

Geokunststoffen in de kustwaterbouw

Zeespiegelstijging, Erosie en Kustbescherming

Creatieve sessie NGO

6 juni 2019

Wim Voskamp

2

Inhoud

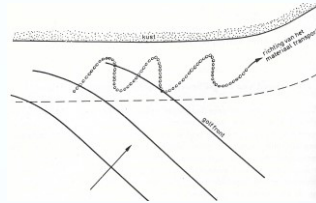
- Inleiding
- Dynamisch kustbeheer
- Zeespiegelstijging
- Harde elementen in duinen
- Harde kustbescherming, golfbrekers, dijken
- Vormen waarin geokunststoffen gebruikt worden in de kustwaterbouw
- Toepassingen van geokunststoffen in kustwaterbouw

3

Inleiding

Erosie van de kust is afhankelijk van:

- Grondsoort van de kuststrook
 - Gesteente
 - Granulair materiaal
 - Zandtransport
- Opbouw en materiaal van de vooroever
- Overheersende windrichting, richting materiaal transport langs kust
- Diepte en helling van de vooroever
- Waterstand en getij
- Golfhoogte



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

4

4

Erosie door golfaanval



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

5

5

Voorbeelden van zeeweringen



Duinen en strand



Dijk met bekleding



Keermuur



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

6

6

Kustwaterbouw in Nederland

Tot 1960: - redelijk stabiele zandkust, plaatselijk wat ontgravingen en aanzandingen bij havenhoofden



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

7

7

Kunstwaterbouw in Nederland

1960 – 1990: - Uitbouw havens Scheveningen, IJmuiden, Hoek van Holland

- Uitvoering van de Deltawerken
- Ingrijpende verstoring van het zandtransport langs de kust
- Begin zandsuppleties

1990: Besluit tot dynamisch kustbeheer, locatie van de duinvoet stand 1990 moet gehandhaafd blijven

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

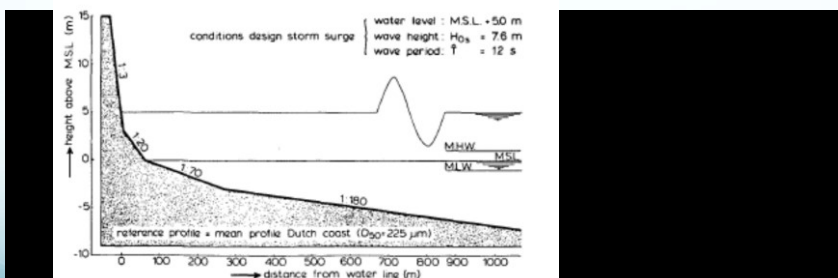
6 juni 2019

8

8

Kustwaterbouw in Nederland

1980 – 1990: Groot onderzoek door WL in Deltagoot in Noord-Oostpolder naar het evenwichtsmechanisme strand - duinen en het morfologisch evenwicht van de Nederlandse kust.



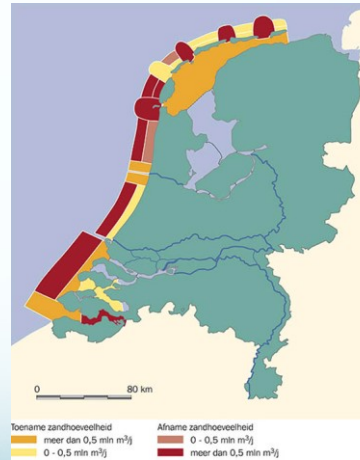
9

9

Kustwaterbouw in Nederland

1990 – 2010; Capaciteit van zandzuigers neemt enorm toe

- Dynamisch kustbeheer is de meest economisch oplossing
- Nu alleen nog kustafslag tegen gaan door zandsuppleties
- Nieuw morfologisch evenwicht stelt zich in als gevolg van keringen in Zeeland en uitbouw Maasvlakte



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

10

10

Kustwaterbouw in Nederland

2010 – heden: - Harde constructies worden weer toegestaan in duinen

- Enkele grote kunstwerken worden in de duinen gebouwd: Boulevard Scheveningen, Garage in Katwijk, Hondsbossche zeewering.
- Kunstwerken worden in een dijkconstructie opgenomen als versterking van de kust
 - Strand wordt over grote lengte verhoogd tot niveau bovenkant dijk, zodat een grote buffer aan zand ontstaat
- Uitvoering van zandmotor als research project om verspreiding van zand langs de kust te onderzoeken

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

11

11

Dynamisch kustbeheer



Dynamisch kustbeheer is een zodanig beheer dat zee en wind de ruimte hebben om sediment te verplaatsen. Daardoor kan het kustfundament meegroeien met de stijgende zeespiegel en ontstaat een natuurlijker kustlandschap

Bron: technisch rapport duinafslag TRDA 2006

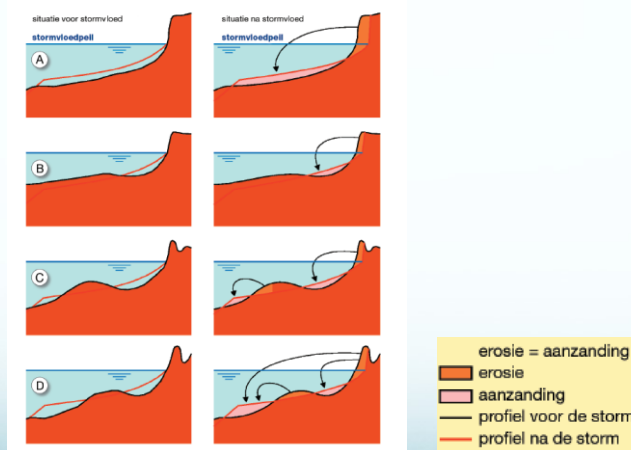
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

12

12

zandverplaatsing en duinafslag



Bron: technisch rapport duinafslag TRDA 2006

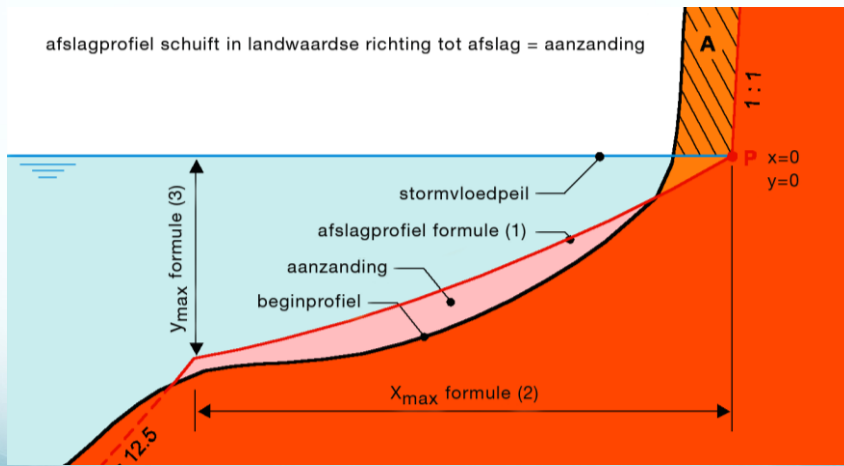
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

13

13

Dynamisch kunstbeheer



Uit: technisch rapport duinafslag TRDA 2006

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

14

14

Strandprofiel na stormvloed

Vanaf de duinvoet ($x = 0$; $y = 0$) verloopt het afslagprofiel parabolisch (loodrecht op de kust) in zeewaartse richting volgens de formule:

$$\left(\frac{7,6}{H_{0s}}\right)y = 0,4714 \left[\left(\frac{7,6}{H_{0s}}\right)^{1,28} \left(\frac{12}{T_p}\right)^{0,45} \left(\frac{w}{0,0268}\right)^{0,56} x + 18 \right]^{0,5} - 2,0$$

H_{0s} de significante golfhoogte op diep water [m].
 T_p de golflengte bij de piek van het energiedichtheidspectrum [s].
 w de valsnelheid van het duinzand in zeewater van 5° Celsius [m/s].
 x de afstand vanaf de nieuwe duinvoet [m].
 y de diepte beneden stormvloedpeil [m].

Uit: technisch rapport duinafslag TRDA 2006

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

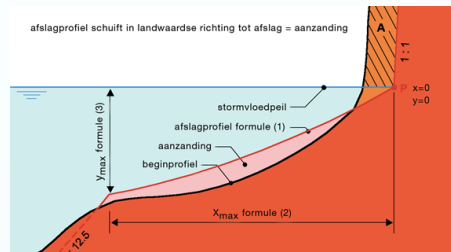
6 juni 2019

15

15

Dimensies aanzanding

$$x_{\max} = 250 \left(\frac{H_{0s}}{7,6} \right)^{1,28} \left(\frac{0,0268}{w} \right)^{0,56}$$



Uit: technisch rapport duinafslag TRDA 2006

$$y_{\max} = \left[0,4714 \left\{ 250 \left(\frac{12}{T_p} \right)^{0,45} + 18 \right\} - 2,0 \right] \left(\frac{H_{0s}}{7,6} \right)$$

De hoeveelheid afslag en dus de lengte van de aanzanding is afhankelijk van de golfhoogte, golfperiode en de valsnelheid (grootte) van de zanddeeltjes

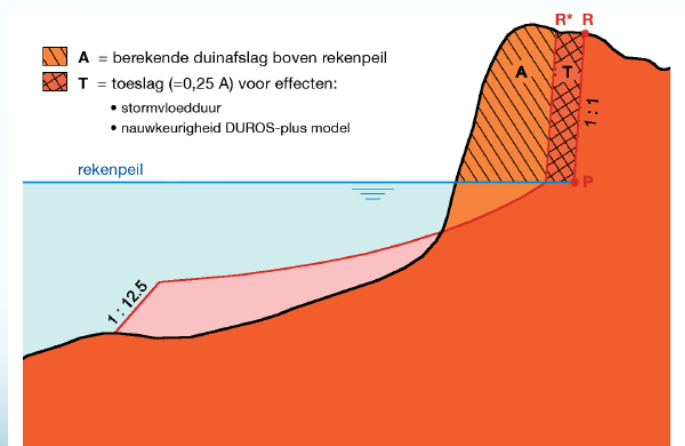
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

16

16

Vergroting afslag vanwege extra effecten zoals, stormvloedduur, lateraal transport, onnauwkeurigheid in het model



Bron: Technisch rapport duinafslag (TRDA2006)

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

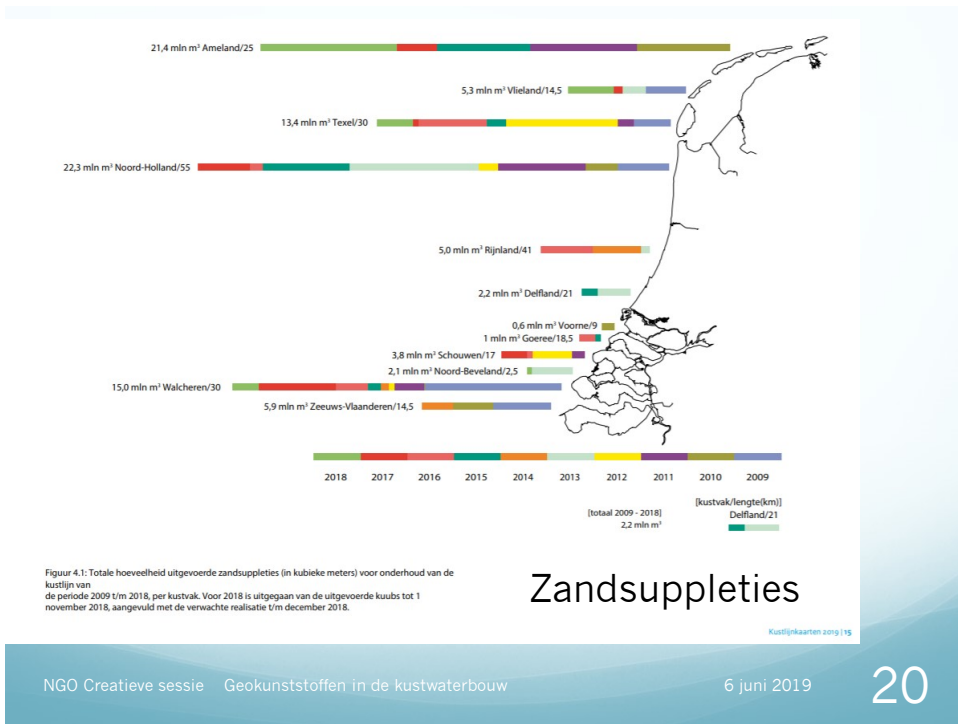
6 juni 2019

17

17

- De maximale golfhoogte is afhankelijk van de diepte. In opdiep water is: $0,9 < D_b / H_b < 1,2$.
- Dus bij stijgende waterspiegel zullen de golven, bij gelijkblijvende diepte niet hoger worden.
- Dus als het strandprofiel regelmatig verhoogd wordt met de stijging van de zeespiegel zal er geen onveilige situatie ontstaan. Nederlands beleid sinds 1990 is de ligging van de kust te handhaven.
- Verlies van zand door lateraal transport (langs de kust) wordt gecompenseerd door zandsuppleties op kritische punten.





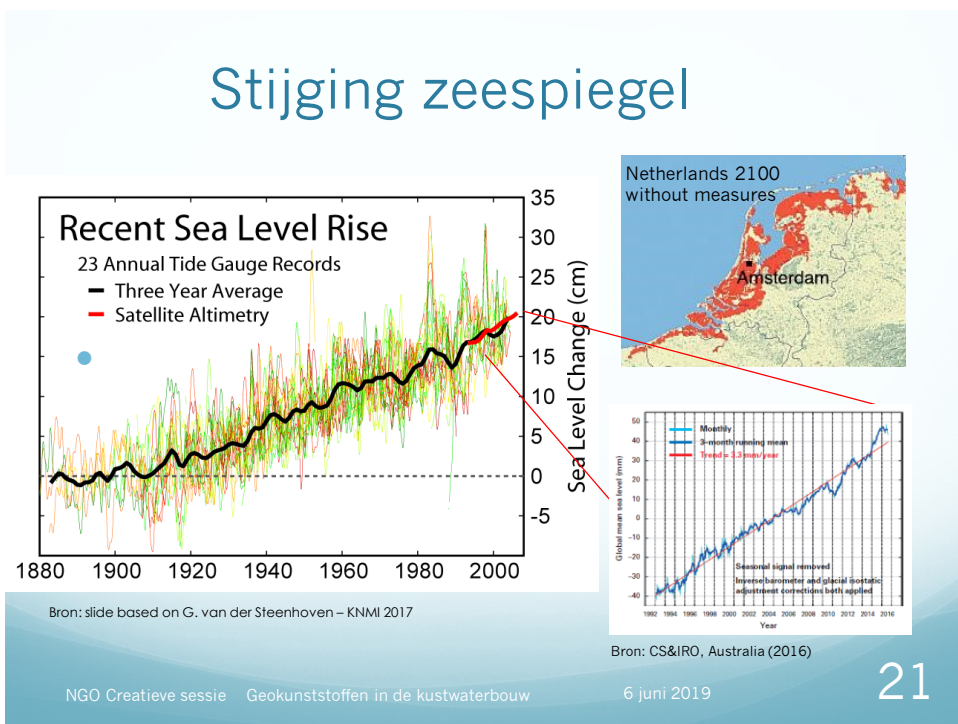
Zandsuppleties

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

20

20



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

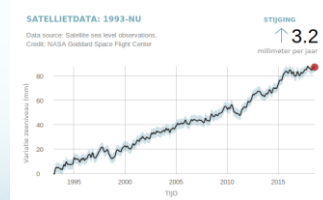
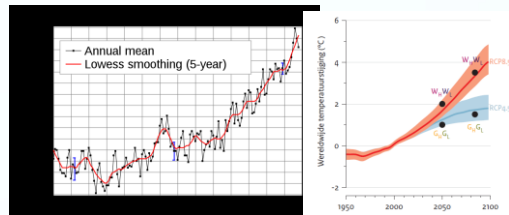
6 juni 2019

21

21

temperatuurstijging op aarde

- Zeespiegelstijging wordt veroorzaakt door de temperatuurstijging
 - Smelten van de ijskappen Noord- en Zuidpool
 - Smelten van landijs geeft toename van waterhoeveelheid. Smelten van ijs in / drijvend op water heeft klein effect
- Vraag: waar komt al dat water terecht?
- Geeft het een gelijkmatige waterstandverhoging over de wereldzeeën?
- Nederland meet 2 mm/jr zeespiegelstijging in laatste decennium



Bron: KNMI Klimaatscenario '14 en

https://nl.wikipedia.org/wiki/Opwarming_van_de_Aard

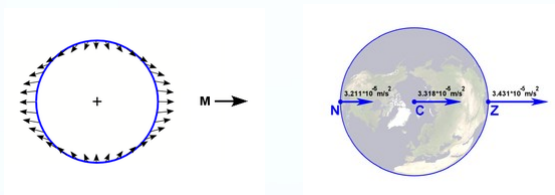
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

22

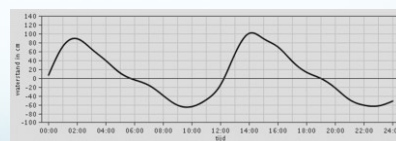
22

Getijdewerking



Astronomisch getij door aardrotatie

- Scheefstand van de aarde
- Afstand van maan en zon tot de aarde varieert
- Diepte van het water



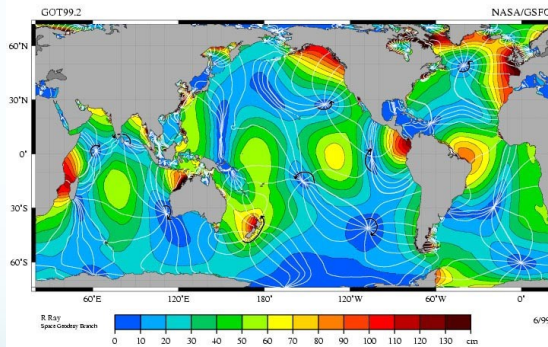
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

23

23

Astronomisch getij



Het M_2 -getij, zoals het zich voortplant. Lijnen zijn lijnen van gelijke getijfase, kleuren geven de amplitude aan van klein (blauw) naar groot (rood).

([https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Getijde_\(waterbeweging\)](https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Getijde_(waterbeweging)))

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

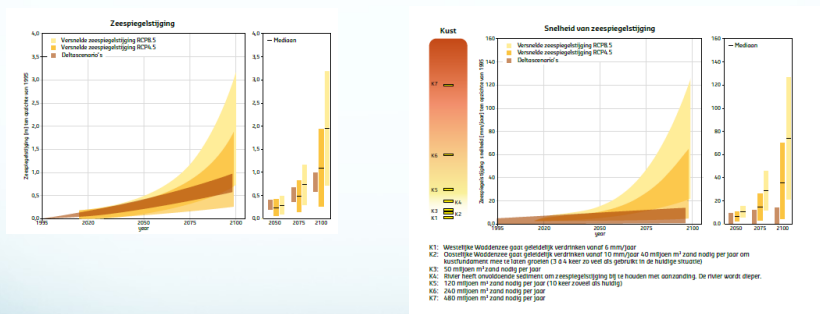
6 juni 2019

24

24

Zeespiegelstijging in Deltaprogramma

RCP 8,5 temperatuurstijging 4°
RCP 4,5 temperatuurstijging 2°



Bron: Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma, Deltares, 2018

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

25

25

Maatregelen en aanbevelingen

- In Nederland is gekozen voor dynamisch kustbeheer
- Indien er plaatselijk teruggang van het strand is wordt er zandsuppletie toegepast. De locatie van de duinvoet (situatie 1990) wordt aangehouden.
- Zeespiegelstijging wordt opgevangen door het strandprofiel te verhogen.
- Zeespiegelstijging vraagt om verhoging van de dijken van de benedenrivieren en versterking van de stormvloedkeringen. Ook de zoetwatervoorziening kan in gevaar komen.
- Inklinking van veenbodem in West Nederland kan extra bodemdaling geven. Opbarsten van bodem kan probleem opleveren.

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

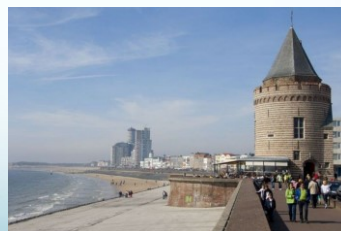
6 juni 2019

26

26

Maatregelen en aanbevelingen in het duin

- Duinvoetverdediging
- Verticale strandmuur
- Boulevard
- Damwand in het duin



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

27

27

Duinvoetverdediging



Bay
Head,
USA



Duinvoetverdedigingen aan de Nederlandse kust

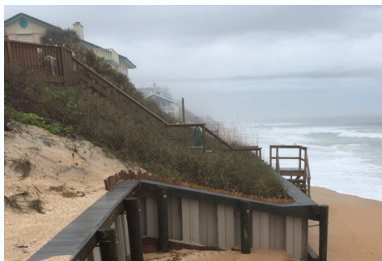
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

28

28

Damwand in duin



Ponte Vedra
Beach Florida

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

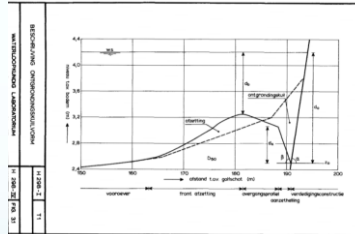
6 juni 2019

29

29

Damwand in duin

- Gevaar voor zware ontgrondingen aan de voet van de constructie tijdens zware stormvloed.
- Daarom worden in Nederland in principe geen harde constructies in de duinen gebouwd



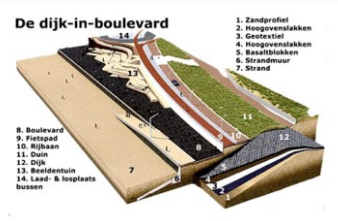
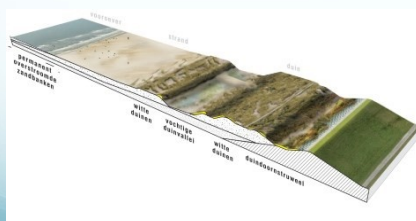
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

30

30

Constructies en dam in duin



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

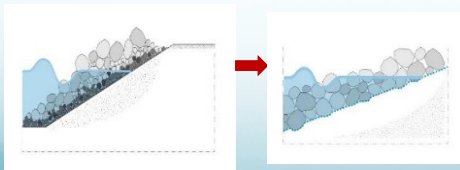
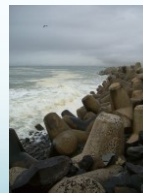
6 juni 2019

31

31

natuurlijke kustbescherming, dijk

- Toegepast als er geen zandkust is
- Bekleding moet belasting door golven opnemen door steenbestorting of m.b.v speciale blokken
- Filterconstructie om zandtransport door bekleding tegen te gaan
- Een of meer lagen fijn gegradeerd zand en gravel kunnen vervangen worden door filterdoek



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

32

32



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

33

33

Toepassingen van geokunststoffen in de kustwaterbouw en offshore

Uitgebreid overzicht in PIANC
Rapport 113 -2011

Report of the Working Group 56 of
the PIANC - Maritime Commission,
2011

Overzicht van toepassingen en eisen
aan een geokunststof in deze
toepassingen

PIANC = Permanent International Association of
Navigation Congresses



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

34

34

Vormen: geotextiele containers, buizen, matten , zakken



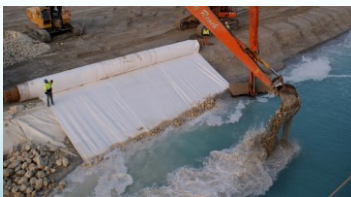
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de
kustwaterbouw

6 juni 2019

35

35

Vormen: Zinkstukken, blokmatrassen en direct van de rol



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

36

36

Toepassingen in kustwaterbouw

- Golfbrekers en kunstmatig rif
- Taludverdediging
- Dijken
- Strand en duinen
- Kribben, strandhoofden
- Verhoogd strand en onderwaterberm
- Keermuur
- Bescherming van pijpleidingen en kabels op de zeebodem
- Bescherming rond platforms
- Bescherming tegen ontgrondingen

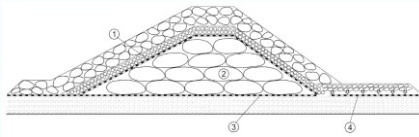
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

37

37

Golfbrekers en kunstmatig rif



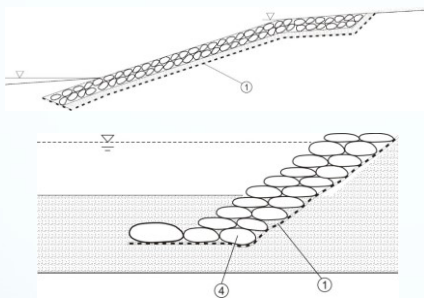
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

38

38

Taludverdediging



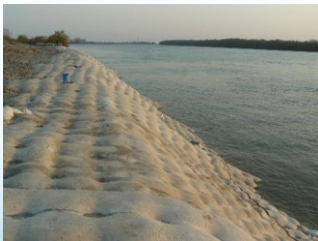
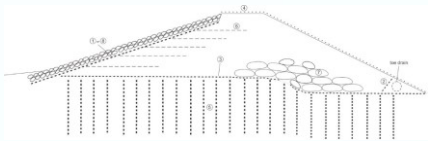
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

39

39

Dijken

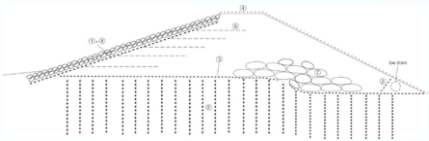


NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw 6 juni 2019

40

40

Dijken

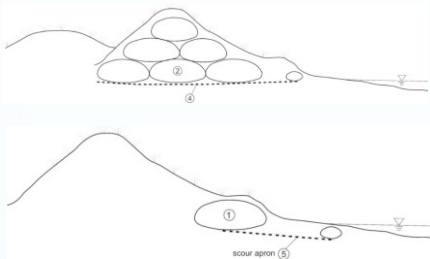


6 juni 2019 NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

41

41

Strand en duinen



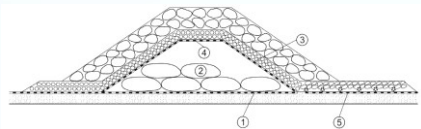
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

42

42

Kribben

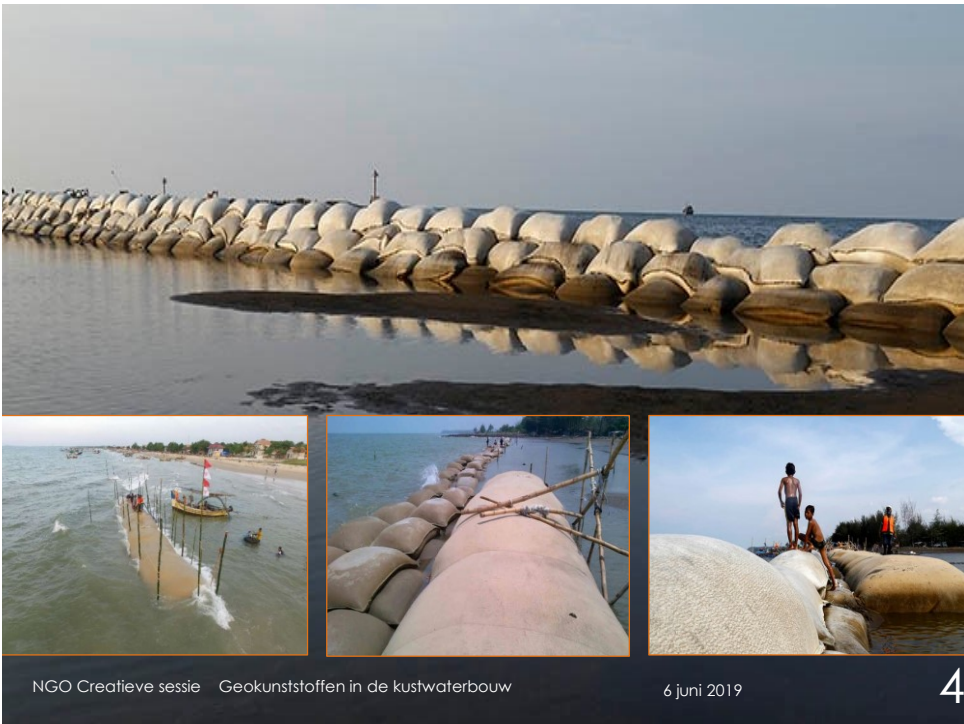


NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

43

43



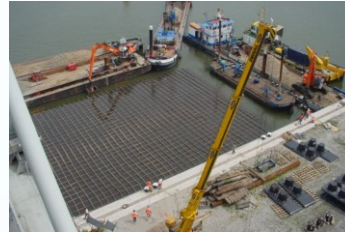
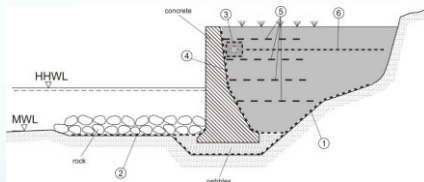
44

Verhoogd strand en onderwaterberm

NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw 6 juni 2019

45

Keermuur



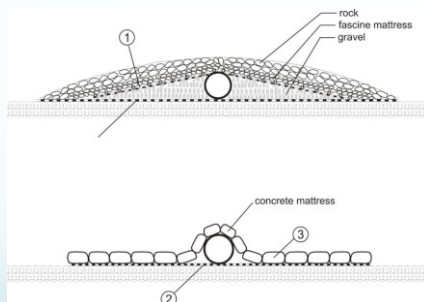
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

46

46

Bescherming van pijpleidingen en kabels



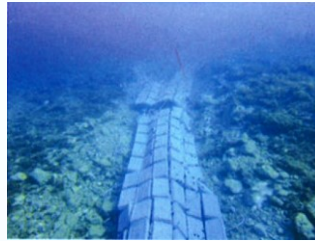
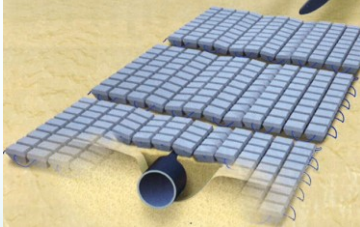
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

47

47

Betonblokken matten



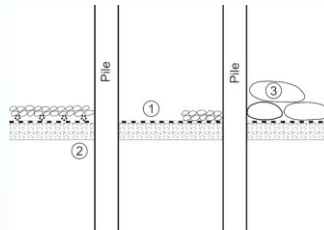
NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

48

48

Bescherming rond platform



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

49

49

Ontgrondingen voor constructies



50

Bescherming tegen ontgrondingen



NGO Creatieve sessie Geokunststoffen in de kustwaterbouw

6 juni 2019

51

51

Overzicht functies
geokunststoffen in
kustwaterbouw toepassingen

	Functions	Separation	Filtration	Drainage	Reinforce- ment	Contain- ment	Hydraulic barrier	Erosion protection
	Structures							
1	Breakwater and artificial reefs	x	x		x	x		
2	Revetments and bank protection	x	x		x		x	
3	Dykes/levee	x	x	x	x	x	x	x
4	Beach and dunes		x		x	x		
6	Groins	x	x		x	x		
5	Perched beach/containment bund		x		x	x		x
7	Seawall	x	x		x	x		
8	Pipeline and cable protection		x		x	x		x
9	Pile/platform		x			x		x
10	Scour protection							x

PIANC 113: Application of geosynthetics for marine structures