

Geomorfologische ontwikkeling van een verstuiving in het Huttenvlak (Duin & Kruidberg)

Eindrapport 2000-2006

Bas Arens & Ruud Luntz



Geomorfologische ontwikkeling van een verstuing in het Huttenvlak (Duin & Kruidberg)

Eindrapport 2000-2006

Bas Arens & Ruud Luntz

Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek
Rapportnummer RAP2006.07
Opdrachtgever Vereniging Natuurmonumenten
Januari 2007

VOORWOORD

In het Huttenvlak in Duin & Kruidberg (Zuid-Kennemerland) is in november 1999 door de vereniging Natuurmonumenten een ingreep gepleegd om verruiging met duindoorn terug te dringen en natte duinvalleivegetaties een nieuwe kans te geven. Duindoorn is verwijderd en de bodem is tot op het blonde zand afgegraven. De geomorfologische ontwikkeling is sindsdien jaarlijks gevolgd door middel van hoogtemetingen in voor- en najaar. Op verschillende tijdstippen is bovendien een vegetatieonderzoek uitgevoerd door Ecologisch Adviesbureau B. Kruijsen. In dit rapport worden de resultaten van het geomorfologisch onderzoek besproken. Behalve een detailoverzicht van de ontwikkeling in 2006 wordt ook een meer globaal overzicht gegeven van de monitoringsresultaten tussen 2000 en 2006, en wordt het project, voor wat betreft de geomorfologie, geëvalueerd. Hiermee vormt dit rapport een afronding van de geomorfologische monitoring van dit project.

Dit onderzoek heeft plaatsgevonden onder begeleiding van Ruud Luntz van de beheerseenheid Duin & Kruidberg van Natuurmonumenten. Hierbij wil ik Ruud bedanken voor de prettige samenwerking de afgelopen 5 jaar.

Bas Arens
25 januari 2007

INHOUD

VOORWOORD	iii
INHOUD	v
1 INLEIDING	1
2 HET HUTTENVLAK	3
2.1 De ingreep	4
3 ONDERZOEKSMETHODEN	7
3.1 Geomorfologie	7
4 RESULTATEN	9
4.1 Weersomstandigheden	9
4.2 Globale beschrijving van de ontwikkeling	10
4.3 Hoogtemetingen	17
4.3.1 Resultaten van de profielmetingen	19
4.3.2 Berekeningen van transport	27
4.4 Observaties flora en fauna door Ruud Luntz	28
5 CONCLUSIES OVER DE ONTWIKKELING VAN HET HUTTENVLAK TUSSEN 1999 EN 2006	31
5.1 Tussen 1999 en september 2001	31
5.2 Tussen oktober 2001 en oktober 2002	31
5.3 Tussen oktober 2002 en oktober 2003	32
5.4 Tussen oktober 2003 en oktober 2004	33
5.5 Tussen oktober 2004 en oktober 2005	34
5.6 Tussen oktober 2005 en oktober 2006	35
5.7 Na oktober 2006	36
6 EVALUATIE EN AANBEVELINGEN	37
7 LITERATUUR	39
LIJST VAN FIGUREN	41
LIJST VAN TABELLEN	41

1 INLEIDING

De duinen van Zuid-Kennemerland zijn ernstig verdroogd, onder andere als gevolg van waterwinactiviteiten. Het Masterplan Zuid-Kennemerland is er op gericht te komen tot regeneratie van de natuurlijke grondwaterstanden door het terugdringen van de waterwinning. Daarbij is een van de opties een totale stop van de waterwinning. Te verwachten is dat door het terugdringen van de waterwinning de komende jaren de grondwaterstanden in het gebied zullen stijgen. Tot 2003 is deze verhoging inderdaad zichtbaar geweest, in valleien als Houtglop, Zuidervlak en het Huttenvlak. Daarna is, dankzij een geringere hoeveelheid neerslag, de verhoging beperkt. Vochtgebonden duinvalleivegetaties hebben hiervan mede geprofiteerd (Kruijsen, 2005). PWN en Natuurmonumenten spelen op deze ontwikkeling in via een palet aan beheersmaatregelen variërend van begrazings- en maai-beheer tot en met plaggen en ontgraven. Het laatste is o.a. uitgevoerd in duinvallei Het Huttenvlak in Duin en Kruidberg. Het doel van deze ingreep is om nieuwe ruimte te creëren voor pioniersituaties. Ingrijpen kan op verschillende manieren.

1. Vegetatie en bodem worden verwijderd. Er ontstaat een kaal oppervlak waarop pioniersoorten zich kunnen vestigen. Op korte termijn is succes verzekerd. Zonder geomorfologische dynamiek zal het oppervlak echter steeds verder begroeid raken, en zal na verloop van tijd een nieuwe ingreep moeten plaatsvinden, om de successie opnieuw terug te draaien. Zo ontstaat echter een aantasting van het oorspronkelijke reliëf, en komt de valleibodem steeds lager te liggen. De invloed van grondwater zal steeds groter worden en na verschillende ingrepen zal uiteindelijk een duinmeer met sterk versteilde oevers overblijven. Op de lange termijn is dit dus een slechte oplossing.

2. Nieuwe pioniersituaties kunnen ook ontstaan door uitstuiving. Stimuleren van verstuiwing wordt landelijk gezien als een zinvolle methode in de bestrijding van negatieve effecten van de “ver-thema’s” (vergrassing, verzuring en verdroging). Als de ingreep grootschalig genoeg is, kan het kale oppervlak zich door uitstuiving uitbreiden. Een deel van het oppervlak zal begroeid gaan raken, maar als de dynamiek gehandhaafd blijft zullen voortdurend nieuwe beginsituaties ontstaan. Op den duur ontstaat een sequentie met oppervlakken die al langer begroeid zijn, afgewisseld met oppervlakken die net uitgestoven zijn en alle successiestadia daartussen. Deze manier van beheer lijkt veelbelovend. De hoop is dat zo een ingreep eenmalig is, waarna het landschap door middel van gereactiveerde processen voortdurend verjongt.

Over de effectiviteit van de tweede optie bestaat nog geen duidelijkheid. Er zijn verschillende experimenten gaande met reactivering van verstuiwingen, op grote en op kleine schaal. Behalve de ingreep bij het Huttenvlak zijn dit ondermeer: de kerf bij Schoorl (SBB), het Verlaten Veld (PWN), de Bruid van Haarlem (PWN), het van Limburg Stirum gebied (GWA) en Berkheide (DZH). Het is van belang de effecten van deze ingrepen in detail te volgen, om na verloop van tijd de ingreep te kunnen evalueren en te bestuderen of deze de gewenste gevolgen heeft gehad. Alleen de grootschalige experimenten lijken een optie voor duurzaamheid te bieden, maar zeker is dit nog niet. Vooralsnog laten ook alle grootschalige ingrepen tot nu toe een tendens van stabilisatie zien, maar het is nog te vroeg om duidelijke conclusies over de effectiviteit van dit soort ingrepen op een tijdschaal langer dan 10 jaar te kunnen trekken. Momenteel is ‘duurzame verstuiwing’ het onderwerp van een groter onderzoek dat door de Hollandse drinkwatermaatschappijen nv PWN, Waternet en DZH wordt uitgevoerd (Arens et al., 2007).

Voor Natuurmonumenten is een grootschalige ingreep om verstuiwing te reactiveren uniek. Op dit moment zijn er wel voorbereidingen gaande om vergelijkbare ingrepen uit te gaan

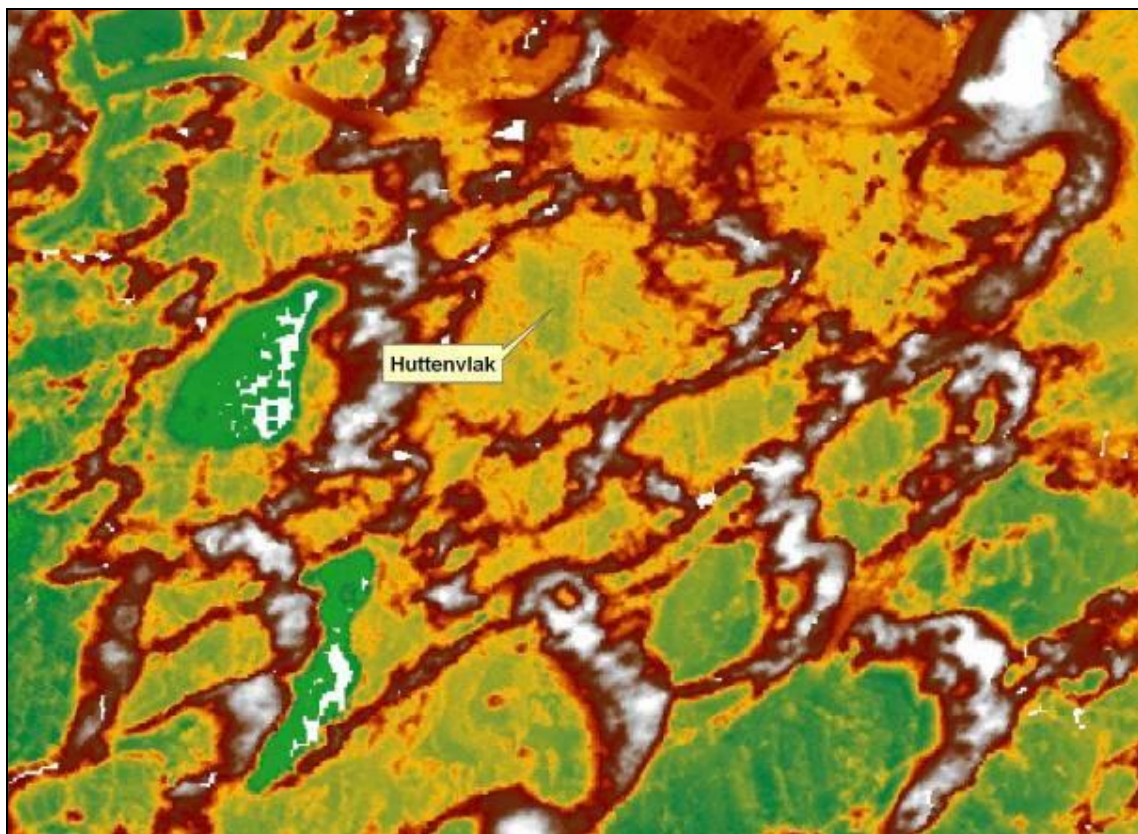
voeren in de Loonse en Drunense duinen in Brabant, ook hier met als doel verstuiwing op een duurzame manier te herstellen.

Bij ingrijpen moet er voor gewaakt worden dat waardevolle, fossiele structuren niet aangetast worden, zeker zolang niet zeker is dat bijvoorbeeld een proces van parabolisering met succes gereactiveerd kan worden. Een ander aandachtspunt is de archeologische waarde van een gebied. Zolang vondsten in de bodem verstopt zijn, zijn ze veilig, maar zodra verstuiwing een rol gaat spelen, worden de vondsten bedreigd, en kunnen sporen worden uitgewist.

In 2001 is begonnen met een monitoring van de geomorfologische en vegetatiekundige ontwikkeling in het Huttenvlak. Het vegetatiekundige deel van de monitoring wordt uitgevoerd door Ecologisch Adviesbureau B. Kruijsen. Opzet van de monitoring en eerste resultaten zijn beschreven in een gezamenlijke rapportage (Arens & Kruijsen, 2001). In de jaren daarna is de monitoring voortgezet door jaarlijkse hoogtemetingen op twee tijdstippen, in het voorjaar en najaar (Arens, 2002, 2004 en 2005). In 2003 is bovendien opnieuw vegetatieonderzoek uitgevoerd (Arens & Kruijsen, 2004). In 2004 is het vegetatieonderzoek uitgevoerd als onderdeel van het Masterplanonderzoek (Kruijsen, 2005). Het voor u liggende rapport beschrijft de resultaten van de geomorfologische ontwikkelingen tussen 2000 en 2006.

2 HET HUTTENVLAK

Het Huttenvlak is een uitgestrekte uitblazingsvallei met een oppervlak van 27 hectare. De vallei maakt deel uit van een groot paraboolsysteem (Figuur 2.1). De bijbehorende paraboolvorm ligt aan de noordoost kant van de vallei. Opvallend in de figuur is dat de hoogteligging van de vallei relatief hoog is vergeleken bij de andere valleien in de omgeving (licht-groen tot oranje gekleurd in tegenstelling tot de andere valleien die donkergroen zijn). Het paraboolsysteem is waarschijnlijk actief geweest tot de 16^e of 17^e eeuw. In latere verstuivingsfasen zijn stuifkuilen en kopjesduinen ontstaan. Binnen de vallei zijn verschillende lagere ruggen te onderscheiden, waarschijnlijk met een landbouwkundige achtergrond. Stuifkuilen zijn deels ontwikkeld in de vallei of in hogere ruggen aan de rand van de vallei. Kopjesduinen zijn kleinere duincomplexen, mogelijk daterend uit de tijd dat duinvalleien werden gebruikt voor kleinschalige landbouw. In het Huttenvlak is mogelijk tot in de 19^e eeuw landbouw beoefend. Bij een globale cultuurhistorische inventarisatie zijn ploegsporen gevonden (W. Bosman, pers. communicatie). Tijdens veldwerken zijn verschillende keren pijpenkoppen en scherven van aardewerk gevonden.



Figuur 2.1. DTM van een deel van Zuid-Kennemerland met het Huttenvlak. Bron: PWN.

Aangrenzend aan het Huttenvlak ligt een complex van stuifkuilen die in 1991 zijn gereactiveerd in het kader van het project Effect Gerichte Maatregelen (Vertegaal et al., 1991). Hierover is gerapporteerd door van Boxel et al. (1997) en van der Meulen et al. (1996). De conclusie is dat de reactivering zinvol is geweest en heeft geleid tot een toename van de dynamiek. Het overstoven raken van vegetatie met vers kalkhoudend zand heeft een verjonging van de vegetatie tot gevolg gehad. De resultaten van dit project hebben mede bijgedragen aan de planvorming voor de ingreep in het Huttenvlak.

De vegetatie in het Huttenvlak was sterk verruigd. Het grootste deel van de vallei was bedekt met duindoorn. De verstuiwingsdynamiek in de vallei was gereduceerd tot nul. Het Huttenvlak en omgeving worden sinds 1990 begraasd door aanvankelijk 10, later 25 en inmiddels 32 Shetlandpony's. In december 2002 werd dit uitgebreid met 15 Schotse Hooglanders, waarvan er inmiddels 100 exemplaren rondlopen. Daarnaast zijn er nu ook 30 Koniks paarden bijgekomen. Het totale begraasde gebied besloeg in 1990 150 hectare, is in 1992 uitgebreid tot 550 hectare en beslaat sinds september 2003 750 hectare. De Hooglanders komen vrijwel overal. Het Huttenvlak is voor hen een gewilde plek, ongeacht de weersomstandigheden. De koniks paarden verplaatsen zich snel en bezoeken vooral droge duingraslanden en lijken de vochtige valleien enigszins te mijden. Een reden hiervoor zou kunnen liggen in het feit dat Koniks en Shetlanders elkaar niet opzoeken en de Shetlanders, die een voorkeur voor de meer vochtige duinvalleien hebben, dominantier zijn. Er zijn enkele felle confrontaties waargenomen waarbij de Koniks het "hazepad" kozen (Ruud Luntz, pers. communicatie).



Figuur 2.2. Het Huttenvlak in vogelvlucht; blik naar het noorden. Aan de zuidwestkant de eerder gereactiveerde stuifkuilen. Bron: GoogleEarth.

2.1 De ingreep

Doel van de ingreep is successiestadia terug te dringen en meer kansen te creëren voor pioniervegetaties en vegetaties van vochtige duinvalleien. Een dergelijke ingreep kan op verschillende manieren plaatsvinden. Ten eerste kan rechtstreeks ingegrepen worden in de vegetatie. Door het verwijderen van de vegetatie wordt de successie naar een het pionierstadium teruggebracht. Deze ingreep voldoet over het algemeen voor een aantal jaren, maar zal na verloop van tijd (10-20 jaar?) weer tot een vergelijkbare situatie leiden als van vóór de ingreep. Ten tweede kan ingegrepen worden in de processen in het

systeem, dus op een hoger niveau. Door verstuiwing op gang te brengen worden in feite twee landschapselementen beïnvloed. Door erosie zal een deel van de vallei verlagen, hier kan door nieuwvorming een uitbreiding van de duinvallei plaatsvinden. Door depositie wordt bestaande vegetatie begraven en wordt een natuurlijke uitgangssituatie gecreëerd voor de vestiging van pioniersoorten, maar alleen als de overstuiving zo groot is dat de bestaande vegetatie het niet bij kan houden. Door in te grijpen op een hoger niveau wordt dus bewerkstelligd dat de veranderingen in de vegetatie vanuit het systeem zelf worden gestuurd.

De ingreep in het Huttenvlak heeft dus ook tot doel om verstuiwing op gang te brengen. Bij de ingreep is slechts een deel van de uitblazingsvallei gereactiveerd, en wel dat deel dat niet aansluit op de parabool. In feite is dus juist een deel van het systeem gereactiveerd dat ten tijde van de activiteit van de grote paraboolsystemen een eindstadium in de verstuiwing vertegenwoordigde. Door de sterke verlaging van de grondwaterstand in de 20^e eeuw was het deflatieniveau meters verlaagd en was er een nieuwe situatie ontstaan waarbij een eindfase opnieuw in verstuiwing zou kunnen gaan. Door de stijging van de grondwaterstand eind jaren 90 van de vorige eeuw is deze ontwikkeling echter achterhaald. In natte periodes staat een fors deel van het Huttenvlak onder water. Bij de voorbereiding van de ingreep zijn plannen geopperd om de hele vallei en aangrenzend paraboolduin te reactiveren, om op die manier een compleet grootschalig verstuiwingssysteem te reanimeren. Voor een dergelijke grootschalige ingreep bleek echter, op dat moment, niet voldoende draagvlak te zijn.

De ingreep is uitgevoerd in november 1999. Bij de ingreep is de duindoorn geklepeld en is vervolgens alle vegetatie en de voedselrijke bodem verwijderd tot op het onderliggende blonde zand en afgevoerd. Op een aantal locaties aan de westkant zijn kleine stuifkuilvormen geaccentueerd. Na de ingreep in 1999 zijn geen verdere maatregelen uitgevoerd.



Storm in het Huttenvlak, januari 2005. Foto: Ruud Luntz.

3 ONDERZOEKSMETHODEN

De monitoring van de landschappelijke ontwikkeling bestaat uit een geomorfologisch deel, waarbij met name de aspecten van verstuing worden bekeken, en een vegetatiekundig deel waarbij de nadruk ligt op de vestiging van pioniersoorten en vochtige duinvalleisoorten. Daarnaast wordt aandacht besteed aan het effect van overstuiving op de vegetatieontwikkeling, en het effect van de aanwezige vegetatie(structuur) op de overstuiving. In dit rapport is alleen aandacht besteed aan de geomorfologie. Eerder zijn rapporten verschenen over de vegetatiekundige ontwikkeling (Arens & Kruijzen, 2001; Arens & Kruijzen, 2004; Kruijzen, 2005).

3.1 Geomorfologie

Het geomorfologisch deel heeft betrekking op het verstuivingsproces, de interactie tussen verstuing en vegetatie en de vormen die in het landschap ontstaan.

De geomorfologische ontwikkeling wordt slechts beperkt onderzocht. Er zijn wel enkele luchtfoto-series beschikbaar (2001, 2003, 2005), maar tot nog toe is er geen budget gevonden om deze te analyseren. Luchtfoto's geven een goed beeld van de totale ontwikkeling van het gebied. Met behulp van luchtfoto's zou een veel beter overzicht worden verkregen van welk deel van de vallei stabiliseert, en welk deel in beweging blijft. Er zijn ook DTM-gegevens beschikbaar van vóór de ingreep en van 2005.

Er is gekozen voor een monitoring met behulp van profielen. Hiermee wordt inzicht verkregen in de snelheid van ontwikkeling en in de mate van overstuiving en erosie, belangrijke randvoorwaarden voor de vestiging van plantensoorten. De metingen vinden plaats in een aantal transecten, dwars door de uitblazingsvallei en over de overstuivingszone, tot in het stabiele, onverstoorde landschap. De richting van het hoofdtransect is WZW-ONO, gelijk aan de hoofdas van de uitblazingsvallei en bijbehorend paraboolduin. In dit transect vinden ook de aanvullende vegetatieopnames plaats. Daarnaast is een transect dwars door de vallei, en dwars op het hoofdtransect uitgezet, en zijn drie kleinere transecten over de overstuivingszone uitgezet.

Voor het regelmatig meten van de profielen zijn 'vaste punten' aangebracht, door grotere palen te plaatsen waarvan de voeten in beton zijn gegoten. Deze vaste punten, die de uiteinden van de transecten en enkele tussenliggende punten markeren, worden nu gebruikt voor een halfjaarlijkse monitoring met een tachymeter (lasertheodoliet). De metingen worden uitgevoerd aan het eind van het stormseizoen (maart / april) en het eind van het groeiseizoen (augustus / september). De vaste punten zijn opgemeten met een DGPS-systeem, waardoor de exacte locatie en hoogte bekend is. Inmiddels zijn enkele vaste punten, hetzij door uitstuiving, hetzij door overstuiving niet meer terug te vinden. Aan het begin van iedere meting worden de coördinaten van deze punten teruggezocht met GPS, zodat de profielen op dezelfde manier kunnen worden uitgezet en opgemeten. Tijdens de metingen in het terrein worden paaltjes geplaatst in de lijn van het op te meten transect, dus tussen de vaste punten. Een persoon loopt met een baak het transect af, een tweede persoon meet met een lasertheodoliet de afstand en hoogte af waarop de baak zich bevindt. De metingen worden vervolgens getransformeerd naar RD-coördinaten. De transecten worden later ten behoeve van presentatie getransformeerd naar een lokaal coördinatenstelsel, altijd ten opzichte van één van de vaste punten uit het transect.

Omdat de profielen tussen vaste punten worden opgemeten worden iedere keer vrijwel dezelfde lijnen opgemeten. De uiteindelijke precisie wordt bepaald door de meetmethode. De nauwkeurigheid van een lasertheodoliet is hoog. Door verstoringen als gevolg van de wind, temperatuur, verhitting van het oppervlak en het meten over grote afstand ontstaan

meetfouten. Door de positie en hoogte van vaste punten te controleren wordt een indruk verkregen van de meetfout. De fout in de positie en in de hoogte bedraagt tussen de 0 en 6 cm met een gemiddelde van $\pm 3-4$ cm. Meetpunten tussen de vaste punten zullen niet altijd precies op de ideale lijn tussen de vaste punten liggen. Een afwijking ten opzichte van deze lijn wordt getolereerd. Vanzelfsprekend leidt dit ook tot fouten, omdat dan niet bij iedere opname precies hetzelfde punt wordt gemeten. In de vallei is het effect hiervan op de hoogtemeting gering, omdat de hellingen hier flauw zijn. Op het duin zijn de fouten groter. In de praktijk komt het erop neer dat hoogteverschillen tussen individuele punten tot circa 10 cm toegeschreven zouden kunnen worden aan meetfouten. Zijn echter trends in hoogteverschillen zichtbaar, zowel in ruimte als in tijd, dan kan ervan uitgegaan worden dat verschillen boven de 5 cm werkelijke verschillen zijn.

Behalve de profielen wordt ook een aantal kenmerkende lijnen in het veld opgemeten. De meest kenmerkende lijn volgt de kruin. Omdat in dit geval kenmerkende punten in het terrein worden gezocht, worden niet iedere keer dezelfde punten gemeten. De vergelijking tussen de metingen is daarom moeilijk, maar de gegevens kunnen een indicatie geven over het verschuiven van de kruinlijn (bijvoorbeeld verplaatsing in noordoostelijke richting als gevolg van erosie en sedimentatie) en van de hoogte van de kruin. Ook de presentatie van deze gegevens is lastig. Er is voor gekozen de positie van de kruin in de loop van de tijd weer te geven. Om de (globale) veranderingen in de hoogte te illustreren is de hoogte uitgezet tegen de Y-coördinaat.

Omdat in 2003 bleek dat in een aantal pq's veranderingen waren waargenomen die gerelateerd waren aan een geringe hoeveelheid overstuiving, is in maart 2004 met de gutsboor een detailmeting van overstuiving verricht aan de achterzijde van de duindoornrug, in profielen 1, 2 en 3. In april 2005 is deze meting herhaald. Met een gutsboor is verse overstuiving over een gestabiliseerde bodem goed te herkennen. De dikte van de overstuiving kan eenvoudig met een meetlat worden vastgesteld. Tijdens het inmeten van de profielen is op de plaatsen waar een hoogte werd ingemeten ook de dikte van de overstuiving bepaald. De mate van detail is hoog. Ook een spoor van overstuiving is waarneembaar. De dikte is dan <0.5 cm, en niet meer op te meten. In dit geval is de eenheid 'spoor' toegekend.

4 RESULTATEN

4.1 Weersomstandigheden

2006 is een meteorologisch een jaar vol extremen geweest, vooral met betrekking tot temperatuur en neerslag (KNMI, 2006). De herfst van 2005 was zacht, de winter van 2005 - 2006 was aan de koude kant, met vooral een koude maart, en vorst aan de grond tot in juni. In de winter was regelmatig sprake van matige vorst, maar het heeft nauwelijks streng gevoren. Er waren weinig stormen. Na de lente volgde extreme hitte in juli, gevolgd door extreme neerslag in augustus, alle maanden daarna waren enkele graden warmer dan normaal. Het groeiseizoen duurde extreem lang. Waarschijnlijk kon vegetatie tot einde van het jaar blijven groeien.

De neerslag gemeten bij de Kooy (bij Den Helder) is weergegeven in Tabel 4.1. De neerslag bij de Kooy is over het algemeen per jaar circa 100-200mm lager dan in Zuid-Kennemerland (vergeleken met neerslag bij Overveen). 2006 was qua totale hoeveelheid neerslag een gemiddeld jaar, de verdeling was echter anders dan normaal, aangezien de grootste hoeveelheid neerslag in de zomer viel. De hoeveelheid wind is uitgedrukt in een relatieve maat ten opzichte van 2002, het jaar met over de beschouwde periode (1999-2006) de grootste hoeveelheid wind. Het potentiële zandtransport (het transport dat op zou kunnen treden zonder enige belemmering door bijvoorbeeld neerslag of vegetatie) voor dat jaar is gesteld op 100%. Ten opzichte van 2002 was 2006 betrekkelijk wind-arm, zij het dat er meer wind was dan in 2005. In Tabel 4.1 is ook het aantal dagen aangegeven dat de daggemiddelde windsnelheid (voor de Kooy) groter was dan 4 m/s. Bij deze waarden zou zandtransport op kunnen treden. Tevens is aangegeven voor hoeveel van zulke dagen dan de totale neerslag kleiner dan 5mm was. Is de dagelijkse hoeveelheid neerslag groter, dan kan verwacht worden dat het zandtransport ten gevolge van vochtinvloeden belemmerd wordt. Uit de tabel blijkt dat de hoeveelheid dagen met genoeg wind vergelijkbaar is met 2005, en dus stukken minder dan in 2002. Het geschatte transport is dan ook beduidend lager. In de winter zou het transport 34% van dat in 2002 bedragen, in de zomer slechts 14%. Over het gehele jaar genomen is 2006 dus een mager jaar geweest wat potenties voor zandtransport door de wind betreft. Hieronder zullen we nader op deze gegevens ingaan, wanneer werkelijke transporthoeveelheden gekoppeld worden aan de weersomstandigheden.

Tabel 4.1. Jaarlijkse neerslag en relatief zandtransport voor de Kooy (bron KNMI)

	jaar	winter okt- apr	zomer apr- okt	jaar	winter okt- apr	zomer apr- okt	jaar	winter okt- apr	zomer apr- okt	jaar	winter okt- apr	zomer apr- okt
	aantal dagen met daggemiddelde wind >4m/s			aantal dagen met daggemiddelde wind >4 m/s en neerslag < 5mm			geschat potentieel transport relatief t.o.v. 2002 in %			neerslag (mm)		
1999	67	49	19	16	37	12	98	81	17	936	554	411
2000	68	58	8	22	48	6	93	93	14	888	483	296
2001	51	43	16	15	23	9	95	66	19	888	618	474
2002	70	58	16	20	45	12	100	100	17	882	411	444
2003	40	32	10	14	24	5	47	40	12	509	332	198
2004	21	35	0	8	20	0	91	66	32	818	408	445
2005	46	26	10	7	23	8	61	73	8	861	344	448
2006	58	29	12	17	24	7	71	34	14	802	352	385

4.2 Globale beschrijving van de ontwikkeling

Veldbezoeken voor hoogtemetingen hebben plaats gevonden op 10 april en 16 oktober 2006.

10 april 2006

Het voormalig laagste stuk in de vallei, waar ooit het grondwater boven het oppervlak stond, is nu geheel vol gestoven. In de inmiddels opgekomen kruipwilg ligt nu een actieve duinenrij met kleine, circa 20-40cm hoge loopduintjes, vaak met een mooie storthelling (foto omslag en Figuur 4.1). De storthelling ontstaat doordat de met zand beladen wind bij het passeren van de Kruipwilg sterk wordt afgeremd, waardoor het zand over een hele korte gradiënt wordt afgezet. De kruipwilgzone vangt het grootste deel van het zand in en beperkt dus de doorvoer van zand vanuit de vallei naar de duindoornrug. De storthelling van de duintjes loopt niet langs de oostelijke begrenzing van de kruipwilg, want ten oosten van de nieuwe duintjes staat nog meer kruipwilg. Het is vrij zeldzaam om dit soort actieve duintjes aan te treffen. Naar verwachting zal de activiteit in de toekomst snel afnemen doordat Kruipwilg verder zal groeien, en de beschikbaarheid van zand vanuit de vallei verder af zal nemen. Opvallend in de meest oostelijke zone van het stuk met kruipwilg is dat er over een groot oppervlak allemaal haarwortels lopen, alsof hier planten zijn uitgestoven en afgestorven. De herkomst van deze wortels is onbekend.



Figuur 4.1. Nieuwe duintjes met storthelling in Kruipwilg, vóór de duindoornrug

De duindoornrug is overstoven, maar minder sterk dan in voorgaande jaren (Figuur 4.2), als gevolg van het invangen van zand in de Kruipwilgzone ervoor. De verwachting is dat deze rug nu snel zal stabiliseren.

De kopjesduinen aan de westkant van profiel 2dwars zijn zover geërodeerd dat er nu tussen de kopjes hier en daar stukjes vlakke vallei met een vochtige, capillaire zone zijn ontstaan (Figuur 4.3). In de kopjes zijn potscherven gevonden, het is niet bekend uit welke tijd deze dateren.



Figuur 4.2. Duindoornrug met depositie

In vergelijking tot het van Limburg Stirum gebied is de activiteit van het Konijn hier niet toegenomen. Er zijn wel een paar plekjes waar konijnensporen zijn gevonden.

Wat vergelijkbaar is met van Limburg Stirum gebied, en in zekere mate ook met het Verlaten Veld, is dat vooral langs de randen van de voormalige ingreep stuifkuilachtige ontwikkelingen plaatsvinden. De erosieve zones die hier liggen blijven actief.

Er staat overigens nergens grondwater aan het oppervlak, wel liggen de laagste delen binnen het bereik van capillair water.

Er staat eigenlijk nauwelijks tot geen helm in het gebied.

Verspreid over de vallei zijn erosiepollen te vinden (Figuur 4.4 en Figuur 4.5). Hun omvang neemt langzaam maar zeker af door erosie. Ook het 'eiland' (net rechts zichtbaar in Figuur 4.4) is weer kleiner geworden. Er ligt een flink echoduin voor.

Voor de rest zijn er eigenlijk niet veel veranderingen ten opzichte van vorig jaar.



Figuur 4.3. Eroderende kopjesduinen met kleinschalige valleivorming



Figuur 4.4. Centrale deel van de vallei met kruising van profielen 2dwars en 2zuid



Figuur 4.5. Kleine erosiepollen



Figuur 4.6. Eroderende kopjesduinen aan de westkant van profiel 2 -dwars

16 oktober 2006

Figuur 4.6 geeft een beeld van eroderend kopjesduin aan de westkant van profiel 2 dwars (rond punt 45m). De top van het kopje groeit, de westkant erodeert, en hier ontstaat een nieuw stukje natte duinvallei. De bultjes in de omgeving worden door grazers bezocht.

Blijkbaar rollen ze er tegen aan, waardoor de bultjes ‘verpletterd’ worden en verder door de wind kunnen eroderen.

Aan het begin van profiel 2 zuid ligt een stuifkuil, dus op de oude overgang van de ingreep (Figuur 4.7). Het deel van het profiel ten noordoosten daarvan is nu geheel begroeid en gestabiliseerd. Er groeit veel Kruidwilg (en Buntgras?). In het midden van de vallei ligt een nu vochtige deflatiezone (Figuur 4.9). Waarschijnlijk heeft hier na de zware regenval in augustus water boven het oppervlak gestaan. Sporen zakken vrij diep in de bodem weg. Het grondwater zit dicht onder het oppervlak (Figuur 4.9 en Figuur 4.10). Hier en daar groeit er in de deflatiezone gras (Zandzegge?,). Er zijn minuscule duintjes in gras ontstaan (Figuur 4.11).

In het gebied zijn geen sporen van watererosie gevonden, wel op de wegen van de werkschuur naar het Huttenvlak.



Figuur 4.7. Stuifkuil aan het begin van profiel 2 zuid



Figuur 4.8. Overzicht over de vallei vanaf de duindoornrug



Figuur 4.9. Laagste zone van de vallei met capillair grondwater en beginnende vegetatie



Figuur 4.10. Beginnende vegetatieontwikkeling in de vallei



Figuur 4.11. Detailopname vegetatie in vallei



Figuur 4.12. Paddenstoel op uitwerpselen van een grazer

Prof 3 is vrijwel gestabiliseerd. In prof 3 is duindoorn veel dichter geworden. Het eerste stuk was altijd grazig, met een hoop ponyactiviteit. Dit is nu vrij dicht begroeid met duindoorn. Er is alleen nog een klein kaal plekje voor de 'duinvoet'. In de kale zone tussen profiel 1 en 2 steken dode (duindoorn)wortels uit.

De duindoornrug ziet vrijwel overal groen, er zijn maar weinig plekjes waar echt kaal zand zichtbaar is. De duintjes in de Kruiwilgzone zijn nog weinig dynamisch. Ze zijn nog niet geheel begroeid. Restanten van de storthellingen van april zijn nog wel te herkennen, maar zijn niet meer actief.

Hier en daar groeit dauwbraam, maar weinig. Er groeit heel veel kruiwilg. Binnen de vallei liggen veel kleine bolletjes kopjesduinen, met een laag, fijn gras.

Het eilandje is verder afgekalfd. Het lijkt alsof de grazers hier nu ook tegenaan staan te schuren. Het zuidelijke randje lijkt verruigd door uitwerpselen, er staat hier verschillende kruiden (Slangekruid, brandnetel).

Verder lijkt er wel een redelijk groot oppervlak dicht boven het grondwater te zitten, niet alleen in de centrale deflatiezone, maar ook in de meer stuifkuilachtige vormen langs de randen. Nog steeds zijn stuifkuilontwikkelingen vooral langs de randen te vinden. Er liggen er ca 5. Al met al vrij kleinschalig landschap met kleine kopjes en stuifkuilen. De grotere elementen m.u.v. de deflatievallei zijn op dit moment weinig of niet actief.

Reliëf is door de ingreep wel toegenomen, zowel op micro (ribbels, kopjesduinen, schaduwduinen) als op mesoschaal (grotere kopjesduinen, duinruggen, maar niet op macroschaal (loopduinen, paraboolduinen).

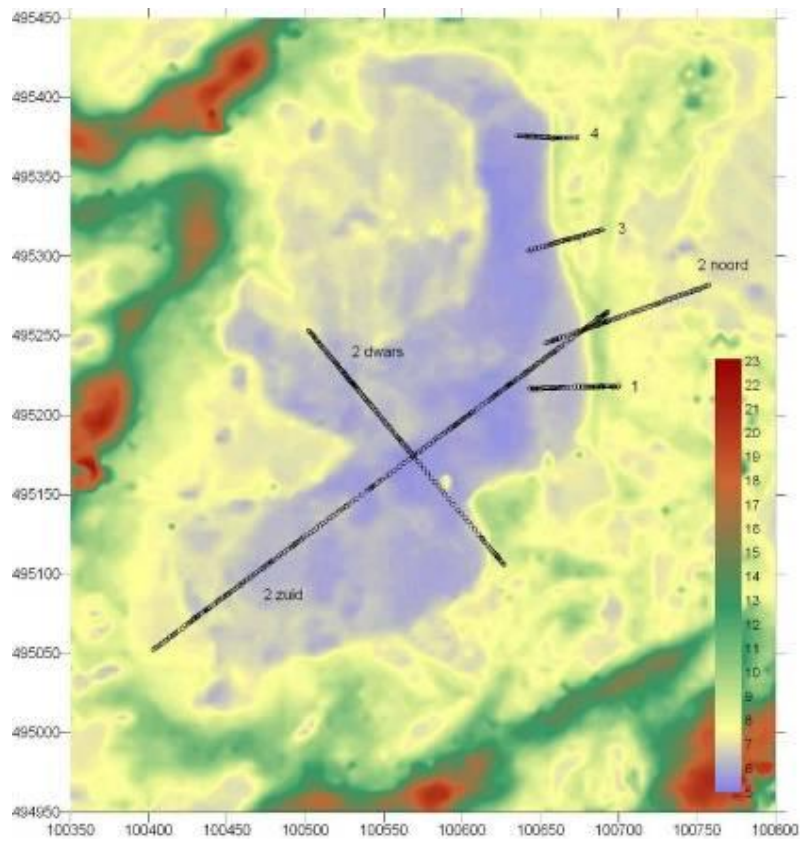
Tussen de Kruiwilgen staan veel paddenstoelen. Er staan hier en daar kleine populieren op alle lage delen. Tussen profiel 4 en 3 staat een dicht duindoornwoud, vóór de duinvoet. Bij profiel 4 wordt de dichtheid weer minder. Hier staat tussen de duindoorn verspreid kruiwilg. Op de rug en achter profiel 2-dwars staat vrij veel bloeiend Duinriet tussen de duindoorn. Dit kan ik me niet van eerdere bezoeken herinneren.

4.3 Hoogtemetingen

Hoogtemetingen hebben plaatsgevonden op 10 april en 16 oktober 2006. De ligging van de profielen is afgebeeld in Figuur 4.13 en Figuur 4.14. In Figuur 4.13 zijn de contouren van de ingrepen nog goed zichtbaar, maar ook is duidelijk dat het grootste deel van het kaal gemaakte oppervlak inmiddels weer begroeid is. Gezien de mate van stabilisatie kan gesteld worden dat de ligging van de profielen, en dan met name van de hoofdprofielen 2-zuid en 2-dwars gelukkig is geweest. Deze profielen lopen juist door de actiefste delen van het terrein. De transecten zijn weergegeven in Figuur 4.15 t/m Figuur 4.23. De hoogte van het profiel (in m NAP) is uitgezet tegen de afstand vanaf het referentiepunt (in ieder profiel een vast punt). De hoogte van de profielen is sterk overdreven afgebeeld. De schaal wisselt per grafiek. Door tweemaal per jaar de profielen opnieuw in te meten, is de ontwikkeling van de hoogte in de loop van de tijd goed te volgen.



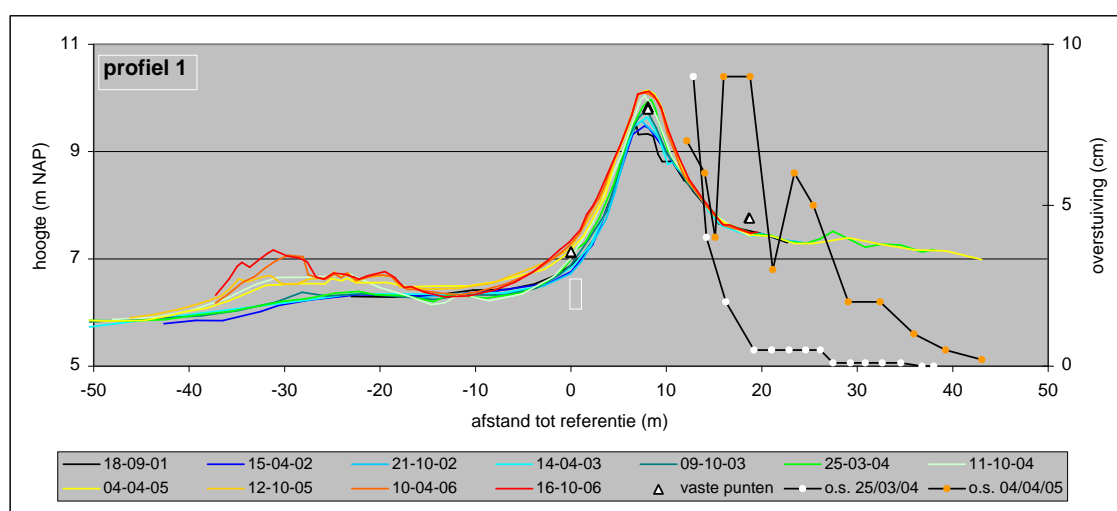
Figuur 4.13. Ligging van profielen over de luchtfoto van 2005



Figuur 4.14. Ligging van profielen en overige meetpunten

4.3.1 Resultaten van de profielmetingen

Figuur 4.15 toont de veranderingen in profiel 1. Links in de figuur bevindt zich het afgeplagde deel van de vallei (zuidwest), rechts de oorspronkelijke vallei bodem (noordoost) die geleidelijk overstoven wordt. De ligging van het profiel wordt verder geïllustreerd door Figuur 4.16. De veranderingen in 2006 volgen de trend die in oktober 2005 is ingezet. In de kruipwilgzone (links) is de hoogte aanzienlijk toegenomen, en is de zone met duinvorming (tegen de wind in) uitgebreid. In het voorjaar van 2006 is een duidelijke accumulatieve duinrug herkenbaar, met op verschillende plaatsen een storthelling. De totale hoogtetoeename in deze zone, sinds oktober 2006, bedraagt ruim 0.35m. Sinds 2002 bedraagt de hoogtetoeename 1m. Het laatste stukje vallei, tussen kruipwilgzone en duindoornrug was in 2004 erosief, werd in 2005 opgevuld, en is nu weer aan het eroderen. De hoogteafname bedraagt circa 0.15m. De valleivorming is hier dus, in de luwte van kruipwilgduintjes, opnieuw op gang gekomen. Voorzijde van de duindoornrug blijft nog enigszins in hoogte toenemen. De top is nu stabiel, met een hoogte van 10.12m NAP. De mate van overstuiving aan de achterzijde is beperkt, en met de hoogtemetingen niet meer vast te stellen.



Figuur 4.15. Ontwikkeling van profiel 1, met hoogteligging (linker as) en overstuiving (rechter as)

Evalueren we de ontwikkeling van het profiel, dan kunnen we concluderen dat in dit profiel accumulatie overheerst. In eerste instantie is er sprake geweest van een vrij forse accumulatie in de duindoornrug. Direct na de ingreep was dit een scherpe overgang van afgeplagde vallei, en niet afgeplagde vallei begroeid met duindoorn. De basisvorm van de rug was al aanwezig: de rug is op het DTM van Figuur 2.1 al te zien. De maximale hoogte (voor wat het waard is, de gegevens zijn gebaseerd op $5 \times 5 \text{ m}^2$ pixels) was toen 8.76m, dus ruim 1m onder het huidige niveau. De huidige accumulatie leidt tot kleinschalige duinvorming, waarbij het zand door opkomende vegetatie wordt vastgelegd. Zolang aanvoer van zand vanuit de vallei plaats blijft vinden, zal de duinvorming doorzetten, maar stagneert de zandaanvoer, dan zal het profiel snel stabiliseren. De eerste duinenrij is begroeid met kruipwilg (zone rond -30m). Initieel was de depositie hier zo groot dat een duidelijke en markante storthelling kon ontstaan (goed herkenbaar in het profiel van april 2006), mede doordat het transport vanuit de vallei door de plots toenemende ruwheid van de kruipwilg binnen een korte afstand werd afgebroken. Het ontstaan van duintjes in de kruipwilg heeft gevolgen voor het windafwaartse deel van het profiel (rechts in de grafiek). Omdat het groots te deel van het zand vanuit de vallei in de kruipwilgen werd ingevangen, ontving de zone hierachter geen zand meer, waardoor deze over is gegaan van accumulatie in erosie. Ook de doorvoer naar de duindoornrug is gestagneerd, waardoor de aangroei hier beperkter is dan voorheen. Het is goed mogelijk dat in de zone tussen kruipwilgduintjes en duindoornrug nu een stuifkuilachtige

vorm gaat ontstaan, die zelf weer uit zou kunnen stuiven tot op het grondwater. Vooral nog is dit niet het geval. Voor wat betreft de duinvormen kunnen de duinen in kruipwilg geclassificeerd worden als natuurlijk ontstane kopjesduinen. De duindoornrug is in feite semi-artificieel, ontstaan door natuurlijke opstuiving, maar de locatie en aard van de vorm is volledig bepaald door de grens van de ingreep. De positie van de duindoornrug is niet veranderd, alleen de dimensies zijn toegenomen. Dit geeft aan dat de duindoorn de bedekking met stuifzand makkelijk heeft kunnen bijhouden. Er is nooit sprake geweest van een zo grote mate van bedekking dat de rug als wandelend duin in beweging zou kunnen komen. Gezien de toch vrij omvangrijke vallei aan de loefzijde, zeker in de beginperiode, is dit een belangrijke conclusie. Het betekent dat bij reactiveren van een verstuiving een windafwaarts gelegen oppervlak met duindoorn onder de huidige omstandigheden (dus bij de mate van transport die we de afgelopen jaren hebben gemeten) in staat zal zijn het stuifzand geleidelijk aan te immobiliseren.

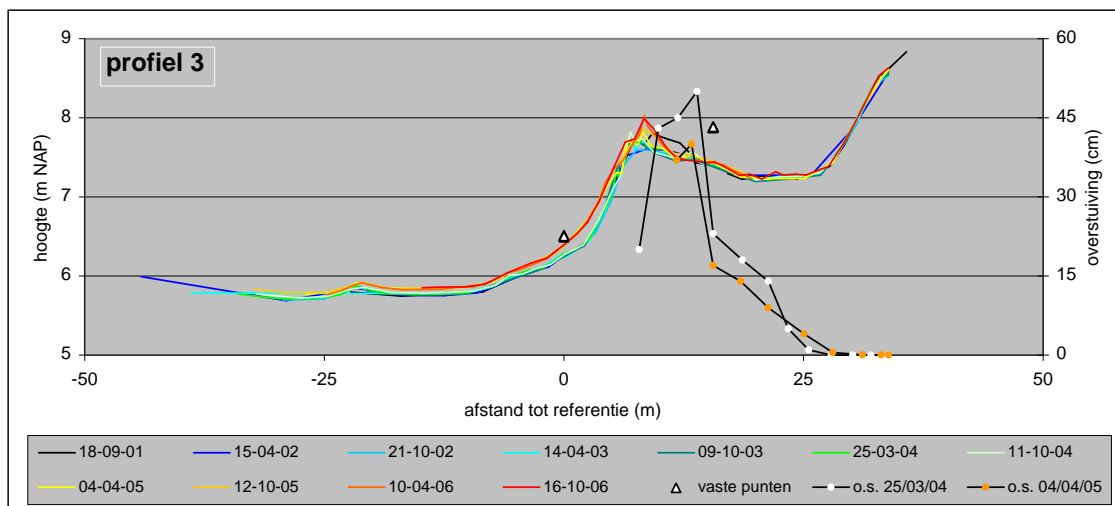


Figuur 4.16. Ligging van profiel 1 op de luchtfoto van 2005

Figuur 4.17 geeft de ontwikkeling van profiel 3 weer. Figuur 4.18 illustreert de ligging in het veld. De dynamiek in dit profiel is veel geringer dan in profiel 1. De depositie aan de voorzijde is gestopt. Alleen op de top vindt nog enige accumulatie plaats, tot een dikte van circa 10cm, vooral in het voorjaar van 2006, in de zomer juist iets meer vóór de top. Veranderingen in de vallei zijn niet te vergelijken met die van de kruipwilgzone voor profiel 1. Overstuiving van de achterzijde is verwaarloosbaar.

Evalueren we de ontwikkeling van profiel 3, dan kan dit gekenmerkt worden als een weinig dynamisch profiel, met vooral lichte aanstuiving over het hele profiel. Initieel is er een rug opgebouwd, de rug was niet aanwezig vóór de ingreep (Figuur 2.1). In de winter van 2004/2005 is er een eenmalige relatief forse verhoging over het gehele profiel waargenomen, daarna is de aanstuiving weer beperkt, en neemt geleidelijk aan af. De belangrijkste ontwikkeling in het profiel hangt samen met de vegetatieontwikkeling in de afgeplagde vallei.

Een toename van de dynamiek in de vorm van verstuiwing heeft waarschijnlijk maar in beperkte mate bijgedragen aan de ecologische ontwikkeling, en in ieder geval niet aan de bestrijding van duindoorn.



Figuur 4.17. Ontwikkeling van profiel 3

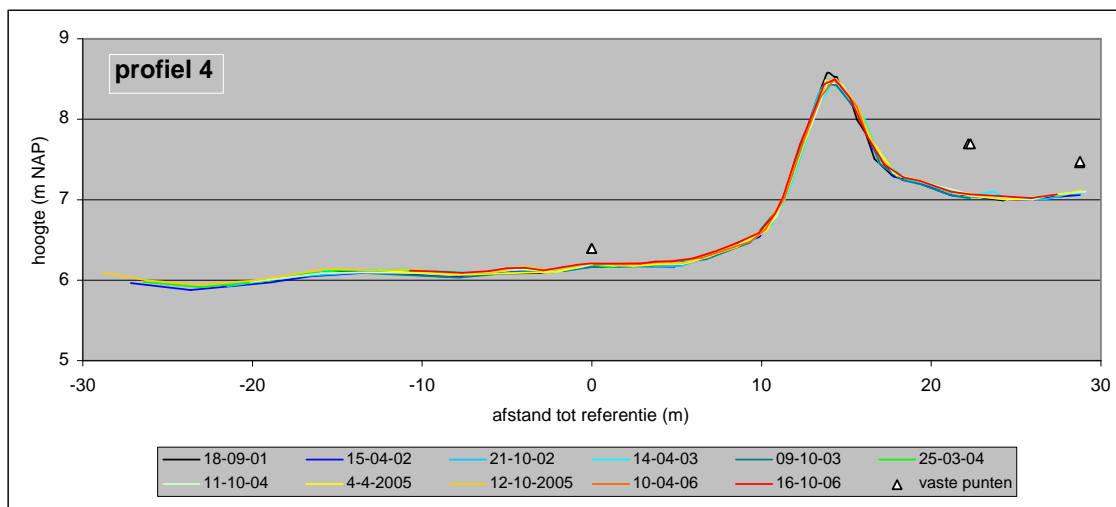


Figuur 4.18. Ligging van profiel 3 op de luchtfoto van 2005

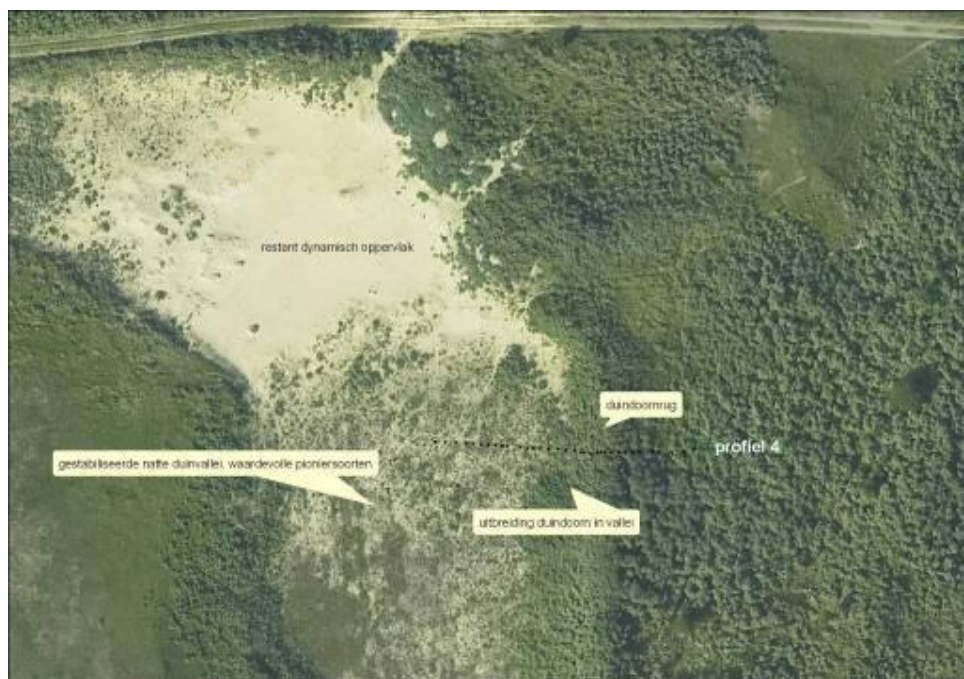
Profiel 4 (Figuur 4.19) is duidelijk volledig gestabiliseerd, zowel in het lage deel, als op de rug. Figuur 4.20 toont duidelijk dat er binnen het profiel geen sprake meer is van dynamiek. De rug is grotendeels bedekt met dichte duindoorn, en de vallei aan de voorzijde van het profiel, is grotendeels begroeid geraakt. Er zijn in 2005 geen morfologische veranderingen waargenomen. De duindoorn breidt zich geleidelijk aan hellingafwaarts uit. Westelijk van

profiel 4 ligt nog een smalle zone met actief stuifzand. Deze zone is goed zichtbaar in Figuur 4.20.

De ontwikkeling van dit profiel is vanaf de eerste opname al nauwelijks dynamisch geweest, waarschijnlijk doordat de vallei hier het vaakst onder water stond, en qua oppervlak ook beperkter was dan ter plaatse van de andere profielen. Het is echter opmerkelijk dat de rug niet op het DTM van vóór de ingreep zichtbaar is (Figuur 2.1). Dit duidt er toch op dat er direct na de ingreep, en vóór de eerste hoogtemeting in 2001 een flinke aanstuiving heeft plaatsgevonden op de overgang met duindoorn. De oorspronkelijke hoogte op het DTM bedraagt 7.7m. Het oppervlak van de vallei is al in de zomer van 2002 begroeid geraakt en grotendeels gestabiliseerd.



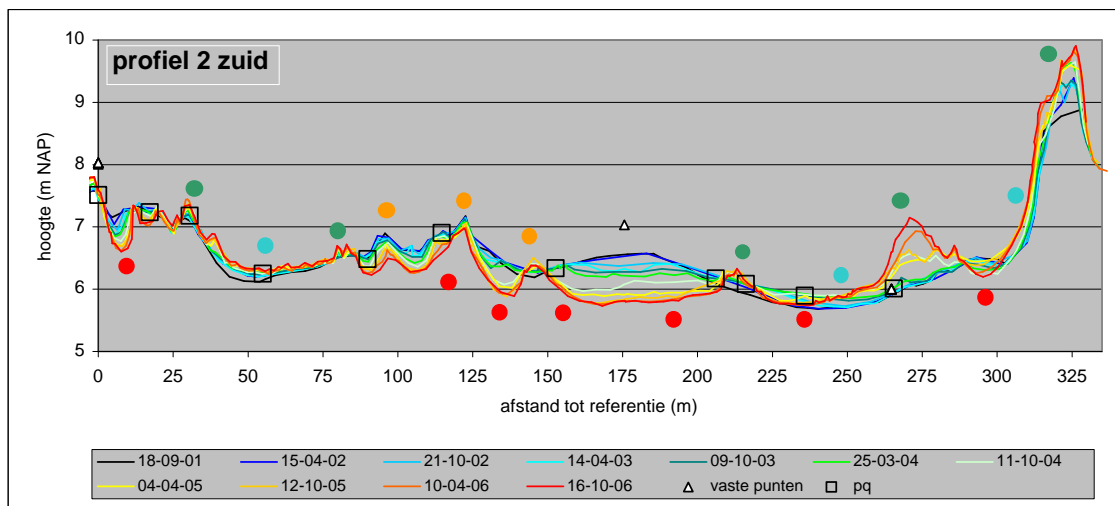
Figuur 4.19. Ontwikkeling van profiel 4



Figuur 4.20. Ligging van profiel 4 op de luchtfoto van 2005

Figuur 4.21 toont het hoofdtransect, tevens het transect waarlangs de vegetatieopnamen worden gemaakt. De luchtfoto in de figuur toont de ligging in het veld. De meetpunten lopen gelijk met de x-as van de bovenliggende grafiek. De veranderingen kunnen dus direct (visueel) gekoppeld worden aan de toestand in het veld. Er gebeurt veel binnen dit transect. Ook dit jaar lijken de veranderingen van oktober 2005 tot april 2006 van vergelijkbare grootteorde te zijn als de veranderingen van april tot oktober 2006. De zomer en winter veranderingen zijn dus ongeveer even groot, en ook dit jaar klopt dat niet met de hoeveelheid wind over deze perioden, hoewel het verschil veel minder opvallend is dan vorig jaar. Het is waarschijnlijk dat een lagere grondwaterstand, hogere temperaturen en grotere verdamping in de zomer er voor zorgen dat het zandtransport door de wind efficiënter gaat, ofwel, dat er minder wind nodig is om dezelfde hoeveelheid zand te verplaatsen. Hieronder zullen we in meer detail naar de grootteorde van veranderingen kijken.

De rode stippen geven de plaatsen aan waar vallei- of stuifkuilvorming door erosie optreedt. Enkele van deze zones zijn aan het uitbreiden. Direct rechts van het nulpunt ontstaat een stuifkuil, die behoorlijk aan het uitdiepen is. Deze vorm is afgebeeld in Figuur 4.7. De grootste zone met erosie bevindt zich tussen 150 en 210m, waar het oppervlak nu zelfs beneden 6m NAP ligt, maar verder richting duinrug is de zone tussen 225 en 250m nu ook erosief, terwijl dit tot 2004 vooral accumulatief was. Waarschijnlijk hangt dit samen met schommelingen in de grondwaterstand, en nu ook vestiging van vegetatie. Dit is direct vóór de kruipwilgzone. Ook direct na de kruipwilgzone is er een smalle strook waar het oppervlak erosief is.



Figuur 4.21. Ontwikkeling van het hoofdtransect (profiel 2 -zuid). Voor betekenis van de stippen, zie tekst

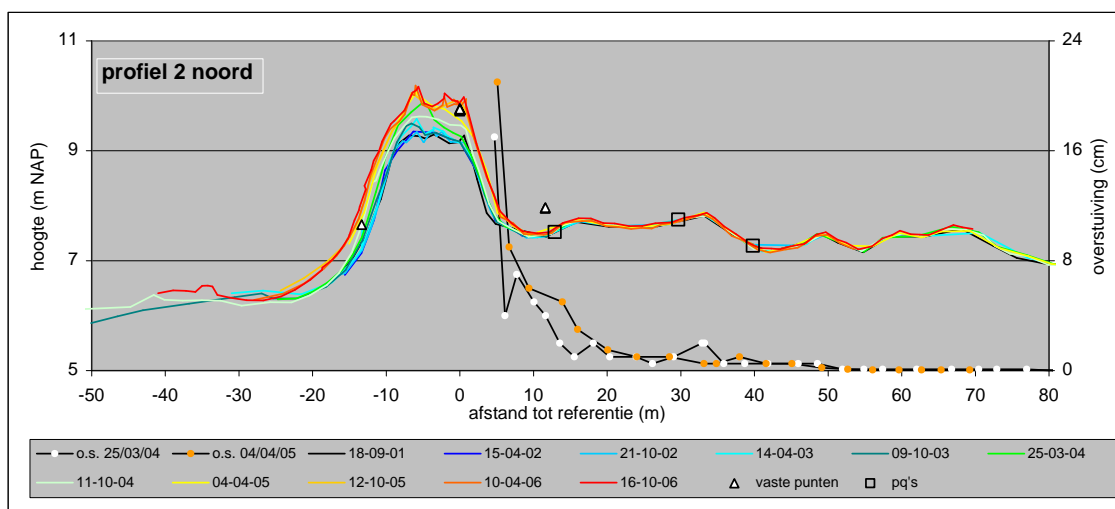
De groene stippen geven aan waar duinvorming door invangen van zand in vegetatie plaats vindt. De kruipwilgzone tussen 260 en 290m is het meest aansprekende voorbeeld, met duinvorming van ca 1m hoog in 2 jaar. De duinvorming op de andere locaties is beperkt.

De oranje stippen geven die plaatsen aan waar hogere duintjes eroderen, en dus afvlakking van het terrein optreedt. Opvallend is dat alle oranje stippen begeleid worden door een rode stip aan de zuidwestkant (links).

Tot slot geven de turkooizen stippen aan waar opvulling van lage delen plaatsvindt met een vlakke zanddeken, dus zonder dat duidelijke duintjes ontstaan. Het meest in het oog springende verschijnsel hier is de dikke depositiedeken direct vóór de duindoornrug, waar in 2004 nog erosie plaatsvond. Een deel is hier het afgelopen jaar weer van geërodeerd.

De meest opvallende ontwikkeling binnen profiel 2-zuid is de verplaatsing van de deflatiezone. Aanvankelijk ligt deze tussen 225 en 250m, maar door erosie van de zone hiervoor, tussen 150 en 210m wordt deze zone geleidelijk aan opgevuld, terwijl de eroderende zone steeds verder verdiept. Deze nieuw uitgestoven laagte ligt nog iets hoger dan de oorspronkelijke laagte. De uitgestoven laagte lijkt tussen twee vrij stabiele punten te liggen (145m en 210m), die door begroeiing, beworteling of compactie misschien resistenter zijn tegen erosie. Opmerkelijk zijn verder de stuifkuilachtige ontwikkelingen bij 10m en 130m, en de duinvorming, in eerste instantie op de duindoornrug, en na 2004 daarvoor in de zone met Kruiplwilg. De verplaatsing van de zone met deflatie, en de verplaatsing van de zone met duinvorming zijn beide 'tegen de wind in'. Concluderend kunnen we stellen dat de ontwikkelingen kleinschalig van karakter zijn. De duinvorming r eageert vooral op depositie in relatie tot vegetatie, en leidt niet tot duinmobiliteit. De deflatie zorgt ervoor dat het oppervlak kaal blijft, doordat ook bij beperkte erosie geen kiemplantjes zich kunnen vestigen. Wordt het oppervlak echter te vochtig, waardoor de erosie beperkt wordt, dan kan uiteindelijk vestiging plaats vinden. Het lijkt erop dat dit in 2006 is gebeurd. De vraag is of de deflatiezone zich opnieuw tegen de wind in zal verplaatsen. Het lijkt echter waarschijnlijker dat met de vestiging van vegetatie in het laatste grote kale oppervlak verdere stabilisatie het gevolg zal zijn.

Figuur 4.22 toont het noordoostelijk deel van profiel 2, gelijklopend met het vegetatie - transect. De hoogte van de rug is in 2006 iets toegenomen, maar de verandering is klein, doordat de doorvoer richting duindoornrug sterk is afgenomen door de ontwikkeling van duintjes in de kruiplwilgzone. Vóór de duindoornrug bevindt zich nu een smalle zone met erosie. Nadat de wind in de Kruiplwilgzone het zand heeft moeten afzetten, kan er na het passeren van deze zone opnieuw zand worden opgenomen.

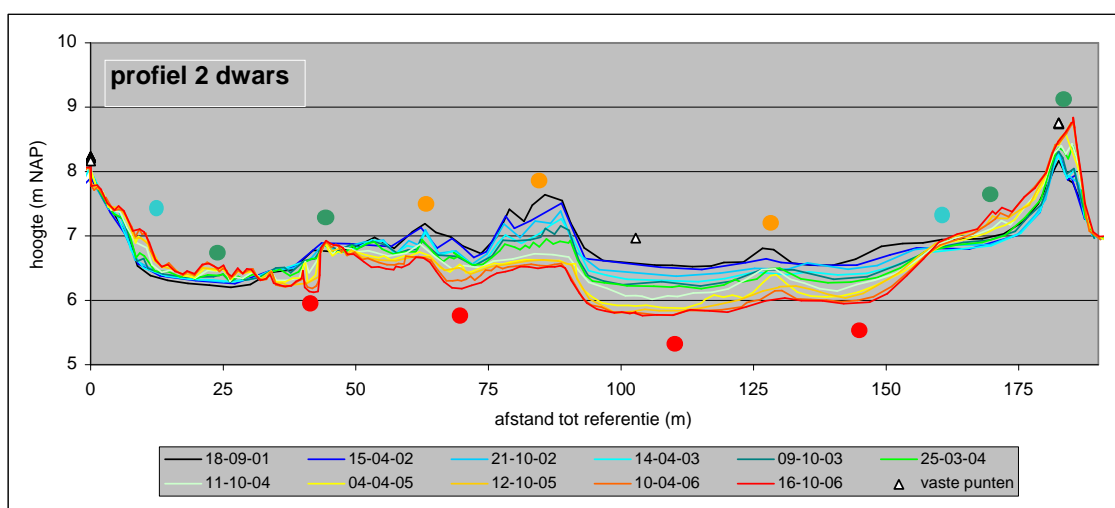


Figuur 4.22. Ontwikkeling van profiel 2-noord

Sinds het begin van de metingen is de duindoornrug uitgebreid, het meest in de hoogte, maar ook zowel aan voor- als achterzijde. De hoogte is circa 80cm toegenomen tussen 2001 en 2006, de breedte is aan beide zijden ca 1m vergroot. Deze rug was overigens ook al vóór de ingreep aanwezig. Ondanks de overstuiving is er voor wat betreft de vegetatie op de rug weinig veranderd. De duindoorn heeft de overstuiving makkelijk bij kunnen houden. Al het zand dat in de afgelopen jaren is ingevangen is in feite geïmmobiliseerd. Ook hier kunnen we concluderen dat er sprake is van (overstuivings)dynamiek zolang zand uit de vallei aangevoerd wordt. Gaat dit stagneren, dan zal de dynamiek snel uitdoven. Er is geen sprake geweest van duinmobiliteit.

Figuur 4.23 toont profiel 2-dwars, dat dwars op profiel 2-zuid staat, en noordwest-zuidoost loopt. Het profiel ligt dwars op de belangrijkste transportrichting. Al het zand dat hier erodeert verdwijnt uit het profiel, richting noordoost (in de 'kijk'richting). In de luchtfoto lopen de meetpunten gelijk aan de x-as van de grafiek. Ook hier zijn met stippen de meest opvallende plekken aangegeven. De kopjesduinen tussen 50 en 100m eroderen nog steeds, en ook de valleivorming tussen 100 en 160m zet door, maar minder hard. De hoogteverlaging is nog maar gering, enkele cm's. Het laagste punt in het profiel ligt nu op 5.77m NAP. Opvallend is verder de stuifkuilachtige ontwikkeling bij 40-45m (zie ook Figuur 4.6).

De belangrijkste ontwikkelingen zijn als volgt samen te vatten, en geïllustreerd door Figuur 4.24. In het centrale deel van het Huttenvlak zijn de veranderingen het grootst. Zowel de resterende kopjesduinen, als de vallei eroderen verder: hier vindt nieuwe valleivorming plaats. Aan de rand van de vallei, ter hoogte van profielen 1 en 2 bevindt zich nu een zone

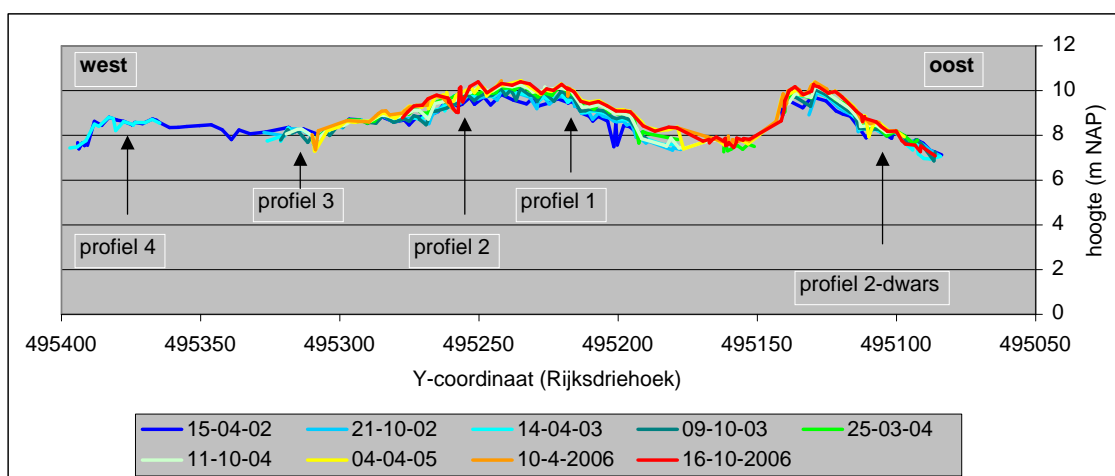


Figuur 4.23. Ontwikkeling van profiel 2-dwars

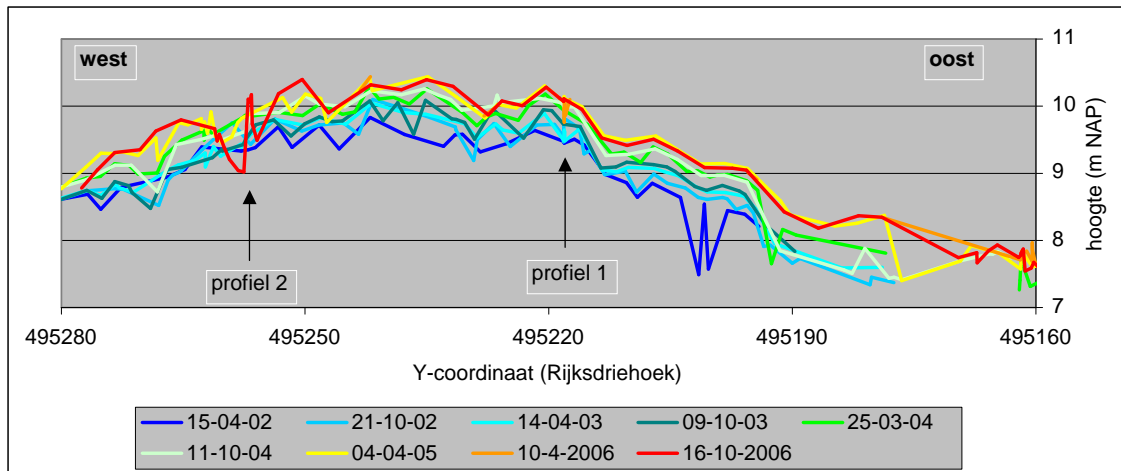


Figuur 4.24. Overzicht over de centrale profielen en belangrijkste ontwikkelingen binnen het gebied

met duinvorming in Kruiwilg in de zomers van 2004, 2005 en 2006. Een groot deel van het in de vallei geërodeerde zand is hierin opgeslagen. De doorvoer naar de duinrug is daardoor beperkter, en begint te stagneren. Ook de verdieping van de vallei lijkt af te gaan nemen, en er hebben zich planten gevestigd. De verdieping hangt echter nauw samen met de grondwaterstand. Mocht er een jaar met veel wind en weinig regen komen, dan kan de verdieping weer verder doorzetten, maar als de begroeiing doorzet, dan zal snelle stabilisatie het gevolg zijn. Het is niet te verwachten dat de duinontwikkeling in de Kruiwilgzone doorzet, omdat ook de doorvoer van zand vanuit de vallei af zal gaan nemen, gezien de recente vestiging van vegetatie. De dynamiek zal zich de komende jaren waarschijnlijk meer gaan beperken tot lokale erosie, in de vorm van stuifkuilen.



Figuur 4.25. Hoogte van de kruinlijn, alle data



Figuur 4.26. Hoogte van de kruinlijn ingezoomd op het meest actieve deel

Uit Figuur 4.26 blijkt dat de hoogte van de rug in 2006 vrijwel niet is toegenomen. Alleen ter hoogte van profiel 2 is er nog sprake van een geringe toename, en een kleine stuifkuilontwikkeling.

4.3.2 Berekeningen van transport

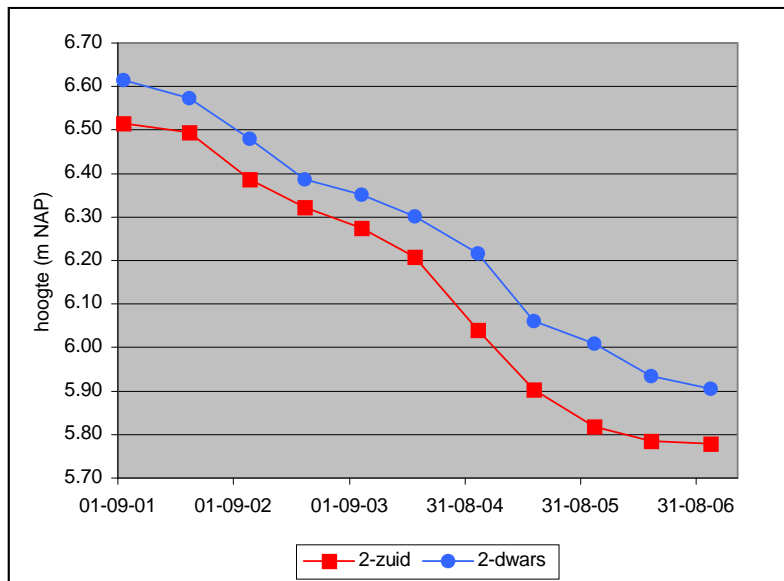
Aan de hand van de profielmetingen zijn berekeningen van transporthoeveelheden te maken. Per periode kan een volumeverandering worden berekend, en de resultaten hiervan kunnen worden vergeleken met de meteorologische omstandigheden over die periode. Het is te verwachten dat de geconstateerde hoeveelheid transport gecorreleerd zal zijn aan de hoeveelheid wind over de betreffende periode.

De deflatiezones uit profiel 2-dwars en profiel 2-zuid lenen zich het beste voor deze berekeningen. De deflatie is hier constant, vegetatie speelt geen rol, en transport zal voornamelijk worden bepaald door wind, neerslag, verdamping en grondwater. De gestage erosie in de deflatiezones is uit te drukken in m^3 per periode (of in cm verlaging). De berekeningen zijn weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Gemeten volumeverandering in 2 profielen

	winter	zomer	winter	zomer
	profiel 2 dwars		profiel 2 zuid	
	m^3	m^3	m^3	m^3
2002	-2.12	-4.61	-0.64	-3.20
2003	-4.66	-1.80	-1.93	-1.44
2004	-2.48	-4.29	-2.03	-4.99
2005	-7.76	-2.58	-4.14	-2.52
2006	-3.73	-1.45	-1.03	-0.19

In Figuur 4.27 is de verlaging van het gemiddelde oppervlak van de deflatiezones in de twee profielen weergegeven. De verlaging verloopt gestaag, maar niet constant. Aan het eind van de metingen lijkt de verlaging te stagneren. De verlaging per periode zou gecorreleerd moeten worden met de grondwaterstand.



Figuur 4.27. Bodemverlaging in de deflatiezones van profielen 2 -zuid en 2-dwars

Wanneer nu deze hoeveelheden worden vergeleken met de windgegevens uit Tabel 4.1, dan blijkt de correlatie tussen hoeveelheid transport en hoeveelheid wind slecht. De correlatie tussen transporthoeveelheid en aantal dagen met een daggemiddelde windsnelheid van 4m/s is verwaarloosbaar, ongeacht of met neerslag rekening wordt gehouden. De correlatie met de schatting van transport is laag, maar opvallend is dat voor de winterperioden de correlatie vrijwel afwezig is, terwijl deze voor de zomerperioden redelijk is. Zonder in al te veel detail op de correlaties in te gaan zijn er wel enkele belangrijke conclusies te verbinden.

- In de winter is de relatie tussen transport en wind blijkbaar zeer gecompliceerd en bepaald niet eenduidig. Een belangrijke factor is grondwater: staat het grondwater boven het oppervlak, dan is er geen transport mogelijk, ongeacht de windsnelheid. Een andere belangrijke factor is de verdamping. In de winter is de verdamping zo laag, dat een nat oppervlak langzaam opdroogt, en het dus lang duurt voor zandtransport door de wind op gang kan komen. Het geschatte potentieel transport correleert niet met de waargenomen volumeveranderingen.
- In de zomer met een hogere verdamping en lagere grondwaterstand is het effect van vocht minder, waardoor de relatie met wind duidelijker wordt. Het geschatte potentieel transport correleert wel met de waargenomen volumeverandering.
- Het feit dat er in een periode weinig stormen of dagen met harde wind zijn geweest zegt niet per se wat over het zandtransport.
- De daggemiddelde windsnelheid >4m/s is een slechte maat en zegt weinig over het transport. Meest opvallende is de periode zomer 2004, met 0 dagen met een daggemiddelde >4m/s en een maximum (!) transport voor profiel 2 -zuid, en een hoog transport voor profiel 2 -dwars.
- Het transport is in de winter vaak het hoogst, maar in 2002 en 2004 is het juist in de zomer het hoogst.
- Een voorbehoud bij de analyse van deze data is dat het data voor de Kooy (bij Den Helder) betreft, dus redelijk ver ten opzichte van het Huttenvlak.

4.4 Observaties flora en fauna door Ruud Luntz

In 2006 heeft Ruud Luntz op een aantal plaatsen in Duin en Kruidberg een bijzondere paddestoel gevonden. Het Huttenvlak was zondermeer de beste plek, en dan vooral de

bovenrand van stuifkuilen. De soort heet Zandtulpje en groeit op plaatsen met kalkrijk stuivend zand. Het zandtulpje houdt niet van natte voeten. In het Huttenvlak kwam naast het Zandtulpje ook nog het Zandputje voor. Dit is een soort paddestoel die lijkt op het Zandtulpje maar dan ongesteeld (zie Figuur 4.29).



Figuur 4.28. Zandtulpje. Foto: Ruud Luntz.



Figuur 4.29. Zandputje (links) en Zandtulpje (rechts). Foto: Ruud Luntz.

In de winter van 2006-2007 stond in de vallei gemiddeld 15-20cm water. Van deze nattigheid profiteerde vooral Rugstreeppadden. Er werden tientallen ei -snoeren gevonden.

Tijdens de voorjaarstrek werden diverse steltlopers waargenomen die langs de oevers op zoek waren naar voedsel.

De vegetatie ontwikkeling is langzaam op gang gekomen. In de eerste jaren kwamen er voornamelijk soorten als Strand- en Echt duizend guldenkruid, Waterpunge en Bleekgele droogbloem. Verder kiemde er al snel kruipwilg en her der duindoorn. De laatste breidde zich door wortelopslag vooral in de randen explosief uit. Dit deel begon zich dus te ontwikkelen als een natte duinvallei. In 2006 vonden we voor het eerst ook de zeldzame kenmerkende soorten voor dit natuurtype, waaronder Parnassia (*Parnassia palustris*), Bitterling (*Blackstonia perfoliata*) en Rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*).



Het Huttenvlak in januari 2007. Foto: Ruud Luntz.

5 CONCLUSIES OVER DE ONTWIKKELING VAN HET HUTTENVLAK TUSSEN 1999 EN 2006

Hieronder volgt een samenvatting van de jaarlijkse observaties zoals die in de verschillende tussenrapporten is verschenen.

5.1 Tussen 1999 en september 2001

De dynamiek in het gebied is na de ingreep in november 1999 enorm toegenomen. Volgens bewoners van de aangrenzende flats 'ziet het er weer uit als vroeger'. Vanuit de afgeplagde vallei is een grote hoeveelheid stuifzand verplaatst en afgezet over de grens met de begroeiing. Op deze grens is een opvallende rug ontstaan, die in korte tijd een aantal meters boven de vallei uitsteekt (ook omdat het oppervlak van de vallei door afplaggen bijna 1m verlaagd is). De depositie in dit grensgebied beperkt zich tot een smalle zone. Duindoorn is, net als overige struwelen, een ruwe vegetatie, dat wil zeggen de afremmende invloed op de windsnelheid is veel groter dan bij gladde vegetaties zoals mos. Door de aanwezigheid van duindoorn neemt de windsnelheid bij het passeren van de vegetatiegrens snel af, het zand wordt dus over een vrij smal traject afgezet, waardoor een geprononceerde duinrug is ontstaan. Over een zone van 10-20m is de depositie fors, daarachter beperkt tot verwaarloosbaar. De positie van de duinrug is bepaald door de omgrenzing van het afgeplagde gebied, en dus antropogeen bepaald. De rug heeft geen verbinding met het paraboolduin dat het Huttenvlak aan de noordkant begrenst. In de vallei zelf zijn in 2001 al kiemplantjes opgekomen.

Hogere ruggen in de vallei zijn sterk aan erosie onderhevig. Door verlaging van de valleibodem als gevolg van afplaggen, en een verhoging van het grondwater door een aantal natte winters, staat een groot deel van de vallei bijna permanent onder invloed van water. Tot nu toe lijkt de grote hoeveelheid vocht in de vallei nog geen belemmering voor verstuiwing op te leveren. Gemiddeld stond er 15-20cm water in de winter. Eind mei was het water weg.

De vegetaties van het Huttenvlak staan onder invloed van verstuiwing en vernatting. In het uitgeschoven valleideel vestigen zich anno 2001 pioniervegetaties met voor een deel pioniersoorten gebonden aan een vochtige tot natte bodem.

Het aanwezige water heeft aantrekkingskracht op de fauna. Er is een broedgeval van Kleine Plevier geconstateerd. Daarnaast zijn Groenpootruiters, Tureluurs, Zwarte Ruiters, Witgatjes en Oeverlopers gesignaleerd en zijn in het water eisnoeren van de Rugstreepaad aangetroffen.

5.2 Tussen oktober 2001 en oktober 2002

In 2001 en 2002 is de ontwikkeling minder schokkend dan in de jaren ervoor. De overstuiving gaat door, met als gevolg dat de duinrug aan de rand van de vallei verder groeit en zich enigszins met de wind mee verplaatst, maar slechts in beperkte mate. Het grootste deel van de rug is dicht begroeid met duindoorn. De overstuiving is niet voldoende om de begroeiing op de rug terug te dringen. Lokaal is de duindoorn wat minder prominent aanwezig (profiel 3) en is sprake van betreding door pony's. Aan de oostzijde groeit vooral liguster. Ook hier is de overstuiving niet zo groot dat het struweel het echt moeilijk krijgt. Achter de rug is zo te zien helemaal niets veranderd.

In winter en voorjaar van 2002 heeft het gestoven met oosten of noordoostenwind, waardoor de zuidwestrand bedekt is met vers stuifzand. In de winter stond het water hoog, maar niet zo hoog als in 2001. Een behoorlijk groot deel van de vallei was bedekt met

water, naar schatting circa 30%. Na de zomer is vrijwel al het open water verdwenen, op één klein plekje aan de noordwestkant van de vallei na. Omdat het meeste water aan de noordoostkant stond, relatief dicht bij de overstuivingsrug, was in de winter (stuifseizoen) het brongebied voor de overstuivingsrug vrij beperkt, vooral aan de westkant. Hier is het brongebied ook al het verst begroeid, profiel 4 is al voor een groot deel gestabiliseerd. Een groot deel van het stuifzand dat met zuidwestenwind door de vallei beweegt is ingevangen in het water. De diepere delen van de vallei worden vanuit het zuidwesten opgevuld, hetgeen duidelijk uit de profielen blijkt (zie hieronder). Er is dus sprake van een nivellering binnen de vallei.

In de vallei zijn op de hogere stukjes (lage ruggen en kopjesduin) veel sporen van erosie. Vooral het complex van kopjesduin waar het dwarstransect doorheen loopt is behoorlijk geërodeerd. Sommige kopjes zijn lager geworden, anderen zijn zelfs geheel verdwenen. Het ronde bosje aan de oostkant is ook verder geërodeerd, de westkant heeft een steilwand tot circa 1 meter hoog.

De vegetatie in de vallei is behoorlijk uitgebreid, maar wordt gedeeltelijk kort gehouden door pony's. Grote delen van de vallei zijn nu bedekt met nieuwe vegetatie, maar de bedekking zelf is nog gering, en minder dan 1%. Alleen aan de noordwestkant is de bedekking groter, en lijkt het oppervlak al gestabiliseerd. Als de vegetatie zich verder uitbreid zal dit volgend jaar gevolgen gaan hebben voor de verstuiwing binnen de vallei.

Pony's dragen bij aan de dynamiek door begrazing, maar ook door betreding. In het najaar werden diverse paadjes dwars door de vallei en over de duinrug aangetroffen. Door deze paadjes ontstaan nieuwe aangrijpingspunten voor de wind. 2002

5.3 Tussen oktober 2002 en oktober 2003

2003 was een droog, zonnig en zeer warm jaar, met weinig wind en neerslag. In de winter staat een deel van de vallei onder water, maar niet zo veel als de winter ervoor. In februari is het water bevroren, en kan zand over het ijs stuiven. In de zomer droogt de vallei geheel op. Alleen in de meest westelijke helft van het laagste deel van de vallei, bij raai 4, blijft het vochtig. Het grondwater zit hier net onder het oppervlak.

Het heeft in de winter redelijk gestoven, waarschijnlijk voornamelijk met oostenwind. Aan de noordwestkant van de vallei zijn sporen van overstuiving zichtbaar over de vegetatie die inmiddels op de valleibodem is gevestigd. De overstuivingsrug is redelijk wit, vooral vanaf de 'landwaartse' kant gezien. In het oostelijk deel van de vallei is de dynamiek groot. Aan het begin van raai 2 zijn kleine, stuifkuilachtige vormen ontstaan op de overgang van het afgeplagde en niet afgeplagde deel. De vormen zijn nog niet diep, maar wel duidelijk dieper dan de omgeving. Vóór de duinrug zijn kleine duintjes ontstaan, waarop kruipwilg groeit. De begroeiing in de zone vóór de duinrug neemt van raai 1 naar raai 4 toe.

Er is sprake van overstuiving met kalkrijk zand in de vegetatiezones aan de randen van het verstuiwingsgebied. De invloed van deze overstuiving is merkbaar in de vegetaties. De zones waar de oorspronkelijke vegetaties gespaard zijn gebleven zijn droog van karakter gebleven. Vernatting is hier door de hogere maaiveldligging niet opgetreden en ook niet te verwachten.

In de centrale vallei is het oppervlak nog steeds echt kaal. Dit is waarschijnlijk het meest actieve deel. Rondom het dwarstransect zijn de kleine duintje flink aan het eroderen. Hier en daar zijn de duintjes al zo ver afgevlakt dat het oppervlak al bijna net zo laag ligt als de vallei. In het centrale deel van de vallei is dus veel zand in beweging (waarschijnlijk

mede dankzij de droge zomer en de lage grondwaterstand), gedeeltelijk erosief, gedeeltelijk accumulatief. Op veel plaatsen komen in de hogere delen pioniervegetaties van droge kalkrijke bodem voor. In de lagere delen hebben zich pioniervegetaties van vochtige bodem gevestigd. Alle pioniervegetaties zijn ijl van karakter, de plantengroei bedekt vaak niet meer dan 5%. Er is een goede variatie aan vochtige pionierplanten aangetroffen. Nitrofiele soorten anders dan lokaal wat uitlopers van oude duindoornstruiken zijn weinig aangetroffen. De diversiteit aan pioniersoorten van vochtige bodem is de afgelopen jaren toegenomen. In enkele depressies staan planten gebonden aan geïnundeerde milieus, zij het dat open water in de zomerperiode grotendeels ontbreekt. Voorgaande ontwikkelingen geven aan, dat potentieel interessante vochtige valleivegetaties in het verschiet liggen.

Het grootste stuk van de vallei aan de westkant (dat ook is afgeplagd) staat inmiddels alweer vol met duindoorn. Alleen aan de uiterste westkant is nog een stukje actief, ook t/m de duinrug. De bedekking is nog geen 100%, en de struiken zijn nog klein. Raaien 3 en 4 zijn al voor het grootste deel gestabiliseerd. De duinrug staat zeer dicht in de duindoorn. In raai 3 zijn op de duinrug veel sporen van grote grazers. Deze houden hier de dynamiek nog enigszins aan de gang. De verstuing is sowieso populair onder pony's. Er zijn regelmatig sporen te vinden en er worden paadjes gemaakt. De grazers (pony's) leveren een duidelijke en waarschijnlijk structurele bijdrage aan het open houden van het terrein. Het is niet zozeer het begrazen als wel het betreden dat voor open plekken zorgt.

In de valleiden waarin oorspronkelijke vegetaties gehandhaafd zijn gebleven zijn geen grote veranderingen opgetreden. Aan de noordoostzijde van het verstuinggebied staan de vegetaties onder invloed van overstuiving met kalkrijk zand hetgeen de bedekking door plantensoorten van oppervlakkig ontkalkte bodem doet verminderen ten gunste van pioniersoorten van kalkrijk milieu zoals Groot duinsterretje. Aan de zuidwestzijde van het verstuinggebied treedt maaiavelerosie op. Deze milieudynamiek bevordert ook hier plantensoorten van meer dynamische kalkrijke milieus.

Ook in het Huttenvlak staat, net als in Berkheide en van Limburg Stirum, op verschillende stukken vlieszaad. Zelfs op de duinrug staat het tussen de duindoorn. Er is nergens loogkruid aangetroffen.

Er heeft weer een paartje kleine plevieren gebroed. Op een vochtige plek is door Ruud Luntz een grote parelmoervlinder waargenomen.

5.4 Tussen oktober 2003 en oktober 2004

2004 was qua totale hoeveelheid neerslag normaal, de verdeling was echter abnormaal. De winter was nat, de lente was droog, de zomer was zeer nat, en de herfst aan de droge kant. Voor wat betreft de geomorfologische dynamiek was 2004 een jaar met veel, en interessante veranderingen. Vanwege de droge lente staat in het voorjaar de vallei bijna droog, met uitzondering van de noordwestkant, in het laagste deel van de vallei waar bijna altijd water staat. In raai 4 staat een heel klein plasje, ten noordwesten daarvan ligt een groter plasje. De vallei staat de rest van het jaar droog.

Het ziet er na de winter bijzonder dynamisch uit, omdat de duindoornrug voor een deel behoorlijk vol gestoven is, en er in de vallei tal van sporen van zowel erosie als sedimentatie zijn. In de vallei is gemiddeld een forse erosie van 12cm gemeten. In de winter hebben de Kruiwilgen in de zone vóór de duindoornrug het zandtransport blijkbaar niet tegen gehouden (omdat ze dan geen blad dragen). In de zomer blijken ze dat wel te doen, en zijn duintjes ontstaan van inmiddels 0.3m hoog. Uiteindelijk zal de doorvoer van zand naar de duindoornrug hierdoor stagneren.

Ondanks de dynamiek in de vallei zijn er wel grote vlakken waar vegetatie is gevestigd, die in de winter voor een groot deel wordt overstoven. Aan de zuidwestkant van de vallei is veel begroeiing opgekomen, voornamelijk Kruiwilg. Een groot deel van deze zone is aan het stabiliseren.

Er is na de winter een grote gradiënt in dynamiek met een sterke afname van profiel 3 naar profiel 1. Het gevolg is een groot contrast tussen het westelijk deel van de rug (grijs, dichte duindoorn, nauwelijks of niet overstoven, duindoorn inmiddels ook vóór de rug, in de vallei) en oostelijk deel (wit, duindoornstakken steken door de overstuiving, kaal aan de voorkant, hier en daar een scherpe kam als van een transversaal duin, en op behoorlijk wat plaatsen een steile lijhelling, zelfs met storthelling). In de vallei zijn veel kopjes - en schaduwinduinen ontstaan en ook verschillende kleine bultjes, met een bolletje Buntgras erop.

In 2003 werd al een begin van stuifkuilontwikkeling gesignaleerd (toen vooral aan het begin van profiel 2-zuid). In 2004 is dit uitgebreid. Er ontstaan hier en daar mooie ellipsvormige en schotelvormige stuifkuilen. Op een paar plaatsen gebeurt dit op de grens van het afgeplagde deel, en dan net waar de vegetatie op houdt (en aan de west of zuidwestkant van het kale deel ligt). Er liggen geen stuifkuilen binnen de raaien. Ook de 'gereactiveerde' stuifkuil aan de westkant, waar tijdens de reactivatie-werkzaamheden speciale aandacht aan is gegeven, ontwikkelt zich op deze manier verder. Het lijkt er op dat de ontwikkeling van deze vormen ook tegen de wind in gaat. Het is opvallend dat ook hier, net als in verschillende andere gebieden, in 2004 zoveel erosieve vormen zijn ontstaan.

In de duindoornrug, en met name in het dynamische stuk, staat vrij veel gras tussen de duindoorn. Het is lang gras en lijkt op Festuca. Hier en daar lijkt het de duindoorn zelfs te overwoekeren.

Ten oosten van profiel 1 is Loogkruid gevonden, ten westen van profiel 2 Vlieszaad, maar de bedekkingen van beide planten zijn marginaal, en niet te vergelijken met wat in het Van Limburg Stirumgebied of het Verlaten Veld is gevonden.

De vorig jaar aan de hand van ecologische veranderingen aangetoonde (geringe) overstuiving achter de duinrug is dit jaar bevestigd door middel van metingen met een gutsboor. Overstuiving is tot 80m achter de rug gemeten.

5.5 Tussen oktober 2004 en oktober 2005

2005 was een jaar met een uitzonderlijk lang groeiseizoen, dat tot in november doorliep. Opnieuw was de totale hoeveelheid neerslag gemiddeld, de verdeling anders dan normaal, aangezien de grootste hoeveelheid neerslag in de zomer viel. Er was weinig wind. Desondanks dat is de erosie van de vallei tussen oktober 2004 en april 2005 het grootste van alle metingen tot nu toe, ca 14cm. Deze forse erosie heeft over het gehele gebied voor een opvallende overstuiving gezorgd.

De kleinschalige erosievormen, langs de randen van de voormalige ingreep, blijven opvallen.

In de winter is de zone met kruiwilg vóór de duinrug helemaal vol gestoven, zodat zand weer door deze zone heen kan stuiven. Hierdoor is de duindoornrug opnieuw flink overstoven, waardoor o.a. verschillende buizen onder het zand zijn verdwenen. De helling van de duinrug, achter de kruiwilgzone is door het vol stuiven geëgaliseerd. De

duindoornrug is met 10-20cm en plaatselijk zelfs 50cm in hoogte toegenomen, maar de positie is niet veranderd. Vóór de duindoornrug liggen dikke pakketten depositie, van enkele tientallen cm's dik. Deze zone blijft kaal. Achter de rug is opnieuw, tot op een afstand van 80m, een beperkte overstuiving aangetoond. De kruipwilgzone is niet meer als afzonderlijke duinrug in opbouw te herkennen, en valt nu alleen op door de vol gestoven begroeiing, niet zozeer door een hoogteverschil met de omgeving. In de zo mer ontstaan er individuele duintjes in de Kruipwilg en breidt de Kruipwilg zich enorm uit. Takken van ca 60-80cm zijn geen uitzondering. Het is de vraag in hoeverre het zand hier in de winter nog doorheen kan stuiven. In de kruipwilgzone staat ook hier en daar jonge Duindoorn. De totale bedekking is nu 40-70%. Hierdoor is de vallei vóór de rug effectief in tweeën gesplitst. Er komen ook veel paddenstoelen voor tussen de Kruipwilg.

Door het extreme groeiseizoen heeft de vegetatie zich fors uitgebreid, het lijkt veel meer dan in andere jaren. Ook de duindoornstruiken zijn flink in omvang toegenomen.

Het gestabiliseerde deel van de vallei aan de westkant krijgt nu aan de oostrand wat zand vanuit het oosten, en misschien aan de westkant ook vanuit het westen. Het ziet er minder star uit dan vorig jaar, maar profiel 4 is wel geheel gestabiliseerd.

De vallei heeft het hele jaar droog gestaan. De centrale zone is wel zeer actief geweest, evenals de stuifkuilen aan de randen. In de centrale, kale zone, liggen veel kopjesduintjes met gras, vooral zandzegge. Het oppervlak is meestal kleiner dan 1 m². De kopjesduintjes ten noorden van het opstelpunt zijn bijna allemaal geërodeerd. Er ligt nog wel een enigszins hellend plateau, maar de meeste kopjes zijn eraf. Door uitstuiving blijven hier veel wortels achter. De grote pol in het midden van de vallei is verder afgekalfd. De struik hangt nu aan de SW kant over en begint daar af te sterven.

Er zijn veel sporen van pony's in het gebied.

In oktober 2005 leek de begroeiing zodanig toegenomen dat veranderingen tussen april en oktober laag werden geschat. Uit de profielmetingen blijkt echter dat de veranderingen in de zomer slechts weinig kleiner zijn dan de veranderingen in de winter van 2004 -2005. Dit is des te opmerkelijker gezien het feit dat de beschikbare windenergie in de zomer veel lager was dan in de winter (en het hele jaar door lager dan in het jaar met de tot nu toe grootste windenergie, 2002).

5.6 Tussen oktober 2005 en oktober 2006

Was 2005 een jaar met een extreem groeiseizoen, 2006 deed daar nog een schepje bovenop. Planten konden door het uitblijven van vorst en voortduren van veel hogere temperaturen dan normaal tot het einde van het jaar doorgroeien. Stormachtig werd het pas na oktober 2006. De periode waarover de metingen betrekking hebben was rustig qua wind. Geomorfologisch van belang was de extreme regenval in augustus, die in veel duingebieden tot aanzienlijke watererosie heeft geleid, en mogelijk de extreme hitte in juli, waardoor lokaal begroeiing is verdroogd.

Ook in de winter van 2005-2006 is de Kruipwilgzone weer het toneel van flinke duinontwikkeling, dit keer zelfs compleet met fraai ontwikkelde storthellingen. De overstuiving in de duindoornrug is nu echt afgenomen, en lager dan in voorgaande jaren. De doorvoer is door de duinontwikkeling in de Kruipwilgzone nu dus echt aan het stagneren.

Aan de westkant van profiel 2-dwars ontstaan langzaam nieuwe vochtige duinvallei situaties, doordat de erosie zover gevorderd is dat hier en daar het oppervlak vochtig is door capillaire opstijging.

De zuidwestkant van de vallei is grotendeels gestabiliseerd. Er groeit veel Kruipwilg. Alleen aan het begin van profiel 2-zuid is nog dynamiek in de vorm van stuifkuilontwikkeling aanwezig. Dit speelt zich op een vijftal plaatsen af. Binnen de deflatievallei zijn veel kleine kopjesduinen te vinden, vaak begroeid met gras. Een groot deel van de vallei lijkt dicht boven het grondwater te zitten. In het laagste, centrale deel staan nu heren der kiemplantjes. Tussen de Kruipwilg staan veel paddenstoelen. Ruud Luntz heeft ook Zandtulpjes en Zandputjes gevonden. In de lage delen zijn veel kleine Populieren opgekomen. Tussen de Duindoorn bloeit na de zomer vrij veel Duinriet.

5.7 Na oktober 2006

In de winter van 2006-2007 stond in de vallei gemiddeld 15-20cm water. Van deze natigheid profiteerde vooral Rugstreepadden. Er werden tientallen ei-snoeren gevonden. Van deze ontwikkeling profiteerde vooral rugstreepadden. Er werden tientallen ei-snoeren gevonden.

Tijdens de voorjaarsstrek werden diverse steltlopers waargenomen die langs de oevers op zoek waren naar voedsel.

De vegetatie ontwikkeling is langzaam op gang gekomen. In de eerste jaren kwamen er voornamelijk soorten als Strand- en Echt duizend guldenkruid, Waterpunge en Bleekgele droogbloem. Verder kiemde er al snel kruipwilg en heren der duindoorn. De laatste breidde zich door wortelopslag vooral in de randen explosief uit. Dit deel begon zich dus te ontwikkelen als een natte duinvallei. In 2006 vonden we voor het eerst ook de zeldzame kenmerkende soorten voor dit natuurtype, waaronder Parnassia (*Parnassia palustris*), Bitterling (*Blackstonia perfoliata*) en Rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*).

6 EVALUATIE EN AANBEVELINGEN

Wat heeft de ingreep vanuit geomorfologisch perspectief opgeleverd? Eind 2006 lijkt het erop dat de grootschalige dynamiek langzaam aan het uitdoven is, terwijl er een kleinschalig mozaïek van dynamische plekken, in de vorm van stuifkuilen, overblijft. De grootschalige verstuing die na de ingreep tot leven was gebracht is opgedeeld in kleinere fragmenten. Het is de vraag in hoeverre deze kleinschaligere elementen in de toekomst actief blijven. Mogelijk blijven ook de komende jaren nog pulsen van dynamiek voor verjonging zorgen.

Het belangrijkste proces met betrekking tot de duurzaamheid van dynamiek is erosie. In het centrale deel van de vallei heeft erosie jarenlang overheerst, en is een uitgebreide deflatiezone ontstaan, die dicht aan het grondwater ligt. In de winter staat het grondwater vaak boven het oppervlak, in de zomer meestal eronder. In dit opzicht is de ingreep geslaagd: er is over een redelijk groot oppervlak een natte duinvallei ontstaan. Dit proces duurt nog voort, maar wordt kleinschaliger, aangezien in de laagste delen van de deflatiezone in 2006 vegetatie is opgekomen. Op zich is dit een natuurlijk verschijnsel: een vallei stuift uit tot op het grondwater, waarna vegetatieontwikkeling een kans krijgt. Er zijn nog eroderende delen die nog niet tot op het grondwater zijn uitgestoven, en waarvan de verwachting is dat dit nog wel de komende jaren zal gebeuren. De natte duinvallei zal zich dus nog verder uit kunnen breiden. In de winter van 2006 -2007 staat een groot deel van de vallei weer onder water (Foto p30).

Depositie heeft in eerste instantie een stempel op het landschap gedrukt. Direct na de ingreep is er op de overgang van kaal gemaakt naar nog begroeid terrein een rug ontstaan, of is een bestaande rug verder verhoogd. De duindoorn die hier groeide heeft de depositie makkelijk bij kunnen houden, zodat er een uitgestrekte duinrug, begroeid met duindoorn is ontstaan. Achter deze rug is een beperkte overstuiving waargenomen, in de orde van mm's tot enkele cm's, tot op een afstand van 80m vanaf de rug. Voor wat betreft de geomorfologie heeft deze mate van overstuiving weinig of geen effect, voor wat betreft de ecologie is aangetoond dat er wel een effect is door beïnvloeding van een gedeeltelijk verzuurde bodem door kalkhoudend zand (Kruijsen, 2005). Ook in de deflatievallei heeft depositie voor een patroonverandering gezorgd. Het laagste deel van de vallei is namelijk in de eerste jaren vol gestoven, mede door het aanwezige water, waarna de deflatiezone zich tegen de wind in heeft verplaatst. Hierdoor is de natte duinvallei dus van positie veranderd. Enkele jaren na de ingreep heeft depositie opnieuw voor een belangrijke verandering gezorgd. Op de rand van de uitblazingszone is Kruiwilg opgekomen, waar vervolgens veel zand in is gevangen. Hier zijn kopjesduinen ontstaan, met aanvankelijk een grote mate van dynamiek, er ontstonden zelfs storthellingen in. Voor wat betreft de duurzaamheid blijkt depositie op de schaal zoals in het Huttenvlak opgetreden geen rol te spelen. Nergens is de bedekking met zand zo groot geweest dat vegetatie begraven en afgestorven is. Depositie heeft dus niet voor nieuwe pioniersituaties kunnen zorgen, en ook niet voor remobilisatie van zand. Er is geen sprake geweest van het ontstaan van mobiele duinen met mogelijkheden voor een langdurige ontwikkeling van het verplaatsen van duinen en de bijbehorende valleivorming die met de wind mee verplaatst.

Het opvullen van de deflatievallei in eerste instantie is het gevolg geweest van een combinatie van factoren. Het laagste punt van de vallei lag aan de oostkant van de ingreep, dus tegen de duindoornrug aan. Ten zuidwesten hiervan lag een hoger gelegen, kale zone, waar enorm veel zand vanaf is gestoven. In de winter, wanneer het laagste deel onder water stond, kwam het stuifzand vanuit de kale zone tot stilstand in het water, waardoor het laagste deel geleidelijk aan is opgevuld. Bij het plannen van een volgende ingreep kan het nuttig zijn met een dergelijke ontwikkeling rekening te houden. Wanneer met het afplaggen gezorgd wordt dat het laagste deel zoveel mogelijk aan de windwaartse

kant ligt, kan de verstuiwing zich hiervandaan uitbreiden, en kan de vallei gelijk met de wind mee groeien.

De ingreep heeft nog steeds effecten op de landschapsontwikkeling. Er is een duidelijk positieve impuls voor valleiontwikkeling en pioniersoorten, en een tendens naar schaalverkleining in de vorm van stuifkuilontwikkeling. De ontwikkelingen zijn vergelijkbaar met die in het van Limburg Stirum gebied, en in de vallei van het Verlaten Veld, waar de valleiontwikkeling en de ontwikkeling van de paraboalkop niet aan elkaar gerelateerd lijken te zijn. Grote verschil met het Verlaten Veld is wel dat in het Verlaten Veld de deflatiezones wel met de wind mee verschuiven.

De ingreep heeft geen impuls gegeven voor grootschalige duinmobiliteit. On danks dat het gebied nog niet geheel gestabiliseerd is, is duidelijk dat een ingreep als die in het Huttenvlak niet tot duinmobiliteit op grotere schaal leidt, en in die zin geen oplossing voor duurzaamheid biedt. De ingreep heeft een impuls gegeven voor langjarige, kleinschalige dynamiek, met allerlei positieve ontwikkelingen voor de vegetatie, waarbij de verwachting is dat dit na enkele decennia uitgewerkt zal zijn. Een belangrijke aanbeveling is om in de toekomst de mate van dynamiek en ecologische ontwikkeling te blijven volgen, zij het minder intensief dan in de afgelopen jaren het geval is geweest. Alleen dan zullen uiteindelijk conclusies getrokken kunnen worden over a) de langjarige (enkele decennia) gevolgen van de ingreep voor de geomorfologie en b) de langjarige gevolgen van de ingreep voor de ecologie. Voor wat betreft de geomorfologie zou een jaarlijkse quickscan in april volstaan, waarbij een indruk van de ontwikkeling gedurende over het afgelopen jaar wordt vastgelegd. Na verloop van 3-5 jaar kan dan besloten worden nogmaals een hoogtemeting uit te voeren, voor die profielen waar nog veranderingen waargenomen worden. Voor wat betreft de ecologie is een minder frequent maar gedetailleerder onderzoek aan te bevelen, bijvoorbeeld een vegetatieonderzoek zoals die eerder in het Huttenvlak is uitgevoerd met een interval van circa 3-4 jaar (de volgende dus in 2007-2008).

Aan de hand van bestaande gegevens zijn nog meer analyses uit te voeren, waarbij vooral de analyse van bestaande luchtfoto's (2001, 2003 en 2005) nog nuttige informatie kan leveren over het de veranderingen van begroeid en onbegroeid oppervlak in de loop van de tijd.

Gezien de interesse voor en de problematiek van grootschalige, duurzame verstuiwing is het nuttig de gegevens van het Huttenvlak te vergelijken met gegevens van andere projecten in Kennemerland (Verlaten Veld, Bruid van Haarlem) en daarbuiten (van Limburg Stirum gebied, Kerf bij Schoorl).

Hoewel opzet en uitvoering van het project Huttenvlak niet optimaal zijn geweest, en het opgang brengen van verstuiwing maar gedeeltelijk geslaagd is, is het huttenvlak een meer dan waardevol gebied gebleven. Het gebied is nog steeds in beweging en er is sprake van een vorm van dynamiek die we in meer delen van het NPZK graag zouden willen zien. Natuurmonumenten heeft veel geleerd van dit project en zal de kennis opgedaan bij het project in de toekomst bij andere projecten weer gebruiken.

7 LITERATUUR

- Arens, S.M. en Kruijssen, B., 2001. Onderzoek ontwikkeling geomorfologie en vegetatie in het Huttenvlak (Duin en Kruidberg) in 2001. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2001.01, in opdracht van Natuurmonumenten.
- Arens, S.M., 2002. Onderzoek ontwikkeling geomorfologie in het Huttenvlak (Duin en Kruidberg); Opname 2002. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2002.02, in opdracht van Natuurmonumenten.
- Arens, S.M. en Kruijssen, B., 2004. Onderzoek ontwikkeling geomorfologie en vegetatie in het Huttenvlak (Duin en Kruidberg); Opname 2003. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2004.02, in opdracht van Natuurmonumenten.
- Arens, S.M., 2004. Ontwikkeling Geomorfologie in het Huttenvlak (Duin & Kruidberg); Opname 2004. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, RAP2004.09, in opdracht van Natuurmonumenten.
- Arens, S.M., 2005. Ontwikkeling Geomorfologie in het Huttenvlak (Duin & Kruidberg); Opname 2005. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, RAP2005.04, in opdracht van Natuurmonumenten.
- Arens, S.M., L. Geelen, H. van der Hagen & Q. Slings. Duurzame verstuing in de Hollandse duinen. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, RAP2007.02 in opdracht van DZH, PWN en Waternet.
- Bosman, W., persoonlijke communicatie.
- van Boxel, J.H., Jungerius, P.D., Kieffer, N., en Hampele, N., 1997. Ecological effects of reactivation of artificially stabilized blowouts in coastal dunes. *Journal of Coastal Conservation*, 3, 57-62.
- KNMI, 2006. <http://www.knmi.nl/product/>
- Kruijssen, B.W.J.M., 2005. Ontwikkelingen in duinvalleivegetatie Duin en Kruidberg in periode 1999-2004. Rapport Ecologisch Adviesbureau B. Kruijssen, in opdracht van Natuurmonumenten.
- Luntz, R., persoonlijke communicatie.
- Meulen, F. van der, Kooijman, A.M., Veer, M.A.C. en Boxel, J.H. van, 1996. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering in open droge duinen. Eindrapport fase 1, 1991-1995. Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam, in opdracht van het IKC Natuurbeheer, Directie Natuurbeheer, Ministerie van LNV.
- Vertegaal, C.T.M., E.G.M Louman, T.W.M. Bakker, J.A. Klijn, F. van der Meulen, 1991. Monitoring effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering in open droge duinen. Prae-advies. Deskundigenteam Effectgerichte maatregelen verzuring droge duinen, april 1991.

LIJST VAN FIGUREN

- Figuur 2.1. DTM van een deel van Zuid-Kennemerland met het Huttenvlak. Bron: PWN.
- Figuur 2.2. Het Huttenvlak in vogelvlucht; blik naar het noorden. Aan de zuidwestkant de eerder gereactiveerde stuifkuilen. Bron: GoogleEarth.
- Figuur 4.1. Nieuwe duintjes met storthelling in Kruiwilg, vóór de duindoornrug
- Figuur 4.2. Duindoornrug met depositie
- Figuur 4.3. Eroderende kopjesduinen met kleinschalige valleivorming
- Figuur 4.4. Centrale deel van de vallei met kruising van profielen 2dwars en 2zuid
- Figuur 4.5. Kleine erosiepollen
- Figuur 4.6. Eroderende kopjesduinen aan de westkant van profiel 2 -dwars
- Figuur 4.7. Stuifkuil aan het begin van profiel 2 zuid
- Figuur 4.8. Overzicht over de vallei vanaf de duindoornrug
- Figuur 4.9. Laagste zone van de vallei met capillair grondwater en beginnende vegetatie
- Figuur 4.10. Beginnende vegetatieontwikkeling in de vallei
- Figuur 4.11. Detailopname vegetatie in vallei
- Figuur 4.12. Paddenstoel op uitwerpselen van een grazer
- Figuur 4.13. Ligging van profielen over de luchtfoto van 2005
- Figuur 4.14. Ligging van profielen en overige meetpunten
- Figuur 4.15. Ontwikkeling van profiel 1, met hoogteligging (linker as) en overstuiving (rechter as)
- Figuur 4.16. Ligging van profiel 1 op de luchtfoto van 2005
- Figuur 4.17. Ontwikkeling van profiel 3
- Figuur 4.18. Ligging van profiel 3 op de luchtfoto van 2005
- Figuur 4.19. Ontwikkeling van profiel 4
- Figuur 4.20. Ligging van profiel 4 op de luchtfoto van 2005
- Figuur 4.21. Ontwikkeling van het hoofdtransect (profiel 2-zuid). Voor betekenis van de stippen, zie tekst
- Figuur 4.22. Ontwikkeling van profiel 2-noord
- Figuur 4.23. Ontwikkeling van profiel 2-dwars
- Figuur 4.24. Overzicht over de centrale profielen en belangrijkste ontwikkelingen binnen het gebied
- Figuur 4.25. Hoogte van de kruinlijn, alle data
- Figuur 4.26. Hoogte van de kruinlijn ingezoomd op het meest actieve deel
- Figuur 4.27. Bodemverlaging in de deflatiezones van profielen 2-zuid en 2-dwars
- Figuur 4.28. Zandtulpje. Foto: Ruud Luntz.
- Figuur 4.29. Zandputje (links) en Zandtulpje (rechts). Foto: Ruud Luntz.

LIJST VAN TABELLEN

- Tabel 4.1. Jaarlijkse neerslag en relatief zandtransport voor de Ko oy (bron KNMI)
- Tabel 4.2. Gemeten volumeverandering in 2 profielen