

NCK themadag

Ku(n)stduinen



Nederlands Centrum voor Kustonderzoek



UNIVERSITY OF TWENTE.





- 11:00-11:05 **Welkom + inleiding**
(Kathelijne Wijnberg, Universiteit Twente)
- 11:05-11:25 **Strand-duin uitwisseling: Poseidon versus Aeolus.**
(Gerben Ruessink, Universiteit Utrecht)
- 11:25-11:45 **Zwakke Schakels Noord-Holland: rol eolisch transport in duinontwerp.**
(Marije Smit, Witteveen&Bos)
- 11:45-12:15 **Korte pitches** (sessieleider: Bert van der Valk, Deltares)
Kathelijne Wijnberg (Universiteit Twente)
Lianne van der Weerd (Universiteit Twente)
Bas Hoonhout (TU Delft)
Michel Riksen (Wageningen UR)
Roeland de Zeeuw (Shore monitoring)
- 12:15-13:20 **Lunch**
- 13:20-13:40 **De Kop van Schouwen als proeftuin voor natuurlijke dynamiek.**
(Bert van der Valk, Deltares)
- 13:40-14:00 **Het strand als beperkt brongebied voor zandtransport richting de duinen.**
(Sierd de Vries, TU Delft)
- 14:15-16:15 **Excursie Westduinen**
(Hans van der Meijs, Gemeente Den Haag)
- 16:15-17:30 **Afsluiting en borrel**

Strand-duin interactie: Poseidon versus Aeolus

Gerben Ruessink



Universiteit Utrecht

Poseidon versus Aeolus

Poseidon



Sinterklaasstorm



- Traditionele focus
- Gedegen kennis
- Modellen beschikbaar

Duinerosie - observaties

Erosie embryoaal duinenveld



Klifvorming (1 – 6 m)



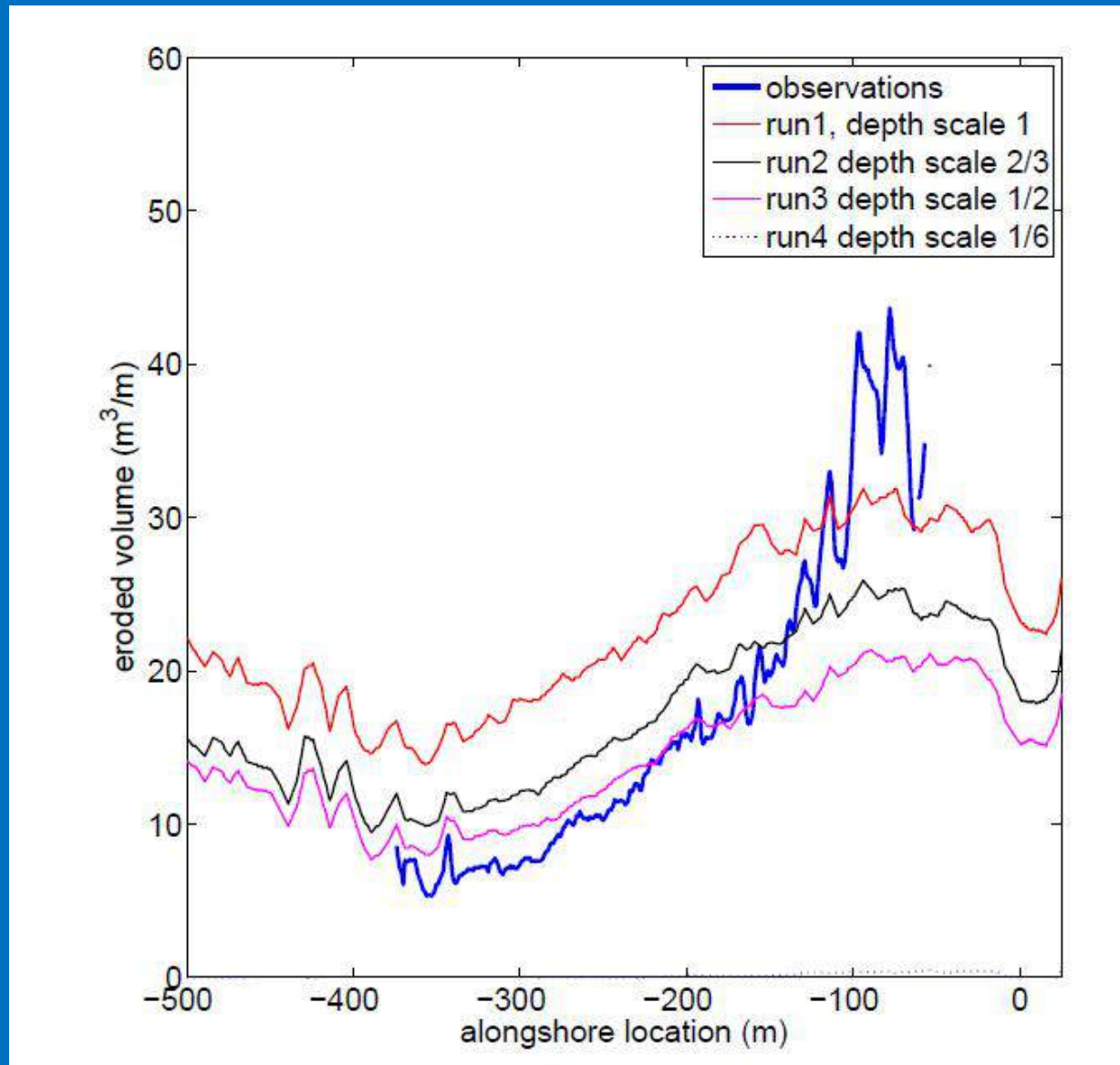
Slumps



Geheel duinfront (~ 15 m)



Duïnerosie - modelberekening



Poseidon versus Aeolus

Aeolus



Wandelende Duinen

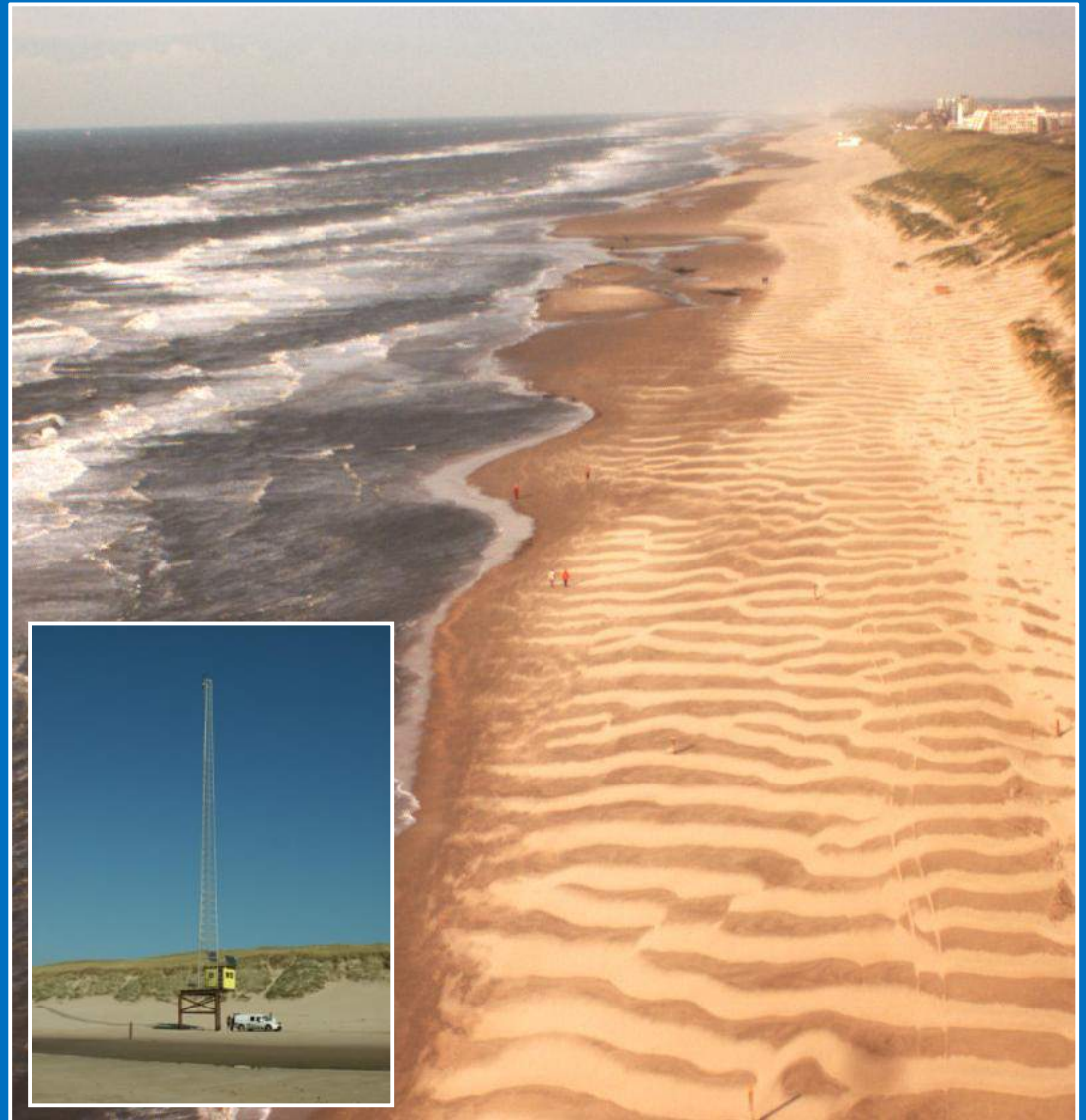


- Hernieuwde aandacht
- Kennis is in opbouw
- Conceptuele modellen, niet geschikt in projecten
- Wel allerlei wetenschappelijke en praktijkvragen!

Aeolus model

Uitdagingen

1. Tijdschaal van jaren
2. Niet alleen wind
3. Beperkingen in aanvoer:
 - Vocht
 - Schelpgruis
 - Strandkarakteristieken, bv breedte, aan/afwezigheid strandbank
4. Vegetatie



Aeolus model

Vocht

1. Belemmering

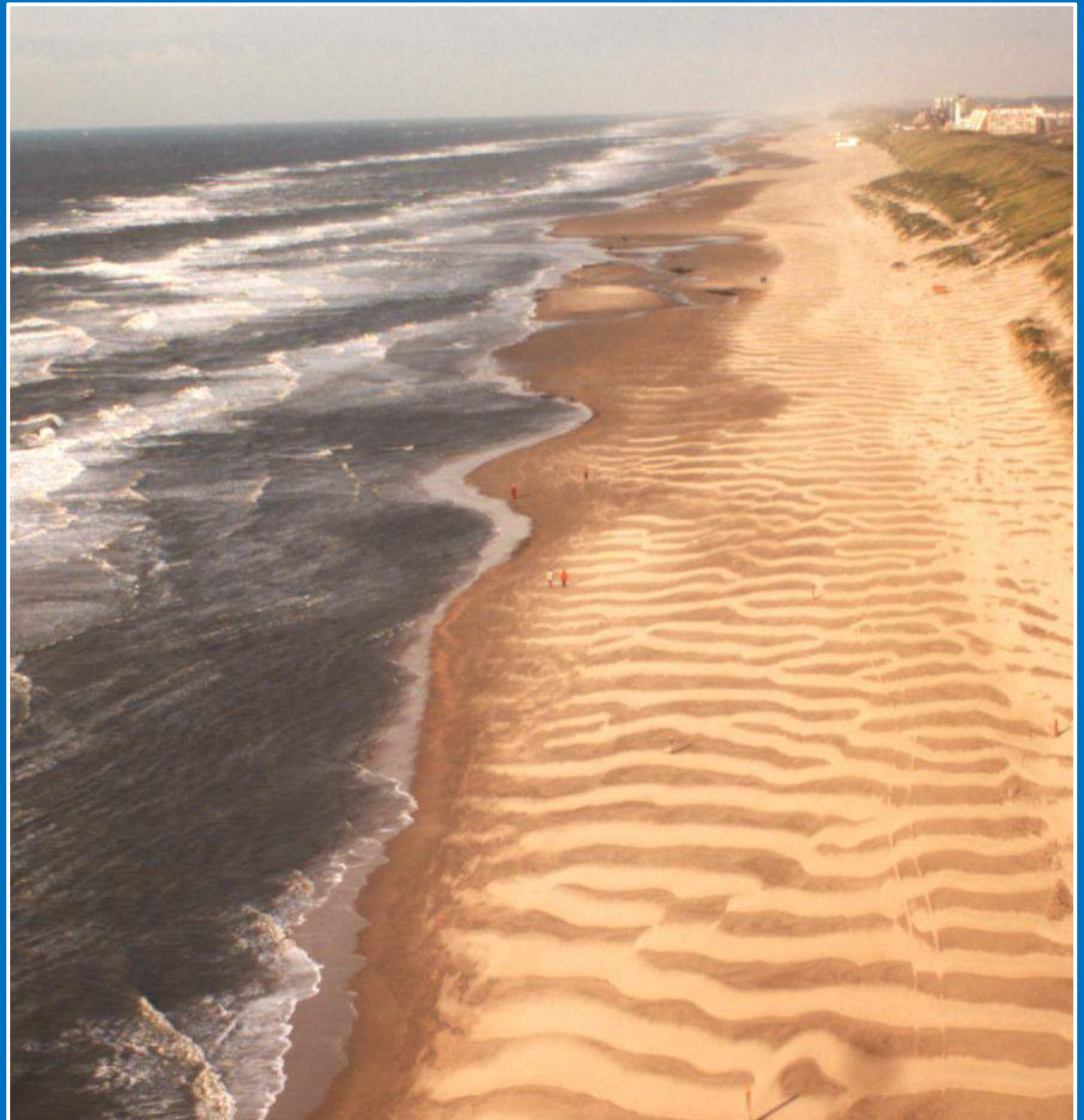
- Grootte transport
- Brongebied
- Timing van events

2. Terugkoppeling

- Sand strips

3. Turbulentie

- Grootte transport



Aeolus model

Onderzoeksvragen

1. Vochtgehalte

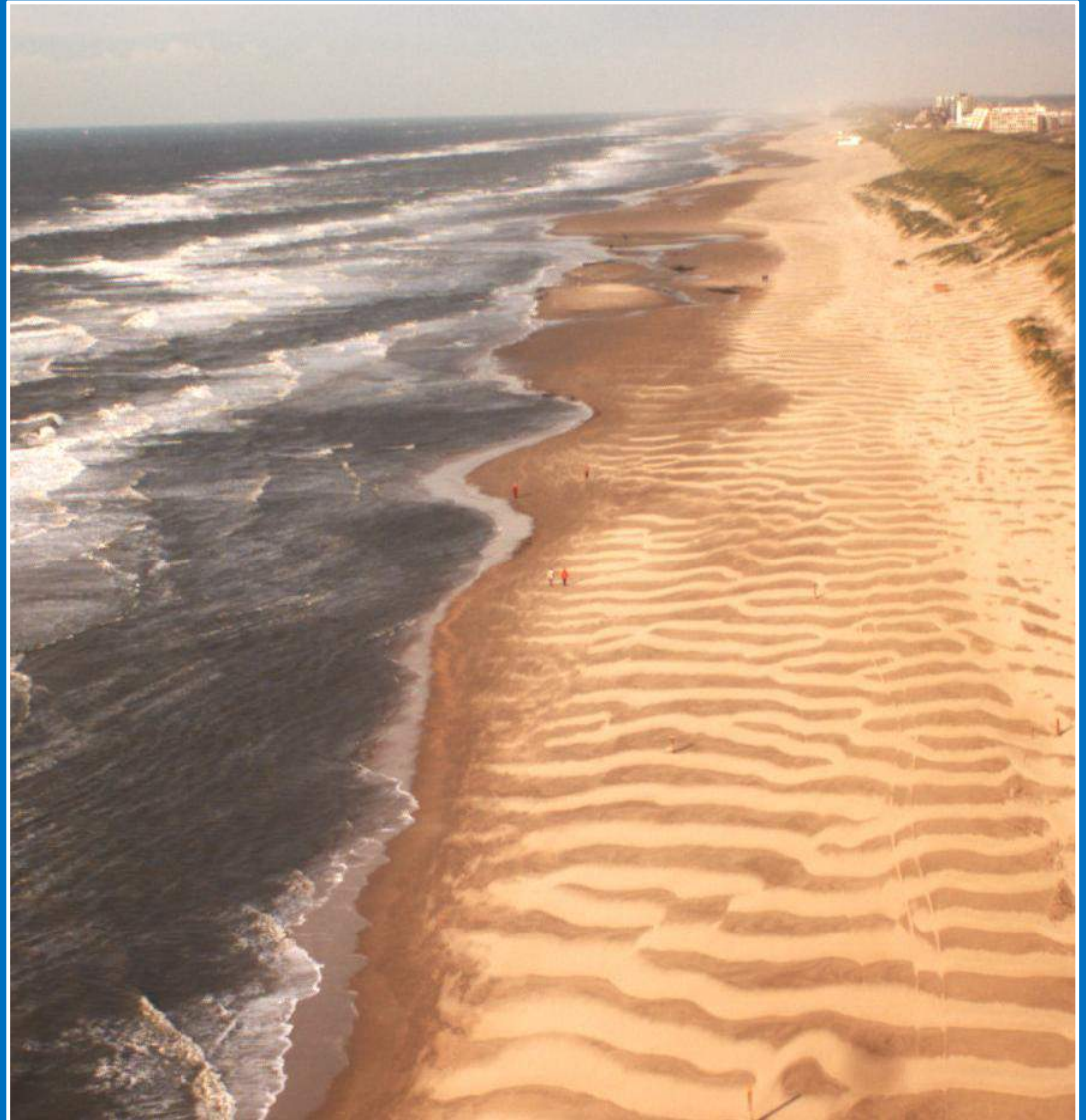
- Hoe nat?
- Variatie in tijd en ruimte?
- Hoe meet je dit?

2. Timing

- Welke condities?

3. Grootte

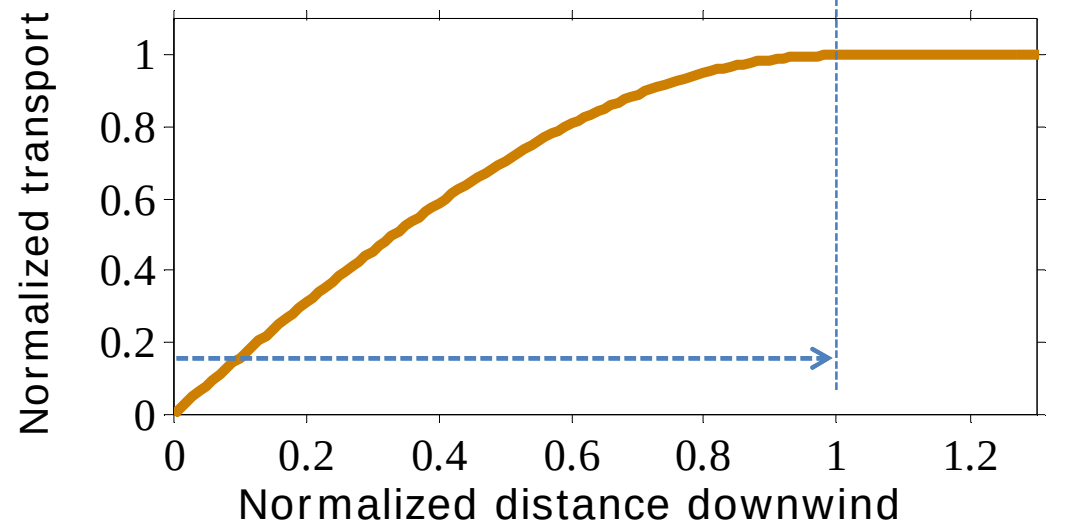
- Omgevingsfactoren?
- Turbulentie-effecten?



Model framework

Schaal overgang

- Van complexiteit naar netto effect
- Parameterisaties
- Factoren:
 - ✓ vocht
 - ✓ wind
 - ✓ strandbreedte



Model framework



Model output: volume zand van strand naar voorduin

Meten vochtgehalte

Wensen

- Nauwkeurig en robuust
- Groot gebied, 100 x 100 m
- Hoge resolutie
 - Ruimte, 0.25 x 0.25 m
 - Tijd, 1x / uur

Delta-T probe



Optisch (video)



Terrestrische laser scanning

- ✓ Statisch (vanaf statief)
- ✓ Mobiel (vanaf terreinauto)



Riegl VZ-400 , 3D laser scanner
Golflengte = 1550 nm

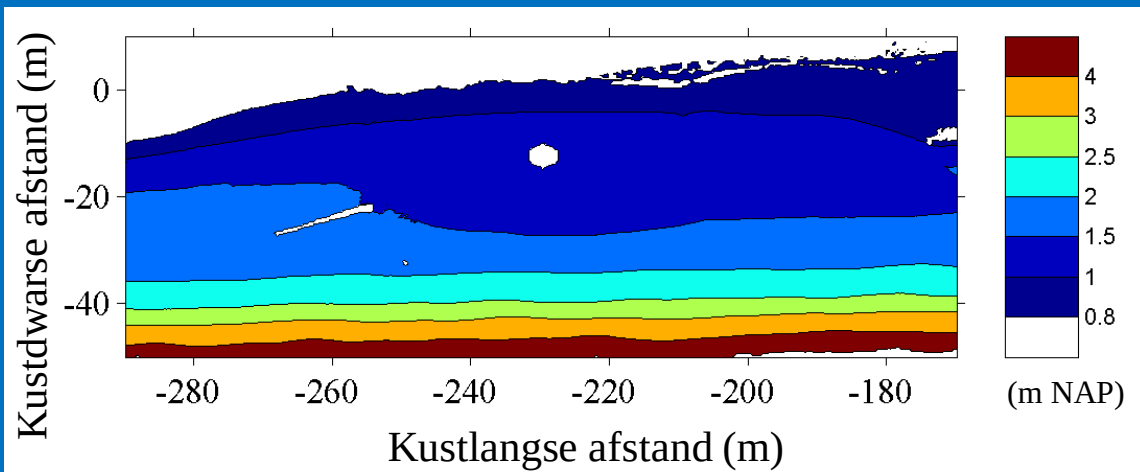


Meten vochtgehalte

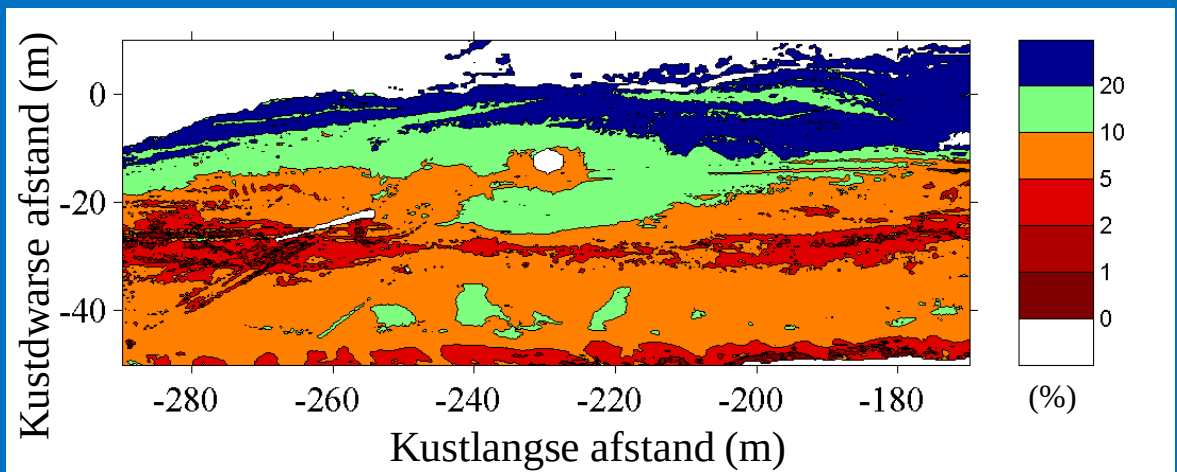
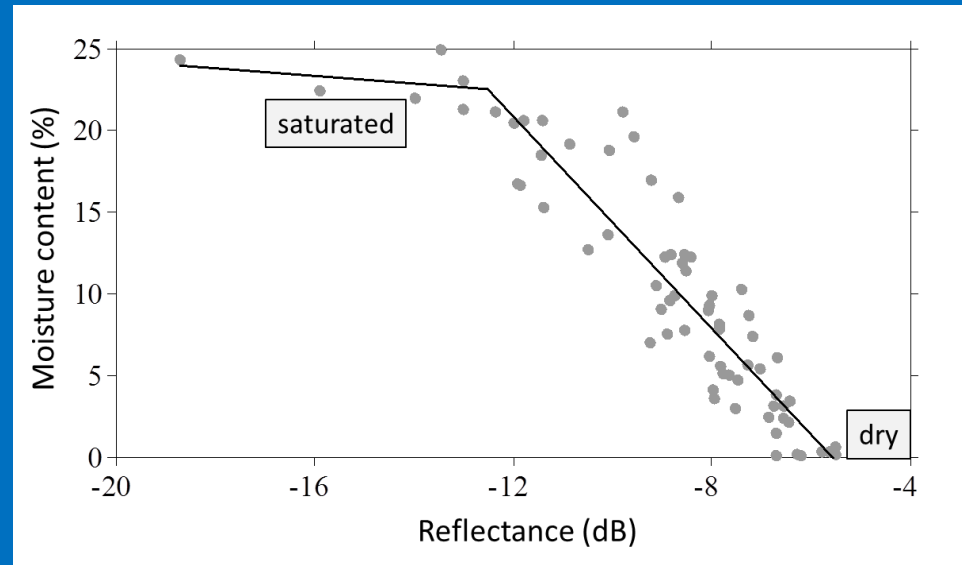


Terrestrische laser scanner

- Time-of-flight principe
- Point cloud: x, y, z, R
- 122,000 punten / s
- 360°/100° scan: 5 – 20 minuten
- 5 – 25 miljoen punten



Meten vochtgehalte



Meten vochtgehalte



Voordelen

- Hele bereik, 0 – 22%
 - nauwkeurig, 2.6%
 - robust, 0.3%
- Groot gebied: $\sim 100 \times 100$ m
- Resolutie:
 - 0.25×0.25 m, 1x / half uur
- Samen met topografie

Nadelen

- Duur: 90 k€
- Post-processing is nu nog bewerkelijk
- (Te) veel details

Timing

Argus video data set (UU: Egmond aan Zee, Noordwijk)

- 1x / uur
- 1995/1998 - vandaag



Timing

Sterke, kustnormale wind



Gematigde, kustlangse wind



- Belangrijkste factoren: strandbreedte, windrichting (& windsnelheid)
- Sterk verschil tussen potentieel en daadwerkelijk belang
- Regen alleen belangrijk bij begin beweging (~ 8 m/s)

Timing

2 uur



5 uur



7 uur



- Tijdsvariatie in transport door tijdsvariatie strandbreedte
- Afhankelijk van locatie strandbank

Poseidon en Aeolus

Uitdagingen

- Ontrafelen vochtgeïnduceerde complexiteit
- Schaalproblematiek: Aeolus model
- Geschikt voor wetenschappelijke en praktijktoepassingen
- Probabilistische omgeving (onzekerheden)
- Integratie Aeolus en Poseidon in 1 modelomgeving
- Feedback met vegetatie

A large, orange, multi-pointed starburst shape is centered on a solid blue background. The starburst has approximately 12 points of varying lengths, creating a jagged, explosive appearance. Inside the starburst, the word "vici" is written in a black, handwritten-style font.

vici



Modelstructuur

Input

- Tijd series
 - ✓ Wind
 - ✓ Getij
- Strandprofiel



Model

- Bodemvocht in ruimte en tijd
- Model framework met parameterisaties



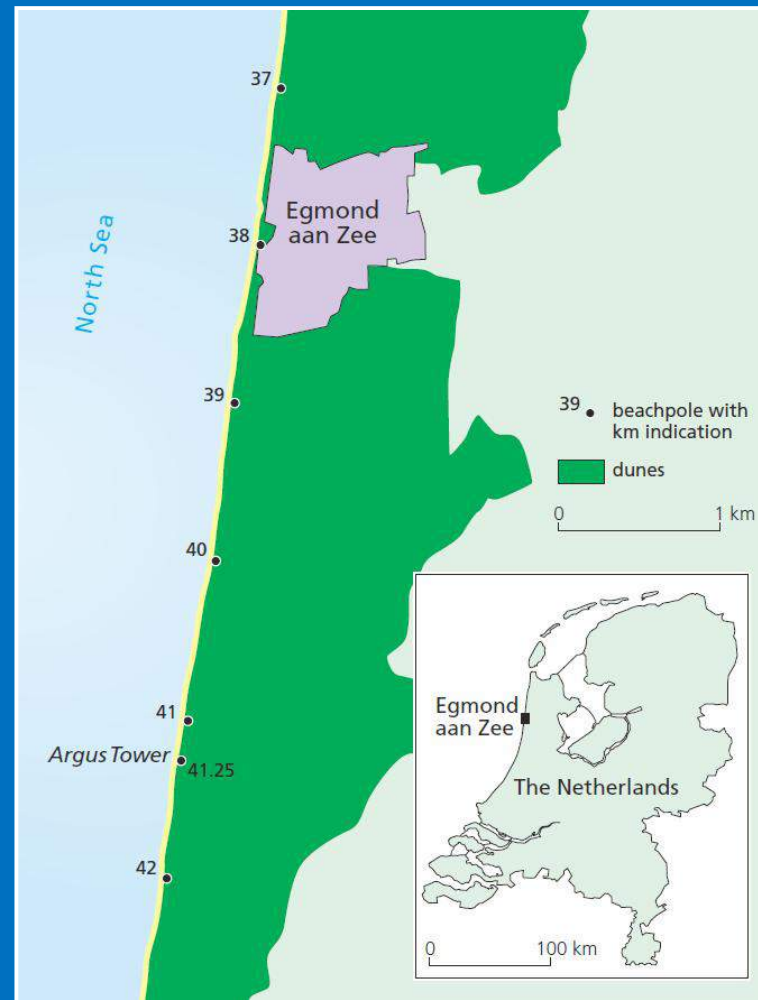
Output

Zand toevoer

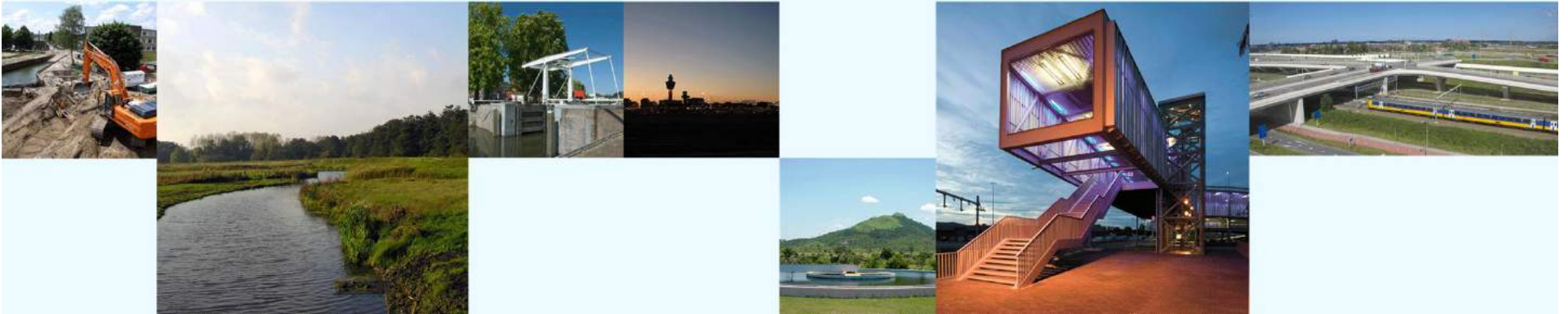
Nieuwe transportmetingen



Onderzoeksgebied



Zwakke Schakels Noord-Holland: rol eolisch transport in duinontwerp



Marije Smit

Zwakke Schakels Noord-Holland: rol eolisch transport in duinontwerp

1. project
2. eolisch transport - systeem
3. eolisch transport - visie
4. eolisch transport - duinontwerp

Zwakke Schakels Noord-Holland

Opdrachtgever

HHNK

RWS

Uitvoering door:

Boskalis

Van Oord

Advies tenderfase door:

Witteveen + Bos

Svasek

Altenburg & Wymenga

Deltares

West8

 experts

Zwakke Schakels Noord-Holland

Contract

Design Construct Maintenance
20 jaar onderhoud

Tenderfase

september 2012 – augustus 2013
contract: december 2013

Geplande uitvoering

Eind februari 2014: 1^e suppletie
1 januari 2016: kust veilig

1. project

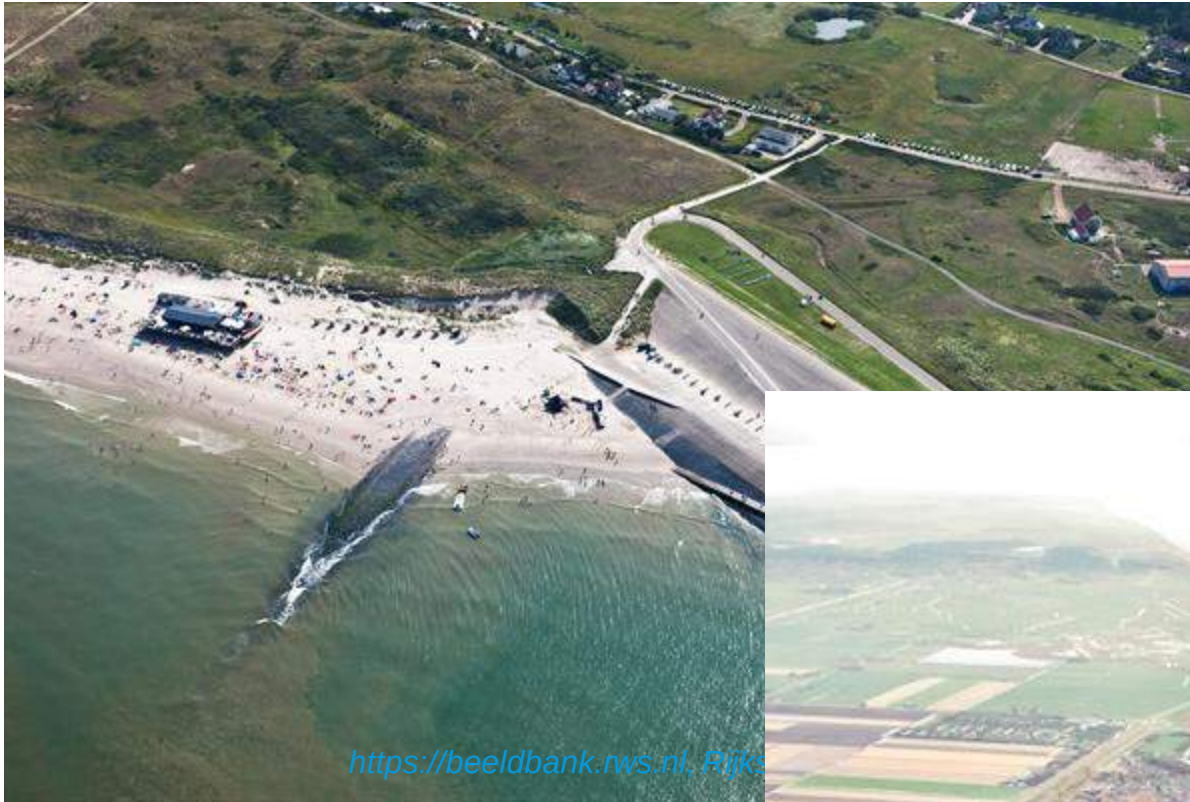


<https://beel>



<https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Joop van Houdt

1. project



1. project



1. project

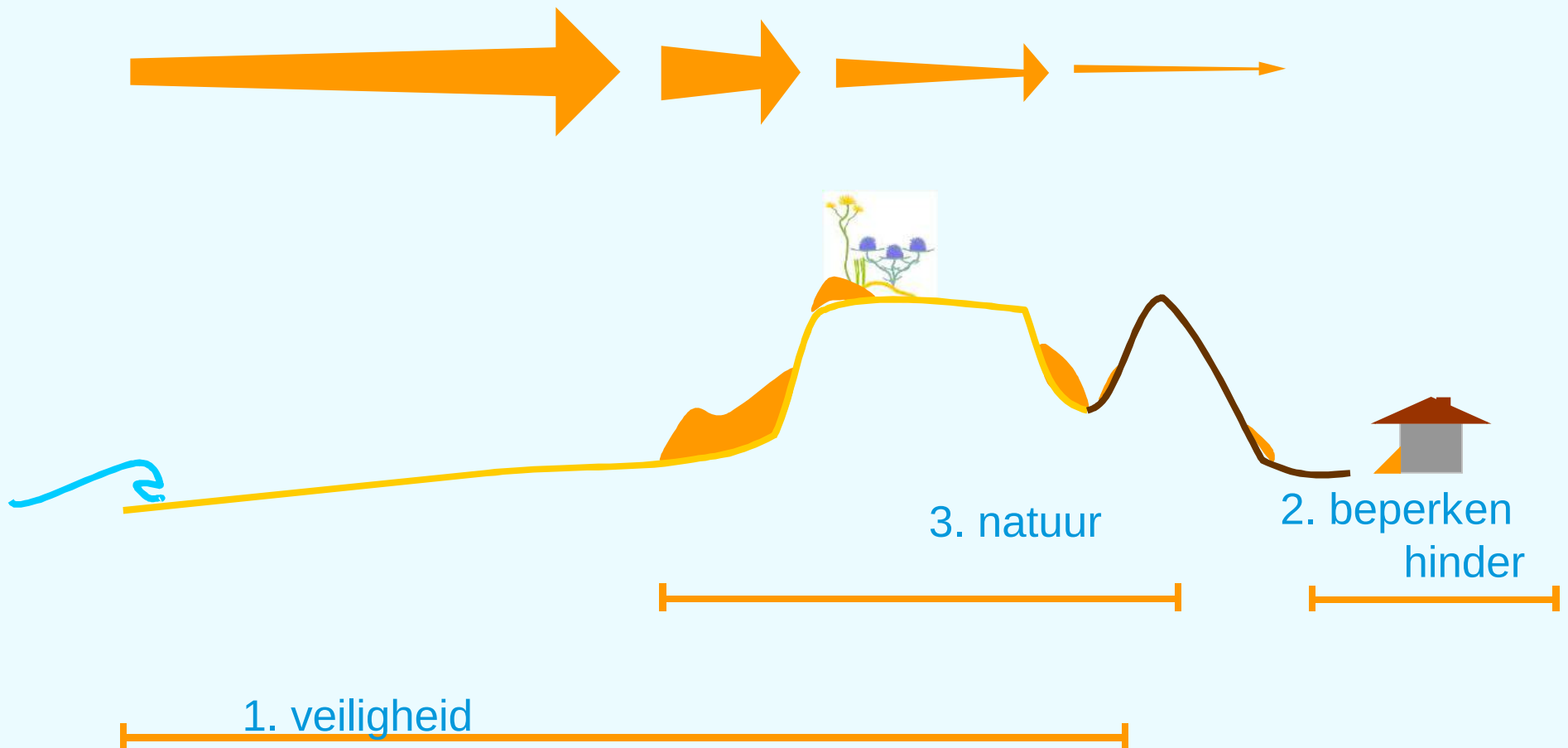


Zwakke Schakels Noord-Holland

- veiligheid ⇔ ruimtelijke inpassing
- slim gebruik van kracht van zand
- unieke situatie:
harde dijk + zand ervoor => nieuw stuk Noord-Hollandse kust
- omgevingsproces: samen een veilig én mooi plan realiseren



Eolisch transport - systeem



Eolisch transport - visie



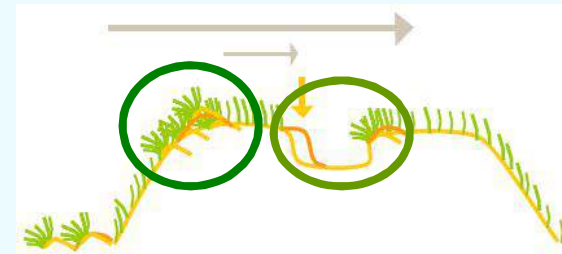
Eolisch transport - duinontwerp

1. Geometrie - groot



2. Geometrie - klein

- a. natuurlijke variatie
- b. lokale verdieping

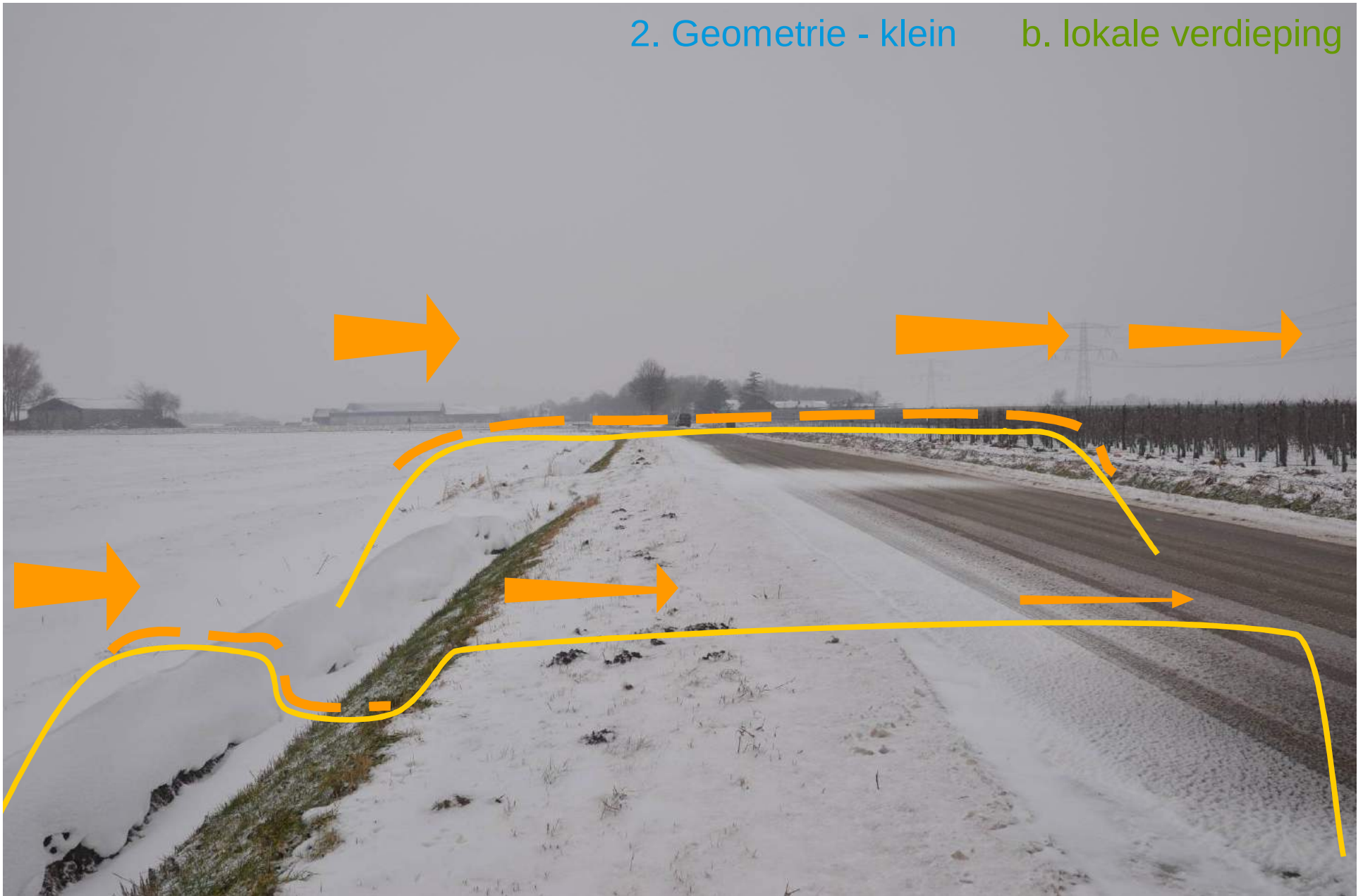


2. Geometrie - klein a. natuurlijke variatie



2. Geometrie - klein

b. lokale verdieping

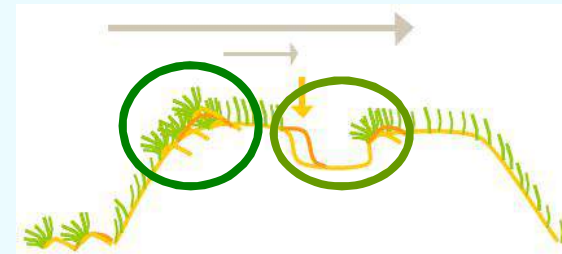


Eolisch transport - duinontwerp

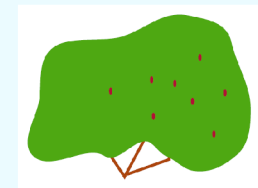
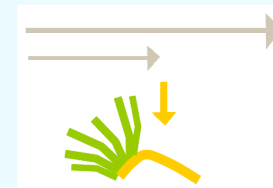
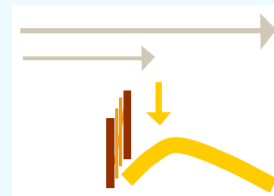
1. Geometrie - groot



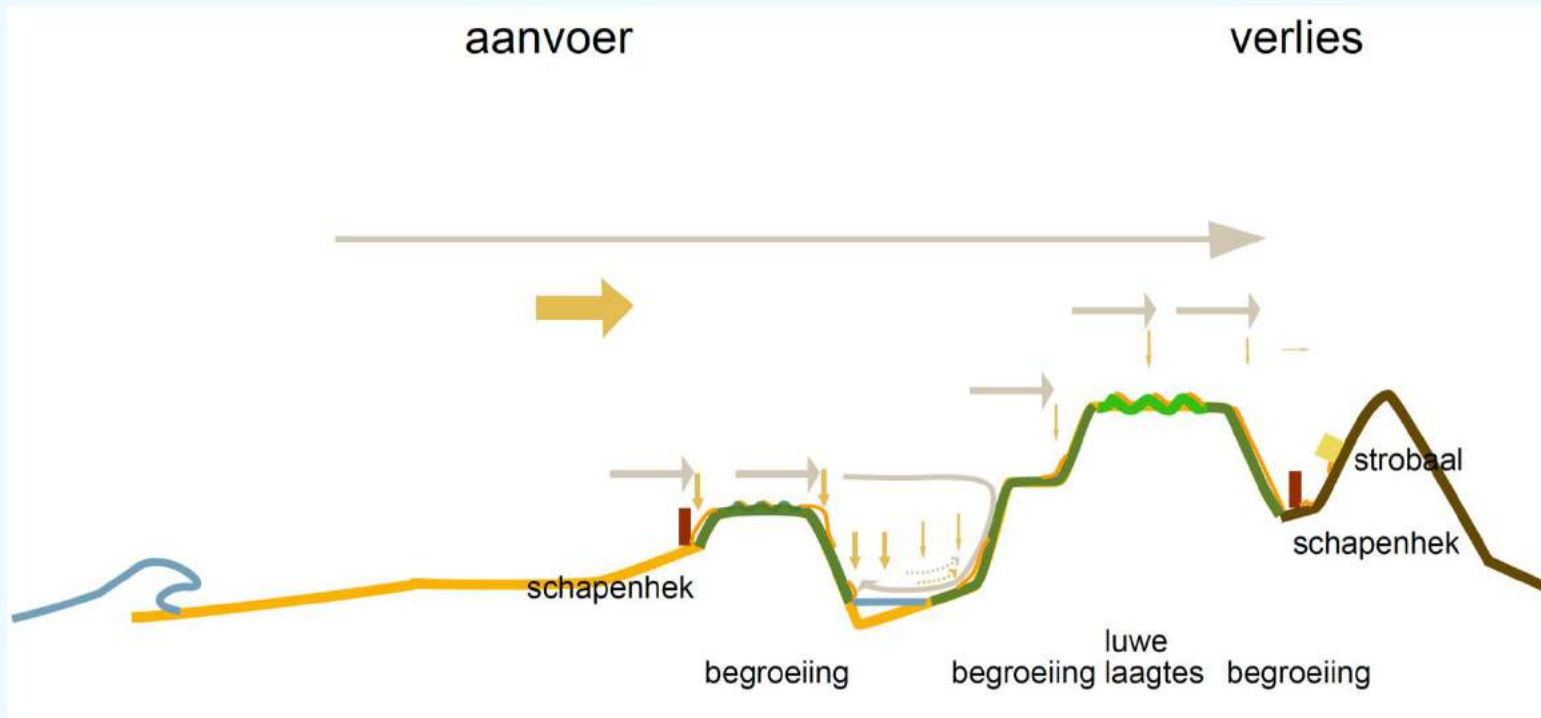
2. Geometrie - klein



3. Planten en objecten



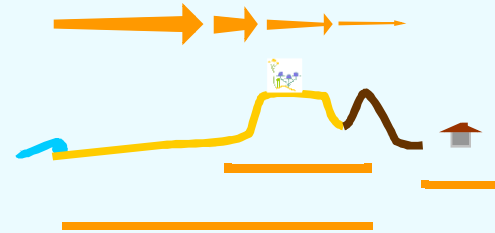
duinontwerp - voorbeeld



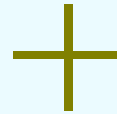
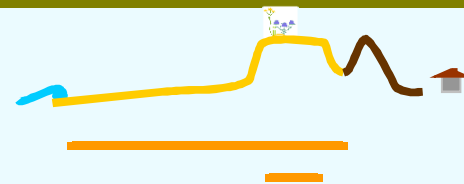
Zwakke Schakels Noord-Holland: rol eolisch transport in duinontwerp

systeem

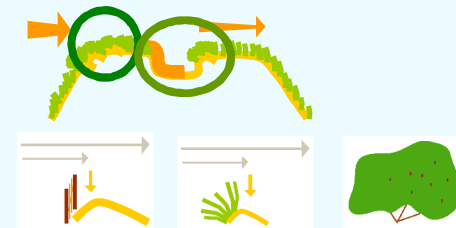
kader



= visie



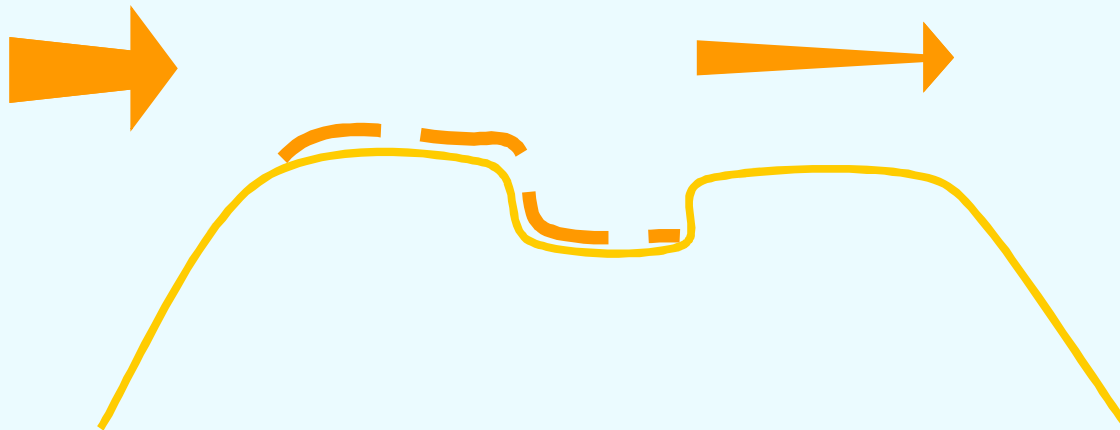
= duinontwerp



Extra slides in geval van vragen

Verstuiving – invulling 2

- Geometrie - klein



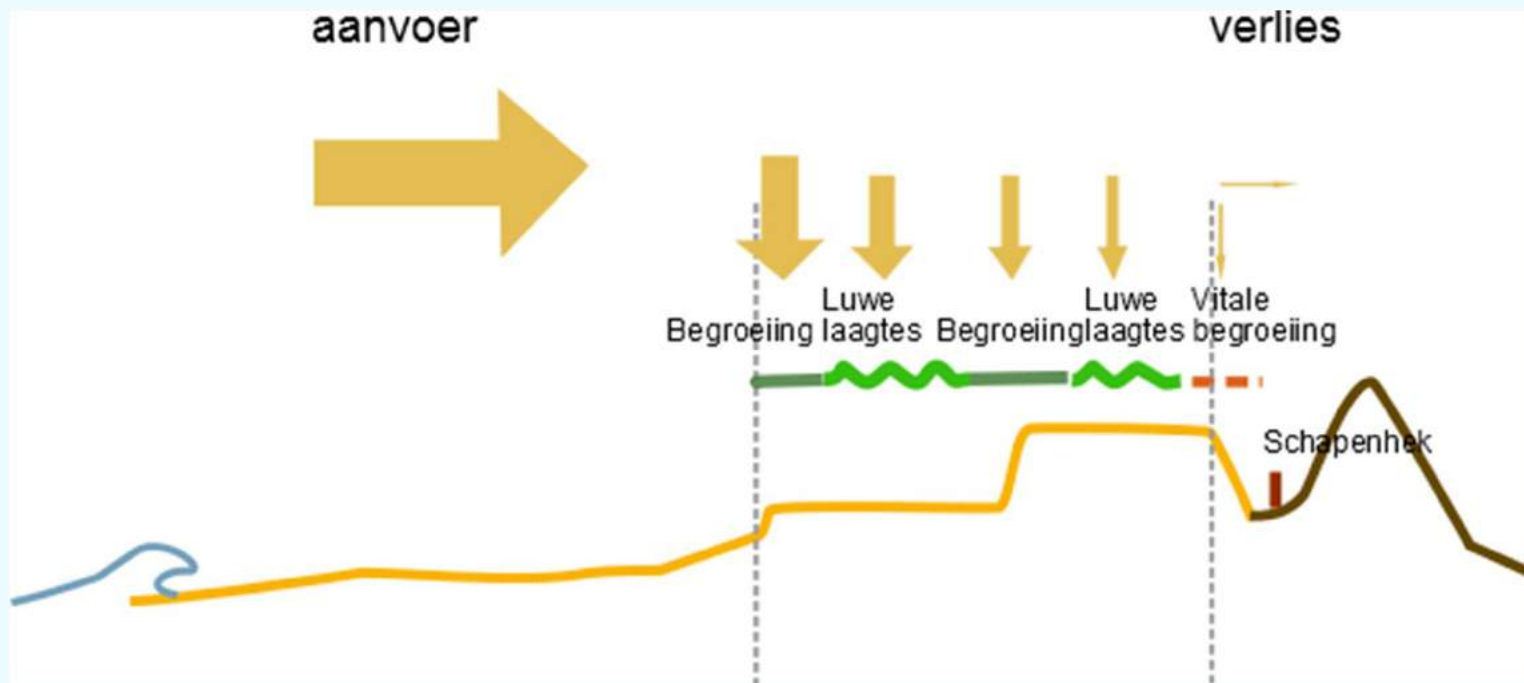
Maatregelen profiel 1



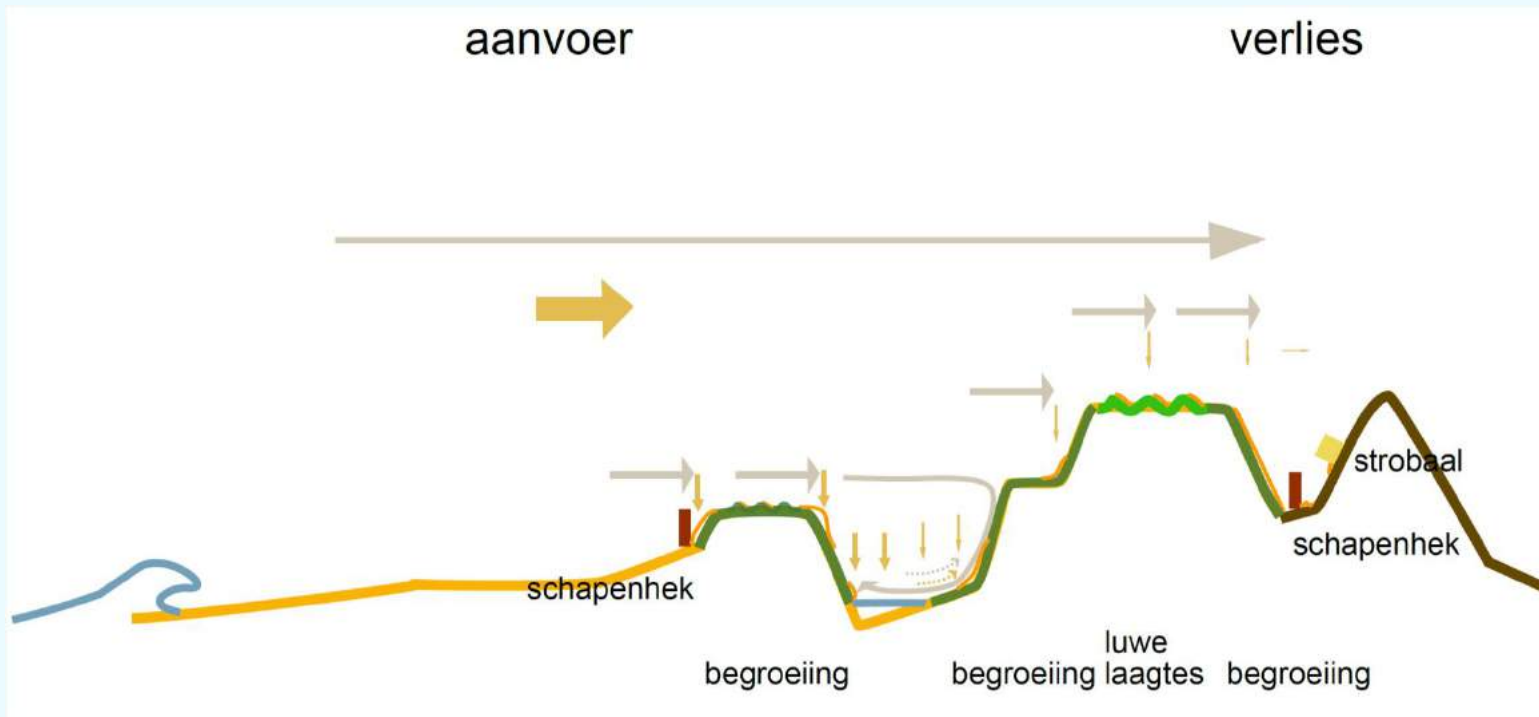
Maatregelen profiel 2



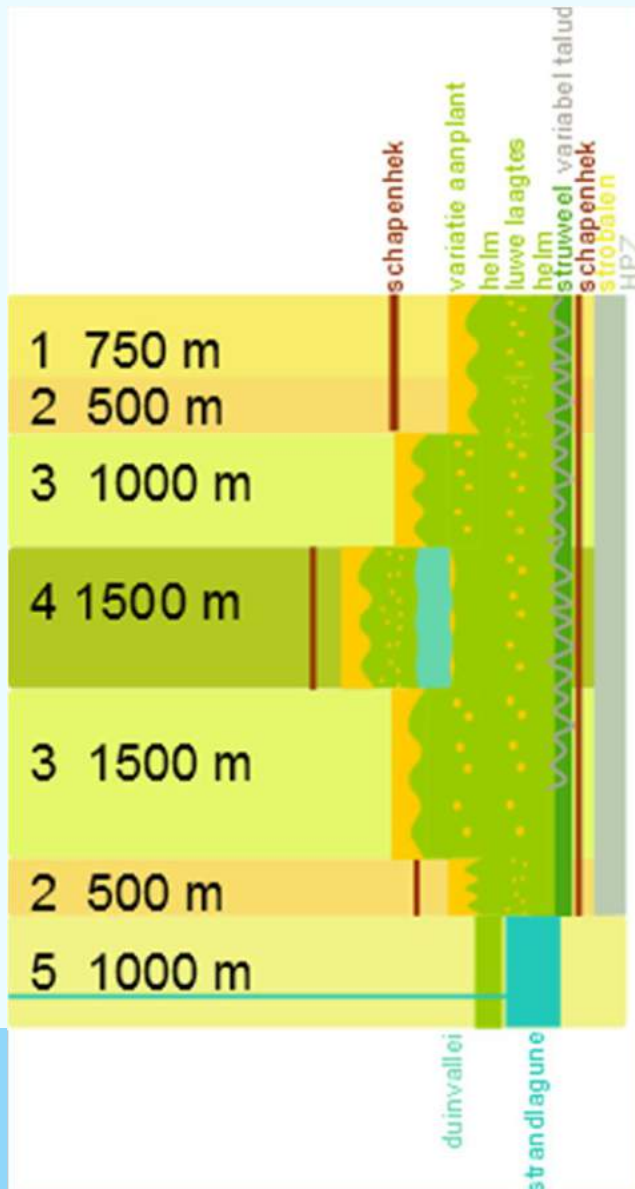
Maatregelen profiel 3

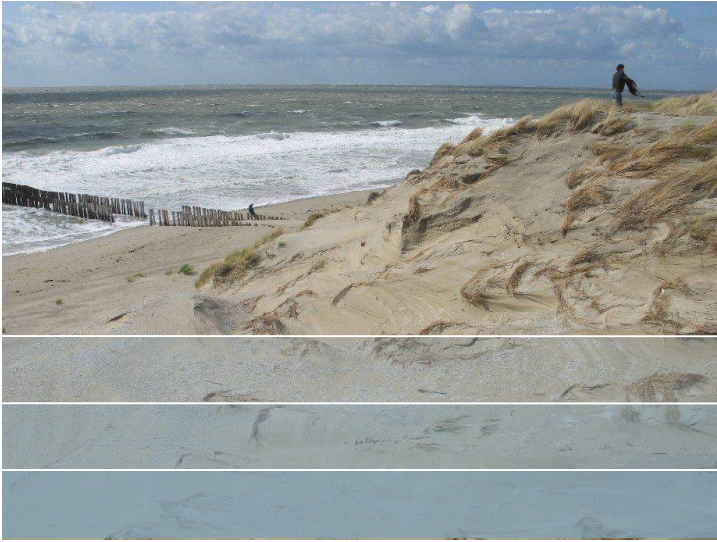


Maatregelen profiel 4



Overzicht profielen





De Kop van Schouwen als proeftuin voor natuurlijke dynamiek

Bert van der Valk, Bas Arens, José Reinders, Kees den Heijer, Alessio Giardino, Jelle Buma, Marcel Bakker, Arjan Koomen,...

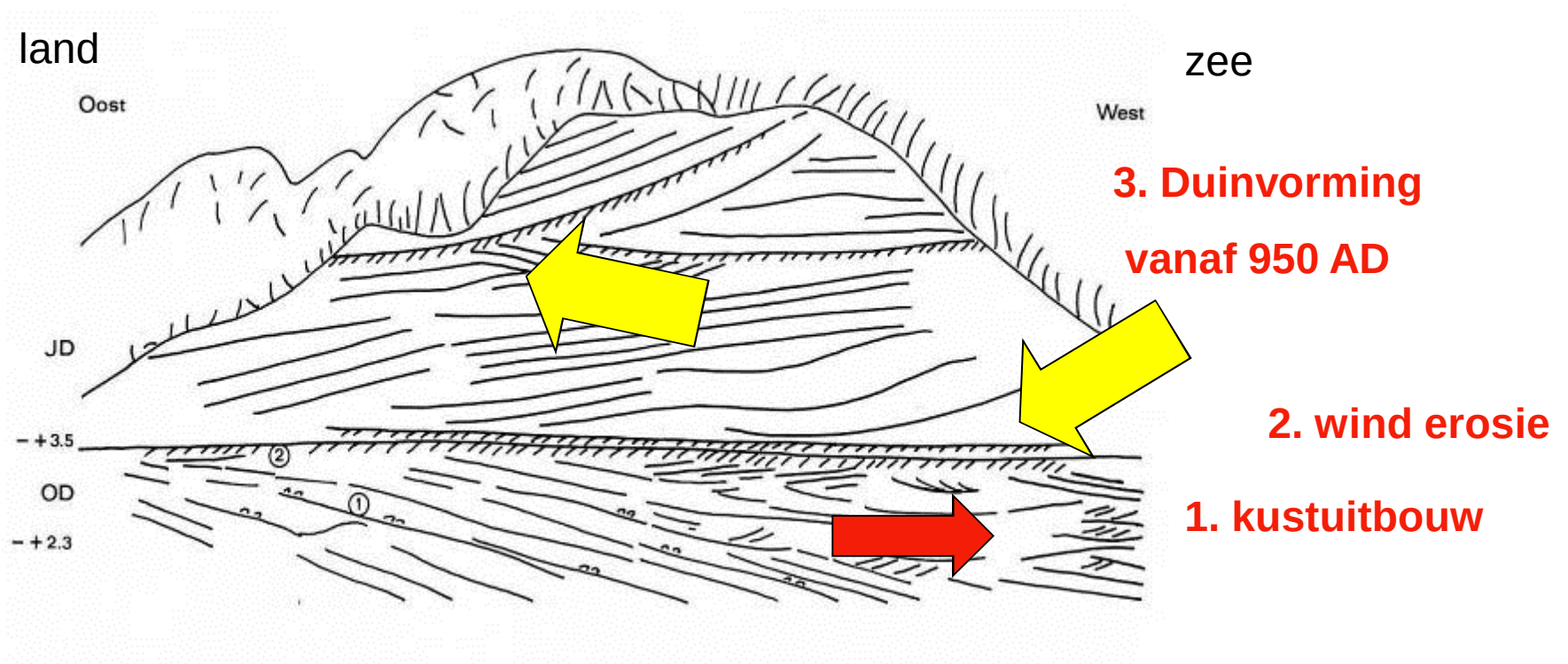
Kijkduin 24 Jan 2014

Landschappen van West-Schouwen



Dwarsdoorsnede vlak aan de kust

Jonge Duinen boven op Oude Duinen

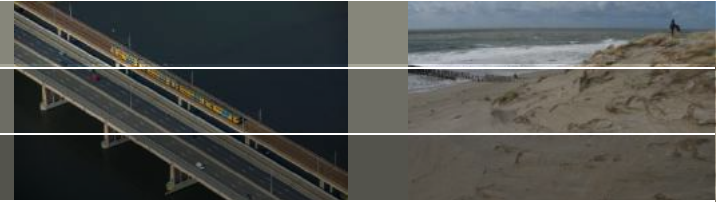


2: IJzertijd- en Middeleeuwse potscherven

1: *Nonnetje* schelpdoubletten: ca. 1000 v. Chr (C14: 2860 ± 60 BP)

Deltares

Hoe zo Schouwen?



- Archeologische veldverkenningen 1992-1994; en weer vanaf 2007; rapportage in 2011
- Leverde solide procesinventaris wat daar gebeurt tbv morfologie en ecologie in de duinen

Recente ontwikkelingen:

- Grote natuurbeheerders en natuurmanagers zagen de ecologische kwaliteitsvermindering met lede ogen aan
- Onderzoek naar flexibilisering van zand suppleren (DP Kust, PZeeland, Gemeente S-D)

Belanghebbenden in de Kop van Schouwen

Beheerders (droog en nat):

- Voor de duinen: Staasbosbeheer, Natuurmonumenten
- Voor de kust: Rijkswaterstaat, Waterschap Scheldestromen, DP Kust

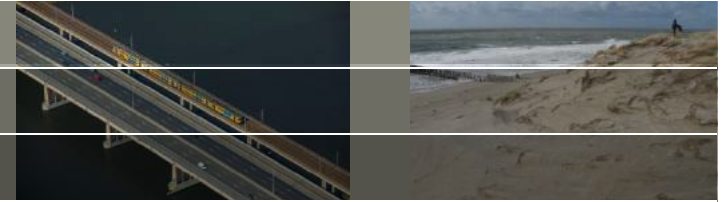
Natuurmanagers:

- Provincie Zeeland (kwaliteit natuur en PAS-aanpak)
- Kennisnetwerk OB+N (processen; MinLNV/EZ)

Ook nog:

- Waterproducent Evides
- Gemeente Schouwen-Duiveland (recreatie)

Projecten 2009-2013



>> Kustlijnzorg 2009-2011: toestand van de kustduinen na 15 jaar suppleren (morfologie, ecologie, geochemie) (o. a. Arens en van Puijvelde)

>> In 2011-12 project herstel mogelijkheden Meeuwenduinen (Arens, Bakker, Koomen)

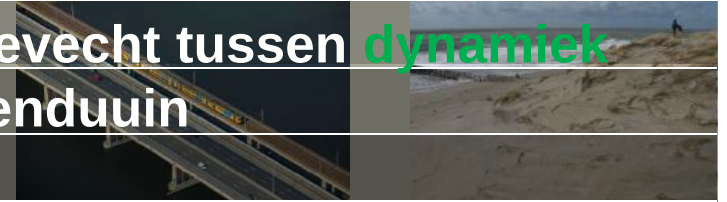
>> In 2013 project “slimmer omgaan met zand” (Deltares et al.)

Geschiedenis verstuivingen in de Meeuwenduinen



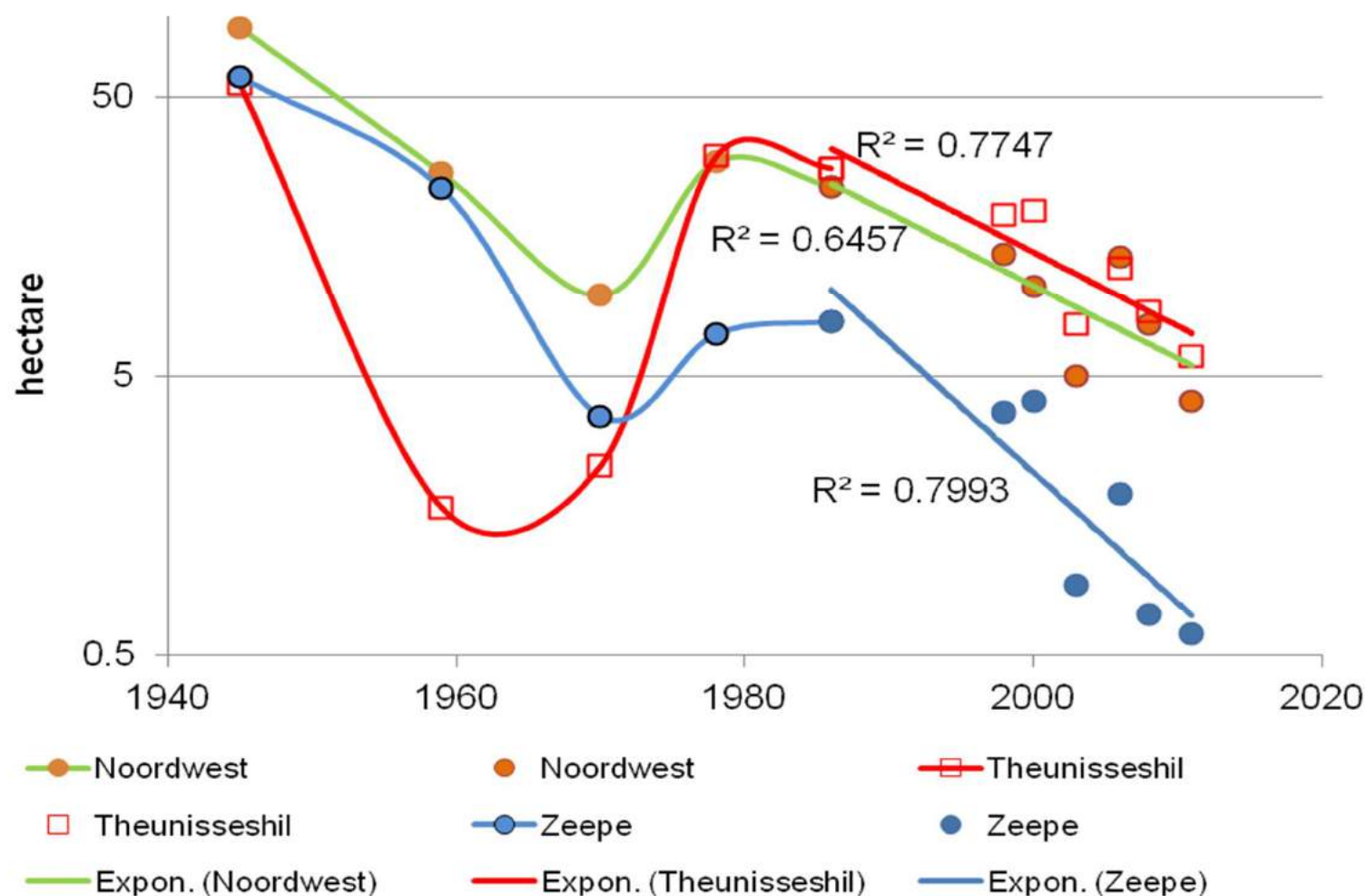
- vastleggingswerken na WO 2
- de basis voor het huidige sterk gefixeerde zand oppervlak
- opleving verstuingen kort na 1976 (erg droog jaar en over-onttrekking grondwater)
- nog een korte opleving na 1990
- Maar als geheel: het gaat uit als een nachtkaaars (hoewel klimaat niet veranderd is...)

Sturende processen in kustduinen: een gevecht tussen **dynamiek** en **stabilisatie** over de gradient kust-binnenduin



- Kustafslag – windsleufontwikkeling – secundaire erosie zeereep – overstuiving landwaarts – >> **mogelijkheden voor mobilisatie**
- Verdroging (kustafslag en krimpen zoetwaterbel; grondwateronttrekking; toename verdamping; droge periodes) – verdwijnen vegetatie – >> **ontstaan verstuivingen**
- Stikstofdepositie – versnelde vegetatie-ontwikkeling, verruiging – >> **stabilisatie**
- Vernatting (toename neerslag) – >> **versnelde stabilisatie**
- Afname konijnenstand – >> **versnelde stabilisatie**

Herstelstudie: ontwikkeling oppervlak kaal zand voor de drie belangrijkste deelgebieden vanaf 1945



Herstelmaatregelen Meeuwenduinen (voorstel)

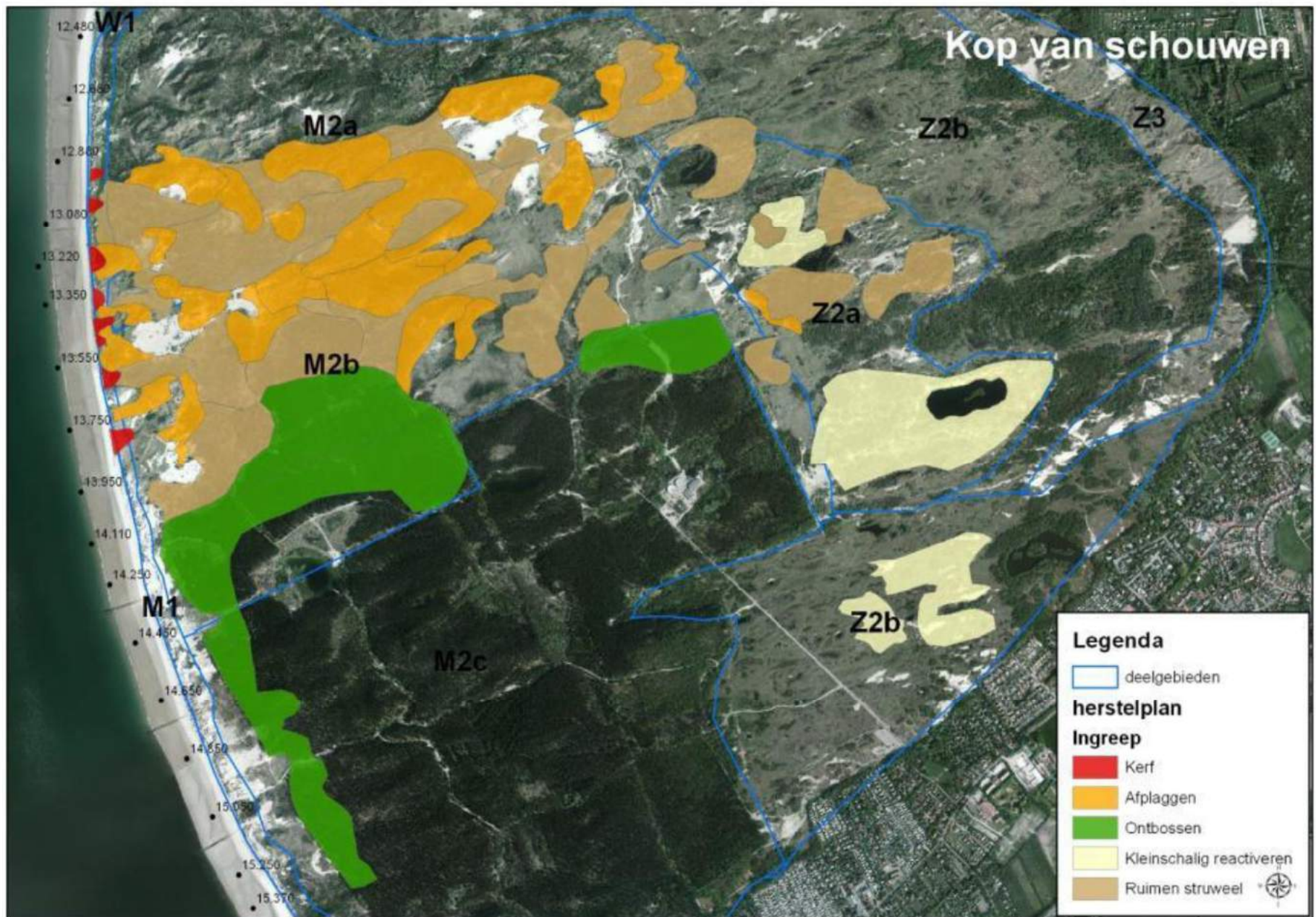
Gebied Meeuwenduinen groot genoeg: enorm schaalvoordeel

Pak de volledige gradient zeereep-middenduingebied aan met maatregelen die met elkaar in verband staan

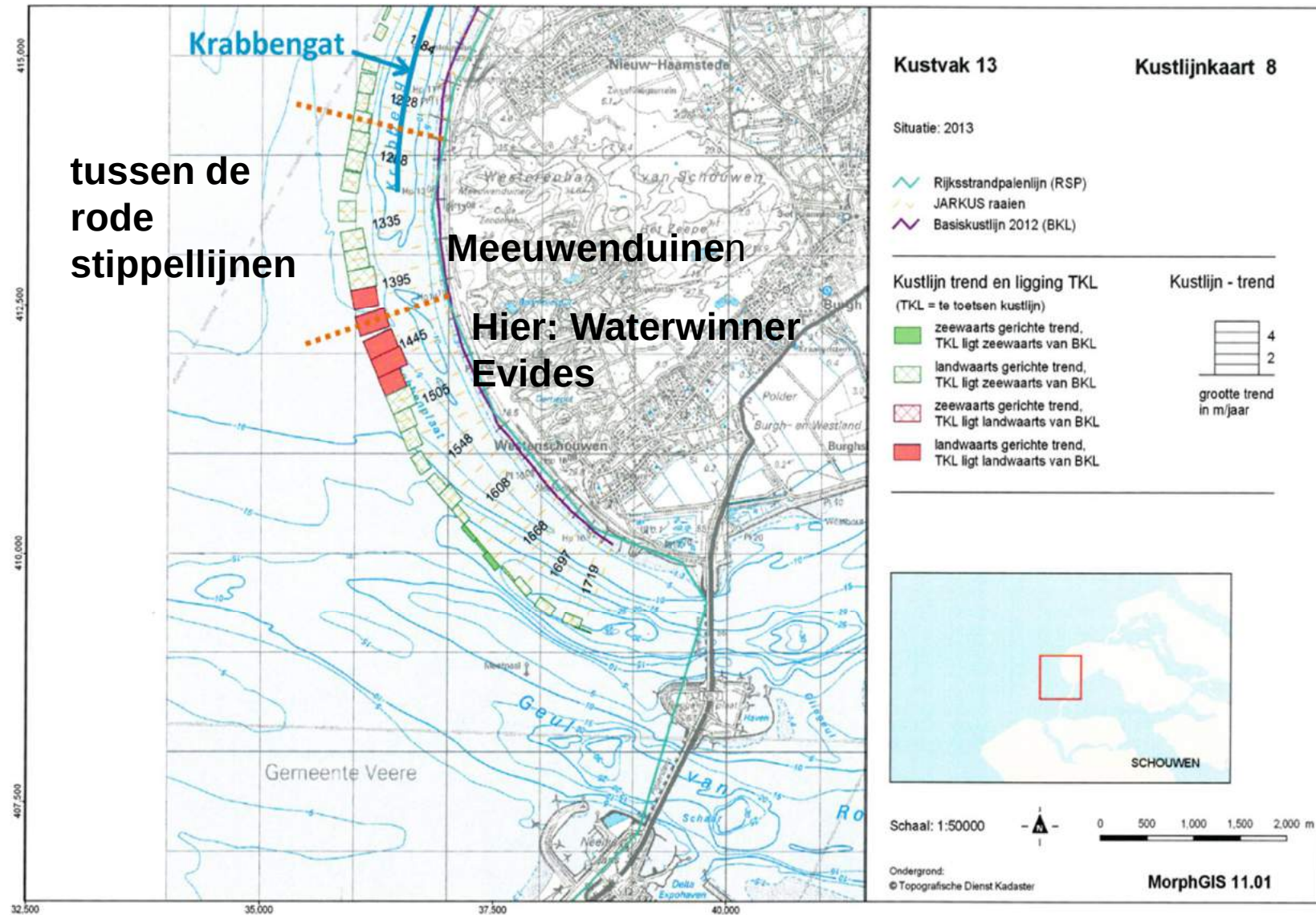
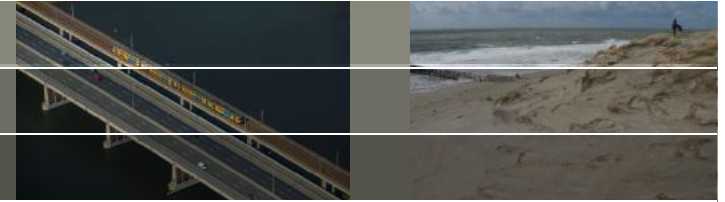
Ga uit van duurzaamheidsprincipe; niet meer kaalmaken dan nodig “slim en plaksgewijs verwijderen vegetatie” en houdt rekening met doorwerking

Veiligheidsrisico's beheersbaar (zeer lokaal kan de hand aan de plantschop). Zoek het verband met kust- en zeereep onderhoud en het nalaten ervan

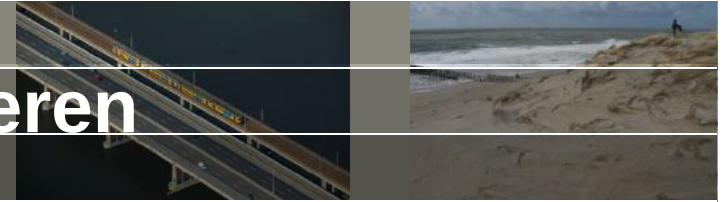
Soort ingreep bij herstelwerkzaamheden



“Slimmer omgaan met zand”

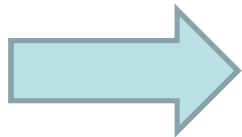


Effecten van 8 jaar niet suppleren



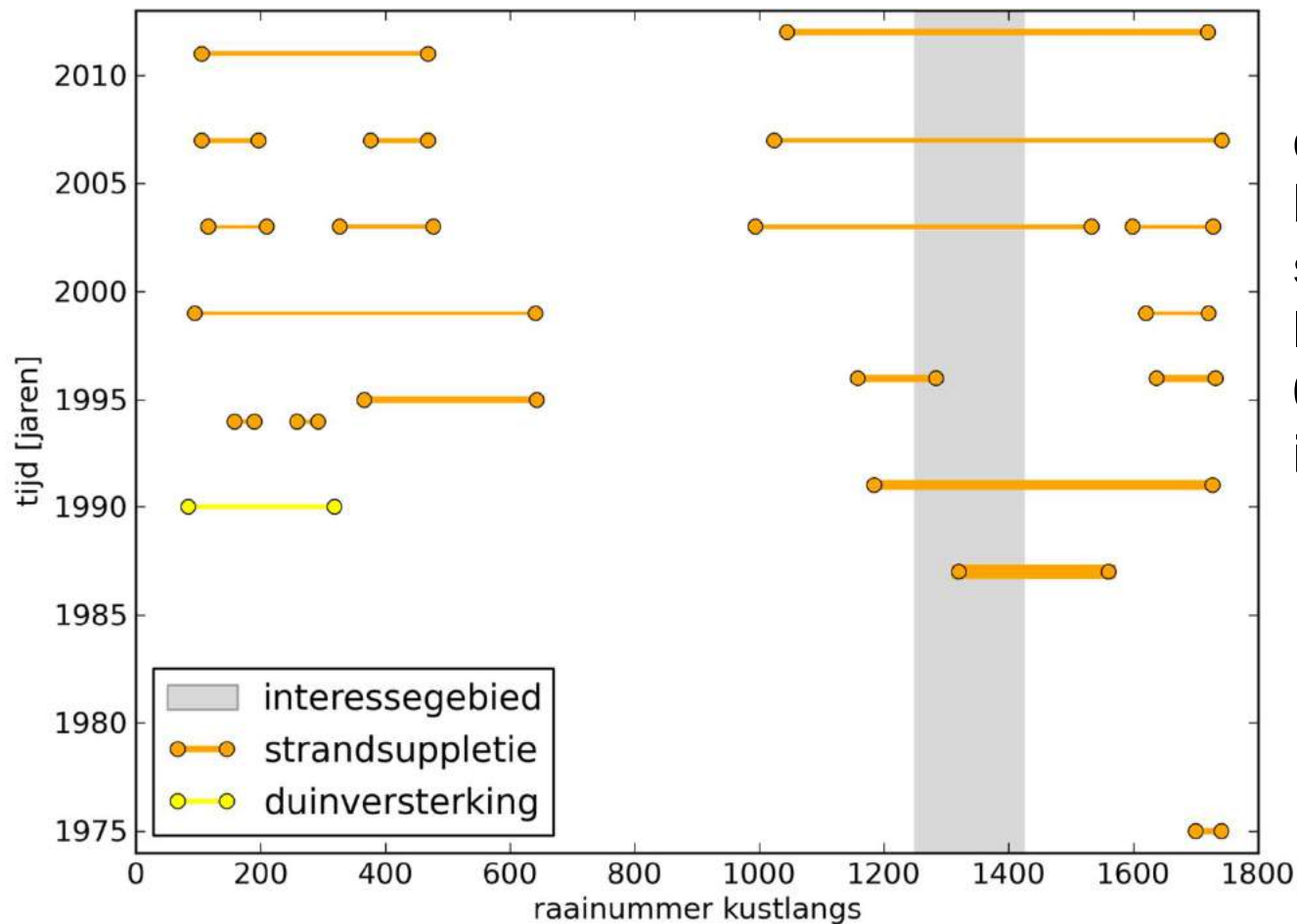
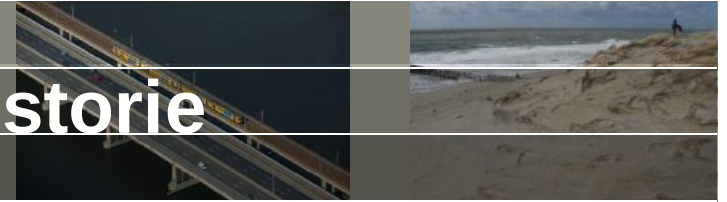
Gekeken naar de eventuele show stoppers:

- 1. Natte morfologie: Kustlijn verplaatsing en strandbreedte**
- 2. Droge morfologie: Ontwikkeling duinvoet en drempelhoogte kerven**
- 3. Geohydrologie: Bepaling kritische kustlijnverplaatsing**



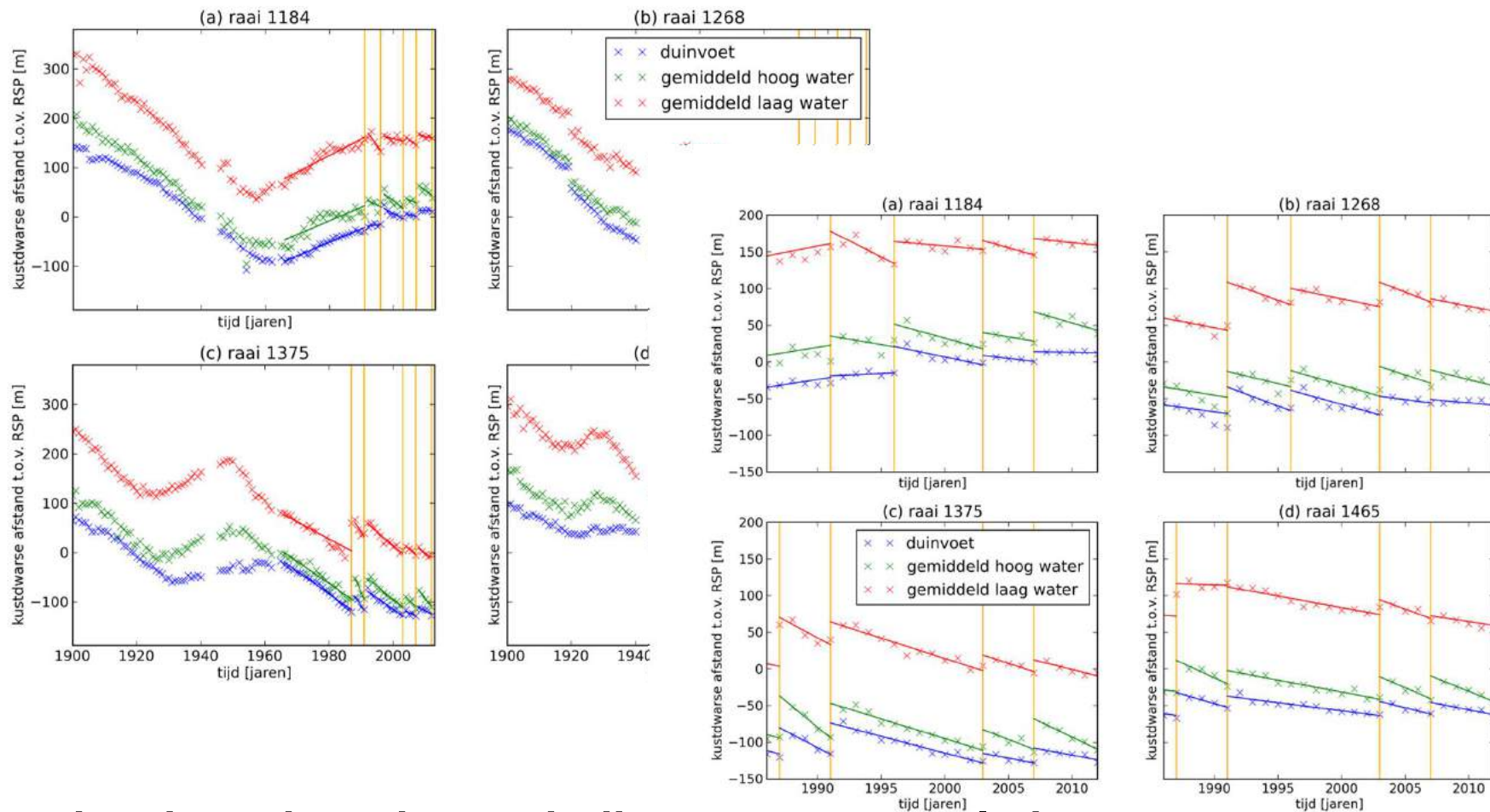
Zijn er effecten te verwachten die de veiligheid of de drinkwatervoorziening in het gedrang brengen? Effecten op natuur en recreatie?

Natte morfologie: suppletie historie



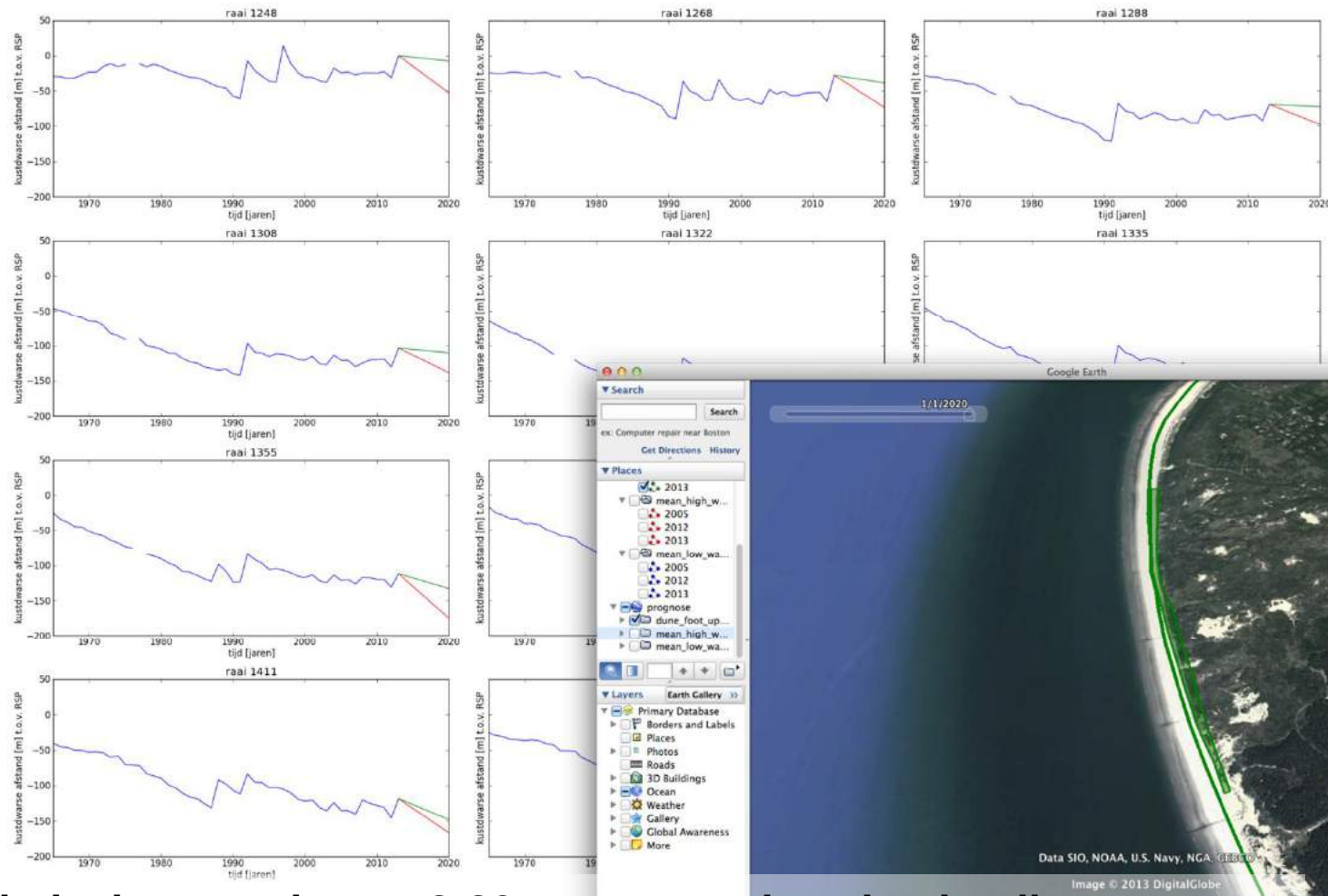
dikte van de lijn geeft
beeld van de
suppletiehoeveelheid
In 1987 en 1991:
 $0.9 \text{ Mm}^3/\text{m}$
in interessegebied

Ontwikkeling kustlijn indicatoren sinds 1900



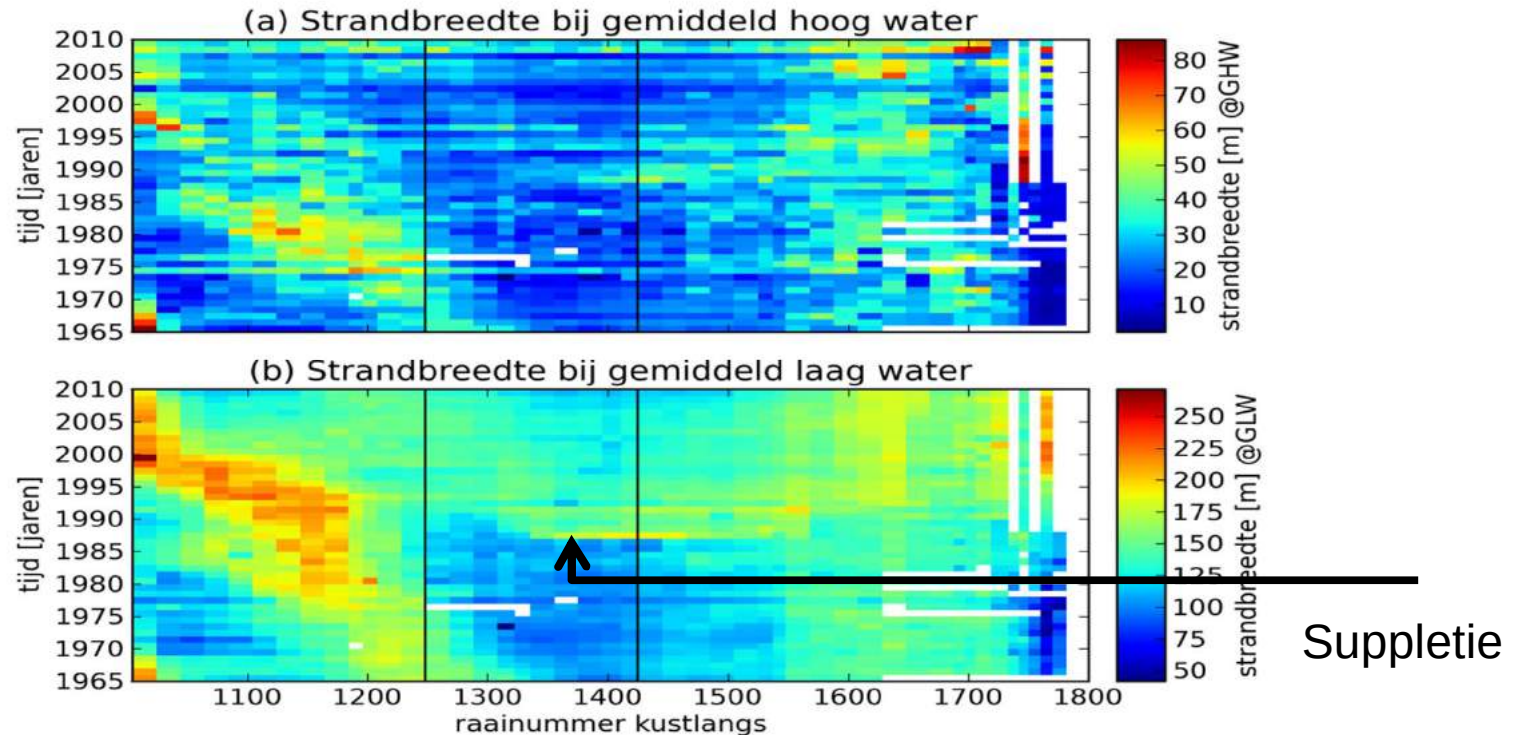
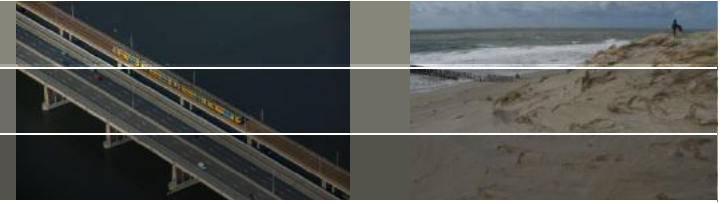
Lineaire achteruitgang indicatoren na suppletie:
→ het systeem is goed voorspelbaar

Voorspelling ontwikkeling duinvoet



optimistisch scenario: 3-30 meter verplaatsing landinwaarts
pessimistisch scenario: 28-64 meter verplaatsing landinwaarts

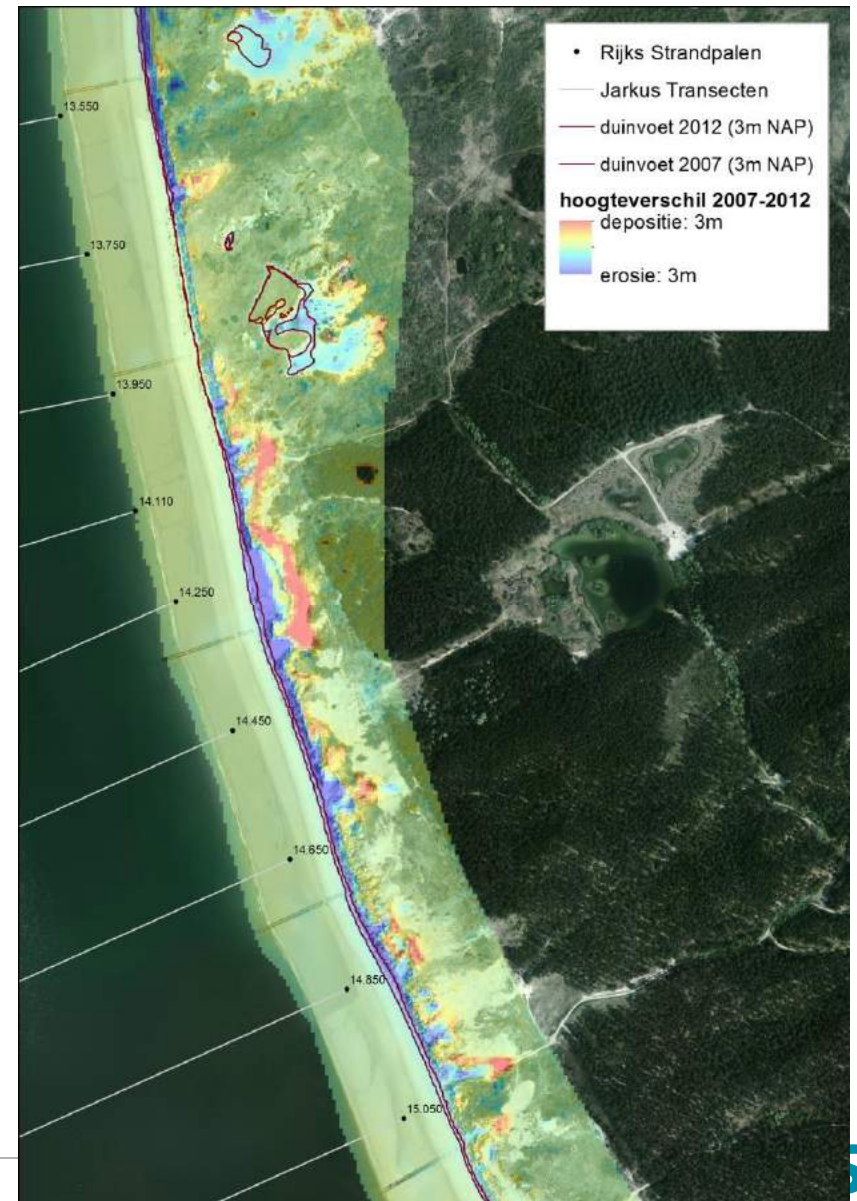
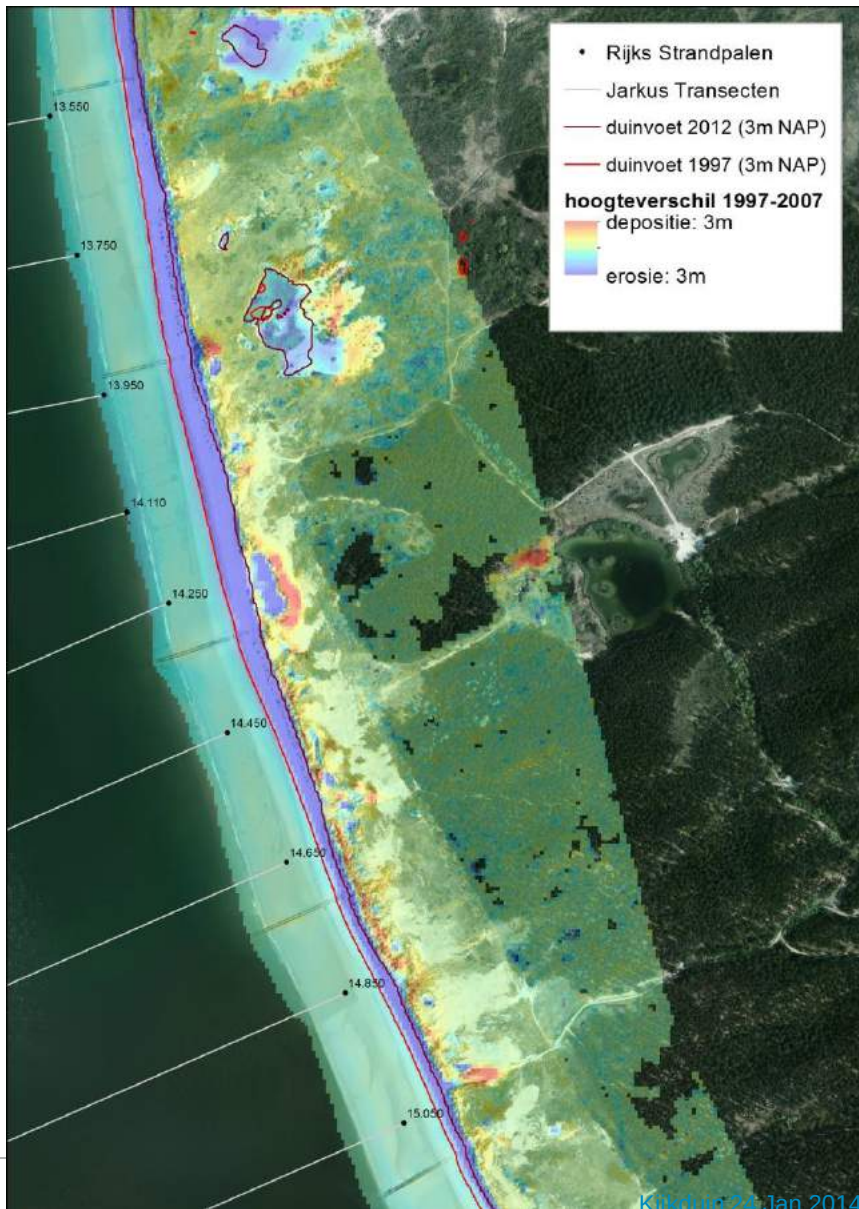
Strandbreedte



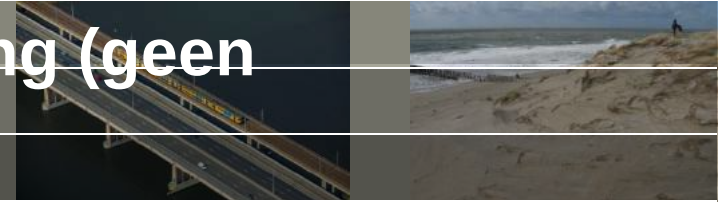
B: strandbreedte gekoppeld aan gemiddeld laag water
→ nat strand minder breed als GLW landwaarts verplaatst

A: Droogstrand breedte *niet* gekoppeld aan GHW
→ droog strand behoudt breedte ongeacht suppletiepraktijk

Autonome kerfontwikkeling 1997-2007 (links) en 2007-2012 (rechts)



Lessen autonome kerfontwikkeling (geen zeereepbeheer, wel suppleties)



Periode 1997-2007 nog geen kerven

- beperkte doorstuiving
- Erosie voorzijde zeereep factor 4 groter dan depositie top en achterzijde
- Grootste deel geërodeerd materiaal lijkt te verdwijnen via geul of strand

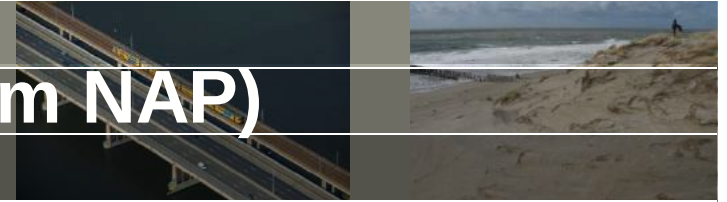
Periode 2007-2012 wel kerven

- Veel doorstuiving, dynamiek zeereep is sterk toegenomen
- Depositie op top en achterzijde van vergelijkbare grootte als erosie voorzijde >> model “**rollende zeereep**”

>> Dynamisch zeereepbeheer heeft hier ca. 10 jaar nodig gehad om effect te krijgen

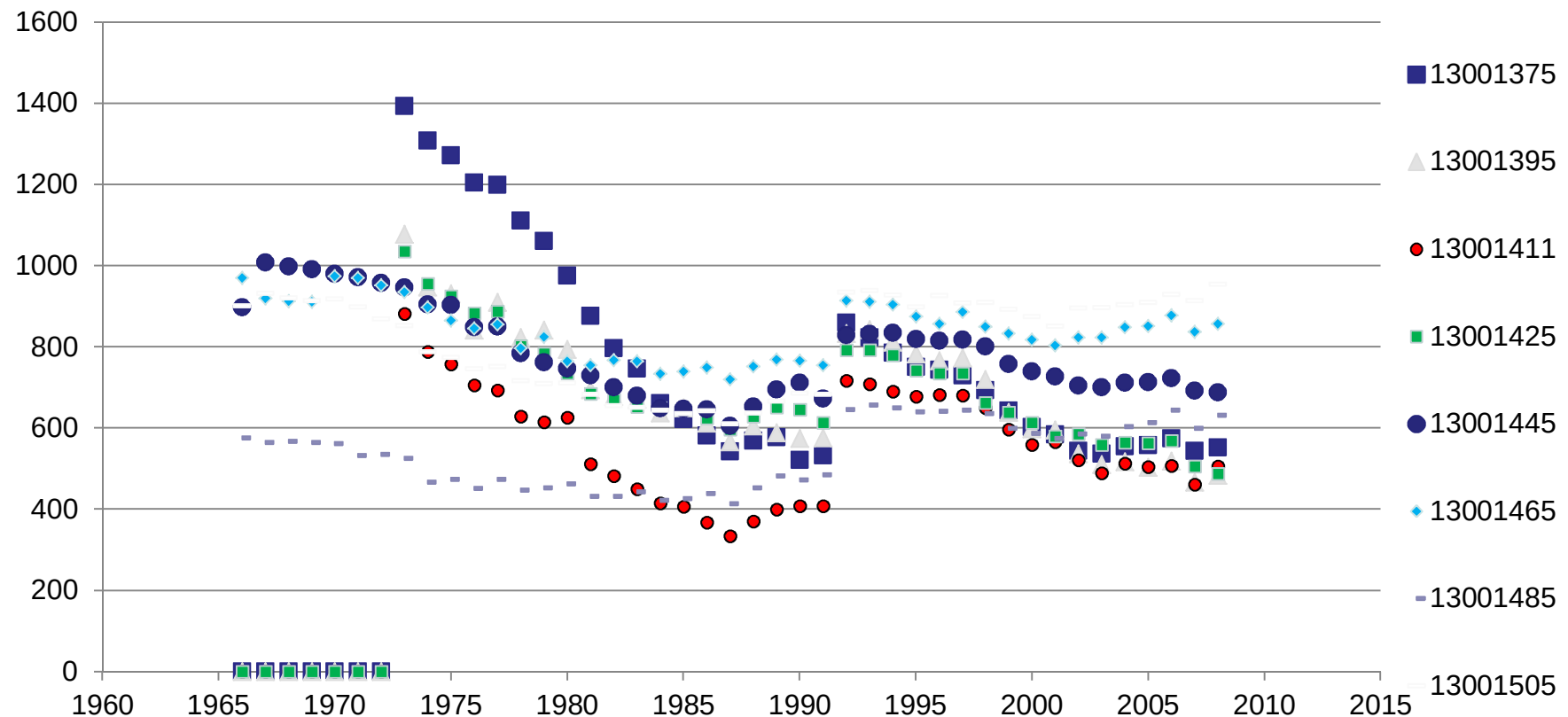
>> Kerven in de zeereep ontstaan deels uit **hoge stuifkuilen** die tegen de wind in groeien en kerven die ook **hoog** in het zeereepfront ontstaan

Volumeontwikkeling zeereep (> 3m NAP)



Voor 1991 sterk erosief

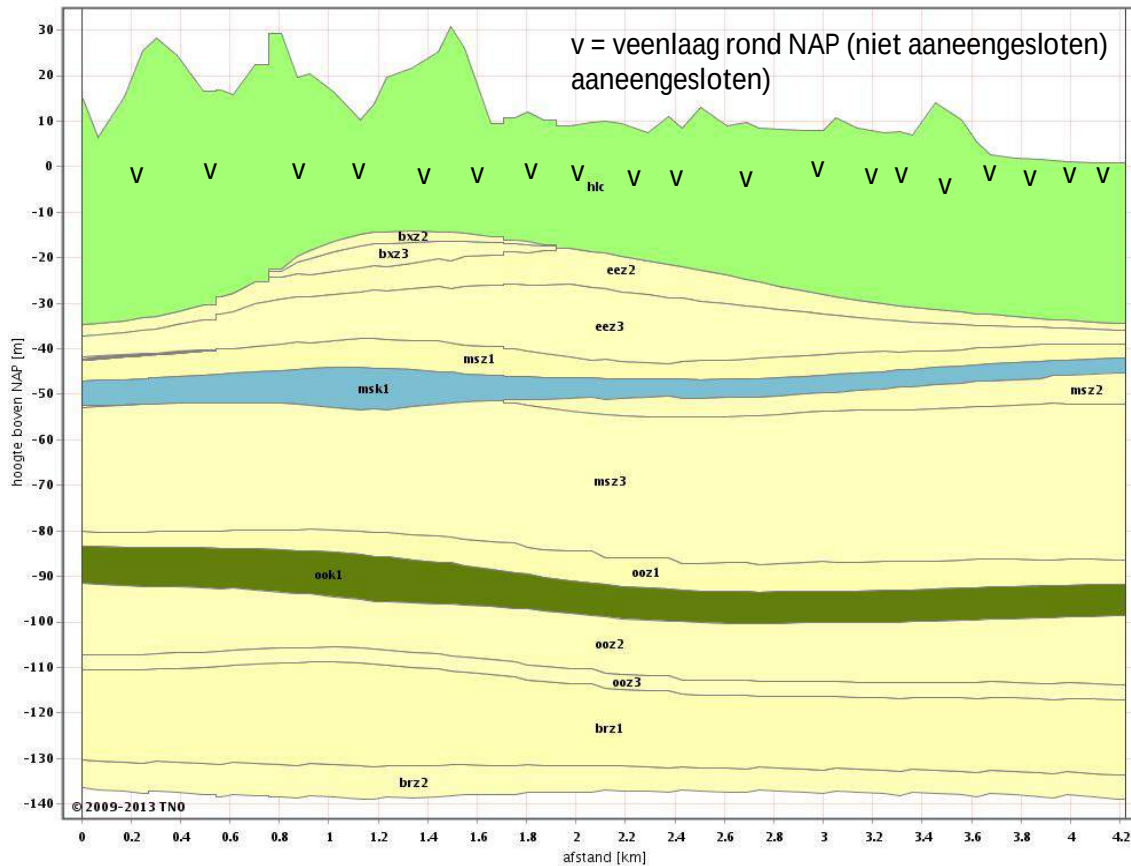
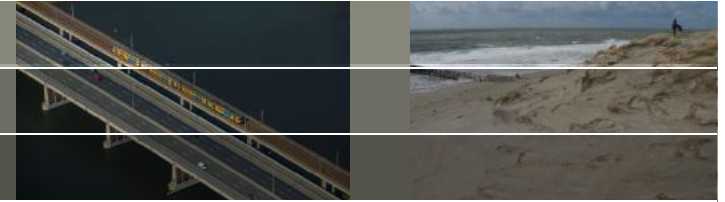
Door suppleties licht negatief tot licht positief, maar op peil





- Prognose duinvoet
 - optimistisch – binnen contouren huidige zeereep
 - pessimistisch – voorbij huidige landwaartse begrenzing
- Versterking van autonome kerfontwikkeling
- Bij pessimistische schatting kunnen windgaten ontstaan (verbinding met achterliggende valleien), drempel blijft > 4m NAP
- Huidige ontwikkeling laat zien dat volume in ieder geval min of meer intact blijft

Geohydrologie

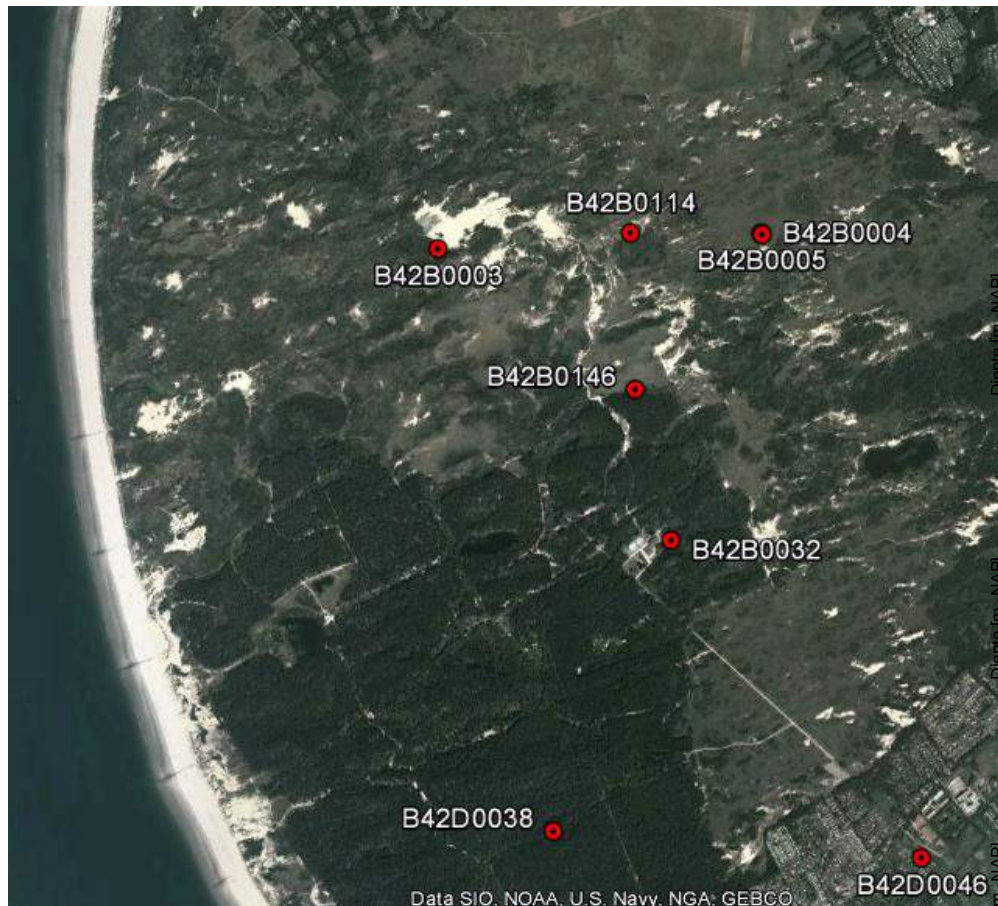


Landelijk model REGIS II.1 - 2008

hlc	01.1-Holocene afzettingen - Holocene ...
bxz2	02.5-Form. van Boxtel - Boxtel z2
bxz3	02.7-Form. van Boxtel - Boxtel z3
eez2	05.5-Form. van Eem-Woudenberg - Eem z2
eez3	05.7-Form. van Eem-Woudenberg - Eem z3
pzwaz3	15.05-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
pzwaz4	15.07-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
pzwaz5	15.09-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
pzwaz6	15.11-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
pzwaz7	15.13-Form. van Peize-Waalre - Peize-...
msz1	16.1-Form. van Maassluis - Maassluis z1
msk1	16.3-Form. van Maassluis - Maassluis k1
msz2	16.4-Form. van Maassluis - Maassluis z2
msz3	16.6-Form. van Maassluis - Maassluis z3
ooz3	18.1-Form. van Oosterhout - Oosterhou...
ook1	18.3-Form. van Oosterhout - Oosterhou...
ook2	18.4-Form. van Oosterhout - Oosterhou...
ook3	18.6-Form. van Oosterhout - Oosterhou...
brz1	19.1-Form. van Breda -Ville - Breda z1
brz2	19.3-Form. van Breda -Ville - Breda z2

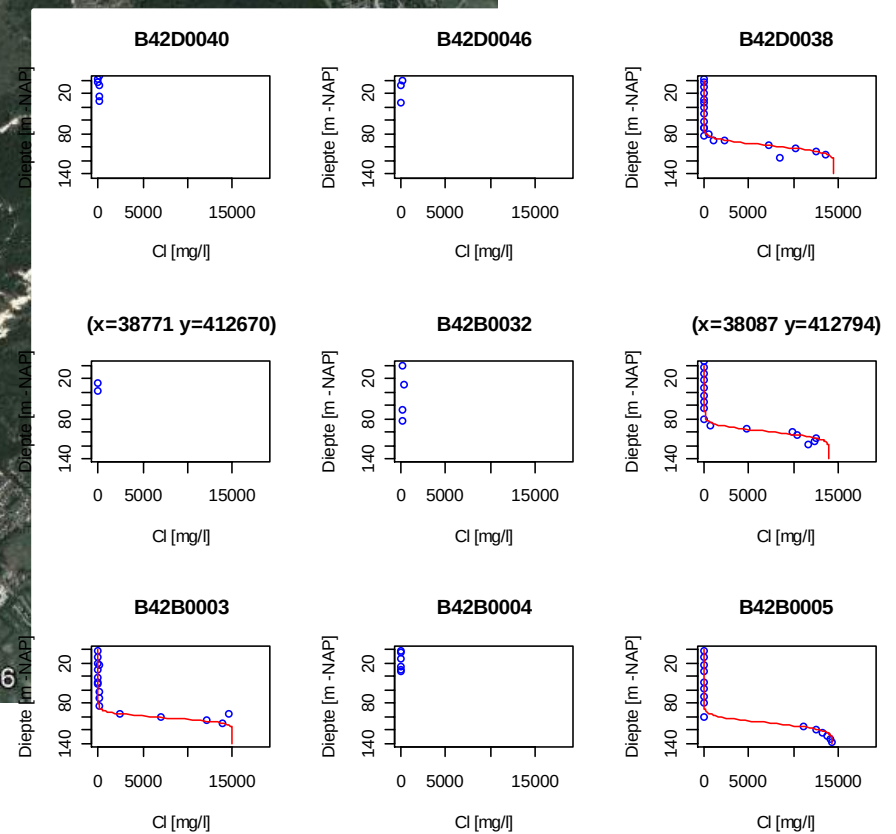


Huidige opbouw van de grondwaterbel

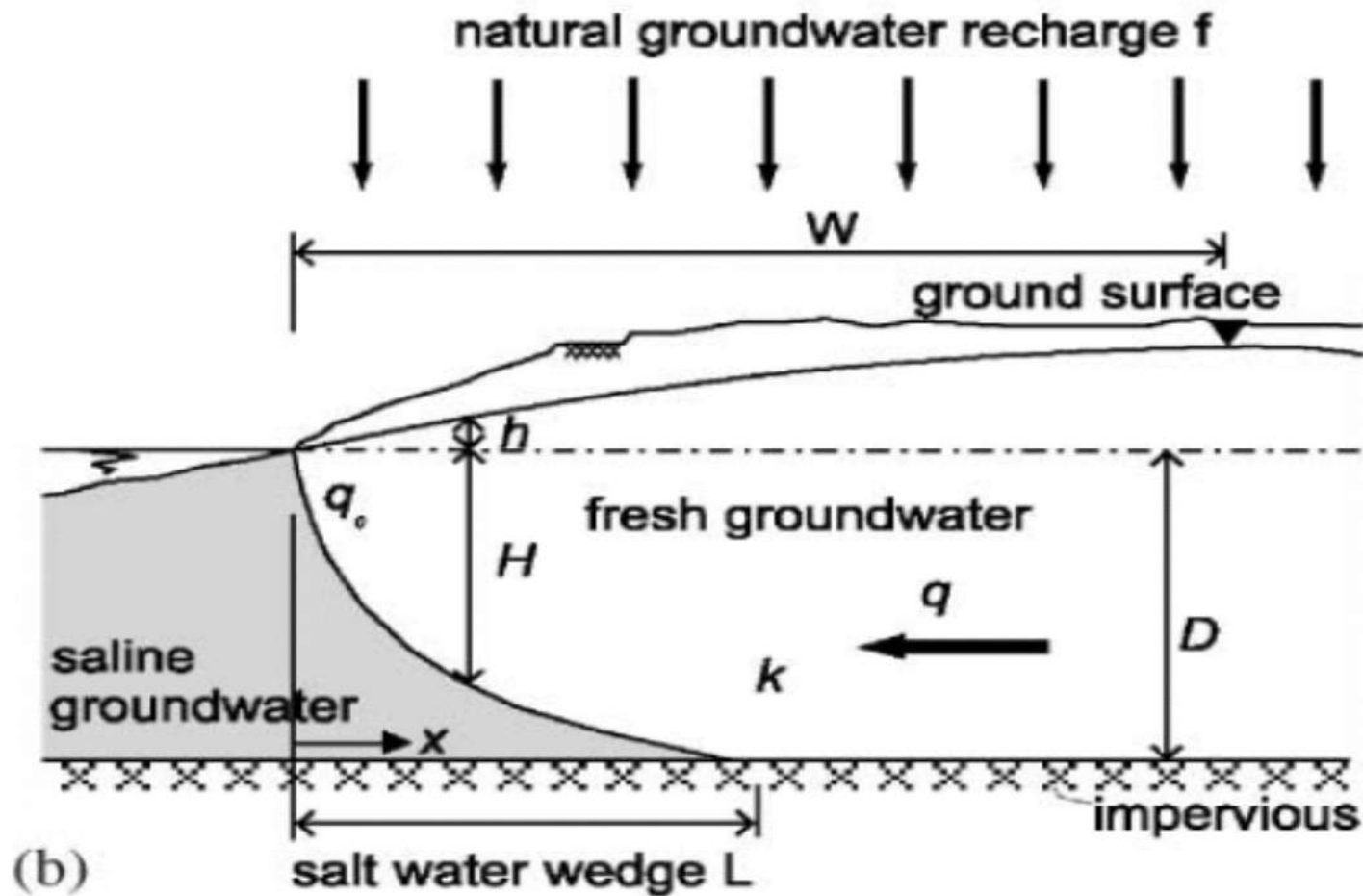


Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

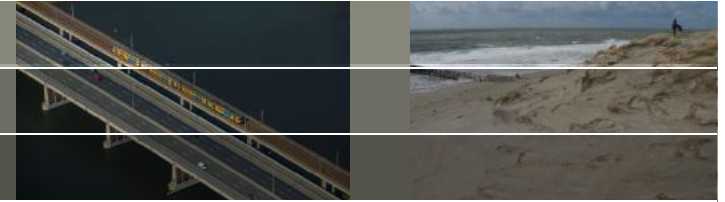
Het zoet-zout grensvlak (150 mg/l Cl⁻) is in meerdere peilbuizen gemeten rond NAP - 100 m.



Analytische aanpak

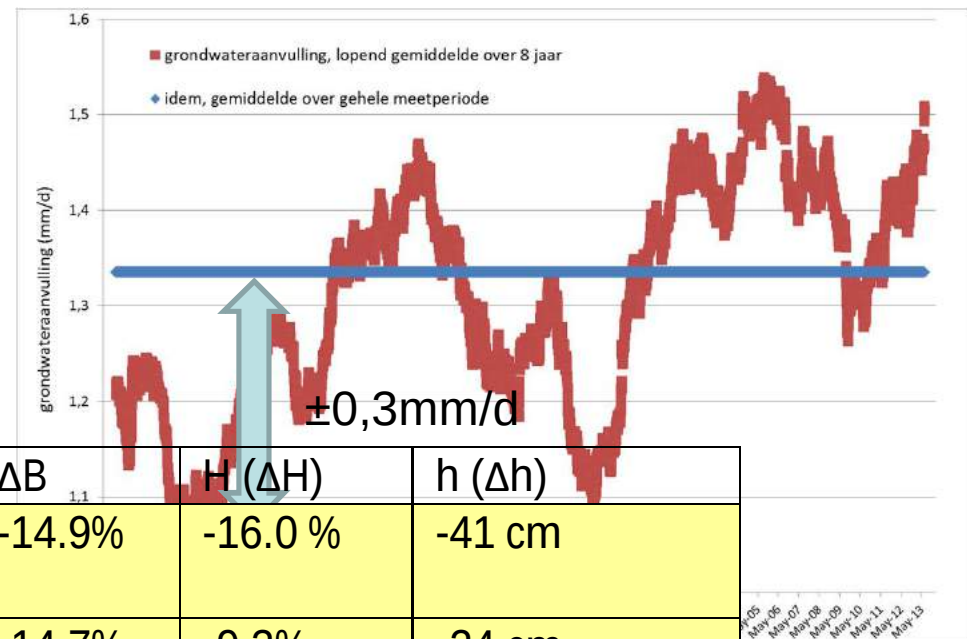


Kritische kustlijnverplaatsing



Uitkomsten analytische benadering vergeleken met natuurlijke variatie (op basis van neerslag en verdamping) in het gebied.

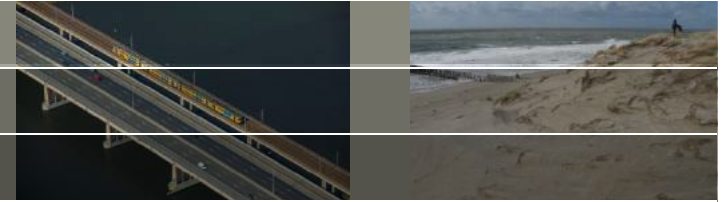
25% additionele variatie wordt acceptabel geacht.



Kustlijnverplaatsing	W	ΔB	H (ΔH)	h (Δh)
Vermindering gw-aanvulling met 0.3 mm/d	1750	-14.9%	-16.0 %	-41 cm
Kustlijnverplaatsing van 310 m	1595	-14.7%	-9.3%	-24 cm

25% additioneel effect = 60 meter kustlijnverplaatsing

Conclusies en aanbeveling



Kustlijnverplaatsing en geohydrologie

Lineaire verplaatsing Duinvoet, GHW, GLW na suppletie

- **het systeem is goed voorspelbaar**

Helling van het vlak tussen de drie lijnen verplaatst zich regelmatig

- **Het kustprofiel is dus vormvast**

Kustlijnverplaatsing (morfologie)

- Optimistisch 3-30 meter
- Pessimistisch 28-64 meter

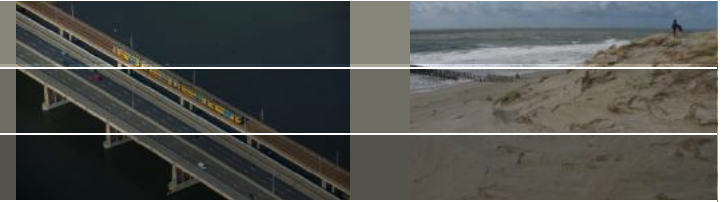


Kritische kustlijnverplaatsing (geohydrologie)

- 60 meter

In pessimistisch scenario (en enkel dan) wordt de kritische kustlijnverplaatsing lokaal overschreden. Oplossing: vinger aan de pols a.d.h.v. JARKUS metingen.

Conclusies en aanbeveling



Systeem van de kust

- Regelmatig patroon, goed voorspelbaar

Strandbreedte

- Droogstrandbreedte blijft behouden (recreatieveiligheid)

Kerfontwikkeling

- Versterking autonome kerfvorming met plaatselijk windgaten
- De drempelhoogte blijft naar verwachting boven 4 m + NAP

>> Op dit moment geen aanwijzingen voor show-stoppers. Vinger aan de pols houden is van belang. JARKUS analyse zal in principe voldoende zijn.

Natuurontwikkeling:

- Voorstellen herstelstudie kunnen onverkort uitgevoerd worden



Waar gaat het dus om ?

Integratie van :

- gebiedskennis
- systeemkennis,
- proceskennis,
- verschillende disciplines

>> vragen?

Deltares

An aerial photograph showing a wide beach and dunes. The ocean is on the left, with waves breaking onto the shore. The beach is sandy and shows some tracks. The dunes are on the right, with some vegetation. A text overlay is present in the center-left of the image.

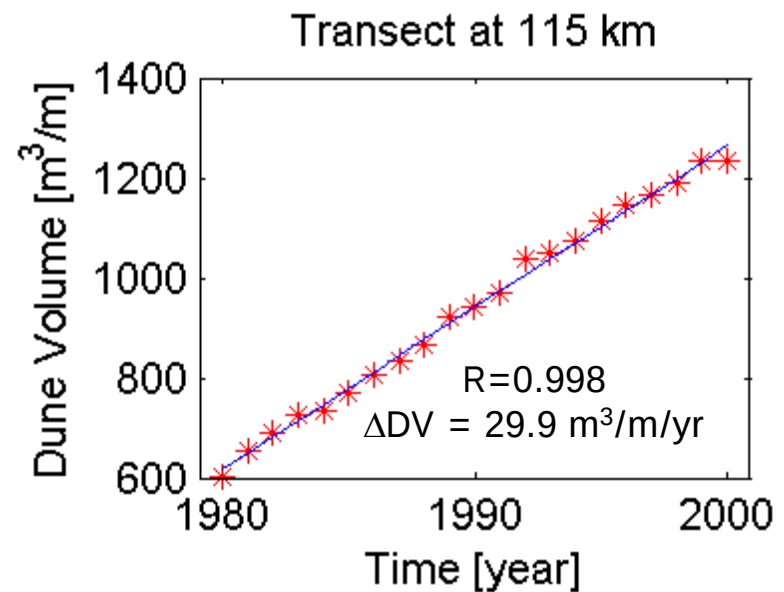
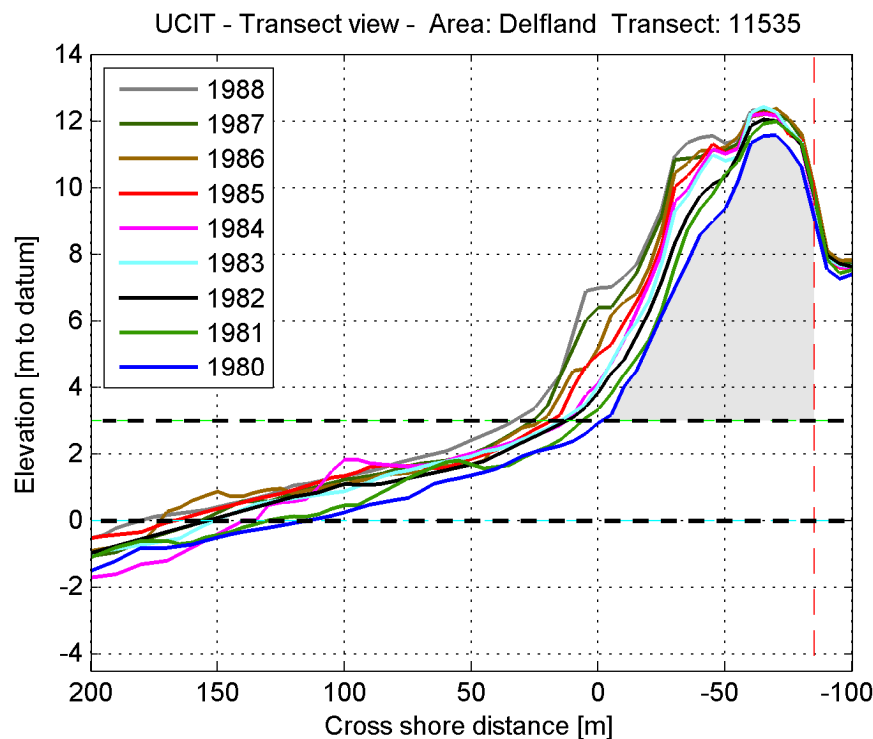
Het strand als beperkt brongebied voor
zandtransport richting de duinen

Sierd de Vries

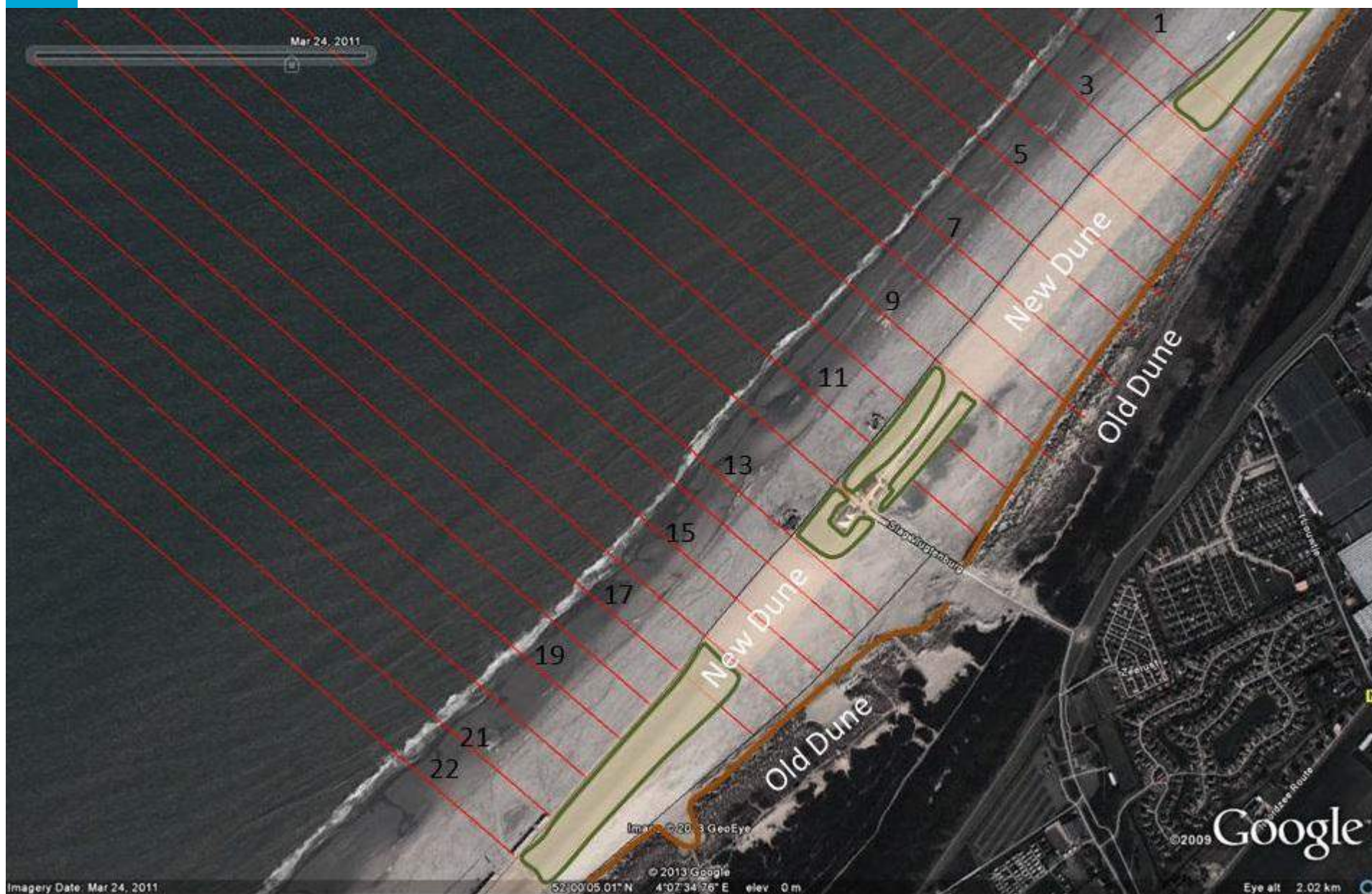
Stelling

- Op het strand is het zandaanbod beperkt voor eolisch transport:
 - Wind gedreven transportcapaciteit wordt niet bereikt.
 - Het zandaanbod bepaalt het eolisch transport.
 - Het zandaanbod wordt bepaald door karakteristieken van het strand
- Mate van duin aangroei wordt bepaald door karakteristieken van het strand.

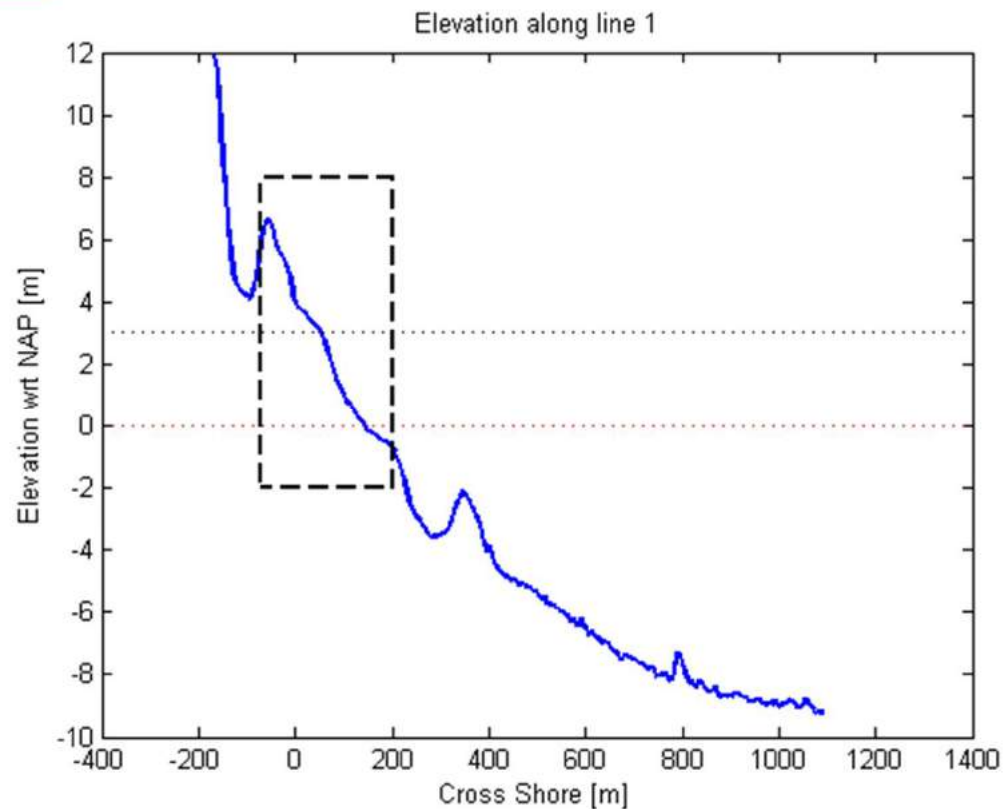
Veranderingen in duinvolume (jaarlijkse tijdschaal)



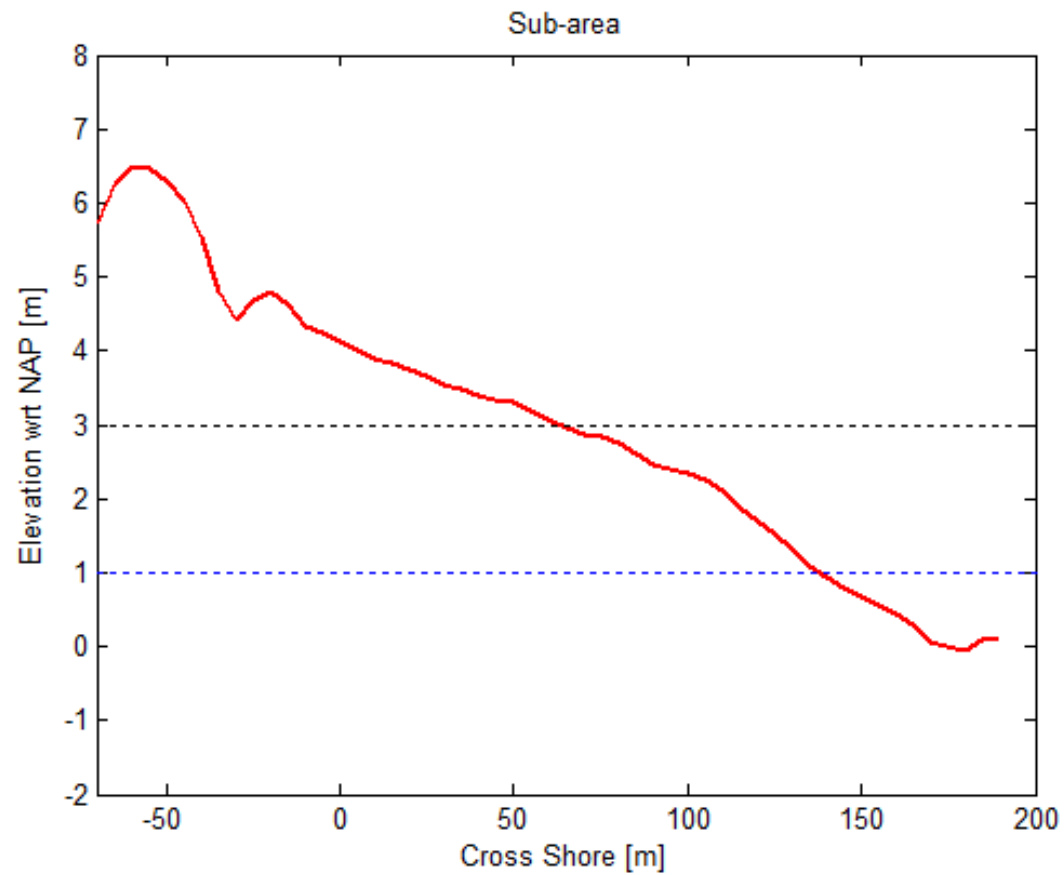
45% van de hollandsse kust
gedraagd zich vergelijkbaar



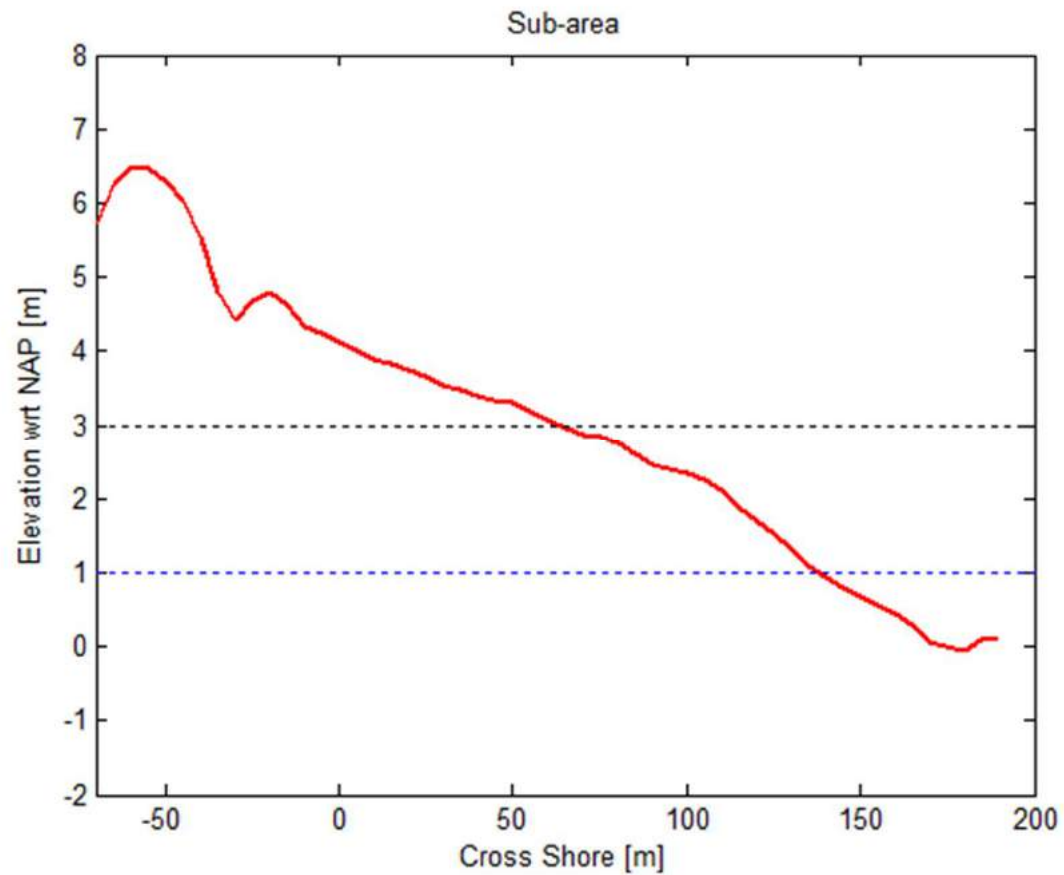
Veranderingen strandprofiel op korte tijdschaal



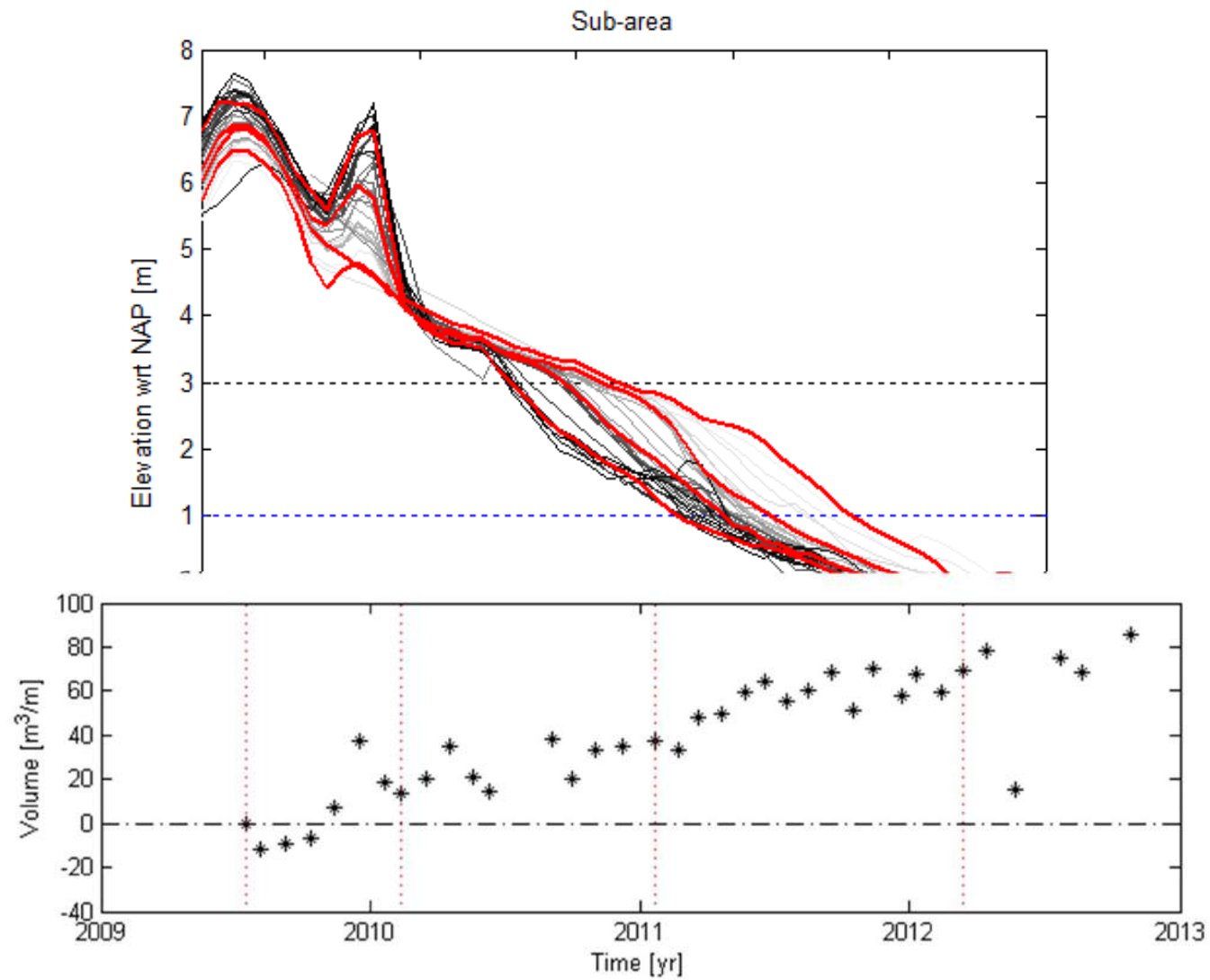
Vlugtenburg



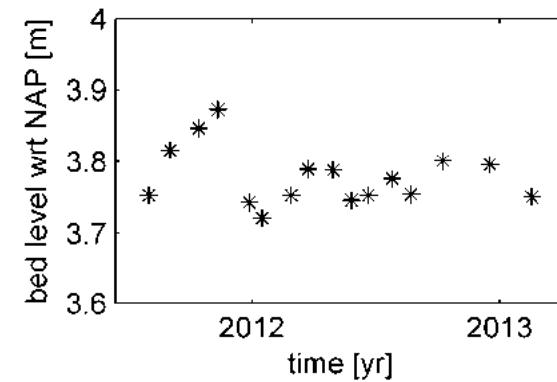
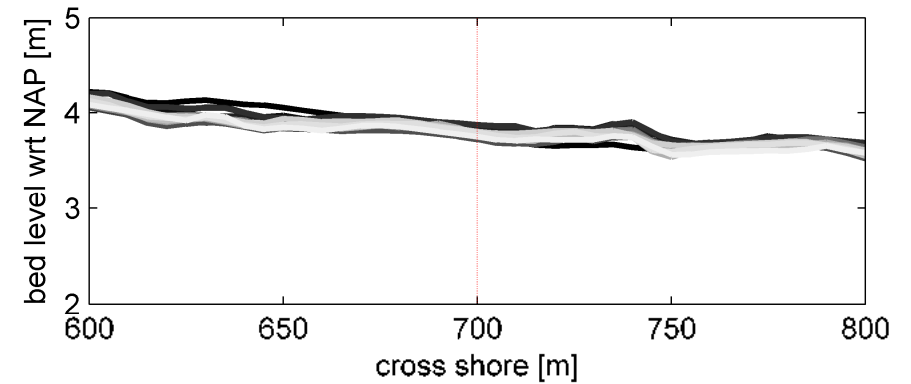
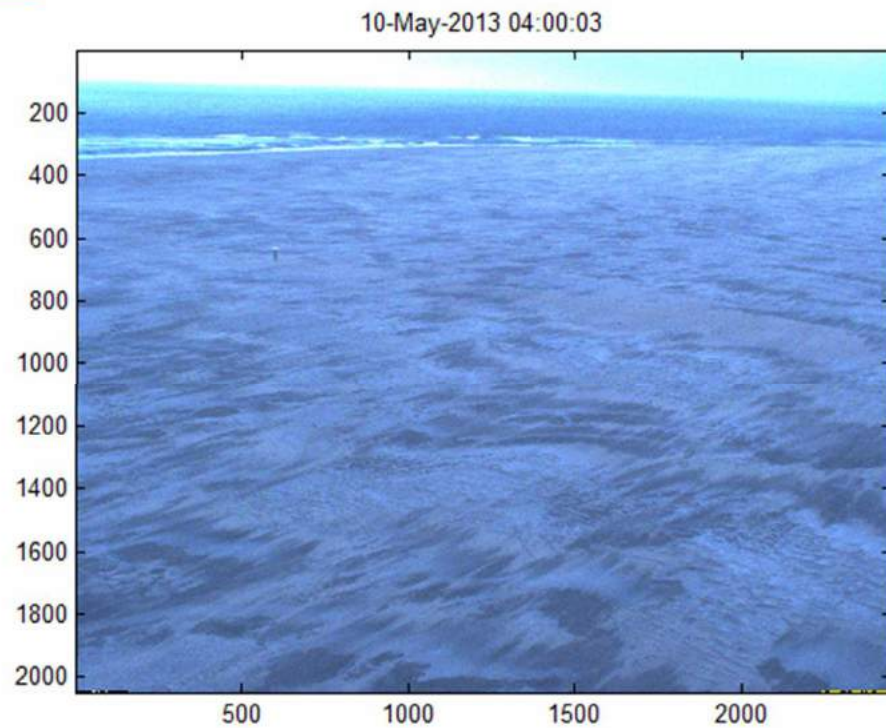
Vlugtenburg



Vlugtenburg

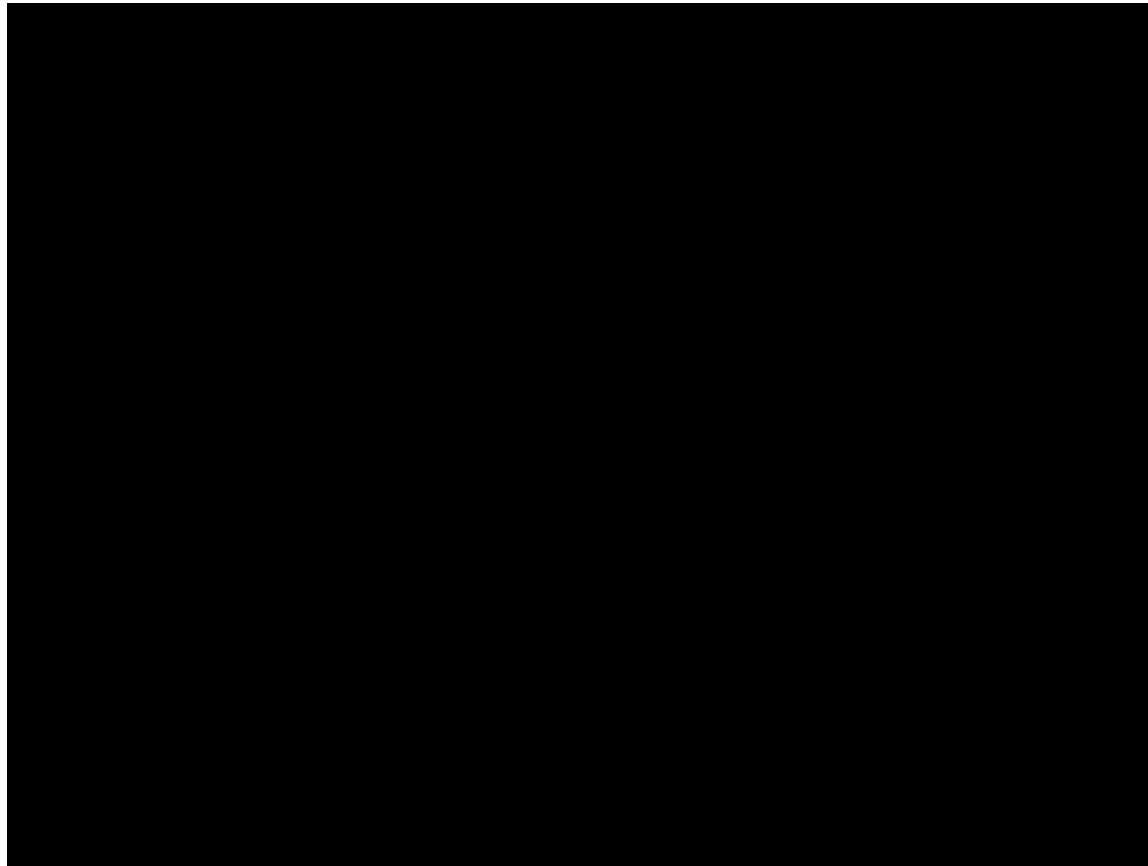


De Zandmotor



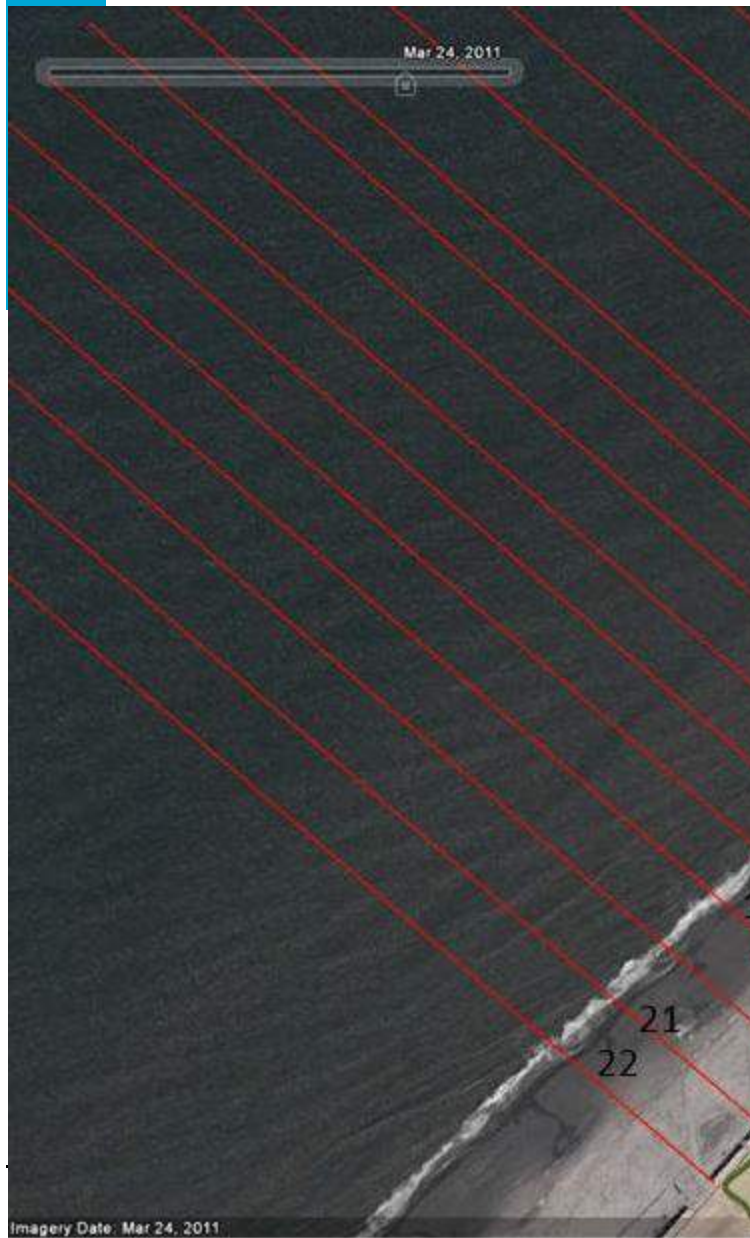
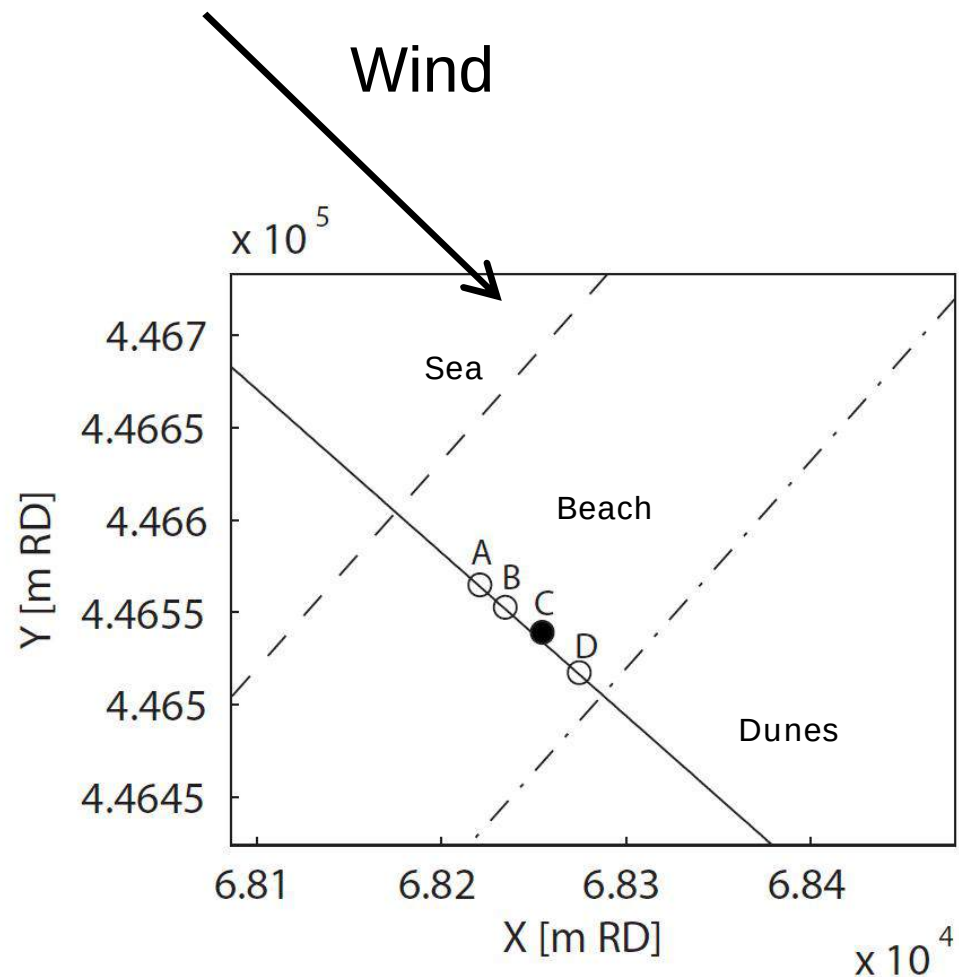
- 
- Structurele aanzanding in de duinen
 - (te) weinig structurele erosie op het strand
 - Veel onzekerheid over uitwisseling met Marine zone
 - Oorsprong van het zand is onduidelijk

Filmje - zandtransport

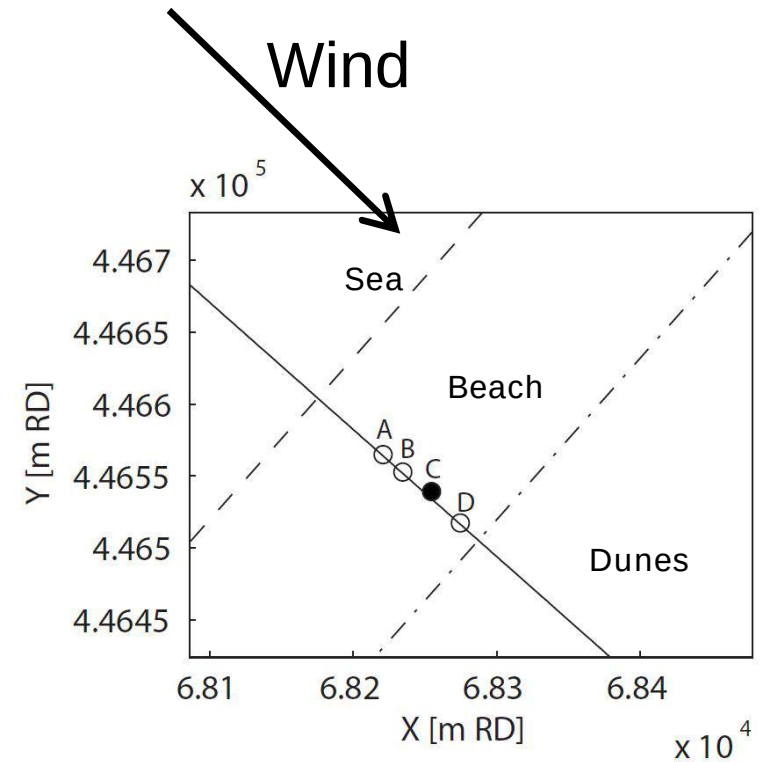
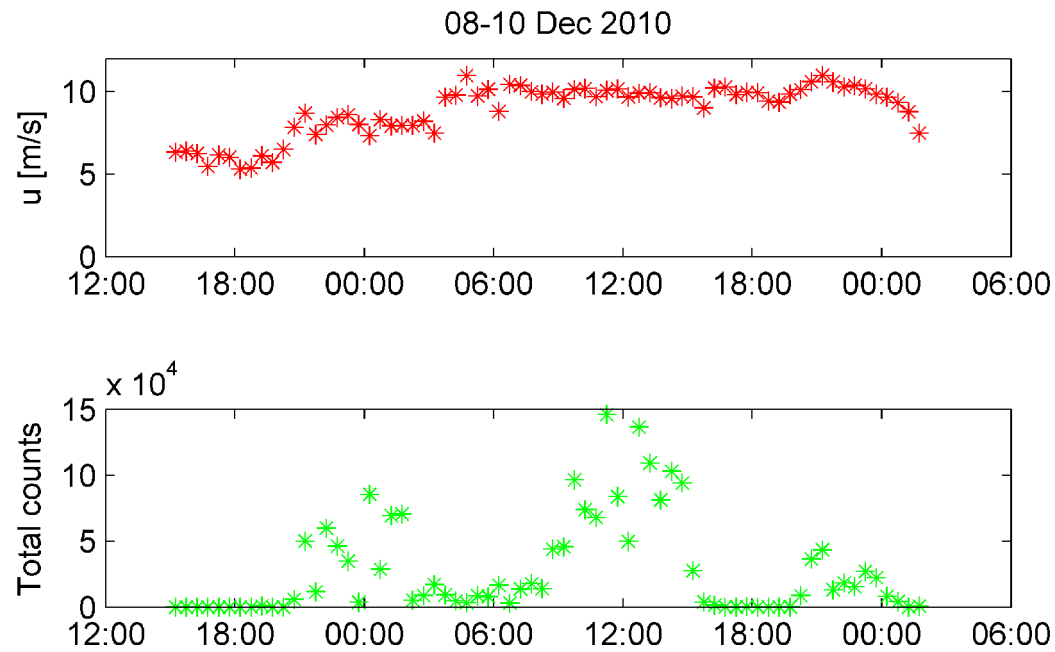


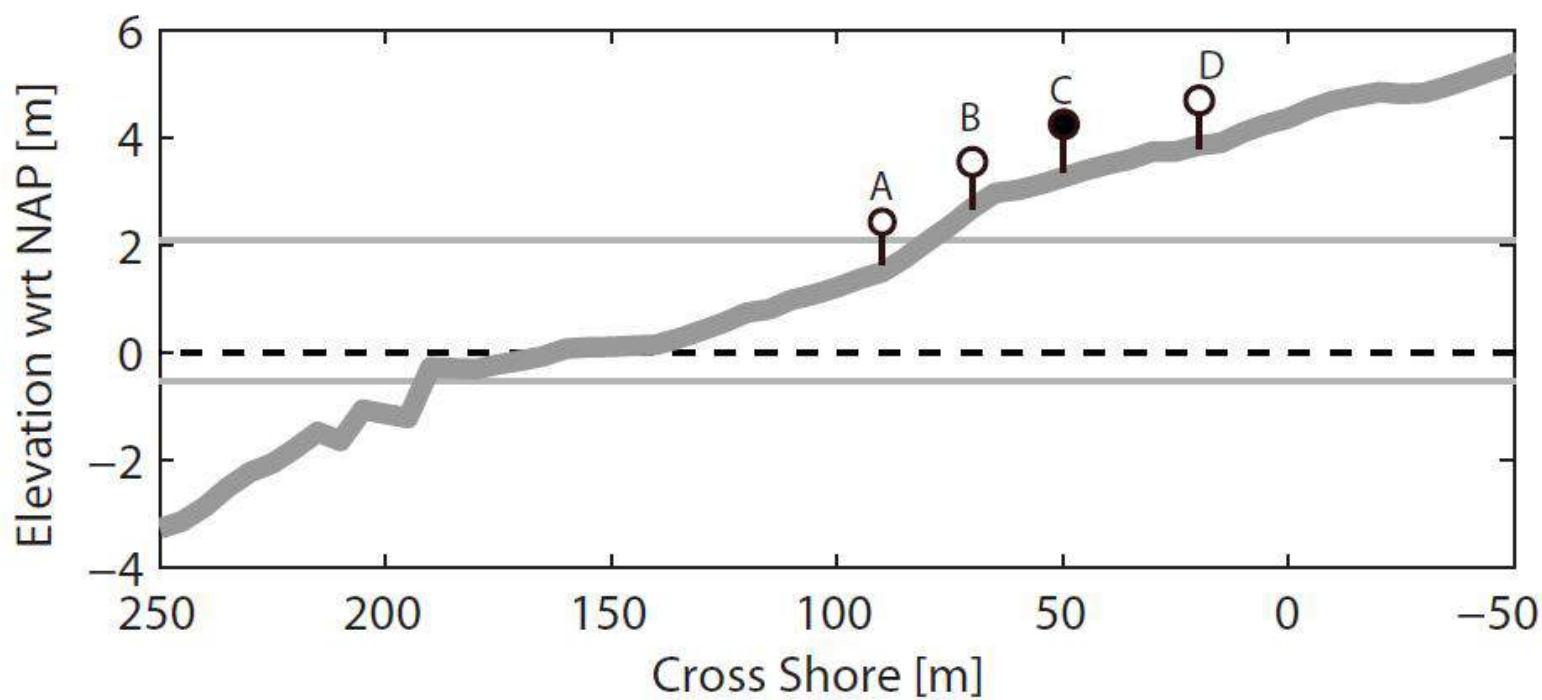
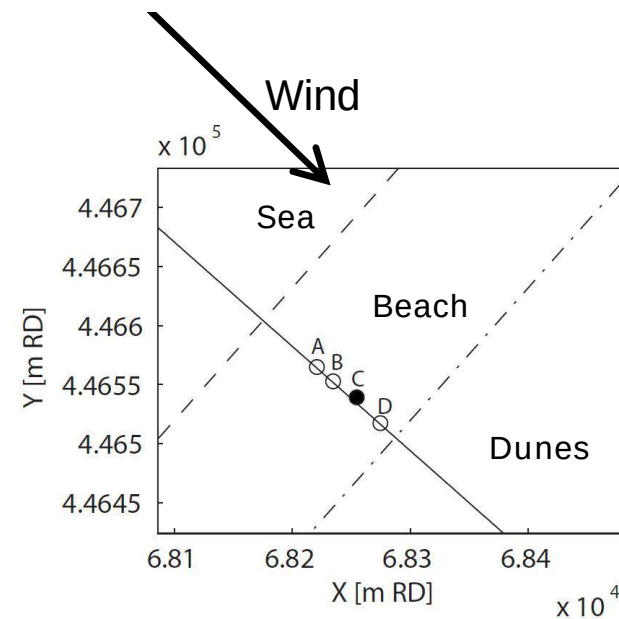
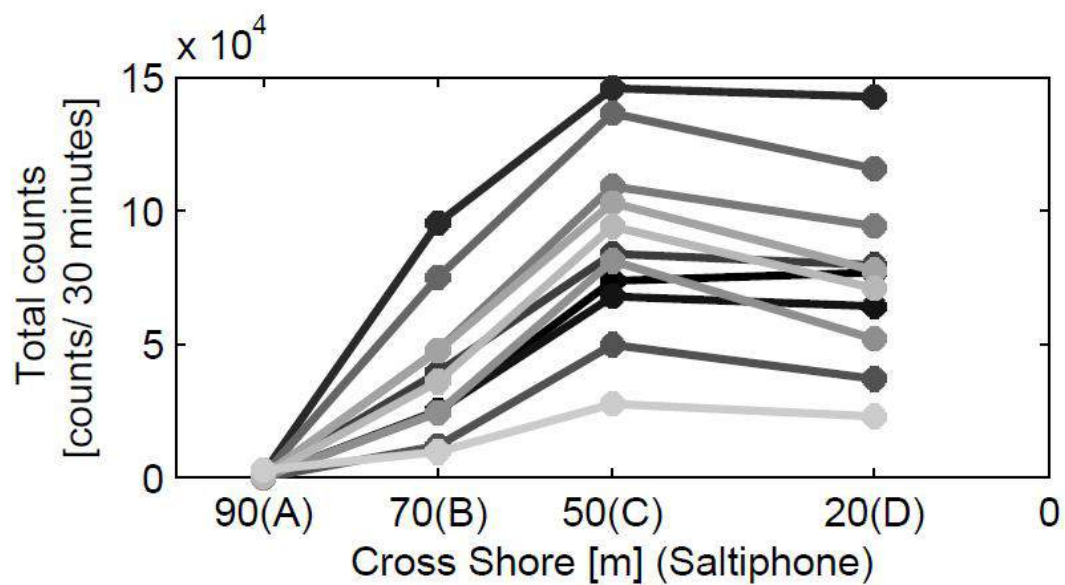
Metingen naar de bron van het zandtransport





Meetdata

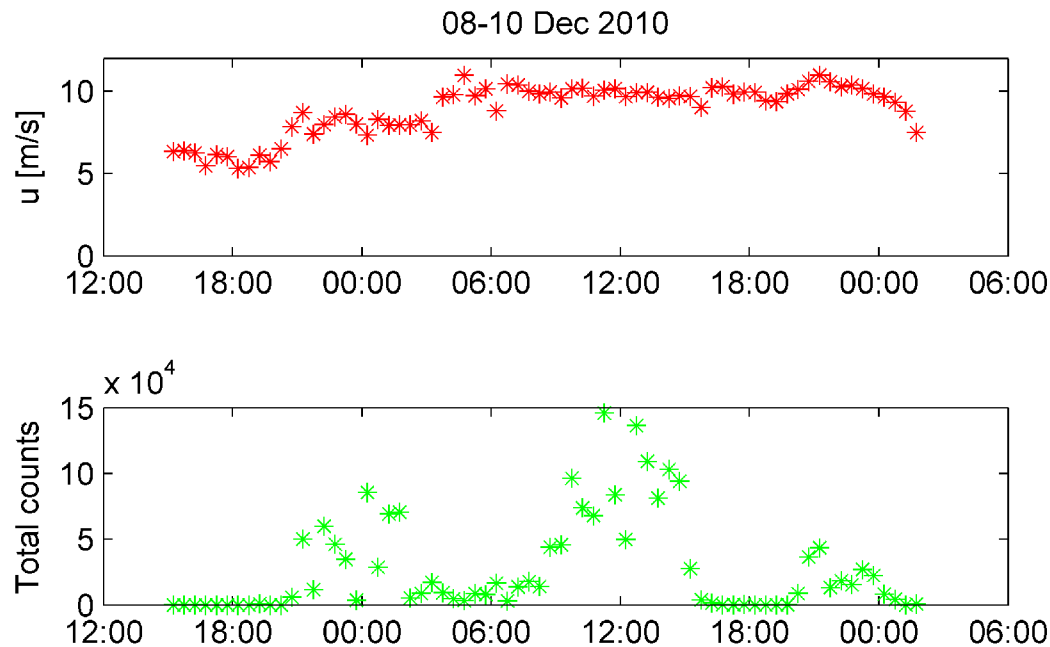




- 
- Getij heeft invloed op mate van eolisch transport.
 - Gradiënt in eolisch transport is aanwezig in en nabij het intergetijdengebied.
 - Er is zandaanbod in en rond het intergetijdengebied.

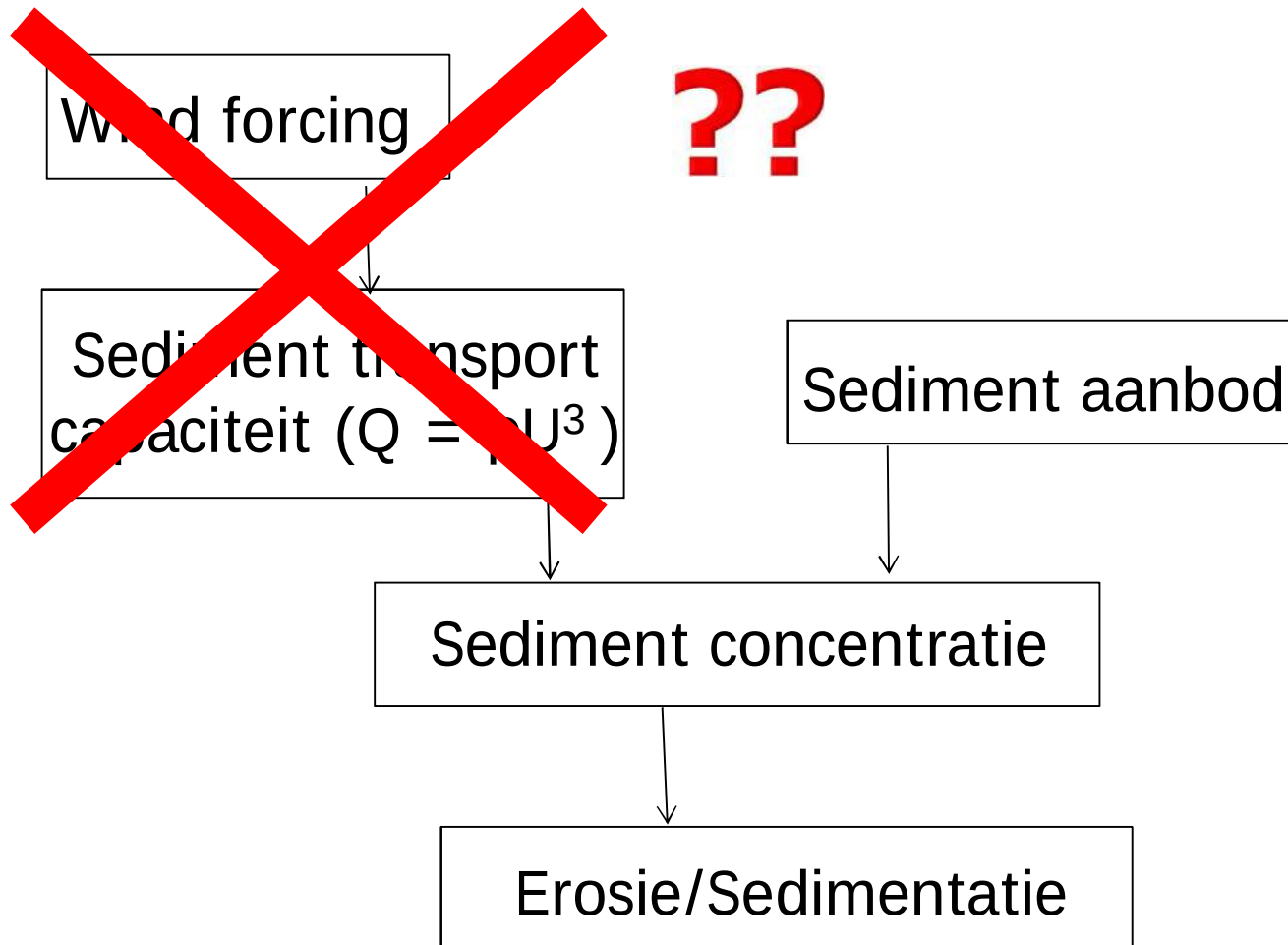
Het voorspellen van transport !!

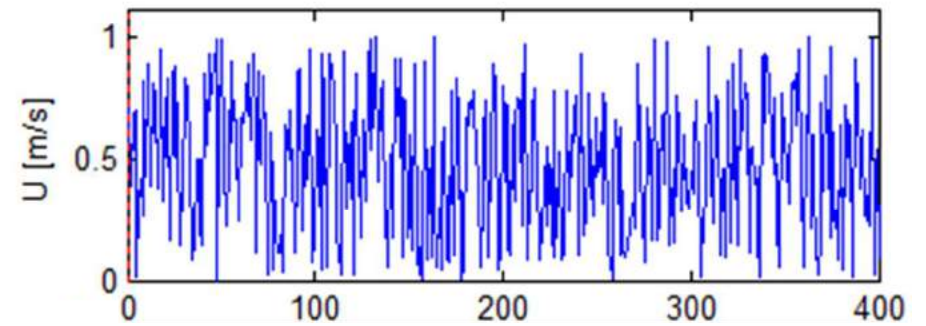
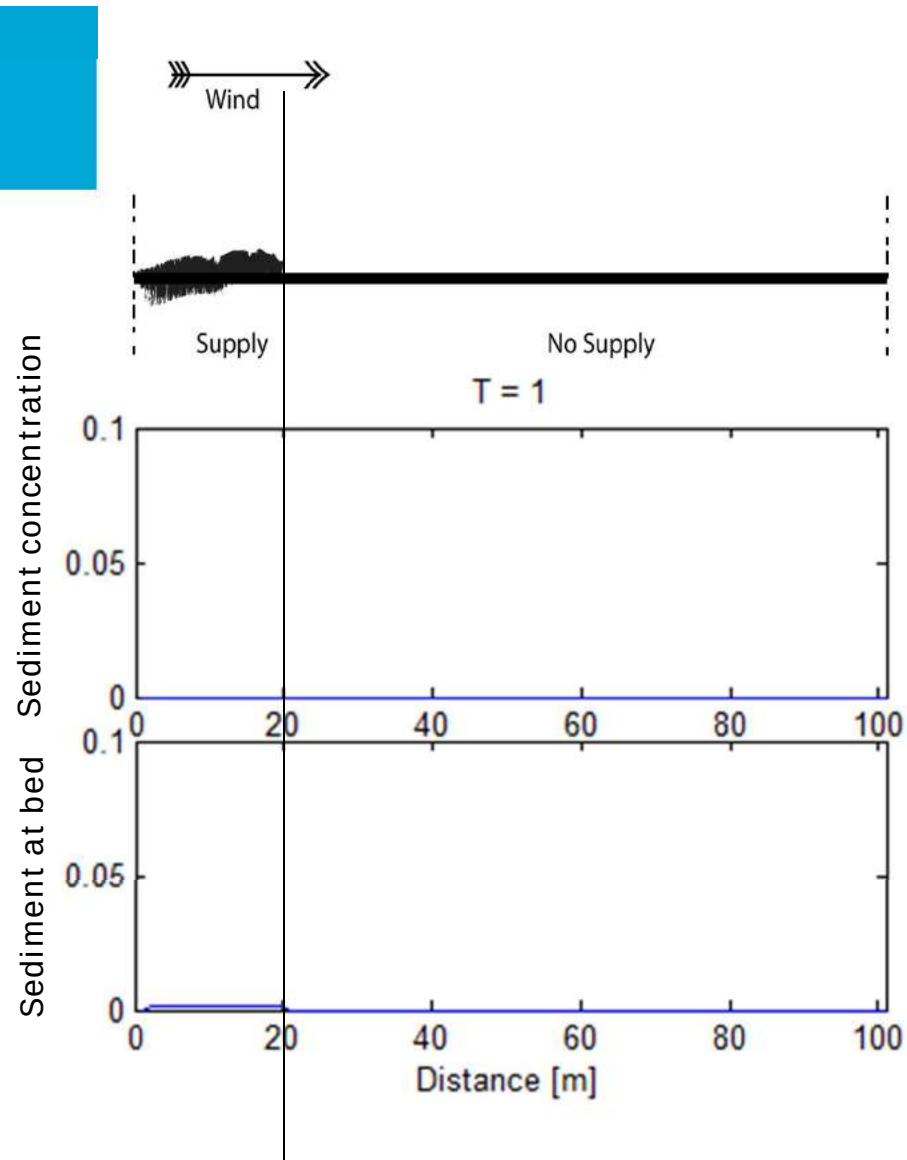
- Transport is wind gedreven
- Aanbod is gelimiteerd



$$q = C \frac{\rho}{g} \sqrt{\frac{d}{D}} u_*^3$$

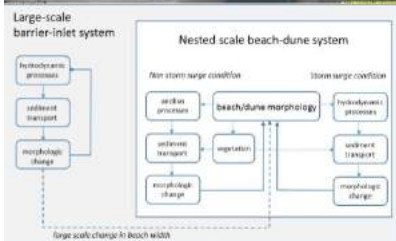
Implementatie van aanbod limitatie





Concluderend

- Op het strand is het aanbod beperkt voor eolisch transport:
 - Om duinvorming te voorspellen is inzicht in dit brongebied nodig.
 - Onduidelijkheid over uitwisselingsprocessen tussen marine en eolische zone
 - We werken aan een model om zandtransport te voorspellen.



UNIVERSITY OF TWENTE.

Lopend/startend onderzoek strand-duinsystemen

@

Universiteit Twente

Water Engineering and Management

Kathelijne Wijnberg

Morfodynamiek nearshore-strand-duin systeem op tijdschaal van jaren-decennia

1. Zandtoevoer naar de duinen op mega-suppleties
 - Ruimtelijke en temporele variatie
 - Hoeveel en wanneer?
 - Lange termijn modellering eolisch transport
 - Argus video monitoring

Lianne van der Weerd (NatureCoast; 2013 t/m 2016)

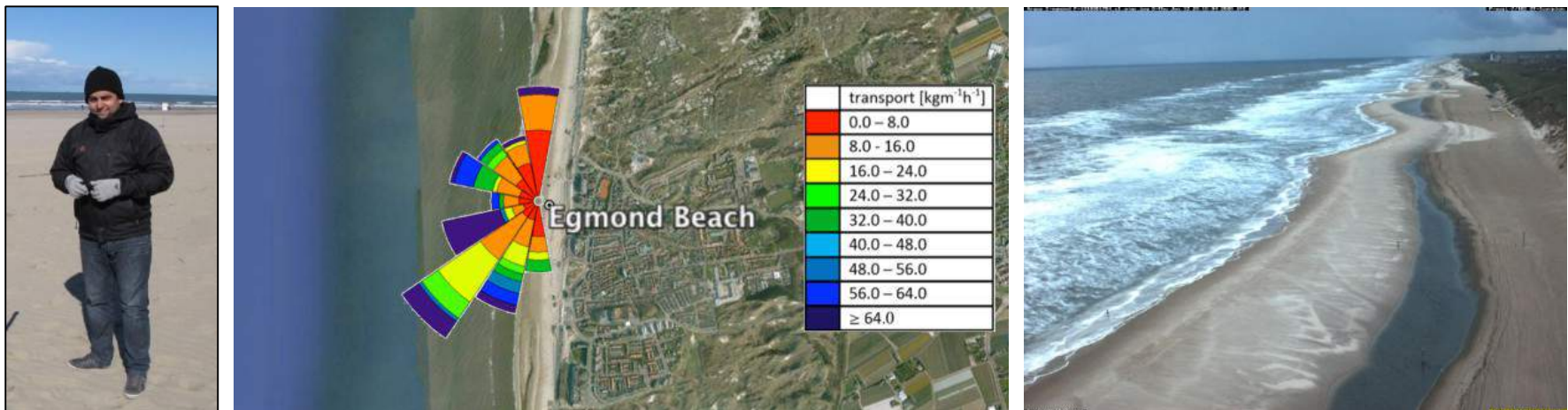


Morfodynamiek nearshore-strand-duin systeem op tijdschaal van jaren-decennia

2. Zanduitwisseling marien – terrestrisch 'uniforme' kust

- Temporele en ruimtelijke variatie duin aangroei en afslag
- Intergetijde gebied als brongebied voor windtransport
- Rol brekerbanken
- Argus video monitoring

Leonardo Duarte-Campos (Becas Chile; 2013 t/m 2016)



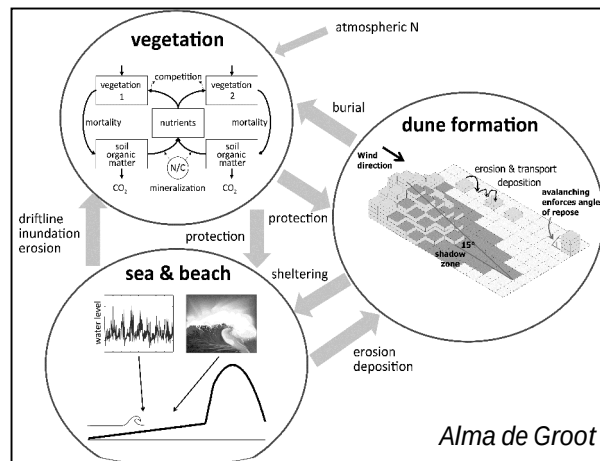
Morfodynamiek nearshore-strand-duin systeem op tijdschaal van jaren-decennia

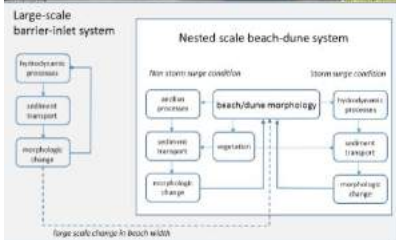
3. Strand-duindynamiek nabij zeegaten

- Relatie tot verandering strandbreedte
- Rol van stormvloeden
- Geïdealiseerde modellering

Promovendus (CoCoChannel*; 2014 t/m 2017)

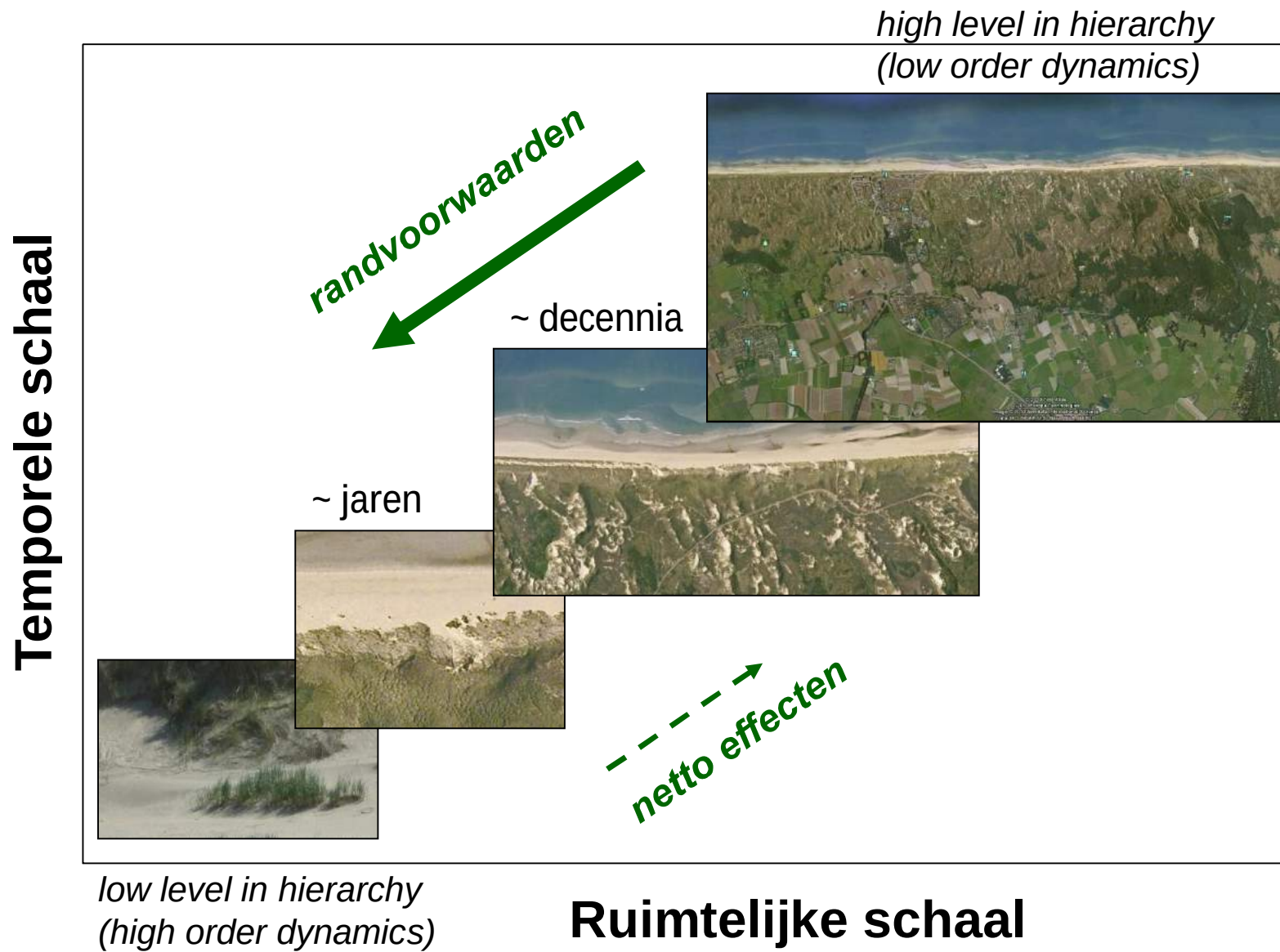
(* Co-designing Coast using natural *Channel*-shoal dynamics)

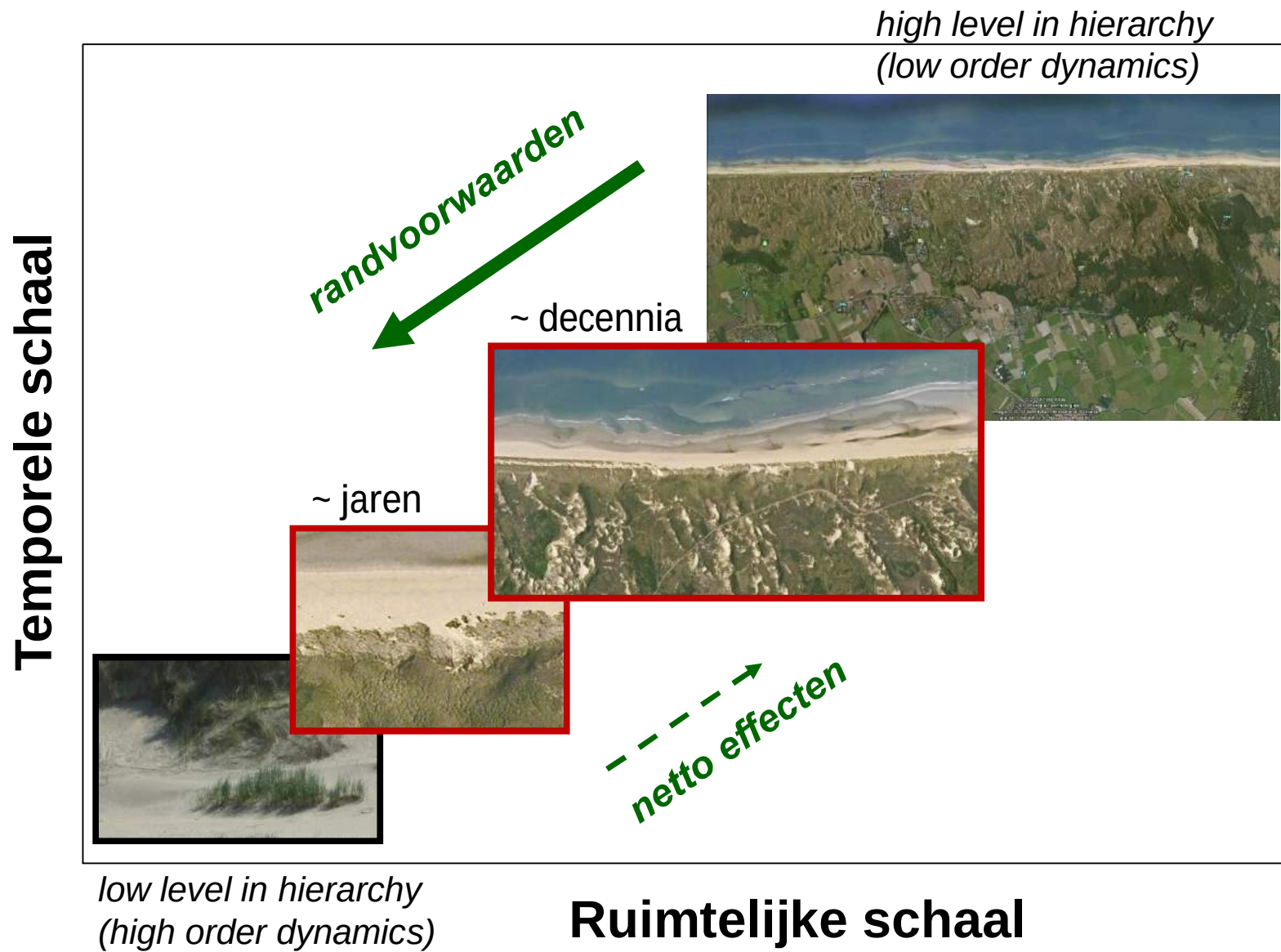




Meer weten ?

Contact: Kathelijne Wijnberg
k.m.wijnberg@utwente.nl







UNIVERSITY OF TWENTE.

Zandtoevoer naar de duinen op mega-suppleties

Universiteit Twente
Water Engineering and Management

Lianne van der Weerd



Pilot megasuppletie: Zandmotor

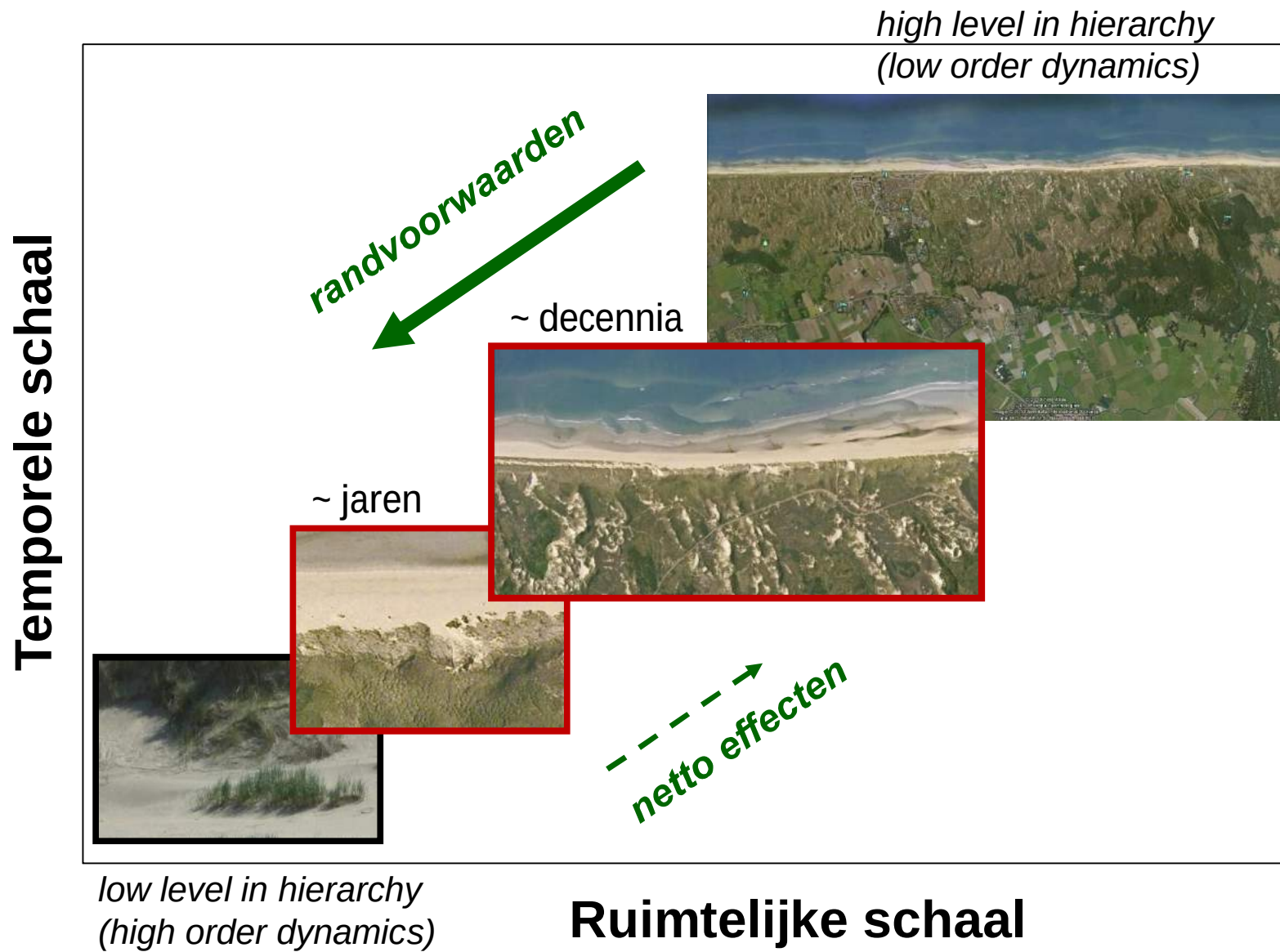
Volume ~ 20 Mm³



STW Perspectief Programma NatureCoast

Picture by Joop van Houdt, Rijkswaterstaat





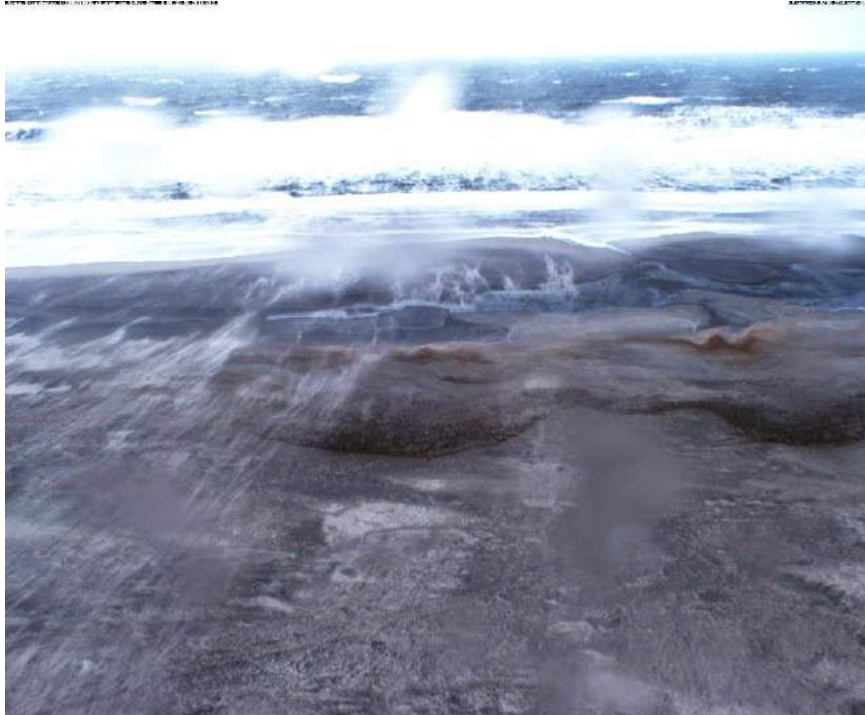
Pilot mega-nourishment: Sand Engine



Volume $\sim 20 \text{ Mm}^3$



Picture by Joop van Houdt, Rijkswaterstaat



Zandmotor oppervlakte



Picture by Joop van Houdt, Rijkswaterstaat

Kustlijn



+40 m



+80 m



+120 m



+160 m



+200 m



+240 m



+280 m



+320 m

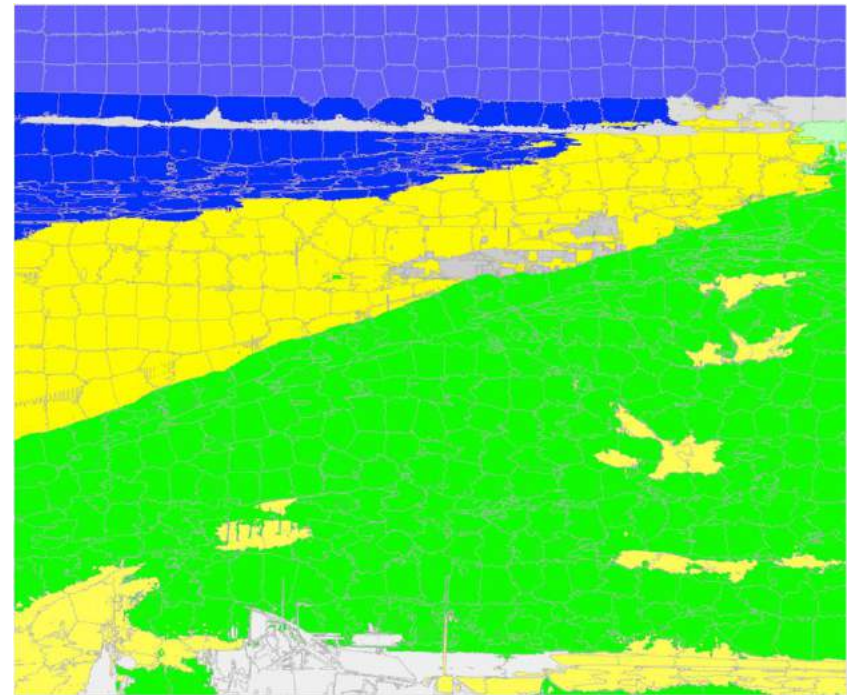




Meer weten of ideeën/suggesties?

Contact: Lianne van der Weerd
(a.j.vanderweerd@utwente.nl)

Coastal Image Classification



Bas Hoonhout | PhD candidate on Aeolian transport (NEMO) | b.m.hoonhout@tudelft.nl

Zand Vegetatie en Duin Dynamiek

Lopend kustonderzoek Wageningen UR

24 Januari 2014

Michel Riksen, Joep Keijsers, Corjan Nolet, Marinka Puijenbroek

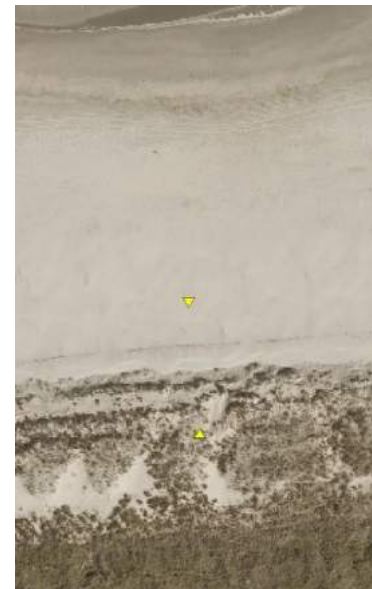
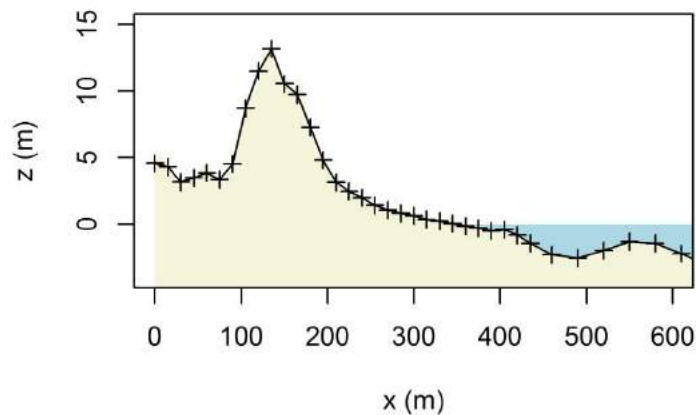


WAGENINGEN **UR**
For quality of life

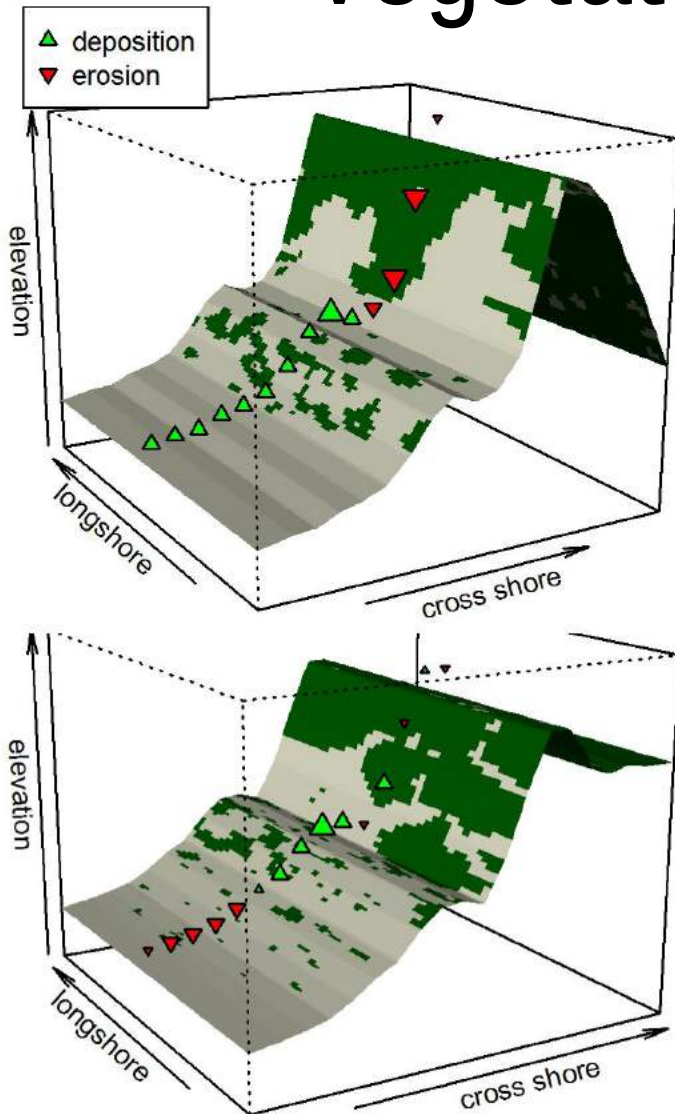


Vegetation – Sedimentation

- Vegetation enhances sedimentation
- Sedimentation enhances vegetation growth
- Effects on dune morphology



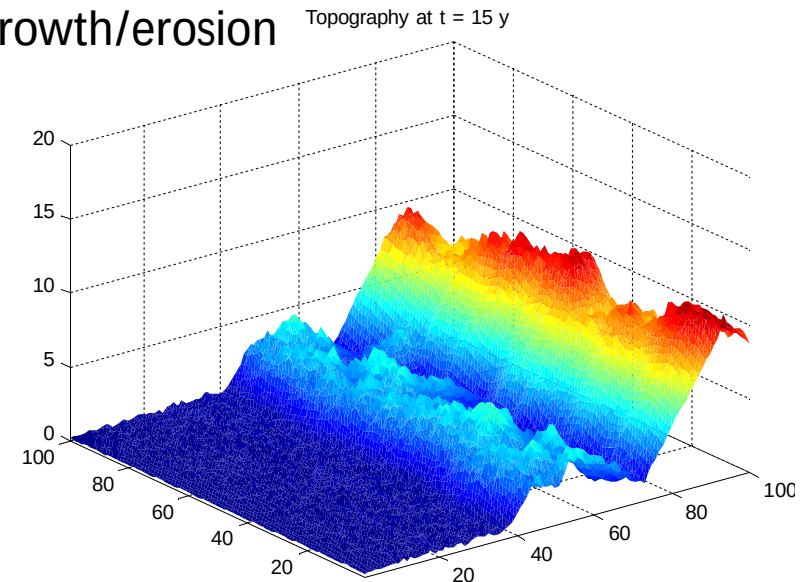
Vegetation – Sedimentation



Combination of LiDAR data and air photo classifications:
→ Patterns of vegetation
→ Patterns of sedimentation

Sedimentation pattern depends on position of vegetation edge

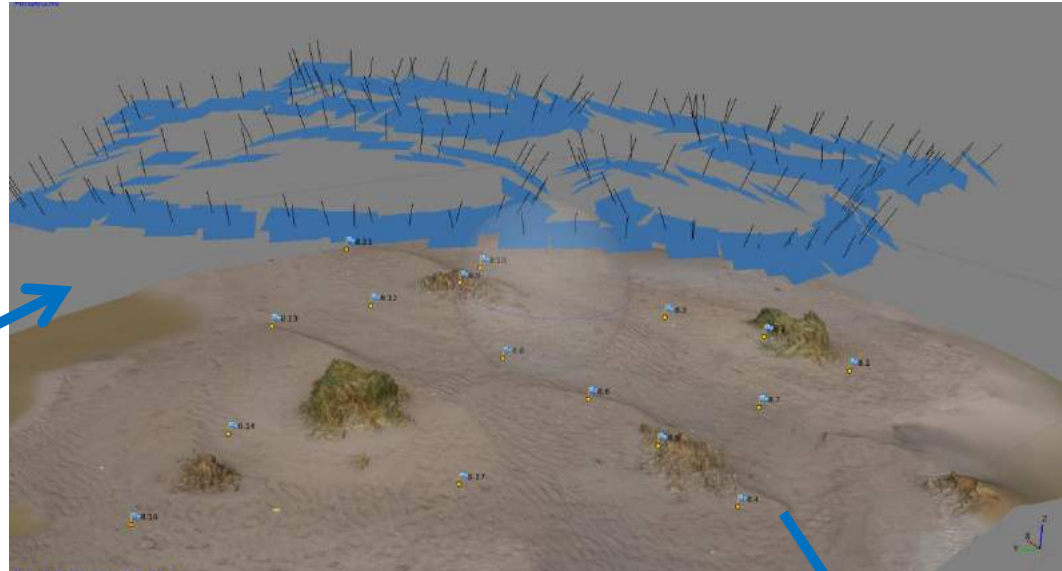
Results form input and validation data for DUBEVEG model for dune growth/erosion



Monitoring Dune Formation



Hors, Texel (6 -12-2013)
Day after 'Sinterklaas storm'



'Structure from Motion' photogrammetry

3D information from 2D images

- digital elevation model
- Orthophotograph



Dune modeling

- Biogeomorphology
 - Interaction geomorphology and ecology
- Dune-building beach grasses
 - Marram grass (*Ammophila arenaria*)
 - Sand couch (*Elytrigia juncea*)
- Positive response to sand burial
 - Feedback dynamics
 - Roots impede erosion
 - Shoots promote deposition



Role of vegetation in the development of embryo dunes

- Understand the conditions in which embryo dunes develop:
 - How the coastal processes influences dune development?
 - The interaction of vegetation with the geomorphology
 - How this interaction depends on the different dune building species?



Marinka Puijenbroek (NCP)

STW - NatureCoast

Vegetation development on beach and primary coastal dunes (2013 – 2017)



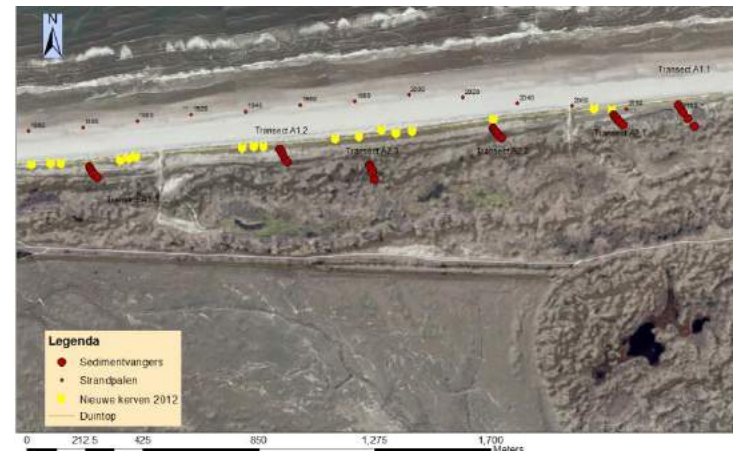
- Study how embryo dunes have developed in the past and have been influenced by abiotic conditions
- Monitor embryo dunes before and after storms
- Experimental study at the effects of abiotic conditions on the growth of dune building species *Elytrigia atherica* and *Ammophila arenaria*
- Use the knowledge of this research to predict dune development on the zandmotor



Effect Zeereep Dynamiek op Landinwaarts Eolisch Zandtransport

Opzet:

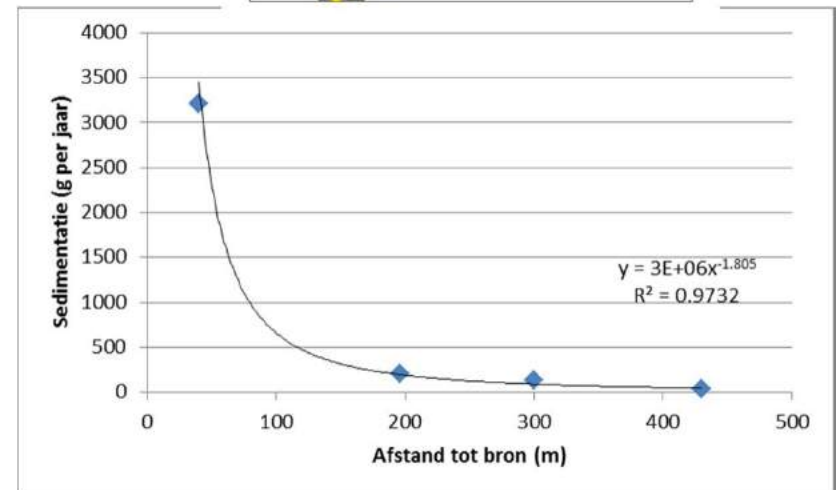
- sedimentatie:
 - 3 transecten achter voorduin met kerf
 - 3 transecten achter voorduin zonder
 - 5 sedimentvallen per transect
- Bodem:
 - Per meetlocatie
 - profiel,
 - Bodem monsters (pH, textuur, os)
- Vegetatie:
 - Per meetlocatie
 - PQ vegetatie opname



0-Monitoring bestaande duinen

In kaart brengen:

- N-depositie
- Vegetatie
- Beheer
- Zand dynamiek:
 - Sediment vallen
 - Factoren die dynamiek bepalen
 - LF interpretatie
 - Windtunnel studie drempelwaarden
 - Klimaat analyse (pot. erosie uren)
 - Sedimentatie model
 - Bufferend effect sedimentatie



An aerial photograph of a coastal area. A prominent yellow dune path, composed of many small rectangular sections, runs diagonally from the bottom left towards the top right. To the left of the path is a sandy area with sparse green vegetation. To the right is a flat, sandy beach. In the upper right corner, a white truck is parked on the beach. The entire image is overlaid with a semi-transparent dark grey rounded rectangle containing white text.

Drones en fotogrammetrie
tbv

Digitale Hoogte Modellen
van
Stranden, duinen, dijken, en
veel meer...

Case: duinvallei Vlugtenburg

beland de Zeeuw

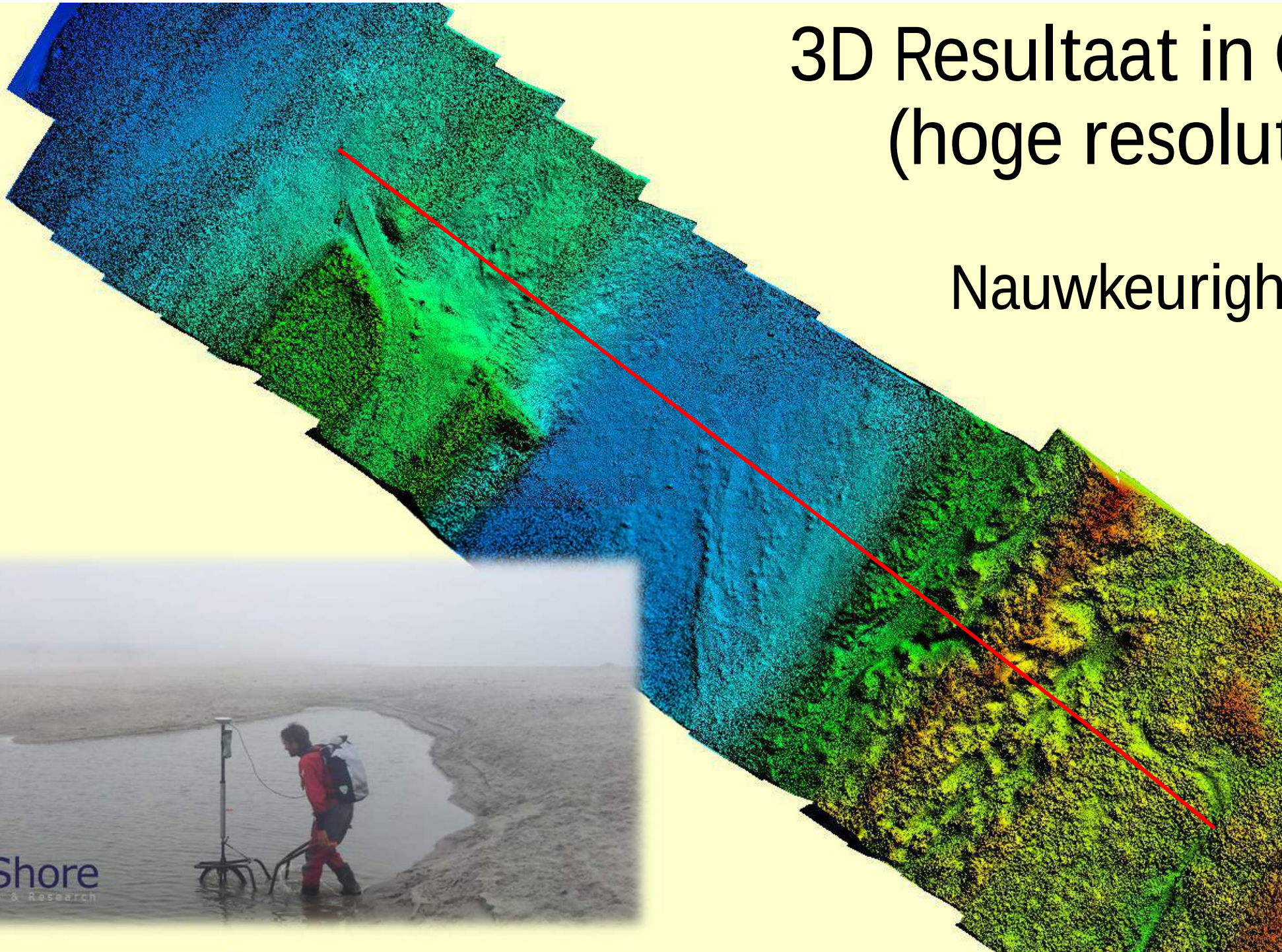


Waarom een drone en fotogrammetrie?

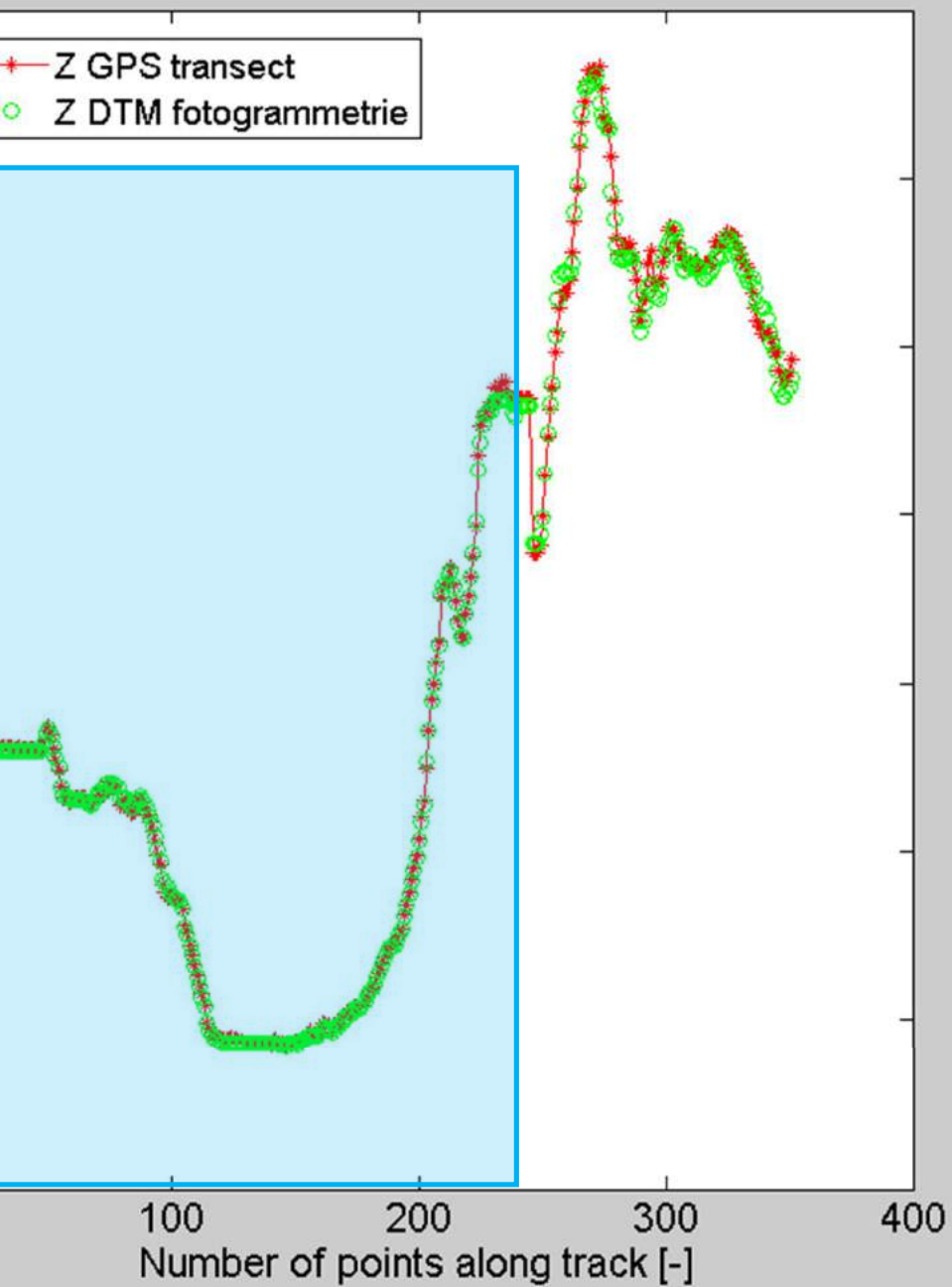
- Hoge ruimtelijke resolutie 50 – 100 punten (x,y,z-tjes) per m²
- Groot oppervlak in korte tijd
- Zeer flexibel inzetbaar, licht materieel, lichte goede camera's (ook infrarood) en alles past in de kofferbak!
- Maakt (intensief) monitoren specifieke gebieden mogelijk, ook embryonale duinvorming!!
- Nauwelijks fysieke betreding van kwetsbare gebieden
- Zeer beperkte ruimte nodig voor opstijgen landen (hoge objecten geen probleem), met vliegtuigjes wat minder makkelijk
- Goedkoop

3D Resultaat in 3D
(hoge resolutie)

Nauwkeurigheid



gging GPS en DTM fotogrammetrie op transect in [m] NAP



$$\mu = 0,013 \text{ m}$$
$$\sigma = 0,050 \text{ m}$$

Shore Monitoring & Research

flexible, shallow water and topography surveys



 **Sho**
Monitoring & Res

info@shoremonitoring.nl
681280230

www.shoremonitoring.nl
twitter.com/ShoreMonitoring