

# De stuifkuil bij Wassenaar Hoogtemetingen en vegetatie; juli 2012

Notitie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland  
RAP2012.04 ; 28 september 2012

Bas Arens, Ben Kruijzen en Siska Leek



ecologisch adviesbureau  
b. kruijzen



Hoogheemraadschap van  
**Rijnland**



**ARENS**

BUREAU VOOR STRAND- EN DUINONDERZOEK





# **De stuifkuil bij Wassenaar Hoogtemetingen en vegetatie; juli 2012**

Notitie in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland  
RAP2012.04 ; 28 september 2012

**Bas Arens, Ben Kruijsen en Siska Leek**

ARENS BSDO  
RAPPORTNUMMER RAP2012.04  
In opdracht van Hoogheemraadschap Rijnland  
28 september 2012

## **Colofon**

### **Project**

Dynamisch kustbeheer Rijnland, Stuifkuil Wassenaar

### **Opdrachtgever**

Hoogheemraadschap van Rijnland  
Leiden

### **Uitvoering**

Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Amsterdam  
Ecologisch Adviesbureau B. Kruijzen, Santpoort

### **Samenstelling rapport**

Bas Arens, Ben Kruijzen en Siska Leek

### **Projectbegeleiding**

Leen van Duijn

### **Uitvoering veldmetingen**

HFE Metrio en Bureau voor Strand- en Duinonderzoek

### **Versie**

Definitieve rapportage 2012 , 4 februari 2013

### **Foto omslag**

De stuifkuil in de zeereep, op de achtergrond Den Haag (foto Bas Arens)

## INHOUD

INHOUD III

1	INLEIDING	1
2	HET GEOMORFOLOGISCH ONDERZOEK	3
	2.1 Hoogtemetingen	3
	2.2 Uitwerking hoogtemetingen	5
	2.3 Conclusies geomorfologie	13
	2.4 Aanbevelingen geomorfologie	13
3	HET VEGETATIEONDERZOEK	15
	3.1 Inleiding	15
	3.2 Methode van onderzoek	15
	3.3 Resultaten veldwerk in 2003 en 2012	15
	3.4 Vergelijking tussen de karteringen	21
	3.4.1 Vegetatiekundige veranderingen	21
	3.4.2 e vegetatietabellen	23
	3.4.3 Analyse vegetatieonderzoek	23
	3.5 Conclusies vegetatieonderzoek	23
	3.6 Aanbevelingen vegetatieonderzoek	24
4	REFERENTIES	25
5	BIJLAGEN	27
	5.1 Bijlage 1 Vegetatietabel Referentiegebied	27
	5.2 Bijlage 2 Vegetatietabel in en rond de stuifkuil	28



## 1 INLEIDING

Sinds 1994 wordt de stuifkuil bij Wassenaar opgemeten. In 2010 was de laatste meting uitgevoerd. In 2003, 2004, 2006, 2008 en 2010 zijn rapporten over de ontwikkeling verschenen (Arens & Kruijsen, 2003; Arens, 2004, 2006, 2008 en 2010), waarbij in het eerste rapport ook aandacht aan de vegetatie is besteed. Door het Hoogheemraadschap van Rijnland is opdracht gegeven de hoogtemetingen te actualiseren en rapport uit te brengen over de veranderingen tussen 2010 en 2012. Doel is om vast te stellen of de dimensies van de kuil naar een evenwichtswaarde toe gaan, en of er sprake is van stabilisatie. Daarnaast is dit jaar opdracht gegeven de vegetatiekundige toestand te actualiseren en te onderzoeken wat het effect van de stuifkuil op de vegetatie is.



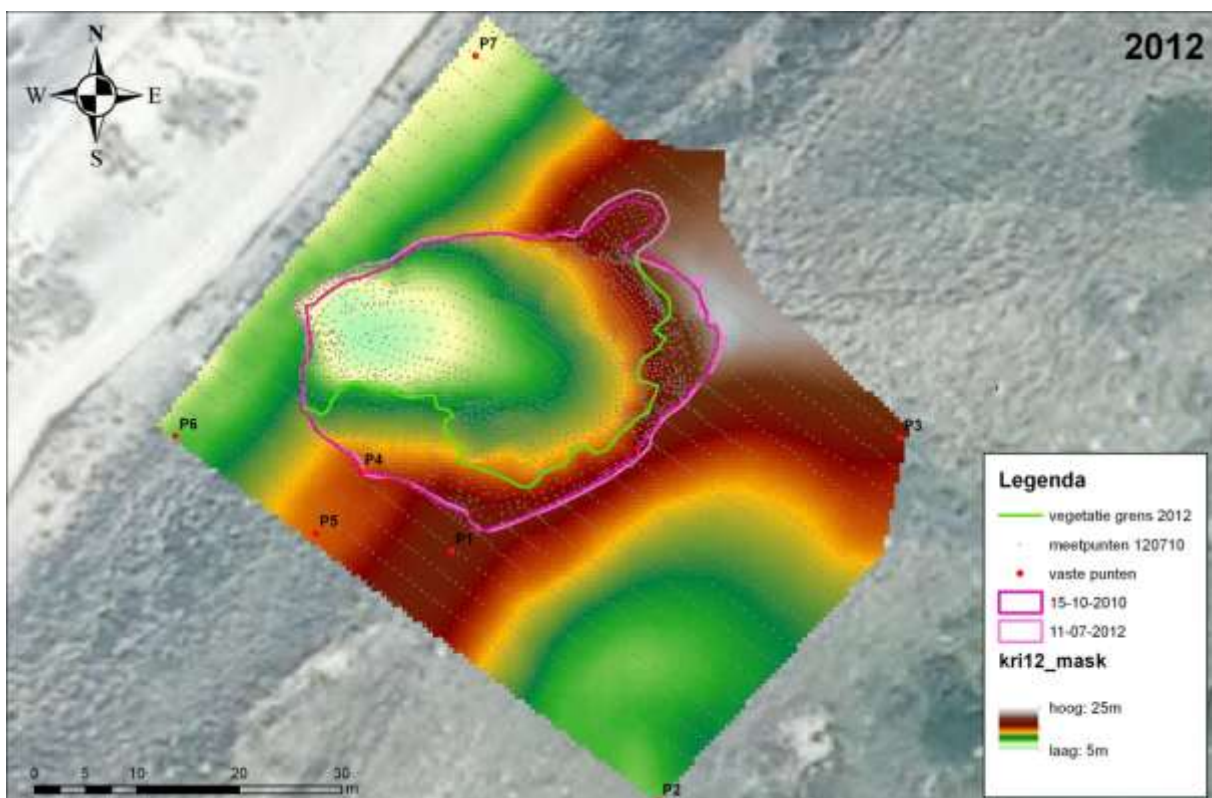


## 2 HET GEOMORFOLOGISCH ONDERZOEK

### 2.1 Hoogtemetingen

Op 11 juli 2012 zijn hoogtemetingen uitgevoerd in een rechthoekig gebied rondom de stuifkuil, hetzelfde rechthoekige gebied wat eerder werd opgemeten. De afmetingen van de rechthoek bedragen 45 m (parallel aan de kustlijn) bij 55 m (loodrecht op de kustlijn). Het oppervlak van de rechthoek is dus 2475 m<sup>2</sup>. Een aantal vaste punten is met GPS ingemeten. De omtrek van de kuil en de begrenzing van de vegetatie binnen de kuil is apart opgemeten. Rondom de kuil zijn profielen in een lijn gemeten met behulp van GPS, waarbij de onderlinge lijnafstand steeds ca 2.5m was. Binnen de kuil zijn de punten ingemeten met een laser-theodoliet. Het kale deel van de kuil (de bodem en de helling aan de noordkant) is rechtstreeks met laser ingemeten. Hierdoor kond en hier lijnen worden gemeten met een grote mate van detail, waarbij het oppervlak bovendien niet verstoord werd door betreding. De rest van de kuil is ingemeten met laser-theodoliet en baak. Alle puntgegevens zijn omgezet in RD-coördinaten en NAP hoogtes. In totaal zijn 4227 punten ingemeten, wat overeenkomt met gemiddeld 1 punt per 0.59 m<sup>2</sup>. De punt dichtheid is hoger dan bij de vorige meting (1 per 0.7 m<sup>2</sup>). Er is wel een verschil tussen de dichtheid van punten rechtstreeks met de laser gemeten (hoger), en de rest (lager).

De verwerking van meetgegevens geschiedde in ArcGis, met de extensies 3D-Analyst, Geo-statistical Analyst en Spatial Analyst. Een 3D-model is vervaardigd in ArcScene.



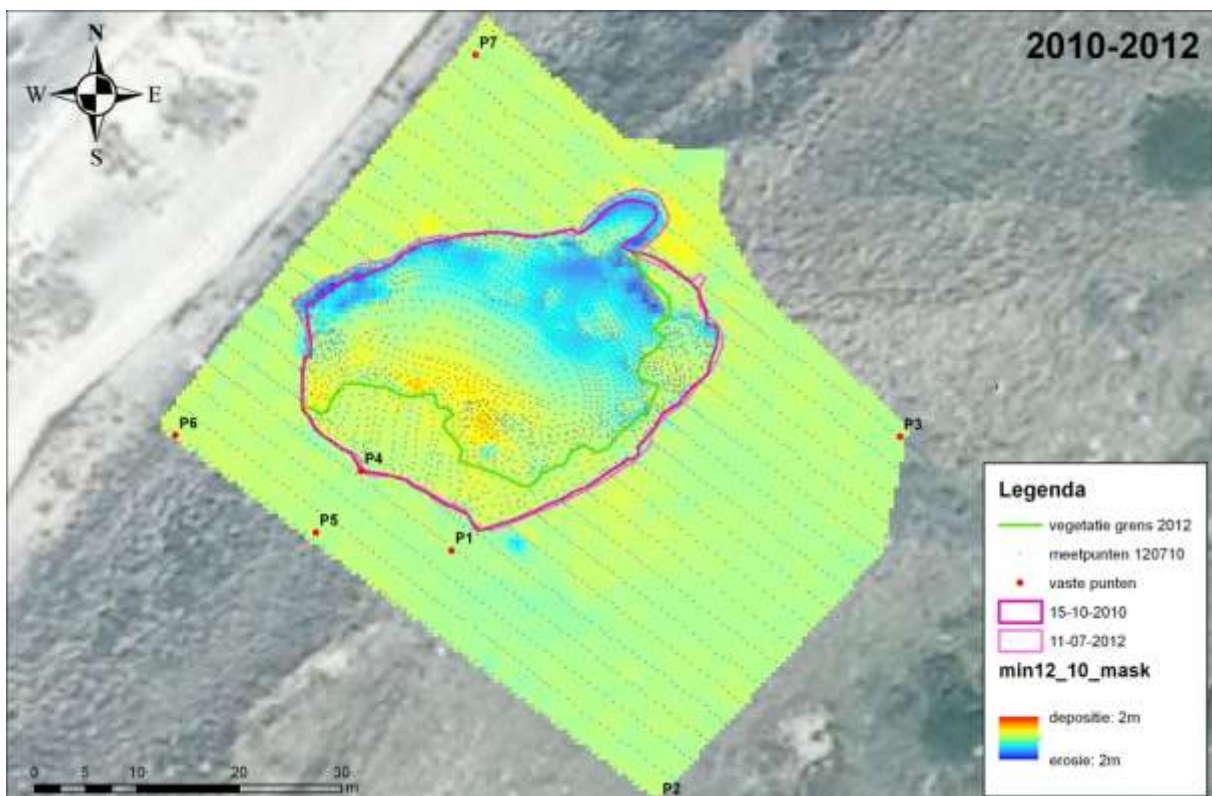
**Figuur 2.1.** Meetpunten en geïnterpoleerd raster met de omtrek van de stuifkuil in 2008 en 2010. In rood de vaste punten.

Het blijkt dat voor de berekeningen de positie van de randen heel belangrijk is. Een kleine verschuiving leidt tot grote volumeverschillen, omdat juist aan de randen de hellingen extreem steil

zijn. Bij de interpolatie moet er daarom voor gezorgd worden dat de gridcellen op vergelijkbare posities liggen, zodat bij de verschilberekeningen geen fouten ontstaan.

De meetpunten zijn geïnterpoleerd door middel van kriging naar een grid, met een gridafstand van 0.5 bij 0.5 m<sup>2</sup>. Hierbij is gebruik gemaakt van de Geo-statistical Toolbox. In de Geostatistical toolbox is gekozen voor Ordinary kriging. In Bijlage 1 zijn de eigenschappen van de ordinary kriging methode weergegeven per jaar. In elk figuur staat beschreven welke data is gebruikt. Daarna staat er welke vorm van kriging wordt gebruikt, en hoe het zoekgebied wat het model gebruikt kan worden omschreven. Daaronder zijn de gegevens van de variogram te zien, en het model wat hier doorheen is gefit. Reden om voor een meer geavanceerde manier van kriging te kiezen was dat in de vorige rapportage bleek dat door de manier van interpoleren fouten in het Digitale Terrein Model ontstonden. Reden hiervan is dat bij het opmeten in lijnen, en een standaard kriging met Nearest Neighbours, de interpolatie tussen de lijnen veel onnauwkeuriger wordt. De meetlijnen blijven dan zichtbaar in het geïnterpoleerde resultaat. Door de nu gehanteerde methode wordt meer rekening gehouden met de relatie tussen meetpunten op verschillende lijnen.

Figuur 2.1 geeft een overzicht van de meetpunten, vaste punten en het geïnterpoleerde DTM. Het geïnterpoleerde grid is vergeleken met de vorige metingen, waarbij een hoogteverschilkaart is gemaakt. Figuur 2.2 geeft de meetpunten weer op een overlay van deze hoogteverschillen. Met behulp van het grid is het totale oppervlak van de stuifkuil en de inhoud ten opzichte van een aantal vlakken berekend.

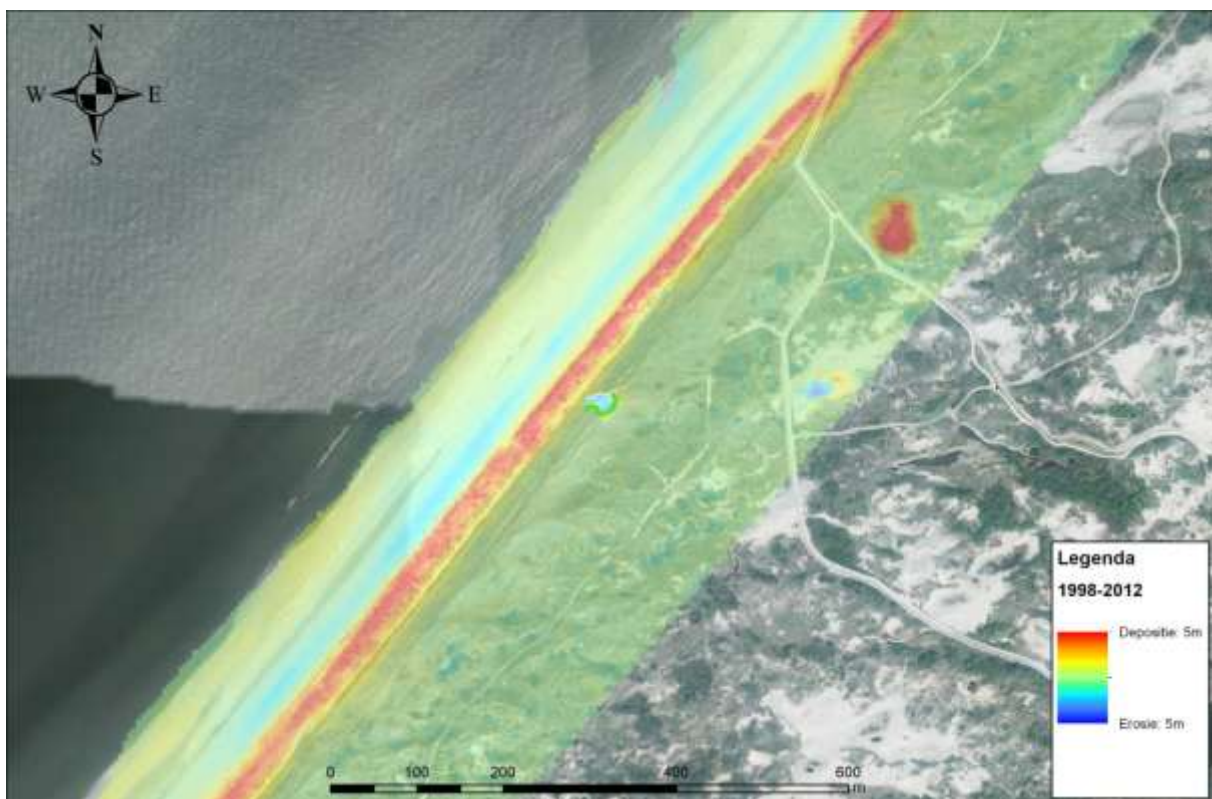


**Figuur 2.2. Meetpunten en hoogteverschillen 2008-2010, met de omtrek van de stuifkuil in 2008 en 2010. In rood de vaste punten. Geel: depositie, blauw: erosie, groen: geen verandering. De groene lijn geeft de begrenzing van de vegetatie binnen de kuil weer.**

Voor een indruk van de ontwikkeling op langere termijn is gebruik gemaakt van de JARKUS-gegevens van Rijkswaterstaat. De laseraltimetriegegevens van 1998 en 2012 maken het mogelijk een verschilkaart van de gehele zeereep in het gebied te maken. De hoogteverschillen binnen de stuifkuil worden hier ook in zichtbaar, maar op een grove schaal. De data van Rijkswaterstaat zijn beschikbaar in een 5\*5m<sup>2</sup> grid.

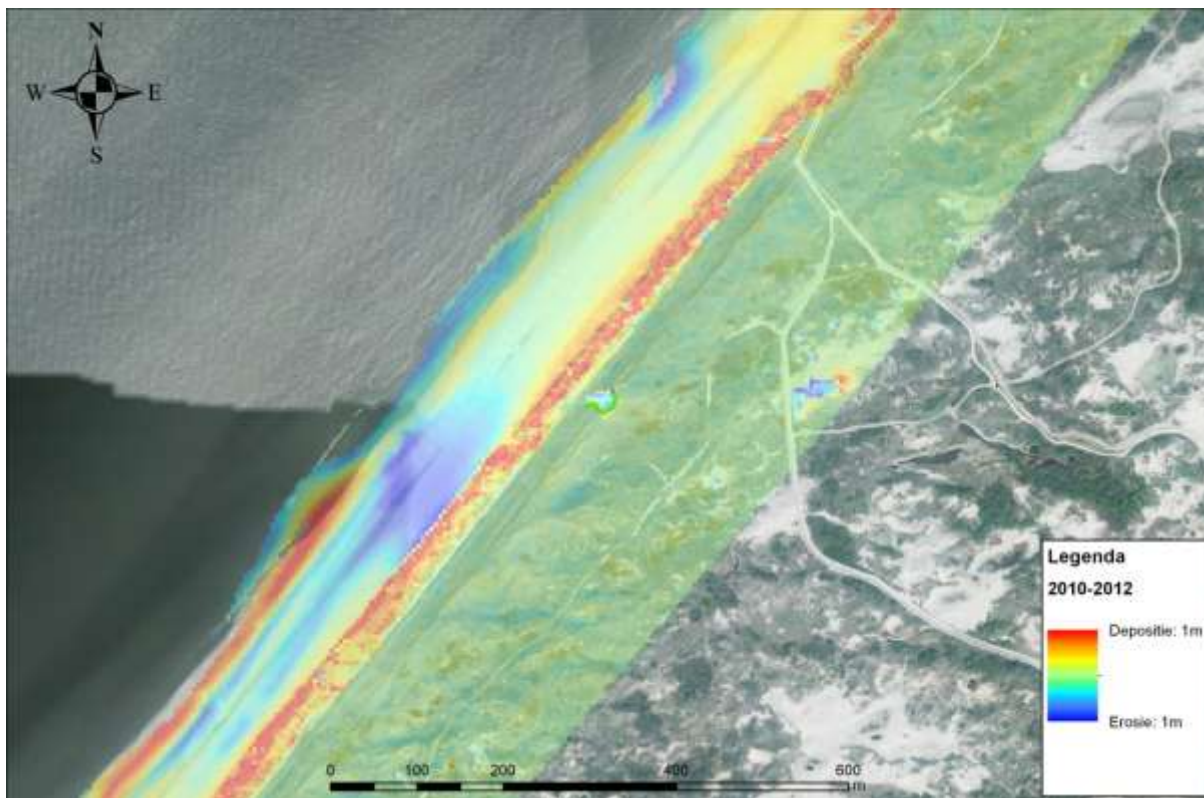
## 2.2 Uitwerking hoogtemetingen

Figuur 2.3 en 2.4 geven een beeld van de veranderingen in de zeereep tussen respectievelijk 1998 en 2012 en tussen 2010 en 2012. In het eerste figuur komt de nieuwe duinenrij die voor de zeereep is ontstaan duidelijk naar voren in de rode band. Deze vormt een afsluiting voor de stuifkuil. De stuifkuil zelf is ook zichtbaar in de erosievorm, en in mindere mate in de depositiezone aan de noordoostkant. laat zien dat er de afgelopen twee jaar nog steeds een uitbreiding van de zeereep richting het westen plaats vind. Ook de stuifkuil is nog te herkennen aan de erosie vormen, maar niet zo duidelijk als in Figuur 2.3.

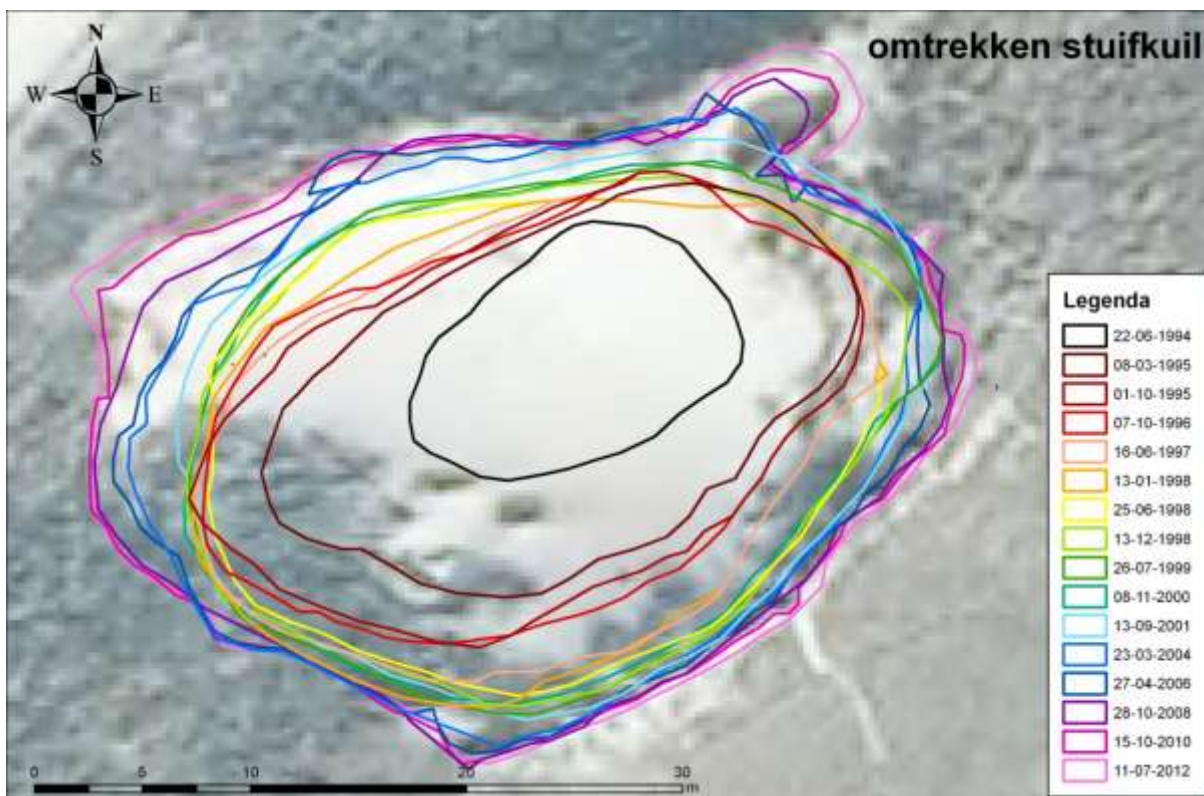


*Figuur 2.3. Hoogteverschillen strand en zeereep tussen 1998 en 2012. Data RWS.*

De veranderingen in de omtrek en oppervlak van de kuil zijn gering. Figuur 2.5 toont de omtrekken. De grootste veranderingen bevinden zich aan de uiterste westkant en aan de kleine zijlob aan de noordkant. Dit betekent dat de kuil, net als voorgaande jaren, tegen de wind in gegroeid is, met ongeveer 1.2m. De zijlob aan de noordkant is circa 1.2m gegroeid naar het noordoosten, dus met de wind mee. Hierachter ligt een duidelijke depositielob, die echter slechts tot beperkte hoogteverschillen heeft geleid. Aan de oostkant van de kuil is geen sprake van duidelijke groei. Het oppervlak is toegenomen met 37.2 m<sup>2</sup>. Deze veranderingen zijn vergelijkbaar met de veranderingen in de periode 2008-2010.



*Figuur 2.4. Hoogteverschillen strand en zeereep tussen 2010 en 2012. Data RWS. NB de schaal is anders dan in Figuur 3.1.*



*Figuur 2.5. Verandering van omtrek tussen 1994 en 2012.*

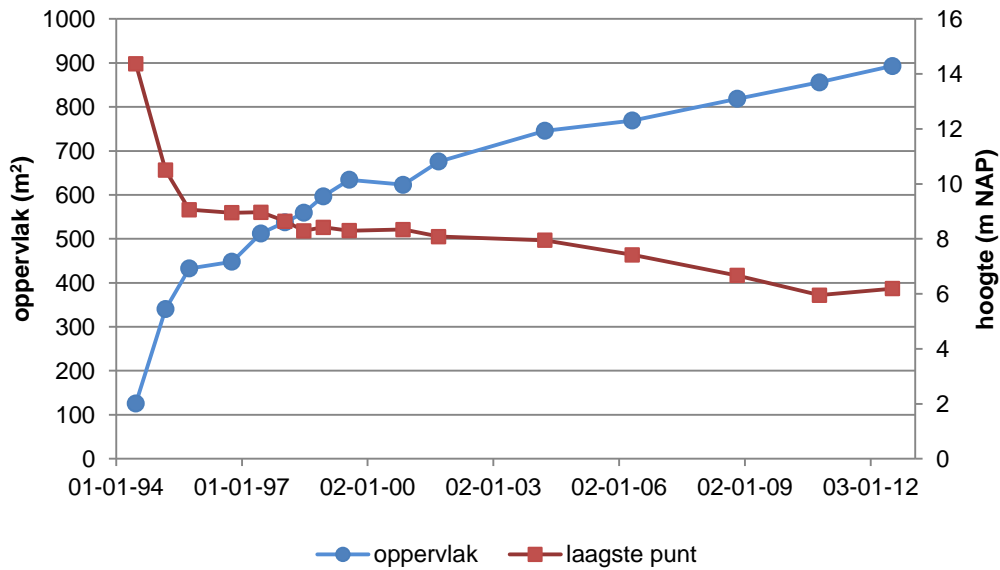
Tabel 2.1 geeft de belangrijkste veranderingen weer. Het werkelijke oppervlak is toegenomen met 43.6 m<sup>2</sup>. Het verschil komt door de hellingshoeken: een schuine helling heeft een groter oppervlak dan in bovenaanzicht vastgesteld wordt. Overigens zit hier een afwijking in, omdat het werkelijk oppervlak berekend wordt aan de hand van de rasterfile. Het 2D oppervlak wordt bepaald aan de hand van de werkelijke positie van de gemeten omtrek. De rasterfile bevat alleen de gridcellen die binnen deze omtrek vallen. De diepte van de stuifkuil is iets minder dan in 2010. De hoogte van het laagste punt is iets toegenomen tot 6.19m NAP, een verhoging van 24cm. Het diepste punt is daarbij 0.7m verplaatst in noordelijke richting, vergelijkbaar met de richting in de periode 2006-2008, maar bijna dwars op de richting in de vorige periode, 2008-2010. Omdat de omtrek van de kuil steeds groter wordt, wordt het volume aan zand wat binnen de omtrek van de kuil ligt ook steeds groter (vijfde kolom in Tabel 2.1). Dit volume wordt gebruikt om de totale volumever verschillen tussen de opeenvolgende metingen te berekenen (kolommen 6 en 7). Deze verschillen kunnen alleen tussen 2004 en 2012 berekend worden, omdat de metingen vóór 2004 alleen binnen de kuil zijn uitgevoerd.

*Tabel 2.1. Oppervlakte en volumeberekeningen voor alle hoogtemetingen.*

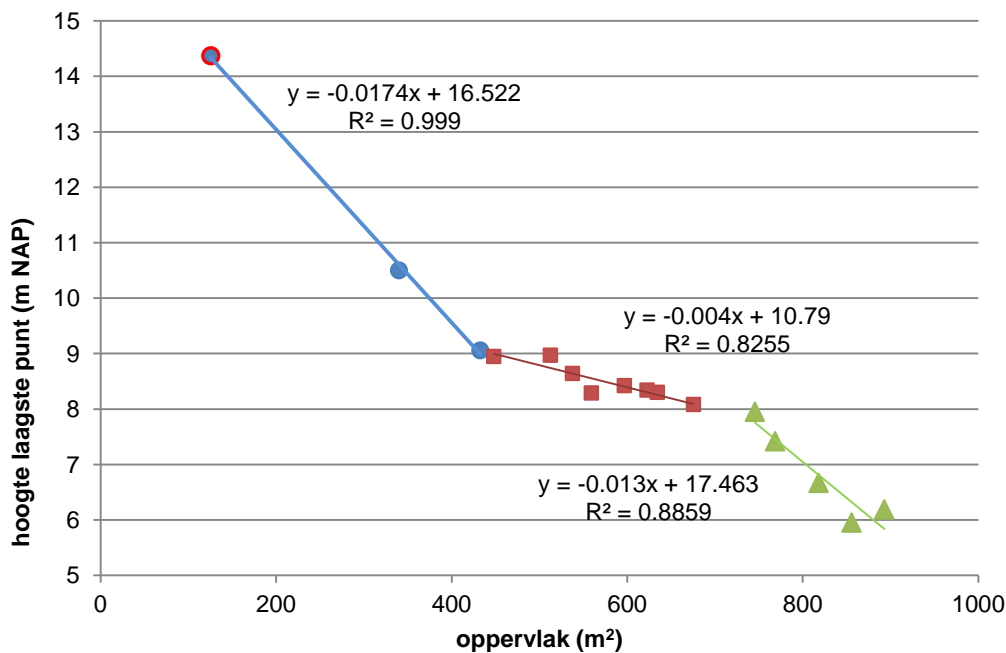
Opname datum	2D oppervlak m <sup>2</sup>	Werkelijk oppervlak m <sup>2</sup>	min Z m +NAP	Volume boven 0m+NAP m <sup>3</sup>	Idem t.o.v. omtrek 2012 m <sup>3</sup>	Volume verschil t.o.v. omtrek 2012 m <sup>3</sup>
22/06/94	125.4	125.4	14.37	1820		
08/03/95	340.3	377.3	10.50	4474		
01/10/95	432.8	490.6	9.06	5459		
07/10/96	448.2	488.8	8.95	5533		
16/06/97	512.6	566.7	8.97	6495		
13/01/98	537.9	601.5	8.64	6690		
25/06/98	559.5	642.1	8.29	6789		
13/12/98	596.9	679.9	8.42	7213		
26/07/99	634.5	732.7	8.30	7918		
08/11/00	623.0	690.7	8.34	7548		
13/09/01	675.7	764.3	8.08	8363		
26/03/04	745.7	863.0	7.95	9051	11131	
27/04/06	768.9	880.3	7.42	9189	10940	-191
28/10/08	818.4	957.0	6.67	9699	10743	-197
15/10/10	855.9	1014.5	5.95	10113	10675	-68
10/07/12	893.1	1058.1	6.19	10525	10525	-150

Hoe verhouden de verschillen zich tot de eerdere meetresultaten? De veranderingen in oppervlakte en diepte in de loop van de tijd zijn weergegeven in Figuur 2.6. Zowel toename van oppervlak als verdieping passen in de trend die vanaf 2004 vrij constant is. Wanneer de eerste twee metingen buiten beschouwing worden gelaten, dan laat een trendberekening voor zowel oppervlakte als dieptepunt een correlatiecoëfficiënt van 0.94 zien. De veranderingen in iedere opeenvolgende periode van 2 jaar zijn dus redelijk constant. Wanneer de omtrek en het diepste punt tegen elkaar worden uitgezet, wordt nog meer duidelijk (Figuur 2.7). In het vorige rapport werd geconcludeerd dat in de correlatie drie verschillende perioden te onderscheiden zijn. Dat kan aan de hand van de laatste metingen bevestigd worden. Er kunnen ook trendberekeningen uitgevoerd worden, waaruit

blijkt dat de drie perioden verder onderscheiden kunnen worden. De trendvergelijkingen staan in Figuur 2.7. Zowel de eerste als de laatste periode tonen een trend waarbij oppervlakte en dieptepunt in gelijke mate aan elkaar gerelateerd zijn.  $R^2$  is in beide gevallen zeer hoog. De middenperiode kent een minder snelle verdieping bij een overigens gelijkmatige toename van het oppervlak. Blijkbaar is er dus een periode geweest waarbij wel de omvang van de stuifkuil toenam, maar deze nauwelijks verdiepte. Opvallend is dat in de eerste en de laatste periode de trends ongeveer gelijk zijn, wat overigens ook voor de laatste periode geldt. Deze laatste meting zou ook een aanwijzing voor een trendbreuk kunnen zijn. Van 2004 tot 2010 is de toename van de diepte constant, de afname van de diepte tussen 2010 en 2012 staat daar haaks op.

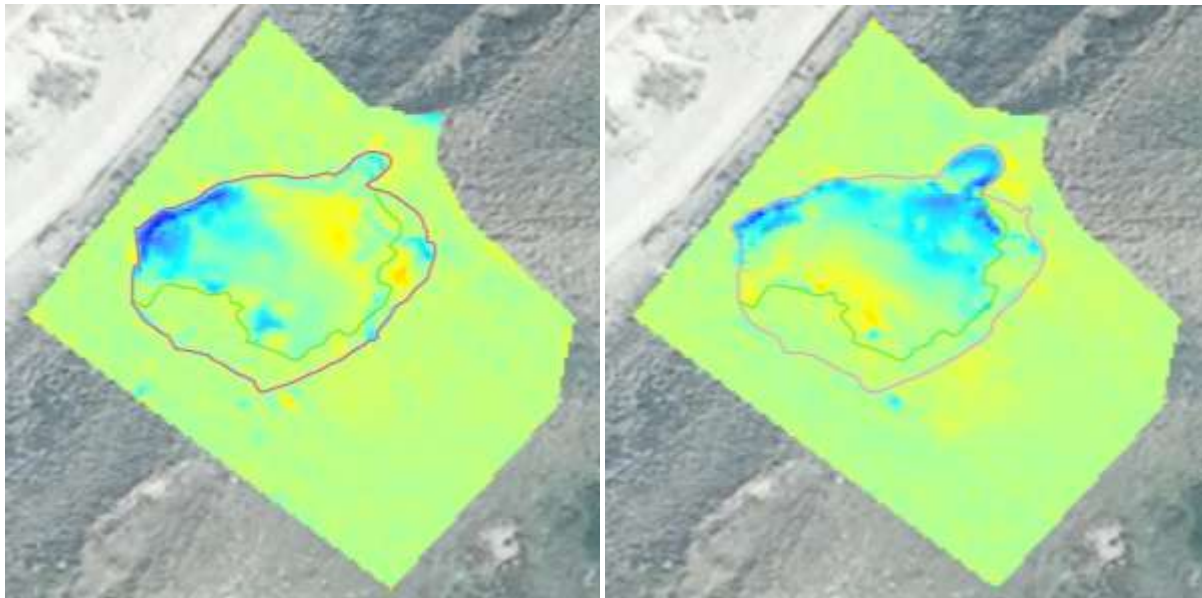


Figuur 2.6. Verandering van oppervlak (linkeras) en hoogte van het diepste punt (rechteras), afgeleid van de hoogtemodellen.



Figuur 2.7. Relatie tussen oppervlak en diepte.

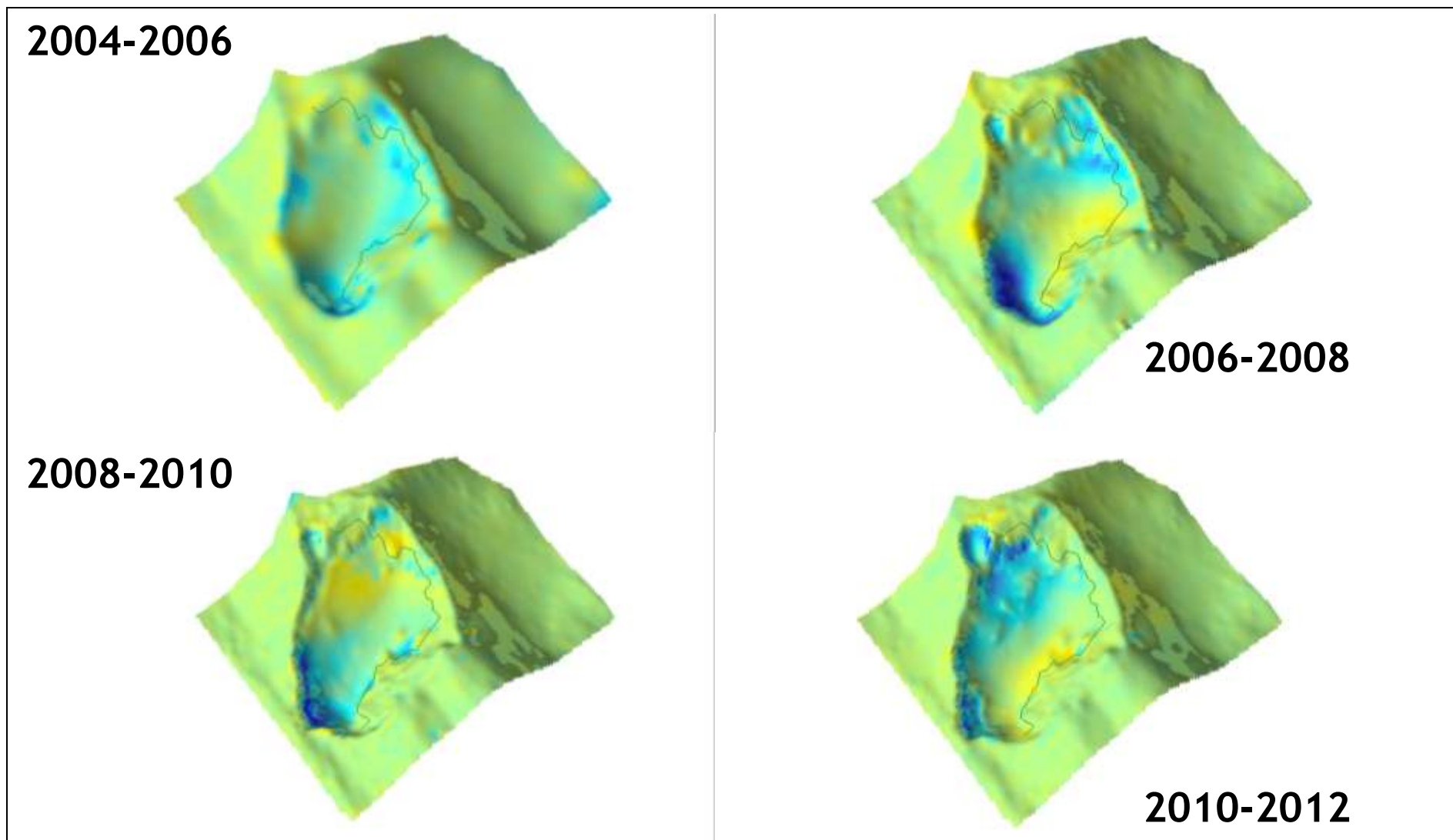
Met betrekking tot deze resultaten kan gesteld worden dat de betrouwbaarheid van de meetgegevens hoog zijn. Omtrek en diepste punt zijn direct ingemeten, en dus niet het resultaat van interpolaties. De nauwkeurigheid is afhankelijk van de meetfout, en die ligt zowel voor wat betreft de positie als de hoogte in de orde van 2-4 cm. Met betrekking tot de volumeberekening is de nauwkeurigheid minder, omdat hiervoor wel geïnterpoleerd wordt.



***Figuur 2.8. Verschilkaarten 2008-2010 (links) en 2010-2012 (rechts). Lichtgroen is geen verandering, geel tot rood is depositie, lichtblauw tot donkerblauw is erosie. De groene lijn geeft de grens van de begroeiing. De roze en paarse lijnen geven de omtrekken van de stuifkuil in 2010 (links) en 2012 (rechts).***

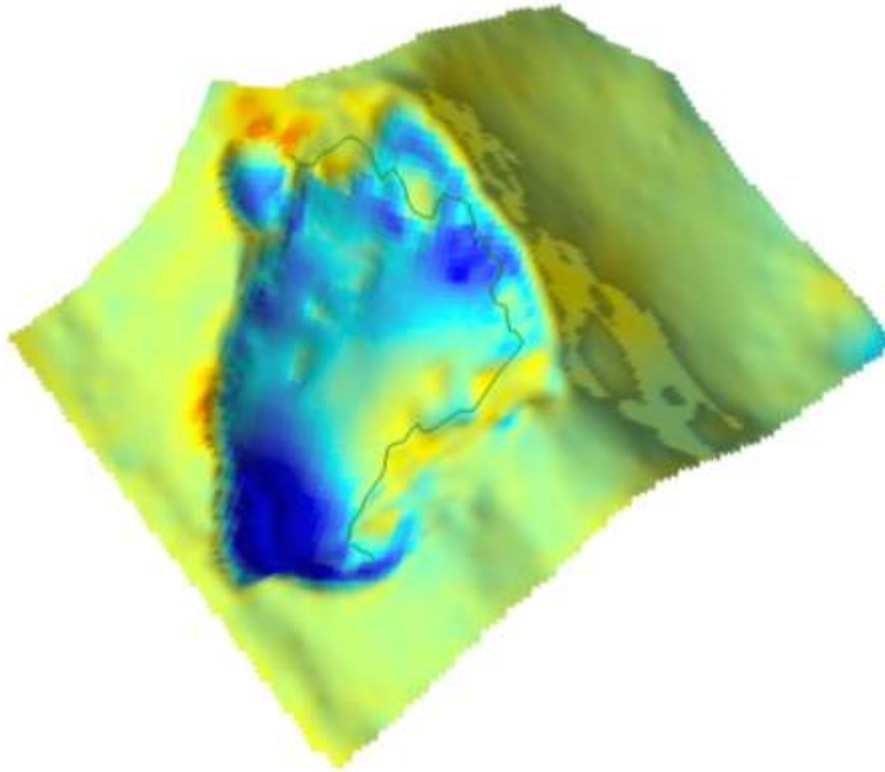
Figuur 2.8 toont de verschilkaarten voor 2008-2010 en 2010-2012. Over de laatste periode is de erosie aan de noordkant het meest duidelijk, waarbij vooral de erosie in het kleine kuiltje aan de noordoostkant opvalt en erosie op de aangrenzende helling. Aan de zuidkant overheerst deze periode juist depositie. De groene lijn geeft de begrenzing van de vegetatie binnen de kuil weer (opgenomen in 2012). Tussen deze lijn en de omgrenzing van de kuil is het oppervlak grotendeels gestabiliseerd. In vergelijking tot de vorige periode is de meeste erosie verschoven van de westkant naar de noordkant, de meeste depositie van de noordkant naar de zuidkant.

Figuur 2.9 laat de ontwikkeling per 2 jaar zien in 3-dimensionaal perspectief. In elk tijdsvak is te zien dat er erosie plaats vindt aan de westkant van de stuifkuil. De plek van depositie verplaatst met de tijd. Tussen 2004 en 2006 is aan de zuid en noordkant depositie van zand te zien, en langs verschillende steilwanden vindt erosie plaats. Tussen 2006 en 2008 is het grootste deel van de depositie te vinden aan de zuidkant van de stuifkuil. Deze depositie zone verplaatst tussen de jaren 2008 en 2010 naar de noordelijke kant van de stuifkuil en tussen 2010 en 2012 is depositie weer voornamelijk te vinden in het zuidelijke deel van de stuifkuil, met ten noorden erosie door afstorting van steilwanden.



*Figuur 2.9. Driedimensionaal beeld van verschilkaarten gedrapeerd over de DTM 's van 2006 (boven), 2008 en 2010 (boven). Blik richting oostnoordoost, de kustlijn ligt parallel aan de linkeronderzijde. De groene lijn geeft de grens van de begroeiing in 2012.*





**Figuur 2.10.** Driedimensionaal beeld van verschilkaart gedrapeerd over de DTM's van 2012. Blik richting oostnoordoost, de kustlijn ligt parallel aan de linkeronderzijde. De groene lijn geeft de grens van de begroeiing.

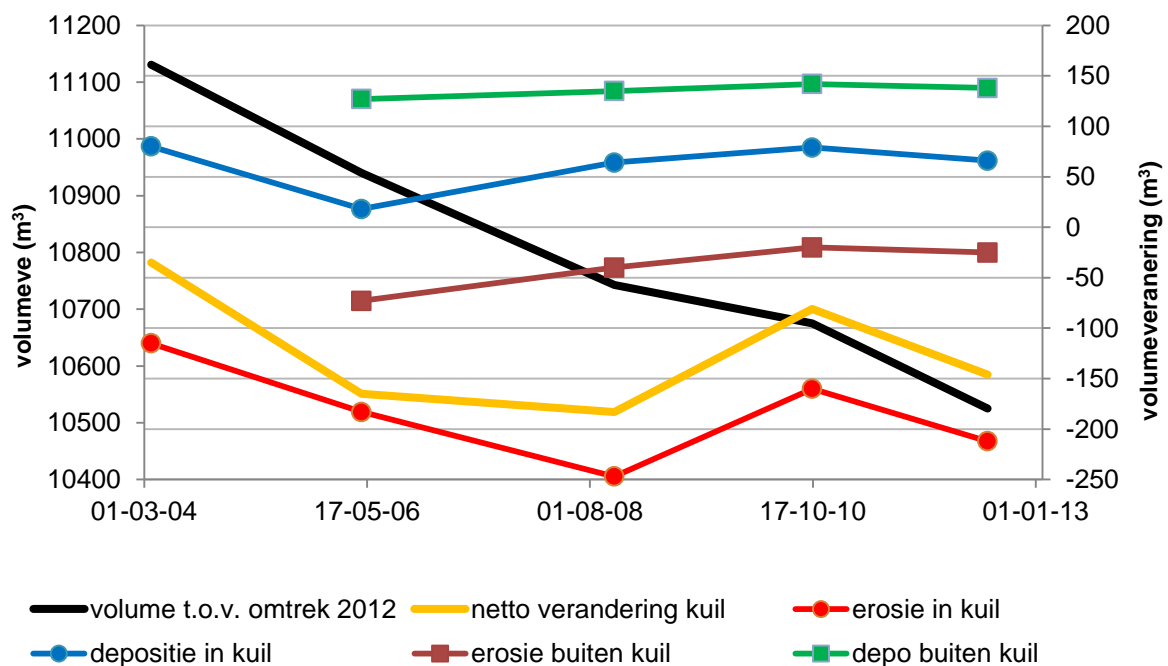
**Tabel 2.2.** Berekeningsresultaten voor 2004 t/m 2012. NB oppervlakte wijkt af t.o.v. Tabel 2.1. omdat hier gerekend is met rasters i.p.v met gemeten omtrek.

	mrt 2004 apr 2006	apr 2006 okt 2008	okt 2008 okt 2010	okt 2010 juli 2012	mrt 2004 juli 2012	
omtrek kuil	732.5	780.5	817.5	853.3		m <sup>2</sup>
diepste punt kuil	7.42	6.67	5.95	6.19		m
maximale hoogteafname t.o.v. vorige meting binnen stuifkuil	1.41	1.86	2.02	1.93		m
maximale hoogtetoeename t.o.v. vorige meting binnen stuifkuil	0.61	0.81	0.87	0.91		m
netto volumeverandering binnen kuil <sup>1</sup>	-165	-183	-81	-146	-591	m <sup>3</sup>
depositie binnen kuil	18	64	79	66	52	m <sup>3</sup>
erosie binnen kuil	-183	-247	-160	-212	-644	m <sup>3</sup>
netto volumeverandering totaal gebied	-111	-88	42	-33	-191	m <sup>3</sup>
depositie binnen totaal gebied	145	199	221	204	480	m <sup>3</sup>
erosie binnen totaal gebied	-256	-287	-180	-237	-671	m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> verschil met Tabel 2.1 komt door verschil in omgrenzing, in tabel 2.1 t.o.v. omgrenzing 2012, in deze tabel t.o.v. kleinste oppervlak (=oudste oppervlak)

In Figuur 2.10 is de hoogteverandering over 8 jaar afgebeeld. Wat opvalt is dat de geringe depositie aan de lizijde (ten oosten van de stuifkuil) op deze tijdschaal zichtbaar wordt. Het gaat om een overstuiving van 0.6m per 8 jaar vlak achter de steilwand, verder landinwaarts afnemend tot rond de 0.2m per 8 jaar. Dit geeft een overstuiving van circa 8cm dicht achter de kuil tot 3cm per jaar verder landwaarts. Daarnaast is te zien dat over een langere tijdsperiode de erosie aan de westkant domineert, met als gevolg uitdieping en groeien tegen de wind in. Ook de steile helling aan de noordoostkant en de kleine zijlob eroderen gemiddeld. In het zuidelijke gedeelte van de kuil wordt vooral zand afgezet. Op de west- en noordrand vindt de grootste hoogtetoename plaats.

Met de opmerking over foutenmarges in het achterhoofd moeten de berekende volumeverschillen ( Tabel 2.2) geïnterpreteerd worden. De netto volumeverandering binnen de kuil is voor alle jaren negatief, er verdwijnt dus zeker zand uit, en wel tussen de 80 en 180m<sup>3</sup> per jaar. In totaal is er over de periode 2004-2012 591 m<sup>3</sup> uitgeblazen. Uit het gehele meetvlak verdwijnt tussen 2004 en 2012 191m<sup>3</sup>. Dat geeft aan dat een aanzienlijk deel van het zand dat uit de kuil wordt geblazen, circa 68%, binnen het meetgebied wordt afgezet. De netto volumetoename binnen het meetvlak tussen 2008 en 2010 is waarschijnlijk te wijten aan meetfouten, het lijkt zo goed als uitgesloten dat er zand van buiten het systeem binnen het meetvlak wordt afgezet. Een foutenanalyse zou meer inzicht in de betrouwbaarheidsintervallen verschaffen.



**Figuur 2.11. Volume en volumeveranderingen in de loop van de tijd, gerekend t.o.v. het oppervlak van 2012. Zwarte lijn linker Y-as, overige lijnen rechter Y-as.**

De volumeveranderingen worden verder in beeld gebracht in Figuur 2.11. Volume en volumeveranderingen in de loop van de tijd, gerekend t.o.v. het oppervlak van 2012. De zwarte lijn geeft het verloop van het volume in het meetvlak sinds 2004. De afnemende trend wijst op de structurele erosie in het meetvlak; het verdwijnen van zand naar de omringende duinen. De andere lijnen tonen de erosie en depositie in en buiten de kuil. De oranje lijn toont de netto verandering binnen de kuil. Voor alle perioden is deze negatief, zij het voor de eerste en de laatste periode veel minder negatief dan voor de tweede en de derde periode.

### **2.3 Conclusies geomorfologie**

Ondanks het idee dat leeft bij regelmatige bezoekers dat er “niets gebeurt” in de stuifkuil blijkt opnieuw dat de ontwikkeling door gaat. De verandering in oppervlakte volgt daarbij een trend die sinds 2002 opmerkelijk constant is. De verandering in diepte vertoont wel een trendbreuk ten opzichte van de ontwikkeling van 2004-2010. De diepte is iets afgenomen.

De belangrijkste verandering in omtrek ligt deze periode aan de noordkant. Er is nu eerder sprake van meegroeien met de wind, dan tegen de wind in. De meest opvallende uitbreiding zit in het lobje aan de noordkant. Het patroon van erosie en depositie is anders dan in voorgaande jaren. De meeste erosie is aan de noordkant gemeten, de meeste depositie aan de zuidkant. Aan de zuidkant bevindt zich tevens een zone die min of meer gestabiliseerd is door vegetatie.

Het groeien tegen de wind in gaat minder snel dan de aangroei van de zeereep bij de duinvoet. De opening van de stuifkuil blijft daarom ver buiten bereik van de zee. Er zal daarom ook de komende jaren zeker geen sprake van kerfvorming zijn, tenzij er bij een zeer extreme stormvloed extreme afslag optreedt.

Het volume geeft een gestaag dalende trend, de trend in volumeverandering is minder duidelijk, en in verband met meetnauwkeurigheid ook minder makkelijk te bepalen. Het is zonneklaar dat de stuifkuil zand verliest, gemiddeld zo een 74m<sup>3</sup> per jaar. Ook het gehele meetvlak heeft over de periode 2004-2012 een negatief budget, maar meer variabel. Het budget is over de periode 2008-2010 positief. Dit zou er op wijzen dat er zand in het systeem binnen komt, maar dit lijkt onwaarschijnlijk. Vermoedelijk spelen interpolatiefouten hier een rol. Een groot deel van het zand uit de kuil wordt rondom de kuil afgezet (68%), maar een deel verlaat het meetvlak en wordt elders, op grotere afstand van de kuil, afgezet. De fijne overstuiving aan de lijzijde wordt op een termijn van zes tot acht jaar duidelijk, en ligt in de orde van 60cm direct naast de kuil tot 20cm onder aan de helling.

Gezien de continue trend in ontwikkeling ligt het voor de hand de metingen in 2014 opnieuw uit te voeren.

### **2.4 Aanbevelingen geomorfologie**

Uit de metingen blijkt dat het oppervlak van de kuil sinds 2002 toeneemt volgens een constante trend. Ook blijkt nog steeds zand uit de kuil te verdwijnen, wat niet binnen het meetvlak wordt teruggevonden. Gezien deze conclusies wordt aanbevolen de metingen met dezelfde frequentie door te zetten.

Een foutenanalyse kan meer inzicht verschaffen in de betrouwbaarheidsintervallen van de volumeberekeningen. Hiervoor zou iemand met geostatistische expertise ingezet moeten worden.



### 3 HET VEGETATIEONDERZOEK

#### 3.1 Inleiding

In 2003 is voor het eerst tijdens de looptijd van project de vegetatiekundige situatie rond de stuifkuil vastgelegd aan de hand van vegetatieopnamen en is een vegetatiekartering uitgevoerd door Ben Kruijssen van Ecologisch Adviesbureau B.Kruijssen te Santpoort ([www.natuuradvies.nl](http://www.natuuradvies.nl)). In 2012 is opdracht verkregen de vegetatiekundige toestand te actualiseren en te onderzoeken wat het effect van de stuifkuil op de vegetatie is. In dit hoofdstuk wordt hiervan verslag gedaan door Ben Kruijssen.

#### 3.2 Methode van onderzoek

Op 11 juli 2012 is in en rond de stuifkuil veldwerk verricht. Voorafgaand hieraan is op basis van zwart-wit luchtfoto's een vegetatiekundige luchtfoto-interpretatie uitgevoerd. Hierbij zijn in en rond de stuifkuil homogene vegetatiebeelden omgrensd waardoor een interpretatiekaart ontstond. Deze diende als veldkaart die is gebruikt om alle kaartvlakken in het veld te beoordelen en de vegetatie via steekproeven vast te leggen aan de hand van Braun Blanquet vegetatieopnamen. De enige uitzondering in 2012 is de opname in de stuifkuil. Gezien de wel zeer spaarzame begroeiing is hier gekozen voor een Tansley-opname met een oppervlak van circa 600 m<sup>2</sup>. Bij de opnamen zijn alle plantensoorten inclusief mossen en korstmossen en hun mate van voorkomen (bedekkingen) genoteerd. Deze gegevens zijn aan de hand van het softwarepakket Turboveg tot een computerbestand verwerkt en toegevoegd aan de opnamen uit 2003. In het veld zijn diverse foto's gemaakt van de verschillende vegetatietypen.

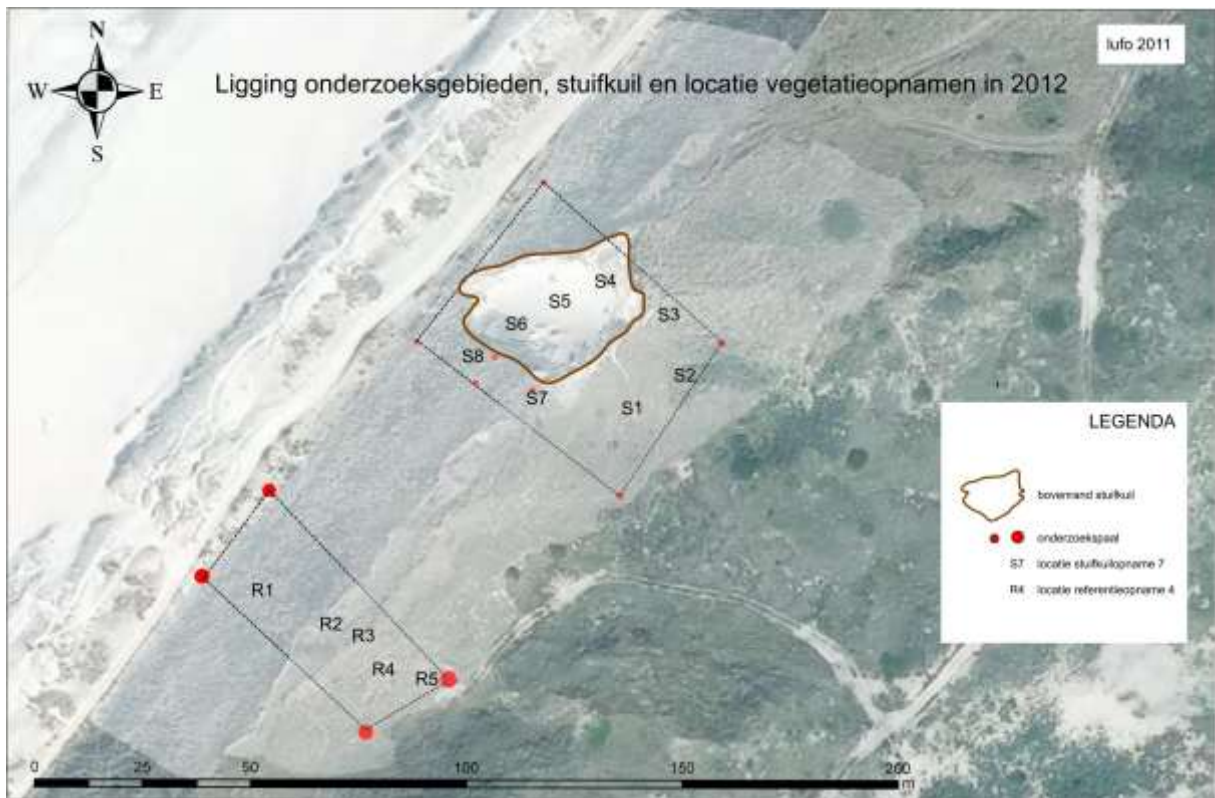
In de bureau-uitwerkingen is op basis van de vegetatieopnamen uit 2003 en 2012 een vegetatietypologie opgesteld waardoor twee vergelijkbare vegetatiekaarten ontstonden en er een goede vergelijking tussen beide kon worden uitgevoerd. Bij de samenstelling van de typologie is vooral gekeken naar de vegetaties in en rond de stuifkuil, het belangrijkste deelgebied voor de vegetatiebeschrijvingen. Via verschillen tussen kaarten en vegetatieopnamen uit beide jaren konden conclusies worden getrokken over de vegetatiekundige ontwikkelingen tussen 2003 en 2012.

#### 3.3 Resultaten veldwerk in 2003 en 2012

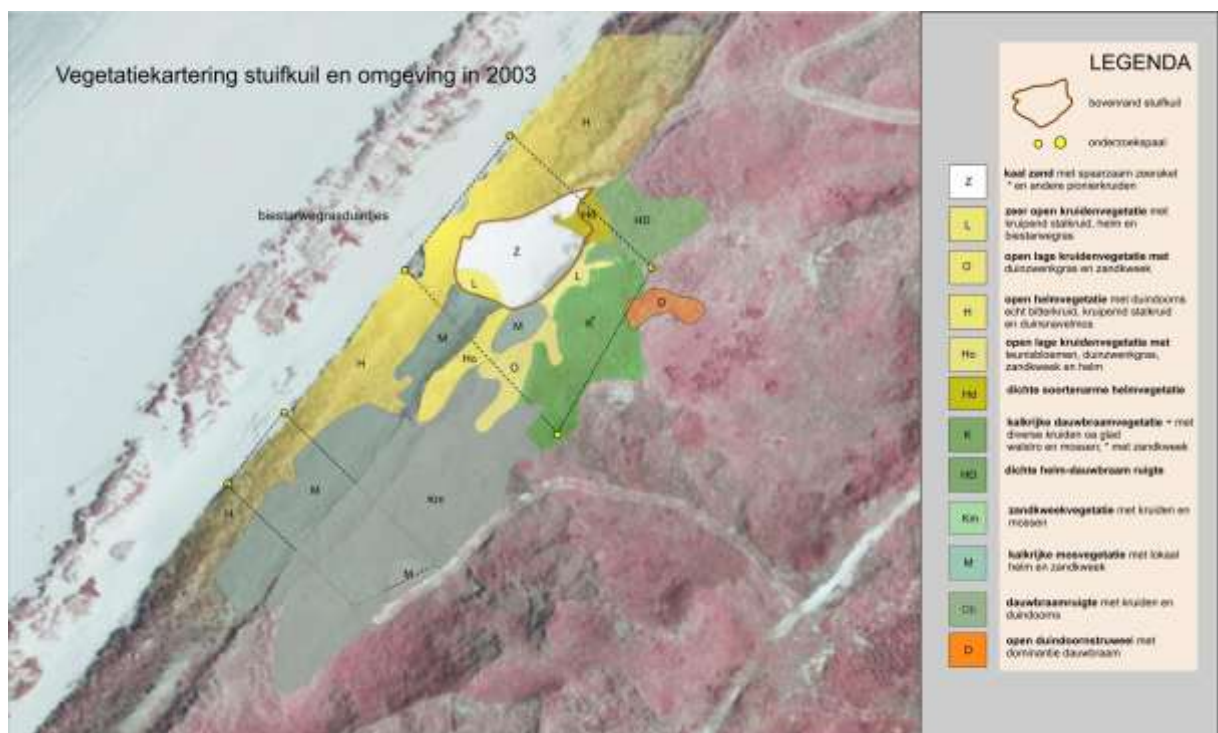
Figuur 3.1 toont de ligging van de onderzoeksgebieden, de stuifkuil en de vegetatieopnamen in 2012. Voor die van 2003 zij men verwezen naar Arens en Kruijssen, 2003.

Er zijn op 11 juli 2012 8 vegetatieopnamen in en rond de stuifkuil gemaakt (S1-S8). In het referentiegebied zijn 5 opnamen gemaakt (R1-R5). De vegetatieopnamen zijn weergegeven in een vegetatietabel en de opnamen worden samen met die uit 2003 gepresenteerd (Bijlage 1 en 2).

Figuur 3.2 en Figuur 3.3 geven respectievelijk de vegetatiekarteringen uit 2003 en 2012. De kartering uit 2003 is een aangepaste versie van die de publicatie uit 2003 (Arens en Kruijssen, 2003). Aangepast zijn de legenda en de oriëntatie op het noorden.



**Figuur 3.1.** Ligging onderzochte deelgebieden, locaties van de vegetatieopnamen en contouren van de bovenzijde van de stuifkuil in 2012.



**Figuur 3.2.** Vegetatiekaart 2003.



**Figuur 3.3. Vegetatiekaart 2012.**

In 2003 (Figuur 3.2) zien we naast de biestarwegrasvegetaties in de embryonale duintjes op het strand nog een twaalftal vegetatietypen in en rond de stuifkuil. Voor een nadere toelichting zie Arens en Kruijzen (2003). Hier wordt niet op deze typen ingegaan, maar komen deze wel in de volgende paragraaf (par. 3.4 Vergelijking tussen de karteringen) ter sprake.

In 2012 zien we naast de embryonale duintjes met biestarwegrasvegetaties nog een tiental andere vegetatietypen. In de stuifkuil (type Z) komt spaaizaam begroeiing voor met op diverse plaatsen zeeraket. De randen van de stuifkuil zijn begroeid met twee typen vegetaties waarbij op de zeer steile delen aan de west- en noordoostzijde helmvegetaties voorkomen (type Hd, *figuur 3.4*). In de iets minder steile delen aan de zuidwest en zuidzijde van de stuifkuil treffen we een open pioniervegetatie aan waarin vooral biestarwegras opvalt (type L, *figuur 3.5*). Deze primaire zandbinder is goed bestand tegen brakke omstandigheden van beginnende duintjes op het strand en fungeert daar als wegbereider van de zeereep. De inslag van helm zien we ook direct aan de noordoostzijde van de stuifkuil waar zij samen met dauwbraam de belangrijkste vegetatievormers zijn (type Hd). Opmerkelijk is de hoge bedekking van dauwbraam in de vegetatietypen HD en Db. Dit staat ongetwijfeld in verband met verstuingen met kalkrijk zand in noordoostelijke richting vanuit de stuifkuil dat voortspruit uit een overwegend zuidwestenwind langs de Nederlandse kust. Aan de zuidzijde van de stuifkuil komt een brede zone voor waarin mossen een belangrijk element vormen met kalkrijke mossen als groot duinsternetje en gesnaveld klauwtjesmos (de duinvorm) op een smal plateau in type M en op de oosthelling met duinsnavelmos, type Km. In het referentiegebied onderaan de oosthelling treedt glad walstro bedekkend naar voren (type K). Ter illustratie van genoemde typen volgen hier enkele foto's van de typen en het landschap in en rond De stuifkuil in 2012 (*figuren 3.4-3.11*). Alle foto's zijn van Ben Kruijzen en gemaakt op 11 juli 2012.



**Figuur 3.4** Zicht op stuifkuil vanuit het zuiden met helmvegetaties op de bovenste steile delen (type Hd).



**Figuur 3.5** Zicht op stuifkuil vanuit het noorden met open pioniervegetatie met o.a. biestarwegras (daar waar de landmeter zich bevindt). Type L.



**Figuur 3.6** Spaarzame begroeiing in de stuifkuil met zeeraket (type Z).





*Figuur 3.7 rechts Oosthelling ten noordoosten van de stuifkuil met dauwbraamvegetaties in ruig duingrasland en onder duindoornstruweel (typen Db en D).*



*Figuur 3.8 Kalkrijke mosvegetatie op smal plateau aan de zuidzijde van de stuifkuil (type M).*



*Figuur 3.9 Loefzijde zeereep met helmvegetaties en duindoorns (type H). Op de achtergrond embryonale duintjes met biestarwegrasvegetaties.*



*Figuur 3.10 (rechts) Loefzijde zeereep met helm- en duindoornvegetaties in het referentiegebied (type H). In de achtergrond de steile top van de stuifkuil met helmvegetaties (type Hd) Links op de foto de embryonale duintjes op het strand met biestarwegrasvegetaties.*



*Figuur 3.11 Oosthelling in het referentiegebied met uitbundige bloei van glad walstro (type K).*

### 3.4 Vergelijking tussen de karteringen

#### 3.4.1 Vegetatiekundige veranderingen

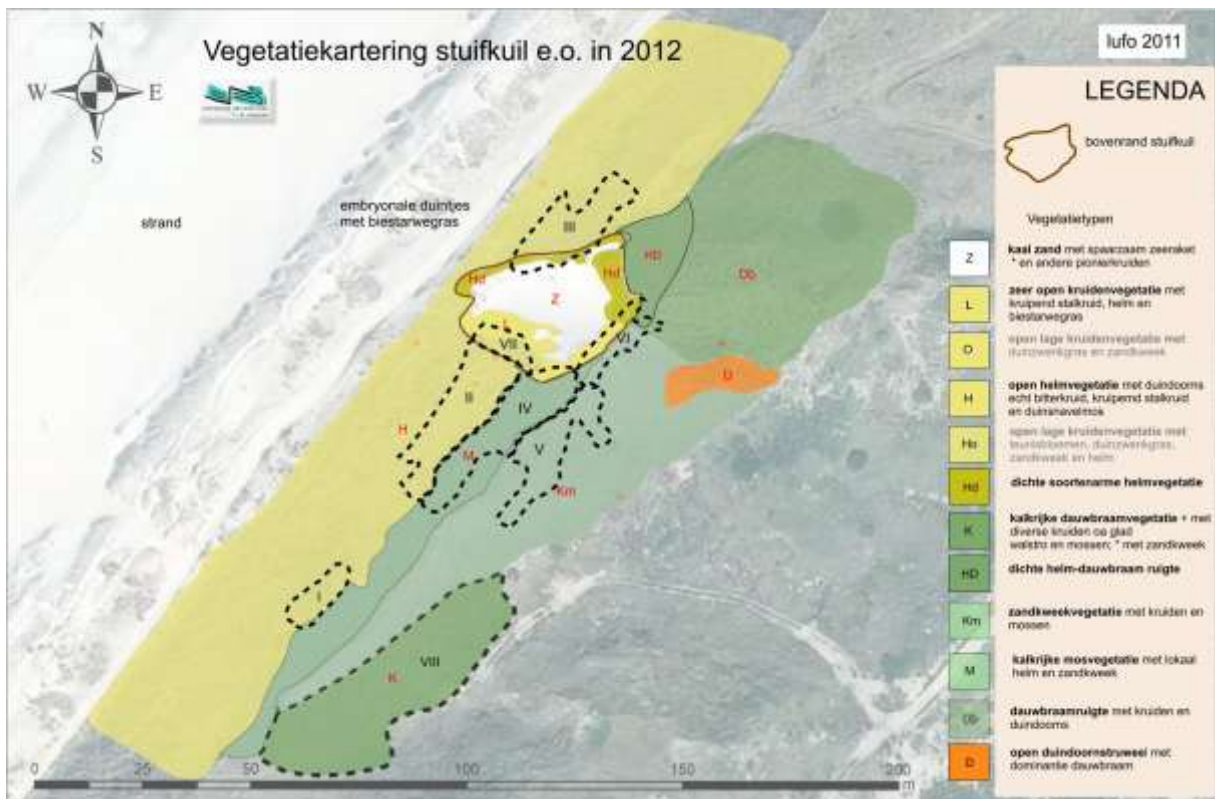
Ter illustratie van de vegetatiekundige ontwikkelingen worden hier enkele figuren gepresenteerd. *Figuur 3.12* toont de beide karteringen naast elkaar, *figuur 3.13* op de volgende bladzijde toont vegetatiekaart 2012 met zones die van vegetatietype zijn veranderd (aangegeven met Romeinse cijfers I-VIII).



**Figuur 3.12** Vegetatiekaart 2003 (links) en vegetatiekaart 2012 (rechts).

Geomorfologisch is de stuifkuil qua vorm wat veranderd. De omtrek van de bovenrand lijkt groter geworden. Uit het geomorfologisch onderzoek (*Conclusies hoofdstuk 2*): “De belangrijkste verandering in omtrek ligt deze periode aan de noordkant. Er is nu eerder sprake van meegroeien met de wind, dan tegen de wind in. De meest opvallende uitbreiding zit in het lobje aan de noordkant. Het patroon van erosie en depositie is anders dan in voorgaande jaren. De meeste erosie is aan de noordkant gemeten, de meeste depositie aan de zuidkant. Aan de zuidkant bevindt zich tevens een zone die min of meer gestabiliseerd is door vegetatie.” En “De diepte van de stuifkuil is iets afgenomen.”

- De toename van de depositie aan de zuidzijde manifesteert zich vegetatiekundig door een uitbreiding van type L noordwaarts en aan de oostzijde van de stuifkuil; type H dringt aan de zuidzijde de stuifkuil binnen (*figuur 3.12*). De erosie aan de noordzijde lijkt tot uitdrukking te komen in de ontwikkeling van helmvegetaties (type Hd) aan de noord- en noordoostzijde van de stuifkuil.
- Op de bodem van de stuifkuil ontwikkelen zich spaarzaam begroeiingen met zeeraket (*figuur 3.6*), een typische vegetatie in de dynamische delen van de zeereep. Deze kwamen in 2003 nauwelijks voor. De blauwe zeedistel die in 2003 op één locatie is waargenomen is in 2012 niet teruggevonden maar komt mogelijk nog voor in de dichtgroeïende loefzijde van de zeereep.
- Een belangrijke ontwikkeling buiten de stuifkuil is het voortschrijden van de successie van plantengemeenschappen waarbij het dichtgroeien van open pioniervegetaties en verruiging de meest opvallende verschijnselen zijn. Alvorens hier op in te gaan toont *figuur 3.13* op de volgende bladzijde zones die qua vegetatietype zijn veranderd en de genoemde processen weerspiegelen.



**Figuur 3.13** Vegetatieveranderingen gesuperponeerd op de vegetatiekaart 2012.

In de zones I, II en III die in 2003 een open mosrijk karakter hadden, zijn dichtgegroeid en veranderd in helmvegetaties met hoge kruiden en duindoorns. In zones I en II betrof het toen kalkrijke mosvegetaties (type M) en bij zone III een meer open deel van type H. Het dichtgroeien met kruiden en duindoorns is een verruiging van de loefzijde van de zeereep waar normaal open stuivende helmvegetaties zijn te verwachten. In 2003 was deze tendens al zichtbaar en waren lage duindoornstruwelen de loefzijde binnengedrongen. Het voorkomen hier van een soort als kruipend stalkruid en gewoon dikkopmos duiden op de afname van dynamiek en oppervlakkige verzuring. Dit proces heeft zich doorgezet. Zie de paragraaf Analyse.

Zone IV was in 2003 een open zone met lage kruiden en hoog opschietende teunisbloemen. De vegetatie is veranderd in kalkrijke mosvegetatie met zandkweek en helm (type M). In zone V zijn meer kruiden gaan groeien en domineert het duinsnavelmos (*Rhynchosstegium megapolitanum*). Zandkweek is hier een constante factor in type Km. Zone VI was een open duinzwenkgrasvegetatie (type L). Deels is deze nog aanwezig op de steile oostzijde van de stuifkuil. Buiten de stuifkuil komt op die locatie nu type Km voor.

Zone VIII is veranderd van type Km in een open vegetatie waarin veel glad walstro voorkomt (type K).

Alvorens over te gaan tot analyse van de ontwikkelingen wordt gebruik gemaakt van de vegetatieopnamen (Bijlage 1) waarin opnamen van ongeveer dezelfde locatie of zone uit 2003 als die uit 2012 naast elkaar zijn geplaatst. Hierdoor kunnen we op soortsniveau wijzigingen op het spoor komen.

### **3.4.2 e vegetatietabellen**

In verband met een overzichtelijke presentatie is de vegetatietabel opgesplitst in een deel betreffende het referentiegebied (Bijlage 1) en een deel met de vegetaties in en rond de stuifkuil (Bijlage 2). In beide tabellen zijn zowel de opnamen uit 2003 en de bijbehorende opname uit 2012 naast elkaar geplaatst. Grijs gemarkeerd zijn de opnamen uit 2003.

In het referentiegebied zien we de Helm-associatie (subass. met rood zwenkgras) gaat op het plateau over in de kalkrijke mosassociatie de Duinsterretjesassociatie, aan de loefzijde blijft lokaal de Helm-associatie gehandhaafd of is veranderd in de Duinsterretjesassociatie (*Bijlage 1*).

In de stuifkuil domineert de Helm-associatie zowel in 2003 als in 2012. Het is verheugend te constateren dat een typische zeereepplant als de zeeraket is toegenomen. Aan de oostzijde van de stuifkuil ontstaan rompgemeenschappen hetgeen wijst op verstoring (lees verruiging). Ten noordoosten van de stuifkuil blijft een vorm van de Helm-associatie in stand. In de loefzijde van de zeereep verandert de typische Helm-associatie naar de zwenkgras-subassociatie. Zowel type H aan de loefzijde als het duindoornstruweel aan de lijzijde neemt de duindoornbedekking toe. Ook de bedekking door dauwbraam is sterk toegenomen aan de lijzijde van de zeereep (type Km en Db). Een typische kalkindicator als echt bitterkruid is hier ook in opmars (type Km).

### **3.4.3 Analyse vegetatieonderzoek**

We zien in het referentiegebied de te verwachten successie optreden. Dat geldt in principe ook rond de stuifkuil alhoewel hier nadrukkelijk de invloed van verstuivingen met kalkrijk zand tot expressie komt ten noordoosten en oosten van de stuifkuil.

Een opmerkelijk verschijnsel verdient extra aandacht. Dat is het dichtgroeien cq. de verruiging van de helmvegetaties aan de loefzijde van de zeereep. Dat dichtgroeien kan niet alleen verklaard worden uit het feit, dat zich een nieuwe duinzone op het strand aan het ontwikkelen is. De loefzijde ligt nog steeds open op de overwegend zuidwestenwind en de hieruit volgende dynamiek met stuivende helmvegetaties en de invloed van saltspray zal normaal gesproken nog steeds tot uitdrukking kunnen komen. Al in 2003 viel op, dat de open helmvegetaties zowel in het referentiegebied, het stuifkuilgebied als in de tussenliggende zone nauwelijks aanwezig waren aan de loefzijde. Oprukkende duindoorns, dichte helmvegetaties en soorten als gewoon dikkopmos en kruipend stalkruid wijzen op afgenomen dynamiek in de Helm-vegetatie. Recent onderzoek in de zeereep van de Amsterdamse Waterleiding Duinen (*Kruijsen en Ten Haaf, in druk*) wijst op stikstofverrijking in de zeereep tussen Noordwijk en Zandvoort. Dit schijnt een verschijnsel langs de Nederlandse kust te zijn en met name in de vastelandsduinen (*Kooiman et al., 2012*). Ook de ecooloog van Dunea meldt voor Meijndel de stikstofverrijking in de zeereep (*meded. H. van der Hagen*). Afgeleid uit de vegetaties zien we het stikstofgetal dan ook sinds 2003 toenemen in de typen H aan de loefzijde van de zeereep en type Db ten noordoosten van de stuifkuil (*Bijlage 2*).

### **3.5 Conclusies vegetatieonderzoek**

In en rond de stuifkuil zijn in de periode 2003 tot 2012 veranderingen in de vegetaties opgetreden. Een deel ervan vindt z'n oorzaak in de gebruikelijke successie van de zeereepvegetaties. Het is daarbij verheugend te constateren dat een typische zeereepplant als zeeraket is toegenomen. De blauwe zeedistel die in 2003 op één locatie is waargenomen is in 2012 niet teruggevonden maar komt mogelijk nog voor in de dichtgroeïende loefzijde van de zeereep.

Er is een algemene trend naar het dichtgroeien van vegetaties buiten de stuifkuil. Aan de loefzijde zet de al in 2003 geconstateerde verruiging door, aan de lijzijde is plaatselijk een proces gaande van dichter wordende vegetaties met meer dauwbraam en duindoorns. Plaatselijk zijn kalkrijke mosvegetaties aan het ontwikkelen. De open en dynamische helmvegetaties, die aan de loefzijde

van een zeereep zijn te verwachten, zijn veranderd in dichte helmvegetaties met hoge kruiden en binnendringende lage duindoornstruwelen. In de ondergroei groeien planten en mossen die wijzen op oppervlakkige ontkalking en humusvorming. Stikstofminnende planten nemen toe aan de loefzijde van de zeereep in type H en in type Db ten noordoosten van de stuifkuil. Dit ondersteunt de idee dat stikstofverrijking een belangrijke rol speelt in het dichtgroeien van deze vegetaties, een verschijnsel dat ook elders in de zeereep van de vastelandsduinen van de Nederlandse kust recent is vastgesteld bij ander onderzoek.

### **3.6 Aanbevelingen vegetatieonderzoek**

Gezien de opmerkelijke processen die in de vegetaties in en rond de stuifkuil in een periode van negen jaar hebben plaatsgevonden wordt aanbevolen de vegetatiemonitoring in de toekomst te herhalen bijvoorbeeld over vijf jaar in 2017.

#### 4 REFERENTIES

- Arens, S. M. en B. Kruijzen, 2003. De stuifkuil bij Wassenaar. Inventarisatie en veranderingen sinds 1993. Arens BSDO rapportnummer 2003.08, 28 pp + bijlagen.
- Arens, S. M., 2004. De stuifkuil bij Wassenaar; hoogtemetingen maart 2004. Notitie in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland, 10 pp.
- Arens, S. M., 2006. De stuifkuil bij Wassenaar; hoogtemetingen april 2006. Notitie RAP2006.02 in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland, 5 juli 2006, 19 pp.
- Arens, S. M., 2009. De stuifkuil bij Wassenaar; hoogtemetingen oktober 2008. Notitie RAP2008.04 in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland, 13 januari 2009, 19 pp.
- Arens, S. M., 2010. De stuifkuil bij Wassenaar; hoogtemetingen oktober 2010. Notitie RAP2010.10 in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland, 15 december 2010, 13 pp.
- Kooijman, A.M., H.G.J.M. van der Hagen en H. Noordijk, 2012. Stikstof depositie in de duinen: alles in beeld? Tijdschrift Landschap 2012-3 147-154.
- Kruijzen, B.W.J.M. en C. ten Haaf, in druk. Ontwikkeling flora en vegetatie 1995-2011 in project Noordvoort. Rapport Witteveen en Bos.





## 5 BIJLAGEN

### 5.1 Bijlage 1 Vegetatietabel Referentiegebied

locatie processen	REFERENTIEGEBIED								
	loefzijde zeereep	smal plateau zeereep		oosthelling lijzijde zeereep			onderaan oosthelling		
Opnamenummer	R1	13	R2	11	R3	R4	12	R5	
type	H	M	M	Km	Km	K	M	M	
Bedekkingsschaal	25	25	25	25	25	25	25	25	
Datum (jaar/maand/dag)	20120711	20030909	20120711	20030909	20120711	20120711	20030909	20120711	
Opp. proefvlak (m2)	9.00	9.00	9.00	9.00	8.00	9.00	9.00	9.00	
Expositie ('NWZOVX')	W			ZO	O	ZO	ZW	Z	
Inclinatorie (graden)	15	0	0	10	5	30	30	20	
Bedekking totaal (%)	98	67	90	87	80	50	87	90	
Bedekking struiklaag (%)	10	0	2	0	0	0	0	0	
Bedekking kruidlaag (%)	85	37	50	37	80	40	67	20	
Bedekking moslaag (%)	30	37	50	87	10	10	67	80	
Bedekking algenlaag (%)	0	0	0	0	0	5	0	5	
Bedekking strooisellaag (%)	20	3	2	15	20	10	37	1	
Hoogte lage struiklaag (m)	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Gem. hoogte (hoge) kruidl. (cm)	60	50	50	50	60	50	50	50	
Gem. hoogte lage kruidl. (cm)	10	10	3	10	5	5	10	3	
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Associa_01	23AB01B	23AB01B	14CA	23AB01B	23AB01B	14CA	14CA	14CA01A	
Associa_02	23AB01	14CA	14CA02	23AB01	23RG01	14CA03A	23RG01	14CA	
Zuur_mea_o	6.89	6.29	6.37	6.48	6.52	6.56	6.52	7.42	
stikstof	4.49	4.04	3.78	4.57	3.79	2.50	4.09	1.83	
Zout_mea_o	0.38	0.77	0.46	1.80	0.45	0.42	1.00	0.23	
Aantal soorten	13	15	18	13	14	13	15	10	
Ammophila arenaria	38.00	8.00	8.00	4.00	4.00	4.00	2.00	4.00	Helm
Festuca arenaria	4.00	18.00	3.00	18.00		2.00	38.00		Duinzwengras
Ononis repens s. repens	18.00		8.00		8.00		38.00	18.00	Kruipend stalkruid
Picris hieracioides	68.00	1.00	18.00	1.00	18.00	1.00		1.00	Echt bitterkruid
Carex arenaria	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00		2.00	Zandzegge
Rhynchosyrium megapolitanum	38.00	2.00		88.00	4.00		68.00		Duinsnavelmos
Sonchus arvensis v. maritimus	2.00	2.00		1.00	1.00				Zeemelkdistel
Brachythecium rutabulum	4.00	3.00	3.00	4.00			2.00		Gewoon dikkopmos
Bromus hordeaceus s. hordeaceus	2.00								Zachte dravik s.s.
Senecio jacobaea	3.00								Jakobskruiskruid s.l.
<b>Hippophae rhamnoides</b>	<b>8.00</b>		<b>2.00</b>						<b>Duindoorn</b>
Senecio vulgaris	3.00		3.00						Klein kruiskruid
Galium aparine	2.00								Kleefkruid
Homalothecium lutescens		2.00		2.00			3.00		Smaragdmos
Phleum arenarium		2.00							Zanddoddegras
Bryum species		18.00				2.00			Knikmos (G)
Ceratodon purpureus		8.00	3.00						Gewoon purpersteeltje
Tragopogon pratensis		1.00							Oosterse en Gele morgenster
Bryum bicolor		3.00							Grofkorrelknikmos
Elytrigia maritima			18.00	8.00	68.00	2.00	4.00	2.00	Zandkweek
Senecio jacobaea s. dunensis			1.00		1.00		1.00		Duinkruiskruid
Hypnum cupressiforme v. lacunosum			38.00		8.00	8.00	3.00		Gesnaveld klauwtjesmos
Hypochaeris radicata			18.00		3.00		2.00		Gewoon biggenkruid
Festuca rubra			4.00		3.00				Rood zwengras s.s.
Veronica arvensis			3.00						Veldereprijs
Tortella flavovirens v. glareicola			2.00						Duinkronkelbladmos
Holcus lanatus				1.00			2.00		Gestreepte witbol
Bryum capillare		2.00		2.00					Gedraaid knikmos
Galium mollugo			4.00	2.00	8.00	38.00		2.00	Glad walstro
Tragopogon pratensis s. minor					1.00	1.00			Gele morgenster
Collema tenax						2.00			Dik geleimos
Algenvlokken species						4.00			Algen
Syntrichia ruralis v. arenicola		8.00	8.00	4.00	2.00	4.00		68.00	Groot duinstertetje
Syntrichia calcicola						3.00		8.00	Klein duinstertetje
Sonchus arvensis v. arvensis							1.00		Akkermelkdistel s.s.
Taraxacum sectie Erythrosperma							1.00		Zandpaardenbloemen
Cynoglossum officinale							2.00		Veldhondstong
Pseudoscleropodium purum							2.00		Groot laddermos
Koeleria macrantha								8.00	Smal fakkelgras
Myosotis ramosissima								1.00	Ruw vergeet-mij-nietje

## 5.2 Bijlage 2 Vegetatietabel in en rond de stuifkuil

locatie processen	STUIFKUIL										westhelling loefzijde zeereep			smal plateau			oosthelling lijzijde zeereep			n noordoosten van stuifk		
	in stuifkuil stabiel kaal		zuid- en zuidwestzijde stuifkuil uitbreiding vanaf zuidzijde kuil			noordzijde stuifkuil stabiel open helm		verstruweling			ontw Tort-Phleeturm			toen bioid; meer kruiden oa dbr meer dauwbraam								
Opnamenummer	3	S5	4	6	S6	8	S4	2	1	S8	5	S7	7	10	S1	9	S3	S2				
type	Z	Z	L	L	L	Hd	Hd	H	H	H	M	M	K*	O	Km	Db	Db	D				
Bedekkingsschaal	25	11	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25			
Datum (jaar/maand/dag)	20030909	20120711	20030909	20030909	20120711	20030909	20120711	20030909	20030909	20120711	20030909	20120711	20030909	20030909	20120711	20030909	20120711	20120711				
Opp. proefvlak (m2)	9.00	600.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00				
Expositie ('NWZOVX')	W	div	NO	ZO	N	Z	ZW	NW	NW	W	ZO	-	ZW	ZO	ZW	Z	Z	ZW				
Inclinitie (graden)	15	5	15	3	35	30	45	15	7	15	15	3	10	1	30	35	10					
Bedekking totaal (%)	3	1	15	37	20	67	60	67	37	98	67	90	87	87	100	87	80	100				
Bedekking struiklaag (%)	0	0	0	0	1	0	1	15	15	50	3	1	15	0	1	15	5	30				
Bedekking kruidlaag (%)	3	1	15	37	20	67	60	67	37	80	15	25	87	87	100	87	80	95				
Bedekking moslaag (%)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	30	15	85	0	87	0	0	60	0				
Bedekking algenlaag (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Bedekking strooisellaag (%)	3	0	0	15	0	3	20	67	15	70	3	1	37	3	80	67	50	50				
Hoogte lage struiklaag (m)	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.3	0.3	0.7	0.2	0.3	0.2	0.0	0.3	0.8	0.3	1.0				
Gem. hoogte (hoge) kruidl. (cm)	0	20	40	80	40	80	50	60	60	80	80	50	80	60	60	80	70	40				
Gem. hoogte lage kruidl. (cm)	10	15	20	10	10	10	15	10	20	15	10	5	20	20	15	20	15	15				
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Associa_01	23RG01	23	23AB01A	23AB01B	23AB	23AB01A	23AB01A	23AB	23AB01A	23AB01B	14CA01	14CA01A	37RG04	23AB01B	17A02	23AB	23AB01B	37RG03				
Associa_02	32B	23A	23AA01	23AB01	23AB01	23AB01	23AB01	23AB01	23AB01	23AB01	14CA01C	14CA	37AC02A	23AB01	31B	23AB01	23AB01	37RG01				
Zuur_mea_o	0.00	6.86	6.43	5.75	6.80	6.58	6.50	6.35	6.93	7.17	6.50	7.09	7.00	6.56	6.94	5.96	6.90	6.88				
Stik_mea_o	8.00	6.44	4.50	4.18	3.31	4.67	3.93	2.58	4.40	4.59	3.67	2.81	5.50	5.40	5.55	3.92	4.81	4.76				
Zout_mea_o	4.00	2.50	2.57	1.67	0.80	0.92	0.88	0.53	1.69	0.61	1.29	0.45	1.70	1.25	0.21	0.96	0.58	0.34				
Aantal soorten	1	8	5	7	10	3	7	7	7	15	14	17	8	10	19	7	12	11				
<i>Ammophila arenaria</i>		1.00	1.00	3.00	3.00	68.00	68.00	3.00	38.00	38.00	3.00	3.00		2.00		8.00	38.00					
<i>Festuca arenaria</i>			4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	38.00	4.00	3.00	4.00	2.00		38.00		18.00	8.00	4.00				
<i>Sonchus arvensis v. maritimus</i>		1.00	2.00	1.00	2.00		3.00	1.00	2.00	18.00	2.00	2.00	1.00		2.00		3.00	8.00				
<i>Elytrigia juncea s. boreoatlantica</i>		3.00	3.00		2.00				3.00													
<i>Cakile maritima</i>	1.00	3.00							1.00								1.00					
<i>Atriplex prostrata</i>		1.00																				
<i>Crepis capillaris</i>		1.00																				
<b>Hippophae rhamnoides</b>					1.00		1.00	8.00	8.00	38.00		2.00					18.00	8.00	38.00			
<i>Ononis repens s. repens</i>			2.00		18.00		2.00	38.00	2.00	3.00		18.00										
<i>Cochlearia danica</i>										1.00												
<i>Senecio vulgaris</i>										4.00												
<i>Rhynchosstegium megapolitanum</i>										18.00				88.00								
<i>Elytrigia maritima</i>				3.00						4.00	4.00	3.00	38.00	8.00	3.00	3.00	18.00	8.00				
<i>Carex arenaria</i>				4.00			2.00	2.00			4.00	4.00	4.00	4.00	8.00	38.00	3.00	8.00				
<i>Ligustrum vulgare</i>											1.00		8.00		1.00	1.00		1.00				
<i>Cynoglossum officinale</i>		1.00								1.00					3.00			2.00				
<i>Senecio jacobaea s. dunensis</i>										2.00	3.00	3.00			1.00							
<i>Brachythecium rutabulum</i>										8.00				4.00								
<i>Picris hieracioides</i>					1.00					4.00					8.00		3.00					
<i>Oenothera parviflora</i>		1.00					2.00			2.00	3.00	3.00		1.00	3.00		1.00					
<i>Syntrichia ruralis v. arenicola</i>								2.00			18.00	88.00										
<i>Hypnum cupressiforme v. lacunosum</i>										2.00												
<i>Homalothecium lutescens</i>																						
<i>Phleum arenarium</i>					3.00						4.00											
<i>Bryum species</i>											3.00											
<i>Taraxacum sectie Ruderalia</i>											2.00											
<i>Bryum barnesii</i>											3.00											
<i>Ceratodon purpureus</i>											3.00											
<i>Brachythecium albicans</i>											4.00											
<i>Taraxacum sectie Erythrosperma</i>											2.00											
<i>Syntrichia calcicola</i>											4.00											
<i>Festuca rubra</i>											4.00											
<i>Rubus caesius</i>				1.00		1.00									4.00							
<i>Calamagrostis epigejos</i>													68.00	88.00	38.00	68.00	88.00					
<i>Galium mollugo</i>															8.00	2.00	3.00	2.00				
<i>Solanum dulcamara</i>													2.00		18.00	3.00	2.00					
<i>Leymus arenarius</i>														1.00	1.00							
<i>Galium aparine</i>														3.00	2.00							
<i>Poa pratensis</i>														2.00								
<i>Carlina vulgaris</i>																1.00						
<i>Eupatorium cannabinum</i>																1.00						
<i>Geum urbanum</i>																1.00						
<i>Myosotis arvensis</i>																2.00						
<i>Vicia sativa s. nigra</i>																1.00						
<i>Cirsium arvense</i>																		3.00				