

Een stuifkuil in de zeereep in Meijendel: 1993-2008

Bas Arens
Bureau voor Strand- en Duinonderzoek
Iwan Kantemanplein 30
1060 RM Amsteram

Harrie van der Hagen
Dunea, afdeling Duinstrategie
Postbus 34
2270 AA Voorburg

Op een aantal locaties in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland wordt ervaring opgedaan met dynamisch zeereepbeheer. Ten zuidwesten van Wassenaar is in 1993 een stuifkuil in de zeereep ontstaan die vrij zich mag ontwikkelen. De directe aanleiding voor het ontstaan van de stuifkuil is onduidelijk. Waarschijnlijk is er een kleine verstoring geweest, waardoor de wind vat op het oppervlak kreeg, voor het eerst tijdens een storm in januari 1993. Het bij de stuifkuil aanwezige duintalud kent al sinds jaar en dag een zeer matige kwaliteit van helmbegroeiing. Ook het "aanslaan" van geplante helm ter plaatse was voorheen erg moeilijk te realiseren. Ten tijde van het ontstaan van de stuifkuil was de zeereep nog recht en strak van vorm en had het karakter van een stuifdijk. Sinds 1993 is de voorkant van de zeereep veel onregelmatiger geworden. Bovendien is op het strand een zone met embryoduin ontstaan (zie Van der Hagen, dit nummer).

Vanaf medio 1994 is de stuifkuil regelmatig ingemeten. Doel hiervan is de proeven met dynamisch zeereepbeheer te kunnen evalueren en indien mogelijk uitspraken te kunnen doen over de effecten van verdere proeven in andere delen van het beheersgebied van Rijnland. Dit artikel schetst de ontwikkelingen van de stuifkuil ter hoogte van Rijksstrandpaal 96.

Stuifkuilen in de zeereep

Stuifkuilen zijn natuurlijke verschijnselen die in de meeste duingebieden voorkomen. Ook in een natuurlijke zeereep komen vaak stuifkuilen voor. Een stuifkuil wordt gekenmerkt door een ellipsvormig erosief deel (meestal als de stuifkuil aangeduid) en een depositievorm daar omheen. De depositievorm kan een waaier van zand zijn om de kuil heen, maar is meestal walvormig en draagt dan bij aan het typerende, steile reliëf in een stuifkuilenlandschap. Er worden twee type stuifkuilen onderscheiden: trog- of trechtersvormige en schotelvormige stuifkuilen. Schotelvormige stuifkuilen komen vaak voor in hellingen met niet al te veel reliëf en zijn over het algemeen niet erg diep. De omtrek is ellipsvormig, waarbij de lange zijde van de ellips parallel aan de meest dominante windrichting is. Deze kuilen groeien vaak "tegen de wind in" (Jungerius & van der Meulen, 1988). Trogvormige stuifkuilen hebben vaak een lage en een hoge kant, en ontstaan in steiler reliëf. De lage kant ligt in de richting van de wind, de hoge kant is de kant waar het zand heen geblazen wordt. De vorm fungeert als het ware als een trechter. Ook deze vorm kan tegen de wind in groeien, maar de hoge kant breidt zich ook vaak in de richting van de wind uit. Soms stuift de kuil zo diep uit dat het grondwater wordt bereikt. In het buitenland komt het ook voor dat het uitstuwingsniveau een grindlaag of een kalkhorizont is. Als de kuil dan groter wordt, ontstaat in het midden een vlakke deflatievalei. Ook de ingang van de kuil kan tot op het deflatieniveau verlagen. In feite bestaat er dan geen voorkant meer en is de stuifkuil overgegaan in een paraboolduin. Wanneer dit in de zeereep gebeurt, dan kan de zee via deze ingang toegang tot de parabool hebben, maar dit hoeft, door de hoogte van de ingang, niet het geval te zijn. Stuifkuilen in de zeereep zijn vrijwel altijd trogvormig. Ook de stuifkuil nabij Rijksstrandpaal 96 is trogvormig.

In de zeereep ontstaan stuifkuilen vaak vanuit een verstoring door afslag. Maar ook in aangroeiende zeerepen komen stuifkuilen voor. De voorkant van de zeereep is een zone waar de wind een grotere kracht heeft door versnellingen: de wind moet immers een obstakel passeren. Kleine verstoringen van kaal zand kunnen daardoor al snel uitgroeien tot grotere vormen als windgeulen of stuifkuilen. Windgeulen zijn kleinere, grillige vormen, die niet de typische, min of meer symmetrische vorm van een stuifkuil hoeven te hebben. Wanneer veel windgeulen en trechtersvormige stuifkuilen in de zeereep voorkomen, dan spreekt men van een gekerfde zeereep. Grotere kerven kunnen zover uitstuwven, dat een doorgang voor de zee ontstaat. Dit verschijnsel komt in de Hollandse zeereep niet voor, omdat een dergelijke mate van uitstuwven tot nu toe nergens is toegelaten. Een uitzondering vormt De Kerf bij Schoorl, maar deze doorgang is door de mens gegraven en niet natuurlijk ontstaan.

Beheer van stuifkuilen in de zeereep

Stuifkuilen zijn in de ogen van zeereepbeheerders tot circa 1990 lastige verschijnselen geweest. Het ontstaan van gaten in de zeereep wekte de indruk dat de zeewering werd aangetast en verzwakt. Bovendien werd zand dat landwaarts uit de zeereep werd geblazen als een “verlies” voor de waterkering beschouwd. Als gevolg daarvan is het onderhoud van de zeereep in de keur opgenomen. Het onregelmatige reliëf maakte het onderhoud lastiger. Meestal werden stuifkuilen dicht geplamt met helm of gedicht met rietpoten of takken. Vaak worden ze ook dichtgeschoven om zo het talud van de zeereep intact te laten. Er is een duidelijk verschil in beheer geweest tussen de Hollandse kust ten zuiden en ten noorden van het Noordzeekanaal. In het noorden werden stuifkuilen vaker getolereerd, vooral in aangroeiende zeerepen. Op dit moment zijn er verschillende grotere kuilen in Noord-Holland, een aantal is al uitgegroeid tot echte kerven. In het zuiden is er in het verleden minder ruimte voor natuurlijke processen geweest, waardoor het aanzicht van de zeereep hier veel kunstmatiger is. De stuifkuil tussen Wassenaar en Scheveningen is op dit moment de enige grote stuifkuil in de Rijnlandse zeereep. Alleen bij Parnassia, ten noorden van Zandvoort, zijn andere, forse winderosieverschijnselen te vinden. Vanaf 1985 wordt door Rijnland aan de buitenzijde van de zeereep geen onderhoud van betekenis meer uitgevoerd. Sinds de uitvoering van het suppletiebeleid is de aanstuiving van de zeereep zodanig dat zich op veel plaatsen embryoduin ontwikkelt. Zij verhogen enerzijds de natuurlijkheid, maar beperken anderzijds de overstuiving van de (nu fossiele) zeereep.

Binnen het dynamische zeereepbeheer worden stuifkuilen als natuurlijke verschijnselen beschouwd, die bijdragen aan de natuurlijke vormgeving van de zeereep en aan de dynamiek en doorstuiving van strandzand naar het binnenduin.

Ligging van het gebied

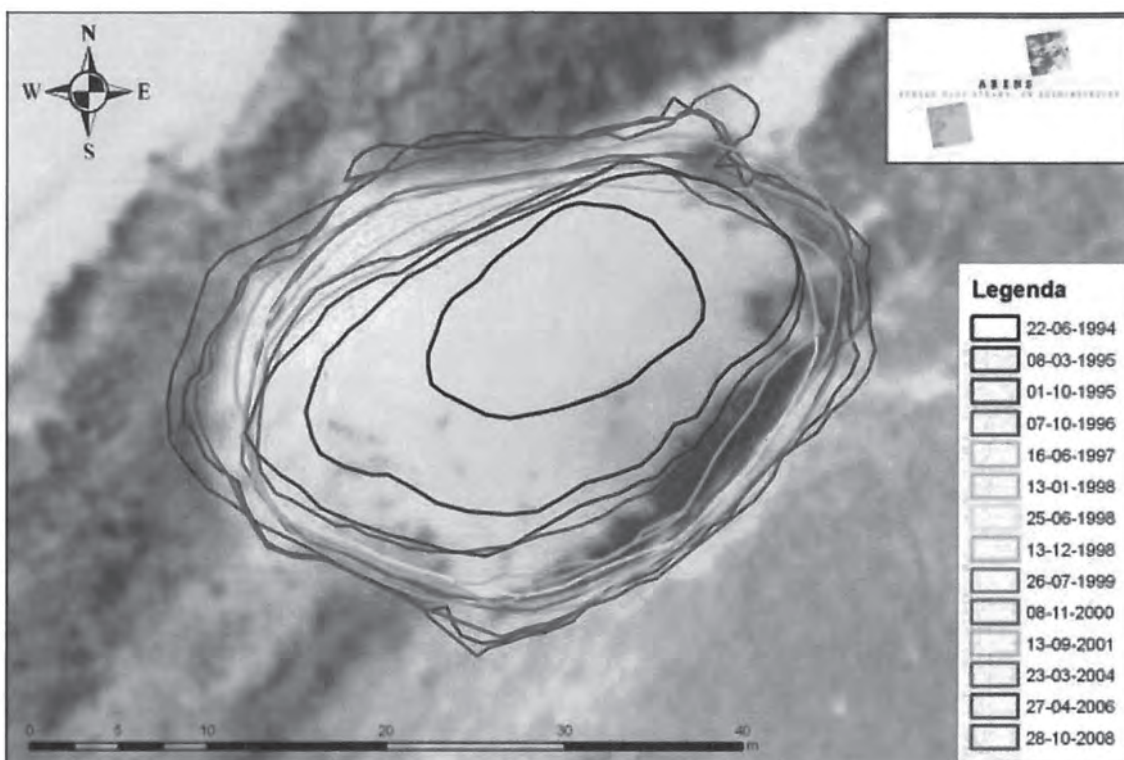
De stuifkuil bij Wassenaar ligt in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland tussen Scheveningen en Wassenaar, preciezer aangeduid tussen Rijksstrandpalen 95.50 en 96.00. De zeereep is stabiel en de laatste jaren onder invloed van strandsuppleties enigszins, aangegroeid, soms wel met 30-40 m. Voor de zeereep is inmiddels een zone met dynamische embryoduin ontstaan, die tot nu toe de jaarlijkse winterstormen overleefd hebben. De zeereep zelf is verder weinig dynamisch: de aanwezigheid van een binnenduinvegetatie waaronder duindoorn wijst op langdurige stabiliteit.

Gegevens en methode

Door de jaren heen zijn hoogtemetingen uitgevoerd en verwerkt met de op dat moment beschikbare software om te komen tot een beschrijving van de ontwikkeling van deze stuifkuil. De gegevens van 1994 tot en met 2008 zijn opnieuw bewerkt om tot een consistente dataset te komen. Voor een nadere toelichting over de gegevens en verwerkingsmethode zie Arens (2008).

Resultaten

Figuur 1 geeft de verandering van de omtrek van de stuifkuil tussen 1994 en 2006. De omvang groeit met elke meting. De omvang is tussen 2006 en 2008 iets toegenomen van 769 tot 818 m². Aan de noordoostkant en aan de zuidwestkant liggen de lijnen vrijwel op dezelfde plaats. De uitbreiding is het duidelijkst aan de west-, noord- en oostkant, maar is beperkt en minder dan 1 meter. Aan de noordkant is een nieuw lobje ontstaan, als een duidelijke uitstulping. Dit ligt in de zone waar al lang een overstuivingslob ligt, maar nu is er sprake van een uitbreiding van de erosieve zone aan deze kant.



Figuur 1. Omtrek van de stuifkuil tussen 1994 en 2008.

In tabel 1 zijn enige gegevens van de verschillende metingen opgenomen. Het 2D-oppervlak is het oppervlak zoals het recht van boven wordt gezien (dus het oppervlak van de stuifkuil bij Wassenaar gemeten binnen de omtrek). Het werkelijke oppervlak is dat waarbij rekening wordt gehouden met de hellingen binnen de stuifkuil. Als de meetgegevens gecombineerd zouden worden met de jaarlijkse laseraltimetriegegevens van Rijkswaterstaat, dan zou voor iedere meting een vergelijkbaar oppervlak kunnen worden opgenomen. Dan kunnen meer gedetailleerde volumeberekeningen vanaf het ontstaan worden uitgevoerd. Deze berekeningen zijn nu alleen voor de periode 2004-2008 mogelijk. De vierde kolom in de tabel is het diepste punt in de kuil. (min Z m +NAP).

Tabel 1. Oppervlakteberekeningen voor alle hoogtemetingen en laatste punt in de kuil.

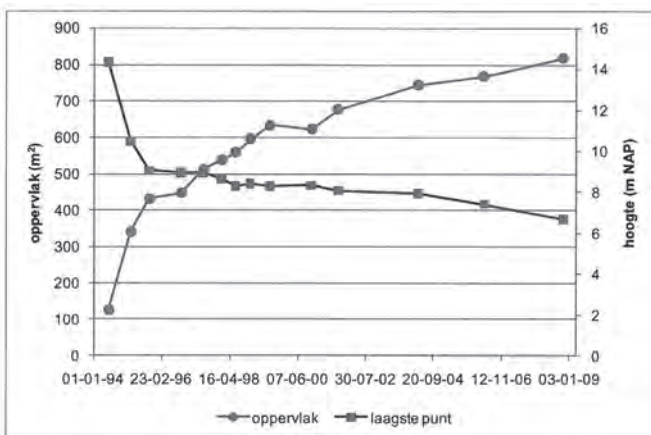
Opname datum	2D oppervlak m ²	Werkelijk oppervlak m ²	min Z m +NAP
22/06/94	125.4	125.4	14.37
08/03/95	340.3	377.3	10.50
01/10/95	432.8	490.6	9.06
07/10/96	448.2	488.8	8.95
16/06/97	512.6	566.7	8.97
13/01/98	537.9	601.5	8.64
25/06/98	559.5	642.1	8.29
13/12/98	596.9	679.9	8.42
26/07/99	634.5	732.7	8.30
08/11/00	623.0	690.7	8.34
13/09/01	675.7	764.3	8.08
26/03/04	745.7	853.6	7.95
27/04/06	768.9	895.0	7.42
28/10/08	818.4	950.6	6.67



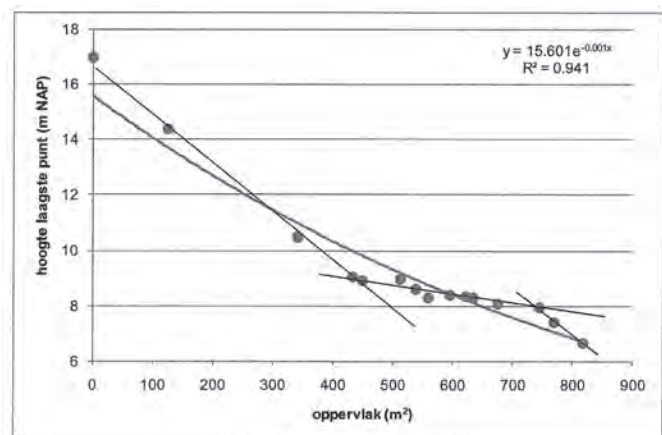
Figuur 2. Foto van de zuidelijke helling van de kuil met de Pier van Scheveningen op de achtergrond. Het duinenrijtje aan de strandkant is ontstaan sinds gesuppleerd wordt.

In figuur 3 is de verandering in oppervlak en de verandering in diepte uitgezet tegen de tijd. De oppervlakken van 1996 en 2000 lijken enigszins buiten de range te vallen. In 2000 is er zelfs sprake van een afname van het oppervlak, terwijl bij die opname de minimale hoogte binnen de kuil ook iets toegenomen is t.o.v. de meting ervoor. Een afname van oppervlak kan het gevolg zijn van interpretatieverschillen bij de opname. De omgrenzing van de kuil is niet overal even scherp en zal bij de ene opname daarom niet exact vergelijkbaar zijn opgenomen als bij de andere opname. Het zou echter kunnen dat in een jaar met aanmerkelijk minder windenergie dan in het jaar daarvoor en daarna de erosie zo beperkt is, dat de diepte niet verandert en de omtrek afneemt. Dit blijkt echter niet uit de windgegevens (zie Arens & Kruijsen, 2003).

Op grond van figuur 3 valt af te leiden dat het oppervlak gestaag toeneemt, terwijl de diepte in iets mindere mate, maar even gestaag toeneemt. Zowel de curve voor oppervlak als die voor diepte vlakken nog niet af, het lijkt zelfs alsof beide de laatste jaren iets versteilen. De verwachting is dan ook dat zowel oppervlak als diepte de komende jaren toe blijven nemen. Dit blijkt nog duidelijker wanneer oppervlak en diepte tegen elkaar worden uitgezet (Figuur 4). Wanneer een trendlijn wordt bepaald, geeft een exponentieel verband tussen hoogte en oppervlak (de kromme lijn in de grafiek) een hoge correlatie. Op grond van de laatste metingen kan echter geconcludeerd worden dat de verdieping versnelt en geen gelijke tred meer houdt met de vergroting van het oppervlak. Wanneer op grond van de meting van 1994 een schatting wordt gemaakt van de beginhoogte en dit punt aan de grafiek wordt toegevoegd (het beginpunt bij een oppervlak van 0m² en een hoogte van ca 17m NAP), dan blijkt de verdieping tot en met oktober 1995 lineair te verlopen, daarna sterk af te vlakken en vanaf maart 2004 opnieuw lineair te verlopen met vrijwel dezelfde hellingshoek als bij de eerste periode. De rechte lijnen in de grafiek geven deze relaties weer.



Figuur 3. Verandering van oppervlak (linkeras) en hoogte van het diepste punt (rechteras), afgeleid van de hoogtemodellen.



Figuur 4. Relatie tussen oppervlak en diepte.

Bijzonderheid

Tijdens het ontstaan van de stuifkuil komen ook restanten uit de tweede wereldoorlog tevoorschijn. Zakken cement voor het bouwen van de bunkers in de zeereep zijn ongebruikt achtergelaten. De (juten) zak is verteerd en het cement is verkit en als zodanig bloot gestoven (figuur 5). Een deel van de 'zakken cement' zijn naar de bodem van de stuifkuil gerold. Om het natuurlijke verstuivingproces zo min mogelijk te hinderen zijn deze verwijderd.



Figuur 5. Restanten van cementzakken herinneren aan de aanleg van bunkers.

Conclusies

Op grond van de meest recente meting van 2008 kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De dynamiek binnen de kuil is nog steeds groot. Er is geen teken van stabilisatie, hoewel de zuidelijke helling verder begroeid is geraakt. Deze helling wordt echter sterk ondergraven vanuit de westkant. De hypothese dat de dynamiek zich vooral binnen de kuil afspeelt is onjuist; een behoorlijk volume verlaat de kuil. Voor eerdere perioden zou deze hypothese wel juist kunnen zijn.
- De omtrek van de kuil is toegenomen, maar minder sterk dan in de periode 2001-2004.
- De uitdieping is sterker dan in de periode 2001-2004 en 2004-2006.
- Er is een goede relatie gevonden tussen oppervlak en diepte, waarbij drie perioden zijn onderscheiden. Tussen 1993 en eind 1995 en tussen 2004 en 2008 is de snelheid van uitdieping vergelijkbaar, daartussen is de uitdieping veel geringer, terwijl de omvang wel gelijkmatig blijft toenemen.
- Er is sprake van sterke erosie binnen de kuil, waardoor tussen april 2006 en oktober 2008 240 m³ zand is opgenomen. De plaatselijke verlaging hierdoor is meer dan 2 meter. Maar liefst 176 m³ verlaat de kuil. De rest wordt binnen de kuil afgezet en geeft lokaal hoogtetoenames van meer dan 60 cm. Van de 176 m³ die uit de kuil wordt geblazen, wordt 103 m³ in de directe omgeving afgezet. Deze depositie is in het veld herkenbaar. De rest wordt waarschijnlijk over een groot oppervlak verspreid, want deze is in het veld nauwelijks herkenbaar. De invloed van de stuifkuil op zijn omgeving reikt dan ook verder dan gedacht.
- Het patroon van erosie en depositie is ten dele vergelijkbaar met dat van de periode 2001-2004, met als grootste verschil een grotere erosie aan de westkant, een grotere depositie binnen de kuil, en de vorming van een nieuwe, zij het nog kleine lob aan de noordkant.
- De kuil groeit verder tegen de wind in.
- Er is nog steeds geen sprake van parabolisering.
- De grootte van het meetvlak maakt een goede analyse van de ruimtelijke ontwikkeling van de kuil en omgeving mogelijk, maar is niet gesloten; er verdwijnt zand uit. Om het meetvlak gesloten te maken, zou waarschijnlijk een oppervlak van enkele hectaren moeten worden opgemeten, wat niet realistisch is. Mogelijk kunnen dergelijke oppervlakken nog eens met laseraltimetriegegevens worden onderzocht. Het is echter de vraag of die voldoende nauwkeurig zijn om kleine hoogteverschillen te detecteren.

Literatuur

- Arens SM en B Kruijsen (2003). De stuifkuil bij Wassenaar. Inventarisatie en veranderingen sinds 1993. Arens BSDO rapportnummer 2003.08, 28 pp + bijlagen.
- Arens SM (2009) De stuifkuil bij Wassenaar; hoogtemetingen oktober 2008. Notitie RAP2008.042 in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland, 13 januari 2009, 19 pp.
- Jungerius PD& F van der Meulen (1988). Erosion processes in a dune landscape along the Dutch coast. *Catena* 15: 217-228.