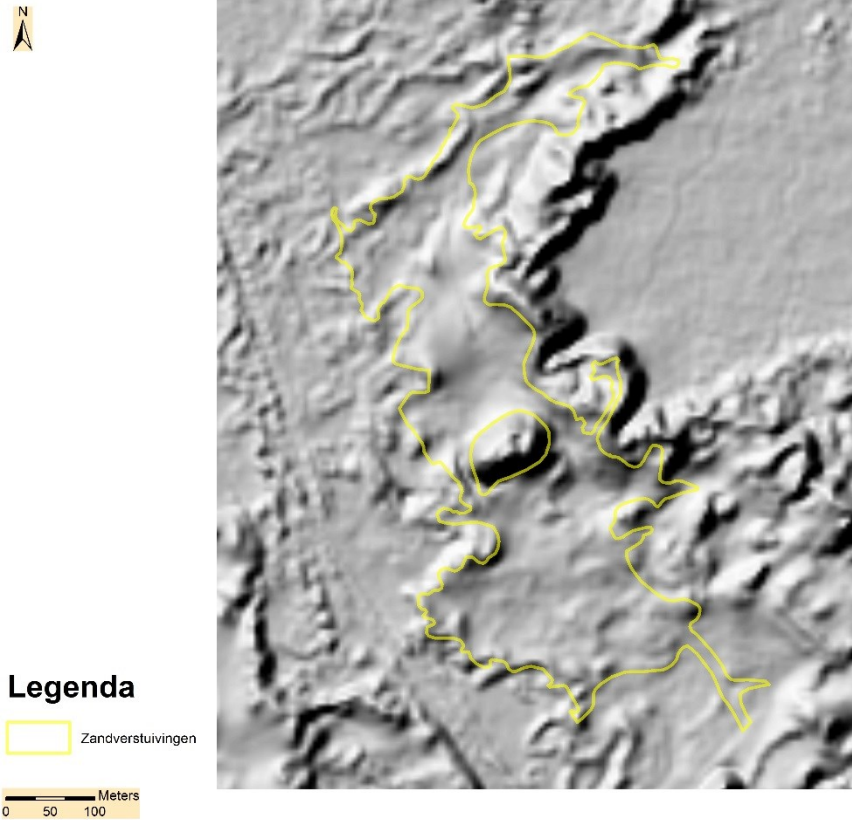
Otterlose bos: Luchtfoto, februari 2018

Het Otterlose bos: verhouding vegetatie typen

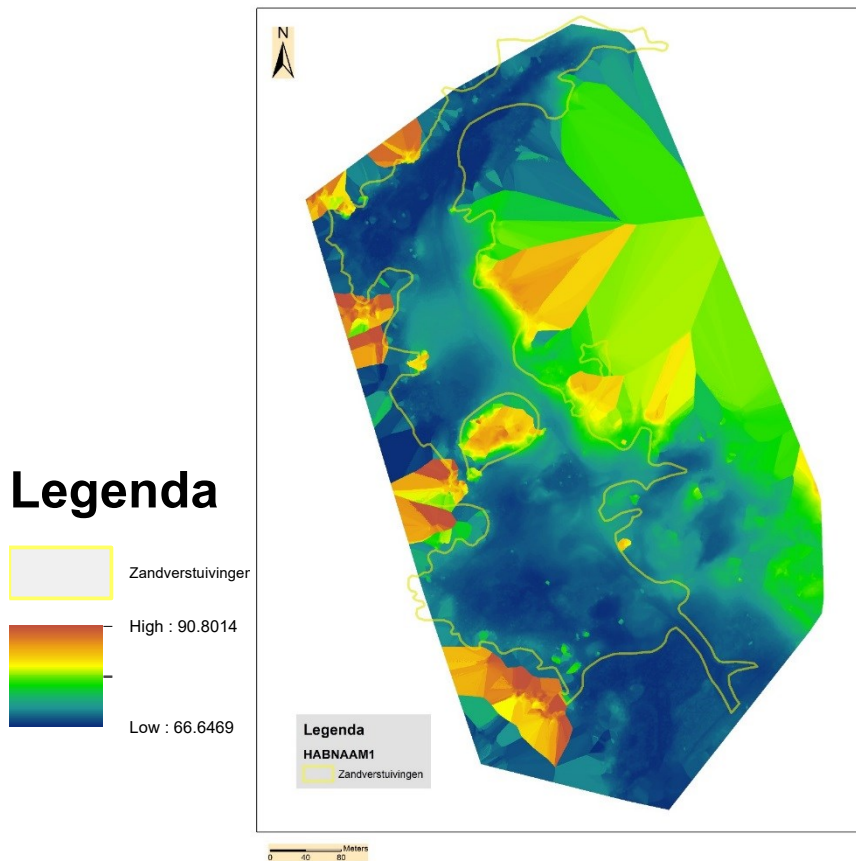
Vegetatiestructuurtype		Bedekking (%)
1	Kaal zand	9
2	Buntgras	<1
3	Ruig haarmos	9
4	Mossen grassen	71
5	Heide	4
6	Bomen	7



Otterlose bos: Vegetatie structuurkaart, februari 2018



Otterlose bos: Reliëf shaded kaart (bron AHN2)

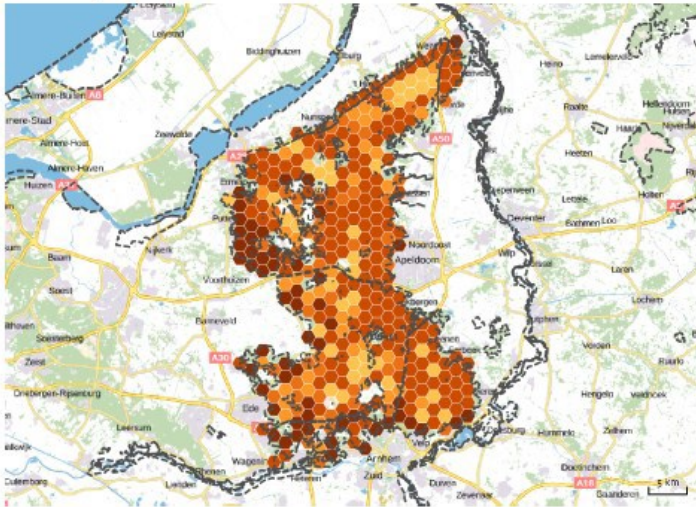


Otterlose bos: DTM, februari 2018



## Bijlage B: Stikstofdepositie

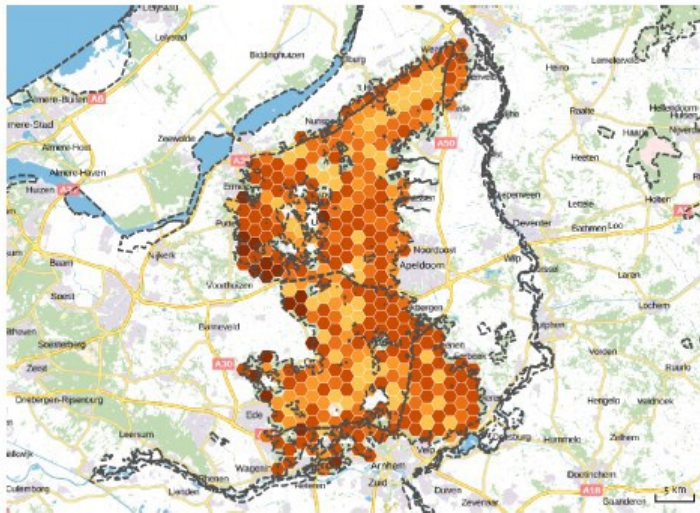
Referentiejaar (2014)



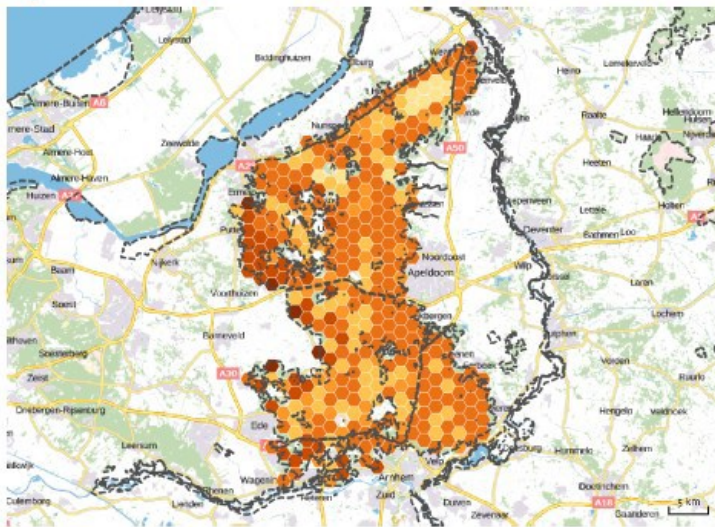
Depositie in mol/ha/j  
tussen haakjes aantal hectares



2020



2030



Depositie in mol/ha/j  
tussen haakjes aantal hectares

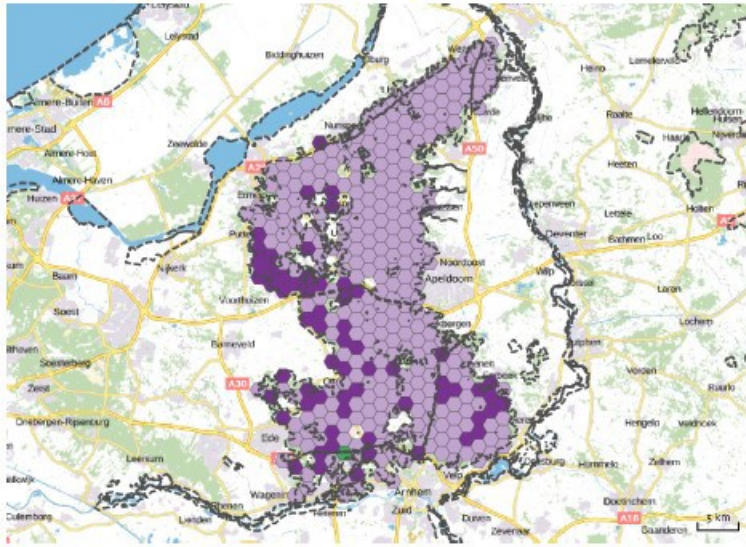


● 256 ha

Figuur De ruimtelijke verdeling voor de totale depositie en de verdeling voor de jaren 2014, 2020 en 2030 AERIUS M16L (Bron: (PAS gebiedsanalyse 057 Veluwe, versie 15-12-2017)

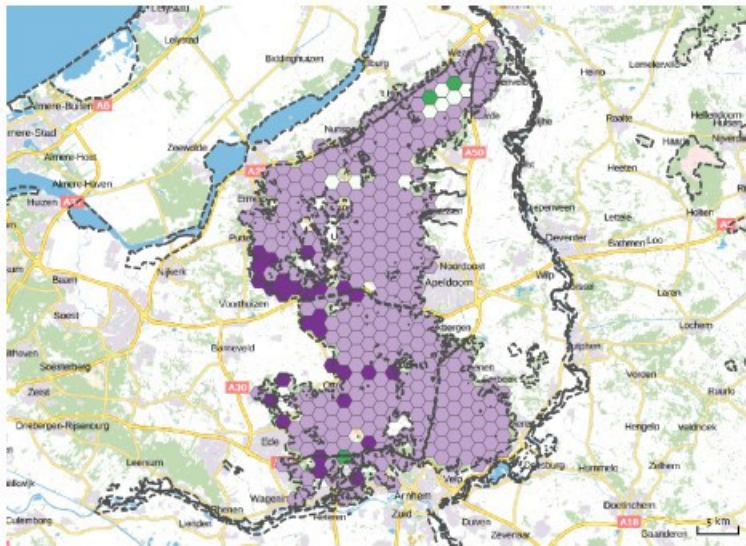


Referentiejaar (2014)



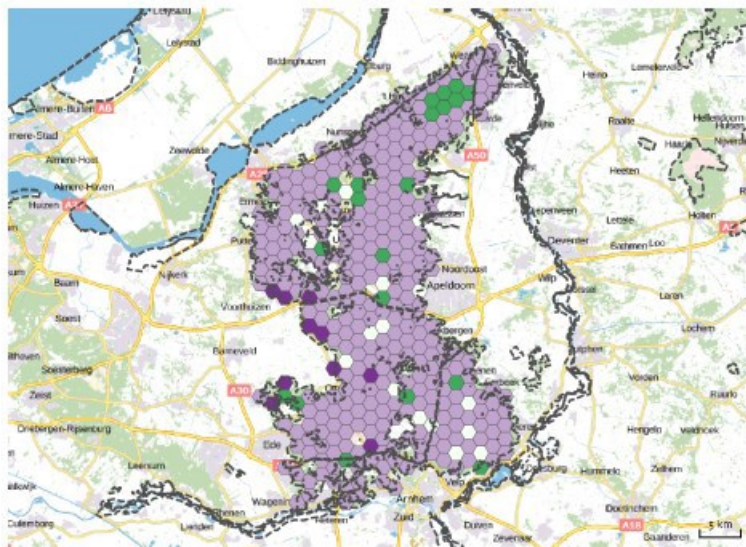
- Mate van overbelasting tussen haakjes aantal hectares
- Geen stikstofprobleem (213)
  - Evenwicht (91)
  - Matige overbelasting (75047)
  - Sterke overbelasting (16762)

2020



- Mate van overbelasting tussen haakjes aantal hectares
- Geen stikstofprobleem (675)
  - Evenwicht (2196)
  - Matige overbelasting (81287)
  - Sterke overbelasting (7955)

2030



- Mate van overbelasting tussen haakjes aantal hectares
- Geen stikstofprobleem (5005)
  - Evenwicht (3580)
  - Matige overbelasting (80459)
  - Sterke overbelasting (3069)

Figuur Ruimtelijk beeld van de overbelasting in de referentiesituatie (2014), in 2020 en in 2030 AERIUS M16L (Bron: (PAS gebiedsanalyse 057 Veluwe, versie 15-12-2017)

## Bijlage C: Metadata stuifzandkaart

De stuifzandkaart 2007-2018 (shapefile) toont nauwkeurig verschillen in de begroeiing in 2007 en 2018 van alle stuifzanden in Nederland. Deze wordt als digitaal product meegeleverd. De kaart is gebaseerd op een uitsnede van Top10NL binnen de omtrekken van stuifzanden in Nederland. De kaart is vervolgens gecorrigeerd met hulp van luchtfoto's en dronefoto's.

### Metadata

Naam	Stuifzandkaart 2007-2018 (stuifzandkaart-2018.shp)
Referentiesysteem	EPSG / 28992
Publicatiedatum	mei 2019
Auteur	L.B. Sparrius / BLWG
Licentie	CC BY 4.0 <a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.nl">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.nl</a>  Bron basisbestanden: Kadaster (Top10NL, Provinciegrenzen); LNV (Natura2000), Jungerius & Riksen 2010 (stuifzanden). Toponiemen zijn afkomstig uit eigendomskaarten van Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Geldersch Landschap & Kasteelen en de provincie Gelderland en geven niet noodzakelijkerwijs de actuele of exacte begrenzing van de terreinen of maatregelengebieden aan.
Resolutie	3 m
Trefwoorden	Natuurbeheer; PAS; Stuifzanden; Natura2000; bodemgebruik
Onderwerp	geo wetenschappelijke data; natuur en milieu
Samenvatting	<p>Deze kaart geeft het landgebruik van zandverstuivingen in Nederland en de veranderingen daarin weer tussen 2007 en 2018. Drie typen landgebruik worden onderscheiden: kaal zand, open terrein, en bos. Als basis zijn de topografische kaarten 1:10000 gebruikt. Deze zijn deels gecorrigeerd aan de hand van luchtfoto's.</p> <p>Voor een aantal natuurgebieden zijn dronefoto's en automatische classificatie gebruikt. De deelkaarten van deze gebieden zijn in de kaart gemonteerd, wat soms tot extra details heeft geleid. In beide jaren is hetzelfde detailniveau gebruikt.</p> <p>Het gebruikte beeldmateriaal had in alle gevallen een resolutie van 25 cm. De resolutie van de kaart bedraagt ongeveer een meter. Bij het berekenen van verschillen tussen beide jaren is gewerkt met een tolerantie van 1 m en zijn vlakken kleiner dan 1 m<sup>2</sup> samengevoegd met naburige vlakken. Infrastructuur, bebouwing en water zijn weggesneden uit het kaartbeeld.</p> <p>Vlakken zijn verder opgesplitst door het samenvoegen met provinciegrenzen, Natura2000-grenzen en eigendoms grenzen van terreinbeheerders.</p>



	In het bestand zijn solitaire bomen soms niet correct weergegeven, maar deze vormen maar een klein deel van het totale oppervlak bos en bomen. Soms zijn solitaire bomen in 2007 niet en in 2018 wel opgenomen, omdat ze in die tijd de vereiste minimale omvang hebben bereikt.
Algemene beschrijving herkomst	Sparrius, L.B. & Riksen, M.J.P.M. (2019) Evaluatie van elf jaar stuifzandbeheer op de Veluwe 2007-2018. BLWG & Wageningen UR. BLWG Rapport 23 (ISSN 1571-5108).

**Dataset contact**

Verantwoordelijke organisatie	BLWG Mossen en Korstmossen
Contactpersoon	Laurens Sparrius
Rol contactpersoon	auteur
E-mail	sparrius@blwg.nl

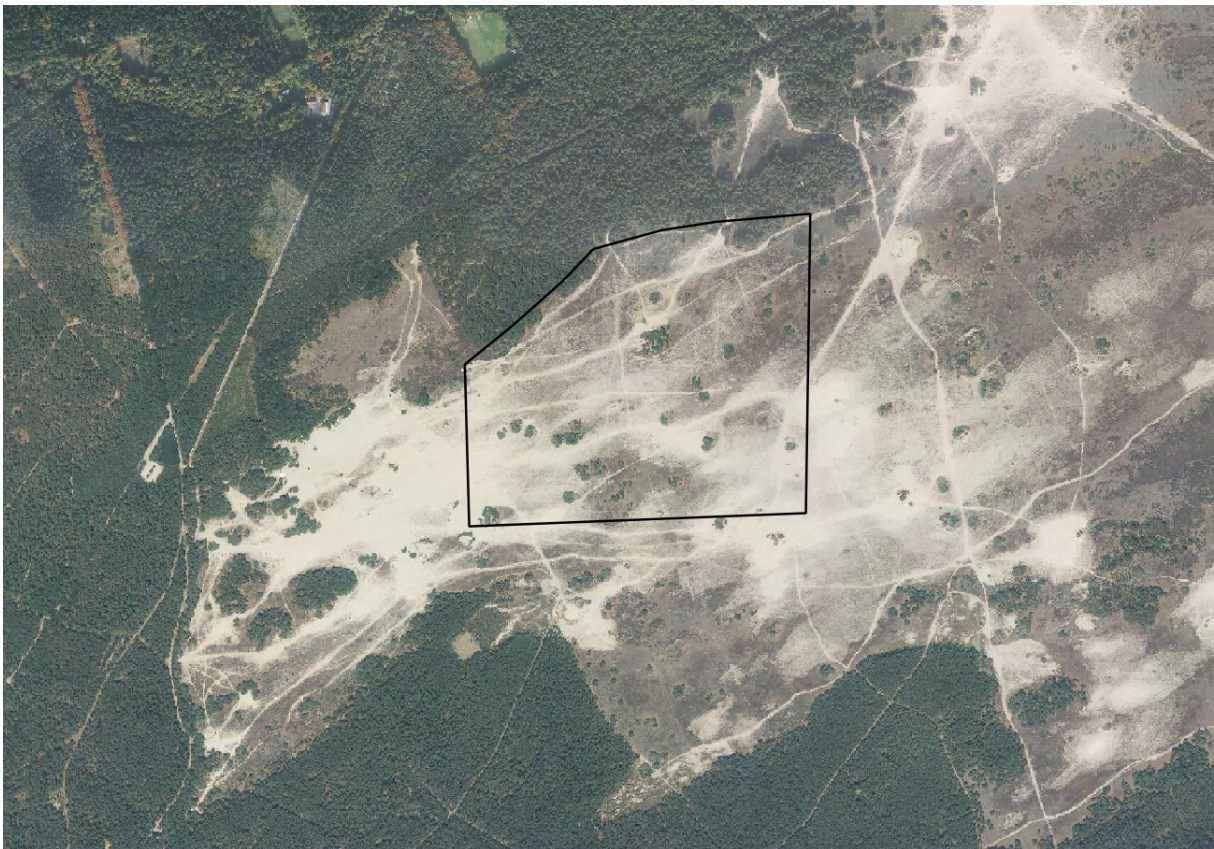
**Gebruikte Velden en codes**

Hab07	Habitat in 2007: bos, open of zand
Hab18	Habitat in 2018: bos, open of zand
Veranderin	Soort verandering: verbost, bos gekapt, gekapt en geplagd, geplagd, zand dichtgegroeid, (leeg=geen verandering)
Area	oppervlak van de polygonen in m <sup>2</sup>
Toponiem	Naam natuurgebied
Gemeente	Naam gemeente
Natura2000	Naam Natura2000-gebied
Provincie	Naam provincie

## Bijlage D: Vegetatiekaarten drie stuifzanden

In deze bijlage zijn opgenomen:

- Onderzochte uitsneden van de drie stuifzanden
- Vegetatiekaart Kootwijkerzand 2007 en 2018
- Vegetatiekaart Otterlosche zand 2007 en 2018
- Vegetatiekaart Wekeromse zand 2007 en 2018

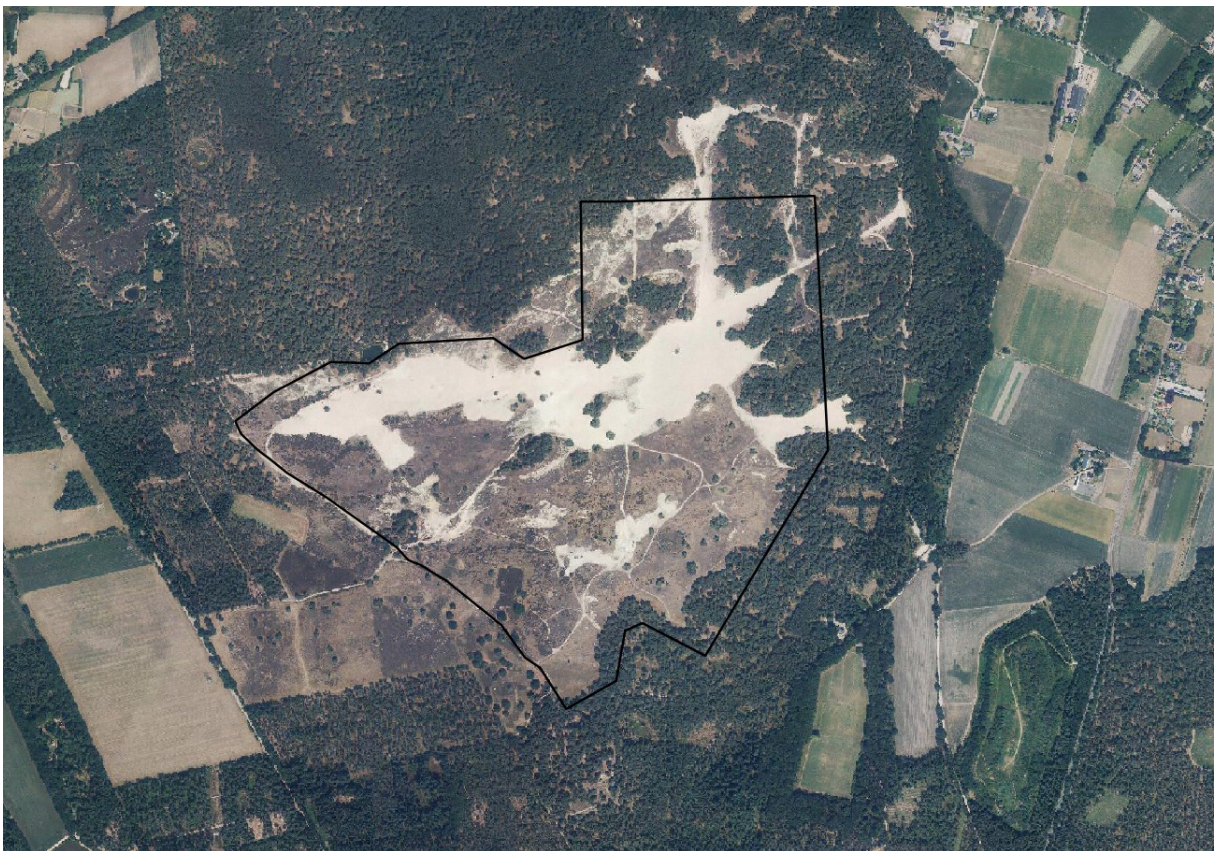


*Figuur Kootwijkerzand. Uitsnede onderzoekgebied op luchtfoto 2007 (bron: Kadaster)*



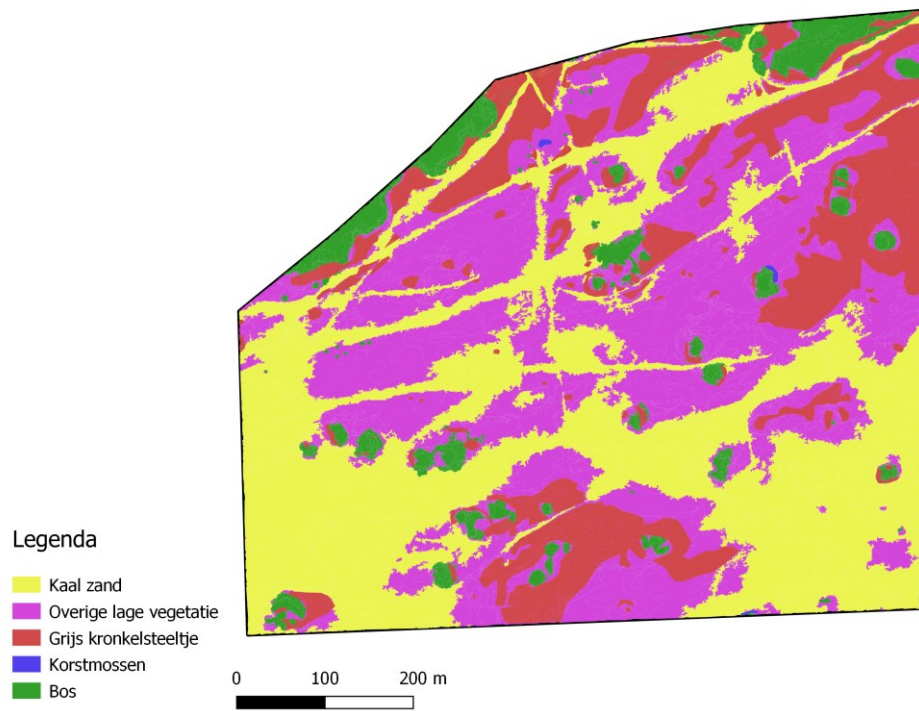
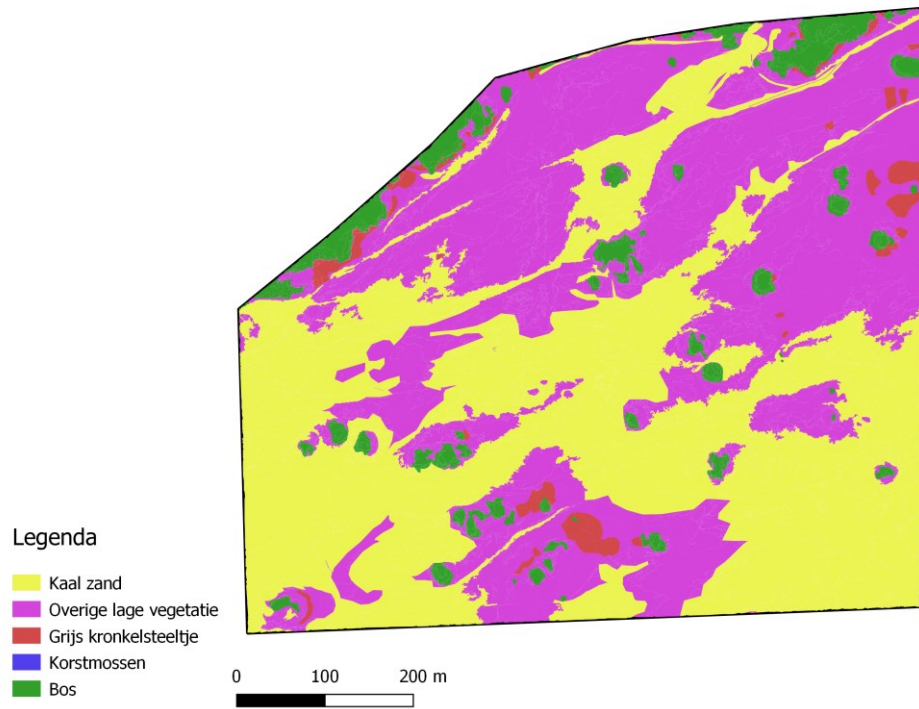


*Figuur Otterlosche zand. Uitsnede onderzoekgebied op luchtfoto 2007 (bron: Kadaster)*

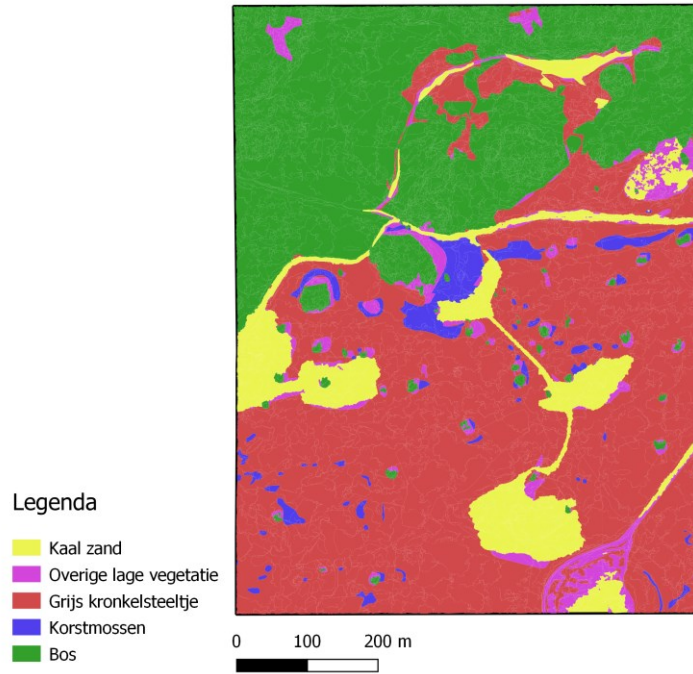
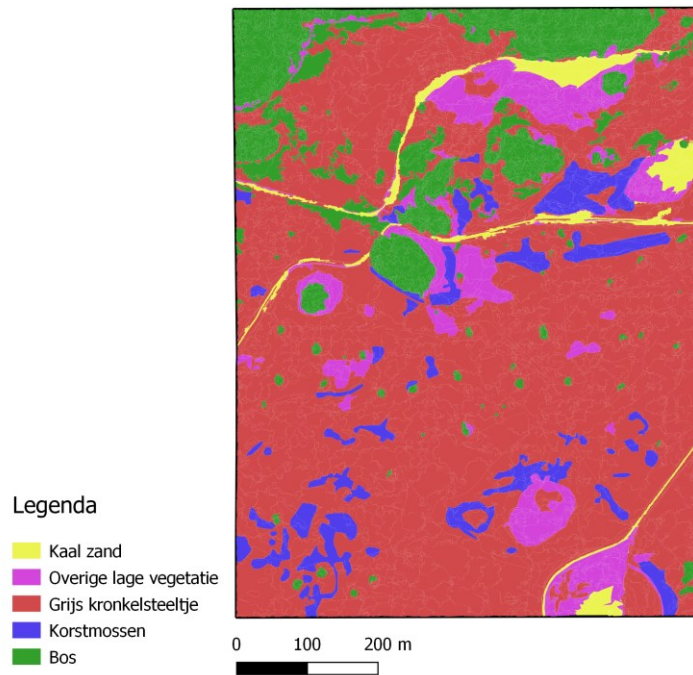


*Figuur Wekeromse zand. Uitsnede onderzoekgebied op luchtfoto 2007 (bron: Kadaster)*

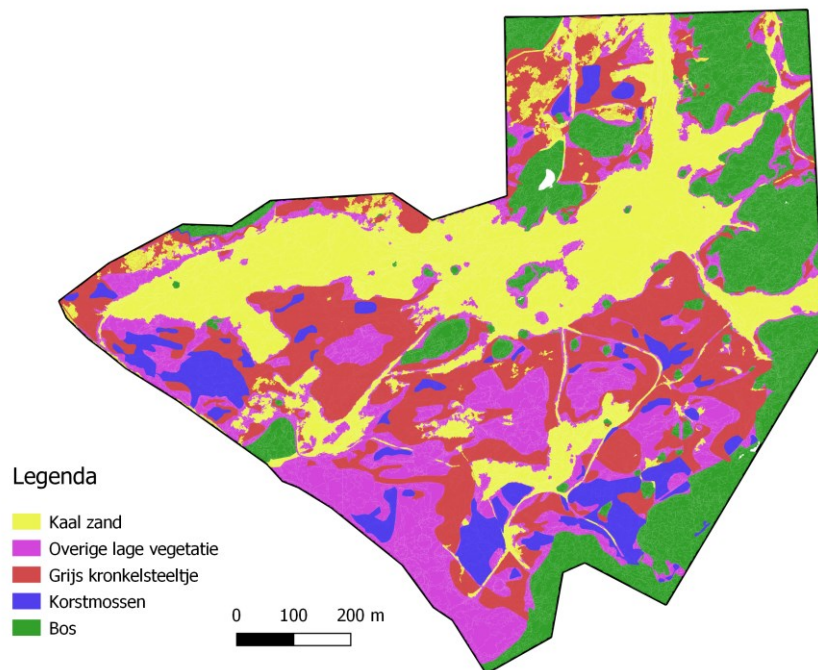
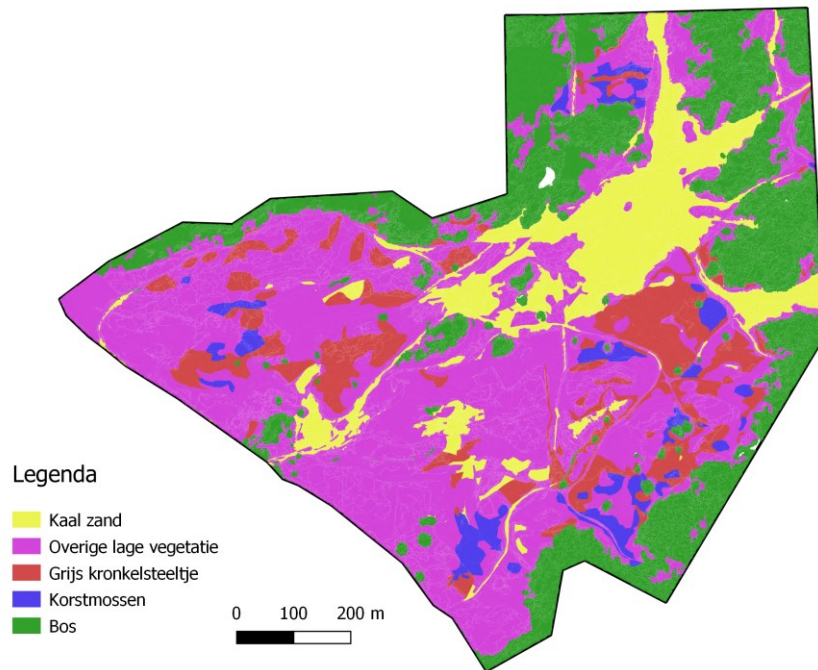




Figuur Kootwijkerzand. Vegetatiekaarten Boven: 2007, Onder: 2018.



Figuur Otterlosche zand. Vegetatiekaarten Boven: 2007, Onder: 2018.



Figuur Wekeromse zand. Vegetatiekaarten Boven: 2007, Onder: 2018.