



Evaluatie Pilot Zandmotor

Onderdeel natuur/duin en strand

Eindevaluatie 2012-2020

Evaluatie Pilot Zandmotor

Onderdeel natuur/strand en duinen

Eindevaluatie 2012-2020

Juni 2021

C.T.M. Vertegaal

m.m.v.
J.M. Reitsma
M. Japink
J. de Jong
L. Leusink en
J.H.T. Loermans (Bureau Waardenburg)

in opdracht van:

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Deltares

foto omslag: *beeldbank Rijkswaterstaat / Joop van Houdt*

Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek
Drakestein 16
2352JV Leiderdorp
+31 6 26027093
e-mail: k.vertegaal@online.nl

Inhoud

Verantwoording.....	5
1. Inleiding.....	6
1.1 De Zandmotor	6
1.2 Monitoringsprogramma Zandmotor - onderdeel duinen.....	8
1.3 Evaluatie onderdeel duinen in de eindevaluatie als geheel	8
1.4 Leeswijzer.....	8
2. Onderzoeksvragen.....	9
2.1 Achtergrond en aanleiding.....	9
2.2 Evaluatievragen.....	9
2.3 Studiegebied	11
2.4 Verzamelen van gegevens en datamanagement	12
3. Resultaten per parameter: nieuwe natuur op de Zandmotor	13
3.1 Vegetatie en flora op de Zandmotor	14
3.1.1 Evaluatievragen.....	14
3.1.2 Aanpak.....	14
3.1.3 Monitoring.....	15
3.1.4 Analyses.....	16
3.1.5 Resultaten	16
3.1.6 Conclusies	24
3.2 Vogels op de Zandmotor.....	26
3.2.1 Evaluatievragen.....	26
3.2.2 Aanpak.....	26
3.2.3 Monitoring.....	27
3.2.4 Analyses.....	28
3.2.5 Resultaten	29
3.2.6 Conclusies	37
4. Resultaten per parameter: duinen Solleveld.....	39
4.1 Vegetatie en habitats duinen Solleveld	42
4.1.1 Evaluatievragen.....	42
4.1.2 Aanpak.....	43
4.1.3 Monitoring.....	43
4.1.4 Analyses.....	46
4.1.5 Resultaten	46
4.1.6 Conclusies	55
4.2 Vegetatieopnamen sandspray duinen Solleveld	58
4.2.1 Evaluatievragen.....	58
4.2.2 Aanpak.....	58
4.2.3 Monitoring.....	59

4.2.4	Analyses.....	61
4.2.5	Resultaten.....	61
4.2.6	Conclusies.....	76
4.3	Hogere planten buitenduinen Solleveld.....	78
4.3.1	Evaluatievragen.....	78
4.3.2	Aanpak.....	78
4.3.3	Monitoring.....	79
4.3.4	Analyses.....	80
4.3.5	Resultaten.....	80
4.3.6	Conclusies.....	87
5.	Conclusies.....	90
5.1	Nieuwe natuur op de Zandmotor.....	90
5.2	Effecten van de Zandmotor op natuur in de duinen van Solleveld.....	91
	Bronnen/literatuur.....	94
	Bijlagen.....	97

Verantwoording

Deze rapportage heeft betrekking op de monitoring en evaluatie van van de Pilot Zandmotor, gericht op de biotische aspecten van strand en duinen over de periode 2012 t/m 2020.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving en Deltares.

De gegevens die ten grondslag liggen aan dit evaluatierapport zijn verzameld door:

- Bureau Waardenburg: onderdelen vegetatie en habitats duinen Solleveld, PQ's sandspray duinen Solleveld en hogere planten buitenduinen Solleveld;
- Bureau Ecoresult: onderdelen vegetatie en flora Zandmotor en vogels Zandmotor.

Bij de uitvoering van dit project is nauw samengewerkt met:

- S.M. Arens (Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek);
- B. Huisman (Deltares);
- P. Damsma (Rijkswaterstaat).

Bij de analyse van ecologische effecten is gebruik gemaakt van de resultaten van de monitoring en evaluatie van abiotische aspecten door Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Van de onderdelen die door Bureau Waardenburg in opdracht van Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek zijn gemonitord zijn zelfstandige rapportages opgesteld. Delen van deze rapportages zijn overgenomen in deze overkoepelende rapportage.

In samenwerking met Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek is in periode 2013-2020 onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van embryonale duinen op de Zandmotor. De resultaten hiervan zijn zelfstandig gerapporteerd.

1. Inleiding

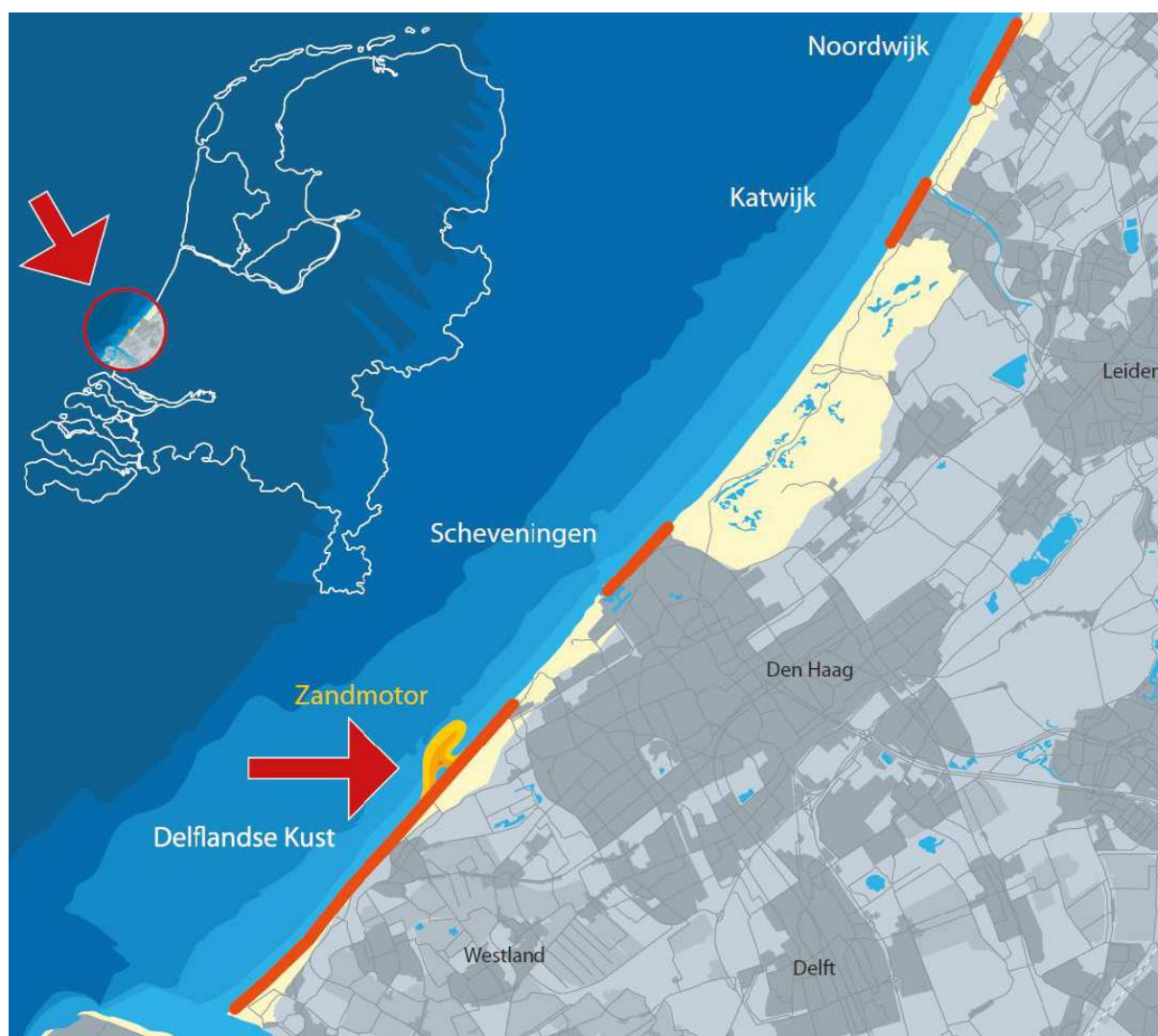
1.1 De Zandmotor

Het klimaat verandert en de druk van de zee op de Nederlandse kust neemt toe. Om de veiligheid te borgen zijn regelmatig zandsuppleties nodig. In 2011 is door de aanleg van de Zandmotor voor het eerst een megasuppletie uitgevoerd, waarbij voor de kust tussen Kijkduin en Ter Heijde in één keer een grote hoeveelheid zand, in totaal 21,5 miljoen kubieke meter, is gesuppleerd. De Zandmotor is een pilotproject voor deze nieuwe vorm van kustonderhoud en is daarom uitgebreid gemonitord.

De overmaat aan zand aan het kuststelsel van Delfland is toegevoegd in de vorm van een kunstmatig schiereiland: zie afbeelding 1.1 en 1.2. Dit zand wordt door wind, golven en getijden op een natuurlijke manier langs de Zuid-Hollandse kust verspreid. Een mooi voorbeeld van bouwen met de natuur: 'building with nature'.

Daarnaast zijn op duurzame wijze nieuw strand en duinen ontstaan die (tijdelijk) extra ruimte bieden voor natuur en recreatie in dit deel van de Randstad.

Afbeelding 1.1 Ligging van de Zandmotor aan de kust van Zuid-Holland



Afbeelding 1.2 Luchtfoto Zandmotor tijdens de aanleg (juni 2011); bron: Beeldbank Rijkswaterstaat/ Joop van Houdt



Nu, tien jaar na aanleg, is de Zandmotor onder invloed van natuurlijke processen duidelijk van vorm veranderd: zie afbeelding 1.3. De meest zeewaartse punt van het schiereiland is sterk geërodeerd, terwijl de stranden direct ten noorden en ten zuiden van de Zandmotor sterk zijn aangegroeid. De 'lagune' aan de noordzijde is langgerechter worden, naar het land opgeschoven en ondieper geworden. Het 'duinmeer' is kleiner en ondieper geworden door instuivend zand.

Afbeelding 1.3 Luchtfoto Zandmotor tien jaar na aanleg (maart 2021); bron: dezandmotor.nl



1.2 Monitoringsprogramma Zandmotor - onderdeel duinen

De Zandmotor is een pilot voor een innovatieve manier van kustbescherming en kustonderhoud, waarbij de natuur helpt in de bescherming tegen de zee. Een belangrijk doel van de Zandmotor als pilot is het genereren van nieuwe kennis. Om hieraan invulling te geven is aan het project een omvangrijk en langlopend kennisontwikkelingsprogramma gekoppeld, waaronder een uitgebreid monitoringprogramma. Dit programma bestaat uit twee hoofdonderdelen: 1) de monitoring van de kustmorfologie en mariene natuur en 2) de monitoring van strand en duinen ('onderdeel duinen'). Dit deel van de monitoring omvat zowel de ontwikkeling van duinen en 'terrestrische' (= landgebonden) natuurwaarden op de Zandmotor zelf duinen als de mogelijke indirecte effecten van de Zandmotor op het aangrenzende duingebied Solleveld, onderdeel van Natura 2000-gebied 'Solleveld & Kapittelduinen'. Het meetprogramma voor het onderdeel duinen omvat een groot aantal zeer uiteenlopende abiotische en biotische parameters.

In 2016 zijn de resultaten voor de eerste fase van het monitoringprogramma (periode 2011 t/m 2015) voor het onderdeel duinen beschreven (Vertegaal e.a., 2016). In dat rapport zijn zowel de abiotische als de biotische parameters geëvalueerd.

De tweede fase van de het monitoringprogramma heeft betrekking op de periode omvat de periode 2016 t/m 2021. In de praktijk is daarbij voor de evaluatie gebruik gemaakt van monitoringgegevens tot en met oktober 2020.

In het onderhavige rapport worden de resultaten gepresenteerd van de monitoring en evaluatie van de biotische parameters zoals deze in de periode 2012-2020 zijn onderzocht. Bij de analyses van de biotische parameters in dit rapport is gebruik gemaakt van de (voorlopige) resultaten van het onderzoek aan de abiotische parameters; deze zijn, i.t.t. de evaluatie over de eerste fase, door Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek gerapporteerd in deelrapporten voor de afzonderlijke parameters (Arens, 2021a t/m 2021g).

Een deelonderzoek gericht om de ontwikkeling van embryonale duinen op de Zandmotor dat buiten het kader van het oorspronkelijke monitoring- en evaluatieprogramma is uitgevoerd is eveneens separaat gerapporteerd (Arens & Vertegaal, 2021a en 2021b).

1.3 Evaluatie onderdeel duinen in de eindevaluatie als geheel

In samenwerking met Deltares is een overzicht samengesteld van de resultaten van de monitoring van alle abiotische en biotische parameters, inclusief de ontwikkeling embryonale duinen (Ijff, e.a., 2021).

*** zie mail aan Bas H dd 9-6: overall rapport Deltares, beleidsevaluatie

1.4 Leeswijzer

Dit rapport omvat de eindevaluatie voor de biotische parameters van het onderdeel strand en duinen. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de evaluatievragen; hier wordt in de volgende hoofdstukken naar terugverwezen.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de ontwikkeling van 'nieuwe' natuurwaarden op de Zandmotor, aan de hand de parameters die hiervoor als belangrijke exponenten zijn gemonitord: vegetatie en flora (par. 3.1) en vogels (par. 3.2).

Hoofdstuk 4 geeft de resultaten van het onderzoek naar mogelijke (indirecte) effecten van de Zandmotor op beschermde habitats in de aangrenzende duinen van Solleveld aan de hand van drie parameters: vegetatie en habitats (par. 4.1), vegetatieopnamen sandspray (par. 4.2) en hogere planten buitenduinen (par. 4.3).

In hoofdstuk 5 wordt aan de hand van de evaluatievragen in hoofdstuk 2 een overzicht gegeven van de belangrijkste conclusies.

2. Onderzoeksvragen

De Zandmotor is een pilot voor grootschalig kustonderhoud. Een van de doelen is er zoveel mogelijk van te leren. Er wordt daarom veel onderzoek gedaan. De monitoring voor het 'onderdeel duinen' vormt daar een deel van. Het is gericht op de ontwikkeling van natuur op het droge deel van de Zandmotor en op de mogelijke effecten van de Zandmotor in de aangrenzende duinen van Solleveld. Dit onderdeel wordt uitgevoerd in samenwerking met Wageningen Martine Research dat de monitoring van de 'natte' natuur op en rond de Zandmotor voor hun rekening neemt. De 'knip' ligt grofweg bij de hoogwaterlijn.

2.1 Achtergrond en aanleiding

Als onderdeel van de voorbereiding van de aanleg van de Zandmotor is door DHV (2010) een monitoring- en evaluatieplan opgesteld. In 2011 is dit verder uitgewerkt in het Uitvoeringsprogramma monitoring en evaluatie pilot Zandmotor (Tonnon e.a., 2011). Dit vormde de basis voor de aanbesteding van het onderzoek door Rijkswaterstaat Waterdienst voor de periode 2011-2015 in mei 2011.

In 2017 is voor de monitoring in de periode 2017-2021 een update van het Uitvoeringsprogramma gemaakt (Taal e.a., 2017). Mede aan de hand van de resultaten van de evaluatie over de eerste periode zijn hierin een enkele aanpassingen aangebracht. Zo worden mogelijke effecten van verstoring op broedvogels in de duinen niet langer gemonitord en worden mogelijke effecten op grondwatergebonden natuur in Solleveld in een ander kader gemonitord.

Op basis van dit aangepaste Uitvoeringsprogramma is het onderzoek voor tweede periode aanbesteed door Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. De opdracht voor het onderdeel duinen is vervolgens verleend aan Deltares. Het onderdeel strand en duinen heeft Deltares uitbesteed aan Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek (abiotische parameters) en Verregaal Ecologisch Advies en Onderzoek (biotische aspecten/natuur).

2.2 Evaluatievragen

Aan het onderdeel natuur/strand en duinen dat in dit rapport wordt geëvalueerd liggen twee hoofdvragen ten grondslag, zoals in 2017 vastgelegd in het aangepaste Uitvoeringsprogramma (Taal e.a., 2017):

- EF3-1a: zorgt de Zandmotor voor toevoeging van een aantrekkelijk natuurgebied op de Zandmotor zelf en in de jonge duinen tegen het bestaande duin?
met als subvragen:
 - subvraag EF3-1a1: In hoeverre ontwikkelen zich bredere, meer natuurlijke en dynamische duinen?
 - subvraag EF3-1a2: Wat is de invloed van dynamische wijze van aanleg en beheer op de kwaliteit?
 - subvraag EF3-1a3: Wat is de invloed van het recreatiebeheer ('flexibel zoneren')?
- EF4-4: kunnen (negatieve) invloeden van de Zandmotor en het nieuwe duingebied op natuurwaarden in het bestaande duingebied worden voorkomen?
met als subvragen:
 - subvraag EF4-4a: Wat is de invloed van veranderingen in sandspray in de bestaande buitenduinen?
 - subvraag EF4-4b: Wat is de invloed van veranderingen in saltspray in de bestaande buitenduinen en wat is de invloed van beheer (begrazing, maaien, verwijderen struwelen) hierop?

- subvraag EF4-4c: Wat is de invloed van veranderingen in sand- en saltspray in duingebied Dunea achter de huidige derde duinregel?

De eerste evaluatievraag volgt direct uit de doelen waarvoor de Zandmotor (mede) is aangelegd. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn op de Zandmotor de volgende parameters gemonitord:

- vegetatie en flora;
- vogels.

De tweede evaluatievraag komt voort uit de status van het duingebied Solleveld (het 'bestaande duingebied') als onderdeel van Natura 2000-gebied 'Solleveld & Kapittelduinen'. Natura 2000-gebieden zijn conform de Europese Habitatrichtlijn en de Nederlandse Natuurbeschermingswet (per 1-1-2017 Wet natuurbescherming) streng beschermd, niet alleen tegen ingrepen in het gebied zelf maar ook tegen ongewenste invloeden van buitenaf. Voorafgaand aan de aanleg is daarom een 'passende beoordeling' opgesteld (Mulder & Vertegaal, 2010). Hierin is geconcludeerd dat onder invloed van de Zandmotor geen significante effecten op beschermde natuurwaarden (zogenaamde 'instandhoudingsdoelen') zouden optreden, op voorwaarde dat als mitigerende maatregel het beheer in de buitenduinen van Solleveld zou worden geïntensiveerd.

Door de provincie Zuid-Holland is in het kader van de (toenmalige) Natuurbeschermingswet vergunning voor aanleg van de Zandmotor verleend, waarbij als eis is gesteld dat een aantal mogelijke effecten op de duinen zoals deze in de passende beoordeling zijn benoemd worden gemonitord.

Deze mogelijke effecten zijn:

- effecten van overstuiving en zandinwaai ('sandspray'); zie ook afbeelding 2.1;
- effecten van afname van de invloed van zoute zeewind ('saltspray');
- effecten van vernatting door grondwaterstandstijging.

Afbeelding 2.1 Zandverstuiving vanaf het strand naar het buitenduin (foto: Bas Arens)



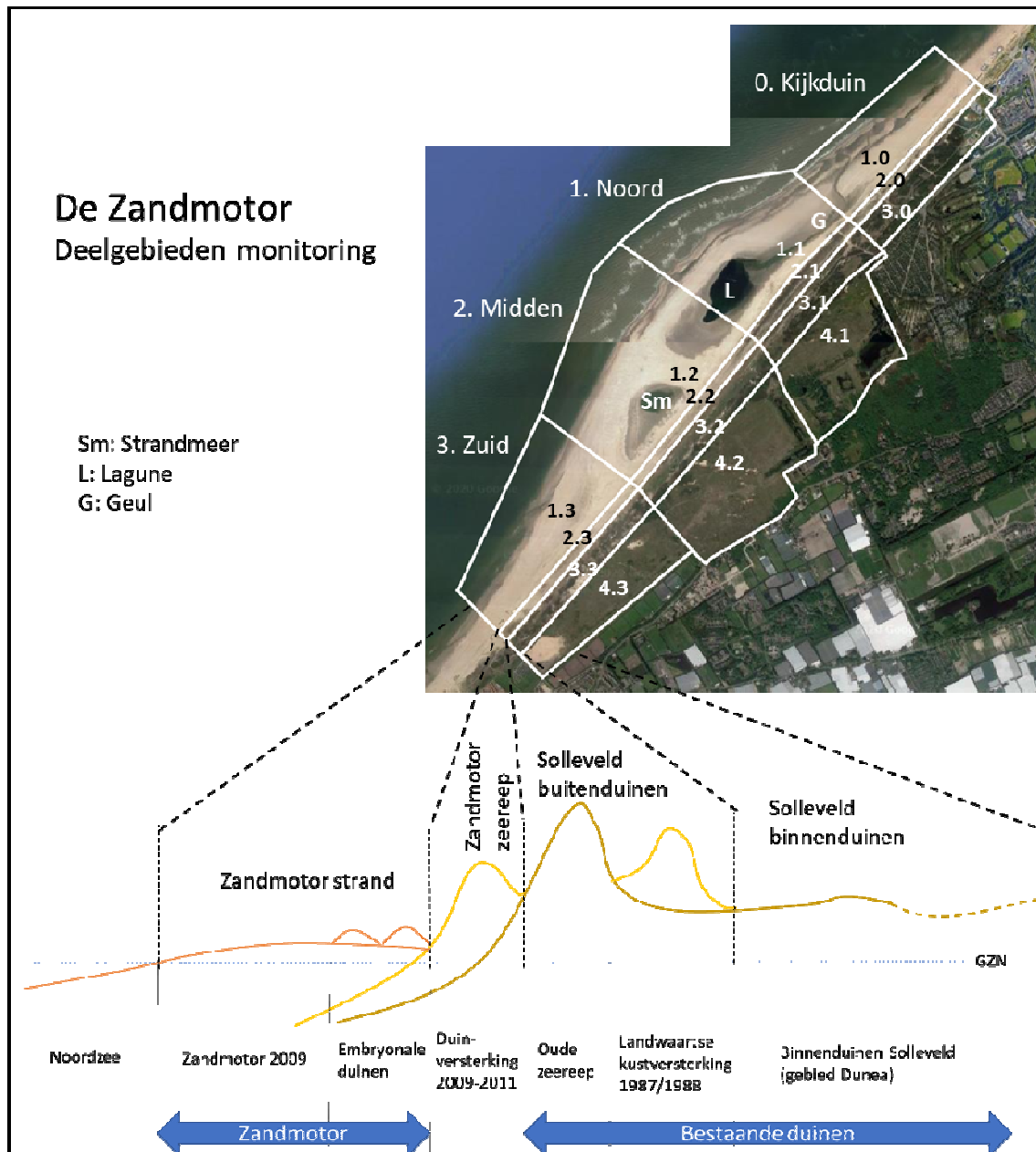
Zoals hierboven vermeld worden mogelijke effecten van vernatting door grondwaterstandstijging op grondwatergebonden natuur vanaf 2017 in een ander kader gemonitord; hierop wordt in het vervolg niet verder ingegaan.

Om de evaluatievraag rond deze mogelijke negatieve effecten in de duinen van Solleveld te kunnen beantwoorden zijn abiotische parameters (zoals sand- en saltspray) gemonitord door Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, vegetatie, habitats en hogere planten door Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek en Bureau Waardenburg.

2.3 Studiegebied

Het studiegebied van het onderdeel duinen is weergegeven in afbeelding 2.2.

Afbeelding 2.2 Studiegebied monitoring Zandmotor/onderdeel duinen



Binnen het studiegebied worden vier zones onderscheiden:

1. Zandmotor;
2. Duinversterking 2009-2011;
3. Oude zeereep en kustversterking 1987/1988;
4. Binnenduinen Solleveld (Dunea-gebied).

1. Zandmotor

De Zandmotor loopt landwaarts tot de buitenteen van de kort voorde Zandmotor aangelegde 'Duinversterking 2009-2011'. Er worden vier deelgebieden onderscheiden:

- 1.0 Kijkduin;
- 1.1 noord;

- 1.2 midden;
- 1.3 zuid.

2. Duinversterking 2009-2011

Dit deelgebied bestaat uit de in de periode 2009-2011 aangelegde versterking van de Delflandse kust. De eerste jaren was de begrenzing in het terrein gemakkelijk herkenbaar: een scherpe overgang naar de Zandmotor op de buitenteen van het met helm beplante talud, gemarkeerd door een raster, aan de zee kant en een enigszins golvende aansluiting van het aangebrachte zand met helmaanplant op de vroegere buitenste duinenrij (oude zeereep). Beide grenzen zijn inmiddels in het veld te vervaagd door duinvorming en vegetatieontwikkeling.

Waar nodig is onderscheid gemaakt in deelgebieden 2.0 (Kijkduin), 2.1 (noord), 2.2 (midden) en 2.3 (zuid).

3. Oude zeereep en kustversterking 1987/1988

Dit deelgebied bestaat uit twee parallelle zeerepen, de 'oude zeereep' zoals ontstaan in de loop van de 20^{ste} eeuw en de landinwaarts hiervan in 1987/1988 aangelegde duinverzwaring in de vorm van tweede zeereep/duinenrij. Aan de landzijde is de overgang van de tweede zeereep naar het oorspronkelijke duinlandschap nog steeds goed herkenbaar aan een duidelijke knik op overgang van het aangebrachte talud naar het meer natuurlijke duinreliëf, tevens gemarkeerd door een raster.

Waar nodig is onderscheid gemaakt in deelgebieden 2.0 (Kijkduin), 2.1 (noord), 2.2 (midden) en 2.3 (zuid).

4. Binnenduinen Solleveld (Dunea-gebied)

De landinwaarts gelegen duinen tussen bungalowpark Vakantiepark Kijkduin en de Molenslag bij Ter Heijde worden beheerd door Dunea. Hierbinnen worden de drie deelgebieden onderscheiden:

- 4.1 Solleveld: tussen Vakantiepark Kijkduin en Slag 19; Solleveld is ook de naamgever van het duingebied als geheel;
- 4.2 Polanenduin: tussen Slag 19 en Schelppad;
- 4.3 De Geest: tussen Schelppad en Molenslag.

2.4 Verzamelen van gegevens en datamanagement

Het monitoringprogramma bestaat voor het onderdeel natuur/strand en duinen voor een deel uit het verzamelen van gegevens in het veld door de onderzoekers die deel uitmaken van het consortium. Een ander deel van de gegevens is aangeleverd door Bureau EcoResult dat in opdracht van het Zuid-Hollands Landschap een aantal parameters op de Zandmotor monitort.

Alle gegevens - ook de door EcoResult aangeleverde - zijn conform de afgesproken kwaliteitsprocedures ingevoerd in een centrale database (repository) van de Zandmotor. Deze data zijn vrij toegankelijk via <https://zandmotordata.nl/thredds/catalog/zandmotor/catalog.html>.

3. Resultaten per parameter: nieuwe natuur op de Zandmotor

In dit hoofdstuk worden de resultaten van gepresenteerd van de monitoring van de ontwikkeling van nieuwe strand- en duinnatuur op de Zandmotor. Het geeft antwoord op de vraag in hoeverre het project - aanleg van de Zandmotor - geslaagd is met betrekking tot de hoofddoelstelling 'toevoegen recreatie- en natuurgebied' voor het subdoel 'natuurwaarden'.

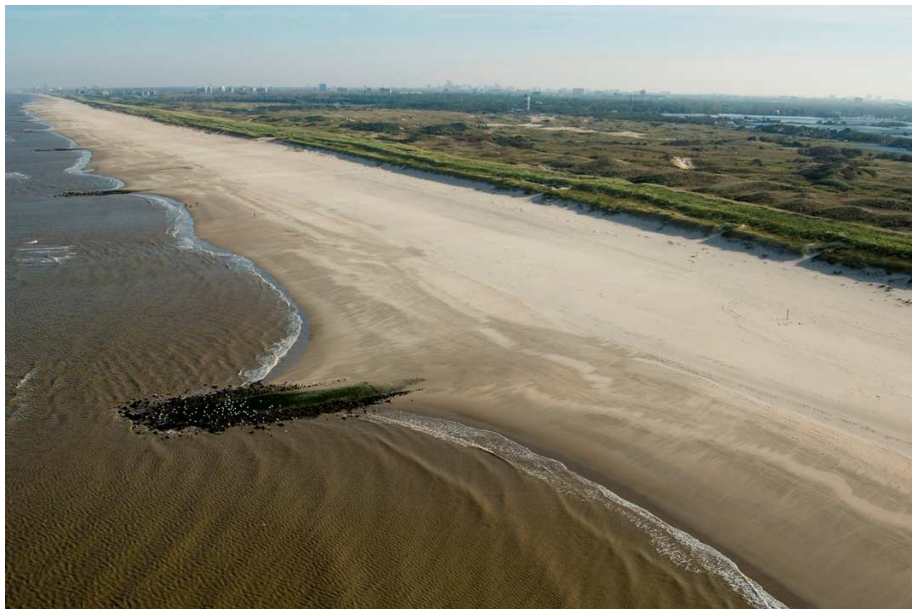
De belangrijkste evaluatievraag (zie Tonnon e.a., 2011) luidt:

- Zorgt de Zandmotor voor toevoeging van een aantrekkelijk natuurgebied op de Zandmotor zelf en in de jonge duinen tegen het bestaande duin?

Dit hoofdstuk is toegespitst op het (droge) strand en de (nieuwe) duinen op de Zandmotor, grofweg alles boven de hoogwaterlijn. De ontwikkelingen op het natte strand, in de lagune en het ondiepe kustwater - ofwel alles onder de hoogwaterlijn - zijn gemonitord door Deltares en Imares en worden apart gerapporteerd. Er wordt wel ingegaan op ontwikkelingen in de aangrenzende kustvakken richting Kijkduin en Ter Heijde waar het strand en de duinen zich als gevolg van de aanleg van de Zandmotor flink hebben uitgebreid.

De beschrijving van ontwikkelingen heeft betrekking op de periode 2012 t/m 2020. Voor de aanleg van de Zandmotor in 2011 was ter plaatse alleen een smal strand aanwezig, met slechts een klein areaal (jonge) duintjes. De rest bestond uit ondiep Noordzeewater, uiteraard zonder landgebonden natuurwaarden. Over de uitgangssituatie (nulsituatie) zijn slechts in beperkte mate gegevens beschikbaar waardoor de nulsituatie slechts in beperkte mate kan worden gebruikt als referentie om ontwikkelingen op de Zandmotor te beoordelen. Daarom wordt als referentie ook gebruik gemaakt van gegevens uit andere, min of meer verwante gebieden langs de kust van Zuid-Holland.

Afbeelding 3.1 Luchtfoto Delflandse kust uit 2005, voor aanleg van de Zandmotor (en kustversterking 2010); bron Rens Jacobs/Beeldbank Rijkswaterstaat



De ontwikkeling van nieuwe natuur op de Zandmotor is gemonitord en geëvalueerd aan de hand van twee belangrijke parameters voor terrestrische (landgebonden) natuurwaarden:

- vegetatie (incl. habitats) en flora: zie par. 3.1;
- vogels (in het gebied foeragerende en rustende niet-broedvogels en broedvogels): zie par. 3.2.

3.1 Vegetatie en flora op de Zandmotor

Op de Zandmotor is na aanleg een grootschalig kustlandschap ontstaan met ruimte voor nieuwe natuur (en voor bezoekers). De monitoring van de Zandmotor is mede gericht op het in beeld brengen van de ontwikkeling van nieuwe natuurwaarden.

Een van de potentiële nieuwe natuurwaarden is de betekenis voor vegetatie en flora. De Zandmotor biedt ruimte voor vestiging van de eerste pionierstadië van vegetaties van strand en duin, en mogelijk ook van schorren. Een aantal hiervan zijn internationaal belangrijke habitats en zijn daarom opgenomen in bijlage 1 van de Habitatrichtlijn. In deze vegetatie- c.q. habitattypen kan ook een aantal kenmerkende en bijzondere plantensoorten voorkomen, waaronder zgn. 'typische soorten' van de habitattypen en soorten van de Rode Lijst met zeldzame en bedreigde soorten.

Na verloop van tijd zouden zich vanuit deze eerste pionierbegroeiingen de volgende, soortenrijke en meer stabiele natuurlijke vegetaties en habitats van de duinen kunnen ontwikkelen, waaronder kalkrijke droge duingraslanden ('grijze duinen').

Tegelijk is de Zandmotor ook een aantrekkelijk 'biotop' voor uiteenlopende typen recreatie die een versturende invloed zouden kunnen hebben op de zich ontwikkelende natuur. Een belangrijke vraag is daarom ook hoe de ontwikkeling van nieuwe natuur op de Zandmotor zich verhoudt tot het recreatief gebruik.

3.1.1 Evaluatievragen

In het evaluatieprogramma wordt onder andere onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van nieuwe natuur c.q. natuurwaarden op de Zandmotor zelf.

Het onderdeel 'Vegetatie en flora Zandmotor' is gericht op de volgende evaluatievragen:

- in hoeverre ontwikkelen zich bredere, meer natuurlijke en dynamische duinen?
- wat is de invloed van het recreatiebeheer ('flexibel zoneren')?

In dit onderdeel zijn deze vragen toegespitst op de ontwikkeling van de Zandmotor als biotop voor waardevolle vegetaties en planten van strand en duin en op de eventuele invloed hierop van het recreatief gebruik van het gebied.

3.1.2 Aanpak

Omdat er voor aanleg van de Zandmotor (vrijwel) geen vegetatie en flora in het gebied aanwezig waren kan de ontwikkeling van nieuwe natuurwaarden voor deze parameters direct worden afgeleid uit de monitoringresultaten. Voor 2010 waren er op het strand van Solleveld al wel primaire duintjes met biestarwegras en helm aanwezig (zie Arens & Neijmeijer, 2014) maar toen de Zandmotor werd aangelegd waren deze al verdwenen als gevolg van de aanleg van de nieuwe kustversterking van Delfland, de huidige meest zeewaartse zeereep, in 2010. Om een compleet beeld te geven wordt ook de situatie voor 2010 in de beoordeling betrokken.

De ontwikkelingen worden tevens vergeleken met de vegetatie en flora in andere, natuurlijke en kunstmatig aangelegde gebieden elders langs de Nederlandse kust, met name Spanjaards Duin (bij 's-Gravenzande), de Kwade Hoek op Goeree en de Hors op Texel.

De eventuele invloed van recreatie op de ontwikkeling van flora en vegetatie op de Zandmotor wordt ingeschat op basis van expert judgement. In het monitoringprogramma is niet voorzien in onderzoek waarbij bijv. delen van de Zandmotor worden afgesloten voor publiek of onderzoek in vergelijkbare referentiegebieden zonder of met minder recreatieve invloed.

3.1.3 Monitoring

Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is de Zandmotor, zoals deze in 2011 is aangelegd, inclusief een deel van de kustaangroei deze in de jaren daarna in noordelijk en zuidelijke richting is opgetreden (zie afb. 3.1), globaal tussen strandslag 1 in Den Haag/Kijkduin (ca. 300 m zuidwest van km 107) en 500 m noordoostelijk van de Molenslag bij Ter Heijde (ca. 400 m noordoost van km 111).

Aan de zeezijde is het begrensd door de hoogwaterlijn, aan landzijde door het (vroegere) buitenteen (met raster) van de zeereep (kustversterking 2010).

Afbeelding 3.1 Onderzoeksgebied vegetatie en flora Zandmotor



Methoden

Vegetatie en flora zijn gelijktijdig gekarteerd tijdens enkele veldbezoeken in de (late) zomer. De vegetatiekartering is een vlakdekkende kartering van grotere vlakken met min of meer aaneengesloten vegetatie. Hiertoe zijn met behulp van een recente luchtfoto uniforme vlakken ingetekend op kaart; de begrenzingen zijn indien nodig in het veld gecorrigeerd. De onderscheiden vegetatie-eenheden zijn onderbouwd met vegetatiekundige opnamen¹. De opnamen zijn homogeen en representatief voor het vegetatietype. De bedekking van plantensoorten in de opnamen is opgenomen volgens de schaal van Braun-Blanquet. De vegetatieopnamen zijn ingevoerd in Turboveg, waarna de definitieve vegetatie-eenheden zijn geformuleerd. Daarna is de vegetatiekaart met vlakken met een GIS-programma gemaakt. Als een vlak niet volledig door een type wordt bedekt is het oppervlakteaandeel geschat en in het bestand opgenomen.

Voor de florakartering is het gebied stelselmatig doorkruist. De vindplaatsen van alle aanwezige soorten zijn met behulp van gps ingemeten en per vindplaats is het aantal exemplaren genoteerd. Van de eerste kartering in 2013 is een zelfstandige rapportage beschikbaar (Terlouw, 2013), waarin de gebruikte meetmethoden meer uitgebreid zijn beschreven.

Monitoring 2011-2015 en 2016-2020

In de eerste jaren na aanleg van de Zandmotor (2011 en 2012) was nog vrijwel geen plantengroei aanwezig. Een systematische kartering van flora en vegetatie was daarom nog niet zinvol. In 2013 zijn flora en vegetatie voor het eerst gekarteerd door bureau EcoResult. In 2014 en 2015 is de Zandmotor met dezelfde methoden opnieuw gekarteerd. De resultaten uit 2015 waren echter niet op tijd beschikbaar om in de evaluatie van 2015 te kunnen worden meegenomen.

¹ vegetatiekundige opnamen zijn gedetailleerde schrijvingen van (representatief gekozen) proefvlakken van 2*2 m tot 10*10 m (afhankelijk van de vegetatiestructuur); hierbij worden alle aanwezige vaatplanten, mossen en korstmossen genoteerd en de bedekking van (oppervlakteaandeel in het proefvlak) geschat

In de tweede evaluatieperiode is het onderzoeksgebied in 2018, 2019 en 2020 met dezelfde methoden door hetzelfde onderzoeksbureau gekarteerd.

3.1.4 Analyses

De analyses ten behoeve van de evaluatie zijn primair gericht op het beschrijven van de ontwikkeling van de vegetatie en de flora van de Zandmotor in de jaren na aanleg aan de hand van een aantal eenvoudige parameters, zoals de oppervlakten van aanwezige vegetatietypen en het aantal soorten hogere planten. Tevens is een interpretatie gemaakt van de natuurwaarden die hierdoor worden gerepresenteerd aan de hand van Natura 2000-habitattypen, ecologische groepen en voorkomen van Rode Lijstsoorten. Er zijn geen trendanalyses uitgevoerd.

Om de ontwikkeling van vegetatie en flora op de Zandmotor beter te kunnen interpreteren en beoordelen is een vergelijking gemaakt met de situatie voor aanleg (2005 en 2008) aan de hand van Arens & Neijmeijer (2014); hierbij zijn echter alleen geomorfologische eenheden onderscheiden. Tevens is een vergelijking gemaakt met enkele andere kustgebieden op basis van daarvoor beschikbare gegevens:

- Spanjaards Duin: vegetatiekartering 2020 in concept jaarverslag 2019/2020 (Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek & Artesia Water Research Unlimited, 2020);
- Kwade Hoek: vegetatiekartering 2012 (EGG consult e.a., 2014);
- De Hors: vegetatiekartering Texel 2005 (Jager, 2005); gegevens hogere planten van waarneming.nl.

3.1.5 Resultaten

Vegetatie en habitats

Oppervlakken

In afbeelding 3.2 zijn de vegetatiekaarten van 2013, 2014, 2018, 2019 en 2020 afgebeeld.

In tabel 3.1 zijn de oppervlakken van de aanwezige vegetatietypen over deze perioden vermeld, met de corresponderende habitattypen en kwaliteitsklassen.

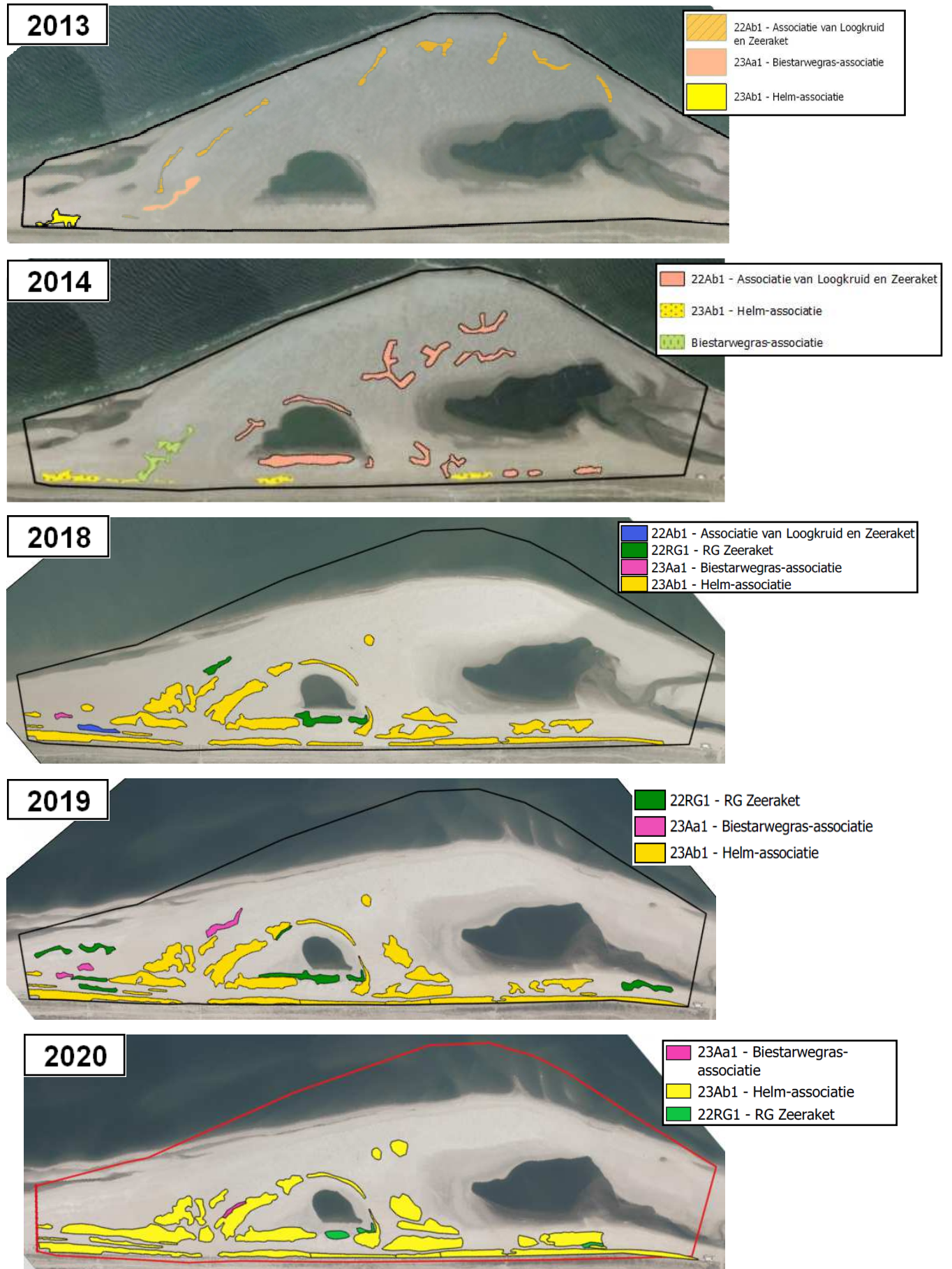
Tabel 3.1 Oppervlakteontwikkeling¹ vegetatie en habitats 2013-2020

vegetatietype	habitattype	kwal.	2013	2014	2018	2019	2020
22Ab1 ass. van Loogkruid en Zeeraket/RG Zeeraket	H2110 Embryonale duinen	G	0,29 ha	1,96 ha	0,15 ha	0,24 ha	0,12 ha
23Aa1 Biestarwegras-associatie	H2110 Embryonale duinen	G	0,03 ha	0,10 ha	0,02 ha	0,17 ha	0,01 ha
23Ab1 Helm-associatie	H2120 Witte duinen	G	0,05 ha	0,76 ha	8,70 ha	12,41 ha	15,84 ha
totaal			0,37 ha	2,82 ha	8,87 ha	12,82 ha	15,98 ha

¹ netto oppervlakte: oppervlakte vegetatievlakken * %-age bedekking

Direct na de aanleg in 2011 was er uiteraard nog geen begroeiing aanwezig. In 2013 en 2014 vestigden zich vooral vegetaties met loogkruid en zeeraket. Dit zijn soortenarme pioniervegetaties van stranden en vloedmerken die worden gerekend tot habitattype H2110 Embryonale duinen. Ze bestaan voornamelijk uit eenjarige planten. Onder gunstige omstandigheden (nat voorjaar/zomer, aanwezigheid van vloedmerk) kunnen ze zich vrij snel vestigen, maar onder invloed van wind/verstuiving en droogte ook weer gemakkelijk verdwijnen. Deze begroeiingen vormen meestal geen aanzet tot min of meer stabiele duinvorming. In 2013 en 2014 waren deze vegetaties verspreid over de Zandmotor aanwezig, o.a. relatief ver zeewaarts op het breedste deel van de Zandmotor, aan de landzijde van het duinmeer en op het strand direct voor de zeereep. Het totaal oppervlak bedroeg in 2014 ca. 2 hectare; in absolute zin een gering oppervlak. In de periode 2018-2020 is het oppervlak sterk afgenomen ten opzichte van 2013-2014 en deels veranderd in de nauw verwante rompgemeenschap van zeeraket. De afname is kenmerkend door deze instabiele vegetatietypen en waarschijnlijk veroorzaakt door droge zomers, erosie aan de zeezijde en vestiging/uitbeiding van helmvegetaties.

Afbeelding 3.2 Vegetatiekaarten Zandmotor 2013, 2014, 2018, 2019 en 2020



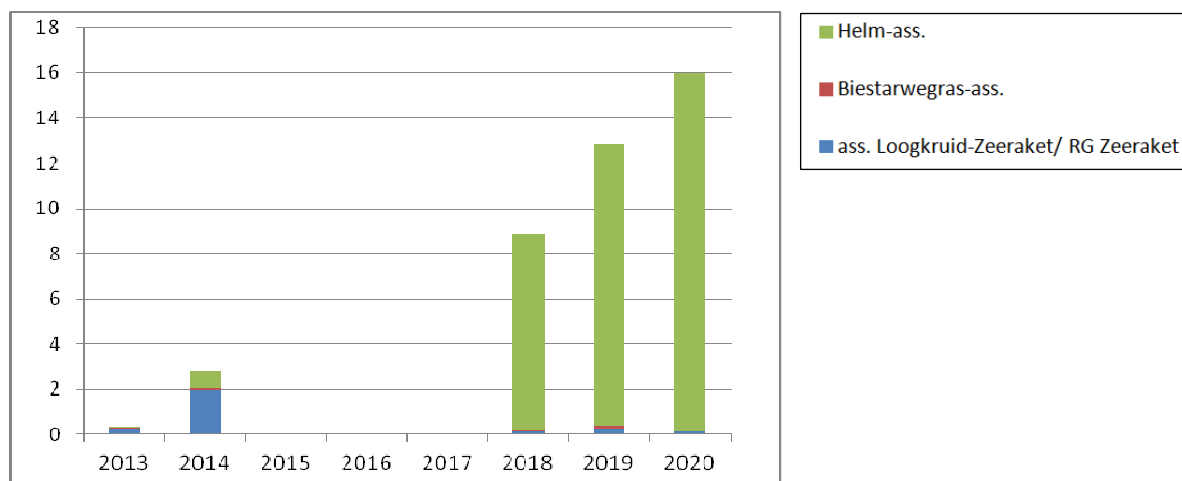
Het oppervlak biestarwegras- en helmvegetaties was in 2013-2014 nog zeer beperkt. Beide zijn soortenarme vegetaties met overblijvende grassen die van nature een belangrijke rol spelen in de ontwikkeling van jonge duintjes op aangroeistranden.

Biestarwegrasvegetaties zijn het belangrijkste en meest kenmerkende vegetatietype van habitatype H2110 Embryonale duinen. Ze zijn iets zouttoleranter en kunnen zich daardoor meer zeewaarts op lage delen van strand vestigen dan helmvegetaties. Als biestarwegrasduintjes hoger worden kan helm zich vestigen en dominant worden. Beide soorten komen ook in mozaïeken voor. Het totaal oppervlak biestarwegrasvegetaties was gedurende de hele periode gering (0,01-0,2 hectare), meestal aanwezig in de meest zeewaartse duintjes ter hoogte van het Schelppad, waar strand- en duinaangroei plaats vond, iets ten zuidwesten van de oorspronkelijke contour van de Zandmotor. Mogelijk is het oppervlak vooral de laatste jaren enigszins onderschat.

Helmvegetaties vormen het belangrijkste vegetatietype van habitatype H2120 Witte duinen. Helm en helmvegetaties zijn de belangrijkste 'motor' achter duinvorming. Door zijwaartse en verticale wortelstokken kunnen de planten meegroeien met groter en hoger wordende duintjes. De helmvegetaties hebben zich vooral na 2014 gestaag uitgebreid tot ca. 16 hectare in 2020 (zie tabel 3.1 en afb. 3.3). Dit is het netto oppervlak (rekening houdend met het percentage dat binnen vegetatievlakken daadwerkelijk begroeid is); het bruto areaal bedroeg in 2020 ruim 21 hectare.

Het grootste deel is aanwezig in een zone voor de (in 2010 aangelegde) zeereep. Wat meer zeewaarts zijn grotere stukken aanwezig ter hoogte van het Schelppad, rond het Duinmeer en op de rug tussen Duinmeer en Lagune. Ter hoogte van de Lagune en richting Kijkduin zijn duidelijk minder helmduintjes aanwezig.

Afbeelding 3.3 Oppervlakteontwikkeling vegetaties op de Zandmotor 2013-14 en 2018-2020 (in hectare)



Opvallend is dat er op dit moment (2020), tien jaar na aanleg, nog vrijwel geen indicaties zijn van ontwikkeling van volgende stadia in de natuurlijke vegetatieontwikkeling (successie) van duinvegetaties, met name droge duingraslanden (grijze duinen) en duindoornstruwelen. Er zijn alleen enkele individuele planten van deze typen zijn aangetroffen maar van vegetatievorming is nog geen sprake. Ook zijn tot nu geen duinruigten ontstaan van (bijvoorbeeld) akkerdistel, bezemkruiskruid, teunisbloem of toortsen.

Waarschijnlijk is dit het resultaat van de relatief natuurlijke ontwikkeling waarbij duinen zich ontwikkelen via spontane opstuiving. Hierdoor verloopt de ontwikkeling trager, omdat ook de vestiging van de eerste soorten/stadia op gang moet komen, maar lijkt ook de zich ontwikkelende bodem meer op natuurlijke duinbodems waardoor vestiging van duindoorn (die het juist goed doet op 'geroerd'/machinaal aangebracht zand) en ruigten wordt vertraagd of geheel uitblijft.

Op de (zilte) stranden rond de Lagune en de (brakke) oevers van het Duinmeer hebben zich tot op heden (2020) geen vegetaties gevestigd. Deze biotopen lijken in principe geschikt voor ontwikkeling van pioniervegetatie van schorren resp. vochtige duinvalleien, maar de bodems zijn waarschijnlijk nog te dynamisch voor vestiging van de eerste individuele planten.

Veranderingen ten opzichte van de situatie 2005-2011

Aan de hand van een luchtfotokartering van Arens & Neijmeijer (2014) kan worden geschat dat voor aanleg van de Zandmotor (periode 2005-2011) ca. 6 à 7 hectare embryonale en witte duinen op het strand ter hoogte van de huidige Zandmotor aanwezig was. Dit areaal varieerde van jaar tot jaar en was waarschijnlijk ontstaan onder invloed van vroegere kustsuppleties. Een groot deel hiervan verdween al bij de aanleg van de zeewaartse versterking van de Delflandse kust in 2010.

In de periode 2013-2014 lag het areaal embryonale en witte duinen op de Zandmotor nog ruim onder het niveau van deze (indicatieve) nulsituatie. Inmiddels is meer dan twee maal zoveel oppervlak van beide duintypen aanwezig en is dus ook ten opzichte van deze referentie sprake van een forse toename (die bovendien naar verwachting nog verder zal doorzetten).

Vergelijking met andere kustgebieden

De ontwikkeling van vegetatie en habitats op de Zandmotor is vergeleken met enkele andere gebieden langs de Noord- en Zuid-Hollandse kust.

Spanjaards Duin

Zie Arens e.a. (2020) en De Zeeuw (2020). Dit gebied is ongeveer gelijktijdig aangelegd, slechts enkele kilometers zuidelijker langs de Delflandse kust. Het oppervlak beslaat met ca. 45 ha iets minder dan de helft van de Zandmotor. Aan de zeezijde is initieel een zeereep aangelegd en voor een groot deel beplant met helm. Inmiddels is hier ca. 15 ha helmvegetaties (ontstaan uit aanplant en spontaan ontwikkeld), 2,5 hectare duindoornstruweel (spontaan ontstaan en deels afgeremd door beheermaatregelen). In de vallei achter de aangelegde zeereep is nu ca. 3 ha pioniervegetaties van droge duingraslanden aanwezig en heeft zich een klein areaal (< 0,5 ha) met een pioniervegetatie van vochtige duinvalleien (ass. van strandduizendguldenkruid en krielparnassia) ontwikkeld.

De initiële aanleg van een zeereep, beplant met helm, die tevens (enige) afscherming biedt tegen wind- en zanddynamiek in de hierachter gelegen vallei, heeft dus geleid tot een snellere en meer gedifferentieerde ontwikkeling van duinvegetaties dan op de Zandmotor. De (helm)vegetaties op de Zandmotor zijn echter spontaan ontstaan en hebben daardoor wel een meer natuurlijk karakter.

Kwade Hoek

Zie o.a. EGG consult e.a. (2014) en Vertegaal (2009). De Kwade Hoek is buitendijks gelegen aan de noordzijde van het vroegere eiland Goeree. Het heeft zich vanaf ca. 1850 door kustaangroei ontwikkeld en is inmiddels ca. 750 ha groot. Door de ligging aan de monding van het Haringvliet heeft naast stranden en duinen ook een groot areaal estuariene natuurtypen. Er zijn in totaal enkele honderden ha schorrenvegetaties, 50-60 ha embryonale en witte duinenvegetaties, ca 60 hectare duindoornstruwelen, 3 hectare droge duingraslanden en ca. 1 hectare vochtige duinvalleivegetaties. Het is evident dat in de Kwade Hoek veel grotere arealen, meer gedifferentieerde en beter ontwikkelde duin- en kustvegetaties aanwezig zijn. Tevens is duidelijk dat de Kwade Hoek door zijn veel grotere areaal, veel langere ontwikkeltijd en ligging aan een estuarium eigenlijk niet bruikbaar is als referentie voor de Zandmotor.

De Hors/Texel

Zie o.a. Jager (2005) en Bilius e.a. (2016). De Hors is gelegen op de zuidpunt van het Texel. Het is op dit moment 250-300 ha groot. De Hors heeft zich vanaf de 19^{de} eeuw ontwikkeld doordat grote zandplaten (De Hors en Onrust) verheelden met Texel waardoor het eiland naar het zuiden sterk uitgroeide. Door de ligging aan Noordzee/Molengat en Waddenzee/Marsdiep is de dynamiek van zee, wind en zand hier (zeer) groot.

Op De Hors is op dit moment naar schatting² 5-10 ha embryonale duinen, 45-50 ha witte duinen, ca. 10 ha droge duingraslanden en 5-10 ha vochtige duinvalleien aanwezig. Doordat wind- en zanddynamiek hier dominant zijn is dit gebied beter vergelijkbaar met de Zandmotor dan de Kwade Hoek. Evenals op de Zandmotor liggen de begroeide delen vooral in de wat luwere zone voor de stabiele (ooit vastgelegde) zeereep aan de noordzijde. Meer richting zee bestaat een groot deel van het totale oppervlak uit kaal zand.

Het oppervlak strand- en duinvegetaties/habitats op de Hors is groter, meer gedifferentieerd en waarschijnlijk ook beter ontwikkeld dan op de Zandmotor. Waarschijnlijk is dit voor een groot deel het gevolg van de langere ontwikkeltijd, en deels door de grotere schaal. Er zijn echter ook duidelijke

² oppervlaktebepalingen in beschikbare rapporten zijn niet uitgesplitst naar deelgebieden als De Hors

parallelle, zoals de ligging van de begroeiende delen in de luwte voor de zeereep, het relatief grote areaal witte duinen en het relatief grote areaal kaal zand.

Flora

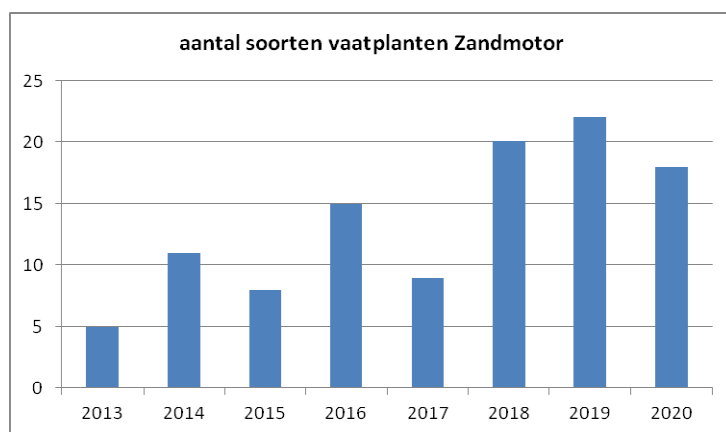
Aantal soorten

Bij de eerste florakaractering in 2013 zijn in totaal 5 verschillende plantensoorten aangetroffen; dit aantal is geleidelijk toegenomen tot 18-22 in de jaren 2018 t/m 2020 (zie afb. 3.4). In totaal zijn over de hele periode 33 verschillende plantensoorten waargenomen, waarvan een flink deel maar een of twee jaar, om daarna weer te verdwijnen. Het aantal soorten per jaar is relatief laag en lijkt de laatste jaren bovendien te stagneren, mogelijk als gevolg van de droge zomers van 2019 en 2020.

De belangrijkste oorzaak hiervan is waarschijnlijk het jonge, zeer natuurlijke en nog zeer dynamische karakter van de Zandmotor. De ontwikkeling van vegetatie en flora is op de daarbij horende tijdschaal nog maar nauwelijks gestart. Ook zijn initieel weinig structuren aangelegd die tot snelle differentiatie in biotopen hadden kunnen leiden. Tenslotte zullen ook de droge zomers van 2019 en 2020 de vestiging van nieuwe soorten hebben geremd.

Wat betreft het voorkomen van vaatplanten zijn alleen de soortgroepen van strand, vloedmerken en zeereep goed vertegenwoordigd. Het aantal soorten, vindplaatsen en exemplaren is duidelijk toegenomen ten opzichte van 2013/2014 maar deze ontwikkeling lijkt de laatste jaren enigszins te stagneren.

Afbeelding 3.4 Aantal aangetroffen soorten vaatplanten per jaar 2013-2020

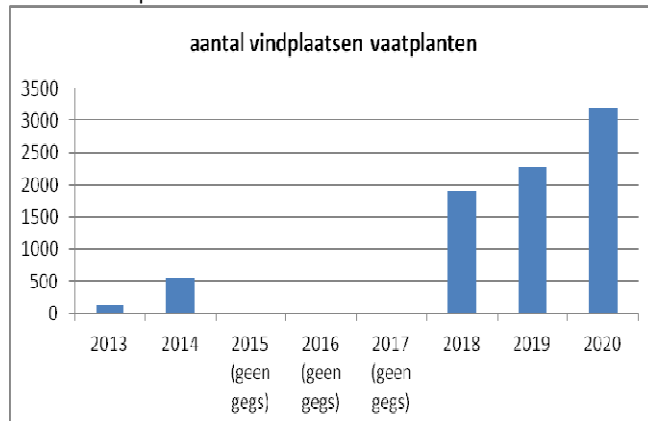


Aantal groeiplaatsen en exemplaren

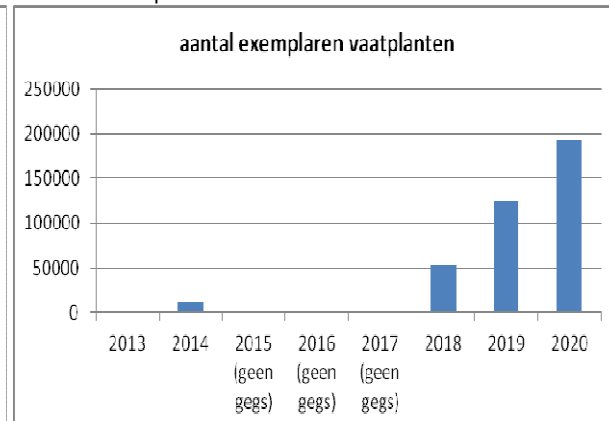
Het totaal aantal vindplaatsen en exemplaren van vaatplanten (alle soorten) is sterk toegenomen van ruim 130 resp. ruim 2.700 in 2013 tot ruim 3.200 resp. ruim 193.000 in 2020: zie afb. 3.5. Voor beide parameters is sprake van een gestage toename.

Afbeelding 3.5 Aantal vindplaatsen en exemplaren vaatplanten (alle soorten) per jaar 2013-2020

a. aantal vindplaatsen

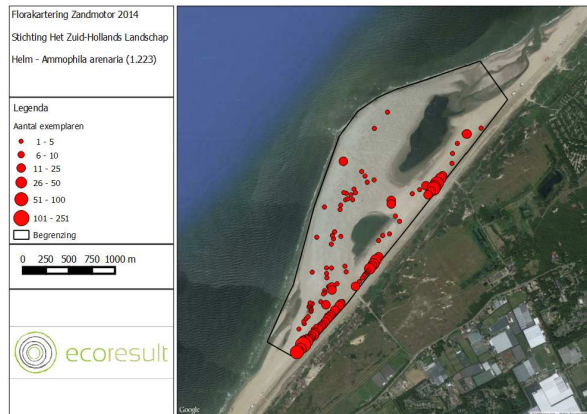


b. aantal exemplaren



Afbeelding 3.6 Verspreiding enkele talrijke plantensoorten 2014-2020

helm 2014



helm2020



biestarwegras 2014



biestarwegras 2020



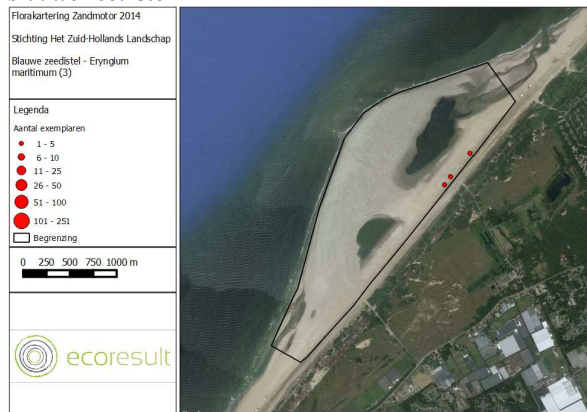
zeeraket 2014



zeeraket 2020



blauwe zeedistel 2014



blauwe zeedistel 2020



Deze ontwikkeling wordt vooral bepaald door een klein aantal zeer talrijke soorten: helm, biestarwegras, zeeraket, zandhaver en zeepostelein. De aantallen hiervan zijn vermeld in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Aantal vindplaatsen en exemplaren vijf talrijkste soorten 2013-2020

	2013		2014		2018		2019		2020	
	vindpl.	exempl.	vindpl.	exempl.	vindpl.	exempl.	vindpl.	exempl.	vindpl.	exempl.
helm	27	286	120	1223	798	30178	777	72103	1305	114.853
biestarwegras	15	116	73	662	434	17498	504	36563	751	60.908
zeeraket	75	2283	ca. 300	8365	300	1442	573	7784	583	3.967
zandhaver	0	0	4	54	90	2032	153	4219	230	7.405
zeepostelein	16	56	38	376	81	1239	102	2348	144	3.664

Uit de tabel blijkt dat vooral helm en biestarwegras bepalend zijn voor het totaal aantal exemplaren. Zeeraket was in de eerste twee onderzoeksjaren het meest talrijk maar is daarna weer afgenomen. Dit correspondeert ook met de areaalontwikkeling van de door deze uitgesproken pioniersoort van stranden gedomineerde vegetatietypen (zie hierboven). Opvallend is de toename van de aantallen blauwe zeedistel (niet in de tabel) die in 2020 met 87 vindplaatsen en 452 exemplaren qua aantallen op de zesde plaats is beland.

Verspreiding op de Zandmotor

In afbeelding 3.6 is de verspreiding van enkele van de meest algemene soorten op de Zandmotor voor de meetjaren 2014 en 2020 weergegeven. Ook hieruit blijkt de sterke toename van het aantal vindplaatsen van de meeste soorten, met zeeraket als opvallende uitzondering.

Voor alle soorten geldt dat de meeste vindplaatsen gelegen zijn in de zone direct voor de zeereep (kustversterking 2010). Zowel rond de Lagune als rond het Duinmeer en in en brede strook aan de zeezijde van de Zandmotor zijn vrijwel geen vindplaatsen van vaatplanten aanwezig. Het midden van de Zandmotor - ter hoogte van de het Schelppad, aan de zeezijde van het Duinmeer en op de hoge rug tussen Duinmeer en Lagune - neemt qua aantal vindplaatsen een tussenpositie in. Opvallend is het relatief grote aantal vindplaatsen van blauwe zeedistel in de zone voor de zeereep ter hoogte van de Lagune.

Waarschijnlijk wordt de verspreiding van alle vaatplanten op de Zandmotor vooral bepaald door de mate van dynamiek, die afneemt van zee naar land en vooral voor de zeereep minder groot is omdat landwaartse wind hier aan snelheid verliest. Op de vlakke stukken rond het Duinmeer en de Lagune is de zanddynamiek waarschijnlijk relatief groot en wordt de vestiging van vaatplanten ook afgeremd door het zoutgehalte van het water.

Ecologische groepen

Van de 33 soorten die van 2013 t/m 2020 zijn aangetroffen kunnen er 14 worden gerekend tot de soortgroep van strand, vloedmerken en zeereep (habitattypen H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen). Dit is vooralsnog het enige biotooptype dat op grote schaal, redelijk tot goed ontwikkeld op de Zandmotor aanwezig is. Gedurende de hele periode behoort 99 tot 100% van alle gekarteerde vaatplanten (exemplaren) tot deze soortgroep.

Andere soortgroepen waarvan plantensoorten zijn aangetroffen zijn: droge duinruigten, droge duingraslanden, duinstruwelen, vochtige ruigten en brak water. Het aantal soorten en het aantal exemplaren zijn in alle gevallen (zeer) gering en veel van deze soorten zijn maar een of enkele malen waargenomen, vaak maar met een enkel exemplaar.

Van de andere soortgroepen is de groep van droge duinruigten het minst schaars, met in totaal 9 soorten over de hele periode, waaronder veldhondstong, smal vlieszaad en bezemkruiskruid; in 2020 waren er 167 exemplaren verdeeld over 5 soorten.

De soortgroep van brak water, waarvan in 2018 twee soorten, zannichellia en snavelruppia, met in totaal 281 exemplaren aanwezig waren in het duinmeer, is daarna weer verdwenen.

Andere groepen blinken vooral uit door geheel of vrijwel geheel ontbreken, zoals soortgroepen van schorren en van vochtige duinvalleien, resp. van droge duingraslanden (1 exemplaar duinkruiskruid in 2014 en 6 exemplaren zandzegge in 2019) en van duinstruwelen (7 exemplaren duindoorn in 2018).

Typische soorten Natura 2000-habitattypen

Typische soorten zijn een maat voor de kwaliteit van EU-habitattype. In tabel 3.3 zijn de aantallen van typische soorten van habitats op de Zandmotor vermeld. Alleen van habitattypen H2120 Witte duinen komen tot nu toe 3 typische soorten voor, die geleidelijk toenemen. Daarmee is het habitattype goed ontwikkeld aangezien dit type slechts vijf typische soorten vaatplanten kent, waarvan er bovendien een (Noordse helm) waarschijnlijk ook voorkomt maar niet wordt onderscheiden van de sterk gelijkende (gewone) helm. Van het van nature zeer soortenarme habitattype H2110 Embryonale duinen zijn geen typische soorten aanwezig omdat voor dit type geen typische soorten vaatplanten zijn geselecteerd.

Tabel 3.3 Aantal exemplaren van typische soorten van habitattypen 2013-2020

soort	habitat-type	2013	2014	2018	2019	2020
akkermelkdistel	H2120	-	-	99	5	203
blauwe zeedistel	H2120	-	3	86	191	452
zeewolfsmelk	H2120	-	-	14	1	6

Rode Lijstsoorten

In tabel 3.3 en afb. 3.7 zijn de aantallen van typische soorten van habitats op de Zandmotor vermeld. Blauwe zeedistel is de enige Rode Lijstsoort met een substantiële, duidelijk toenemende populatie op de Zandmotor. Andere soorten zijn schaars en komen vooralsnog alleen incidenteel voor. Zeewinde en zeewolfsmelk zijn soorten van vroegere Rode Lijsten maar vallen sinds 2012 in de categorie 'thans niet bedreigd'. Beide soorten komen op beperkte schaal voor; mogelijke uitbreiding is wellicht afgeremd door de droge zomers van 2019 en 2020.

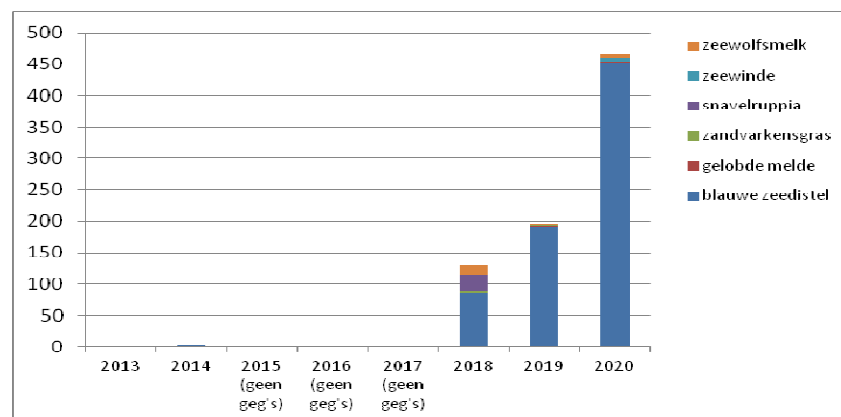
Tabel 3.4 Aantal exemplaren van Rode Lijstsoorten 2013-2020

soort	RL-cat. ¹	2013	2014	2018	2019	2020
blauwe zeedistel	KW	-	3	86	191	452
gelobde melde	BE	-	-	-	2	1
zandvarkensgras	GE	-	-	3	1	-
snavelruppia	KW	-	-	26	-	-
zeewinde	- ²	-	-	1	1	7
zeewolfsmelk	- ²	-	-	14	1	6

¹ Rode Lijst-categorieën: GE = 'gevoelig', KW = 'kwetsbaar' en BE = 'bedreigd'

² volgens de meest recente Rode Lijst 2012 (Sparrus e.a., 2014) geen Rode Lijst-soort meer, wel volgens eerdere

Afbeelding 3.7 Aantal exemplaren Rode Lijstsoorten 2013-2020



Vergelijking met andere kustgebieden

Uit overzichten van waargenomen vaatplanten op waarneming.nl blijkt dat de Zandmotor floristisch gezien – vooralsnog - aanzienlijk minder goed ontwikkeld is dan De Hors op Texel en de Kwade Hoek op Goeree. In deze gebieden komen honderden soorten vaatplanten voor,

waaronder enkele tientallen van de Rode Lijst. Ook het aantal typische soorten van diverse duinhabitattypen ligt waarschijnlijk beduidend hoger. Dit heeft alles te maken met de grotere omvang, de langere ontwikkeltijd en de grotere variatie in biotopen in deze gebieden, die hierdoor als referentie minder goed bruikbaar zijn.

De vergelijking met andere duingebieden is daarom toegespitst op Spanjaards Duin dat met 45 ha ongeveer de helft kleiner is, in dezelfde regio ligt (enkele kilometers zuidelijker langs de Delflandse kust, ter hoogte van 's-Gravenzande) en ongeveer in dezelfde periode is aangelegd (2010). Gegevens zijn beschikbaar uit 2018 (Arens e.a., 2019) toen dit gebied door hetzelfde onderzoeksbureau op vergelijkbare manier is geïnventariseerd.

In Spanjaards Duin zijn in 2018 in totaal 57 soorten aangetroffen, aanzienlijk meer dan de ca. 20 soorten op de Zandmotor. De soorten van strand en witte duinen zijn vergelijkbaar met die op de Zandmotor. De ecologische groep van droge duingraslanden is met ca. 13 soorten duidelijk beter vertegenwoordigd. Ook van de groep van vochtige duinvalleien, die op de Zandmotor (nog) niet aanwezig is, komen hier 5 soorten voor. Drie soorten behoren tot de groep van duinstruwelen. Een aantal soorten wordt gerekend tot ecologische groepen van droge en natte ruigten waarvan de ecologische betekenis beperkt is.

In Spanjaards Duin komen dezelfde typische soorten van habitattype H2120 Witte duinen voor als op de Zandmotor (zie tabel 3.3); akkermelkdistel en zeewolfsmelk zijn wel talrijker dan op de Zandmotor. Ook zijn typische soorten aanwezig van H2130 Grijze duinen en H2190 Vochtige duinvalleien (in beide gevallen één soort).

Wat betreft voorkomen van Rode Lijstsoorten (zie tabel 3.4) is Spanjaards Duin min of meer vergelijkbaar met de Zandmotor: blauw zeedistel, zandvarkensgras en zeewolfsmelk komen hier ook voor, gelobde melde, snavelruppia en zeewinde niet. In plaats daarvan is wel sierlijk vetmuur aanwezig, een Rode Lijstsoort van vochtige duinvalleien.

3.1.6 Conclusies

In hoeverre ontwikkelen zich bredere, meer natuurlijke en dynamische duinen?

Deze evaluatievraag kan positief worden beantwoord. Op de Zandmotor is een brede (tot enkele honderden meters) strook duinen ontstaan met een zeer natuurlijk en dynamisch karakter. Zie wat dit betreft ook de evaluatie van geomorfologische parameters (Arens, 2021a t/m c). Verwacht kan worden dat deze ontwikkeling nog verder zal doorzetten, dat de duinen op de Zandmotor nog in hoogte zullen toenemen en zullen verhelen met de buitenste duinenrij van Solleveld. Hierdoor ontstaat een breder en meer robuust complex van (half)natuurlijke buitenduinen.

Betekenis van de Zandmotor voor vegetatie en flora

Alle vegetaties die tot nu toe op de Zandmotor zijn ontstaan behoren tot de EU-habitattypen H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen en vertegenwoordigen daarmee nationaal en internationaal belangrijke natuurwaarden. Het totaal areaal is inmiddels substantieel en zal naar verwachting nog verder toenemen. Hoewel de duinontwikkeling beïnvloed is door de manier waarop de Zandmotor is aangelegd en door betreding en rijden met voertuigen, hebben deze vegetaties een hoge graad van natuurlijkheid, vooral in vergelijking met aangelegde en met helm beplante duinen zoals de kustversterking 2010 en de zeeleep ('basisduin') in het Spanjaards Duin bij 's-Gravenzande. Habitattype H2120 Witte duin is wat betreft het voorkomen van typische soorten (akkermelkdistel blauwe zeedistel, en zeewolfsmelk, mogelijk ook Noordse helm,) bovendien goed ontwikkeld. Ten opzichte van andere gebieden biedt de Zandmotor nog weinig differentiatie in biotopen en bijbehorende vegetaties. Dit waarschijnlijk het gevolg van het relatief jonge karakter waardoor landschaps- en vegetatieontwikkeling nog in een zeer jong stadium verkeren, en van het feit dat initieel weinig structuren zijn aangelegd en de vegetatieontwikkeling niet is 'getriggerd' door aanplant van helm of andere soorten.

Wat betreft bijzondere plantensoorten is de Zandmotor voornamelijk matig ontwikkeld. Blauwe zeedistel is de enige Rode Lijstsoort met een substantiële en toenemende populatie. Andere Rode Lijstsoorten zijn schaars en komen alleen incidenteel voor. Ook de (vrij) zeldzame voormalige Rode Lijstsoorten zeewinde en zeewolfsmelk zijn floristisch van betekenis. Beide soorten zijn inmiddels

jaarlijks aanwezig; verdere populatieontwikkeling lijkt vooral afgeremd door recente droge zomers. Vergeleken met andere gebieden is het aantal soorten gering en nog weinig gedifferentieerd naar volgende stadia van duinontwikkeling en verschillende duinbiotopen.

Wat is de invloed van dynamische wijze van aanleg en beheer op de kwaliteit?

Op basis van alleen de monitoringresultaten kan geen direct antwoord worden gegeven op deze vraag. Mede op basis van een vergelijking met het meer kunstmatig aangelegde Spanjaards Duin (zie Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek & Artesia Water Research Unlimited, 2020) kunnen echter de volgende conclusies worden getrokken:

- de kwaliteit van flora en vegetatie is - vooralsnog - beperkt; er heeft zich slechts een klein aantal vegetatie-/habitattypen ontwikkeld en de soortenrijkdom hier is beperkt, ook in termen van zeldzame en/of bedreigde soorten;
- dit is zeer waarschijnlijk een gevolg van de dynamische aanleg, waardoor de ontwikkeling van het labndshcap/ecosysteem relatief traag verloopt; de meer kunstmatige aanleg van Spanjaards Duin heeft in dezelfde periode geleid tot een groter aantal vegetatie-/habitattypen en een grotere soortenrijkdom, die zelfs nog groter hadden kunnen zijn als hier intensiever was beheerd;
- flora, vegetatie en habitats op de Zandmotor hebben in het algemeen een zeer natuurlijk karakter, wat, hoewel lastiger te definiëren, ook een belangrijk kwaliteitsaspect is; dit geldt ook voor het strand- en duinlandschap en -ecosysteem als geheel.

Wat is de invloed van het recreatiebeheer ('flexibel zoneren')?

De resultaten ten aanzien van deze evaluatievraag van zijn bepaald aan de hand van de monitoringgegevens en in combinatie met waarnemingen tijdens veldbezoeken en expert judgement. Geconcludeerd kan worden dat er sprake is van een substantiële beïnvloeding van de duinontwikkeling door recreatie en door andere activiteiten op de Zandmotor. Door het rijden met voertuigen (vooral door onderzoekers en handhavers) zijn parallel aan de duinvoet brede onbegroeide rijstroken ontstaan. Op de vegetatiekaarten is te zien dat de duinvegetaties voor de duinvoet van elkaar worden gescheiden door onbegroeide stroken. Zonder deze autoroutes zouden hier grotere, aangesloten duincomplexen zijn ontstaan waardoor ook de vegetatiekundige ontwikkeling sneller had kunnen verlopen. Het uitrasteren van enkele stroken duintjes voor de duinvoet in 2014 heeft deze effecten alleen lokaal kunnen afremmen.

Op de vegetatiekaart is ook te zien dat de duinvegetaties ter hoogte van de het Schelppad (aan de zuidzijde van de Zandmotor) een waaiervorm hebben. Precies ter hoogte van het Schelppad is een flink deel onbegroeid. Dit is een evident gevolg van betreding door bezoekers die vanaf het Schelppad de Zandmotor op gaan en vervolgens in verschillende richtingen over het gebied uitwaaiëren. Naar schatting is door gebruik van voertuigen en door betreding door bezoekers te voet (en te paard) zeker 3 tot 5 hectare potentiële duinvegetatie niet tot ontwikkeling gekomen.

Ook binnen de wel begroeide delen is de invloed van betreding zichtbaar, het meest in de omgeving van het Schelppad. Hier zijn tal van smalle paadjes en kale plekken aanwezig die in de vegetatiekartering niet zichtbaar zijn, maar wel invloed hebben op de ontwikkeling en de kwaliteit van de vegetatie.

Van recreatiebeheer is in de monitoringperiode nauwelijks sprake geweest. Rond 2015 zijn alleen enkele stroken met in de periode daarvoor ontstane primaire duintjes afgezet met rasters. Deze relatief kleinschalige ingreep heeft er toe geleid dat de duinontwikkeling hier min of meer ongestoord is verlopen. Omdat deze duintjes op dat moment al enige formaat hadden is de meerwaarde waarschijnlijk beperkt. Zodra duintjes een bepaald formaat hebben is rijden met voertuigen fysiek onmogelijk. Afrasteren van stukken strand waar nog weinig duintjes zijn ontstaan is waarschijnlijk veel effectiever. Indien het gebruik met voertuigen tot een smalle strook zou zijn beperkt (met rasters of via bebording) en de betreding vanuit het Schelppad via enkele smalle uitgerasterde stroken naar het strand zou zijn geleid zou het oppervlak jonge duintjes hier ongetwijfeld beduidend groter zijn geweest.

Afbeelding 3.8 foto uitgerasterd duintje

*** nog maken/invoegen

3.2 Vogels op de Zandmotor

Aanleg van de Zandmotor leidde in 2011 vrijwel direct tot biotopen voor kustvogels die gebruik zouden kunnen maken van de stranden, de lagune en het duinmeer om te broeden, foerageren en/of te rusten. Door het grote verspreidingsvermogen kon worden verwacht dat vogels het nieuwe gebied snel zouden ontdekken en er ook snel gebruik van zouden maken als het biotoop geschikt zou zijn. Vogels zijn daardoor een van de aspecten van natuurwaarden waaruit de meerwaarde van de Zandmotor voor natuur al snel na aanleg zou kunnen blijken. Dit geldt zowel voor vogels die gedurende een deel van het jaar - tijdens de trek, gedurende de winter en/of in de broedtijd - van het gebied gebruik zouden kunnen maken om te foerageren en/of te rusten (niet-broedvogels) als om soorten die op de uitgestrekte stranden met zich ontwikkelende jonge duintjes tot broeden zouden kunnen komen (broedvogels).

Wat betreft niet-broedvogels gaat het om vogels die daadwerkelijk gebruik maken van de Zandmotor als nieuw kusthabitat. Trekvogels die de kustlijn volgen en daarbij alleen over de Zandmotor heen vliegen zijn daarbij minder relevant. Dat geldt ook voor zeevogels die de kustlijn op enige afstand passeren of die gebruik maken van het zeewater voor de kust van de Zandmotor.



3.2.1 Evaluatievragen

In het evaluatieprogramma Zandmotor wordt onder andere onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van nieuwe natuur c.q. natuurwaarden op de Zandmotor zelf.

Het onderdeel 'vogels Zandmotor' is gericht op de volgende evaluatievragen:

- hoe ontwikkelt zich de (tijdelijke) nieuwe natuur op de Zandmotor?
- welke ontwikkelingen vertonen steltlopers en zeevogels in het gebied?
- welke ontwikkelingen vertonen broedvogels in het gebied?
- wat is de invloed van het recreatiebeheer ('flexibel zoneren')?

3.2.2 Aanpak

Niet-broedvogels

Tijdens de eerste inventarisatieperiode (2011-2015) is een vergelijking gemaakt tussen de aantallen niet-broedvogels op de Zandmotor en die op de stranden direct ten noorden en ten zuiden ervan (zie Wijsman e.a., 2015).

Met ingang van 2013 zijn niet-broedvogels op de Zandmotor zelf intensiever gemonitord, maar er zijn geen referentiegebieden geteld (met dezelfde methoden). Ook is geen nulmeting uit de periode voor aanleg beschikbaar.

De beoordeling van de ontwikkeling van de betekenis van de Zandmotor voor niet-broedvogels is daarom gebaseerd op een vergelijking met gegevens over aantallen niet-broedvogels op het strand ten noorden van Noordwijk en op expert judgement.

Broedvogels

De ontwikkeling van de Zandmotor als nieuw natuurgebied voor kustbroedvogels kan direct worden beoordeeld aan de hand van de monitoringresultaten. De betekenis van het gebied voor deze soortgroep kan ook worden afgeleid uit vergelijking met andere natuurgebieden langs de kust, zoals Spanjaards Duin (bij 's-Gravenzande).

De invloed van recreatie op (de vestiging van) kustbroedvogels op de Zandmotor is ingeschat op basis van expert judgement. In het monitoringprogramma is niet voorzien in effectenonderzoek, waarbij bijv. delen van de Zandmotor worden afgesloten voor publiek of een vergelijking wordt gemaakt met referentiegebieden met minder recreatieve invloed.

3.2.3 Monitoring

Onderzoeksgebied

Tussen eind 2011 en voorjaar 2015 zijn 's winters niet-broedvogels geteld in drie deelgebieden geteld: de Zandmotor (Midden) en de referentiegebieden Noord en Zuid: zie afb. 3.9. Ook vogels op zee zijn in deze vakken geteld (zie Wijsman e.a., 2015 en Lagerveld, 2016).

Afbeelding 3.9 Telpunten wintertellingen niet-broedvogels eind 2011-voorjaar 2015 met de telpunten/deelgebieden Zuid, Midden en Noord



In 2013 en 2014 en in januari 2017 t/m september 2020 zijn maandtellingen uitgevoerd in een aantal vakken op de Zandmotor: zie afb. 3.10. De vakken zijn morfologisch bepaald en veranderen dus mee met veranderingen in vorm en structuur van de Zandmotor.

Afbeelding 3.10 Telvakken/deelgebieden maandtellingen vogels 2013, 2014 en 2017 t/m september 2020



Telvakken/deelgebieden:

Namen zoals gebruikt in bestanden, tussen haakjes meer gebruikelijke):

1. Noordplas (lagune)
2. Zuidplas (duinmeer)
3. Zeereep (oeverzone/nat strand)
4. Centraal (centrale vlakte)
5. Duinvoet (hoog strand en kustversterking 2010)

Telmethode

In de periode eind 2011 en voorjaar 2015 zijn gedurende drie teldagen in het jaar tellingen op de drie telpunten/deelgebieden (zie afb. 3.9) uitgevoerd: 1x in november/december, 1x in januari/februari en 1x in maart/april. Op iedere teldag is in elk deelgebied één telling uitgevoerd. De telling was gericht op alle kust- en zeevogels op of in het water dan wel op het strand. Trekkende vogels die (waarschijnlijk) geen binding met het gebied hebben zijn niet meegenomen.

Vanaf de telpunten is de zee met een verrekijker en telescoop gescand, tot anderhalve kilometer uit de kust. Van alle waargenomen relevante vogels is de afstand tot de waarnemer, afstand tot de kust en sector bepaald en genoteerd. Een sector omvat 30 graden en ieder deelgebied bevat drie sectoren (A-C) links van het telpunt en drie sectoren (D-F) rechts van het telpunt. Gezamenlijk bestrijken de sectoren dus een zone van 180 graden vanaf het strand tot circa anderhalve kilometer de zee op. Naast deze telgebieden zijn ook de vogels in/bij het meer en de lagune van de Zandmotor geteld.

De maandtellingen in 2013 en 2014 en in januari 2017 t/m september 2020 bestonden uit een vlakdekkende inventarisaties van alle vogels met binding met de Zandmotor. De aantallen zijn geteld per deelgebied (zie afb. 3.10). Er is onderscheid gemaakt in rustende vogels en foeragerende vogels. Overtrekkende vogels en vogels op zee zijn niet geteld. Bij elke telling is het gehele onderzoeksgebied te voet doorkruist en met verrekijker en telescoop bekeken. De tellingen zijn steeds in de ochtend uitgevoerd. De methodiek is gebaseerd op de watervogeltelmethode zoals deze ontwikkeld is door Sovon (Hornman e.a., 2012).

Tijdens broedtijd jaarlijks 3 extra tellingen om mogelijke aanwezigheid van broedvogels vast te stellen (conform de Sovon BMP-methode (Vergeer e.a., 2016)).

3.2.4 Analyses

De resultaten van de tellingen in drie deelgebieden zijn eerder gerapporteerd door Wijsman e.a. (2016). De vergelijking tussen de telgebieden is daarin gebaseerd op het totaal aantal vogels dat per soort in de hele telperiode is geteld, uitgesplitst naar aantallen op zee en aantallen op het strand, c.q.

in de lagune en het duinmeer. Tevens is een onderverdeling naar telperiodes (winterperiodes) gemaakt (2012/2013, 2013/2014 en 2014/2015) waarbij de aantallen op zee en op het strand zijn samengevoegd.

De resultaten van de maantellingen zijn omgerekend naar maandgemiddelden berekend voor een aantal telperiodes. Op deze wijze berekende maandgemiddelden (ook wel: 'seizoensgemiddelden') worden ook gebruikt om de instandhoudingsdoelen voor niet-broedvogels in Natura 2000-gebieden te bepalen (zie SOVON & CBS, 2005). Het is het gemiddeld aantal vogels dat in een bepaalde periode in een gebied tijdens maandelijkse tellingen is waargenomen.

Er is zo veel mogelijk uitgegaan van periodes van 12 maanden. I.v.m. de planning van de eindevaluatie is de periode van 12 maanden in 2017/2018 verschoven van kalenderjaren naar de periode oktober t/m september:

- februari 2013 t/m december 2013;
- januari 2014 t/m december 2014;
- januari 2017 t/m december 2017;
- oktober 2017 t/m september 2018;
- oktober 2018 t/m september 2019;
- oktober 2019 t/m september 2020.

Maanden waarin meerdere tellingen zijn uitgevoerd zijn in de berekening van het maandgemiddelde eerst gemiddeld zodat deze maanden even zwaar meewegen als de andere. Maandgemiddelden zijn berekend voor het gehele studiegebied en voor de onderscheiden deelgebieden.

Zoals vermeld is vóór aanleg van de Zandmotor op het strand tussen Kijkduin en Ter Heijde geen nulmeting uitgevoerd. Ook uit andere bronnen zijn weinig gegevens beschikbaar m.b.t. aantallen vogels op de stranden in Zuid-Holland die als referentie gebruikt kunnen worden³. Een uitzondering is het strand van Noordwijk waar al tientallen jaren tussen paal 71 en paal 81 zeer regelmatig volgens een vaste methode strandtellingen worden uitgevoerd. Verkade (2012) geeft een overzicht met telresultaten uit de periode 1998-2011 dat hier gebruikt wordt als vergelijkingsmateriaal om de ontwikkeling van de aantallen niet-broedvogels op de Zandmotor te beoordelen. Op basis van deze gegevens is per soort een maandgemiddelde berekend dat vergelijkbaar is met de maandgemiddelden die voor de Zandmotor zijn berekend (zie bijlage 3.1). Voor het verschil in kustlengte is gecorrigeerd door de maandgemiddelden te berekenen per kilometer strekkende de kustlijn (onderzoeksgebied Noordwijk 10 kilometer, onderzoeksgebied Zandmotor 3,5 km).

3.2.5 Resultaten

Wintertellingen 2011-2015

De resultaten van de wintertellingen in drie telvakken in de periode eind 2011 t/m voorjaar 2015 zijn na de eerste evaluatieperiode gerapporteerd door Wijsman e.a. (2015). Deze zijn hier kort samenvat (zie tabel 3.5). De aantallen in deze tabel zijn niet vergelijkbaar met de aantallen in het vervolg van deze paragraaf (maantellingen 2013-2020) omdat alle waargenomen aantallen zijn gesommeerd en omdat ook langs- en overtrekkende vogels zijn meegeteld.

Er is een vergelijking gemaakt van de waarnemingen van de Zandmotor (Midden) met elk van de beide referentielocaties (Noord en Zuid) voor de waarnemingsperiode eind 2011 t/m voorjaar 2015. Over een trend van de aantallen vogels per soort in deelgebied Midden bij de Zandmotor in de periode van 3 jaren was voor de meeste soorten geen uitspraak te doen. Er zijn echter 4 vogelsoorten waarvoor wel een duidelijke toename of afname te zien was. Dit betreft een toename voor de grote mantelmeeuw en een afname voor kokmeeuw, stormmeeuw en zwarte Kraai.

Ook waren geen harde uitspraken te doen over hogere of lagere aantallen vogels in deelgebied Midden bij de Zandmotor ten opzichte van de referentiegebieden. Er waren wel indicaties dat de

³ gegevens op waarneming.nl zijn o.i. methodologisch onvoldoende vergelijkbaar met de monitoring op de Zandmotor

dichtheid aan vogels in Midden voor wat meer soorten lager dan hoger was dan in Zuid, terwijl de dichtheid voor meer vogelsoorten in het gebied Midden ten opzichte van gebied Noord hoger was.

Tabel 3.5 Waargenomen aantallen (gesommeerd) vogels in de gebieden bij (Midden) en op de Zandmotor en de referentiegebieden (Zuid, Noord) onderscheiden per type leefgebied voor de periode eind 2011 t/m voorjaar 2015 (bron: Wijsman e.a., 2015)

Soortgroep	Soort	Zuid		Midden		Noord		Zandmotor	
		Strand	Zee	Strand	Zee	Strand	Zee	Lagune	Meer
Aalscholvers	Aalscholver		234	171	80	4	120	86	1
Alkachtigen	Alk		1			3			
	Zeekoet		16		122	31	2		
Duikeenden	Brilduiker							1	1
	Kuifeend				12				1
	Middelste Zaagbek				1			2	
	Nonnetje				1				
	Zwarte Zee-eend		21			1			
Duikers en futen	Fuut		1048		342	10	66	16	2
	Jan van Gent		1			1			
	Kuifduiker						3		
	Parelduiker				1		1		
	Roodkeelduiker		84		16	2	3		
Jagers	Kleine Jager		1						
Meeuwen	Drieteenmeeuw		39		5	152	1	2	
	Dwergmeeuw				1				
	Grote Mantelmeeuw	4	55	64	91	5	8	51	1
	Kleine Mantelmeeuw			6			20		
	Kokmeeuw	1	3381	2	9637	51	751	6261	3
	Stommeeuw		469	27	1638	44	50	237	6
	Zilvermeeuw	124	434	285	331	87	29	222	4
Roofvogels	Slechtvalk				1				
Steltlopers	Bonte Strandloper			1					
	Drieteenstrand-loper			15	2			23	
	Groenpootruiter							1	
	Rosse grutto			4				1	
	Scholekster	46		26	10			69	
Sterns	Dwergstern			1					
	Grote Stern		5	63	4		2		
	Visdief		33	98	16		44		
Zangvogels	Groenling								1
	Kauw					5			
	Zwarte Kraai	9		10	16	27	2	37	
Zwanen en ganzen	Grote Canadese Gans				1				
	Knobbelzwaan								6
Zwemeenden	Smient		3					2	
	Wintertaling				4				
Totaal		184	5825	773	12332	423	1102	7011	26

Maandtellingen 2013 t/m 2020

De hier gepresenteerde gegevens en analyses zijn het resultaat van in totaal 77 tellingen die in de periode februari 2013 t/m december 2014 en januari 2017 t/m september 2020 77 zijn uitgevoerd. Het betreft 68 maandelijks tellingen, aangevuld met in totaal 9 extra tellingen in de maanden mei t/m augustus, mede bedoeld om broedvogels vast te stellen.

Soorten 2013-2020

In totaal zijn tijdens de tellingen ca. 80 soorten vogels vastgesteld die foeragerend, rustend of als broedvogel gebruik maakten van de Zandmotor; (trek)vogels die over- of langsvliegend zijn waargenomen zijn niet meegerekend.

De meeste van deze soorten zijn min of meer typische kustvogels, waaronder 16 eendensoorten, 17 soorten steltlopers, 12 soorten meeuwen, 5 sternsoorten, 2 soorten jagers en 12 soorten zangvogels. Uitgesproken zeldzaamheden zijn tijdens de telperiode niet waargenomen. Als meest bijzondere waarnemingen kunnen worden vermeld: jan-van-gent, noordse pijlstormvogel, grote jager, middelste jager en velduil.

Maandgemiddelden 2013-2020

De maandgemiddelden van alle regelmatig waargenomen soorten op de Zandmotor zijn vermeld in tabel 3.6.

Tabel 3.6 *Maandgemiddelden talrijke en vrij algemene¹ soorten niet-broedvogels per periode*

soort	maandgemiddelde per periode		
	2013-2014	2017-2020	2013-2020 ²
aalscholver	142,0	17,2	79,6
bonte strandloper	2,6	1,9	2,2
bontbekplevier	1,1	2,0	1,5
drieteenstrandloper	10,5	21,1	15,8
fuut	6,3	7,2	6,7
grauwe gans	0,0	0,6	0,3
groenling	0,0	1,6	0,7
grote mantelmeeuw	25,9	18,9	22,4
grote stern	20,4	21,6	21,0
kauw	1,0	1,4	1,2
kleine mantelmeeuw	56,5	78,3	67,4
knobbelzwaan	0,7	0,4	0,5
kokmeeuw	380,4	34,1	207,2
krakeend	0,4	0,4	0,4
kuiifeend	1,0	0,6	0,8
oeverzwaluw	0,9	0,1	0,5
Pontische meeuw	0,1	0,8	0,4
roodkeelduiker	1,0	0,0	0,5
scholekster	15,5	11,4	13,5
sneeuwgorst	0,1	0,7	0,4
stormmeeuw	52,7	49,7	51,2
tureluur	0,1	0,3	0,2
visdief	49,0	27,2	38,1
zilvermeeuw	118,1	96,1	107,1
zwarte kraai	10,2	13,4	11,8
alle soorten³	917,7	411,5	664,6

¹ soorten met maandgemiddelde van 1,0 of meer in een van de meetjaren

² gemiddelde van beide perioden

³ inclusief niet in de tabel vermelde minder algemene soorten

Over hele telperiode zijn gemiddeld per maand ca. 665 vogels geteld. Meeuwen, sterns, enkele steltlopersoorten, aalscholver, zwarte kraai en fuut zijn het meest talrijk. Andere soorten zijn in kleinere aantallen geteld; enkele zijn incidenteel in een een wat grotere groep waargenomen waardoor het maandgemiddelde in het betreffende meetjaar op meer dan 1,0 uitkomt.

Betekenis van de Zandmotor voor niet-broedvogels

Van de soorten die regelmatig voorkomen op de Zandmotor is een aantal van betekenis omdat de populaties nationaal en/of internationaal in meer of mindere mate bedreigd zijn. Deze soorten hebben juridische of beleidsmatige status omdat ze zijn opgenomen in bijlage 1 van de EU-

Vogelrichtlijn of op de Nederlandse Rode Lijst: zie tabel 3.7. In de tabel zijn ook soorten vermeld van de 'blauwe lijst'; dit zijn niet-broedvogels waarvoor Nederland vanwege de hoge aantallen een grote internationale verantwoordelijkheid heeft.

Naast de soorten in deze tabel zijn meer incidenteel ook andere soorten met nationale of internationale status waargenomen, zoals strandplevier, dwergstern, lepelaar, velduil en tapuit.

Tabel 3.7 Nationale en internationale status van talrijke en minder algemene niet-broedvogels op de Zandmotor

soort	Bijlage 1 EU-Vogelrichtlijn	Rode Lijst broedvogels ¹	Rode Lijst niet-broedvogels ²	Blauwe Lijst niet-broedvogels ²
grauwe gans				●
krakeend				●
roodkeelduiker	●			
bontbekplevier		kw		
bonte strandloper				●
tureluur		ge		
grote stern	●	kw		●
visdief	●	ge	ge	
grote mantelmeeuw		ge		
sneeuwgorst			kw	

¹ bron: Van Kleunen e.a., 2017; kw = kwetsbaar, ge = gevoelig

² bron: Van Kleunen e.a., 2016; kw = kwetsbaar, ge = gevoelig

Van de soorten in tabel 3.7 zijn vooral visdief en grote stern van belang, zowel vanwege hun status als soort van de Vogelrichtlijn en van de Nederlandse Rode en Blauwe lijst, als vanwege het feit dat ze in substantiële aantallen van de Zandmotor gebruik maken.

Om na te gaan in hoeverre aanleg van de Zandmotor een duidelijke meerwaarde heeft voor niet-broedvogels ten opzichte van andere stranden langs de Hollandse kust met een regulier kustonderhoud is een vergelijking gemaakt met de aantallen vogels op het strand ten noorden van Noordwijk (zie par. 3.3.4).

In tabel 3.8 zijn voor regelmatig waargenomen soorten de gemiddelden per strekkende kilometer kust op de Zandmotor en op het strand ten noorden van Noordwijk weergegeven.

Tabel 3.8 Aantallen niet-broedvogels per km kustlengte: strand Noordwijk (1998-2011) en Zandmotor (2013-2020)

soort	strand Noordwijk paal 71-81			Zandmotor		
	1998-2007	2007-2011	1998-2011	2013-2014	2017-2020	2013-2020
aalscholver	?	?	?	40,6	4,9	22,8
bontbekplevier	0,09	0,07	0,08	0,3	0,6	0,4
bonte strandloper	0,06	0,06	0,06	0,7	0,5	0,6
drieteenstrandloper	20,1	12,2	16,2	3,0	6,0	4,5
fuut	?	?	?	1,8	2,0	1,9
grote mantelmeeuw	3,4	5,2	4,3	7,4	5,4	6,4
grote stern	0,9	1,1	1,0	5,8	6,2	6,0
kauw	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
kleine mantelmeeuw	18,5	18,1	18,3	16,1	22,4	19,3
kokmeeuw	19,6	9,7	14,6	108,7	9,7	59,2
scholekster	1,8	2,8	2,3	4,4	3,3	3,9
steenloper	0,50	0,11	0,31	0	0	0
stormmeeuw	15,9	17,2	16,6	15,1	14,2	14,6
visdief	2,3	1,6	2,0	14,0	7,8	10,9
zilvermeeuw	136,8	113,6	125,2	33,8	27,5	30,6
zwarte kraai	2,3	2,6	2,5	2,9	3,8	3,4
totaal	223,0	185,0	204,0	262,2	117,6	189,9

Uit tabel 3.8 blijkt dat de Zandmotor voor alle soorten niet-broedvogels samen per kilometer kustlijn geen grotere aantallen herbergt dan het referentiestrand bij Noordwijk. Het gemiddeld aantal vogels per telling ligt met ca. 190 per kilometer kustlijn over de periode 2013-2020 een fractie lager dan de ca. 204 op het strand bij Noordwijk in de periode 1998-2011.

Dit wordt echter vooral bepaald door de aantallen zilvermeeuwen. Op het Noordwijkse strand maakten zilvermeeuwen in de periode 1998-2011 ruim 60% van het totaal aantal alle getelde vogels uit; op de Zandmotor was dat slechts 16%. Mogelijk is dit verschil (deels) veroorzaakt door een landelijke afname van het aantal zilvermeeuwen in de periode 2013 t/m 2020 ten opzichte van 1998 t/m 2011 (zie <https://www.sovon.nl/nl/zilvermeeuw>).

Ook drieteenstrandlopers komen op de Zandmotor per km kustlijn duidelijk minder voor dan op het strand van Noordwijk: gemiddeld zijn de aantallen over de respectievelijke meetperiodes bijna vier keer lager. Dit kan niet worden verklaard door de landelijke trend die juist duidelijk positief is (<https://www.sovon.nl/nl/soort/4970>). Meer plausibel is dat de Zandmotor in de jaren direct na aanleg nog weinig geschikt was als biotoop voor drieteenstrandloper doordat het bodemleven dat als voedselbron fungeert nog onvoldoende ontwikkeld was. Een dergelijk mogelijk effect van strandsuppleties wordt o.a. beschreven door Van Turnhout & Van Roomen (2005) en Aarts e.a. (2008). Bij Noordwijk zijn in de telperiode ook kustsuppleties uitgevoerd, maar dit betrof een vooroeversuppletie (2002) en een strandsuppletie direct ten zuiden van het telgebied (2007/2008); deze had overigens volgens Verkade (2012) waarschijnlijk een negatief effect had op het aantal drieteenstrandlopers. De verdubbeling van het aantal drieteenstrandlopers op de Zandmotor in de periode 2017-2020 vormt een aanwijzing dat de kwaliteit als biotoop verbeterd is door herstel van het bodemleven in de jaren na aanleg.

De aantallen van de meeste andere vogelsoorten liggen op de Zandmotor duidelijk hoger dan op het strand van Noordwijk. Dit geldt het sterkst voor aalscholver, grote mantelmeeuw, grote stern en visdief. Deze soorten gebruiken het gebied vooral om te rusten; waarschijnlijk bieden de brede stranden met relatief geïsoleerd gelegen zandbanken hiervoor meer mogelijkheden dan het relatief smalle strand bij Noordwijk. Bij de grote mantelmeeuw speelt mogelijk ook de positieve landelijke trend een rol.

De hogere aantallen fuut zijn zeer waarschijnlijk een gevolg van de aanwezigheid van biotopen (lagune en - in mindere mate - het duinmeer) die op het strand van Noordwijk ontbreken. De hogere aantallen bontbekplevier zijn waarschijnlijk een gevolg van de grotere schaal (breedte) van de Zandmotor en de ontwikkeling van jonge duintjes waardoor het geschikter is geworden, ook voor broedende bontbekplevieren (deze zijn bij maantellingen in de broedperiode meegeteld).

Over het geheel genomen heeft de Zandmotor een duidelijke meerwaarde voor niet-broedvogels, met de zilvermeeuw als opvallende en kwantitatief gezien zeer substantiële uitzondering. Vooral voor aalscholver, grote stern, visdief en mogelijk grote mantelmeeuw is de meerwaarde evident. Van de drieteenstrandloper zijn de aantallen lager dan op het strand bij Noordwijk, waarschijnlijk als gevolg van het geringe voedselaanbod op de relatief recent aangelegde stranden van de Zandmotor.

Trends

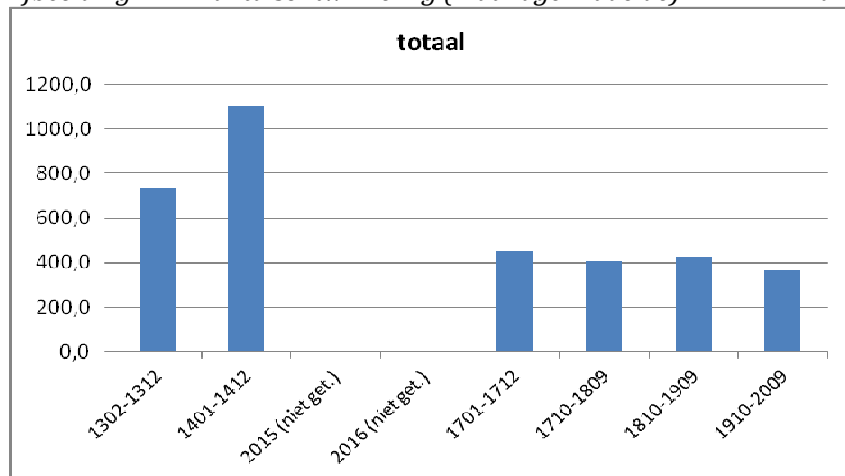
In afbeelding 3.11 is de aantalsontwikkeling van alle getelde soorten over de hele monitoringperiode 2013-2020 weergegeven (over 2015 en 2016 zijn geen gegevens beschikbaar).

Hieruit blijkt dat het totaal aantal vogels in de periode 2017-2020 aanzienlijk - meer dan 50% - lager ligt dan in 2013-2014. In de periode 2017-2020 is sprake van verdere lichte daling.

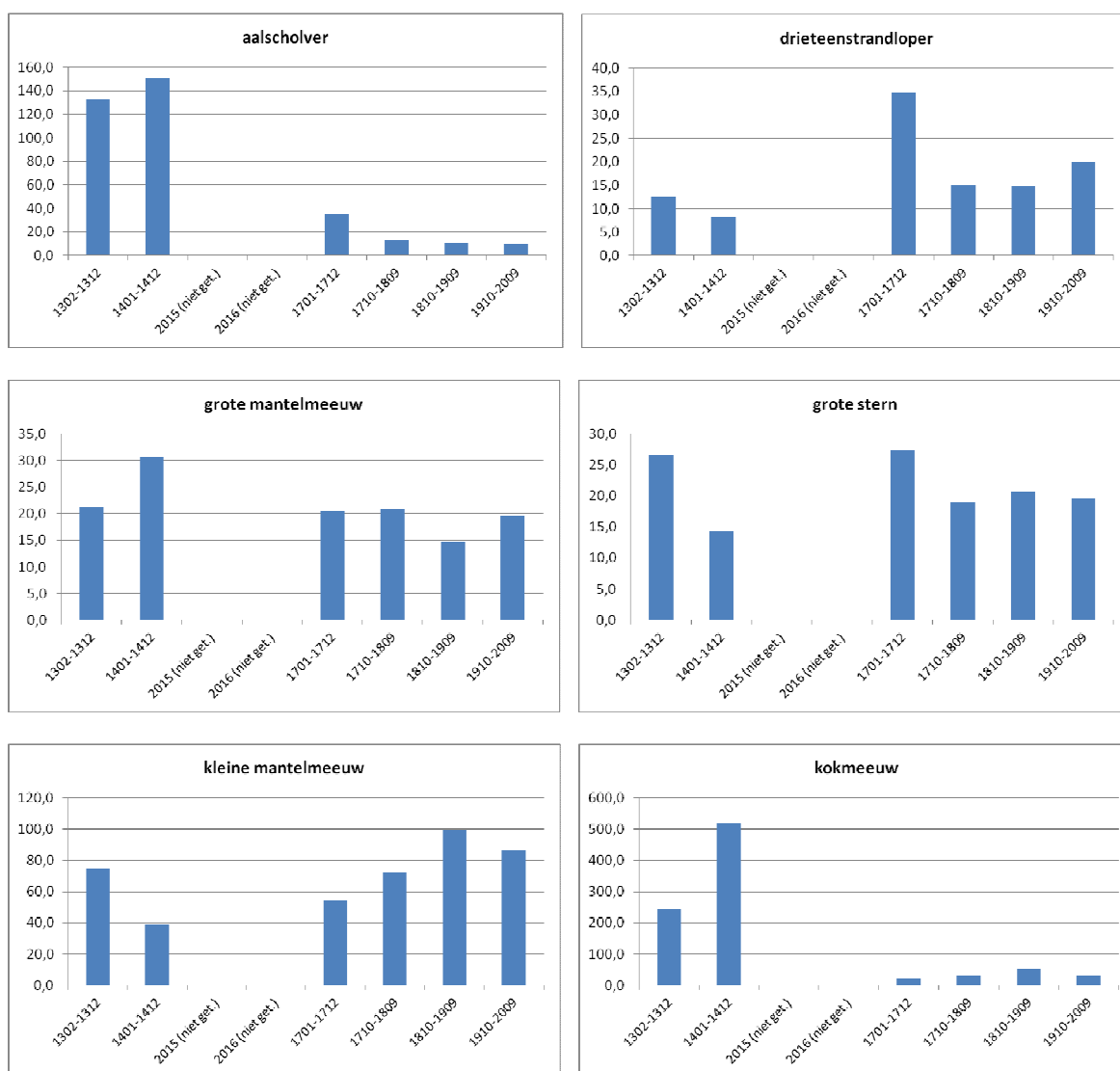
In afbeelding 3.12 is de aantalsontwikkeling van de tien meest talrijke soorten te zien. Hieruit blijkt dat de sterke afname van het totaal aantal vogels voor het overgrote deel het gevolg is van de afname van twee soorten: aalscholver en kokmeeuw. De sterke afname van de kokmeeuw is vooral het gevolg van twee uitbijters in februari 2013 en in januari 2014 toen op twee teldagen bijna 2.200 resp. ca. 5.600 exemplaren werden geteld. Deze getallen werken sterk door in de gemiddelden van zowel de kokmeeuw als het totaal aantal vogels in de jaren 2013 en 2014.

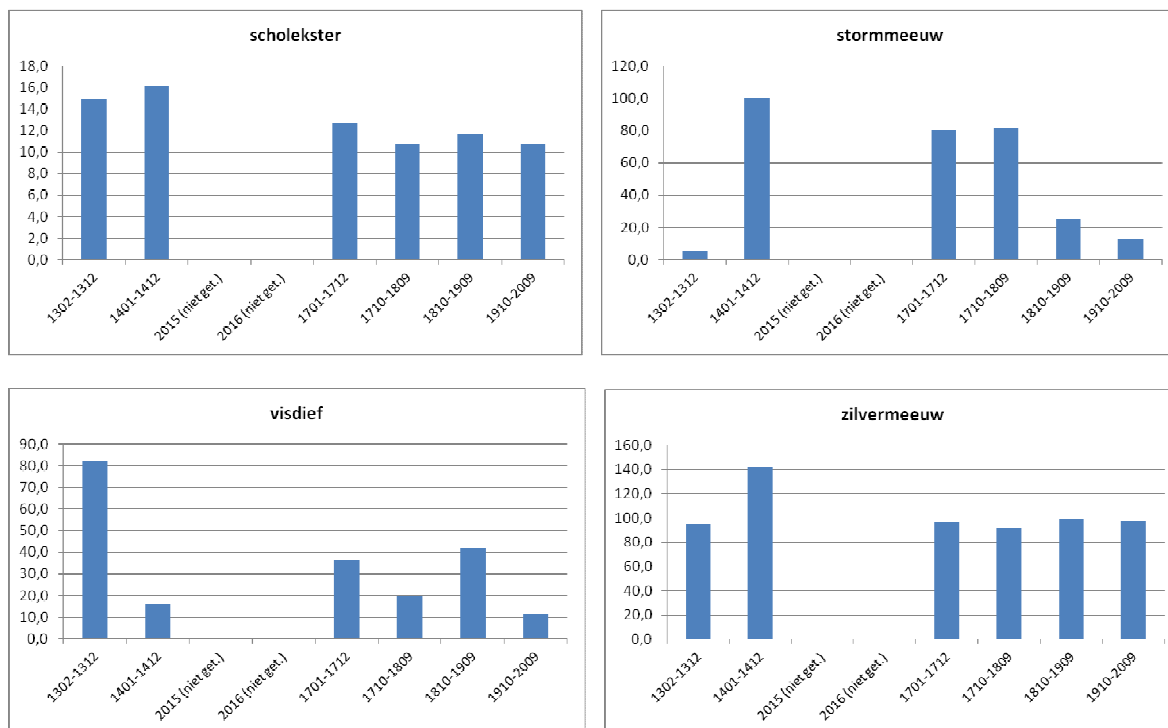
De forse afname van de aalscholver is wel een gevolg van consequent hogere aantallen in de periode 2013-2014 tegenover lagere, en verder afnemende aantallen in de jaren 2017-2020. Mogelijk speelt hierbij afname van het aantal rustige terreindelen op de kleiner wordende Zandmotor een rol.

Afbeelding 3.11 Aantalsontwikkeling (maandgemiddelde) 2013-2020 alle soorten



Afbeelding 3.12 Aantalsontwikkeling (maandgemiddelden) 2013-2020 per soort





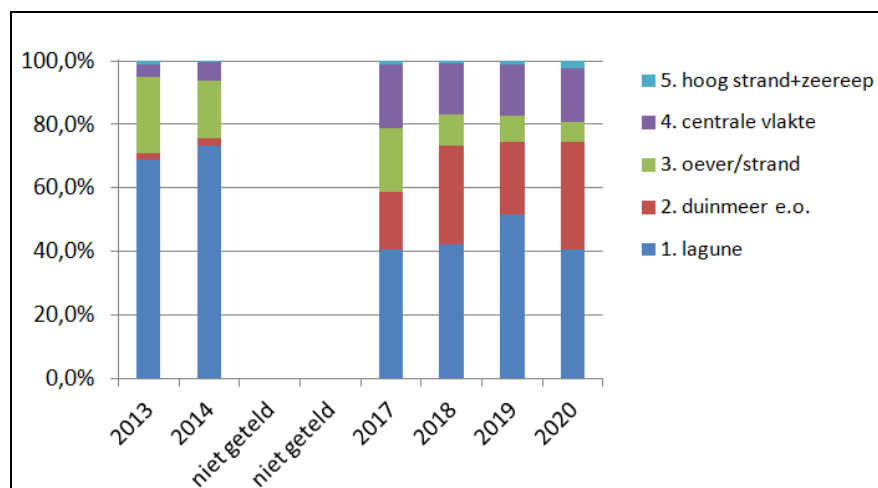
De landelijke populatie van de aalscholver is relatief stabiel en het aantal broedvogels in nabijgelegen kolonies in Solleveld en Monster-Noord is toegenomen (gegevens VWG Solleveld, resp. pers. med. T. van Schie).

Ook de aantallen visdief zijn duidelijk afgenomen; toename van verstoring is ook in dit geval de meest waarschijnlijke oorzaak. De meeste andere soorten namen licht af of licht toe. De drieteenstrandloper is de enige soort waarvan de aantallen duidelijk toenamen; waarschijnlijk speelt toename van de hoeveelheid voedsel door vestiging en verbetering van het bodemleven in de jaren na aanleg hierbij een belangrijke rol.

Deelgebieden

In afbeelding 3.13 is de verdeling over de 5 telgebieden (zie afb. 3.10) in de jaren 2013 t/m 2020 weergegeven. Hieruit blijkt dat het relatieve aandeel van de deelgebied 1 (lagune en omgeving) in de jaren 2017 t/m 2020 duidelijk is afgenomen ten opzichte van de jaren 2013-2014. Het relatieve aandeel van deelgebied 2 (duinmeer en omgeving) en van deelgebied 4 (centrale vlakte) is toegenomen. De relatieve aantallen in deelgebied 5 (het hoge strand en de in 2010 aangelegde zeereep) zijn over de hele periode gering.

Afbeelding 3.13 Verdeling aantal getelde vogels over deelgebieden 2013-2020



Ook hier wordt het beeld beïnvloed door de hoge aantallen kokmeeuwen in februari 2013 en januari 2014; deze bevonden zich vooral in deelgebied 1, in 2013 ook deels in deelgebied 2. Daarnaast is de betekenis van van deelgebied 1 waarschijnlijk afgenomen doordat het kleiner en drukker is geworden.

De oorzaak van de toename van het relatieve aandeel van het duinmeer en omgeving is niet duidelijk; deze wordt o.a. bepaald door diverse soorten meeuwen die hier rusten.

Broedvogels 2013-2020

Er zijn geen volledige broedvogelinventarisaties als onderdeel van de monitoring van vogels op de Zandmotor uitgevoerd. Wel zijn tijdens de monitoring van niet-broedvogels zijn in het broedseizoen steeds extra ronden uitgevoerd om na te gaan of mogelijk sprake was van vestiging van broedvogels. Eventueel broedindicerend gedrag is genoteerd.

In de hele periode waren echter nog nauwelijks broedvogels aanwezig. Het bleek daarom niet nodig de monitoring uit te breiden met een integrale broedvogelinventarisatie. De geringe aantallen broedvogels (vanaf 2016) zijn bepaald op basis van waarnemingen van broedindicerend gedrag tijdens de tellingen in de zomermaanden.

Vanaf 2017, mogelijk al vanaf 2015 of 2016, broeden bontbekplevieren op de Zandmotor, van 1 broedpaar in 2017 oplopend tot 2 tot 4 in 2019 en 2020. In de periode 2013-2014 waren er in het broedseizoen wel waarnemingen van bontbekplevier met broedindicerend gedrag maar vestiging bleef uit. Ook strandplevier werd waargenomen maar vestigde zich niet. Waarschijnlijk was het biotoop in principe wel geschikt maar was er te veel verstoring door bezoekers (deels met honden) op de toen nog zeer open, vrijwel onbegroeide stranden. Door de ontwikkeling van primaire duintjes in de afgelopen vijf jaar (zie par. 3.1) is er meer beschutting ontstaan; waarschijnlijk kunnen hierdoor nu jaarlijks enkele paren broeden (zie tabel 3.9).

Tabel 3.9 Broedvogels op de Zandmotor 2013-2020

soort	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
bontbekplevier	-	-	?	?	1	2	2-4	2-4
graspieper	-	-	?	?	-	-	0-1	-

In 2019 was er tevens een gedeeltelijk territorium van graspieper, een broedvogel van grazige buitenduinen. Met het uitbreiden van de witte duin/helmvegetaties kan verwacht worden dat deze soort zich verder uitbreidt. Als de duintjes verder begroeid raken en zich meer aaneensluiten wordt het gebied weer minder geschikt voor strandbroedvogels als bontbekplevier.

Opvallend is dat tot nu toe geen andere soorten broedvogels op de Zandmotor zijn vastgesteld. Al sinds de aanleg lijkt ook geschikt biotoop aanwezig voor kustbroedvogels als strandplevier, dwergstern en scholekster. Deze soorten zijn wel waargenomen, ook in de broedtijd, maar kwamen niet tot broeden.

Effecten van recreatie

Er is in het kader van de monitoring van de Zandmotor geen gericht onderzoek gedaan naar de invloed van recreatie en recreatiebeer op (broed)vogels. Deze is daarom ingeschat via expert judgement.

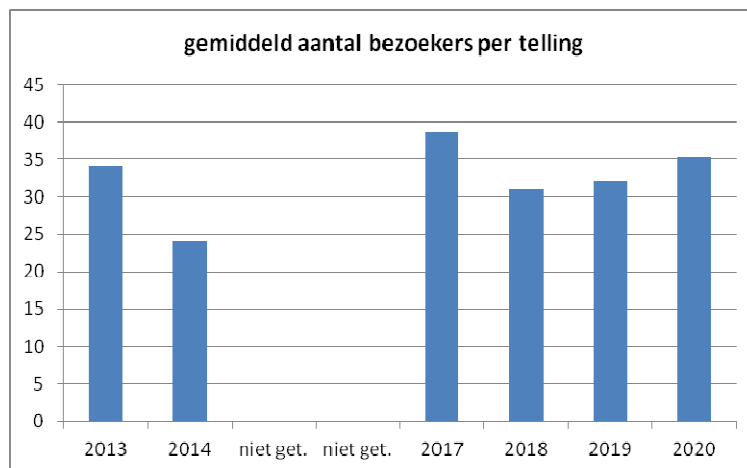
Tijdens de vogeltellingen is wel het aantal bezoekers dat op dat moment op de Zandmotor aanwezig was genoteerd in enkele vrij grove klassen (<10, 10-25, 25-50, 50-100). Hierbij is geen ruimtelijk onderscheid gemaakt, waardoor het, mede gezien de omvang van de Zandmotor, niet mogelijk met deze gegevens verbanden te leggen met de aantallen vogels.

Uit deze gegevens blijkt wel dat het aantal aanwezige bezoekers niet groot is. In de telperiode 2013-2014 en 2017-2020 (77 tellingen) is de hoogste klasse (50-100) in totaal 9 maal gebruikt. Tijdens de meeste (maand)tellingen ligt het aantal op 10-25 of 25-50. In afb. 3.14 is het gemiddeld aantal bezoekers per telling⁴ voor de verschillende teljaren weergegeven; over de hele periode ligt dit gemiddelde globaal op 30-35 personen per telling. In de periode 2017-2020 zijn 15-20% meer

⁴ hierbij van alle klassen de gemiddelde waarde genomen

bezoekers geteld dan in de periode 2013-2014. Door de afname van het totaal oppervlak van de Zandmotor is de dichtheid aan bezoekers sterker toegenomen.

Afbeelding 3.14 Gemiddeld aantal per telling aanwezige bezoekers in de jaren 2013-2014 en 2017-2020



In het algemeen zijn vogelsoorten in (zeer) open habitats als de Zandmotor relatief gevoelig voor verstoring. De zichtbaarheid is groot en er zijn weinig mogelijkheden om te schuilen.

De invloed van recreatie op niet-broedvogels verschilt waarschijnlijk per soort(groep). Meeuwen en zwarte kraaien zijn waarschijnlijk het minst gevoelig voor verstoring door recreanten. Meeuwen komen nog altijd in grote aantallen voor op de drukke stranden langs de Hollandse kust en zijn ook op de Zandmotor de talrijkste groep. Het is niet waarschijnlijk dat de aantallen op de Zandmotor substantieel worden beïnvloed door recreatieve verstoring. De aalscholver staat bekend als een vrij verstoringsgevoelige soort; dit geldt ook voor rustende vogels (Krijgsveld e.a., 2008). De Zandmotor blijkt echter voldoende ruimte en rust te bieden voor rustende aalscholvers, zeker in de eerste periode. Mogelijk zouden de aantallen groter zijn geweest als er rustgebieden waren ingesteld. Ook is het niet onwaarschijnlijk dat de sterke afname in de tweede periode mede is veroorzaakt door verstoring, zowel door toename van het aantal bezoekers als door kleiner worden van het beschikbaar areaal rustig strand als gevolg van de voortgaande erosie van de Zandmotor. Grote stern en visdief zijn op rustplaatsen zeer gevoelig voor verstoring (Krijgsveld e.a., 2008). Mogelijk zouden er meer sterns gebruik maken van de Zandmotor als er rustgebieden zouden zijn ingesteld. In tegenstelling tot de aalscholver zijn de aantallen in de tweede periode echter niet duidelijk afgenomen.

Scholekster en drieteenstrandloper zijn de meest talrijke steltlopers op de Zandmotor; de verstoringsgevoeligheid is gemiddeld (Krijgsveld e.a., 2008). Mogelijk zouden de aantallen hoger kunnen zijn als er rustgebieden op de Zandmotor zouden zijn, maar waarschijnlijk speelt bij deze soorten voedselbeschikbaarheid (ter plaatse of in de omgeving) ook een belangrijke rol.

Zoals vermeld onder het kopje 'broedvogels' komen tot op heden kustbroedvogels als strand- en bontbekplevier, dwergstern en scholekster niet of nauwelijks tot broeden. Deze soorten zijn als groundbroeders in de broedperiode zeer gevoelig voor verstoring, vooral tijdens de vestigingsfase. Verstoring, ook door loslopende honden, is waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van het geringe aantal broedvogels.

3.2.6 Conclusies

Betekenis van de Zandmotor voor vogels

Uit vergelijking met strandtellingen bij Noordwijk blijkt dat de Zandmotor een duidelijke meerwaarde voor niet-broedvogels heeft, met de zilvermeeuw als opvallende en kwantitatief gezien zeer substantiële uitzondering. Vooral voor aalscholver, grote stern, visdief en mogelijk grote mantelmeeuw is de meerwaarde evident. Van de drieteenstrandloper zijn de aantallen lager dan op

het strand bij Noordwijk, mogelijk als gevolg van het geringe voedselaanbod op de relatief recent aangelegde stranden van de Zandmotor.

De betekenis van de Zandmotor voor broedvogels is gering en beperkt zich tot kleine aantallen broedende bontbekplevier, een waardevolle kustbroedvogel. Deze komt als broedvogel niet voor op andere stranden van de Zuid-Hollandse kust tussen Hoek van Holland en Noordwijk. Hoewel het biotoop geschikt lijkt ontbreken andere typische strandbroedvogels ook op de Zandmotor.

Welke ontwikkelingen vertonen broedvogels in het gebied?

In de periode 2013-2014 waren er geen broedvogels op de Zandmotor, in de periode 2017-2020 broedden enkele paren bontbekplevieren. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ontwikkeling van duintjes waardoor de vogels meer schuilmogelijkheden hebben. Als de duintjes groter worden en meer begroeid raken wordt het gebied echter weer minder geschikt voor strandbroedvogels als bontbekplevier. Wel zullen dan (buiten)duinsoorten als graspieper zich kunnen vestigen; in 2019 was er al eerste waarnemingen van deze soort als broedvogel.

Welke ontwikkelingen vertonen steltlopers en zeevogels in het gebied?

Het totaal aantal niet-broedvogels is in de periode 2017-2020 fors afgenomen ten opzichte van de periode 2013-2014. Dit is vooral een gevolg van sterke afname van kokmeeuw en aalscholver. De hoge aantallen kokmeeuw in de eerst telperiode worden bepaald door slechts enkele tellingen met zeer hoge aantallen; de ecologische betekenis hiervan is waarschijnlijk gering. De afname van het aantal aalscholver is wel reëel en wordt waarschijnlijk veroorzaakt door extra verstoring in de terreingedeelten waar de aalscholvers rusten. Deze zijn door erosie substantieel kleiner geworden waar de aanwezige bezoekers op een kleiner oppervlak worden geconcentreerd. Ook de visdief nam af, waarschijnlijk eveneens door toegenomen verstoring.

De drieteenstrandloper nam toe, waarschijnlijk door verbetering van de voedselsituatie; dit is waarschijnlijk een gevolg van het 'ouder' worden van de Zandmotor waardoor het bodemleven zich heeft kunnen ontwikkelen.

Hoe ontwikkelt zich de (tijdelijke) nieuwe natuur op de Zandmotor?

De lagune en omgeving (deelgebied 1) en het duinmeer en omgeving (deelgebied 2) waren over de gehele telperiode de belangrijkste deelgebieden voor niet-broedvogels. Het beschutte open water en de wadachtige stranden en natte oevers zijn hier aantrekkelijk voor kustvogels. In de tweede periode verschoven de aantallen van deelgebied 1 naar deelgebied 2, mogelijk als gevolg van erosie en/of relatief drukker worden van deelgebied 1.

De andere delen van de Zandmotor zijn van minder betekenis voor niet-broedvogels.

Wat is de invloed van het recreatiebeheer ('flexibel zoneren')?

Er is in het kader van de monitoring van de Zandmotor geen gericht onderzoek gedaan naar de invloed van recreatie en recreatiebeheer op vogels. Wel zijn tijdens de vogeltellingen de bezoekersaantallen geteld. Hieruit blijkt dat het aantal bezoekers met gemiddeld 30-35 per telling niet erg groot is. In de periode 2017-2020 is sprake van een toename van het aantal bezoekers met 15-20% ten opzichte van de periode 2013-2014. Door afname van het totaal oppervlak van de Zandmotor is de dichtheid aan bezoekers sterker toegenomen.

Waarschijnlijk is deze toename de belangrijkste oorzaak van de afname van soorten als aalscholver en visdief. Doordat bezoekers (met honden) vanaf het begin van het hele gebied gebruik konden maken kon niet worden onderzocht hoeveel vogels er zonder het recreatieve (mede)gebruik zouden zijn geweest. Aangenomen kan worden dat de aantallen substantieel hoger zouden zijn geweest, met name voor verstoringsgevoelige soorten als sterns en steltlopers. Ook het aantal broedvogels zou vrijwel zeker beduidend groter zijn geweest.

Er zijn in de hele periode geen beheermaatregelen genomen om deze effecten te mitigeren, bijvoorbeeld door (tijdelijke) afsluiting van rust- of broedgebieden ('flexibel zoneren'). Van mogelijke positieve effecten van dergelijke beheermaatregelen is dus geen sprake. Het is aannemelijk dat instellen van rustgebieden een substantieel positief effect zou hebben gehad op de aantallen vogels.

4. Resultaten per parameter: duinen Solleveld

Naast de ontwikkelingen op de Zandmotor zelf (hoofdstuk 3) zijn in de periode 2013-2020 ook mogelijke invloeden van de aanleg en aanwezigheid van de Zandmotor op het landwaarts gelegen duingebied Solleveld gemonitord. Solleveld is het duingebied tussen Kijkduin en Ter Heijde (zie afbeelding 4.1) en is onderdeel van Natura 2000-gebied 'Solleveld & Kapittelduinen'. Naast Solleveld bestaat dit uit een reeks duingebieden gelegen Ter Heijde en Hoek van Holland en vanaf Hoek van Holland verder landinwaarts, langs de vroegere monding van de Maas.

Afbeelding 4.1 Overzichtsk kaart duingebied Solleveld en de Zandmotor (bron: Opentopo)



In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de monitoring van mogelijke effecten van de Zandmotor op beschermde natuurwaarden in dit duingebied. De belangrijkste evaluatievraag (zie Taal e.a., 2017) luidt:

- Kunnen (negatieve) invloeden van de Zandmotor en het nieuwe duingebied op natuurwaarden in het bestaande duingebied worden voorkomen?

Door de provincie Zuid-Holland is op basis van een Passende beoordeling uit 2010 vergunning in het kader van de (toenmalige) Natuurbeschermingswet (nu: Wet natuurbescherming) verleend voor

aanleg van de Zandmotor, waarbij als eis is gesteld dat een aantal van de mogelijke effecten op de duinen zoals deze in de passende beoordeling zijn benoemd worden gemonitord. Deze mogelijke effecten zijn:

- effecten van overstuiving en zandinwaai (sandspray);
- afname van de invloed van zoute zeewind (saltspray);
- vernatting door grondwaterstandstijging.

Bij aanvang van de tweede evaluatieperiode is afgesproken dat mogelijke effecten van vernatting door grondwaterstandstijging zouden worden gemonitord door Dunea (zie Taal e.a., 2017). Dit aspect blijft hier daarom verder buiten beschouwing.

Mede op basis van de resultaten en conclusies van de evaluatie over de eerste meetperiode (2012-2015) is de monitoring van deze parameters beperkt tot de buitenduinen van Solleveld. Dit zijn de meest zeewaartse delen van het duingebied zoals dit rond 2004 is aangemeld als Natura 2000-gebied. De begrenzing van onderzoeksgebieden en ligging van meetlocaties worden nader toegelicht in de afzonderlijke paragrafen.

De in 2010 aangelegde kustversterking - een nieuwe duinenrij van 40-50 m breed zeewaarts van de toenmalige buitenduinen - wordt hierbij in principe buiten beschouwing gelaten. Ten tijde van de aanleg van de Zandmotor waren hier nog geen beschermde habitats en soorten aanwezig. Mogelijke effecten hierop waren daarom juridisch niet relevant.

In par. 4.1 (vegetatie en habitats) is deze nieuwe duinenrij wel meegenomen in de monitoring waardoor veranderingen in dit terreindeel - mede in relatie tot aanwezigheid van de Zandmotor - wel kunnen worden beschreven.

Afbeelding 4.2 Luchtfoto buitenduinen Solleveld (bron: <https://www.ad.nl/westland>; foto Thiery Schut)



De monitoring van mogelijke effecten van sand- en saltspray op beschermde habitats, vegetatie en flora in Solleveld is toegespitst op de volgende parameters:

- vegetatie en habitats: zie par. 4.1;
- vegetatieopnamen bij sandspraymetingen: par. 4.2;
- presentie en abundantie van hogere planten: zie par. 4.3.

Om de evaluatievragen rond deze mogelijke negatieve effecten in de duinen van Solleveld i.r.t. sandspray en saltspray te kunnen beantwoorden zijn zowel abiotische parameters (zoals sand- en saltspray) als beschermde natuurwaarden (zoals vegetatie/habitats en broedvogels) gemonitord. De resultaten van de monitoring van abiotische parameters zijn gerapporteerd door Arens (2021a t/m g).

Mogelijke effecten worden geanalyseerd via vergelijking met referenties. Hiervoor zijn zowel nulmetingen - in de praktijk metingen uit de periode kort na aanleg van de Zandmotor - als metingen in naar verwachting weinig of niet beïnvloede delen van het studiegebied in de buitenduinen van Solleveld gebruikt.

In het studiegebied zijn in de afgelopen periode extra beheermaatregelen uitgevoerd (schapenbegrazing, verwijderen van duindoornstruwelen), mede gericht op het voorkomen van mogelijke ongewenste effecten van de Zandmotor. Gegevens hierover zijn bij de analyses betrokken. Een overzicht van (beheer)maatregelen in de buitenduinen van Solleveld is opgenomen in bijlage 4.1.

4.1 Vegetatie en habitats duinen Solleveld

De aanleg en aanwezigheid van de Zandmotor zou op verschillende manieren van invloed kunnen zijn op het landinwaarts ervan gelegen duingebied Solleveld, onderdeel van Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen.

De meest waarschijnlijke effecten zijn veranderingen onder invloed van toename van zandinwaai (sandspray) en/of afname van zoutinwaai (saltspray).

Mogelijke veranderingen in vegetatie en flora onder invloed hiervan kunnen met name bestaan uit:

- toename van verstuiwingsdynamiek met als gevolg: meer kaal zand, toename van witte duinen (ten koste van andere habitattypen), toename pionier- en/of kalkminnende planten; toename oppervlakte habitatype Grijze duinen *kalkrijk* ten koste van Grijze duinen *kalkarm*;
- (versnelde) toename van duinstruwelen ten koste van witte en grijze duinen (omdat duinstruwelen minder zouttolerant zijn dan witte en grijze duinen)
- afname van zouttolerante plantensoorten.

Deze effecten zouden ook kunnen doorwerken in het oppervlak en de kwaliteit van habitattypen waarvoor in dit Natura 2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden, zoals H2120 Witte duinen, H2130A Grijze duinen *kalkrijk*, H2130B Grijze duinen *kalkarm* en H2160 Duindoornstruwelen. Juridisch gezien zijn oppervlak en kwaliteit van deze habitats de belangrijkste parameters omdat de de instandhoudingsverplichting hierop is toespitst. Vanwege mogelijke effecten van de Zandmotor op deze habitats is in de Natuurbeschermingswetvergunning uit 2010 de verplichting opgenomen deze te monitoren.

Effecten op deze habitats kunnen ook optreden - of juist uitblijven - onder invloed van mitigerende beheermaatregelen die zijn uitgevoerd om mogelijke negatieve effecten op habitats te voorkomen, met name verwijderen van duinstruwelen en begrazing (zie bijlage 4.1)..

De kans op eventuele indirecte effecten van de Zandmotor op beschermde habitats in Solleveld is het grootst in de buitenduinen, zoals ook al is gebleken tijdens de eerste evaluatieperiode. Het onderzoek is daarom toegespitst op dit deel van het duingebied.

Om de mogelijke effecten op habitats, incl. de mitigerende werking van beheermaatregelen, te monitoren en beoordelen zijn in de buitenduinen van Solleveld vegetatie- en habitattypen gekarteerd. In de zomer van 2020 is de huidige situatie, ca. 9 jaar na aanleg, gekarteerd met behulp van 'klassieke' vegetatiekarteringsmethoden. Omdat eerdere karteringen (in 2009 en 2015) in het kader van de evaluatie over de periode 2011-2015 om praktische en methodologische redenen niet uitvoerbaar bleken is ter vergelijking de situatie in 2012 bij wijze van nulmeting alsnog gekarteerd door middel van luchtfoto-interpretatie van uit dat jaar beschikbare luchtfoto's. De veranderingen in de periode 2012-2020 zijn bepaald door de karteringen uit beide jaren met behulp van GIS met elkaar te vergelijken.

De vegetatie- en habitatkartering is uitgevoerd door Bureau Waardenburg in opdracht van Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek. Dit hoofdstuk is voor een belangrijk deel gebaseerd op de bijbehorende rapportage (Loermans e.a., 2020).

4.1.1 Evaluatievragen

In het evaluatieprogramma Zandmotor wordt onderzocht in hoeverre negatieve invloeden van de Zandmotor op beschermde natuurwaarden in het het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen optreden.

Het onderdeel 'vegetatie en habitats duinen Solleveld' is gericht op de volgende evaluatievragen:

- wat is de invloed van veranderingen in sandspray op habitats in de buitenduinen van Solleveld?
- wat is de invloed van veranderingen in saltspray op habitats in de buitenduinen van Solleveld?
- wat is de mitigerende invloed van beheer (begrazing, maaien, verwijderen struwelen) hierop?

4.1.2 Aanpak

De monitoring van vegetatie en habitats is in de eerste plaats gericht op het kwantificeren van eventuele veranderingen in oppervlak en kwaliteit van habitats in de buitenduinen Solleveld ten opzichte van 2012, het tijdstip dat als referentie voor de uitgangssituatie wordt gebruikt.

Door transities van vegetatie/habitattypen in de uitgangssituatie naar typen in 2020 te relateren aan mogelijke effectmechanismen en het ruimtelijke ruimtelijk patroon hiervan te analyseren kan een inschatting worden gemaakt van de mogelijke bijdrage van deze factoren aan het geheel van opgetreden veranderingen.

4.1.3 Monitoring

De kartering bestaat uit een luchtfotoanalyses van luchtfoto's uit 2012 en 2019 en een veldkartering in 2020.

Onderzoeksgebied

Het onderzoek is toegespitst op de buitenduinen van Solleveld als onderdeel van Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen. Dit deelgebied bestaat uit een dubbele zeereep die in 1987 is versterkt

Afbeelding 4.3 Onderzoeksgebied vegetatie/habitatkartering buitenduinen Solleveld (grijze vlakken)



(opgehoogd) en waar zich sindsdien natuurlijke (buiten)duinvegetaties hebben ontwikkeld: zie afb. 4.3 vak 3.0 t/m 3.3) Ook de kort voor de Zandmotor (in 2010) aangelegde versterking van de Delflandse kust, een extra zeewaartse duinenrij, is gekarteerd (vak 2.0 t/m 2.3). De landwaarts gelegen midden- en binnenduinen zijn niet onderzocht.

Luchtfotoanalyses 2012 en 2019

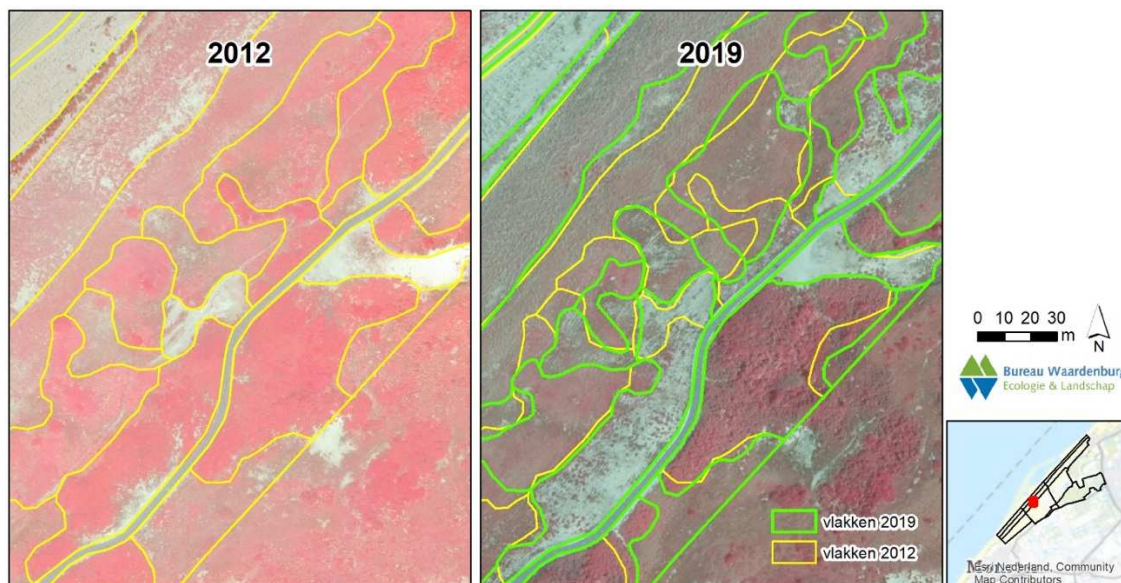
De Zandmotor is aangelegd in 2011. Uit 2010 en 2011 bleken echter alleen luchtfoto's in lage resolutie beschikbaar te zijn. Van het jaar 2012 waren wel fotobeelden in hoge resolutie voorhanden. Daarom is dit jaar als nulmeting gekozen. Voor de effectmeting zijn fotobeelden uit het 2019 gebruikt als basis voor de veldkartering in voorjaar en zomer van 2020.

Voor de foto-interpretatie van de jaren 2012 ('nulmeting') en 2019 ('effectmeting') is gebruik gemaakt van false-colour luchtfoto's van de zomersituatie uit het archief Landelijke Voorziening Beeldmateriaal (<https://www.beeldmateriaal.nl/>). Voor 2012 is de luchtfoto in ECW format aangeleverd door RWS-CIV. De luchtfoto heeft een pixelresolutie van 25x25 cm. De exacte datum van opname is onbekend, er is geen metadata geleverd bij de luchtfoto. De luchtfoto van 2019 heeft eveneens een pixelresolutie van 25x25 cm en is als WMS in GIS ingeladen vanuit het PDOK-archief (Publieke Dienstverlening Op de Kaart, <https://geodata.nationaalgeoregister.nl/luchtfoto/infrarood/wms?request=GetCapabilities>). Het gebied rond de Zandmotor is op 2 juni 2019 opgenomen. Voor beide jaren zijn zones 2 en 3 als buitengrens aangehouden voor de foto-interpretatie (zie afb. 4.3). Hoewel de opnameperiode, resolutie en spectrale banden voor beide jaren gelijk zijn is het beeld van 2019 een stuk contrastrijker dan het beeld van 2012. Daardoor zijn de verschillende vegetatie-eenheden makkelijker te onderscheiden op basis van de foto van 2019.

De luchtfoto-interpretatie is begonnen met de belijning van het fotobeeld van 2012. Van alle stukken met homogene vegetatie met een minimum oppervlak van ca 10x10 meter zijn de grenzen ingetekend in GIS. Vegetaties die in mozaïek voorkomen, en waar het onderscheiden van afzonderlijke homogene vegetatie-eenheden dus niet goed mogelijk is, zijn als groter geheel ingetekend.

Voor de belijning van het fotobeeld van 2019 zijn de lijnen van 2012 als basis genomen. De grenzen zijn nagelopen en aangepast op het nieuwe fotobeeld als de afwijking van de ingetekende grens ten opzichte van de vegetatie op het nieuwe fotobeeld meer dan 2 meter bedraagt (Oude Grenzen Methode). Stukken waarvan de grenzen moeilijk te herleiden zijn op het fotobeeld (door natuurlijke ontwikkeling of beheeringrepen) zijn in zijn geheel opnieuw ingetekend (zie figuur 4.4).

Afbeelding 4.4 Voorbeeld luchtfoto-interpretatie 2012 en 2019 met de Oude Grenzen Methode.



Deze vlakken zijn als basis voor het veldwerk gebruikt in de zomer van 2020. In het veld zijn alle afzonderlijke vlakken van het fotobeeld 2019 onderzocht, en zijn de vegetatietypen en % aandeel van

de typen per vlak ingevuld (zie hieronder). Waar nodig is de belijning aangepast aan de situatie in 2020. De resulterende vegetatie- en habitatkaarten hebben daardoor betrekking op het jaar 2020.

Habitatkartering 2012

Nadat de habitatkaart 2020 definitief was voor wat betreft begrenzing van vlakken en inhoud zijn de fotokenmerken vlak voor vlak te vergeleken met de voorlopige belijning van de luchtfoto uit 2012. Aanpassingen van de belijning tijdens het veldwerk van 2020 zijn doorgevoerd op de luchtfoto-interpretatie van 2012, wanneer de fotokenmerken vergelijkbaar waren. Toekenning van de inhoud (habitattype) aan vlakken 2012 is gebeurd op basis van vergelijking van de fotokenmerken 2012-2019. Ook aangrenzende vlakken kunnen als onderbouwing dienen voor het habitattype op basis van fotokenmerken. Controle van de toegekende inhoud op de kaart 2012 heeft daarnaast plaats gevonden aan de hand van opnamen die in die periode zijn gemaakt. Dit betreft allereerst de PQ's die in 2011 en 2012 door Bureau Waardenburg zijn opgenomen in het kader van het PQ-onderzoek sandspray (zie par. 4.2), voor zover gelegen binnen het gekarteerde gebied. Aanvullend zijn bij de Provincie Zuid-Holland opnamen opgevraagd die in die periode binnen het karteergebied zijn gemaakt. In totaal gaat het hier om 13 opnamen. Van al deze opnamen is het habitattype bekend; ze zijn geplot op de foto-ondergrond 2012 en geven zodoende aanvullende informatie over de inhoud van de fotokenmerken.

Veldkartering 2020

Tijdens het groeiseizoen van 2020 is de vegetatie in het studiegebied gekarteerd. De kartering is uitgevoerd in de 2^e helft van juni en in de eerste helft van augustus.

Per vlak zijn 1 tot (max.) 4 lokale vegetatietypen benoemd met hun bedekkingsaandeel. Als onderbouwing van de vegetatietypen zijn 56 vegetatieopnamen gemaakt. Hierbij is gebruik gemaakt van een eigen typologie met sleutel en onderscheidende criteria, welke ontwikkeld is in de loop der jaren aan de hand van karteringen uitgevoerd voor terreinbeheerders zoals SBB en NM. Deze vegetatietypologie is als bijlage opgenomen in de rapportage van Loermans e.a. (2020).

Deze vegetatietypen kunnen worden doorvertaald naar vegetatietypen volgens de Vegetatie van Nederland (Schaminée et al., 1995; 1996; 1998; Stortelder et al., 1999) en/of SBB-catalogustypen (zie: www.synbiosys.alterra.nl/sbbcatalogus/). De vegetatietypen zijn vertaald naar habitattypen op basis van de Profielendocumenten (zie: www.natura2000.nl/profielen/habitattypen).

Karteren van vegetatietypen

Vegetatietypen zijn toegekend aan alle vlakken. De minimumoppervlakte van de vegetatievlakken is hier 100 m², de minimumoppervlakte wordt volgens het Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000 (Bal & Damm, 2018). Waar nodig zijn in het veld vlakken gesplitst en afzonderlijk benoemd. Het karteren van complexen (meerdere typen per vegetatievlak) is zo veel mogelijk vermeden. Indien toch noodzakelijk is de bedekking van de typen binnen dat vlak geschat in procenten.

Vegetatieopnamen

De vegetatieopnamen leveren de basis voor de lokale typologie. De opnamen in deze kartering zijn zowel representatief voor het lokale type dat de opname representeert als voor het vlak waarin de opname gemaakt is. Er is gestreefd naar een goede geografische spreiding van opnamen over het karteergebied. Opnamen in de PQ's bij de sandspraymetingen (zie par. 4.2) in het karteergebied uit mei 2020 zijn voor een deel toegevoegd aan de opnamenset.

Volgens de eisen van de methode van de Frans-Zwitserse school zijn de opnamen gemaakt in een homogene vegetatie. De oppervlakte bestaat tenminste uit het minimumareaal voor opnamen van het te bemonsteren vegetatietype: 2x2 meter in graslanden en open duin, 5x5 meter in ruigten en struwelen en 10x10 meter in bossen. De gebruikte bedekkingsschaal is de (verfijnde) schaal van Braun-Blanquet. Locaties van opnamen en opnametabellen zijn als bijlage opgenomen in Loermans e.a. (2020).

Vertalen van de lokale typologie

De lokale typologie is op basis van de gemaakte vegetatieopnamen omgezet naar de typologie volgens de Vegetatie van Nederland. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma SynBioSys Nederland 3.1.4. Een verdere toelichting is te vinden in Loermans e.a. (2020).

Gegevensverwerking en -presentatie

Per kaartvlak is alle verzamelde informatie in GIS vastgelegd. De diverse kaarten in dit rapport zijn vereenvoudigd om de bruikbaarheid ervan te vergroten. Op de gekleurde vegetatiekaart is het dominante vegetatietype weergegeven; alle vegetatietypen die een lager percentage van dat vlak in beslag nemen worden daarbij buiten beschouwing gelaten.

4.1.4 Analyses

Ten einde de evaluatievragen te kunnen beantwoorden zijn volgende analyses uitgevoerd:

- berekenen van bruto en netto areaalveranderingen van habitattypen in de periode 2012- 2020; de situatie in 2012 is hierbij beschouwd als uitgangssituatie/referentie;
- vergelijken van verschillen in oppervlakteveranderingen tussen zones en vakken; hierbij gelden vakken ter hoogte van de Zandmotor als 'effect'-vakken en de vakken ten noorden en ten zuiden als referentie;
- ruimtelijke verschillen in veranderingen/ontwikkelingen zijn vervolgens gerelateerd aan ruimtelijke patronen van:
 - saltspray;
 - sandspray;
 - beheermaatregelen.

4.1.5 Resultaten

Bij de interpretatie van de luchtfoto's uit 2012 bleek het niet mogelijk om (zonder veldonderzoek) vegetatietypen vast te stellen. Alleen de meer globaal gedefinieerde habitattypen konden worden onderscheiden.

Om deze reden wordt hieronder alleen ingegaan op de vegetatiekaart van 2020. Vervolgens worden de habitatkaarten 2012 en 2020 besproken en wordt ingegaan op de verschillen tussen de habitatkaarten van 2012 en 2020.

Vegetatiekartering 2020

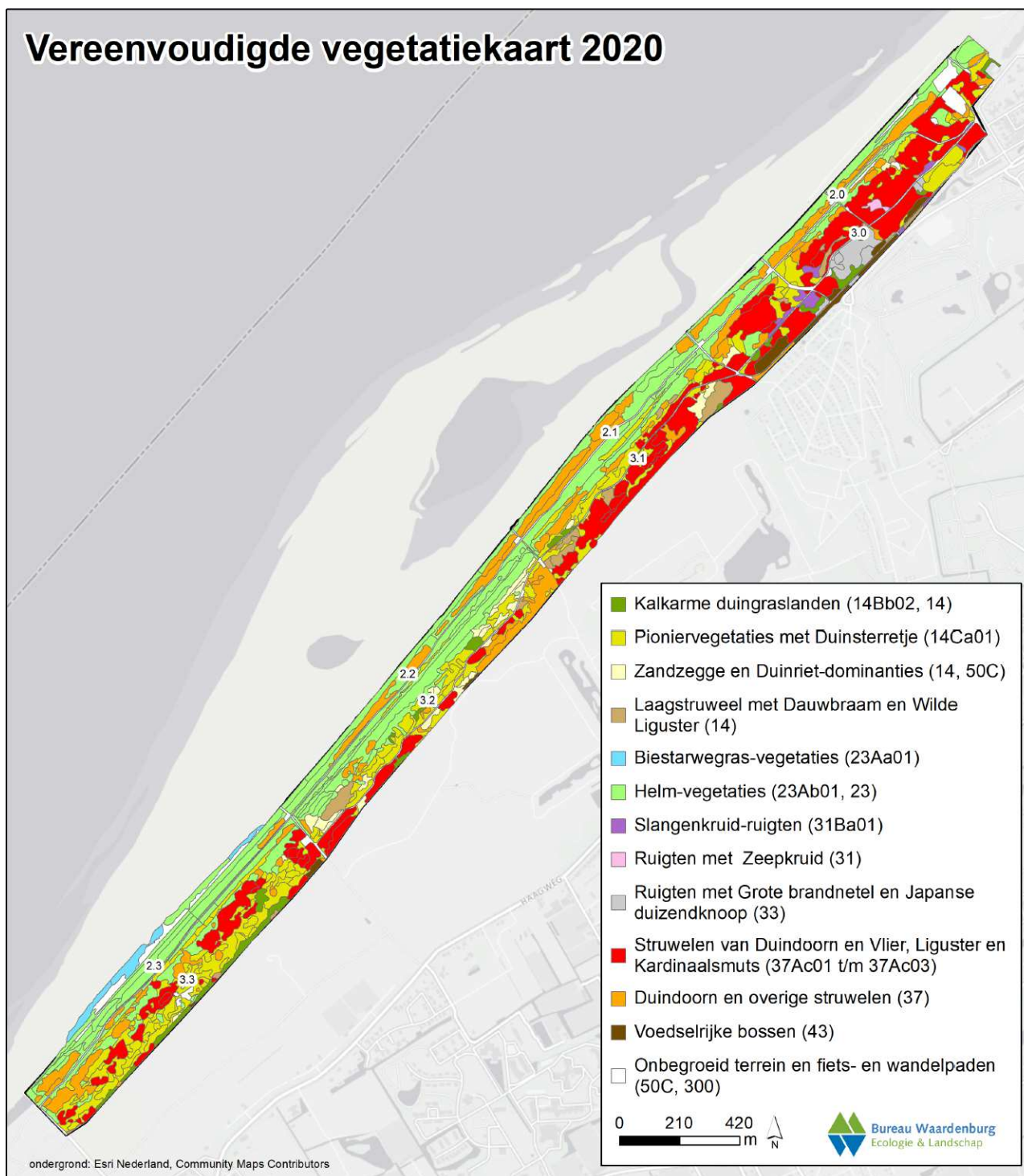
De vereenvoudigde (zie toelichting in de laatste alinea van par. 4.1.3) vegetatiekaart is weergegeven in afbeelding 4.5.

De eerste duinenrij van Solleveld is vrij recent (in 2010) aangelegd. Hierdoor zijn er in het buitenduin als geheel nog vrij strakke vegetatiezones zichtbaar, met name witte duinen in de eerste duinenrij opgevolgd door grijze duinen kalkrijk en (verder landinwaarts) kalkarm. Verder landinwaarts komen veel struwelen voor, maar ook in de eerste duinenrij is reeds duindoornstruweel tot ontwikkeling gekomen.

In 2012 was de eerste duinenrij nog begroeid met pas aangeplante helm. In 2020 zijn helmvegetaties in de eerste duinenrij nog steeds dominant (type van helm; typische vorm en vorm met duinzwenkgras VvN 23Ab01), maar er is meer structuur ontstaan. Het regelmatige patroon van aangeplante pollen is niet meer herkenbaar, behalve op een enkele nieuwe locatie waar recent helmaanplant heeft plaatsgevonden. Ook zijn er hier en daar vrij kale plekken aanwezig met stuivend duinzand waar grassen het zand beginnen vast te leggen (pioniervegetaties met helm en duinzwenkgras). Helmvegetaties achter de eerste duinenrij variëren in soortensamenstelling en ontwikkeling. Er zijn dynamische vormen met soorten van stuivende helmduinen en duintjes op strandvlakten of vloedmerken, zoals blauwe zeedistel, zeeraket en zeewolfsmelk. De vorm met zandzegge en veldhondstong komt hier vrij veel voor. Iets verder in de successie zijn de vormen die soorten bevatten van het grijze duin zoals de vorm met duinsterretje, met gewoon klauwtjesmos of met geel walstro.

Grijs duin (type van duinsterretje VvN 14Ca01) komt in alle vakken voor, maar verreweg het meest in vak 3.3 (10,6 ha). In vak 3.3 zijn aan de binnenduinstrand hoge duinen met pioniervegetaties van duinsterretje aanwezig (kalkrijk en van goede kwaliteit) met onder andere de vormen met korstmossen, gewoon klauwtjesmos, blauwe zeedistel en zeewolfsmelk, buntgras (afbeelding 4.6) en

Afbeelding 4.5 Vereenvoudigde vegetatiekaart 2020



geel walstro. In de andere vakken komt minder (4,7 - 6,3 ha) grijs duin voor. Veel voorkomende vormen zijn daar de vormen met grote teunisbloem en bezemkruid en de pionievorm. In het grijs duin is het type van slangenkruid en koningskaars een opvallende bloemrijke verschijning (zie afbeelding 4.7). Kalkarm grijs duin komt verspreid voor in alle vakken. Het betreft het type van geel walstro, rood zwenkgras en gewoon struisgras (goede kwaliteit) en type van zandzegge en type van gewoon klauwtjesmos (matige kwaliteit).

Jong duindoornstruweel heeft zich reeds op diverse locaties in de eerste duinenrij ontwikkeld; het is hier vrij laag en open is met frequent helm en duinzwenkgras. Elders komt het type in het gehele

gebied veel voor, waarvan het meest (14 ha) in het noorden (vak 3.0) en het minst in vak 3.2 (4,95 ha). In vak 3.1 en 3.2 is veel duindoornstruweel na 2012 verwijderd. Het type van duindoorn en vlier, (en eventueel wilde kardinaalsmuts) zijn doornstruwelen van goede kwaliteit (VvN 37Ac0, 37Ac02 en 37Ac03). Het gaat om oudere doornstruwelen, gelegen richting de binnenduinrand en vaak omgeven door grijs duin. Doornstruwelen van matige kwaliteit (VvN 37RG01, 37RG02 en 37RG04) betreft jonge, vaak open en lage doornstruwelen die zich nog niet verder ontwikkeld hebben. Het betreft het type van duindoorn, waarin kensoorten van associatie van doornstruwelen, zoals vlier, kardinaalsmuts en liguster ontbreken. In en achter de eerste duinenrij komt dit type veelal voor met helm en duinzwenkgras. Ook vormen met braam en rimpelroos of korstmossen vallen onder dit type.

Verspreid over het gehele studiegebied, maar vooral in de noordelijke helft komen vegetaties voor die niet kwalificeren als habitatype. Het betreft bossen en struwelen met populier, gewone esdoorn en brandnetel, en dauwbraam-, braam- en sleedoornstruwelen. Dit geldt eveneens voor ruigten met duinriet, grote brandnetel, zeepkruid en dominanties van Japanse duizendknoop op kapvlakten. Deze typen kunnen soortenrijk zijn. Ze kunnen soorten van onder meer grijs duin herbergen zoals geel walstro, driedistel, schaafstro en ruw vergeet-mij-nietje.

Afbeelding 4.6 Fraai duinlandschap met pioniervegetaties met buntgras en duinzwenkgras in vak 3.3.



Afbeelding 4.7 Type van slangenkruid en koningskaars: een opvallende, bloemrijke verschijning in de buitenduinen van Solleveld



Habitatkartering 2012

De vereenvoudigde habitattypenkaart zoals deze op basis van interpretatie van de luchtfoto uit 2012 is samengesteld is weergegeven in afb. 4.8.

Afbeelding 4.8 Vereenvoudigde habitattypenkaart 2012 met dominant habitatype per vlak



Er zijn verschillen in betrouwbaarheid van de kartering/luchtfoto-interpretatie tussen de habitattypen: duindoornstruweel is vrijwel steeds goed te herkennen, maar grijs duin bevat een grotere onzekerheid; het kan soms ook H0000 (bijv. duinrietruigte) of wit duin (H2120) zijn. Voor toekenning van kalkrijk of kalkarm grijs duin is een onderbouwing nodig via van een

vegetatiekartering, maar deze is er niet voor 2012. Alleen fotokenmerken zijn hiervoor onvoldoende. Om deze reden is geen onderscheid gemaakt in Grijs duinen *kalkrijk* (H2130A) en Grijs duinen *kalkarm* (H2130B).

In 2012 was de eerste duinenrij nog begroeid met pas aangeplante helm; conform het Profieldocument kan dit niet tot het habitatype H2120 worden gerekend. In 2020 is hier meer structuur ontstaan waardoor ze dan wel tot het habitatype H2120 kunnen worden gerekend. In enkele vlakken is de vegetatie (vrijwel zeker steeds duindoornstruweel) na 2012 verwijderd. Hier heeft zich een nieuwe vegetatie ontwikkeld van o.a. grijs duin of een helmvegetatie.

Habitatkartering 2020

De vereenvoudigde habitattypenkaart - met het dominante habitatype per vlak - zoals deze op basis van de vegetatiekartering 2020 is samengesteld is weergegeven in afb. 4.9.

Afbeelding 4.9 Vereenvoudigde habitattypenkaart 2020 met dominant habitatype per vlak



In de buitenduinen van Solleveld zijn de volgende habitattypen aanwezig: H2110 Embryonale duinen, H2120 Witte duinen, H2130A Grijze duinen *kalkrijk*, H2130B Grijze duinen *kalkarm* en H2160 Duindoornstruwelen. Wanneer een vegetatietype niet kwalificeert, wordt dit aangegeven met H0000.

De habitatkaart 2020 is afgeleid van de vegetatiekartering. In de profieldocumenten van de habitattypen (natura2000.nl/profielen) staat vermeld welke vegetatietypen (code VvN, aangevuld met enkele codes uit Staatsbosbeheer-catalogus) kwalificeren voor het betreffende habitatype en wat de kwaliteit ervan is (G = goed of M = matig).

Voor een aantal vegetatietypen gelden 'beperkende criteria' (bijv. fysisch-geografische regio; voldoet hier altijd aan kustgebied) en 'alleen in mozaïek'. De mozaïekregel is gecontroleerd op basis van de ligging van een vegetatietype op de habitattypenkaart. Dit geldt voor het type van helm en zandzegge (23RG01), deze kwalificeert voor H2120 (witte duinen) mits zij niet in mozaïek voorkomt met vegetaties van H2130. In bijna alle situaties kwalificeerde het voor H2120. Het type van slangenkruid en koningskaars (31Ba01b) kwalificeert voor H2130 mits in mozaïek met zelfstandige vegetaties van H2130A. Dit gaat in de meeste gevallen niet op, omdat zij veelal omringd is door duindoornstruweel en/of kalkarm duingrasland (H2130B). Droog stuivend zand (vegetatieloos) kwalificeert mits het in mozaïek voorkomt met H2110, H2120 en H2130.

Veranderingen in voorkomen habitattypen 2012-2020

In tabel 4.1 en 4.2 zijn de veranderingen vermeld in netto oppervlakte (in ha resp. procentueel van de verschillende habitattypen tussen 2012 en 2020 voor de vakken 2.0 t/m 2.3 (buitenste duinenrij, aangelegd als kustversterking in 2010) en de vakken 3.0 t/m 3.3 (de buitenste duinenrijen van voor 2010). Tevens zijn enkele op de aangrenzende delen van de Zandmotor gelegen delen meegekarteerd; deze zijn in tabel 4.1 en 4.2 als 'overig' aangeduid.

Tabel 4.1 Netto-oppervlaktes (ha) per habitatype in 2012 en 2020

habitatype	jaar	vakken								subtotaal zone		totaal
		2.0	2.1	2.2	2.3	3.0	3.1	3.2	3.3	zone 2	zone 3	
H2110 Embryonale duinen	2012	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,08
	2020	0,00	0,03	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12
H2120 Witte duinen	2012	0,07	0,00	0,01	0,01	1,64	2,64	6,32	3,58	0,09	14,18	14,27
	2020	5,24	4,73	5,73	7,85	1,23	2,51	6,90	2,68	23,55	13,32	36,87
H2130 Grijze duinen	2012	0,04	0,08	0,00	0,09	4,09	3,52	5,20	11,15	0,21	23,96	24,17
	2020	0,23	0,23	0,17	0,13	4,72	4,76	6,37	10,57	0,76	26,42	27,18
H2160 Duindoornstruwelen	2012	0,02	0,01	0,00	0,01	12,95	8,87	6,62	5,68	0,04	34,12	34,16
	2020	2,61	3,35	2,16	1,10	14,09	7,99	4,95	7,29	9,22	34,32	43,54
H0000 geen habitatype	2012	8,70	8,80	8,58	9,56	8,77	2,32	2,25	1,13	35,64	14,47	50,11
	2020	0,74	0,56	0,53	0,59	7,42	2,09	2,16	0,99	2,42	12,66	15,08
totaal	2012	8,83	8,89	8,66	9,68	27,45	17,35	20,39	21,54	36,06	86,73	122,79
	2020	8,82	8,90	8,67	9,68	27,46	17,35	20,38	21,53	36,07	86,72	122,79

Tabel 4.2 Procentuele veranderingen in netto-oppervlaktes (ha) van habitattypen per vak 2012-2020

deelgebied	periode	H0000	H2110	H2120	H2130	H2160	totaal opp
3.0	2012-2020	-15,41	0,00	-25,00	15,23	8,79	0,00
3.1	2012-2020	-10,10	0,00	-4,71	35,33	-9,97	0,00
3.2	2012-2020	-3,90	0,00	9,17	22,59	-25,18	0,00
3.3	2012-2020	-11,82	0,00	-25,00	-5,22	28,34	0,00
2.0	2012-2020	-91,44	0,00	7464,40	487,00	16293,74	0,00
2.1	2012-2020	-93,68	∞	∞	200,91	29160,62	0,00
2.2	2012-2020	-93,85	14,22	38605,21	8684,16	∞	0,00
2.3	2012-2020	-93,84	12,62	56219,61	42,61	17936,07	0,00
overig	2012-2020	-55,52	-0,11	33536,73	-0,06	21,02	0,00

Om een ruimtelijk beeld te geven van veranderingen tussen 2012 en 2020 zijn in bijlage 4.2 voor beide jaren (onder elkaar) kaartjes opgenomen met verspreiding en bedekkingspercentage van de afzonderlijke habitattypen.

Tussen 2012 en 2020 zijn op meerdere locaties duindoornstruwelen verwijderd, met name in het centrale deel van Solleveld (vakken 3.1 en 3.2; zie bijlage 4.1) waardoor er onbegroeid terrein ontstond. In de jaren hierna zijn veelal pioniervegetaties ontstaan en komt er een ontwikkeling op gang naar witte en grijze duinen of vegetaties die niet kwalificeren voor een habitatype zoals duinriet. Dit terugzetten van de vegetatie kan dus de afname van duindoornstruweel in vakken 3.1 en 3.2 mede verklaren. Op basis van de foto-analyse 2012-2020 kon het oppervlak verwijderde duindoorn worden bepaald, voor de vakken 3.0-3.3. bedraagt dit respectievelijk 0 ha, 2,23 ha, 2,69 ha en 0 ha. Dit betekent dat wanneer niet actief struweel zou zijn verwijderd, er ook in de vakken 3.1 en 3.2 sprake zou zijn geweest van een toename van duindoornstruweel (beide met ca. 15%).

Veranderingen per habitatype

H2110 Embryonale duinen komt in het studiegebied (vakken 2.0 t/m 2.3 en 3.0 t/m 3.3) alleen voor in de zeewaartse rand van de kustversterking 2010 (vakken 2.1, 2.2 en 2.3). Het type heeft zich hier ontwikkeld ter plaatse van de eerder aangeplante helm, waarschijnlijk dankzij overstuiving van zand vanaf de Zandmotor. Het type nam hier toe van 0,08 ha in 2012 tot 0,12 in 2020. Ook buiten de vakken zijn kleine arealen gekarteerd. Elders de op de Zandmotor komt het habitatype op veel grotere schaal voor op spontaan ontwikkelde embryonale duintjes (zie par. 3.1).

Afbeelding 4.10 Embryonale duinen met biestarwegras en helm



H2120 Witte duinen kwam in 2012 vrijwel uitsluitend voor op de voormalige buitenste duinenrij van de vakken 3.0 t/m 3.3, met in totaal ca. 14,2 ha. De helmbegroeiing op de kustversterking van 2010 bestond in 2012 nog vrijwel geheel uit de kunstmatige helmaanplant van enkele jaren daarvoor en kwalificeerde daarom op dat moment niet als habitatype Witte duinen (zie profielendocument). In 2020 is hier een veel natuurlijker structuur ontstaan en kwalificeert het (daardoor) wel als habitatype H2120. In totaal is in de vakken 2.0 t/m 2.3 ca. 23,5 ha van het habitatype ontstaan. Tegelijkertijd is het areaal in vak 3.0 t/m 3.3 (licht) afgenomen tot ca. 13,3 ha. Deze afname komt vooral door het dichtgroeien met duindoornstruweel (H2160) en het overgaan in (pionier)duin-grasland (H2130). In vak 3.2 is veel duindoornstruweel verwijderd, waardoor helmvegetaties weer kans kregen zich opnieuw te ontwikkelen of uit te breiden.

Door het verwijderen van duindoornstruweel is het lastig te zeggen welke rol de Zandmotor heeft op de ontwikkeling van H2120. Het is wel duidelijk dat zonder ingrijpen (verwijderen struweel) duindoorn overal toeneemt ten koste van het areaal Witte duinen, ook in de jonge helmvegetaties in de vakken 2.0-2.3.

H2130 Grijze duinen komt vooral voor in de voormalige buitenduinen van vak 3.0 t/m 3.3. In 2012 was hier in totaal bijna 24 hectare gekarteerd, in de nieuwe duinenrij (vak 2.0-2.3) slechts 0,2 ha. In 2020 is dit belangrijke (prioritaire) habitatype in beide zones toegenomen tot ca. 0,8 ha in vak 2.0-2.3 resp. 26,4 ha in vak 3.0-3.3, over alle vakken samen een toename met ruim 12%. Alleen in vak 3.3 was sprake van een afname (met ca. 5%).

Het areaal H2130 in de kustversterking van 2010 is in 2020 - ondanks de geconstateerde toename - nog gering. Dit is eenvoudig verklaarbaar omdat het tijd kost voordat zich door successie vanuit helmaanplant of helmduinen grijze duinen kunnen ontwikkelen.

De areaalontwikkeling in zone 3.0-3.3 hangt in de eerste plaats samen met de spontane uitbreiding van duindoornstruwelen en de beheermaatregelen om dit tegen te gaan, met name verwijderen van struweel. Ook is er op diverse locaties begraasd met schapen of geiten, met name in de vakken 3.1 en 3.2 (tussen de fietspaden) en in het zuidelijk deel van 3.3. Vooral in vak 3.1 en 3.2 is na 2012 op diverse locaties duindoornstruweel verwijderd. Op dit kale zand heeft zich deels H2130 ontwikkeld, waardoor het oppervlak H2130 in deze vakken het sterkst is toegenomen (met 23 en 35%). In vak 3.0 is de toename van H2130 kleiner, waarschijnlijk omdat hier nauwelijks duindoornstruweel is verwijderd. In vak 3.3 neemt H2160 het sterkst toe, is geen struweel verwijderd en zien we een afname van H2130.

elke rol de zandmotor heeft in de toe- of afname van H2130 is door de beheermaatregelen - en verschillen in beheermaatregelen tussen de effect- en referentievakken - moeilijk te zeggen. De meeste beheermaatregelen zijn genomen in vakken waar na aanleg van de Zandmotor 'verstruiking' als gevolg van afname van saltspray zou kunnen verwacht; hierdoor lijkt een mogelijk negatief effect (afname van H2130) volledig te zijn voorkomen en zelfs omgekeerd tot een positief effect (toename van H2130).

Omdat voor de habitatkaart 2012 het onderscheid tussen kalkarm (H2130B) of kalkrijk (H2130A) grijs duin niet was te maken, is het niet mogelijk te zeggen in welke mate kalkarm- of kalkrijk grijs duin is toe- of afgenomen.

H2160 Duindoornstruwelen was in 2012 nog nauwelijks aanwezig op de kustversterking (vak 2.0-2.3); in vak 3.0-3.3 was het met ca. 34 ha het meest voorkomende habitatype. In 2020 blijkt het areaal in de kustversterking 2010 sterk te zijn toegenomen, tot in totaal ruim 9 hectare. De toename is het sterkst in vak 2.1 en 2.0, het minst sterk in vak 2.3.

In vak 3.0-3.3 is duindoornstruweel toegenomen in de referentievakken 3.0 en 3.3, waar geen duindoornstruweel is verwijderd, en afgenomen in effectvakken 3.1 en 3.2 waar wel duindoornstruweel is verwijderd en ook met schapen en geiten is begraasd. In deze zone als geheel is het areaal H2160 ongeveer gelijk gebleven (34,1 om 34,3 hectare).

Afbeelding 4.11 Jong duindoornstruweel achter eerste duinenrij in 2020

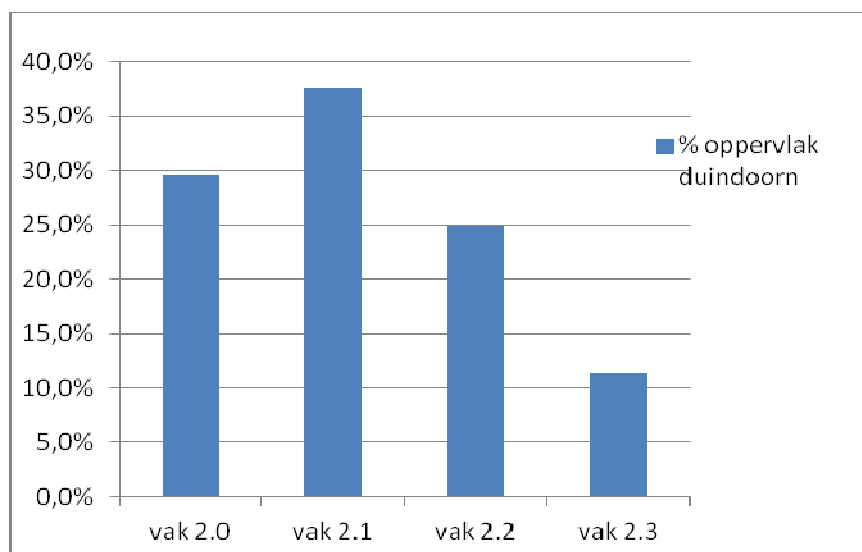


Het is lastig te bepalen wat de rol van de Zandmotor is in de ontwikkeling van H2160. De toename van het areaal duindoornstruweel (zonder ingrijpen) is een natuurlijk proces dat in de in 1987 aangelegde/versterkte buitenduinen (vak 3.0-3,,3) van Solleveld al langer aan de gang is. Door aanleg van een nieuwe duinenrij zijn - ook los van de Zandmotor - de dynamiek en saltspray in de buitenduinen afgenomen, met verdere verstruiking als te verwachten gevolg.

Wanneer niet actief ingegrepen zou zijn, zou waarschijnlijk ook in de vakken 3.1 en 3.2 sprake zijn geweest van een toename van het oppervlak duindoornstruweel (beide met ca. 15%), min of meer vergelijkbaar met die in de andere vakken. Dit betekent dat ook wanneer rekening wordt gehouden met de beheeringrepen in vak 3.0-3.3 geen duidelijk effect van de Zandmotor in de vorm van (versnelde) verstruiking waarneembaar is. Uitbreiding van van duindoornstruwelen in deze zone is waarschijnlijk overwegend een autonoom proces dat is versterkt is door de aanleg van de kustversterking 2010. Voor zover de Zandmotor hieraan door afname van de saltspray een bijdrage aan heeft geleverd is deze beperkt en mede door de uitgevoerde beheermaatregelen niet detecteerbaar.

In 2020 was in totaal al ruim 25% van het oppervlak van zone 2.0-2.3 - de in 2010 aangelegde kustversterking begroeid met duindoornstruweel. De relatief snelle uitbreiding van duindoornstruwelen in deze vakken is waarschijnlijk zowel een gevolg van het kunstmatige karakter van het aangebrachte zand (duindoorn doet het beter op aangebracht zand van kustversterkingen e.d. dan op natuurlijk duinzand) als van de relatief beperkte dynamiek en saltspray door aanwezigheid van de Zandmotor. Kustlangs is echter sprake van duidelijke verschillen in de snelheid waarmee vakken begroeid zijn geraakt: zie afb. 4.11.

Afbeelding 4.12 Oppervlaktaandeel duindoornstruweel in 2020 in vak 2.0-2.3



In vak 2.3 is het oppervlaktaandeel duindoornstruweel in 2020 slechts 11,4%, ruim onder het gemiddelde van 25%. In vak 2.1 ligt dit met 37,6 % ruim boven het gemiddelde. Deze verschillen zijn opvallend omdat de kustversterking 2010 over de hele lengte van de de Zandmotor vrijwel identiek is: in 2010 is overal met (globaal) hetzelfde sediment (aangevoerd Noordzeezand) een nagenoeg identiek profiel aangebracht en op dezelfde manier afgewerkt met helmaanplant.

Uit het saltspray-onderzoek (zie Arens, 2021e) blijkt dat het saltsprayniveau in de meest zeewaartse meetpunten (A-locaties) in meetraai 1 t/m 3 ruim 50% hoger is dan in meetraai 4 en 5. Raai 1 t/m 3 liggen ter hoogte vak 2.3 (zie par. 4.2, afb. 4.13). Raai 4 en 5 liggen ter hoogte van vak 2.2, resp. 2.1 (ter hoogte van vak 2.0 zijn geen saltspraymeetpunten aanwezig).

Omdat in vak 2.0-2.3 geen duindoornstruwelen zijn verwijderd zijn de verschillen in oppervlaktoename van duindoornstruwelen zeer waarschijnlijk wél een effect van een verlaagd saltspray-niveau onder invloed van aanwezigheid van de Zandmotor, met name in 2.1 en 2.2.

H0000 niet kwalificerende vegetaties waren in 2012 dominant in de 1^e duinenrij (vakken 2.0 t/m 2.3); de toen aanwezige helmaanplant kwalificeerde niet als een habitatype. Dit terreindeel heeft

zich in de volgende acht jaar voornamelijk ontwikkeld tot Witte duinen en in mindere mate tot duindoornstruweel en grijs duin.

H0000 is in de vakken 3.0 t/m 3.3 in dezelfde periode eveneens afgenomen, echter in veel mindere mate (van 14,5 naar 12,7 hectare).

4.1.6 Conclusies

Veranderingen in vegetatie en habitats in de buitenduinen van Solleveld 2012-2020

De gebruikte karteringsmethode waarbij op basis van beschikbare luchtfoto's uit 2012 vegetatie en habitats worden gekarteerd laat niet toe dat alle vegetatietypen in voldoende detail kunnen worden onderscheiden. Veranderingen in vegetatietypen konden daardoor niet worden bepaald. Ook kwaliteitsklassen (G/M) en de subtypen 'kalkrijk' en 'kalkarm' van het habitatype Grijze duinen konden niet worden onderscheiden.

Van de - wel goed te karteren - habitattypen zijn in de periode 2012-2020 de volgende veranderingen geconstateerd:

- *H2110 Embryonale duinen*: in 2012 was een zeer gering areaal aanwezig op het buitentalud van de in 2010 aangelegde nieuw duinenrij (kustversterking Delflandse kust); in 2020 is dit areaal iets toegenomen maar in absolute zin nog steeds gering;
- *H2120 Witte duinen*: in 2012 was in totaal ruim 14 hectare aanwezig op de voormalige buitenste duinenrijen (vakken 3.0-3.3); op de buitenste duinenrij overheerste op dat moment de kort daarvoor aangebrachte helmaanplant; deze kwalificeert vanwege zijn kunstmatige karakter niet als een habitatype; in 2020 had een groot deel van die helmaanplant zich tot een natuurlijke structuur zodat hiervan nu een groot deel (ca. 23,5 ha) wel als Witte duinen is gekarteerd; in vak 3.0-3.3 is H2120 licht (-6%) afgenomen; over het geheel is het type sterk toegenomen: van 14,3 tot 36,9 hectare;
- *H2130 Grijze duinen*: in het studiegebied als geheel is dit belangrijke (prioritaire) type toegenomen van 24,2 hectare in 2012 tot 27,2 hectare in 2020; dit areaal (en de toename) bevinden zich vrijwel geheel in de vroegere buitenduinen (vak 3.0-3.3); in de nieuwe duinenrij (vak 2.0-2.3) heeft zich nog slechts 0,2 ha (2012) resp. 0,8 ha (2020) ontwikkeld; de toename in de vroegere buitenduinen trad grotendeels op op locaties waar als beheermaatregel duindoornstruwelen zijn verwijderd; daarnaast ontstond ook een klein deel vanuit helmvegetaties (Witte duinen);
- *H2160 Duindoornstruwelen*: dit habitatype nam in het studiegebied toe van 34,2 ha in 2012 tot 43,5 ha in 2020; deze toename komt vrijwel geheel voor rekening van de nieuwe buitenste duinenrij waar in 2020 9,2 ha van het type was ontstaan (was 0,04 ha in 2012); het areaal in de vroegere buitenduin bleef nagenoeg gelijk (ruim 34 ha); dit is de resultante van een substantiële uitbreiding van het type, die echter teniet is gedaan door gerichte beheermaatregelen: verwijderen van 4,9 ha duindoornstruweel; in vakken waar geen struweel is verwijderd nam het oppervlak toe, in vakken waar wel struweel is verwijderd nam het oppervlak af.

De invloed van veranderingen in sandspray op habitats in de buitenduinen van Solleveld

De geconstateerde veranderingen in habitats duiden op de volgende effecten van veranderingen sandspray:

- in de nieuwe buitenste duinenrij (kustversterking 2010) is een klein areaal van habitatype H2110 Embryonale duinen ontstaan; dit is vrijwel zeker veroorzaakt door vanaf de Zandmotor instuivend zand;
- ook de snelle ontwikkeling op de buitenste duinenrij van een groot areaal habitatype H2120 Witte duinen - met een voldoende natuurlijke structuur - ter plaatse van de oorspronkelijk aanwezige helmaanplant is waarschijnlijk voor een groot deel een gevolg van zandinwaai vanaf de Zandmotor;
- de (lichte) afname van het areaal H2120 Witte duinen in de voormalige buitenste duinenrijen en de (beperkte) uitbreiding van habitatype H2130 Grijze duinen duiden op een afname van sandspray c.q. zanddynamiek; dit sluit aan bij de conclusies uit de monitoring van sandspray (zie Arens, 2021d): de zanddynamiek is over het geheel gezien relatief laag; verschillen tussen raaien lijken zich (vooralsnog) niet te vertalen in verschillen in ontwikkeling van habitats; de kustversterking van 2010 is waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak van de afname van de

zanddynamiek en de hiermee samenhangende - beperkte - veranderingen in habitats in de landwaarts hiervan gelegen duinenrijen in vak 3.0 t/m 3.3.

De invloed van veranderingen in saltspray op habitats in de buitenduinen van Solleveld

De geconstateerde veranderingen in habitats duiden op de volgende effecten van veranderingen in (afname van) saltspray:

- in de nieuwe buitenste duinenrij verloopt de ontwikkeling van duindoorn-struwelen duidelijk sneller in vakken 2.1 en 2.2 waarvan uit het saltspray-onderzoek (Arens, 2021e) gebleken is dat de saltspray hier onder invloed van de Zandmotor substantieel is verlaagd;
- de eventuele invloed van verlaagde saltsprayniveaus op de ontwikkeling van duindoornstruwelen in de voormalige buitenduinen van vak 3.0 t/m 3.3 is lastig te detecteren omdat deze ook zijn beïnvloed door het verwijderen van struwelen als mitigerende beheermaatregel (zie hieronder); wanneer rekening wordt gehouden met het verwijderde oppervlak lijkt echter geen sprake te zijn van duidelijke verschillen in struweelontwikkeling tussen de verschillende vakken die veroorzaakt zouden kunnen zijn door verschillen in saltsprayniveau.

De mitigerende invloed van beheer

In de voormalige buitenduinen (vak 3.0 t/m 3.3) zijn in de periode na 2012 diverse beheermaatregelen uitgevoerd die mede of primair bedoeld waren om eventuele negatieve effecten van de Zandmotor op habitats met een instandhoudingsdoelstelling te mitigeren. De belangrijkste zijn verwijderen van struwelen en begrazing met schapen en geiten.

Uit de analyse van areaalveranderingen van duindoornstruwelen is gebleken dat de toename van struwelen in vak 3.0 t/m 3.3 vrijwel exact teniet is gedaan door het areaal duindoornstruwelen dat is verwijderd. Wel zijn er verschillen tussen de vakken: in vakken waar geen struweel is verwijderd is sprake van een duidelijke toename, in vakken waar wel struweel is verwijderd is sprake van een netto afname van het areaal duindoornstruweel.

Een eventuele invloed van begrazing als mitigerende maatregel komt uit de analyses niet duidelijk naar voren.

Aan de belangrijkste achterliggende doelstelling - voorkomen van afname van het areaal Grijze duinen als gevolg toename van (duindoorn)struwelen - is voldaan: het areaal Grijze duinen is dankzij de maatregelen niet afgenomen en - mede hierdoor - zelfs iets toegenomen; ook ontwikkeling vanuit Witte duinen door afgenomen dynamiek heeft hieraan bijgedragen.

Het is niet geheel duidelijk in hoeverre door de mitigerende maatregelen daadwerkelijk effecten van de Zandmotor als zodanig zijn voorkomen. Waarschijnlijk zijn vooral autonome uitbreiding van duindoornstruwelen en (extra) uitbreiding vanwege de afgenomen dynamiek en saltspray als gevolg van aanleg van de kustversterking 2010 voorkomen.

Aantasting van instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen

De monitoring van mogelijke invloeden van de Zandmotor in de buitenduinen van Solleveld is mede gericht op het toetsen van conclusies in de passende beoordeling die ten grondslag lag aan het verlenen van een Natuurbeschermingswetvergunning voor aanleg ervan in 2010. Hierbij is van belang dat de passende beoordeling betrekking had op het Natura 2000-gebied en de hier aanwezige habitats zoals dat op dat moment bestond. De kustversterking 2010 was op dat moment nog niet aangelegd en hier waren in de eerste jaren bovendien nog geen habitats met instandhoudingsdoelstellingen aanwezig. Voor de beoordeling van eventuele aantasting is daarom alleen de buitenduinen relevant zoals deze voor 2010 al bestonden: de vakken 3.0 t/m 3.3.

Uit de bovenvermelde resultaten is wat betreft de mogelijke aantasting van instandhoudingsdoelstellingen in deze zone gebleken dat:

- het oppervlak van Habitatype H2130 Grijze duinen en H2160 Duindoornstruwelen in de voormalige buitenduinen (vak 3.0-3.3) van het Natura 2000-gebied is toegenomen resp. nagenoeg gelijk is gebleven;
- het oppervlak van H2120 Witte duinen in dit deelgebied in geringe mate (ca. 0,9 ha) is afgenomen, maar dat dit waarschijnlijk geen gevolg is van de aanleg de Zandmotor maar van de

kustversterking 2010; deze afname is tevens zeer ruim is gecompenseerd door ontwikkeling van 23,5 ha nieuw areaal Witte duinen in de kustversterking 2010;

- de mitigerende maatregelen gericht op het voorkomen van verlies van oppervlak Grijs duinen door uitbreiding van duindoornstruwelen in principe succesvol zijn geweest; waarschijnlijk zijn hierdoor echter vooral autonome uitbreiding van duindoornstruwelen en uitbreiding als gevolg van aanleg van de kustversterking 2010 voorkomen;
- eventuele effecten op de subtypen 'kalkrijk' en 'kalkarm' door verschuivingen van de onderlinge oppervlakteverhoudingen vanwege beperkingen van het onderzoek niet konden worden vastgesteld; ook eventuele effecten op de (vegetatiekundige) kwaliteit konden niet worden bepaald; hiervoor wordt verwezen naar de andere deelonderzoeken (in par. 4.2 en 4.3) waarin op de diverse kwaliteitsparameters wordt ingegaan.

4.2 Vegetatieopnamen sandspray duinen Solleveld

Direct na aanleg bestond de Zandmotor grotendeels uit een uitgestrekte, vrijwel onbegroeide strandvlakte waar de wind vrij spel had. Ook in 2020 is er nog een groot areaal potentieel stuivend kaal zand aanwezig. Voor aanleg werd verwacht dat dit zand op grote schaal zou verstuiven en dat het verder zou kunnen doorstuiven naar het aangrenzende buitenduin van Solleveld.

Dit instuivende kalkrijke zand kan tot veranderingen in de oorspronkelijk aanwezige vegetaties c.q. habitats leiden:

- Als er veel zand instuift kan de vegetatie geheel bedekt raken en verdwijnen of plaats maken voor helmvegetaties (habitattype H2120 Witte duinen).
- Lichte overstuiving met kalkrijk zand kan leiden tot verandering van het kalkgehalte van de bodem. Een vegetatie met een kalkarm karakter, zoals het habitattype H2130B Grijs duinen (kalkarm), kan veranderen in een vegetatie met een kalkrijk karakter. Op vegetaties met een kalkrijk karakter, zoals het habitattype H2130A Grijs duinen (kalkrijk) kan lichte overstuiving met kalkrijk zand een gunstige invloed hebben doordat het kalkrijke karakter wordt versterkt en de bodem door betere buffering beter bestand is tegen de effecten van stikstofdepositie.

Deze mogelijke effecten worden gemonitord door meting van de hoeveelheid inwaaiend zand (fijne overstuiving of 'sandspray'). Deze parameter wordt als onderdeel van de monitoring van de Zandmotor jaarlijks gemeten (zie Arens, 2021d).

Mogelijke effecten van (een toename van) fijne overstuiving op de vegetatie c.q. op habitats worden gemeten door monitoring van zgn. permanente kwadraten (pq's) in de buitenduinen van Solleveld. Dit zijn kleine, op vaste locaties gesitueerde 'proefvlakken' waarin de aanwezige plantengroei periodiek in detail wordt beschreven door van alle aanwezige hogere planten, mossen en korstmossen de bedekking te schatten. Deze zijn gesitueerd rond de locaties waar ook de overstuiving zelf 'zandvangers' wordt gemeten.

De vegetatieopnamen en de analyse van de resultaten zijn uitgevoerd door Bureau Waardenburg in opdracht van Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek. Dit hoofdstuk is voor een belangrijk deel gebaseerd op de bijbehorende rapportage (Reitsma e.a., 2020).

In het eerste evaluatierapport (Vertegaal e.a., 2016) zijn de veranderingen in de periode 2011 t/m 2015 beschreven in par. 5.2.4 (onder het subkopje 'vegetatie/habitats') en in bijlage X Meetplan 10 Vegetatieopnamen sandspray.

4.2.1 Evaluatievragen

In het evaluatieprogramma Zandmotor wordt onderzocht in hoeverre negatieve invloeden van de Zandmotor op natuurwaarden in het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen optreden.

Het onderdeel 'vegetatieopnamen sandspray duinen Solleveld' is gericht op de volgende evaluatievraag:

- wat is de invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen van Solleveld?

4.2.2 Aanpak

Mogelijke veranderingen onder invloed van de Zandmotor zijn bepaald door vergelijking van ontwikkelingen in samenstelling van de vegetatie in de buitenduinen van Solleveld in de periode 2012-2020 in verschillende raaien loodrecht op de kust. De raaien ter hoogte van de Zandmotor, worden daarbij vergeleken met raaien ten zuiden hiervan, die als weinig of niet beïnvloede referenties dienen.

Tevens worden de veranderingen in de vegetatie gerelateerd aan op dezelfde locaties in dezelfde periode gemeten veranderingen en sandspray/fijne overstuiving.

4.2.3 Monitoring

Onderzoeksgebied

De monitoring van deze parameter vindt plaats in meetpunten in vijf raaien in de (vroegere) buitenduinen van Solleveld (onderdeel van Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen: zie 4.1.3). De raaien 1 t/m 5 zijn loodrecht op de (vroegere) kustlijn geplaatst en omvatten elk 5 meetpunten (A t/m E), waarbij A het meetpunt het dichtst bij zee is en E het meetpunt het meest landinwaarts. De locaties A t/m D liggen allemaal in het relatief jonge kalkrijke buitenduin (Zeerepen 1987). Er is geen meetpunt in de Kustversterking 2010 omdat hier voor aanleg van Zandmotor geen beschermde habitats aanwezig waren. Het deelgebied Zeerepen 1987 bestaat uit twee duinregels die vrij homogeen van aard zijn. De A-locaties liggen op de eerste rij duinen gezien vanaf het strand, de B-locaties in het dal achter de eerste duinenrij, de C-locaties op de tweede rij duinen en de D-locaties achter de tweede duinenrij. De E-locaties liggen verder landinwaarts in de oudere en minder kalkrijke duinen in het middenduin (zie afb. 4.13).

De meetpunten vallen samen met die van de monitoring van de fijne overstuiving ('zandvangers'): zie Arens (2021d).

Afbeelding 4.13 Meetpunten vegetatieopnamen i.r.t. fijne overstuiving in raaien 1 t/m 5 in de duinen van Solleveld



Meetmethoden

De vegetatie-PQ's zijn - conform het meetplan uit 2011 - uitgezet bij de meetpunten in hierboven beschreven meetraaien. Bij elk meetpunt zijn vier vaste proefvlakken (permanente kwadraten of PQ's) uitgezet op nauwkeurig ingemeten locaties. De PQ's hebben een vaste oppervlakte van 2 * 2 m: zie een voorbeeld van een PQ-opname in afbeelding 4.14. Bij het uitzetten van de PQ's is gekozen voor locaties die zo veel mogelijk representatief zijn voor de aanwezige plantengemeenschappen van habitattype Grijze duinen *kalkrijk* in de omgeving; per meetpunt is getracht de vier PQ's qua soortensamenstelling zo veel mogelijk identiek te laten zijn. Alle PQ's zijn gemarkeerd met metalen pennen zodat deze in volgende jaren eventueel met een metaaldetector konden worden teruggevonden.

Afbeelding 4.14 Voorbeeld van een PQ in raai 2 in begraasd deel middenduin



De vegetatieopnamen bestaan uit nauwkeurige beschrijvingen aan de hand van presentie, bedekking en abundantie van hogere planten, mossen en korstmossen en een aantal structuurkenmerken (zie Schaminée e.a. [1995] blz. 63-80). Bedekking/abundantie is geschat volgens de schaal van Londo. Alle opnamen zijn ten behoeve van opslag en verdere analyses ingevoerd in de vegetatiedatabase Turboveg.

Monitoring 2011-2015 en 2016-2020

Opnamen in de meetpunten A t/m D in raaien 1 t/m 4 hebben in de periode 2011 t/m 2015 jaarlijks plaatsgevonden. In 2012 en 2013 zijn PQ's toegevoegd. Dit betreft raai 5 en de E-locaties van de andere raaien.

De opnamen zijn in de meeste gevallen gemaakt in mei of juni. Door vertraging in de opdrachtverlening zijn de opnamen in 2011 in september gemaakt, de opnamen in de (toegevoegde) raai 5 in augustus 2012 en de opnamen in (toegevoegde) E-locaties in september 2013. Bij de opnamen in augustus of september zijn aanwezigheid en abundantie van voorjaarsoorten onderschat. Dit kan invloed hebben op de resultaten. Doordat naar het geheel van de vegetatie wordt gekeken (alle soorten, incl. mossen en kortmossen) is deze invloed naar verwachting echter beperkt. Tijdens de tweede periode zijn alle raaien en meetpunten in de jaren 2018 en 2020 in mei/juni opgenomen.

De opnamen zijn in beide onderzoeksperiodes gemaakt door Bureau Waardenburg met een vaste groep veldmedewerkers, waardoor de werkwijze in de loop van de jaren een goede continuïteit heeft gekend. De gegevens zijn jaarlijks gerapporteerd in meetverslagen en voortgangsrapportages, en de data zijn opgenomen in de repository met Zandmotormonitoringdata: <https://zandmotordata.nl/thredds/catalog/zandmotor/catalog.html>

4.2.4 Analyses

Voor de evaluatie zijn de data van alle PQ's gebruikt, d.w.z. de 64 oorspronkelijke PQ's en de 36 PQ's die in 2012 en 2013 zijn toegevoegd.

Aan de hand van de opnamegegevens uit de zijn trends/ontwikkelingen geanalyseerd met betrekking tot:

- aanwezigheid van vegetatie/habitattypen;
- bedekking kaal zand, mossen en korstmossen en vaatplanten;
- kwaliteit habitattypen aan de hand van 'typische' soorten;
- aantal en bedekking van Rode lijstsoorten;
- bedekking van soorten per ecologische groep.

Voorafgaand aan de analyses is een bestand vervaardigd in Access, waarin de opnamegegevens uit de verschillende jaren zijn opgenomen. Vervolgens is aan dit basisbestand voor de vaatplanten, mossen en korstmossen relevante informatie per soort gekoppeld. Met behulp van het software pakket R zijn vervolgens verschillende parameters tegen de tijd in beeld gebracht. De gemiddelde waarden zijn voor elke parameter gebaseerd op de vier PQ's die per meetpunt zijn opgenomen.

Een analyse van de parameters in de tijd om mogelijke significantie te bepalen is niet uitgevoerd.

4.2.5 Resultaten

Vegetatie- en habitattypen

De PQ's liggen grotendeels binnen de zone waarin het habitatype H2130A Grijs duinen *kalkrijk* domineert. De E-locaties vallen vooral binnen het habitatype H2130B Grijs duinen *kalkarm*, terwijl sommige PQ's uit de A-locaties behoren tot het habitatype H2120 Witte duinen. De zgn. profielen-documenten (zie <https://www.natura2000.nl/profielen>) geven per habitatype een overzicht van alle vegetatietypen die hier toe worden gerekend, met vermelding van de kwaliteit (goed/matig) en met vermelding van eventuele beperkende criteria (met name mozaïekeis). Aangezien het hier om puntlocaties gaat, is met de mozaïekeis verder geen rekening gehouden bij de toedeling van habitattypen aan de opnamen (PQ's).

Werkwijze

Onderzocht is tot welke vegetatietypen (Schaminée e.a.) de PQ's kunnen worden gerekend, per opnamejaar, en om hoeverre sprake is van verschuivingen. De vegetatietypen zijn toebedeeld met behulp van Associa. Dit is een onderdeel van SynBiosys (Hennekens e.a., 2010).

Alleen het eerst vermelde 'best passende' vegetatietype is overgenomen (meestal is sprake van meerdere mogelijkheden, omdat toevalsfactoren, zoals de toevallige aanwezigheid van een kiemplantje van duindoorn, grote invloed kunnen hebben op het resultaat; de toedeling moet dus met de nodige voorzichtigheid en expert judgement worden geïnterpreteerd). De Associa-analyse is daarom gecontroleerd; niet correcte toedelingen zijn gecorrigeerd, voor zover dit consequentie heeft voor de toekenning van habitattypen.

Overzicht

Tabel 4.3 geeft een overzicht van de resultaten voor de toedeling van vegetatietypen en habitattypen. In de linker kolommen zijn de vegetatietypen (met codering volgens de Vegetatie van Nederland) vermeld. In de middelste kolommen is aangegeven tot welk habitatype het vegetatietype volgens de habitatprofielen wordt gerekend en met welke kwaliteit. In de laatste kolom zijn eventuele opmerkingen ten aanzien van de toedeling vermeld.

Verschuivingen habitattypen in PQ's

Figuur 4.15 geeft een totaalbeeld van de toedeling van de PQ's aan habitattypen in de raaien in de periode 2011 t/m 2020. Elke 'regel' is een raai, beginnend met raai 5 (meest noordelijk) tot raai 1 (meest zuidelijk). Per regel zijn in vijf 'blokken' de PQ's per meetpunt (A t/m E) weergegeven. Elk blokje laat van links naar rechts de toedeling aan habitattypen zien in de onderzoeksjaren. De verticale 'staafjes' (per jaar) zijn de 4 opnamen (replica's) per meetpunt.

Tabel 4.3 Overzicht toedeling vegetatietypen met Associa en vertaling naar duinhabitattypen

Typenaam in Associa	Nederlandse naam	# PQ's 2011-2020	H2120	H2130a	H2130b	H2160	Kwaliteit	Toelichting aanpassingen
23AB01A	Helmassociatie	22	x				G	vanwege de ligging tov zee hier H2120, kan ook in H2130a en H2130b voorkomen
23AB01B	Helmassociatie	27	x				G	vanwege de ligging tov zee hier H2120, kan ook in H2130a en H2130b voorkomen
23RG01	Rompgemeenschap helm en zandzegge van de helmklasse/de klasse der droge zandgronden	36	x				M	vanwege de ligging tov zee hier H2120, kan ook in H2130a en H2130b voorkomen
14BB02B	Duin-struisgrasassociatie (subassociatie met klaver)	15		x			G	
14CA01A	Duinsterretjesassociatie	201		x			G	
14CA01B	Duinsterretjesassociatie	46		x			G	
14CA01C	Duinsterretjesassociatie	95		x			G	
14CA02A	Kegesileneassociatie	7		x			G	
14CA02B	Kegesileneassociatie	18		x			G	
14CA03A	Associatie oranjesteeeltje en langkapselsterretje	2		x			G	
14CB01A	Duinpaardenbloemassociatie	16		x			G	
14CB01B	Duinpaardenbloemassociatie	6		x			G	
14CB01D	Duinpaardenbloemassociatie	30		x			G	
37AC02A	Associatie van duindoorn en liguster	2		x			G	fout in associa waardoor een lage bedekking van duindoorn meteen struweel wordt. Op basis van overige soortensamenstelling toegekend aan kalkrijk duin
37RG01	Rompgemeenschap van duindoorn	4		x			M	fout in associa waardoor een lage bedekking van duindoorn meteen struweel wordt. Op basis van overige soortensamenstelling toegekend aan kalkrijk duin
14AA02B	Duin-Buntgrassociatie	24			x		G	
	Vogelpootjes-associatie	7			x		G	
14BB02A	Duin-struisgrasassociatie (typische subassociatie)	60			x		G	
14DG01	Derivaatgemeenschap van droge duingraslanden	1			x		G	op basis van tweede associatype duinbuntgrassociatie 14AA02b en soortensamenstelling beter passend bij grijs duin
14RG01	Rompgemeenschap met kruipwilg van het verbond der droge kalkrijke duingraslanden	8			x		M	
14RG03	Rompgemeenschap met gewoon gaffeltandmos van de klasse der droge graslanden op zandgrond	2			x		M	op basis van tweede associatype duinbuntgrassociatie 14BB02a Duinstruisgrasassociatie, typ. Subass. en soortensamenstelling beter passend bij grijs duin
37RG01	Rompgemeenschap van duindoorn	2				x	M	duindoorn bedekt >50% in de (lage) struiklaag
23RG01	Rompgemeenschap helm en zandzegge van de helmklasse/de klasse der droge zandgronden	1				x	M	vanwege dominantie van duindoorn; beter passend bij Associatie van Duindoorn en Kruipwilg; subassociatie met Zeemelkdistel 38 Aa1a
14RG02	Rompgemeenschap klasse droge duingraslanden, geen habitatype	12					nvt	

In grote lijnen zijn de habitattypen in de PQ's in de A- tot de E-locaties een afspiegeling van de natuurlijke vegetatiezonering van de buitendünen vanaf zee landinwaarts; in raai 1 ontbreken wat dit betreft de helmduinen. Op de A-locaties in de raaien 2 t/m 5 worden de meeste opnamen toegekend tot H2120 Witte duinen. Tot dit habitatype worden natuurlijke helmvegetaties in de buitenste duinengordel gerekend. Vrij stuivende helmduinen zoals op de Nederlandse Waddeneilanden zijn een goede referentie voor H2120. Op locatie 1A zijn alle opnamen toegekend aan H2130A, hier ontbreekt helm(aanplant). Opvallend is de toename van H2130A de laatste meetjaren in 2A, 3A en 4A (ten koste van H2120). Voor het eerst wordt nu ook H2160 (duindoorn) aangetroffen in 3 PQ's (2A en 5A).

Op de B- en C-locaties zijn alle opnamen in de periode 2011 t/m 2020 consequent toebedeeld aan het type H2130A (Grijze duinen kalkrijk).

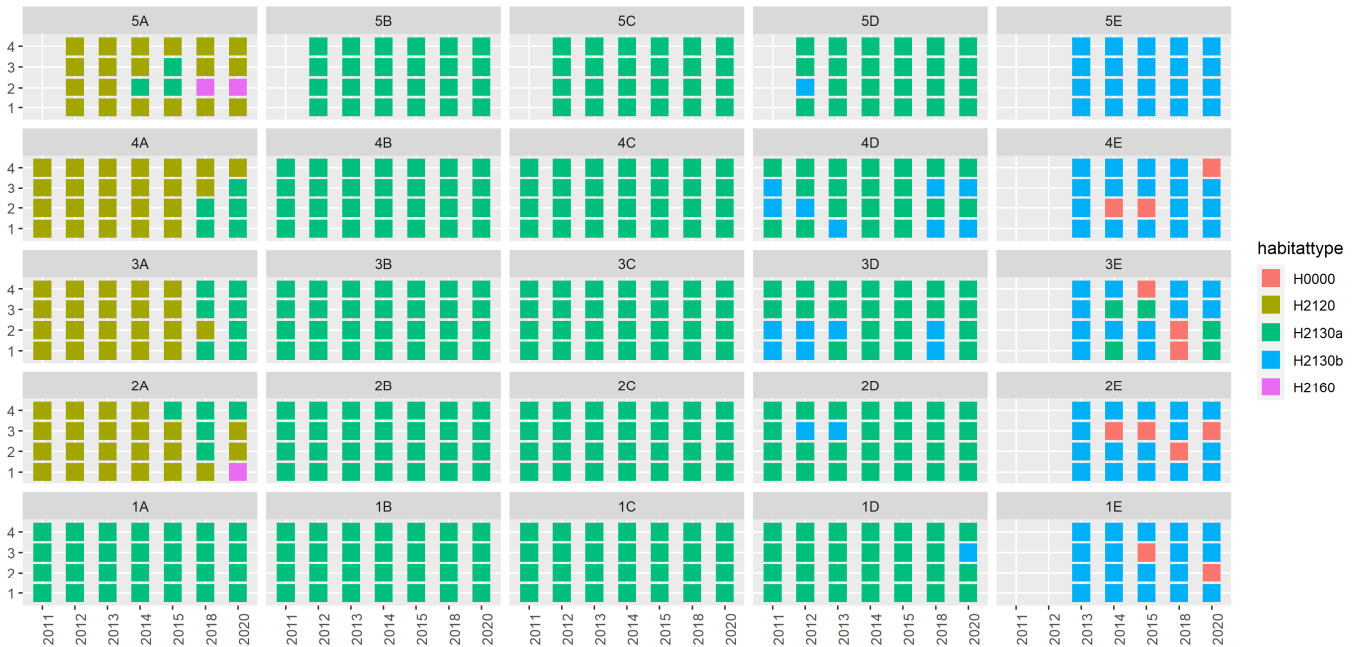
Op de D-locaties zijn van 2011 t/m 2020 19 opnamen aan H2130B (Grijze duinen kalkarm) toebedeeld. De rest (117 PQ's) aan H2130A (Grijze duinen kalkrijk). Er is enige wisseling in de positie van de H2130B-PQ's door de jaren, maar er is geen sprake van een trend.

Op de E-locaties is het opvallend dat in het eerste jaar (2013) alle opnamen toegekend worden aan H2130B (Grijze duinen kalkarm) en dat in de volgende jaren verschillende opnamen toegekend worden aan of H0000 (geen habitatype; raaien 1 t/m 4) of in het geval van locatie 3E naar H2130A (Grijze duinen kalkrijk). Voor wat betreft 3E is de oorzaak hiervan waarschijnlijk de toename van de

bedekking open zand ten gevolge van het stuivend duin in de nabijheid van deze locatie en de hierdoor veranderende vegetatie in de betreffende PQ's. Op de E-locaties verdwijnen deels de kenmerkende soorten van H2130; een deel van de PQ's valt hier daarom in de categorie 'H0000' (geen habitatype).

Ook hier geldt dat er enige wisseling is in tijd en ruimte wat betreft toebedeling habitattypen aan PQ's, maar van een trend lijkt geen sprake.

Afbeelding 4.15 Toedeling van de habitattypen H2120, H2130A, H2130B en H2160 per opname per jaar



Afbeelding 4.16 Toename van duindoorn in het helmduin in PQ 5A2 in de periode 2012-2020; foto's: Liesbeth Leusink



Samenvattende conclusies

Op basis van bovenstaande analyse lijken er met uitzondering van de A-locaties geen trendmatige verschuivingen in de tijd te hebben plaatsgevonden. In de A-locaties lijkt een verschuiving van helmduin naar grijs duin plaats te vinden, op enkele plaatsen zelfs naar duindoornstruweel (zie ook afbeelding 4.16). Dit correspondeert met de natuurlijke successie, doordat het ontbreekt aan voldoende verstuiwingsdynamiek waarmee de successie kan worden afgeremd of teruggezet. Gezien de korte afstand tot de zeereep kan de invloed van de Zandmotor hierbij niet worden uitgesloten; het duidt echter niet op een toename van sandspray, mogelijk wel van verminderde saltspray. De belangrijkste oorzaak is waarschijnlijk de aanleg van een nieuwe buitenste duinregel in 2010. De zeereep van voor 2010 (met de A-locaties) werd daardoor de tweede duinregel. Doordat

deze in de luwte ligt van de buitenste duinregel is hier de dynamiek van nature beduidend kleiner. Uiteraard kunnen ook lokale factoren (beheer, begrazing, konijnen) een rol spelen. Er is geen sprake van duidelijke, trendmatige verschillen tussen referentieraaian en effectraaien.

Bedekking van kaal zand, mossen en korstmossen en vaatplanten

Veranderingen in bedekking van kaal zand in een PQ geven een beeld van de inwaai van (kalkrijk) zand vanuit de zeereep. Een toename van kaal zand kan een gevolg zijn van de Zandmotor. De inwaai van zand is (in principe) een positief kwaliteitsaspect voor het Habitattype H2130 Grijs duinen, mits de vegetatie niet over grotere oppervlakten volledig verdwijnt; subtype B kan bovendien onder invloed van kalkrijk zand overgaan in subtype A, wat niet altijd gewenst is.

Werkwijze

In de kopgegevens van elke opname is de bedekking met kaal zand genoteerd als percentage van de totale oppervlakte van het PQ. Per locatie is de gemiddelde bedekking kaal zand in de 4 PQ's per opnamejaar bepaald. Dit is ook gedaan voor de gemiddelde bedekking van mossen + korstmossen en voor alle vaatplanten.

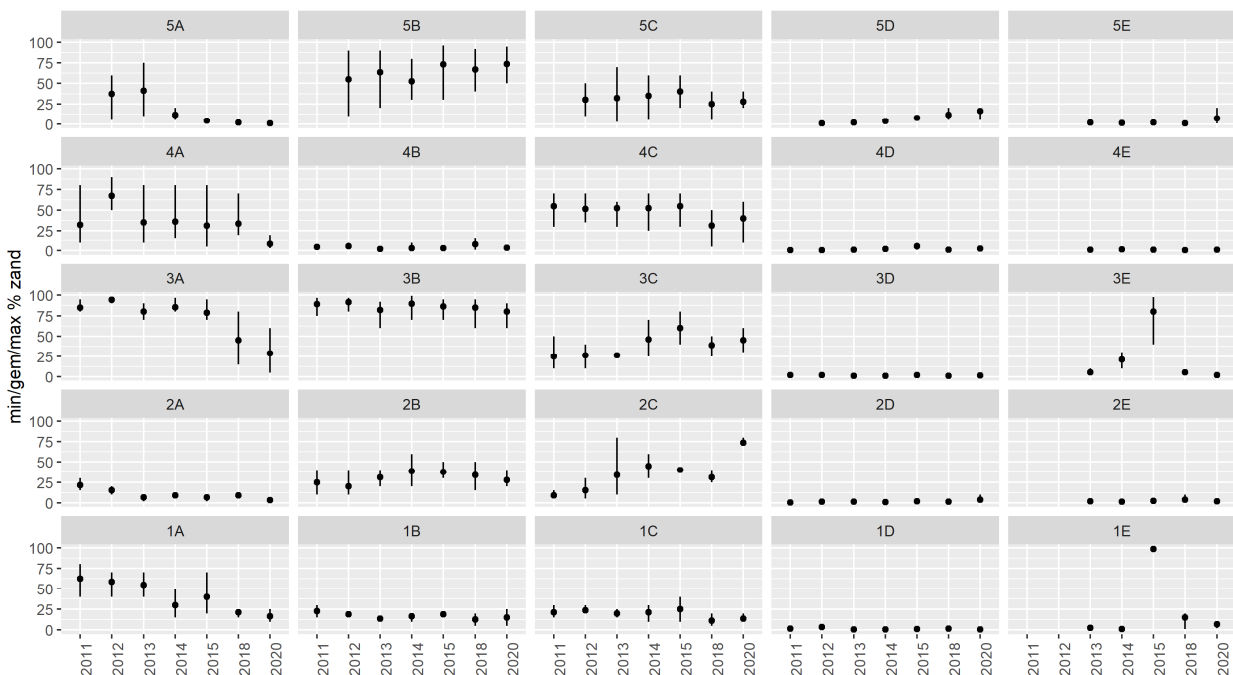
Resultaten

De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in afbeelding 4.17 t/m 4.19.

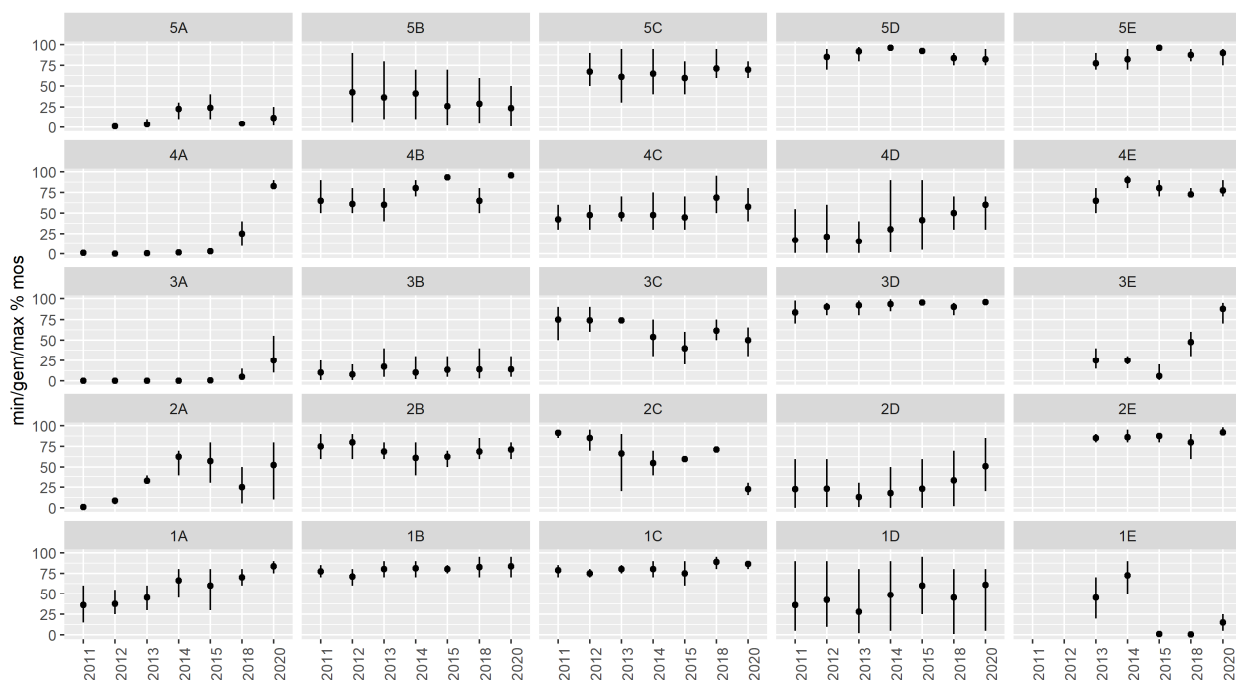
Veranderingen in bedekking kaal zand

Het percentage kaal zand is duidelijk het hoogst op de A-, B- en C-locaties. Een uitzondering geldt voor locatie 4B. Hier is het percentage kaal zand in de opnames opvallend laag; deze locatie ligt in een laagte met een meer gesloten vegetatie en een rijkere toplaaig en geeft daardoor een vergelijkbaar beeld als de D-locaties. De meer landinwaarts gelegen D- en E-locaties bevatten nauwelijks kaal zand. Opvallend is een spectaculaire uitschieter van de bedekking open zand in 1E en 3E in 2015. Voor de locatie 1E is dit mogelijk te verklaren door de camping die in 2014 is geamoveerd. Dit voormalig campingterrein is een bron geworden van stuivend zand richting PQ 1E. Bij 3E is de oorzaak een toename van open zand op een duin ten zuiden van het PQ dat is gaan stuiven.

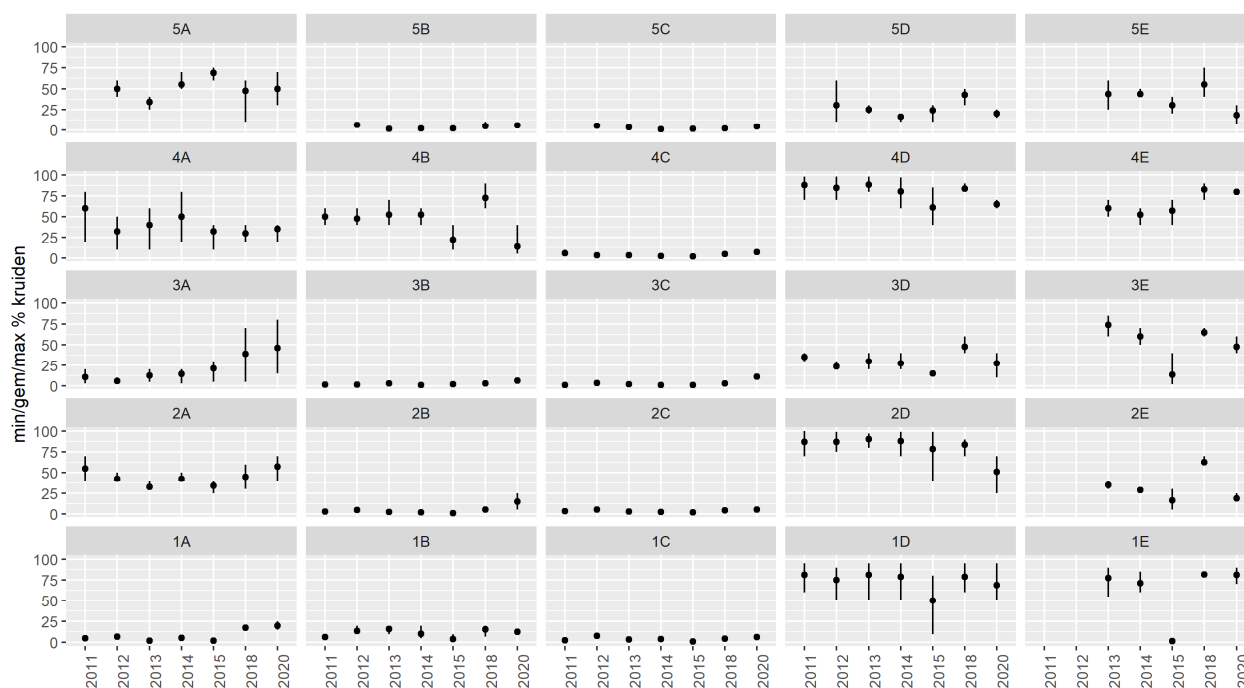
Afbeelding 4.17 Gemiddelde bedekking van kaal zand in PQ's (% van de oppervlakte van het PQ, gemiddeld over 4 replica's)



Afbeelding 4.18 Gemiddelde bedekking van mos+korstmos in PQ's (% van de oppervlakte van het PQ, gemiddeld over 4 replica's)



Afbeelding 4.19 Gemiddelde bedekking van vaatplanten in PQ's (% van de oppervlakte van het PQ, gemiddeld over 4 replica's)



Opvallend is dat er in de A-locaties (dus het dichtst bij het strand gelegen) duidelijk sprake lijkt te zijn van een afname van het percentage kaal zand. Deze trend is in de B-, C-, D- en E-locaties niet terug te herkennen; hier is het percentage kaal zand in de opnamen door de jaren heen min of meer stabiel. In de locaties 2C en 3C is er sprake van een toename van open zand, mogelijk als gevolg van secundaire verstuiving van bestaand duin. Systematische verschillen tussen de referentieraaien en effectraaien lijken niet aanwezig.

Veranderingen in bedekking mos + korstmos

De bedekking van (korst)mos is in de A-locaties geleidelijk toegenomen gedurende de meetperiode (samenhangend met de afname van kaal zand). Dit duidt op een overgang van Witte duinen naar Grijze duinen, zoals deze ook is gevonden bij de analyse van habitattypen (zie hierboven).

De trends in bedekking door mos respectievelijk kaal zand op de A-, B- en C-locaties zijn –zoals kan worden verwacht– min of meer complementair; bij de D- en E-locaties is dit minder duidelijk.

Bovendien is er hier sprake van een grotere spreiding van de bedekkingswaarden, met soms lokale en tijdelijke uitschieters.

Ook voor de bedekking mos+korstmos geldt dat de verschillen tussen de referentieraaian en effectraaian beperkt zijn. Op de A-locaties in de (referentie)raaian 1 en 2 lijkt de toename van van (korst)mosbedekking eerder (2014/2014) op gang te komen dan in raai 3 t/m 5.

Veranderingen in bedekking vaatplanten

De bedekking door kruiden lijkt minder duidelijk gerelateerd aan het percentage open zand (hoewel bij de locaties 1A, 2A en 3A wel sprake is van enige toename, maar minder dan bij (korst)mossen het geval is). Dit kan mogelijk worden verklaard door het feit dat kaal duinzand eerst wordt gekoloniseerd door mossen en korstmossen, in een later stadium gevolgd door kruiden. De analyse van gemiddelde bedekkingen (korst)mossen en kruiden laat zien dat de bedekking (korst)mossen in PQ's vaker toeneemt dan afneemt, terwijl dit voor kruiden net andersom is.

Ook de bedekking van vaatplanten geldt dat de verschillen tussen de referentieraaian en effectraaian beperkt zijn.

Samenvattende conclusie

Het percentage kaal zand laat binnen de A-locaties (het dichtst bij de zeereep) in de meetperiode een duidelijk dalende trend zien, de locaties die iets verder landinwaarts liggen (B- en C-locaties) geven een overwegend stabiel beeld met hier en daar lokale en tijdelijke uitschieters, als gevolg van lokale factoren (beheer, toename konijnen, begrazing/vertrapping).

Verschillen tussen de referentie- en effectraaian zijn niet detecteerbaar. Op basis van bovenstaande analyse kunnen derhalve geen substantiële effecten van een toename van sandspray op de vegetatiesamenstelling in het buitenduin van Solleveld worden vastgesteld over de afgelopen zeven meetjaren. Op basis van de afname van het bedekkingsaandeel kaal zand (en de toename van het aandeel mos) in de A-locaties, zou geconcludeerd kunnen worden dat hier sprake is van een afname van sandspray.

Voor een verdere analyse van veranderingen en mogelijke oorzaken wordt verwezen naar de monitoring en evaluatie van sandspray/fijne overstuiving zoals deze in de zandvangsers op dezelfde locaties is gemeten (Arens, 2021d, 2021d).

Kwaliteit habitattypen aan de hand van 'typische' soorten

In de profielendocumenten van habitattypen zijn als een van de kwaliteitsparameters zgn. 'typische soorten' benoemd. Tevens zijn in het Natura 2000-beheerplan Solleveld & Kapittelduinen (Provincie Zuid-Holland, 2013) per habitatype extra typische soorten toegevoegd. De landelijke toedeling van typische soorten kan (lokaal?) een afwijkend beeld geven. Zo is het opmerkelijk dat het korstmos zomersnieuw (elandgeweimos) onder subtype B wordt vermeld; in de resultaten is te zien dat deze soort vooral in de kalkrijke locaties C is aangetroffen.

Werkwijze

Voor de typische soorten (per habitatype) is de gemiddelde bedekking per locatie/jaar bepaald (boxplots). Daarnaast is de gemiddelde bedekking voor de afzonderlijke soorten in beeld gebracht door middel van staafdiagrammen.

Resultaten

Tabel 4.4 geeft een overzicht van de aangetroffen typische soorten per habitatype alsmede de frequentie (aantal PQ's), uitgesplitst per periode.

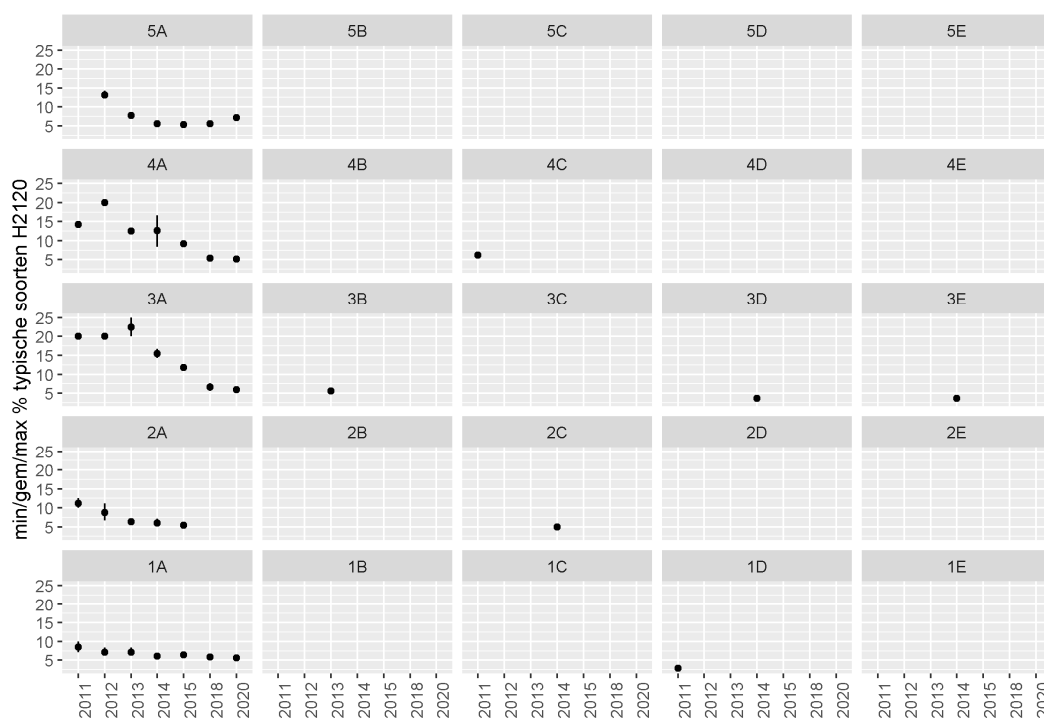
Tabel 4.4 Aantal PQ's waarin typische soorten van habitattypen zijn waargenomen

Soortnaam	H2120	H2130_A	H2130_B	aangetroffen in # PQ's 2011-2015	aangetroffen in # PQ's 2018-2020	aangetroffen in # PQ's 2011-2020
Blauwe zeedistel	1	0	0	20	8	28
Zeemelkdistel	1	0	0	58	15	73
Walstrobremaap	0	1	0	15	2	17
Welriekende salomonszegel	0	1	0	20	6	26
Liggende asperge	0	1	0	0	1	1
Zanddoddegras	0	1	0	185	77	262
Kleverige reigersbek	0	1	1	7	1	8
Duinviooltje	0	1	1	146	77	223
Ruw vergeet-mij-nietje	0	1	1	275	160	435
Buntgras	0	0	1	15	3	18
Open rendiermos	0	0	1	7	6	13
Gewoon kraakloof	0	0	1	11	9	20
Elandgeweimos, Zomersneeuw	0	0	1	115	57	172
totaal # PQ's per periode				444	200	644

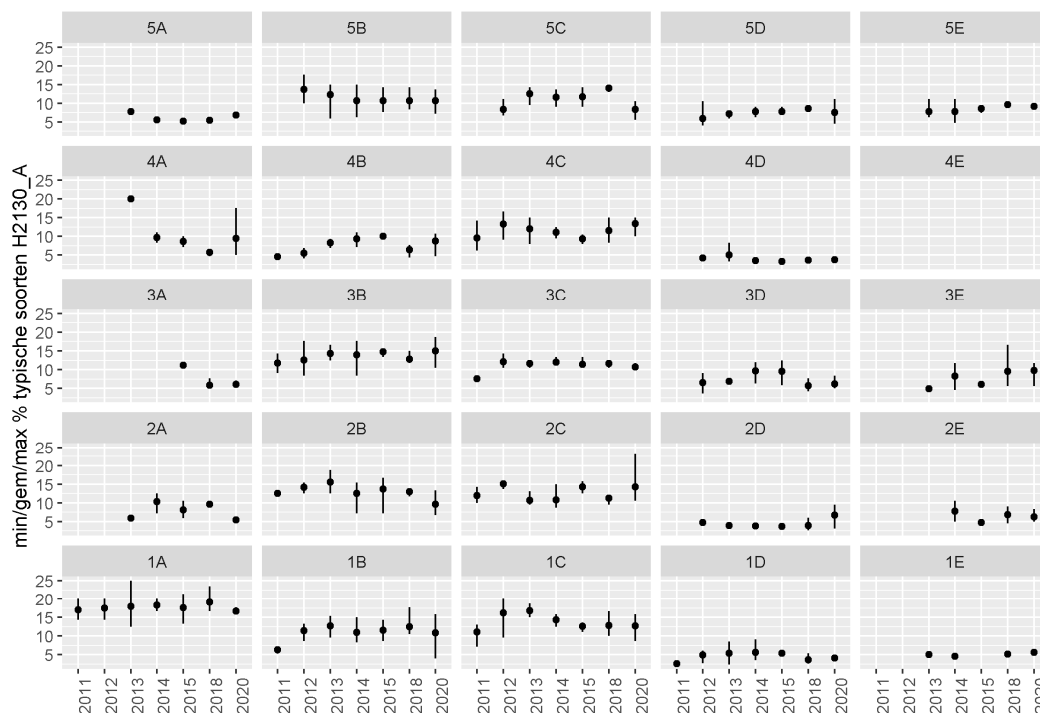
Het vaakst aangetroffen zijn duinviooltje, ruw vergeet-mij-nietje (typische soorten van H2130) en zanddoddegras (typische soort van H2130A). Ook zomersneeuw (typische soort voor H2130B) is vaak aangetroffen. Liggende asperge is slechts eenmaal in een van de PQ's aangetroffen.

De gesommeerde gemiddelde bedekking door typische soorten samen per locatie/jaar is weergegeven in afbeelding 4.20 a t/m c voor respectievelijk H2120 Witte duinen, H2130A Grijze duinen *kalkrijk* en H2130B Grijze duinen *kalkarm*.

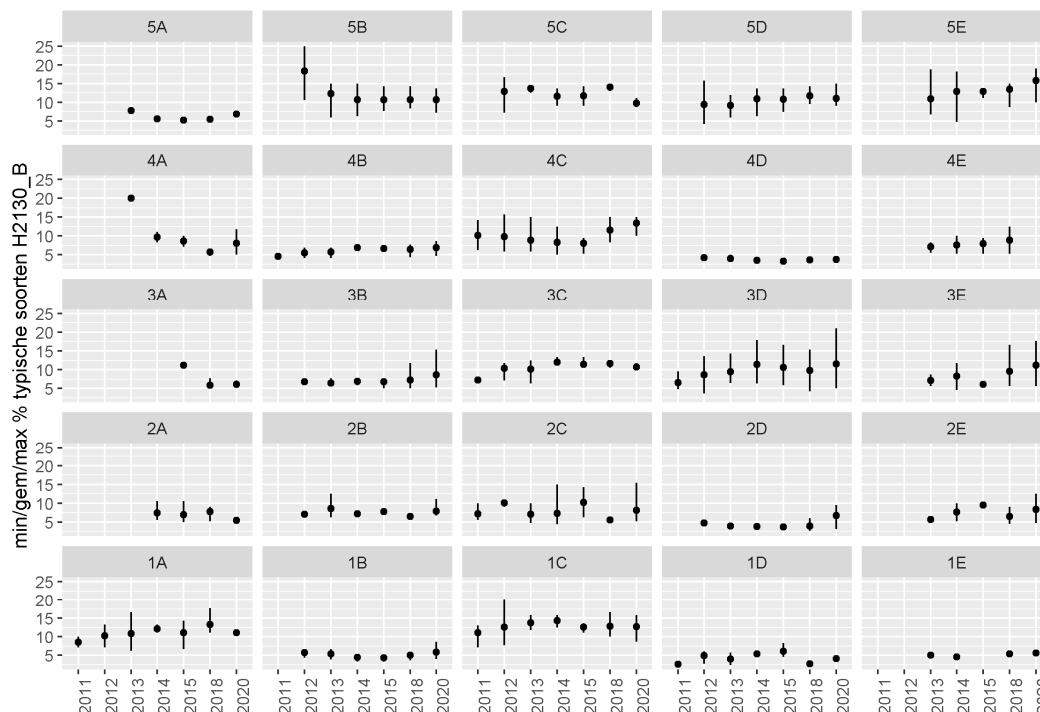
Afbeelding 4.20a Gesommeerde bedekking typische soorten H2120 Witte duinen (gemiddelde van 4 replica's per locatie per jaar)



Afbeelding 4.20b Gesommeerde bedekking typische soorten H2130A Grijze duinen kalkrijk (gemiddelde van 4 replica's per locatie per jaar)

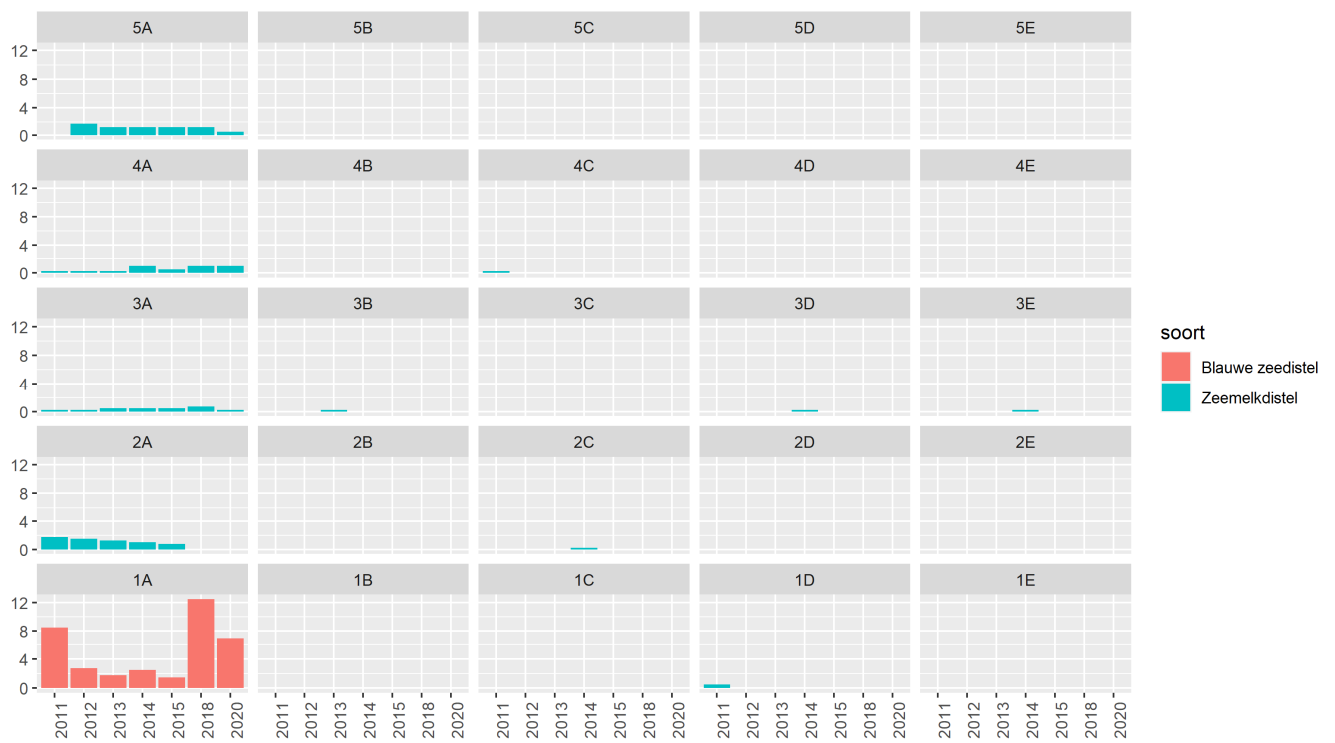


Afbeelding 4.20c Gesommeerde bedekking typische soorten H2130B Grijze duinen kalkarm (gemiddelde van 4 replica's per locatie per jaar)

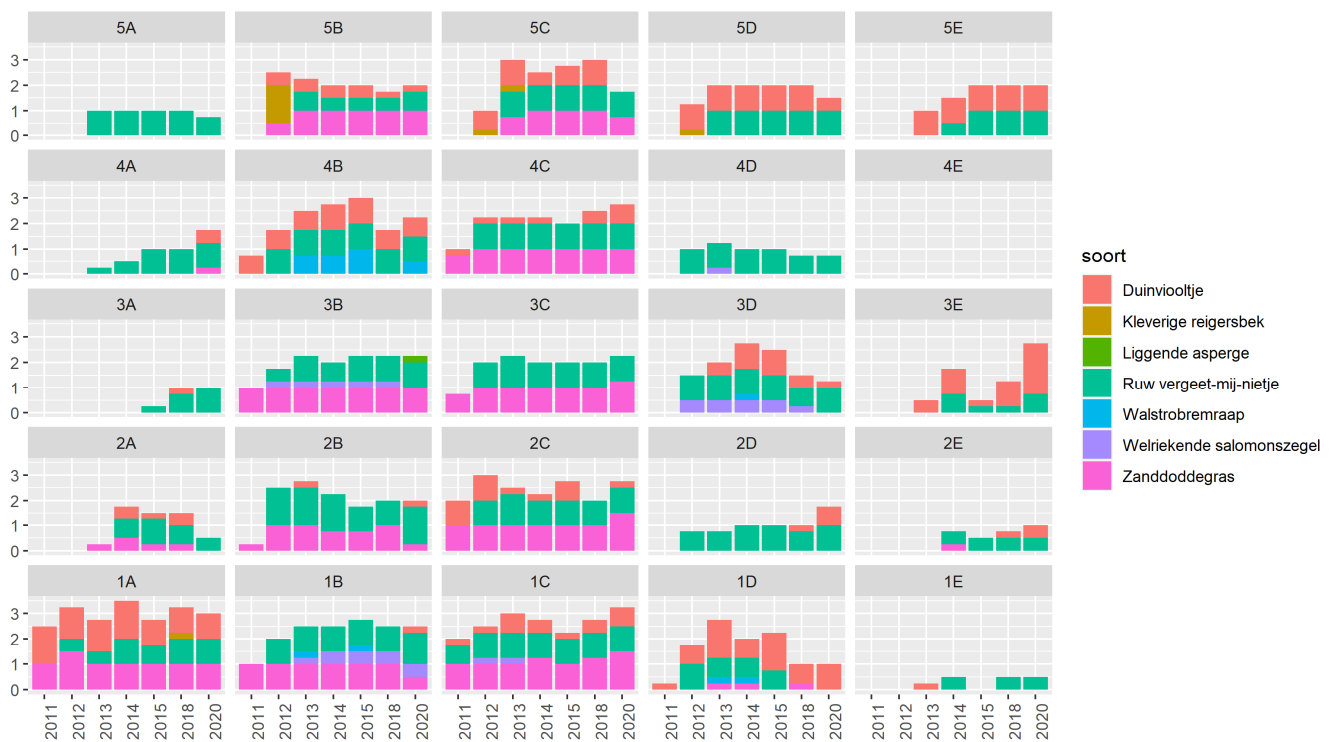


In afbeelding 4.21a t/m c is de gemiddelde bedekking per locatie van de typische soorten afzonderlijk in beeld gebracht.

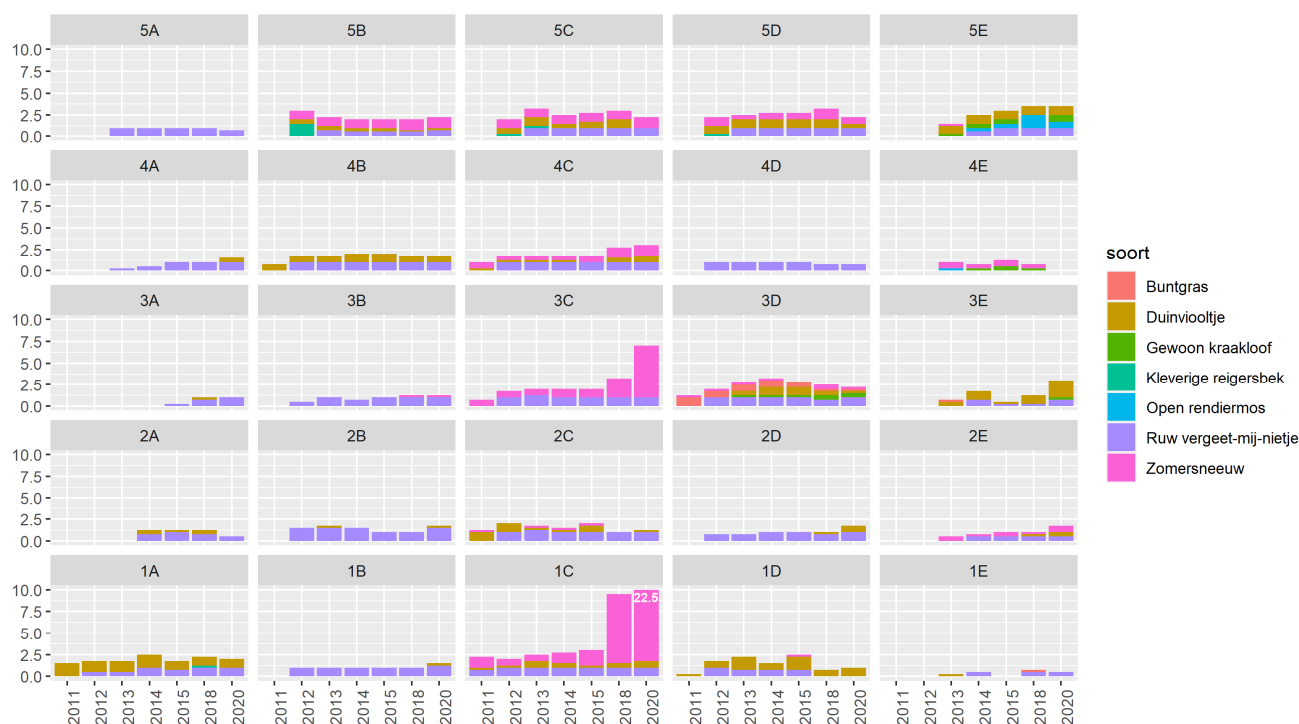
Afbeelding 4.21a Gemiddelde bedekking per locatie van afzonderlijke typische soorten H2120 Witte duinen



Afbeelding 4.21b Gemiddelde bedekking per locatie van afzonderlijke typische soorten H2130A Grijze duinen kalkrijk



Afbeelding 4.21c Gemiddelde bedekking per locatie van afzonderlijke typische soorten H2130A Grijze duinen kalkarm



Typische soorten H2120 Witte duinen

Op alle A-locaties komt één typische soort voor van dit habitatype. Alleen op locatie 1A komt blauwe zeedistel voor. De soort weet zich hier goed te handhaven, ondanks dat het op deze locatie al jarenlang gaat om grijs duin (H2130A). Op de andere A-locaties staat van alleen zeemelkdistel. In geen van de PQ's komen beide soorten voor.

Blauwe zeedistel is ten opzichte van 2011 op locatie 1A eerst afgenomen, maar in 2018 weer sterk toegenomen. Zeemelkdistel is in zijn voorkomen redelijk constant op de overige A-locaties. Zeemelkdistel komt naast de A-locaties ook voor op de locaties 1D, 2C, 3B, 3D, 3E en 4C. In deze gevallen is de soort slechts één jaar aangetroffen met een lage bedekking en is vervolgens weer verdwenen.

Typische soorten H2130A Grijze duinen kalkrijk

Typische soorten van kalkrijk grijs duin komen behalve op locatie 4E overal voor. De typische soorten zijn het meest vertegenwoordigd op de locaties B en C en 1A. Dit is in overeenstemming met de analyse van vegetatie- en habitatypen (zie hierboven). De meest voorkomende soorten zijn duinviooltje, ruw vergeet-mij-nietje en zanddoddegras. Kleverige reigersbek komt alleen voor in raai 5 op de locaties B, C en D (in 2018 echter ook in 1A). Walstrobremraap en welriekende salomonszegel zijn schaarse soorten die alleen voorkomen in de raaien 1, 3 en 4 en niet op de locaties A en E. Liggende asperge is slechts eenmaal aangetroffen op locatie 3B in 2020.

Op locatie A zijn de referentieraaien 1 en (in mindere mate) 2 met betrekking tot typische soorten afwijkend ten opzichte van de effectraaien. In de effectraaien komt vrijwel alleen ruw vergeet-mij-nietje voor, in de referentieraaien 3-4 typische soorten. Op locatie 3A en 4A (effectraaien) is een toename van de bedekking van typische soorten H2130A te zien; op locatie 2A was eerst sprake van een toename, maar in het laatste meetjaar weer een sterke afname waarneembaar. Op de locaties 5A en 1A is de situatie wat dat betreft redelijk stabiel.

Op de B- en C-locaties is - ondanks enige schommelingen gedurende de meetperiode - geen sprake van duidelijke trends. Op de D-locaties lijkt hier en daar sprake te zijn van een afname van de bedekking, terwijl bij de E-locaties juist vaker een toename in bedekking is te zien (vooral 5E en 3E). Verschillen tussen referentieraaien en effectraaien zijn niet te detecteren.

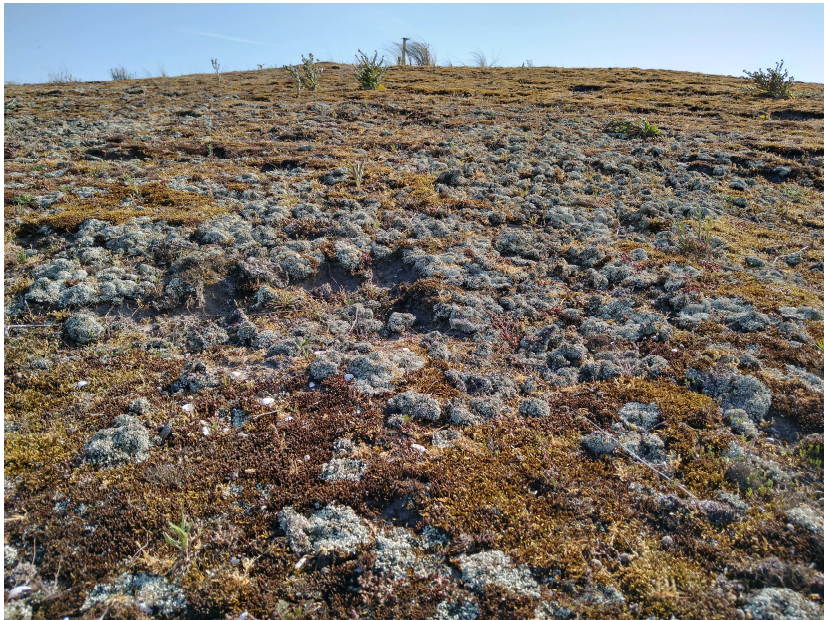
Het aantal typische soorten ten opzichte van andere soorten is vrij constant in alle raaien. Op de locaties B, C, D en E zijn tussen de referentieraaien en effectraaien op het oog geen trends en ontwikkelingen te zien met betrekking tot typische soorten van H2130A. Alleen op de A-locaties zijn er verschuivingen waar te nemen (zie hierboven).

Typische soorten H2130B Griuze duinen kalkarm

Typische soorten van kalkarm grijs duin komen op alle locaties voor. Het meest vertegenwoordigd zijn de soorten op de locaties B, C en D, deels ook E. De meest voorkomende soorten zijn net als in de kalkrijke variant duinviooltje en ruw vergeet-mij-nietje maar in de kalkarme variant is daarnaast zomersneeuw de meest voorkomende typische soort; gezien de ecologische context kan worden betwijfeld of dit (hier) als een typische soort is van H2130B kan worden beschouwd.

Opvallend is de (zeer) sterke toename van zomersneeuw in de afgelopen paar meetjaren in de locaties 1C en 3C. In 1C bereikt de soort zelfs een gemiddelde bedekking van 22,5% in 2020 (zie afbeelding 4.22). Kleverige reigersbek, gewoon kraakloof en open rendiermos zijn schaarse soorten die alleen zijn waargenomen in de raaien 3, 4 en 5. Buntgras is (vrijwel) alleen aangetroffen op locatie 2D.

Afbeelding 4.22 Hoge bedekking met zomersneeuw op locatie 1C (foto: Gerlof Hoefsloot)



Op locatie A in de raaien 3 en 4 is gedurende de meetreeks de bedekking van ruw vergeet-mij-nietje iets toegenomen. Op de meeste E-locaties lijkt sprake te zijn van een geringe toename in bedekking door typische soorten van H2130B. Op de overige locaties is zowel bij de referentieraaien als de effectraaien soms sprake van een toename van de bedekking van typische soorten (bijvoorbeeld 1C, 2C, 3C), maar meestal is er een vrij constant verloop. Ook het aantal typische soorten ten opzichte van overige soorten laat geen duidelijke trend zien en is nagenoeg stabiel. Van duidelijke verschillen tussen referentie- en effectraaien lijkt geen sprake.

Samenvattende conclusie

De typische soorten voor H2120 witte duinen (blauwe zeedistel en zeemelkdistel) weten zich in de zereep redelijk te handhaven. Blauwe zeedistel alleen in 1A, waar de soort persisteert in een omgeving van grijs duin (H2130A). Met betrekking tot de bedekking van typische soorten voor H2130A Griuze duinen *kalkrijk* zijn geen grote verschuivingen opgetreden; in locatie 4A is sprake van een toename, in locatie 2A van een afname.

Wat betreft de typische soorten voor H2130B Griuze duinen kalkarm lijkt op de meeste E-locaties sprake te zijn van een geringe toename in bedekking door typische soorten. Op de overige locaties zien we zowel bij de referentieraaien als de effectraaien soms een toename van de bedekking van typische soorten, maar meestal een vrij constant verloop. Ook het aantal typische soorten ten

opzichte van overige soorten laat geen duidelijke trend zien (nagenoeg stabiel). Opvallend is verder de (zeer) sterke toename van zomersneeuw op enkele C-locaties.

Aantal en bedekking van Rode lijstsoorten

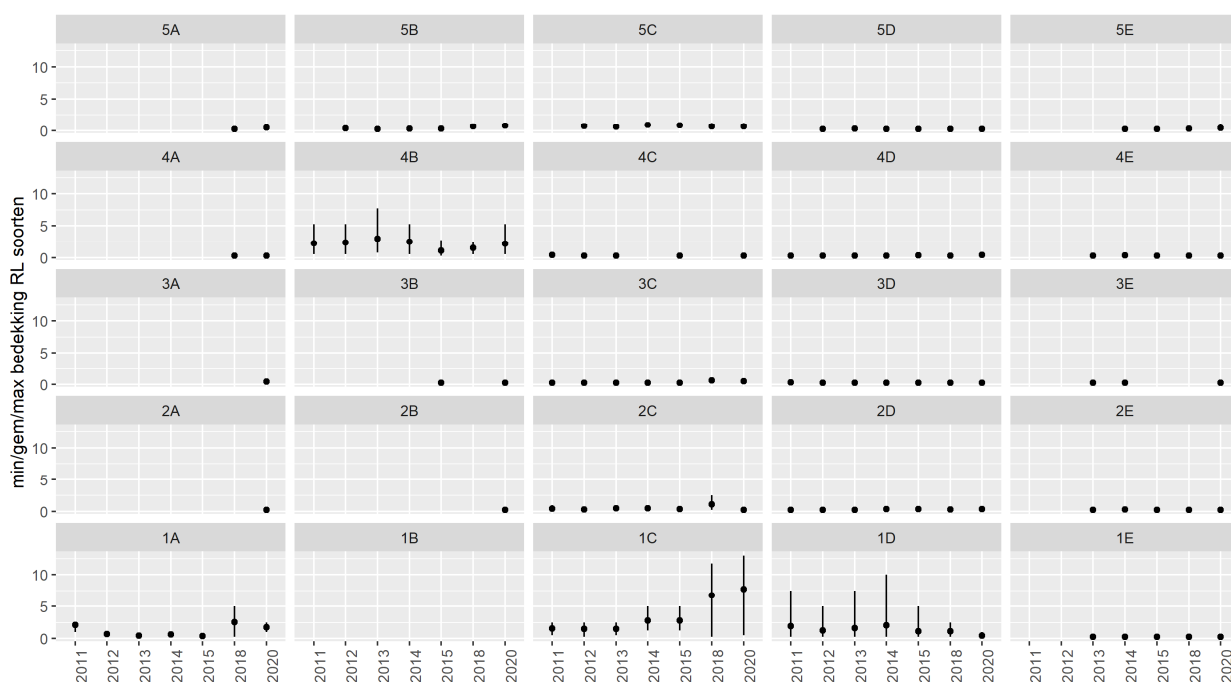
Op vergelijkbare manier als de analyse van 'typische soorten' is een analyse uitgevoerd met Rode lijst-soorten vaatplanten en (korst)mossen. In onderstaande tabel 4.5 is een overzicht weergegeven.

Tabel 4.5 Aangetroffen Rode lijstsoorten in de periode 2011 t/m 2020 en het aantal PQ's waarin een soort is gevonden

Nederlandse naam	Rode lijst 2012	#PQ's 2011-2015 (n=444)	#PQ's 2018-2020 (n= 200)	#PQ's totaal	Wetenschappelijke naam
Gewone agrimonie	GE-12	6	2	8	Agrimonia eupatoria
Duinbekermos	KW	65	13	78	Cladonia pocillum
Duinkronkelbladmos	KW	76	39	115	Tortella flavovirens
Gebogen rendiermos	KW	0	4	4	Cladonia arbuscula
Klein leermos	KW	1	3	4	Peltigera rufescens
Smaragdmos	KW	26	9	35	Homalothecium lutescens
Gewone vleugeltjesbloem	KW-11	1	2	3	Polygala vulgaris
Blaauwe zeedistel	KW-6	20	8	28	Eryngium maritimum
Liggende asperge	KW-6	0	1	1	Asparagus officinalis s. prostratus
Lathyruswikke	KW-7	112	25	137	Vicia lathyroides
Kalksmlandmos	BE	0	4	4	Ditrichum flexicaule
Zwart leermos	BE	0	1	1	Peltigera neckeri
Driedistel	BE-10	1	2	3	Carlina vulgaris
Kleverige reigersbek	BE-10	7	1	8	Erodium lebelii
Voorjaarsganzerik	BE-10	10	4	14	Potentilla tabernaemontani
Glad biggenkruid	BE-14	42	32	74	Hypochaeris glabra
totaal # PQ's per periode		444	200	644	

Lathyruswikke is het vaakst waargenomen in een PQ. Ook duinkronkelbladmos en duinbekermos zijn vaak in een opname gevonden. Verschillende andere soorten zijn slechts eenmaal of enkele malen waargenomen in de jaren 2011 t/m 2020 (liggende asperge, zwart leermos, klein leermos, gebogen rendiermos, vleugeltjesbloem en driedistel).

Afbeelding 4.23 Som van de gemiddelde bedekking van Rode lijst-soorten in de verschillende meetjaren (gemiddelde per/locatie)



Afbeelding 4.23 geeft een beeld van het aandeel Rode lijst-soorten vaatplanten en (korst)mossen (gesommeerde gemiddelde bedekking per locatie) en de veranderingen hierin in de periode 2011 - 2020.

Rode lijst-soorten bedekken alleen in 1A, 1C, 1D en 4B substantieel (ca. 2-10 %). Op deze locaties neemt één soort de bedekking voor het grootste deel voor zijn rekening, dit zijn respectievelijk: blauwe zeedistel, duinkronkelbladmos, voorjaarsganzerik, en smaragdmos. Blauwe zeedistel en smaragdmos laten een wisselend beeld zien qua bedekking, duinkronkelbladmos een zeer sterke toename in 1C (in mindere mate ook in 5B), voorjaarsganzerik neemt de laatste jaren sterk af in bedekking in 1D. Voor de andere soorten zijn verschillen tussen de jaren gering en niet consistent. In het merendeel van de A-locaties ontbreken Rode lijst-soorten geheel en in het merendeel van de locaties B en E is de bedekking marginaal (< 2 %).

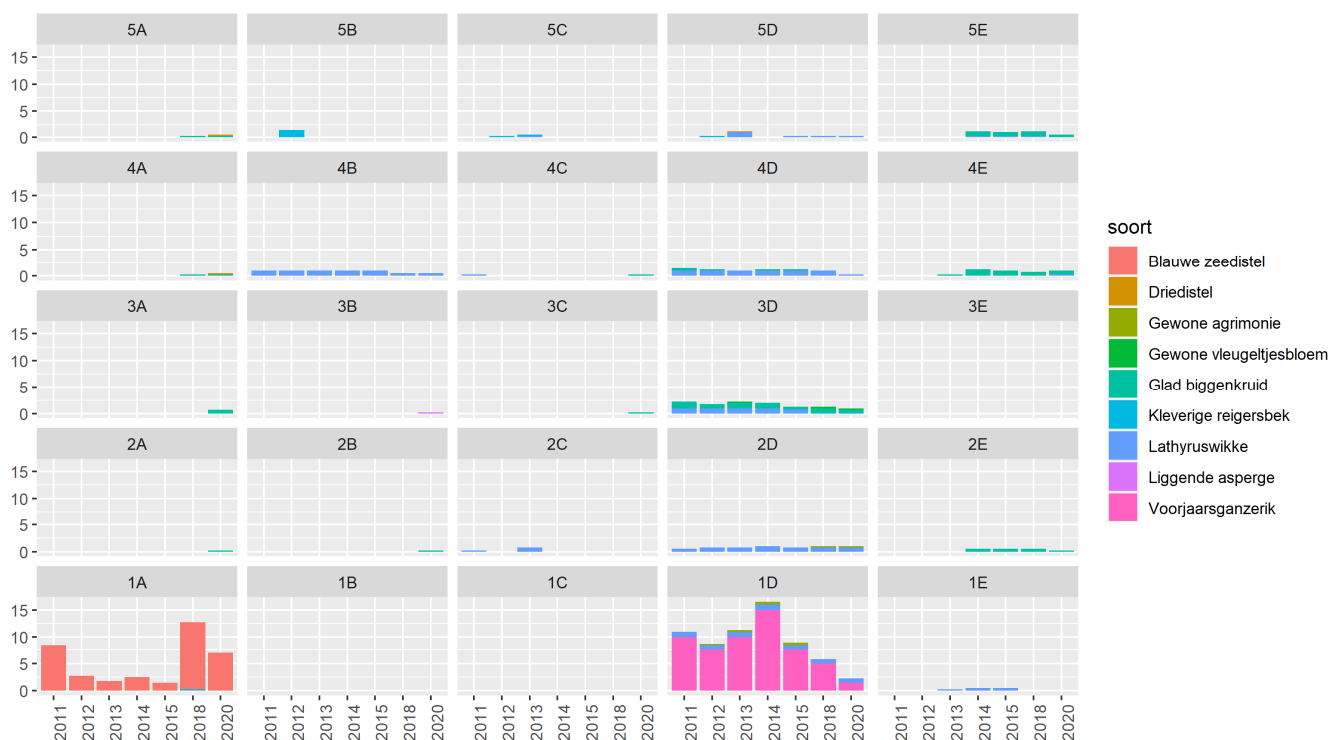
Afbeelding 4.24a en b geeft het aandeel in de bedekking van afzonderlijke soorten weer (respectievelijk voor hogere planten en (korst)mossen).

Uit deze afbeeldingen blijkt dat vooral bedreigde mossoorten het meeste bedekken in de B- en C-locaties (smaragdmos, duinkronkelbladmos, in mindere mate duinbekermos). In locatie 1A valt het voorkomen van blauwe zeedistel op, in 1D is dat voorjaarsganzerik. Verder komt lathyruswikke vrij constant (maar met lage bedekkingen) voor in met name de D-locaties en komt glad biggenkruid regelmatig voor (eveneens in lage bedekkingen) en enkele D- en E-locaties.

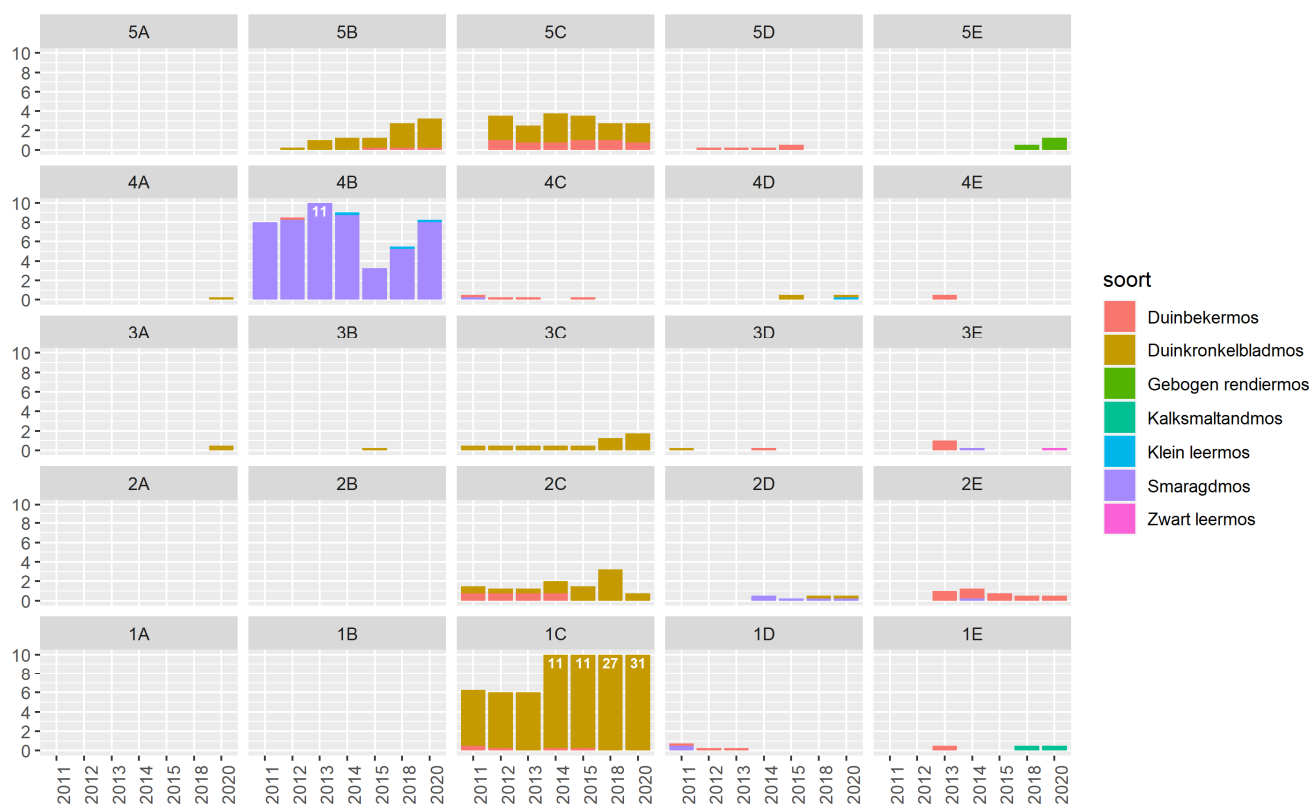
Samenvattende conclusie

Wat betreft Rode lijstsoorten zijn er gedurende de meetperiode geen trends zichtbaar. Met name enkele bedreigde mossoorten hebben lokaal hoge bedekkingen (smaragdmos, duinkronkelbladmos). Enkele soorten laten op een beperkt aantal locaties een toe- of afname zien, maar verschillen ten aanzien van referentie- en effecttraaien zijn niet detecteerbaar.

Afbeelding 4.24a Gemiddelde bedekking per locatie van afzonderlijke Rode lijst- soorten vaatplanten in de verschillende meetjaren



Afbeelding 4.24b Gemiddelde bedekking per locatie van afzonderlijke Rode lijst- soorten mossen en korstmossen in de verschillende meetjaren



Tabel 4.6 Indeling in ecologische groepen

code soortgroep	naam soortgroep	Habitattypen	VVN (Schaminée <i>et al.</i>) best passend	Ecotoop (Runhaar <i>et al.</i>) best passend
1	H2120 Zeereepsoorten	Witte duinen	klasse 22 en 23	soorten van pioniervegetaties op brakke, vochtige tot droge bodem (bP4, bP6)
2	H2130A Pioniers grijze duinen kalkrijk	Grijze duinen, <i>kalkrijk</i>	verbond 14Ca, 14A	Soorten van pioniersvegetaties op droge, voedselarme basische tot zwak zure bodem (P62, P63)
3	H2130A Duingraslanden kalkrijk	Grijze duinen, <i>kalkrijk</i>	klasse 14, verbond 14Cb	Soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme basische bodem (G63)
4	H2130A Duinruderalen kalkrijk	Grijze duinen, <i>kalkrijk</i> (onder voorwaarde)	associatie 31Ba1	Soorten van pioniersvegetaties op droge, voedselarme basische tot zwak zure bodem (P62, P63)
5	H2130B Pioniers grijze duinen kalkarm	Grijze duinen, <i>kalkarm</i>	klasse 14, verbond 14Cb;	Soorten van pioniersvegetaties op droge, voedselarme basische tot zwak zure bodem (P62, P63)
6	H2130B Duingraslanden kalkarm	Grijze duinen, <i>kalkarm</i>	klasse 14, verbond 14Cb; klasse 19	Soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme zure tot zwak zure bodem (G62)
7	H2130B Duingraslanden restgroep	Grijze duinen	klasse 14	Soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme zure tot basische bodem (G62, G63)
8	Houtige soorten van bos en struweel	Duindoornstruwelen, Duinbossen	klasse 37 en 43	Soorten van struwelen en bossen (H)
9	Overige soorten	-	klasse 14, 17, 32, 33, 37 en 43	Soorten van struwelen en bossen (H), Soorten van ruigten (R), Soorten van pioniersvegetaties op niet te droge, matig tot zeer voedselrijke bodem (P47, P48), Soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme tot voedselrijke basische bodem (G2-G4)

Bedekking van soorten per ecologische groep

Typische en rode lijstsoorten geven een beperkt beeld van ontwikkelingen omdat het een vrij kleine groep van relatief schaarse soorten betreft. Om deze reden is ook gekeken naar de ecologische indicaties van alle waargenomen soort tezamen.

Werkwijze

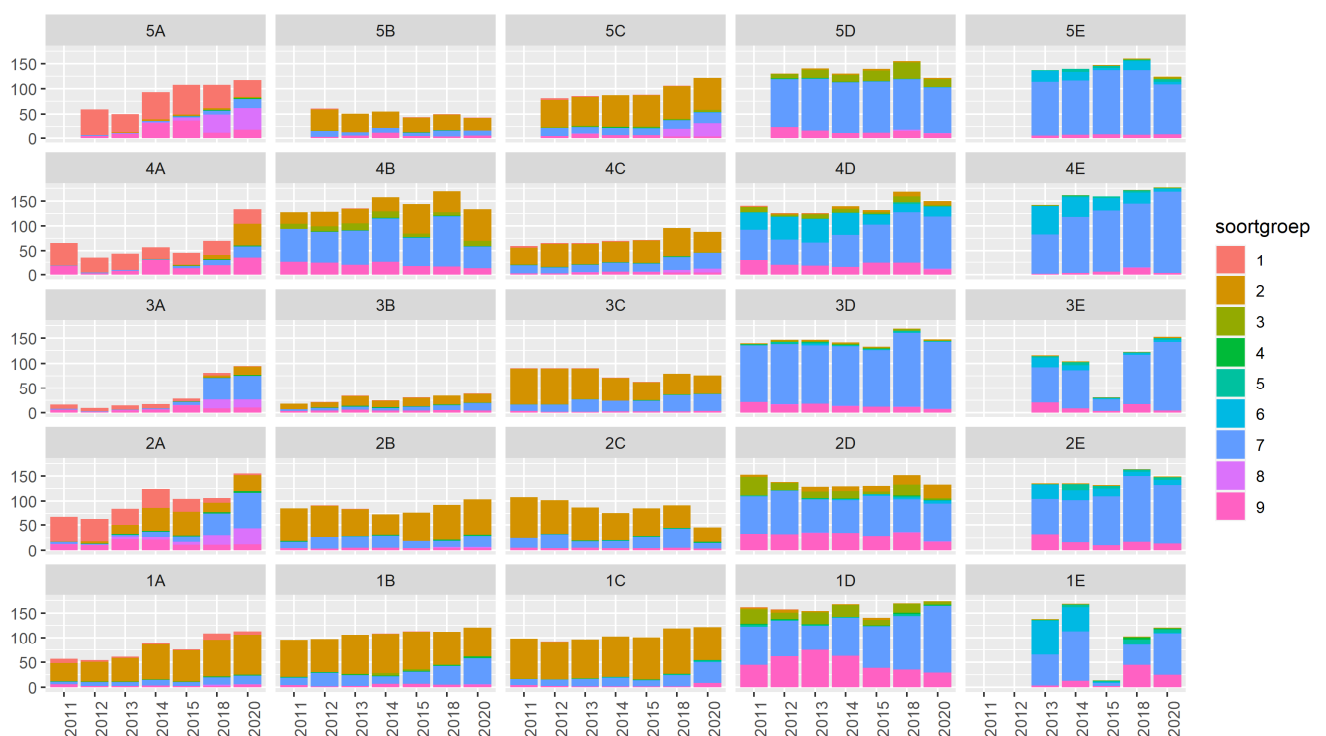
Alle waargenomen soorten mossen, korstmossen en vaatplanten zijn ingedeeld in 9 ecologische groepen: zie tabel 4.6. Dezelfde indeling in soortengroepen is gehanteerd bij de analyse van het onderdeel flora (zie par. 4.3).

Alle aangetroffen soorten zijn ingedeeld in soortgroepen die voor dit duingebied relevant zijn en daardoor inzicht geven in veranderingen in ecologische indicaties. Bij de indeling is tevens zoveel mogelijk aangesloten bij de Vegetatie van Nederland (Schaminée e.a.) en het zgn. ecotopensysteem (Runhaar e.a., gegevens afkomstig uit de Standaardlijst 2003, beschikbaar via www.floron.nl). Als uitgangspunt de indeling in ecologische groepen gebruikt van Toetenel & Van der Hagen (2008), die gebaseerd is op het ecotopensysteem. Deze indeling is iets aangepast om de vraagstelling beter te beantwoorden en om beter aan te sluiten op de Vegetatie van Nederland.

Resultaten

De gemiddelde gesommeerde bedekking van de soorten uit een groep zijn per locatie/jaar weergegeven in afbeelding 4.25.

Afbeelding 4.25 Gesommeerde gemiddelde bedekking van soorten per ecologische groep per locatie 2011-2020



De volgende ecologische groepen zijn in de PQ's het meest vertegenwoordigd:

- zeereepsoorten/witte duinen (groep 1);
- soorten van kalkrijke duingraslanden/grijze duinen kalkrijk (groepen 2 en 3);
- soorten van kalkarme duingraslanden/grijze duinen kalkarm (groep 6);
- restgroep grijze duinen kalkarm (groep 7);
- overige soorten (groep 9).

Voor wat betreft de A-locaties valt raai 1 op. De ecologische groep grijze duinen kalkrijk pionier begroeiing is hier dominant en neemt toe gedurende de meetreeks. In 2A is de ecologische groep witte duinen t/m 2013 dominant maar vanaf 2014 wordt groep 2 met pioniers van grijze duinen kalkrijk dominant, en vanaf 2018 neemt groep 7 grijze duinen restgroep het over. Bij 3A zien we naast een lage bedekking van soorten van witte duinen groep 9 van overige soorten toenemen. Bij 4A en 5A is de groep 1 witte duinen het meest vertegenwoordigd, maar deze wordt in de latere jaren steeds meer verdrongen door soorten uit de groepen 2 grijze duinen kalkrijk pionier, 7 restgroep grijze duinen kalkarm, 8 soorten van bos en struweel en 9 overige soorten.

Voor wat betreft de B- en C-locaties geldt voor de raaien 1 t/m 5 dat de groep 2 pioniers van grijze duinen kalkrijk gemiddeld meestal het grootste aandeel heeft gevolgd door de groep 7 grijze duinen kalkarm restgroep. Groep 9 overige soorten is in alle raaien in lage bedekking aanwezig op de locaties B en C. Een uitzondering is 4B: hier heeft groep 7 restgroep grijze duinen kalkarm een hogere bedekking dan groep 2 pioniers van grijze duinen kalkrijk. Daarnaast is groep 9 overige soorten meer vertegenwoordigd en komt de groep 3 grijze duinen kalkrijk grasland voor. In de A-, B- en C-locaties is vaak sprake van een lichte toename van groep 7 restgroep grijze duinen kalkarm.

Op de D- en E-locaties ontbreekt groep 2 pioniers van grijze duinen kalkrijk vrijwel geheel en is in de meeste gevallen de groep 7 restgroep grijze duinen kalkarm dominant. Op alle locaties in D en E is groep 9 overige soorten aanwezig. Alle D-locaties hebben in meer of mindere mate groep 2 pioniers van grijze duinen kalkrijk en groep 3 grijze duinen kalkrijk grasland. Groep 2 en 3 ontbreken grotendeels op de E-locaties maar hier komt groep 6 grijs duin kalkarm in ruime mate voor. Op de E-locaties is sprake van een toename van groep 7 ten koste van groep 6 en 9 en een tijdelijke afname alle groepen door overstuiving, daarna weer herstel (in 3E); deze trends zijn echter niet onderscheidend voor referentie- en effectraaien.

Samenvattende conclusie

Op de A-locaties (dichtst bij de zeereep) is gedurende de meetreeks sprake van een toename van bedekking door soorten van kalkrijke pionierbegroeiingen (Grijze duinen), duingraslanden (restgroep), houtige soorten van bos en struweel en overige soorten ten koste van soorten van Witte duinen; dit is in overeenstemming met de eerder geconstateerde ontwikkelingen op deze locaties. Voor de overige locaties geldt dat er wel lokaal en in de tijd verschuivingen tussen soortengroepen zijn opgetreden, maar dat hierin geen trends waar te nemen zijn. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen referentie- en effectraaien.

4.2.6 Conclusies

Veranderingen in de vegetatie in PQ's in de buitenduinen van Solleveld

Veranderingen in de vegetatie - al of niet onder invloed van de Zandmotor - zijn aan de hand van een aantal parameters geanalyseerd:

- *Habitattypen:* In de meetlocaties het dichtst bij zee en de Zandmotor (A-locaties) is sprake van een duidelijke verschuiving van habitatype H2120 Witte duinen naar habitatype H2130A Grijze duinen *kalkrijk*, op enkele plaatsen zelfs naar H2160 Duindoornstruwelen. In de andere locaties (B t/m E) zijn geen trendmatige verschuivingen gevonden. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen referentieraaian en effectraaien.
- *Bedekking kaal zand:* Ook het percentage kaal zand laat binnen de A-locaties een duidelijk dalende trend zien. Verder landinwaarts gelegen locaties B en C geven overwegend een stabiel beeld met hier en daar lokale en tijdelijke uitschieters, als gevolg zijn van lokale factoren. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de referentie- en effectraaien.
- *Typische soorten van habitattypen:* De typische soorten van habitatype H2120 Witte duinen zijn redelijk stabiel; dit ondanks de veranderingen die hier in andere parameters wel zijn opgetreden. Ook in de typische soorten van H2130A Grijze duinen *kalkrijk* zijn geen grote veranderingen opgetreden. Wat betreft de typische soorten voor H2130B is er met name in de verst landinwaarts gelegen locaties (E) sprake van een lichte toename in bedekking.

- *Rode Lijstsoorten*: In het voorkomen van Rode lijstsoorten zijn gedurende de meetperiode geen trends zichtbaar. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen referentie- en effectraaien.
- *Ecologische groepen*: Deze laten in de A-locaties (het dichtst bij de zeereep) een toename zien van de bedekking van soorten van kalkrijke pionierbegroeiingen (grijze duinen), duingraslanden (restgroep), houtige soorten van bos en struweel en overige soorten, ten koste van soorten van witte duinen. Voor de overige locaties geldt dat er wel verschuivingen tussen soortgroepen zijn opgetreden, maar dat hierin geen trends waar te nemen zijn. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de referentie- en effectraaien.

De invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen van Solleveld

De veranderingen in de PQ's bij de zandvangers in de vijf raaien in de buitenduinen van Solleveld duiden op een verschuiving van vegetaties van Witte duinen naar Grijze duinen en Duindoornstruwelen. Dit geldt zowel voor de vegetatie/habitattypen als voor het percentage kaal zand en de indicaties aan de hand van ecologische soortgroepen.

Kenmerkende natuurwaarden, uitgedrukt in voorkomen van typische soorten van beschermde habitats en van Rode lijstsoorten, zijn weinig veranderd (dus niet verslechterd), enigszins verrassend ook niet in relatie tot de geconstateerde verschuivingen van Witte duinen naar andere vegetatietypen in de A-locaties.

De veranderingen in bedekking van ecologische groepen duiden in de A-locaties op een afname van zanddynamiek c.q. sandspray, zowel in de afname van soorten van witte duinen als in de hiermee samenhangende toename van soorten van duingraslanden en van struweel en bos. Voor de meer landinwaarts gelegen meetlocaties zijn geen trendmatige veranderingen in ecologische indicaties geconstateerd; er zijn ook geen duidelijke verschillen tussen de effectraaien en de referentieraaien.

De ontwikkelingen in de vegetatie zijn consistent met de conclusies uit de monitoring van sandspray op dezelfde locaties (zie Arens, 2021d): de zanddynamiek is over de hele linie in alle meetlocaties relatief laag.

De belangrijkste oorzaak is waarschijnlijk de aanleg van een nieuwe buitenste duinregel in 2010 (t.b.v. versterking van de Delflandse kust). De zeereep van voor 2010 (met de A-locaties) werd daardoor de tweede duinregel. Deze ligt nu in de luwte van de buitenste duinregel waar de dynamiek van nature beduidend minder is. Uiteraard kunnen ook lokale factoren (beheer, begrazing, konijnen) een rol spelen.

Daarnaast blijkt de Zandmotor zelf ook een afremmend effect op het zandtransport naar de buitenduinen. Ter hoogte van de centrale raaien zijn de zandfluxen lager dan in de referentieraaien, waarschijnlijk als gevolg van de vorm (hoge centrale rug) en de aanwezigheid van het duinmeer en de lagune als 'zandvangers'. Ook de zich ontwikkelende duintjes op het hoge strand zeewaarts van de kustversterking 2010 vangt inmiddels waarschijnlijk extra zand in dat daardoor de buitenduinen niet meer kan bereiken (Arens, 2021d).

De verschillen tussen raaien ter hoogte van de Zandmotor en referentieraaien die in de zandvangers zijn gemeten blijken zich echter (vooralsnog) niet te vertalen in verschillen in vegetatieontwikkeling. Dit betekent dat de aanwezigheid van de kustversterking 2010 de dominante factor is in de geconstateerde veranderingen in de vegetatie in de A-locaties.

De Zandmotor heeft dus zeker niet geleid tot extra zandinwaai/sandspray in de buitenduinen van Solleveld en effecten daarvan op de vegetatie en op beschermde habitats. Voor zover de Zandmotor heeft geleid tot een afname van de zandinwaai blijkt een mogelijk effect hiervan op vegetatie en habitats niet uit de resultaten van de effectmonitoring in de PQ's.

4.3 Hogere planten buitenduinen Solleveld

De ligging van de Zandmotor voor de - vroegere - buitenduinen van Natura 2000-gebied Solleveld kan leiden tot (indirecte) veranderingen in de milieuomstandigheden in dit gebied. Mogelijke veranderingen hebben betrekking op de hoeveelheid inwaaiend zand (fijne overstuiving of 'sandspray') en/of op de hoeveelheid inwaaiend zout ('saltspray'). Deze abiotische parameters zijn als onderdeel van de monitoring van de Zandmotor jaarlijks gemeten (zie Arens, 2021e).

Veranderingen in deze abiotische factoren kunnen leiden tot veranderingen in vegetatie en flora, bijvoorbeeld doordat door extra inwaai van zand de vegetatie meer een pionierkarakter krijgt en soorten van kalkrijke omstandigheden worden bevorderd of doordat door afname van de inwaai van zand de vegetatie juist veroudert (successie), gevoeliger wordt voor stikstofdepositie en/of soorten van kalkarmere omstandigheden toenemen. Afname van saltspray kan leiden tot versneld dichtgroeien van duingraslanden met duinstruwelen of afname van halofyten (zoutminnende soorten).

Om deze (mogelijke) effecten te kunnen beoordelen zijn o.a. veranderingen in de aanwezigheid en abundantie (= aantallen) van hogere planten⁵ in de buitenduinen van Solleveld gemonitord.

De inventarisatie van hogere planten en de analyse van de resultaten zijn uitgevoerd door Bureau Waardenburg in opdracht van Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek. Dit hoofdstuk is voor een belangrijk deel gebaseerd op de bijbehorende rapportage (Reitsma & Japink, 2020).

In het eerste evaluatierapport (Vertegaal e.a., 2016) zijn de veranderingen in de periode 2011 t/m 2015 beschreven in par. 5.2.4 (onder subkopje 'flora') en bijlage XI Meetplan 11 Hogere planten duinen Solleveld.

4.3.1 Evaluatievragen

In het evaluatieprogramma Zandmotor wordt onderzocht in hoeverre negatieve invloeden van de Zandmotor op natuurwaarden in het het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen optreden.

Het onderdeel 'hogere planten buitenduinen Solleveld' is gericht op de volgende evaluatievragen:

- wat is de invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen van Solleveld?
- wat is de invloed van veranderingen in saltspray in de buitenduinen van Solleveld?
- wat is de invloed van beheer hierop?

4.3.2 Aanpak

Mogelijke veranderingen onder invloed van de Zandmotor zijn bepaald door vergelijking van ontwikkelingen in het voorkomen van hogere planten in de buitenduinen van Solleveld in de periode na aanleg in 2011 in de jaren 2012-2020 met de situatie voor aanleg (2004) en door vergelijking van ontwikkelingen in terreindelen ter hoogte van Zandmotor met ontwikkelingen in aangrenzende terreindelen.

Vervolgens worden de veranderingen in de flora gerelateerd aan in dezelfde periode gemeten veranderingen en sandspray en saltspray.

⁵ 'hogere planten' synoniem: 'vaatplanten') zijn planten met vaatbundels t.b.v. transport van water (en opgeloste stoffen); de meeste bloem- en sporenplanten zijn hogere planten; mossen en korstmossen horen niet tot deze groep

4.3.3 Monitoring

Onderzoeksgebied

Het onderzoek is toegespitst op de (vroegere) buitenduinen van Solleveld als onderdeel van Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen (zie 4.1.3).

Binnen het onderzoeksgebied zijn vier vakken onderscheiden (3.0 t/m 3.3). De begrenzing van het onderzoeksgebied en de indeling in vakken is weergegeven in afbeelding 4.26.

Voor de indeling in vakken is gekozen om de monitoringgegevens te kunnen vergelijken met een eerdere inventarisatie in 2004 (Toetenel & Van der Hagen, 2008). Hierbij worden 3.0 en 3.3 gebruikt als weinig/minder beïnvloede referenties. De indeling is echter niet optimaal omdat inmiddels ook deze vakken deels achter de zich uitbreidende Zandmotor zijn komen te liggen.

Afbeelding 4.26 Onderzoeksgebied hogere planten duinen Solleveld en indeling in vakken



Inventarisatiemethode

De aanwezigheid en abundantie van hogere planten in de vier vakken van het onderzoeksgebied is per jaar bepaald tijdens twee inventarisatieronden, één in de voor- en één in de nazomer. Hierbij is van alle aanwezige hogere planten de abundantie per vak geschat met behulp van de zgn. Tansley-schaal. Zeldzaam voorkomende soorten zijn per vindplaats met GPS ingemeten waarbij de aantallen per vindplaats zijn geschat met behulp van de Floron-schaal.

Deze inventarisatiemethode is relatief eenvoudig en weinig tijdrovend, maar heeft ook een tamelijk globaal karakter. De resultaten zijn gevoelig voor variatie in weersomstandigheden van jaar tot jaar, missen van soorten door de vrij lage onderzoeksintensiteit en variatie in abundantieschattingen tussen individuele onderzoekers (zie ook Vertegaal e.a., 2016).

Meer details over de meetmethode zijn vermeld in de betreffende monitoringfactsheet in het Uitvoeringsprogramma voor fase 3 (Taal e.a., 2017).

Wat betreft naamgeving is uitgegaan van de Standaardlijst 2003⁶.

Gegevens 2004 ('nulmeting')

Uit de periode voor aanleg van de Zandmotor zijn gegevens beschikbaar uit 1993, 1998 en 2004 (zie Toetenel & Van der Hagen, 2008). De gegevens uit 2004 zijn hier gebruikt als indicatie van de uitgangssituatie (nulmeting). De vakindeling en onderzoeksmethode in dat jaar zijn goed vergelijkbaar met monitoring in de periode 2012-2020. De belangrijkste verschillen zijn het niet inventariseren van vak 3.0 in 2004 en de hogere onderzoeksfrequentie (zes ronden i.p.v. twee ronden).

Monitoring 2012-2015 en 2016-2020

In de eerste monitoringperiode zijn metingen uitgevoerd in de veldseizoenen van 2012, 2014 en 2015, tijdens de tweede periode in de jaren 2018 en 2020. De inventarisaties zijn in beide onderzoeksperiodes uitgevoerd door Bureau Waardenburg met een vaste groep veldmedewerkers, waardoor de werkwijze in de loop van de jaren een goede continuïteit heeft gekend. De gegevens zijn jaarlijks gerapporteerd in meetverslagen en voortgangsrapportages, en de data zijn opgenomen in de repository met Zandmotormonitoringdata: <https://zandmotordata.nl/thredds/catalog/zandmotor/catalog.html>.

4.3.4 Analyses

De veranderingen in voorkomen en abundantie van hogere planten uit 2004 en de onderzoeksjaren in de periode 2012-2020 zijn geanalyseerd aan de hand van de volgende parameters/indicatoren voor de kwaliteit van habitattypen en van overige botanische natuurwaarden:

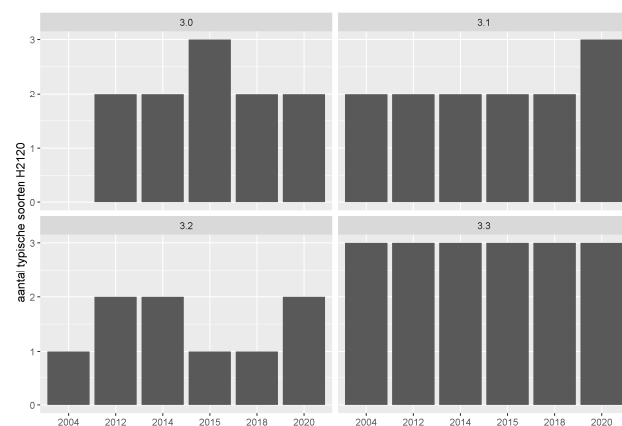
- typische soorten van habitattypen;
- Rode lijstsoorten;
- ecologische groepen.

Omdat het aantal typische soorten en Rode lijst-soorten relatief klein is geeft de analyse op basis van ecologische groepen - waarbij alle aanwezige soorten worden meegenomen - een betrouwbaarder beeld, dat minder afhankelijk is van het toeval.

De hier gebruikte indeling in ecologische groepen is gebaseerd op de Vegetatie van Nederland (Schaminée e.a., 1995-1999) en de indeling in ecologische groepen door Runhaar e.a. (2004). Deze indeling is ook gebruikt bij de analyse van pq's in par. 4.2.5 en is weergegeven in tabel 4.6.

4.3.5 Resultaten

Afbeelding 4.27 Aantal typische soorten van habitattype H2120 Witte duinen per vak per meetjaar

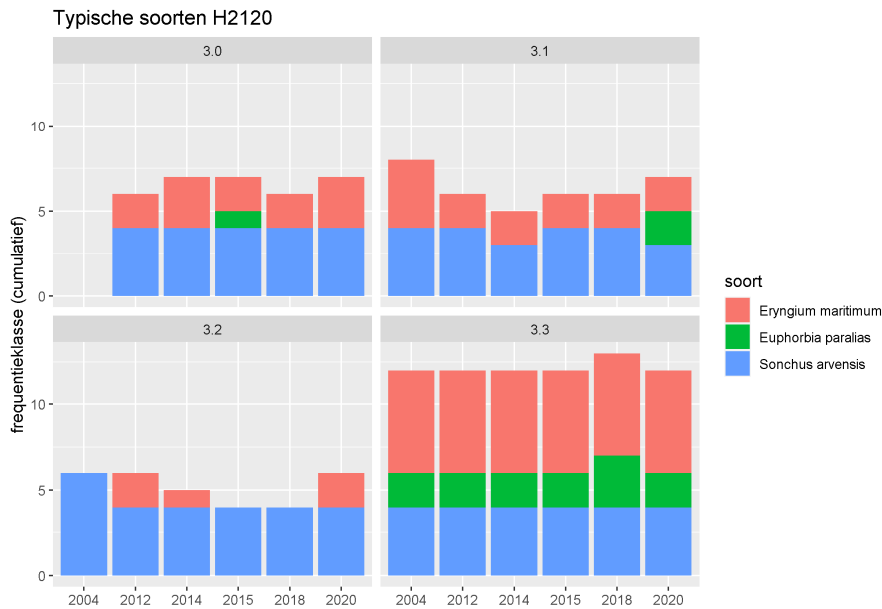


⁶ veranderingen in naamgeving volgens de nieuwste Heukels' Flora van Nederland (Duistermaat, 2020) zijn hier *niet* gevolgd i.v.m. de reeds opgebouwde tijdreeks (vanaf 2004)

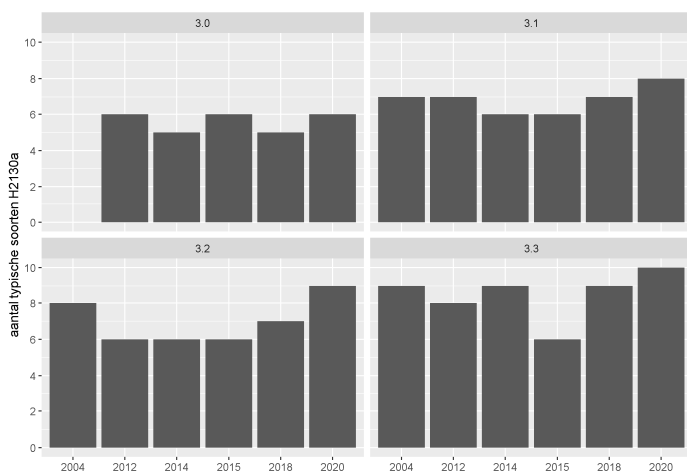
Typische soorten van habitattypen

In afbeelding 4.27 t/m 4.32 is de ontwikkeling van het aantal typische soorten en de cumulatieve bedekking per habitattypen weergegeven. In totaal zijn 15 typische soorten gevonden van habitattypen H2120 Witte duinen, H2130A Grijze duinen *kalkrijk* en habitattypen H2130B Grijze duinen *kalkarm*.

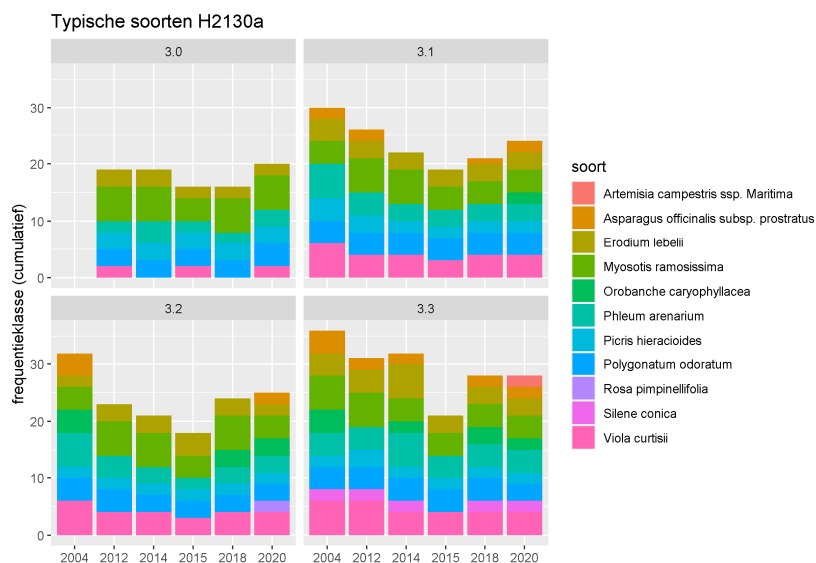
Afbeelding 4.28 Cumulatieve abundantie van typische soorten van habitattypen H2120 Witte duinen per vak per meetjaar



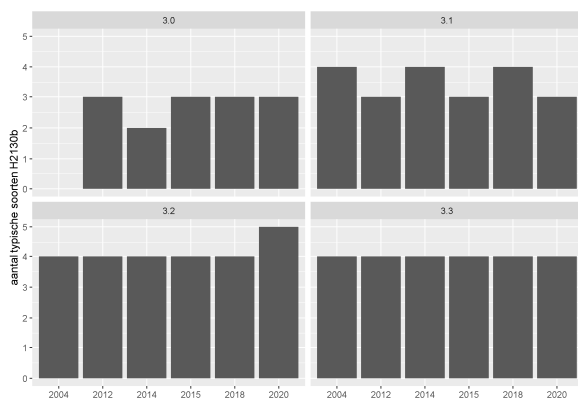
Afbeelding 4.29 Aantal typische soorten van habitattypen H2130A Grijze duinen *kalkrijk* per vak per meetjaar



Afbeelding 4.30 Cumulatieve abundantie van typische soorten van habitattype H2130A Grijze duinen kalkrijk per vak per meetjaar



Afbeelding 4.31 Aantal typische soorten van habitattype H2130B Grijze duinen kalkarm per vak per meetjaar



Afbeelding 4.32 Cumulatieve abundantie van typische soorten van habitattype H2130B Grijze duinen kalkarm per vak per meetjaar



Aan de hand van deze afbeeldingen lijken voor alle drie de habitattypen geen duidelijke trends naar voren te komen en is geen sprake van duidelijke verschillen tussen de effectenvakken 3.1 en 3.2 en de referentievakken 3.0 en 3.3.

In tabel 4.7 zijn eventuele trends in meer detail geanalyseerd door tussen de meetjaren (2004-2012, 2012-2014, 2014-2015, 2015-2018, 2018-2020) te turven of er per soort sprake is van een afname (-1), gelijk blijven (=) of toename (+1) van abundantie. In totaal zijn er aldus vijf scores per soort gedurende de meetperiode. Omdat toeval een rol kan spelen evenals methodische verschillen tussen 2004 en de jaren daarna, is er voor gekozen om alleen duidelijke toe- of afnamen in de tabel met respectievelijk '+' en '-' aan te geven. Totaalscores tussen -1 en +1 zijn als constant beoordeeld (=). Scores van -2 of lager zijn als '-' beoordeeld, scores van +2 of hoger als '+'. Scores van -2 of lager zijn als '-' beoordeeld, scores van +2 of hoger als '+'.

Tabel 4.7 Trends in abundantie van typische soorten per vak 2004-2020 (+ toename; = constant; - afname; nvt = soort niet aangetroffen in betreffende vak)

habitat-type	Latijnse naam	Nederlandse naam	3.0	3.1	3.2	3.3
H2120	<i>Eryngium maritimum</i>	Blauwe zeedistel	=	=	=	=
H2120	<i>Euphorbia paralias</i>	Zeewolfsmelk	=	+	nvt	=
H2120	<i>Sonchus arvensis</i>	Akkermelkdistel	=	=	=	=
H2130A	<i>Artemisia campestris</i> ssp. <i>Maritima</i>	Duinaveruit	nvt	nvt	nvt	+
H2130A	<i>Asparagus officinalis</i> subsp. <i>prostratus</i>	Liggende asperge	nvt	=	=	=
H2130A	<i>Orobanche caryophyllacea</i>	Walstrobremraap	nvt	+	=	=
H2130A	<i>Phleum arenarium</i>	Zanddoddegras	=	-	-	=
H2130A	<i>Picris hieracioides</i>	Echt bitterkruid	=	=	=	=
H2130A	<i>Polygonatum odoratum</i>	Welriekende salomonszegel	=	=	=	=
H2130A	<i>Silene conica</i>	Kegelsilene	nvt	nvt	nvt	=
H2130AB	<i>Erodium lebelii</i>	Kleverige reigersbek	=	=	=	=
H2130AB	<i>Myosotis ramosissima</i>	Ruw vergeet-mij-nietje	=	=	=	-
H2130AB	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	Duinroosje	nvt	nvt	+	nvt
H2130AB	<i>Viola curtisii</i>	Duinviooltje	=	=	=	-
H2130B	<i>Corynephorus canescens</i>	Buntgras	=	=	=	=
aantal soorten			10	12	12	14
aantal soorten met positieve trend			0	2	1	1
aantal soorten met negatieve trend			0	1	1	2

Deelgebied 3.3 is het rijkst aan typische soorten, deelgebied 3.0 is het armst, maar de verschillen zijn niet groot. Wat betreft het aantal typische soorten is de situatie voor H2120 Witte duinen en H2130B Grijze duinen kalkarm constant te noemen. Wat betreft H2130A Grijze duinen kalkrijk lijkt er voor de vakken 3.1, 3.2 en 3.3 de laatste meetjaren sprake te zijn van een lichte toename van het aantal typische soorten.

Wat betreft de cumulatieve abundantie is het beeld iets gevarieerder, maar lijkt voor zowel H2130B Grijze duinen kalkarm als H2130A Grijze duinen kalkrijk sprake te zijn van een lichte afname van de bedekking door typische soorten in de vakken 3.1, 3.2 en 3.3, vooral voor habitattype H2130A ten opzichte van 2004. De verschillen zijn echter klein en kunnen zijn veroorzaakt door afwijkende meetmethoden (in 2004) of door variatie in weersomstandigheden (droogte in laatste meetjaren).

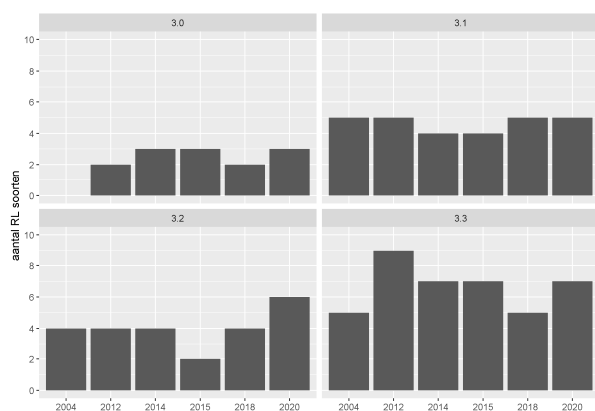
Ook op basis van tabel 4.7 is de conclusie dat er over het geheel gezien geen sprake is van duidelijke trendmatige veranderingen en verschillen hierin tussen de meetvakken.

Rode lijstsoorten

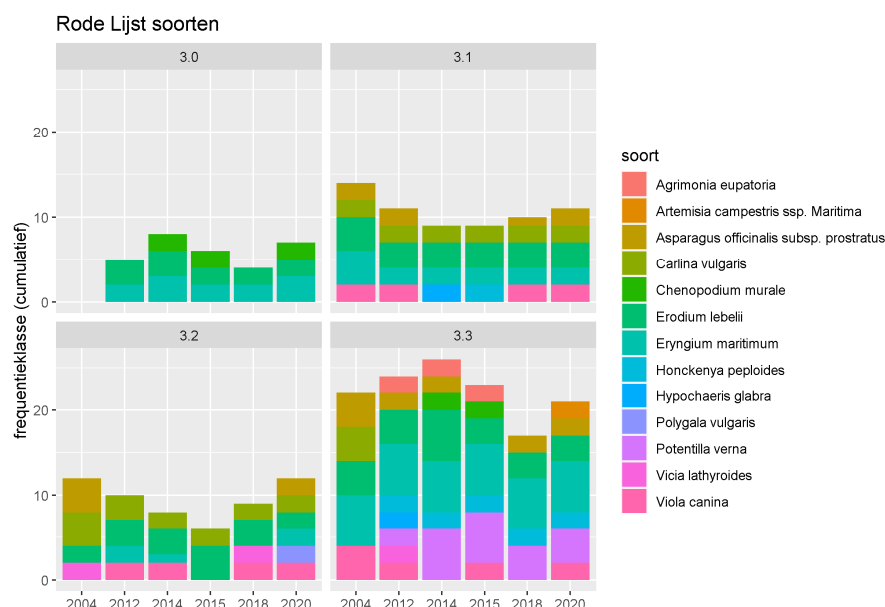
In afbeelding 4.33 en 4.34 is de ontwikkeling van het aantal soorten resp. de cumulatieve abundantie van Rode lijstsoorten in de vier meetvakken weergegeven. In totaal zijn 13 soorten gevonden van de

Rode lijst 2012. Tien soorten zijn kenmerkend voor droge duingraslanden, twee soorten zijn kenmerkend voor zeereepvegetaties, één soort is niet echt aan het duingebied gebonden (gewone agrimonie).

Afbeelding 4.33 Aantal Rode lijstsoorten, per vak per meetjaar



Afbeelding 4.34 Cumulatieve abundantie Rode lijstsoorten per vak per meetjaar



In tabel 4.8 zijn de trends per soort in de vier meetvakken nader beoordeeld; deze zijn op dezelfde manier bepaald als voor tabel 4.7 (zie hierboven).

Deelgebied 3.3 is verreweg het rijkst aan Rode lijst-soorten, deelgebied 3.0 het armst. De meeste Rode lijstsoorten zijn gedurende de meetperiode redelijk constant in hun voorkomen. In de vakken 3.2 en 3.3 zijn er meer soorten met een positieve trend dan met een negatieve trend, maar het gaat daarbij om wisselende soorten.

Er zijn geen duidelijke verschillen in trends tussen de referentievakken (3.0 en 3.3) en de effectvakken (3.1 en 3.2).

Tabel 4.8 Trends in abundantie van Rode lijstsoorten per vak 2004-2020 (+ toename; = constant; - afname; nvt = soort niet aangetroffen in betreffende vak)

RL2012	Latijnse naam	Nederlandse naam	3.0	3.1	3.2	3.3
GE	Agrimonia eupatoria	Gewone agrimonie	nvt	nvt	nvt	=
KW	Artemisia campestris ssp. Maritima	Duinaveruit	nvt	nvt	nvt	+
KW	Asparagus officinalis subsp. prostratus	Liggende asperge	nvt	=	=	=
BE	Carlina vulgaris	Driedistel	nvt	=	=	-
BE	Chenopodium murale	Muurganzenvoet	+	nvt	nvt	=
BE	Erodium lebelii	Kleverige reigersbek	=	=	=	=
KW	Eryngium maritimum	Blauwe zeedistel	=	=	+	=
KW	Honckenya peploides	Zeepostelein	nvt	=	nvt	+
BE	Hypochaeris glabra	Glad biggenkruid	nvt	=	nvt	=
KW	Polygala vulgaris	Gewone vleugeltjesbloem	nvt	nvt	+	nvt
BE	Potentilla verna	Voorjaarsganzerik	nvt	nvt	nvt	+
KW	Vicia lathyroides	Lathyruswikke	nvt	nvt	=	=
GE	Viola canina	Hondsviooltje	nvt	=	+	=
aantal soorten			3	7	7	12
aantal soorten met positieve trend			0	0	3	3
aantal soorten met negatieve trend			1	0	0	1

Ecologische groepen

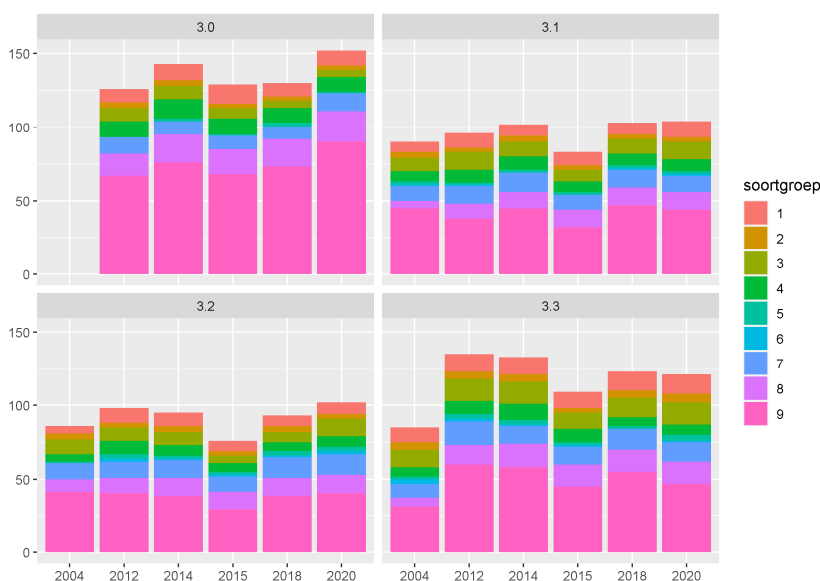
Typische en rode lijstsoorten geven een beperkt beeld van ontwikkelingen omdat het een vrij kleine groep van relatief schaarse soorten betreft. Om deze reden is ook gekeken naar de ecologische indicaties van alle waargenomen soort tezamen.

Werkwijze

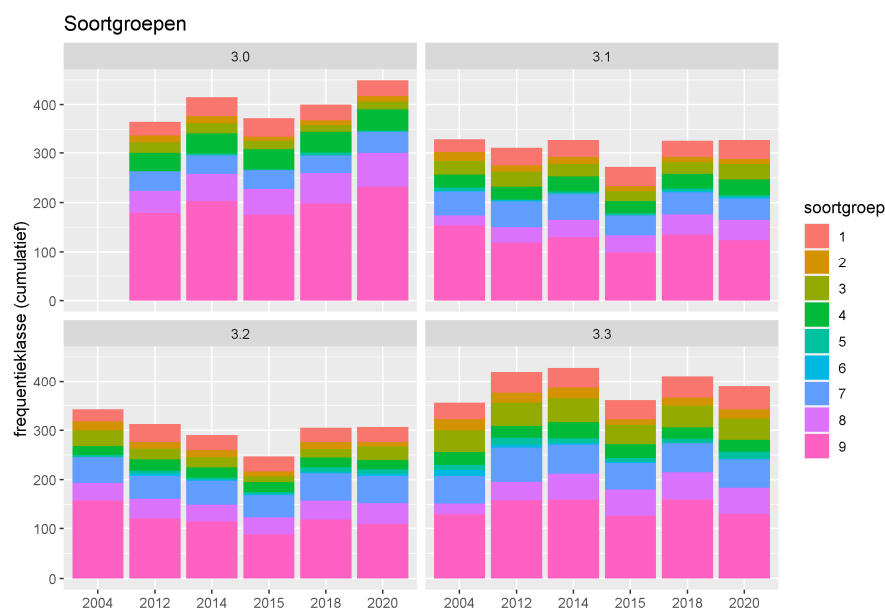
Alle waargenomen soorten mossen, korstmossen en vaatplanten zijn ingedeeld in 9 ecologische groepen. Dezelfde indeling in soortengroepen is gehanteerd bij de analyse van het onderdeel PQ's in par. 4.2: zie tabel 4.6..

De gegevens zijn weergegeven in de figuren 4.35 (aantal soorten) en 4.36 (cumulatieve abundantie).

Afbeelding 4.35 Aantal soorten per ecologische groep per vak per meetjaar



Abbeelding 4.36 Cumulatieve abundantie soortgroepen per vak per meetjaar



Legenda bij figuur 4.35 en 4.36

- 1 = H2120 Zeereepsoorten
- 2 = H2130A Pioniers grijze duinen kalkrijk
- 3 = H2130A Duingraslanden kalkrijk
- 4 = H2130A Duinruderale kalkrijk
- 5 = H2130B Pioniers grijze duinen kalkarm
- 6 = H2130B Duingraslanden kalkarm
- 7 = H2130B Duingraslanden restgroep
- 8 = Houtige soorten van bos en struweel
- 9 = Overige soorten

De trends zijn samengevat in tabel 4.9. De trends zijn op dezelfde manier bepaald als t.b.v. tabel 4.7 en 4.8 (zie hierboven). Omdat het hier gaat om groepen soorten zijn de totaalscores per groep gedeeld door het aantal soorten in die groep. Scores tussen -0,5 en +0,5 zijn als constant beoordeeld (=). Scores tussen -0,5 en -1 als afname (-), scores < -1 als sterke afname (--), scores tussen 0,5 en 1 als toename (+) en scores hoger dan 1 als sterke toename (++)

Tabel 4.9 Trends in abundantie soorten per ecologische groep per vak 2004-2020 (+ toename; ++ sterke toename; = constant; - afname; -- sterke afname; nvt = soort niet aangetroffen in betreffende vak)

soortgroep	gemiddeld n_soorten per vak	3.0	3.1	3.2	3.3
1 = H2120 Zeereepsoorten	14	=	+	+	+
2 = H2130A Pioniers grijze duinen kalkrijk	5	=	--	--	=
3 = H2130A Duingraslanden kalkrijk	15	-	=	=	=
4 = H2130A Duinruderale kalkrijk	12	=	++	=	+
5 = H2130B Pioniers grijze duinen kalkarm	4	+	+	++	+
6 = H2130B Duingraslanden kalkarm	2	nvt	=	++	--
7 = H2130B Duingraslanden restgroep	14	=	=	+	=
8 = Houtige soorten van bos en struweel	17	++	++	=	++
9 = Overige soorten	83	=	=	=	=

In totaal zijn er 256 soorten waargenomen. De referentievakken 3.0 en 3.3 zijn duidelijk soortenrijker dan de effectvakken 3.1 en 3.2. In de meeste vakken is het aantal soorten het hoogst in 2020, en lijkt over de meetperiode als geheel sprake van een toename van het aantal soorten. De cumulatieve abundantie is voor vak 3.0 eveneens het hoogst in 2020. Alleen in vak 3.2 neemt de abundantie over de hele periode gezien enigszins af, voor de overige vakken is geen trend waarneembaar.

Ecologische groep 1 (soorten van de zeereep), met soorten als helm en blauwe zeedistel, vertoont over de hele linie een netto toename, vooral in de vakken 3.1, 3.2 en 3.3. Dit is verrassend omdat de deze duinenrijen door de aanleg van de Kustversterking 2010 en de Zandmotor verder van de directe invloed van zout, zand en wind zijn komen te liggen.

Pioniersoorten van kalkrijke duingraslanden (groep 2), met soorten als ruw vergeet-mij-nietje en zanddoddegras, lijken sterk afgenomen in de effectvakken 3.1 en 3.2, maar deze soortgroep bevat diverse eenjarige soorten die van jaar tot jaar sterk in aantal kunnen verschillen. Ook vanwege het geringe aantal soorten in deze groep, is het lastig een trend vast te stellen.

De soorten van kalkrijke duingraslanden (ecologische groep 3), waaronder veel kenmerkende soorten van habitattypen H2130A Grijze duinen *kalkrijk* zoals kruipend stalkruid en welriekende salomonszegel, zijn in de vakken 3.1-3.3 constant; in vak 3.0 is sprake van een (lichte) afname.

Bij de groep van duinruderalen van kalkrijke duinen (groep 4), met soorten als veldhondstong en slangenkruid, is sprake van een (sterke) toename in de vakken 3.1 en 3.3. Omdat dit in feite 'storingssoorten' betreft die vaak optreden onder invloed van betreding, begrazing (door geiten, schapen, konijnen) of verwijderen van struweel (inclusief afgraven toplaag), hoeft een toename niet per definitie positief te worden beoordeeld.

Ecologische groep 5, pioniersoorten van kalkarme duingraslanden zoals schapenzuring en buntgras, heeft een (zeer) klein aantal soorten met een geringe cumulatieve bedekking. Er is voor deze groep sprake van een toename in alle vakken.

Ook soortgroep 6, soorten van kalkarme duingraslanden, zoals muizenoor en hondsviooltje, is erg schaars in de buitenduin van Solleveld; hier is het beeld wisselend. Vanwege het geringe aantal soorten in deze groepen is het lastig een trend vast te stellen.

Ecologische groep 7 (duingraslanden restgroep), met soorten als geel walstro en gewone veldbies, bestaat uit relatief algemene soorten van duingraslanden die zowel in kalkrijke als in meer kalkarme omstandigheden voorkomen. Deze groep is alleen in (effect)vak 3.2 toegenomen, in de overige vakken constant.

Houtige soorten (groep 8) zijn - met uitzondering van vak 3.2 - overal toegenomen. Dit kan verband houden met een afname van saltspray, maar ook met voortgaande successie (vegetatieontwikkeling) in dit relatief jonge, pas in 1987 aangelegde deel van de buitenduinen van Solleveld. Als beheermaatregel tegen verstruiking zijn in de afgelopen jaren in alle vakken struwelen verwijderd (zie bijlage 4.1). Desondanks is sprake van een toename van struweelsoorten.

De (grote) groep van overige soorten (groep 9) omvat zeer uiteenlopende soorten als akkerdistel, hondsdraf en bezemkruiskruid. Deze groep is in alle vakken constant. Deze groep bevat weinig kenmerkende duinsoorten bevat.

4.3.6 Conclusies

Veranderingen in presentie en abundantie van vaatplanten in de buitenduinen van Solleveld

Eventuele veranderingen in het voorkomen van hogere planten - al of niet onder invloed van de Zandmotor - zijn aan de hand van een aantal parameters geanalyseerd:

- *Typische soorten:* In het aantal typische soorten per habitatype is in grote lijnen weinig veranderd. Bij H2130A Grijze duinen kalkrijk lijkt voor de vakken 3.1, 3.2 en 3.3 sprake van een lichte toename.
De cumulatieve abundantie van typische soorten lijkt voor H2130A Grijze duinen *kalkrijk* en H2130B Grijze duinen *kalkarm* licht afgenomen in de vakken 3.1, 3.2 en 3.3. De verschillen zijn echter klein en kunnen zijn veroorzaakt door afwijkende meetmethoden (in 2004) of door variatie in weersomstandigheden (droogte in laatste meetjaren). In grote lijnen zijn er geen duidelijke verschillen in trends per soort. Alleen in (referentie)vak 3.3 is sprake van een negatieve trend bij twee typische soorten van Grijze duinen (kalkrijk/kalkarm). Overigens zijn er geen duidelijke verschillen tussen de referentievakken (3.0 en 3.3) en de effectvakken (3.1 en 3.2).
- *Rode lijstsoorten:* De meeste Rode lijst-soorten zijn gedurende de meetperiode redelijk constant in hun voorkomen. In de vakken 3.2 en 3.3 overheersen de soorten met een positieve trend, maar het gaat daarbij om wisselende soorten. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen de referentievakken (3.0 en 3.3) en de effectvakken (3.1 en 3.2).
- *Ecologische groepen:* In presentie en abundantie van ecologische soortgroepen zijn geen grote veranderingen opgetreden. Uitzonderingen zijn een (lichte) toename van soorten van de zeereep in de vakken 3.1, 3.2 en 3.3 en een (sterke) toename van houtige soorten over de hele linie. Over het geheel genomen zijn er geen duidelijke verschillen tussen de referentievakken (3.0 en 3.3) en de effectvakken (3.1 en 3.2).

De invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen van Solleveld

In grote lijnen zijn de floristische kwaliteiten in de buitenduinen van Solleveld, uitgedrukt in presentie en abundantie van typische soorten van beschermde habitats en van Rode lijstsoorten, weinig veranderd. Er is wel sprake van variatie in voorkomen van individuele soorten maar deze heeft geen trendmatig karakter. Er zijn geen duidelijke verschillen tussen referentievakken en effectvakken.

Er zijn geen duidelijke aanwijzingen van veranderingen onder invloed van toegenomen sandspray na aanleg van de Zandmotor. Enerzijds is sprake van een toename van de ecologische groep van zeereepsoorten (in 3 van de 4 vakken), anderzijds neemt de groep van pioniers van kalkrijke duinen in de effectvakken juist af.

Omdat zowel uit de monitoring van sandspray in zandvangsters (Arens, 2021d) als uit de andere vegetatieparameters (par. 4.1 en 4.2) een consistent beeld naar voren komt van afnemende zanddynamiek onder invloed van aanleg van een nieuwe duinenrij in 2010 (kustversterking Delflandse kust) kan worden aangenomen dat deze veranderingen op toeval berusten c.q. niet duiden op een toename van (effecten van) sandspray onder invloed van aanleg van de Zandmotor. De toename van zeereepsoorten is mogelijk onderdeel van een landelijke trend van toename van deze soorten door dynamisch kustbeheer en klimaatverandering.

De invloed van veranderingen in saltspray in de buitenduinen van Solleveld

Zoals hierboven vermeld is er in grote lijnen geen sprake van veranderingen in de floristische kwaliteiten van de buitenduinen van Solleveld.

Uit de monitoring van saltspray (Arens, 2021e) is gebleken dat ter hoogte van de Zandmotor sprake is van een duidelijke afname van de zoutinwaai in de buitenduinen van Solleveld te opzichte van ten zuiden van de Zandmotor gelegen raaien.

Deze verandering werkt echter niet door in de presentie en abundantie van de ecologische groep van zeereepsoorten; deze juist is toegenomen, ook in de effectvakken ter hoogte van de Zandmotor. Ook in de ecologische groepen van droge duingraslanden/grijze duinen is dit niet terug te zien. Er is wel sprake van veranderingen maar deze verschillen per groep en zijn niet te koppelen aan effect- en referentievakken. De (sterke) toename van de ecologische groep van houtige gewassen zou wel veroorzaakt kunnen zijn door afgenomen saltspray. Ook hiervoor geldt echter dat deze verandering ook (of zelfs meer) optreedt in referentievakken. Er lijkt daarom eerder sprake van natuurlijke successie op de relatief jonge, in 1987 aangelegde duinregels, waaruit de vakken 3.0 t/m 3.3 bestaan, waarschijnlijk versneld door de aanleg door een nieuwe, zeewaartse duinenrij/kustversterking in 2010.

De invloed van beheer

Tijdens de meetperiode zijn op substantiële schaal beheermaatregelen (begrazing en verwijderen van struwelen) uitgevoerd om eventuele versnelde verstruiking onder invloed van afnemende saltspray tegen te gaan (zie bijlage 4.1). Omdat de monitoring niet gericht was op het in detail in beeld brengen van de effectiviteit van deze maatregelen kunnen alleen meer globale conclusies worden getrokken.

Omdat in grote lijnen geen veranderingen zijn opgetreden in de floristische kwaliteiten van de buitenduinen van Solleveld is de conclusie gerechtvaardigd dat - voor zover sprake zou kunnen zijn geweest van negatieve effecten onder invloed van de Zandmotor - deze succesvol zijn bestreden door uitvoeren van deze maatregelen. Dit komt ook duidelijk naar voren uit de kartering van veranderingen in vegetatie- en habitattypen (zie par. 4.1).

Opvallend is dat ondanks de maatregelen de soortgroep van houtige gewassen over de hele linie sterk is toegenomen, blijkbaar echter (nog) niet ten koste van de ecologische groepen van het open duin. De toename van de ecologische groep van duinruderalen kan deels een gevolg zijn van het uitvoeren van beheermaatregelen, met name van verwijderen van struweel, omdat daarbij verstoring van de bodem kan optreden.

Omdat geen directe relatie met de beheermaatregelen kan worden gelegd is niet aantoonbaar dat het intact blijven de floristische waarden een direct gevolg is van het uitvoeren van de beheermaatregelen. Mogelijk zouden ook zonder maatregelen negatieve effecten niet zijn opgetreden of niet zijn gedetecteerd, bijvoorbeeld omdat deze na-ijlen.

Daarnaast is het waarschijnlijk dat de beheermaatregelen in de eerste plaats succesvol zijn geweest bij het tegengaan van min of meer natuurlijke successie die ook los van aanleg van de Zandmotor zou zijn opgetreden.

5. Conclusies

5.1 Nieuwe natuur op de Zandmotor

Bijna tien jaar na aanleg bestaan de droge delen van de Zandmotor overwegend uit een breed en zeer dynamisch strand met een flink areaal zich ontwikkelende embryonale duinen. De structuren ogen nu wel veel natuurlijker dan kort na aanleg, waardoor het is gaan lijken op het zeer dynamische open kustlandschap zoals we dat kennen van de koppen van de Waddeneilanden.

In de periode 2011-2020 heeft zich ca. 16 hectare jonge duintjes ontwikkeld, een substantieel en nog steeds groeiend areaal. Deze duintjes liggen vooral op de hogere, landwaartse delen van de Zandmotor, voor de duinversterking van 2009-2011, waarmee de duintjes op de Zandmotor min of meer verheeld zijn. Daarnaast is een flink areaal duintjes aanwezig op het zuidelijk deel van de Zandmotor, ter hoogte van het Schelppad.

De kenmerkende biestarwegras- en helmvegetaties zijn soortenarm maar behoren wel tot de EU-habitattypen H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen en vertegenwoordigen daarmee nationaal en internationaal belangrijke natuurwaarden. Het totaal areaal is inmiddels substantieel en zal naar verwachting nog verder toenemen.

Wat betreft bijzondere plantensoorten is de Zandmotor vooralsnog matig ontwikkeld. Er zijn ca. 20 soorten vaatplanten aanwezig; dat is relatief weinig maar zal naar verwachting verder toenemen. Het aantal vindplaatsen en exemplaren van vaatplanten is in de loop van de tijd wel sterk toegenomen. Het meest talrijk zijn helm en biestarwegras, kenmerkende pionierplanten van zich ontwikkelende jonge duintjes. Blauwe zeedistel is de enige Rode Lijstsoort. Andere Rode Lijstsoorten zijn schaars en komen alleen incidenteel voor. Ook de (vrij) zeldzame zeewinde en zeewolfsmelk zijn floristisch van betekenis. Verwacht kan worden dat zodra zich meer verschillende duinbiotopen en -vegetaties ontwikkelen ook het aantal bijzondere plantensoorten zal toenemen.

De Zandmotor heeft een duidelijke meerwaarde voor rustende en foeragerende kustvogels. In totaal zijn tijdens de tellingen in de evaluatieperiode 80 soorten vogels waargenomen, met een maandgemiddelde van ruim 650 exemplaren. Het meest talrijk zijn diverse meeuwensoorten. Voor aalscholver, grote stern en visdief is de meerwaarde het meest evident. Van de drieteenstrandloper zijn de aantallen lager dan op stranden elders, mogelijk als gevolg van het geringe voedselaanbod op de relatief recent aangelegde stranden van de Zandmotor. De aantallen meeuwen en aalscholvers zijn de laatste jaren afgenomen, drieteenstrandlopers juist toegenomen.

Er zijn nog weinig broedvogels op de Zandmotor. Pas vanaf 2017 zijn jaarlijks één of meer paren broedende bontbekplevieren vastgesteld. Hoewel het biotoop geschikt lijkt ontbreken andere typische strandbroedvogels ook op de Zandmotor. Verwacht wordt dat het aantal broedvogels in de komende jaren, met het meer begroeid raken, geleidelijk verder zal toenemen.

In hoeverre ontwikkelen zich bredere, meer natuurlijke en dynamische duinen?

Deze evaluatievraag kan positief worden beantwoord. Op de Zandmotor is een brede (tot enkele honderden meters) strook jonge duintjes ontstaan, in totaal ca. 16 hectare, met een zeer natuurlijk en dynamisch karakter. Verwacht kan worden dat deze ontwikkeling nog verder zal doorzetten, dat de duinen op de Zandmotor nog in hoogte zullen toenemen en zullen verhelen met de buitenste duinenrijen van Solleveld. Hierdoor ontstaat een breder en meer robuust complex van (half)natuurlijke buitenduinen.

Wat is de invloed van dynamische wijze van aanleg en beheer op de kwaliteit?

Mede op basis van een vergelijking met het meer kunstmatig aangelegde Spanjaards Duin blijkt dat de kwaliteit van flora en vegetatie vooralsnog beperkt is. Dit is zeer waarschijnlijk een gevolg van de dynamische aanleg, waardoor de ontwikkeling van het landschap/ecosysteem relatief traag verloopt. Wel hebben flora, vegetatie en habitats op de Zandmotor een zeer natuurlijk karakter, wat ook een belangrijk kwaliteitsaspect is.

Wat is de invloed van het recreatiebeheer ('flexibel zoneren')?

Er blijkt sprake te zijn van een substantiële beïnvloeding van de duinontwikkeling door recreatie en door andere activiteiten op de Zandmotor. Door het rijden met voertuigen zijn parallel aan de duinvoet brede onbegroeide rijstroken ontstaan. Zonder deze autoroutes zouden hier grotere, aangesloten duincomplexen zijn ontstaan waardoor ook de vegetatiekundige ontwikkeling sneller had kunnen verlopen. Ook ter hoogte van het Schelppad is een flink deel tussen de zich ontwikkelende duintjes onbegroeid. Dit is een gevolg van betreding door bezoekers die vanaf het Schelppad de Zandmotor op gaan. Naar schatting is door gebruik van voertuigen en door betreding door bezoekers te voet (en te paard) zeker 3 tot 5 hectare potentiële duinvegetatie niet tot ontwikkeling gekomen.

Van recreatiebeheer is in de monitoringperiode nauwelijks sprake geweest. Rond 2015 zijn alleen enkele stroken met in de periode daarvoor ontstane primaire duintjes afgezet met rasters. Afrasteren van stukken strand waar nog weinig duintjes zijn ontstaan zou echter effectiever zijn geweest.

Verstoring door recreanten heeft waarschijnlijk substantiële invloed van de aantallen (broed)vogels en is ook de afname van een aantal soorten in de loop van de tijd veroorzaakt door toegenomen verstoring. Er zijn in de hele periode geen beheermaatregelen genomen om effecten te mitigeren, bijvoorbeeld door (tijdelijke) afsluiting van rust- of broedgebieden ('flexibel zoneren'). Van mogelijke positieve effecten van dergelijke beheermaatregelen is dus geen sprake. Het is echter aannemelijk dat instellen van rustgebieden een substantieel positief effect zou hebben gehad op de aantallen vogels.

5.2 Effecten van de Zandmotor op natuur in de duinen van Solleveld

Het tweede hoofdonderdeel van de monitoring en evaluatie van de Zandmotor in relatie tot de natuur van strand en duinen is de mogelijke negatieve invloed van de Zandmotor op beschermde habitats in Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen.

Dit is onderzocht door de veranderingen in oppervlakken van beschermde habitattypen in de buitenduinen van Solleveld te karteren en door de kwaliteit van deze typen te monitoren aan de hand van veranderingen in voorkomen en talrijkheid van vaatplanten in permanente proefvlakken (PQ's) en in deelgebieden (vakken). Veranderingen ecologische indicaties van deze plantensoorten geven ook duidelijke aanwijzingen over mogelijke oorzaken van waargenomen veranderingen.

De grootste verandering in voorkomen van habitattypen in de periode 2012-2020 is de sterke uitbreiding van het habitatype 'Witte duinen'. Dit is het kenmerkende habitatype van de zeereep waarin helmgras de dominante soort is. Dit habitat nam toe van 14 hectare tot 37 hectare doordat de helmaanplant in de duinversterking van 2009-2011 (geen habitatype) voor een groot deel veranderde in een meer natuurlijke helmbegroeiing, het habitatype Witte duinen. Dit gebeurde mede onder invloed van zand dat vanaf de Zandmotor deze zone in stoof en daardoor een flinke impuls gaf aan de groei van helm. In de voormalige zeereep nam het oppervlak juist wat af: doordat het meer in de luwte is komen te liggen ontwikkelt zich hier meer grijze duinen en duindoornstruweel. Dit is vooral een effect van de aanleg de duinversterking, niet of nauwelijks van de Zandmotor.

Het belangrijke ('prioritaire') habitatype 'Grijze duinen' nam toe van ruim 24 hectare in 2012 tot ruim 27 hectare in 2020, vooral in de vroegere buitenduinen. Er was een geringe toename in de vroegere buitenduinen doordat daar als beheermaatregel duindoornstruwelen zijn verwijderd en door ontwikkeling ('successie') vanuit Witte duinen.

Het habitatype Duindoornstruwelen nam toe, van ruim 34 ha tot ruim 43 ha, vrijwel geheel in de duinversterking 2009-2011. In de vroegere buitenduinen bleef het areaal netto vrijwel als gelijk. Er was hier wel sprake van uitbreiding maar deze is teniet gedaan door verwijderen van duindoornstruweel als mitigerende beheermaatregel.

De resultaten van de monitoring van veranderingen in voorkomen en talrijkheid van planten in de vroegere buitenduinen van Solleveld sluiten hierbij aan. In de vroegere buitenste duinenrij zijn meer dynamische helmvegetaties deels veranderd in grijze duinen en, zeer lokaal, duindoornstruweel. Ook

nam het oppervlak kaal zand af. Er bleken echter weinig veranderingen in de belangrijkste kwaliteitsparameters van de habitattypen, typische soorten en Rode Lijstsoorten. Er waren geen duidelijke verschillen tussen meetlocaties in de buitenduinen ter hoogte van de Zandmotor en onbeïnvloede referenties.

Wat is de invloed van veranderingen in sandspray op habitats in de buitenduinen van Solleveld?

Er is een duidelijk effect van inwaai van zand vanaf de Zandmotor in de duinversterking 2009-2011: de sterk uitbreiding van habitattype Witte duinen is hier voor een belangrijk deel aan te danken. Ook het ontstaan van een klein areaal van habitattype Embryonale duinen is vrijwel zeker veroorzaakt door vanaf de Zandmotor instuivend zand. Dit zijn positieve effecten omdat in dit in 2009-2011 aangelegde deelgebied aanvankelijk geen habitats aanwezig waren (alleen onnatuurlijke helm-aanplant).

De (beperkte) afname van het areaal Witte duinen in de voormalige buitenduinen en de uitbreiding van Grijze duinen zijn waarschijnlijk veroorzaakt door afname van sandspray c.q. zanddynamiek. Dit sluit aan bij de conclusies uit de monitoring van sandspray als abiotische factor. Waarschijnlijk is dit vooral veroorzaakt door aanleg van de duinversterking 2009-2011 (waardoor wind- en zandinvloed wordt afgeschermd), en slechts in geringe mate door de Zandmotor.

De eindconclusie is dat toename van sandspray vanaf de Zandmotor in de nieuwe duinversterking tot duidelijke positieve effecten heeft geleid. Afname van sandspray in de vroegere buitenduinen heeft geleid tot beperkte verschuivingen in oppervlakken van habitats. Dit is echter vooral een gevolg van aanleg van de duinversterking, niet of nauwelijks van de Zandmotor. Alles bij elkaar zijn alle habitats in oppervlak toegenomen.

Wat is de invloed van veranderingen in saltspray op habitats in de buitenduinen van Solleveld?

In de duinversterking 2009-2011 heeft zich ter hoogte van centrale delen van de Zandmotor meer duindoornstruweel ontwikkeld dan elders. Dit is vrijwel zeker een effect van een lager saltspray-niveau ter hoogte van de breedste delen van de Zandmotor, zoals deze zijn gebleken uit de monitoring van saltspray.

In de verschillende delen van de voormalige buitenduinen zijn geen verschillen in ontwikkeling van duindoornstruwelen gevonden die veroorzaakt zouden kunnen zijn door verschillen in saltspray, ook wanneer wordt gecorrigeerd voor het verwijderen van struwelen als beheermaatregel. Netto is er geen areaal grijze duinen verloren gegaan door uitbreiding van duindoornstruwelen, dus zeker ook niet door *versnelde* uitbreiding van duindoornstruwelen als gevolg van afname van saltspray.

De eindconclusie is dat de aanleg van de Zandmotor, ondanks een meetbare afname van de zoutinwaai (saltspray) vanaf zee ter hoogte van breedste delen van de Zandmotor, geen meetbare invloed heeft gehad op de arealen habitattypen met een instandhoudingsdoelstelling in het oorspronkelijke Natura 2000-gebied. Wel is sprake van versnelde struweelontwikkeling in de duinversterking van 2009-2011, echter op plekken waar voordien geen beschermde habitats aanwezig waren.

Wat is de invloed van beheer (begrazing, maaien, verwijderen struwelen) hierop?

In de voormalige buitenduinen zijn diverse beheermaatregelen uitgevoerd om mogelijke negatieve effecten van de Zandmotor te mitigeren, met name zijn verwijderen van struwelen en begrazing met schapen en geiten.

Uit de areaalveranderingen van duindoornstruwelen blijkt dat de toename van duindoorns in de voormalige buitenduin netto vrijwel exact teniet is gedaan door het verwijderen van van een deel van de aanwezige duindoornstruwelen. Er is geen duidelijke invloed van begrazing waarneembaar. Hierdoor is voorkomen dat Grijze duinen afnamen door uitbreiding van duindoornstruwelen; het areaal Grijze duinen is zelfs iets toegenomen. Waarschijnlijk is hierdoor vooral autonome uitbreiding van duindoornstruwelen en (extra) uitbreiding vanwege de afgenomen dynamiek en saltspray na aanleg van de duinversterking 2009-2011 voorkomen.

De eindconclusie is dat verwijderen van duindoornstruwelen een effectieve maatregel is gebleken om achtergang van andere habitattypen, met name van Grijze duinen, te voorkomen. Waarschijnlijk is echter niet een effect van de Zandmotor gemitigeerd, maar van aanleg van de duinversterking 2009-2011 en van autonome ontwikkelingen.

Wat is de invloed van veranderingen in sand- en saltspray in duingebied Dunea achter de huidige derde duinregel?

Op basis van de monitoring en evaluatie in periode 2011-2015 is de monitoring van mogelijke effecten in de duinen van Solleveld tijdens de tweede meetperiode geconcentreerd op de buitenduinen. In nog wel gemonitorde permanente proefvlakken in het Dunea-gebied zijn geen aanwijzingen gevonden van mogelijke effecten.

De eindconclusie is dat geen sprake is van effecten van aanleg van de Zandmotor via veranderingen in sand- en saltspray in de door Dunea beheerde, verder landinwaarts gelegen delen van het Natura 2000-duingebied.

Bronnen/literatuur

Arens, B., 2021a. Rapportage meetplan 01, Dynamiek. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B., 2021b. Rapportage meetplan 02, Dynamische geomorfologie. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B., 2021c. Rapportage meetplan 03, Hoogteveranderingen. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B., 2021d. Rapportage meetplan 04, Fijne overstuiving. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B., 2021e. Rapportage meetplan 05, Saltspray. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B., 2021f. Rapportage meetplan 06, Windsnelheden. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B., 2021g. Rapportage meetplan 07, Waterstanden Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek & Artesia Water Research Unlimited, 2020. Jaarverslag Beheer Spanjaards Duin 2019-2020 (t/m september). Ontwikkeling Duincompensatie Delfland 2009-2020. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.

Arens, B. & T. Neijmeijer, 2014. Quick Scan Ruimtelijke en temporele variatie in dynamiek vóór aanleg van de Zandmotor. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Amsterdam.

Arens, B. & K. Vertegaal, 2016a. Meetplan 15, Embryonale duinen. Ontwikkeling embryonale duinen Zandmotor: DGPS-kartering van proefvakken 2013-2018. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek en Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek.

Arens, B. & K. Vertegaal, 2016b. Rapportage meetplan 15. Semi-automatische kartering embryonale duinen Zandmotor, Resultaten 2018-2020. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek en Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek.

Bilius, M, F. Sierdsma, G. Vriens, J. Koopman, B. van den Brink, A.J. Rossenaar & J. Meijer, 2016. Natura 2000-beheerplan Texel. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland/Provincie Noord-Holland.

CBS & Sovon, 2005. Trends van vogels in het Nederlandse Natura 2000-netwerk. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

EKG consult, P&T –D.P. Pranger & M.E. Tolman, 2014. Toelichting Vegetatiekartering Slufter Voorne en de Kwade Hoek 2012 op basis van false colour-luchtfoto's 1:5.000. Rijkswaterstaat-CIV, Delft.

Hornman M., F. Hustings, K. Koffijberg & O. Klaassen, 2012. Handleiding Sovon Watervogel- en slaapplaatstellingen. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Jager, T.D, 2007. Toelichting bij de vegetatiekartering Kwelders Texel 2005 De Hors, Mokbaai/De Mok, De Schorren en Schor bij De Cocksdorp op basis van false colour-luchtfoto's 1: 5.000. Rijkswaterstaat AGI, Delft.

Janssen, J.A.M. & B. van Gennip, 2000. De oude grenzen methode. Een manier om betrouwbaar veranderingen in landschap en vegetatie te monitoren op basis van luchtfoto-karteringen. Landschap17, 177-186.

- Kleunen A. van, E. van Winden, C. Dreef, R. Foppen & M. van Roomen M. 2016. Rode, Oranje en Blauwe Lijst van doortrekkende en overwinterende vogelpopulaties in Nederland – technische rapportage. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Kleunen A. van, R. Foppen. & C. van Turnhou, 2017. Basisrapport voor de Rode Lijst Vogels 2016 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits & J. van der Winden, 2008. Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Lagerveld, S., 2016. Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor Fase 2 - Datarapport vogels en zeezoogdieren - 2015/2016. Imares Wageningen UR/Deltares.
- Loermans, J.H.T., J.M. Reitsma & J. de Jong, 2020. Habitatkartering Buitenduinen Solleveld 2012-2020; Monitoring Pilot Zandmotor. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Provincie Zuid-Holland, 2013. Beheerplan bijzondere natuurwaarden Solleveld & Kapittelduinen. Beheerplan 2012-2017. Provincie Zuid-Holland, Den Haag.
- Reitsma, J.M., M. Japink & L. Leusink, 2020. Monitoringsprogramma Zandmotor - onderdeel Duinen. Vegetatie PQ's 2011-2020. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Reitsma, J.M., M. Japink, 2020. Monitoringsprogramma Zandmotor - onderdeel Duinen. Flora 2012-2020. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Schamineé, J.H.J., A.H.F. Stortelder & V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland Deel 1. Inleiding tot de plantensociologie – grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Sparrius, L.B., B. Odé & R. Beringen, 2014. Basisrapport Rode Lijst Vaatplanten 2012 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. FLORON Rapport 57. FLORON, Nijmegen.
- Taal, M., B. Arens, K. Kuijper, P.K. Tonnon, B. van der Valk, K. Vertegaal & J. Wijsman, 2017. Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor. Fase 3: periode 2017 t/m 2021. Deltares, Delft.
- Terlouw, S., 2012. Vogelonderzoek Zandmotor, Gemeente Westland. Ecoresult, Dordrecht.
- Terlouw, S., 2013. Flora- en vegetatiekartering Spanjaards Duin en de Zandmotor 2013. Ecoresult, Dordrecht.
- Terlouw, S., 2014. Vogelonderzoek de Zandmotor 2013. Kartering in het terrein van het Zuid-Hollands Landschap. Ecoresult, Dordrecht.
- Toetenel, W.J. & H.G.J.M. van der Hagen, 2008. De Flora van Solleveld. Ecologische analyse inventarisaties 1993, 1998 en 2004. Kartering aandachtsoorten Solleveld 2004.
- Tonnon, P.K., L. van der Valk, H. Holzhauer, M.J. Baptist, J.W.M. Wijsman, C.T.M. Vertegaal & S.M. Arens, 2011. Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot. Deltares, Delft.
- Vergeer J.W., A.J. van Dijk, A. Boele, J. van Bruggen & F. Hustings, 2016. Handleiding Sovon broedvogelonderzoek: Broedvogel Monitoring Project en Kolonievogels. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Verkade, H., 2012. Vogels op het strand bij Noordwijk. Sula 25 (1), 12-40.

Vertegaal, C.T.M., 2009. Duinen van Goeree. Basisrapport 2009. Natuurmonumenten, 's-Graveland.

Vertegaal, C.T.M., S.M. Arens & J.M. Reitsma, 2016. Monitoring Pilot Zandmotor, onderdeel duinen. Eindevaluatie 2011-2015. Witteveen+Bos, Deventer.

Wijsman, J.W.M., R. van Hal en R.H. Jongbloed, 2015. Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor - Fase 2. Evaluatie benthos, vis, vogels en zeezoogdieren 2010 – 2014. Imares Wageningen UR/Deltares.

Ijff, S., B. Arens, K. Vertegaal & B. Huisman, 2021. Monitoring natuur- en duinontwikkeling op de Zandmotor. Zandmotor evaluatie periode 2012-2020. Deltares, Delft.

Zeeuw, R.C. de, 2020. Spanjaards Duin UAV vegetatieopname en morfologische ontwikkelingen juni 2020. Shore Monitoring & Research, Den Haag.

Bijlagen

Bijlage 3.1

Aantallen niet broedvogels strand Noordwijk 1998-2011

bron: Verkade (2012)

toelichting: zie par. 3.3.4

soort	totalen 1998-2011			gemiddelden/telling					
	<2007 ¹	>2007 ¹	1998-2011 ²	paal 71-81			per km strand		
				<2007	>2007	1998-2011	<2007	>2007	1998-2011
Bontbekplevier	92	65	157	0,9	0,7	0,8	0,09	0,07	0,08
Bonte strandloper	55	55	110	0,6	0,6	0,6	0,06	0,06	0,06
Drieteenstrandloper	20123	12235	32358	201,2	122,4	161,8	20,1	12,2	16,2
Geelpootmeeuw	70	79	149	0,7	0,8	0,7	0,07	0,08	0,07
Grote mantelmeeuw	3438	5189	8627	34,4	51,9	43,1	3,4	5,2	4,3
Grote stern	875	1107	1982	8,8	11,1	9,9	0,88	1,11	0,99
Kauw	261	330	591	2,6	3,3	3,0	0,26	0,33	0,30
Kleine mantelmeeuw	18531	18116	36647	185,3	181,2	183,2	18,5	18,1	18,3
Kokmeeuw	19584	9711	29295	195,8	97,1	146,5	19,6	9,7	14,6
Scholekster	1822	2846	4668	18,2	28,5	23,3	1,8	2,8	2,3
Steenloper	501	113	614	5,0	1,1	3,1	0,50	0,11	0,31
Stormmeeuw	15938	17195	33133	159,4	172,0	165,7	15,9	17,2	16,6
Visdief	2307	1613	3920	23,1	16,1	19,6	2,3	1,6	2,0
Zilvermeeuw	136849	113619	250468	1368,5	1136,2	1252,3	136,8	113,6	125,2
Zwarte kraai	2309	2594	4903	23,1	25,9	24,5	2,3	2,6	2,5
overige soorten	213	113	326	2,1	1,1	1,6	0,21	0,11	0,16
totaal	222968	184980	407948	2229,7	1849,8	2039,7	223,0	185,0	204,0

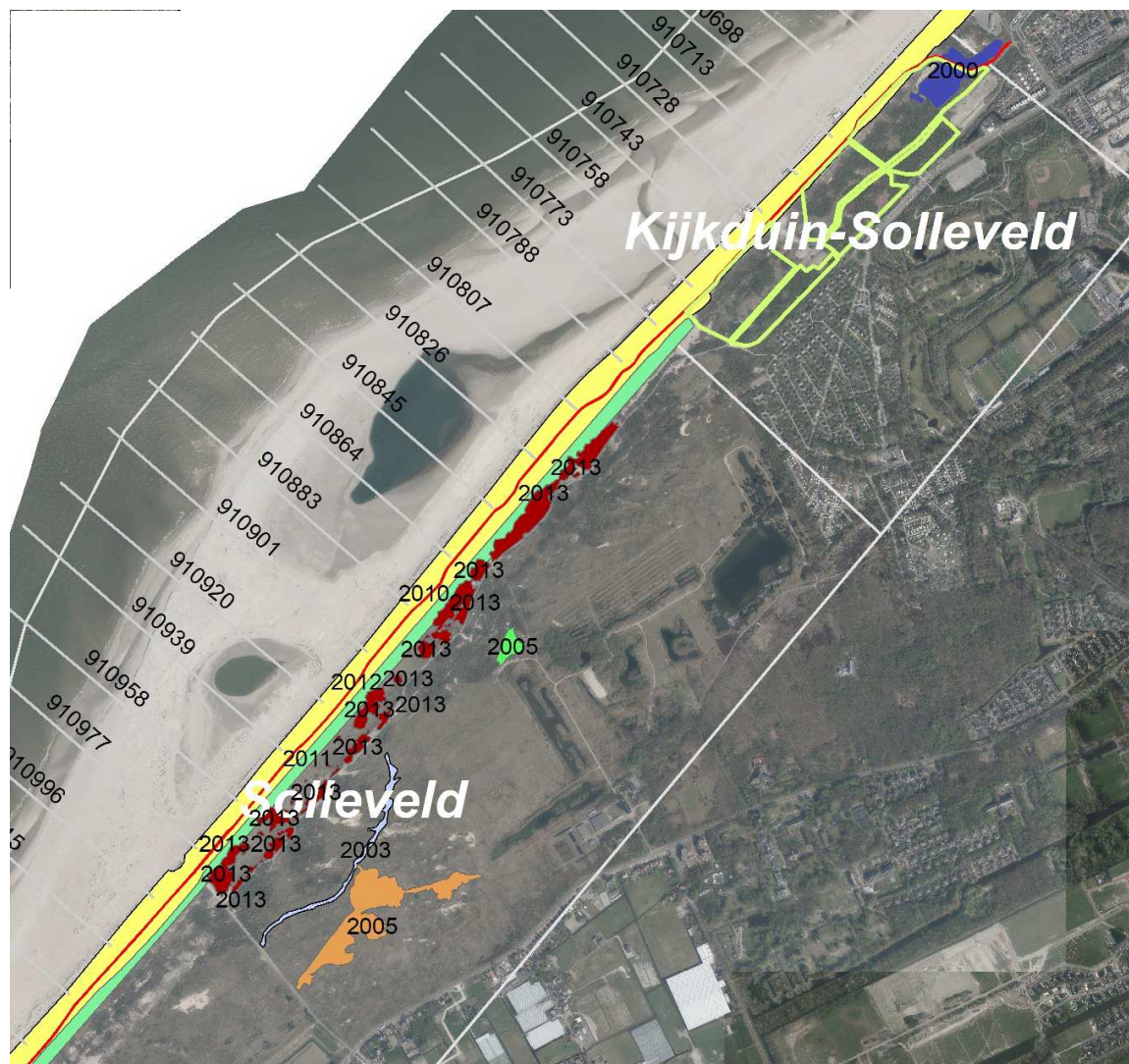
Bijlage 4.1

Gegevens beheer maatregelen buitenduinen Solleveld 2005-2020

Onderstaande kaart geeft een overzicht van maatregelen zoals deze in de periode 2005-2020 in de buitenduinen van Solleveld zijn uitgevoerd. De aanleg van stuifkuilen/kerven zoals deze in de periode 2018-2019 zijn aangelegd in de kustverdediging van 2010 zijn niet in deze kaart opgenomen.

De belangrijkste natuurbeheermaatregelen die van invloed (kunnen) zijn de ontwikkeling van vegetatie en habitats zijn met name:

- struweel verwijderen (duindoorn, rimpelroos en japanse duizendknoop);
- begrazing.

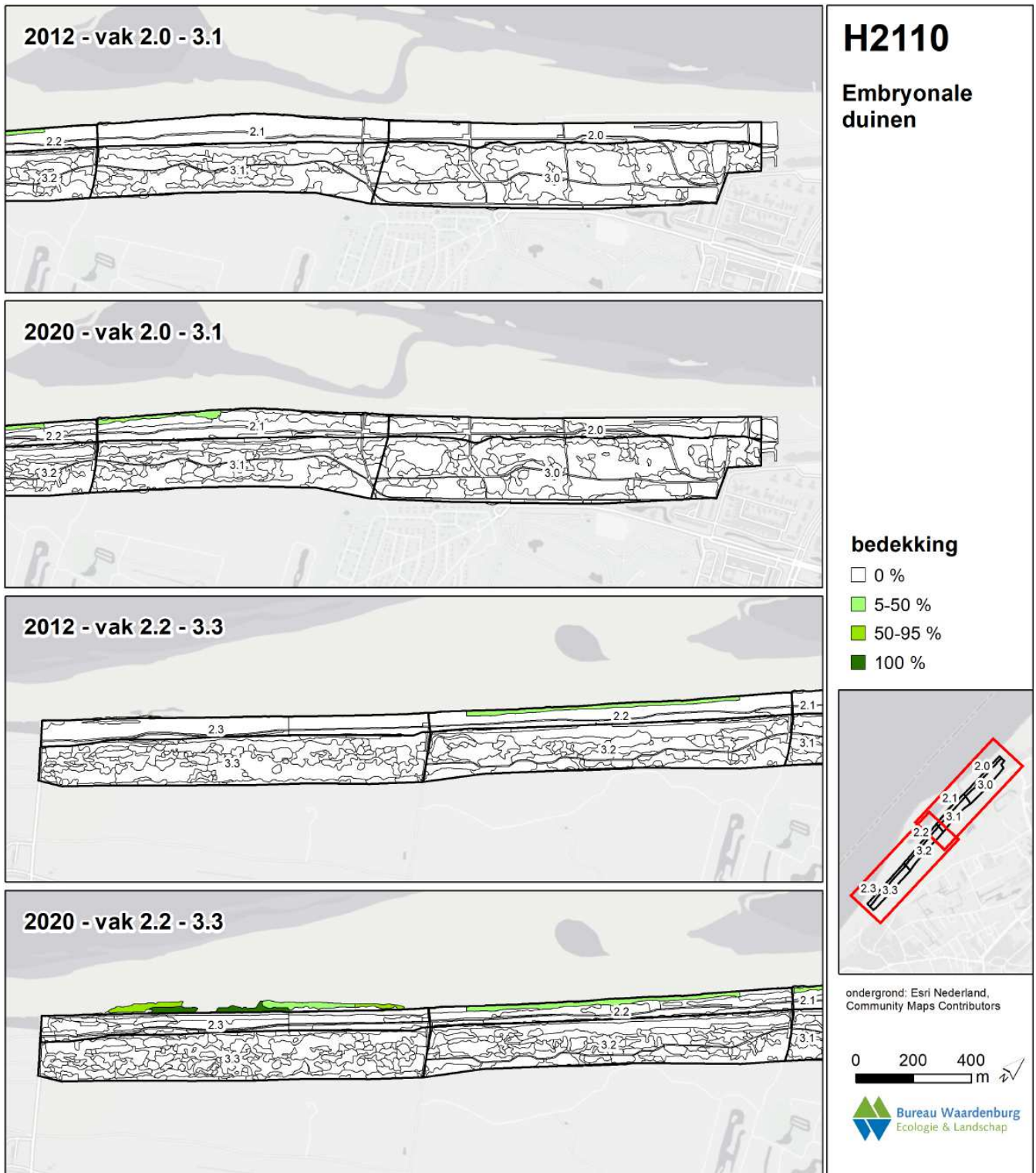


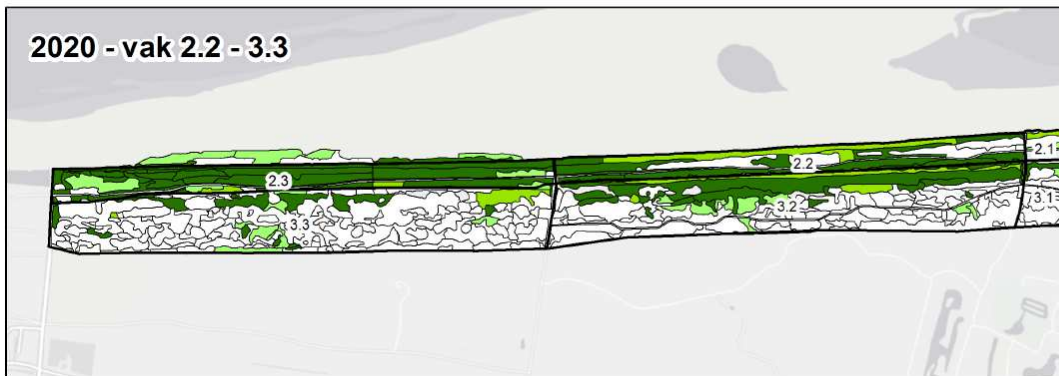
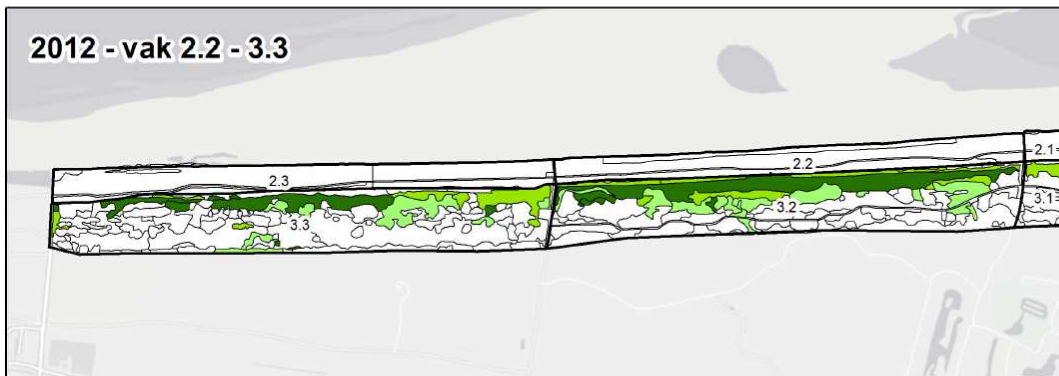
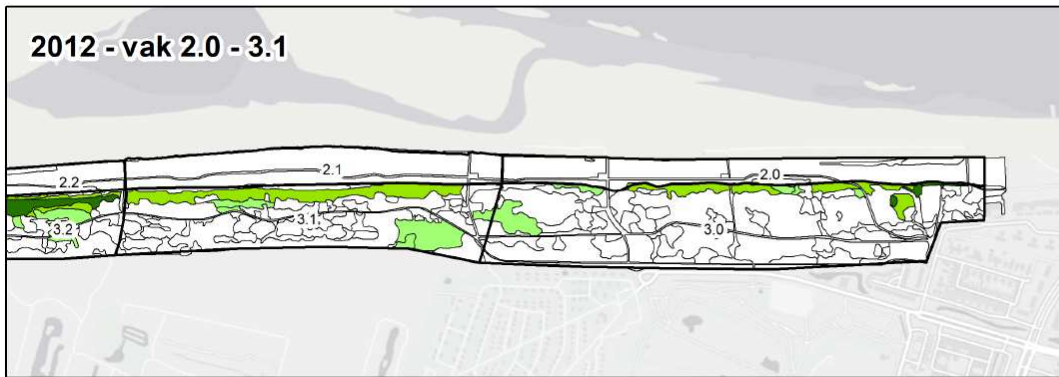
legenda

- | | | |
|-------------------------------|---|--|
| □ deelgebieden kustrapportage | ■ Berijding/betreding van pad over de zeereep | ■ Plagproject Solleveld |
| — jarkustransect | ■ Egalisatie camping | ■ Plagproject Westduinpark Noord |
| — begrazingsvakken 2019 | ■ Graafwerkzaamheden zeereep | ■ Struweel verwijderen |
| ■ Aanleg duinversterking | ■ Helmsteken | ■ Verhoging betredingsintensiteit |
| ■ Aanleg fietspad | ■ Ingrepen Westduinpark | ■ Verwijdering van bebouwing en infrastructuur |
| ■ Aanleggen pad in duinen | ■ Plagproject | |

Bijlage 4.2

Verspreiding en bedekking van afzonderlijke habitattypen in de buitenduinen Solleveld in 2012 en 2020



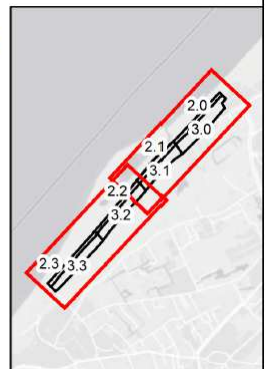


H2120

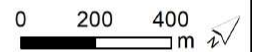
Witte duinen

bedekking

- 0 %
- 5-50 %
- 50-95 %
- 100 %



ondergrond: Esri Nederland,
Community Maps Contributors



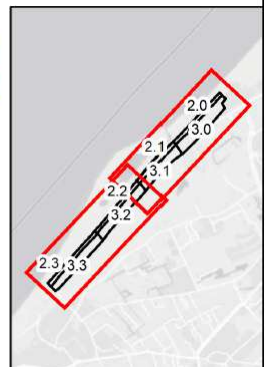


H2130

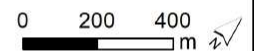
Grijze duinen

bedekking

- 0 %
- 5-50 %
- 50-95 %
- 100 %



ondergrond: Esri Nederland, Community Maps Contributors



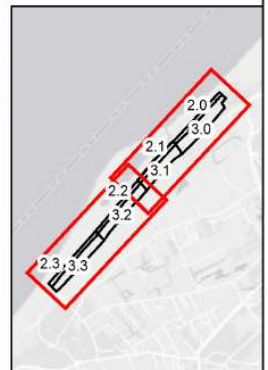


H2160

Duindoornstruwelen

bedekking

- 0 %
- 5-50 %
- 50-95 %
- 100 %



ondergrond: Esri Nederland,
Community Maps Contributors

