

## Notitie

### Aan

Janneke van Berlo (RWS-DNZ), Titia Kalker (RWS-DNZ)

### Datum

30 juli 2013

### Kenmerk

1207454-004-ZKS-0001

### Aantal pagina's

11

### Van

Bert van der Valk  
Frank van der Meulen

### Doorkiesnummer

+31 (0)88 33 58 493

### E-mail

bert.vandervalk@deltares.nl

### Onderwerp

Ecologisch en Morfologisch Advies Strandbebouwing (Programma Innovatieve Pilots Kust)  
Versie: definitief

---

## 1 Inleiding

Vanuit de ondernemers wereld (strandtenthouders) komen steeds meer verzoeken tot jaar rond bebouwing op het strand. Reden voor RWS om de huidige regelingen opnieuw te bekijken vanuit nut en noodzaak. Aan Deltares is de vraag gesteld om eens op een rij te zetten wat, gezien de huidige ervaringen, de morfologische implicaties zijn van strandbebouwing op de daarachter liggende zeereep en op het verder naar binnen gelegen duin. Deze notitie gaat daarop in.

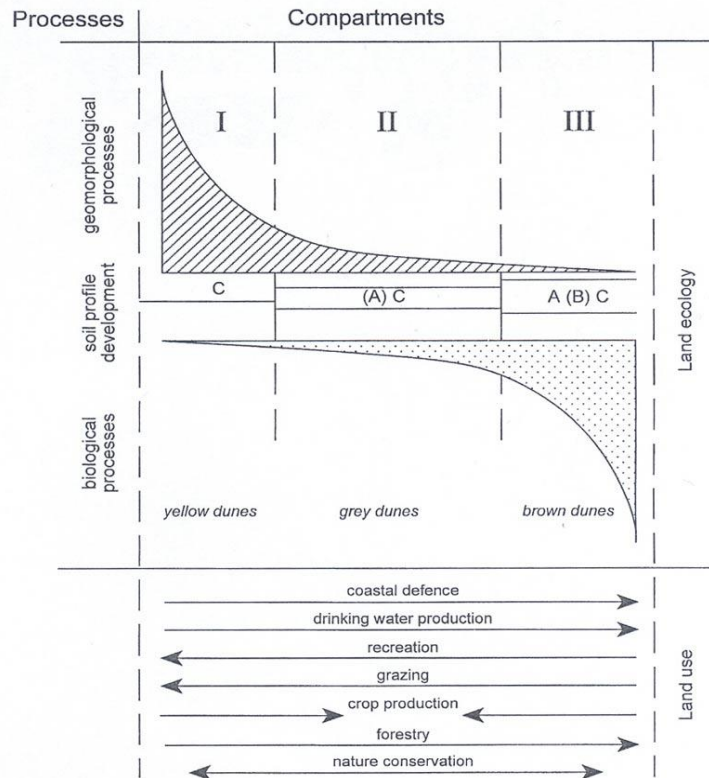
### 1.1 Uitgangspunten

- We spreken over morfologische én ecologische effecten. Morfologie is immers onderdeel van het duinecosysteem dat in zijn geheel wordt beïnvloed.
- Strandbebouwing: een definitie: strandbebouwing kent twee basisvormen: grotere, geïsoleerde bebouwing (horeca, utiliteitsbouw) en (reeksen) van kleinere huisjes.
- Voor jaar rond strandbebouwing geldt een neen tenzij. Deze vorm van strandbebouwing zou alleen op bepaalde delen van de kust kunnen worden toegestaan, en enkel onder bepaalde voorwaarden.

## 2. Het systeem: duinen, stuivend zand en natuurwaarden

Duinen zijn in essentie een eolisch landschap, ontstaan vanaf en op het strand door de werking van wind, zand en vegetatie. Grondwater komt daar nog als landschapsvormende factor bij: een duinvallei stuift uit tot het grondwater, vochtig/nat zand verstuift niet meer. Voor een gezond duinecosysteem (morfologie, bodem en vegetatie) is stuivend zand dus een vereiste. Op bepaalde plaatsen is deze dynamiek hoog, op andere plaatsen laag tot praktisch afwezig. De mate van dynamiek weerspiegelt zich in het bodemprofiel en in de daarbij horende vegetatie; het geheel verloopt via sterke gradiënten vanaf de kustlijn tot achter de kustduinen (Fig. 1).

Vooraf in de zeereep en de voorduinen is er stuivend zand en relatief weinig begroeiing (voornamelijk helm; compartiment I). Het omgekeerde, weinig dynamiek en veel begroeiing, komt vooral voor in de binnenduinen (struiken en bos; compartiment III). Elke duinhabitat heeft dus zo zijn eigen kenmerkende mate van verstuiven van veel tot (bijna) niets.



Figuur 1. Schematische weergave van een duinecosysteem (Arens et al. 2001). Boven: complementaire samenhang tussen geomorfologische en biologische processen. Onder: de invloed van verschillende soorten landgebruik op deze processen. Compartiment I bevindt zich vooral in de zeereep, waar stuivend zand de overhand heeft en de vegetatie-ontwikkeling in een soort pionier-fase blijft. Compartiment III bevindt zich vooral in de binnenduinen, waar stuivend zand niet meer voorkomt en de vegetatie-ontwikkeling tot struweel en bos overgaat. Het vastleggen van duinen en tegengaan van verstuiwing, met het oog op de veiligheid, verschuift het evenwicht naar rechts. Dat is ook het geval bij eutrofiering vanuit de lucht. Te veel recreatie en begrazing kunnen de vegetatie beschadigen en het evenwicht naar links doen verschuiven.

In een gezond, natuurlijk duin zijn alle vormen van dynamiek in een soort evenwicht aanwezig. Daarbij horen allerlei planten- en dieren-gemeenschappen. Dit geeft de kustduinen een hoge biodiversiteit en een hoge natuurwaarde en ook een hoge belevingswaarde voor de recreant. Reden waarom de kustduinen bijna integraal in het Europese Natura 2000 netwerk zijn opgenomen.

Stuivende, dynamische duinen zijn de afgelopen decennia steeds zeldzamer geworden. Het evenwicht verschoof gaandeweg naar rechts (Fig. 1). Dit komt door een aantal factoren die, in hun effect, elkaar versterkten. Te noemen zijn het routinematig vastleggen van duinen tbv de zeewering, bebossing, kunstmatige infiltratie met rivierwater tbv drinkwater productie en het vastleggen tbv allerlei infrastructuur in het duin. Ook de toenemende bemesting met nutriënten uit de lucht heeft hier sterk aan bij gedragen. Dit zijn redenen waarom, vanuit natuurbehoud en

natuurherstel, allerlei maatregelen worden toegepast om het zandtransport in duinen weer te stimuleren. Zo worden duinen weer dynamisch(er).

Dynamisch kustbeheer past hier prima in. Een dynamische zeereep en doorstuiven van zand verder de duinen in zijn nodig voor een gezond en natuurlijk duin. Bovendien een duin dat robuust is en zich beter kan aanpassen aan gevolgen van klimaatsveranderingen. Belangrijk is ook de verbinding tussen de kustprocessen op het voorduin en het contact tussen voorduin en het onmiddellijke achterland door middel van die processen (Löffler, 2010; van der Valk et al., 2013).

De Nederlandse duinen hebben meerdere functies. Kustverdediging/veiligheid, natuur, recreatie en waterwinning zijn de belangrijkste. Deze notitie gaat vooral over kustverdediging en natuur. En dan in relatie tot strandbebouwing, vooral in de eerste paar honderd meter. De aspecten van eco-morfologie/dynamiek en veiligheid worden hieronder nader toegelicht.

### **3. Invloed vanuit eco-morfologie en dynamiek gezien**

In het algemeen kan gesteld worden: strandbebouwing heeft een negatieve invloed op het zandtransport van strand naar duin. Strandpaviljoens en strandhuisjes zorgen voor een verminderde doorstuiving van zand van strand naar zeereep en naar het duingebied daar achter en zijn dus van invloed op het duin-ecosysteem. Twee vragen zijn van belang:

1. Wat betekent doorstuiven voor een gezond ecologisch kustduinsysteem en vooral voor de habitats in de zeereep en in het onmiddellijk daarachter liggende duingebied?
2. Wat betekent doorstuiven voor kustveiligheid?

#### **3.1. Wat betekent doorstuiven voor een gezond ecologisch kustduinsysteem (morfologie en ecologie)?**

De belangrijke ecosystemen in de zee-waarste duinen zijn hoog dynamische “witte duinen” met helm veelal onmiddellijk langs de kust (H 2120, Fig.2) en meer naar achteren matig tot laag dynamische “grijze duinen” met een korte, min of meer gesloten begroeiing van mossen, grassen en kruiden (H2130, Fig.3 ). Beide typen zijn belangrijk in Natura 2000. Voor H2120 geldt een instandhoudingsverplichting, voor H2130 geldt een instandhouding- en een verbeterverplichting.

Witte duinen zijn gebaat bij een overstuiving met zand van enkele decimeters tot maximaal zo'n 50-100 cm per jaar. Grijze duinen zijn gebaat bij een lichte overstuiving met kalkrijk zand (tot zo'n 0-5 cm per jaar, hiermee gepaard gaat een lichte mate van voedselverrijking) en begrazing door konijnen. Stopt de toevoer van zand dan zullen deze typen geleidelijk overgaan in andere habitattypen. Ook een teveel aan zand toevoer is schadelijk. Dan wordt de vegetatie begraven. Naast de hoeveelheid zand is ook de geo-chemische samenstelling ervan belangrijk. Hier is recent uitgebreid onderzoek naar gedaan door Stuijzand et al. (2010, 2012).

Witte duinen zijn, gezien hun dynamisch karakter, minder gevoelig voor een (geringe) verandering in zandtoevoer. Grijze duinen zijn wel gevoelig voor een verandering in dynamiek van het zandoppervlak. Van dit type zijn enkele gemeenschappen van bijzondere betekenis, omdat ze vrijwel beperkt zijn tot Nederland en een groot aantal zeldzame ‘rode lijst’ soorten bevatten. Op veel plaatsen is het habitatype in zijn voorkomen bedreigd doordat de vegetatie geleidelijk vergrast of dichtgroeit met struweel, dit als gevolg van luchtverontreiniging, het wegvallen van dynamiek en een sterke afname van de konijnenstand.



*Figuur 2 (links). Witte duinen (H2120) met stereotype helmvegetatie: deze kan makkelijk 50-70 cm zandinwaai per jaar verdragen, en overleven.*

*Figuur 3 (rechts). Grijs duin (H2130) met stereotype korte gras- en kruidenrijke vegetatie; deze vegetatie doet het goed wanneer er een paar cm fijnverdeeld (kalkrijk) zand uit de lucht valt.*

Het meeste zand dat de duinen inwaait, belandt binnen de eerste paar 100 m, maar een deel komt (veel) verder. In een studie naar de invloed van suppleties op zandtransport in de voorduinen in een 30tal transecten de kust, geeft Arens aan dat er 5 typen voorduin zijn. Twee daarvan (de meer dynamische typen 4 en 5) laten een duidelijk verband zien tussen strand, voorduin en landinwaarts gelegen duin. Er is een gering transport van zand tot enkele honderden meters achter de eerste zeereep, vooral tijdens stormen, die gedurende het hele jaar kunnen voorkomen (Arens et al., 2010).

Sinds de overheid koos voor dynamisch handhaven en suppleren in geval van erosie, komt er almaar meer zand ter beschikking langs de kust. Uit onderzoek is gebleken dat van de 130 miljoen m<sup>2</sup> zand die tussen 1995 en 2008 is gesuppleerd ca 30% in de zeereep is terecht gekomen. Op de Waddeneilanden is dit meer, langs de Hollandse kust minder. Gemiddeld krijgt elke strekkende meter zeereep er elk jaar 13-14 m<sup>3</sup> zand bij (Puijvelde et al., 2010).

**Conclusie.** Doorstuiven van meer of minder zand van strand naar voorduin en verder naar binnen is belangrijk voor een gezond ecologisch duinsysteem. Strandbebouwing die dit doorstuiven verhindert kan de ontwikkeling van waardevolle duinnatuur typen in de weg staan. Strandbebouwing verhindert in ieder geval een deel van de doorvoer van zand van strand naar zeereep. De verschillende habitat-typen die in en achter de zeereep te vinden zijn, hebben ook verschillende behoeftes als het om zandtoevoer gaat (zie de bijschriften bij figs 2 en 3). Er kunnen overigens positieve en negatieve gevolgen van strandbebouwing zijn voor beide functies. Of de gevolgen positief of negatief zijn, is sterk afhankelijk van locatie en blootstelling aan weer en wind, en van de aard, grootte, oriëntatie van het gebouw of cluster van gebouwen.

### 3.2. Wat betekent doorstuiven voor de kustveiligheid?

#### *Kustverdediging*

Wat is de invloed van strandbebouwing op de kwaliteit van de kustverdediging en op het onderhoud van deze kustverdediging? Het maakt niet veel uit over welke periode het hier gaat. Gebiedsdekkende informatie in de kustduinen met een voldoende oplossend vermogen hebben we pas sinds 1996 (LIDAR; Mulder et al., 2011).

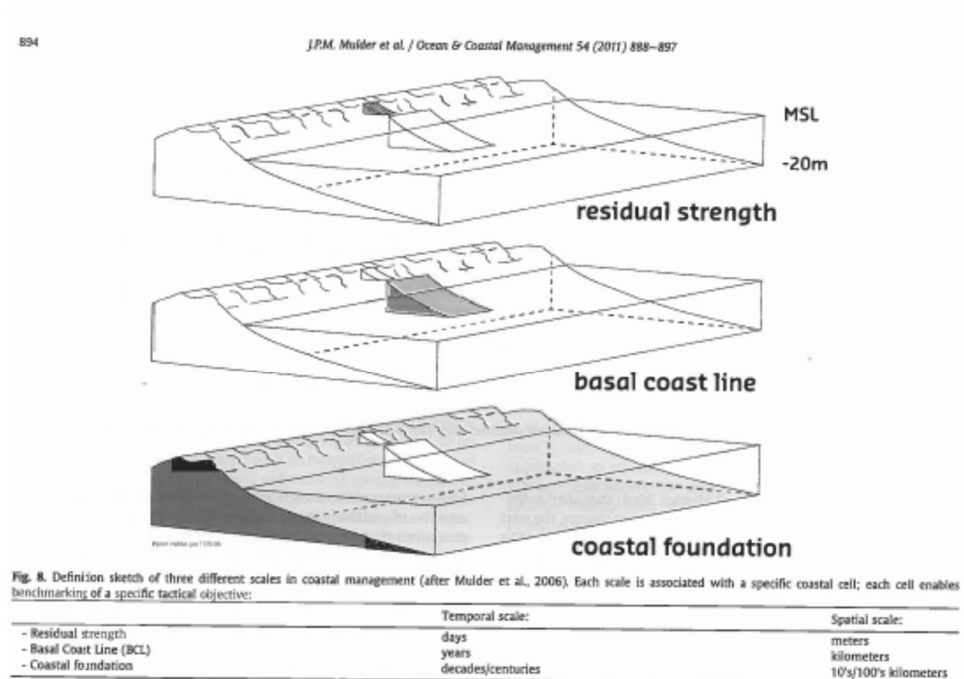
Ook de dikte van zandaanwas per jaar is niet van erg groot belang. Meestal is de helm in staat mee te groeien met de zandaanwas. Van meer belang is de vorm en massa van de strandbebouwing. De regel is: hoe groter de dimensies, hoe groter het effect. Het stuif-seizoen is niet beperkt tot de winter, in tegenstelling tot wat algemeen wordt gedacht. Ook het zomerstuiven is belangrijk, zo hebben de ervaringen op Spanjaards Duin geleerd. Jaarrond bebouwing heeft dus jaarrond effect, omdat het transport het gehele jaar door beïnvloed wordt. Om de effecten goed te kunnen inschatten zijn echter meetcampagnes noodzakelijk. Nu vindt meestal alleen een jaarlijkse morfologische toets plaats, en dan alleen nog op plaatsen waar problemen zijn.

Door het stuiven zal er zand van het strand in de zeereep terecht komen. Vervolgens kan er ook zand verder het duin in worden getransporteerd. Uit het oogpunt van kustveiligheid is het allereerst van belang te weten of het duinmassief voldoende zand bevat zodat in het ergste geval – dwz. na afslag bij een storm onder de wettelijk vastgelegde ontwerpomstandigheden <sup>1</sup> –, nog een restvolume aanwezig blijft dat overstroming van het achterland voorkomt (zie 'residual strength' = reststerkte in Fig. 4 ).

Om voldoende zand in het duin te houden is het natuurlijke zand transport van strand naar duinen nodig. Dat geldt voor het natuurlijk herstel van het duin na stormafslag, maar ook voor de zandaanvoer die nodig is om het duin te laten meegroeien met een stijgende zeespiegel.

Die natuurlijke zandaanvoer is in het Nederlandse beleid gegarandeerd door het handhaven van de BasisKustLijn (BKL) en van het kustfundament ( zie Fig. 4). Met de BKL wordt in feite een bepaald volume zand bedoeld dat aanwezig moet zijn rond de gemiddelde laagwaterlijn. Op grotere schaal gezien, dwz een kust-segment van enkele kms, is de BKL van belang als een sediment reservoir dat nodig is om strand en duin te "voeden", en daarmee de sterkte van het duin te handhaven. Dit sediment reservoir is dus van belang voor de veiligheid op langere termijn of wel de duurzame veiligheid. Op een nog grotere schaal van 10-100 km en meer, spreken we van het kustfundament. Het kustfundament bepaalt de morfologische randvoorwaarden voor het handhaven van de BKL, dat op zijn beurt de randvoorwaarden bepaalt voor het groeien van het duin en de veiligheid tijdens een maatgevende afslag.

<sup>1</sup> Voor Hollandse kust een 1:10.000 storm, voor de Waddeneilanden 1:2000 en voor Zeeland 1:4000.



Figuur 4. Drie verschillende schalen in kustbeheer. Grotere schalen bepalen de sediment morfologische randvoorwaarden voor kleinere (Mulder et al., 2011).

Natuurlijke zandaanvoer en doorstuiving zijn dus van belang voor het handhaven van de veiligheid zowel op korte, als op langere termijn. Strandbebouwing kan dit proces beïnvloeden.

**Conclusie:** Een natuurlijk zand transport van strand naar zeereep is nodig voor de handhaving van de veiligheid op lange termijn. Strandbebouwing die verhindert dat er op natuurlijke wijze telkens weer zand in de zeereep bij komt, en zorgt er aldus voor dat er op termijn een veiligheidsprobleem ontstaat. In geval van zeespiegelstijging wordt dit probleem groter. We moeten dan denken aan termijnen van 50-200 jaar.

### 3.3 Waardering van doorstuiven

Het effect van strandbebouwing op doorstuiven wordt verschillend gewaardeerd. Een positieve of negatieve waardering hangt af van het fysieke effect (wordt versterking van het duin gehinderd ja/nee?), maar anderzijds van de beleids- c.q. wettelijke definities van BKL en waterkering zone. De huidige definities houden niet altijd rekening met de fysieke werkelijkheid: voor brede duingebieden geldt toch een zeewaartse definitie van de waterkering en verplichting tot handhaven van een BKL, net zo goed als voor smalle gebieden. Fysisch gesproken is in dergelijke brede duingebieden het hinderen van doorstuiving door strandbebouwing minder erg dan voor smalle duingebieden.

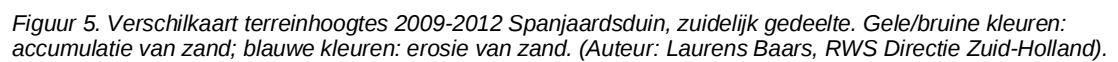
### **3.4 De invloed van strandhuisjes op doorstuiven Spanjaards Duin, een voorbeeld uit de praktijk**

Hier wordt nader in gegaan op een praktijkgeval: een reeks strandhuisjes aan de zuidkant van Spanjaards Duin bij 's-Gravenzande. Dat er effecten zijn van huisjes is duidelijk maar of dat 'erg' is, kan niet snel aangetoond worden. Dat is ook moeilijk te zeggen, hangt er o.m. vanaf hoe die huisjes staan, het ergste is een aaneengesloten rij. Als het geen aaneengesloten blok aan huisjes is, zal er meer doorstuiven, hetzelfde geldt voor paviljoens, die beperkt zijn in omvang. Wat de effecten zijn voor een kustvak is sterk bepaald door de lokale omstandigheden en de aard/grootte/opstelling/orientatie van de bebouwing. Er zijn dus een flink aantal lokale variabelen die bepalen 'hoe erg het is'.

Een interessant en duidelijk voorbeeld van de invloed van strandhuisjes op de morfologie van de zeereep direct daar achter is waar te nemen in Spanjaards Duin, de duincompensatie voor MV2, die in 2009 voor de Delflandse kust is aangelegd (Stichting het Zuid-Hollands Landschap, 2012). Hier is voortschrijdend inzicht verkregen in de mate van invloed van bebouwing op het stuifproces.

In 2010 is door het Von Karman Instituut een verkennend windtunnel experiment gedaan (Beeck et al., 2011). De proeven geven een indicatie van de invloed die strandhuisjes kunnen hebben op het windprofiel over strand en zeereep en daarmee op het zandtransport. Het bleek dat de huisjes een duidelijke invloed hebben. Er ontstaat ophoping van zand voor de huisjes en afname van depositie van zand direct achter de huisjes. Het onderzoek had zijn beperkingen, maar de indicatie was duidelijk.

In tweede instantie is er met behulp van sequentiële opnamen uit het JARKUS bestand (laseraltimetrie) gekeken naar het verschil in accumulatie en depositie van zand in de buurt van strandhuisjes die daar in de zomermaanden staan opgesteld. Figuur 5 laat het verschil zien tussen de jaren 2009-2012. De kaart geeft het verschil weer in terreinhoogtes (oplossend vermogen 5x5 m pixels) tussen bepaalde jaren (2009-2012 in de figuur 5). Duidelijk wordt op welke plekken zand is bijgekomen door de wind (geel/bruine kleuren), en hoeveel dat is, en op welke plekken zand is weggevoerd (blauwe kleuren). De strandhuisjes staan op de foto ingetekend als een rij langs de meest zeewaarts gelegen rode lijn (grens van het Natura 2000 gebied Spanjaards Duin). Zij staan op het strand direct voor het basisduin, dat is de nieuwe zeereep. Het bruine gedeelte van het basisduin is bij de oplevering al met helm ingeplant; het blauwe gedeelte is dat niet.



Opvallend is het volgende:

- op het strand voor de huisjes is er meer accumulatie van zand dan op het strand waar geen huisjes staan. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door dat het zand dat zich voor de huisjes opwerpt (zie ook de windtunnelproeven) telkens weer naar voren op het strand wordt weggeschoven.
- direct achter de huisjes is er duidelijk minder accumulatie van zand op het basisduin dan op plaatsen waar geen huisjes staan (bruine kleuren); waar geen huisjes staan is er überhaupt meer ophoging op het met helm ingeplante basisduin. Achter de huisjes is er zelfs van erosie sprake. Het zand wordt ingevangen door de ingeplante helm en door vitale nieuwe helmgroei.
- in de vallei (blauwe kleuren) achter het basisduin is er minder uitstuiving achter de huisjes (licht blauw) dan op de plaatsen waar geen huisjes staan (donker blauw). Een sterk verhoogd met helm ingeplant basisduin blijkt uitstuiving van de vallei te bevorderen.
- winterstuiven doet het nadelige effect van de huisjes op het zomerstuiven **niet** te niet. Figuur 5 geeft een geaccumuleerd effect aan over de gehele periode.
- het gedeelte van het basisduin dat niet met helm is ingeplant vangt ook geen zand in, maar erodeert, op een smalle, lage richel aan de binnenzijde van het basisduin na.

**Conclusie.** Deze strandhuisjes bij Spanjaards Duin hebben een duidelijke invloed op het windprofiel en op het zandtransport van strand naar zeereep en verder.

## 4 Aanbevelingen voor bijdragen aan de discussie

Uit de verschilkaarten die mbv JARKUS gegevens uit sequentiële laseraltimetrie-data zijn verkregen (zie Fig. 5), blijkt duidelijk dat mbv JARKUS gegevens een goed beeld verkregen kan worden van de deflatie (afname) en accumulatie (toename) van zand op bepaalde plaatsen langs de kust.

- Het is aan te bevelen om dergelijke verschilkaarten ook eens te maken van plaatsen langs de kust, die uit het oogpunt van strandtenthouders de moeite waard zijn, omdat daar strandbebouwing een duidelijke invloed heeft. Gegevens over strandbebouwing met een duidelijk verschillende invloed op de zanddynamiek, kunnen een buitengewoon interessante bijdrage leveren aan de discussie. Dergelijke gegevens kunnen de discussie scherper maken en (on-)mogelijkheden en richtlijnen aangeven.
- Als exploitanten aangeven wat zijn interessante sites zijn, qua zanddynamiek, qua oriëntatie van de kust en qua type strandtent, dan kan daar een verschilkaart over een bepaalde periode worden gemaakt. Overigens moet dan wel goed duidelijk zijn wat in diezelfde periode het beheer is geweest en wat voor activiteiten de exploitanten zelf uitgevoerd ten aanzien van het stuivend zand om de beelden goed te kunnen interpreteren.

- behalve laseraltimetrie verschilkaarten kunnen ook transecten bekeken worden.
- ook de BKL zone kan hierbij in beschouwing worden genomen
- Het is waarschijnlijk ook mogelijk om volume-bepalingen te doen.
- Het is aan te bevelen om te onderzoeken wat de Argus data kunnen betekenen in dit geval. Sinds 1998 wordt in Egmond de dynamiek van strand en voorduin gevolgd met een Argus-camera; in Noordwijk is dat sinds 1995. Ook met deze gegevens zou mogelijk een beeld verkregen kunnen worden van de invloed van strandbebouwing op het zandtransport van strand naar zeereep en duinen. Het Waterschap Noord-Hollands Noorderkwartier hanteert een eigen monitoringsysteem waar strandbebouwing een rol in speelt (mond. med. Petra Goessen, NHNK).

## **5. Advies**

Strandbebouwing heeft duidelijk invloed op het zandtransport van strand naar zeereep en verder het duin in. Dit kan op termijn van invloed zijn op de handhaving van de kustveiligheid. Het heeft ook een directe invloed op een gezond ecologisch duinsysteem. De invloed van strandbebouwing is sterk afhankelijk van aan flink aantal omgevings- en object-gerelateerde zaken. Of de gevolgen positief of negatief zijn, is sterk afhankelijk van locatie en blootstelling aan weer en wind, en van de aard, grootte, oriëntatie van het gebouw of cluster van gebouwen. Geadviseerd wordt daarom om aanvullend onderzoek met JARKUS bestanden en Argus bestanden te gaan doen op geselecteerde plaatsen waar bepaalde (verschillende) vormen van strandbebouwing staan. Dit kan een interessante bijdrage geven aan de discussie. Ook zou een pilot-onderzoek met sequentiële laseraltimetrie op een aantal geselecteerde plaatsen, die door strandtentondernemers interessant worden gevonden, overwogen kunnen worden.

Vergunningen voor strandbebouwing (seizoensgebonden of jaarrond) waarvan de effecten niet duidelijk zijn in te schatten, (en dat geldt eigenlijk voor elk groter soort complex) zouden dus bepalingen moeten bevatten over de monitoring van de effecten; en bij gebleken significante effecten, zouden compenserende en/of schade-beperkende maatregelen toegepast moeten worden.

## Referenties

- Arens, S.M., 1994. Aeolian processes in the Dutch foredunes. Proefschrift Universiteit van Amsterdam, 150 pp.
- Arens, S.M., Jungerius P.D. & van der Meulen, F. 2001. *Coastal dunes as a dynamic system*. In: A. Warren & J.R. French (eds.) Habitat conservation, managing the physical environment. Wiley & Sons, pp 229-272.
- Arens, S. M., S. P. van Puijvelde and C. Brière, 2010. *Effecten van suppleties op duinontwikkeling: Geomorfologie*. Rapportage fase 2. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek en Deltares RAP 2010.03 in opdracht van Directie Kennis, LNV, 141 pp., bijlagen.
- Beeck, J. van, Conan, B. en Planquart, P. 2011. *Windtunnelproeven ter bepaling van het effect van strandhuisjes op het zandtransport bij Slag Vluchtenburg*. Von Karman Instituut voor Stromingsdynamica, 21 pp.
- Löffler, M., 2010. 'Hoe verder met dynamisch kustbeheer?'. STOWA, Rapport 2010-w05, 27 pp.
- Mulder, J.P.M., Hommes, S. en Horstman, E.M. 2011. *Implementation of coastal erosion management in the Netherlands*. Ocean & Coastal Management 54:888-897.
- Puijvelde, S. van-, 2010. Classification of the Dutch foredunes. Stageverslag Universiteit Utrecht/Deltares, 76 pp.
- Stichting Zuid-Hollands Landschap 2012. *Spanjaards Duin – Duincompensatie Delfland Beheerverslag 2011*. St ZHL, 79 pp.
- Stuijfzand, P.J., Arens, S.M. & Oost, A.P. 2010. Geochemische effecten van zandsuppleties langs Hollands kust. Rapport OBN 83 pp incl bijlagen.
- Stuijfzand, P.J., Arens, S.M., Oost, A.P. & Baggelaar, P.K., 2012. Geochemische effecten van zandsuppleties in Nederland langs de kust van Ameland tot Walcheren. Rapport OBN 150 pp inclusief bijlagen.
- Van der Valk, B., J. Reinders, A.J.F. van der Spek en Carola van Gelder-Maas, 2013. Voorbeelden van dynamisch kustbeheer. Een inventaris van dynamisch kustbeheer projecten langs de Nederlandse kust, 41 pp., bijlagen.
- Wal, D. van der, 1999. Aeolian transport of nourishment sand in beach-dune environments. Proefschrift Universiteit van Amsterdam, 157 pp.