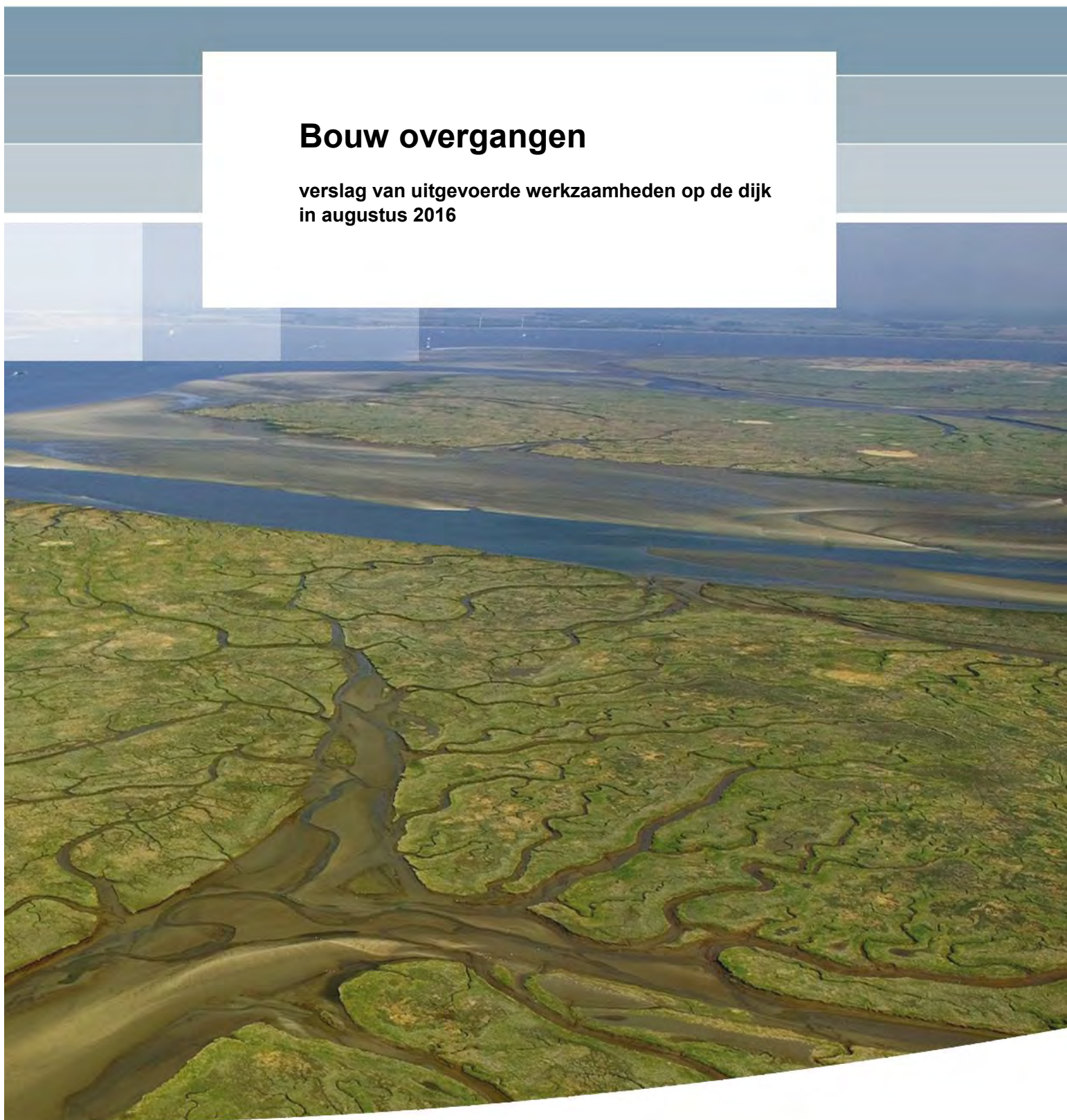


## **Bouw overgangen**

**verslag van uitgevoerde werkzaamheden op de dijk  
in augustus 2016**





## **Bouw overgangen**

**verslag van uitgevoerde werkzaamheden op de dijk in  
augustus 2016**

ir. P. van Steeg

1230042-005






**Titel**  
Bouw overgangen

<b>Opdrachtgever</b> Rijkswaterstaat	<b>Project</b> 1230042-005	<b>Kenmerk</b> 1230042-005-ZWS-0002	<b>Pagina's</b> 54
---	-------------------------------	--	-----------------------

**Trefwoorden**  
Overgang, grasbekleding, dijk

**Samenvatting**  
In het kader van het KPP project 'Versterking Onderzoek Waterveiligheid' wordt onderzoek uitgevoerd naar overgangen in grasbekledingen op primaire waterkeringen onder hydraulische belasting. Een onderdeel van dat onderzoek is het bouwen van verschillende fysieke proefopstellingen op het binnentalud van de Waddenzeedijk nabij Sint Jacobiparochie (Friesland). Dit rapport beschrijft het ontwerp en de bouw van de proefopstellingen.

**Referenties**  
Plan van Aanpak KPP 2016 project 'Versterking Onderzoek Waterveiligheid', 25 november 2016.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
V1.0	nov. 2016	ir. P. van Steeg		ir. A. van Hoven		Dr. ir. M.R.A. van Gent	

**Status**  
definitief

**Titel**  
Bouw overgangen

<b>Opdrachtgever</b> Rijkswaterstaat	<b>Project</b> 1230042-005	<b>Kenmerk</b> 1230042-005-ZWS-0002	<b>Pagina's</b> 54
---	-------------------------------	--	-----------------------

## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Algemeen	1
1.2 Typen overgangen	1
1.3 Potentiele versterkingsmaatregelen	2
1.4 Keuze te bouwen type overgang en versterkingsmaatregelen	3
1.5 Projectorganisatie	4
1.6 Kwaliteitsbewaking	5
<b>2 Aanpak</b>	<b>7</b>
2.1 Fase 1: Bouwen van de pilot	7
2.2 Fase 2: Monitoring en beheer en onderhoud van de pilot	8
2.3 Fase 3: Hydraulische testen	8
2.3.1 Testen met de golfoploopsimulator	8
2.3.2 Testen met de Deltagoot	11
2.3.3 Deltagoot of golfoploopsimulator?	12
<b>3 Locatie en indeling in testvakken</b>	<b>13</b>
3.1 Locatie	13
3.2 Indeling in testvakken	14
3.3 Detaillering testsecties	15
<b>4 Uitgevoerde werkzaamheden</b>	<b>17</b>
4.1 Algemene beschrijving	17
4.2 Beschrijving per testvak	22
4.2.1 X = 0 - 5 m, TS D.1a (referentie zonder betonband)	23
4.2.2 X = 5 - 10 m, TS D.2a (referentiesectie met betonband)	24
4.2.3 X = 10 - 15 m, TS A.2a (Geopex)	25
4.2.4 X = 15 - 20 m, TS A.2b (Enkamat)	27
4.2.5 X = 20 - 25 m, TS A.2c (Robulon)	29
4.2.6 X = 25 - 30 m, TS A.2d (Fortrac 3D-60)	31
4.2.7 X = 30 - 35 m, TS A.2e (Grassprotecta)	33
4.2.8 X = 35 - 40 m, TS C.1 (Endo Mycorrhiza)	35
4.2.9 X = 40 - 45 m, TS C.2 (GrassMaster)	36
4.2.10 X = 45 - 50 m, TS D.2b (referentiesectie met betonband)	39
4.2.11 X = 50 - 55 m, TS D.1b (referentie zonder betonband)	39
4.2.12 X = 55 - 60 m, TS B.2a (Grassblocks)	40
4.2.13 X = 60 - 65 m TS B.2b (RONA <sup>®</sup> ton)	43
4.2.14 X = 65 - 70 m TS A.1a (Grasbetontegel)	45
4.2.15 X = 70 - 75 m TS A.3 (Plastic Raster)	47
4.2.16 X = 75 - 80 m, TS B.1a (Schrale klei)	49
4.2.17 X = 80 - 85 m, TS B.1b (referentiesectie met betonband)	49
4.2.18 X = 85 - 90 m, TS B.3 (referentiesectie met betonband)	49
4.2.19 X = 90 - 95 m, TS D.2c (referentiesectie met betonband)	49
4.2.20 X = 95 - 100 m, TS D.1c (referentiesectie zonder betonband)	49
<b>5 Conclusies</b>	<b>51</b>

<b>6 Referenties</b>	<b>53</b>
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Beschrijving gebruikte klei</b>	<b>A-1</b>
<b>B Achtergrondinformatie gebruikte materialen</b>	<b>B-1</b>
B.1 Geopex PE 160 (X = 10 – 15 m)	B-1
B.2 Enkamat A20 (X = 15 – 20 m)	B-1
B.3 Robulon (X = 20 – 25 m)	B-1
B.4 Fortrac 3D-60 (X = 25 – 30 m)	B-1
B.5 Grassprotecta (X = 30 - 35 m)	B-1
B.6 BioSym-Endo Mycorrhiza (X = 35 – 40 m)	B-1
B.7 GrassMaster (X = 40 – 45 m)	B-1
B.8 RONA <sup>®</sup> ton (X = 60 – 65 m)	B-1
B.9 Grasbetontegel (X = 65 – 70 m)	B-1
B.10 Plastic raster (X = 70 – 75 m)	B-1
<b>C Beschrijving simulatoren en Deltagoot</b>	<b>C-1</b>
C.1 Golfklapgenerator	C-2
C.2 Golfoverslagsimulator	C-2
C.3 Golfploopsimulator	C-3
C.4 Deltagoot	C-3
<b>D Onderbouwing keuze locatie</b>	<b>D-1</b>
D.1 Inleiding	D-1
D.2 Mogelijke pilotlocaties	D-1
D.3 Locatie Boonweg	D-2
D.4 Conclusie	D-4



# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Overgangen in grasbekledingen van primaire waterkeringen onder hydraulische belasting zijn potentiële zwakke plekken. Om deze reden dient de stabiliteit van deze overgangen en potentiële versterkingsmaatregelen beter in beeld te worden gebracht. Er wordt beoogd om dit te doen door deze versterkingsmaatregelen te bouwen, te monitoren en te testen onder een hydraulische belasting. De globale opzet hiervan is weergegeven in Van Steeg (2015a). In de periode augustus – september 2016 zijn er een twintigtal overgangen gebouwd. Dit rapport beschrijft het ontwerp van deze overgangen en hoe deze daadwerkelijk zijn gebouwd.

## 1.2 Typen overgangen

In Van Steeg (2015a) is de grote verscheidenheid aan overgangen geïdentificeerd en geprioriteerd. Dit is gedaan op basis van de volgende vier gegevens:

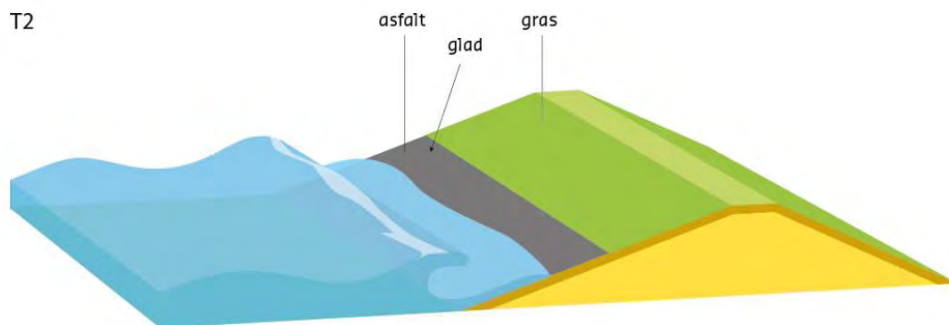
- een serie interviews welke is gehouden met een zestal waterschappen;
- inzichten welke zijn verkregen bij eerder uitgevoerde proeven
- een theoretische beschouwing met betrekking tot de stabiliteit van grasbekledingen onder hydraulische belasting
- uitkomst expertmeeting 2011 (Calle en van der Meer 2012).

De belangrijkste typen overgangen zoals deze in het genoemde rapport zijn geïdentificeerd zijn de volgende:

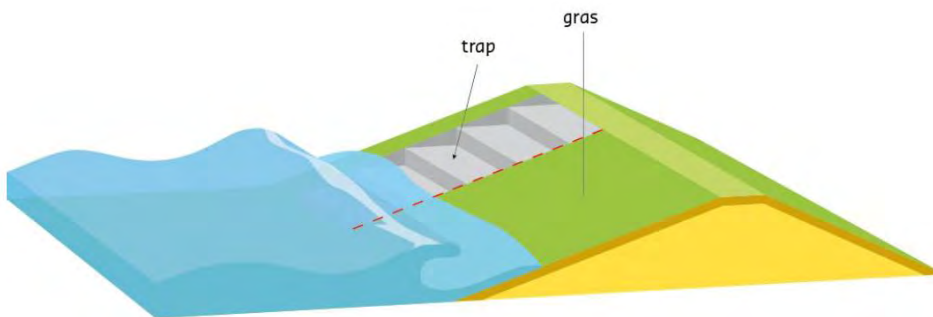
- Horizontale overgang onder golfploopbelasting (type T2)  
Type T2 is een horizontale vlakke overgang met ruwheidsverschil. In de praktijk betreft dit veelal een overgang van een steenzetting of asfalt naar gras.
- Verticale overgang onder golfploopbelasting of golfoverslagbelasting (type T8)  
Type T8 betreft een verticale vlakke overgang. In de praktijk betreft dit veelal dijkmeubilair zoals een trap.
- Knik onder golfoverslagbelasting (Type T6)  
Type T6 betreft een holle knik zonder ruwheidsverschil. In de praktijk betreft dit veelal de hiel (de hiel is de 'teen' aan de landzijde) van de dijk en is dit een ononderbroken grasbekleding.

Wat opvalt, is dat uit de genoemde analyse blijkt dat overgangen onder golfklapbelasting geen hoge prioriteit heeft gekregen.

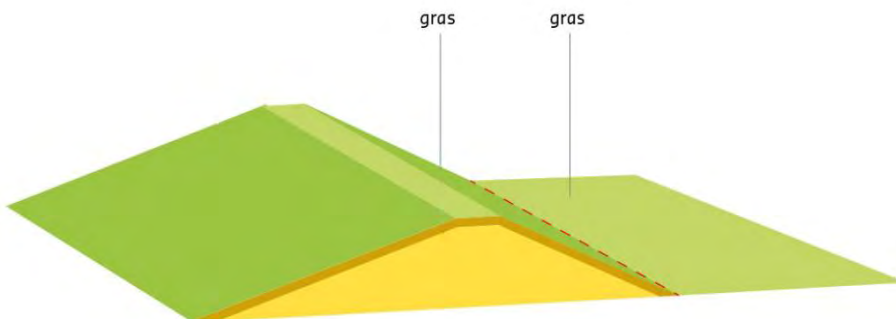
Een impressie van de drie genoemde typen overgangen is weergegeven in de onderstaande figuren.



Figuur 1.1 Impressie van horizontale overgang (Type T2)



Figuur 1.2 Impressie van Type T8 (verticale overgang)



Figuur 1.3 Impressie van Type T6 (knik in het talud)

### 1.3 Potentiele versterkingsmaatregelen

Om de overgangen te versterken zijn in Van Steeg (2015a) verschillende versterkingsmaatregelen aangedragen. Op hoofdlijnen betrof dit de volgende versterkingsmaatregelen:

- Verhogen van de overgang (in geval van golfploopbelasting of golfklapbelasting)
- Stroomlijnen van de overgang (in het geval van een knik)
- Opheffen van ruwheidsverschillen
- Doorgroeibaar medium (bijvoorbeeld geotextiel of doorgroeistenen)
- Aanbrengen van reststerkte
- Lokaal versterken van de grasmatt (bijvoorbeeld Mycorrhiza of geïnjecteerde vezels)\*

\* Het lokaal versterken van de grasmatt is niet genoemd in Van Steeg (2015a) maar is in voorliggend rapport toegevoegd op basis van voortschrijdend inzicht.

Niet iedere versterkingsmaatregel is geschikt voor ieder type overgang. In Van Steeg (2015a) is voorgesteld om de versterkingsmaatregel 'doorgroeibaar medium' en 'reststerkte' te onderzoeken in een fysiek model. Dit wordt ook aanbevolen voor de oplossingsrichting 'lokaal versterken van de grasmatten'. Hierbij wordt opgemerkt dat de termen 'doorgroeibaar medium', 'reststerkte' en 'lokaal versterken van de grasmatten' verzamelnamen zijn voor een groot scala aan mogelijkheden

#### **1.4 Keuze te bouwen type overgang en versterkingsmaatregelen**

Gezien de beperkte middelen en het gebrek aan ervaring is er voor gekozen om niet alle drie de geselecteerde typen overgangen (zie Paragraaf 1.2) tegelijkertijd te bouwen maar vooralsnog slechts één type overgang. In een later stadium kunnen ook de andere typen overgangen worden gebouwd en kan worden geleerd van de ervaringen welke zijn opgedaan bij de eerste bouwsessie (beperking risico).

Uit de analyse welke is gegeven in Van Steeg (2015a) blijkt dat overgangen van het type T2, T6 en T8 (zie ook Paragraaf 1.2 in voorliggend rapport) naar alle waarschijnlijkheid de zwakste overgangen zijn. Op basis van dat rapport blijkt dat van deze drie typen overgangen type T2 (horizontale overgang) de meest belangrijke overgang lijkt te zijn. Dit type overgang is door experts en waterschappen aangegeven als de meest voorkomende en de meest zwakke overgang. Daarnaast blijkt ook uit de cumulatieve overbelastingmethode dat deze zwakker is dan type T8 en type T6 (zie Van Steeg, 2015c). Om deze reden wordt er voor gekozen om vooralsnog alleen overgangen van het type T2 te bouwen. Dit betreft een horizontale overgang in de golfploopzone van een harde gladde bekleding naar gras (zie Figuur 1.1). In een later stadium kan er alsnog voor worden gekozen om ook overgangen van het type T6 en type T8 te bouwen en te monitoren.

Tabel 1.1 Overzicht geselecteerde versterkingsmaatregelen voor overgangen van het type T2

- A. Doorgroeibaar medium		(7x)
o A.1 Doorgroeisteen	(1x)	
o A.2 Doorgroeibaar flexibel materiaal	(5x)	
o A.3 Doorgroeibaar vormvast raster	(1x)	
- B. Reststerkte / verborgen bekleding		(3x)
o B.1 Reststerkte kleilaag	(1x)	
o B.2 Steenzetting	(2x)	
- C. Lokaal versterken grasbekleding		(2x)
o C.1 Endo Mycorrhiza	(1x)	
o C.2 Geïnjecteerde vezels	(1x)	
- D. Referentiesecties		(8x)
o D.1 zonder overgang	(3x)	
o D.2 met overgang en zonder versterkingsmaatregel	(5x)	
<b>Totaal</b>		<b>(20x)</b>

Van de hierboven gekozen versterkingsmaatregelen zijn vele uitvoeringen denkbaar. Het is echter ondoenlijk om alle denkbare uitvoeringen te testen. Daarnaast zijn er verschillende fabrikanten welke in sommige gevallen net iets andere versies van hetzelfde concept produceren. Er wordt benadrukt dat er concepten worden getest en geen producten. De gekozen versterkingsmaatregelen worden verder uitgewerkt in Hoofdstuk 4.

## 1.5 Projectorganisatie

Rijkswaterstaat (contactpersoon: Bianca Hardeman) is opdrachtgever van dit project dat onder leiding van Deltares (P. van Steeg) is uitgevoerd. Het deelproject 'overgangen' maakt deel uit van het KPP project 'Versterking Onderzoek Waterveiligheid'.

De ontwerpen van de overgangen zijn opgesteld door Deltares (P. van Steeg) waarbij waardevolle bijdragen zijn geleverd door Infram (Jan Bakker en Kees Dorst).

Het bouwen van de overgangen is uitgevoerd door firma Jac. De Olde (Jacob de Olde).

De beheerder van de dijk is het Wetterskip Fryslân (B. Visser).

De vergunningverlening voor de bouwwerkzaamheden op de dijk is georganiseerd door Infram (Jan Bakker).

Het onderhoud van de testsecties in de periode direct na aanleg van de testsecties is verzorgd door Gerben van der Meer.

De te gebruiken klei is beoordeeld op advies van Andre Koelewijn van Deltares.

Dit rapport is opgesteld door Deltares (auteur: P. van Steeg, review: Andre van Hoven).

## 1.6 Kwaliteitsbewaking

De kwaliteitsbewaking tijdens de bouw is uitgevoerd door P. van Steeg. Tevens waren verschillende producenten aanwezig tijdens de bouw en hebben tevens toezicht gehouden. De kwaliteitsbewaking van de overige activiteiten en de rapportage is op verschillende manieren uitgevoerd:

- Een eerste versie van dit rapport is, voordat de ontwerpen definitief waren, toegestuurd naar een externe klankbordgroep. De externe klankbordgroep bestaat uit de volgende personen:
  - Kees Dorst (Infram)
  - Martin van der Meer (Fugro)
  - Henk Jan Verhagen (TU Delft)
  - Stefan van den Berg (RWS-GPO)
  - Koos Saathof (RWS-WVL)
  - Bianca Hardeman (RWS-WVL)
- De ontwerpen van de proefopstellingen en de uiteindelijke verslaglegging zijn intern gereviewed door Andre van Hoven.
- In het ontwerpproces zijn verschillende producenten en leveranciers betrokken. Tevens hebben alle producenten en leveranciers een concept versie van het verslag ontvangen zodat zij de mogelijkheid hadden om te reflecteren alvorens het definitieve verslag wordt opgesteld. De betrokken leveranciers en producenten zijn (in alfabetische volgorde van de producent / leverancier):
  - Albert Bruins Slot Altena
  - Jan ter Horst BioSym
  - Jeroen de Bruijn Desso Sports
  - Maarten van der Steen Geopex
  - Dorian Hill en Aroen Mughal Hillblock
  - Max Nods Huesker
  - Rutger Holtes Low & Bonar
  - François Paauwe Paavo
  - Mink ter Harmsel Ten Cate
- De ontwerpen zijn, alvorens deze zijn gebouwd voorgelegd aan de dijkbeheerder (Wetterskip Fryslân, Bernard Visser).
- De ontwerpen zijn, alvorens deze zijn gebouwd, besproken met de uitvoerder (Jacob de Olde).

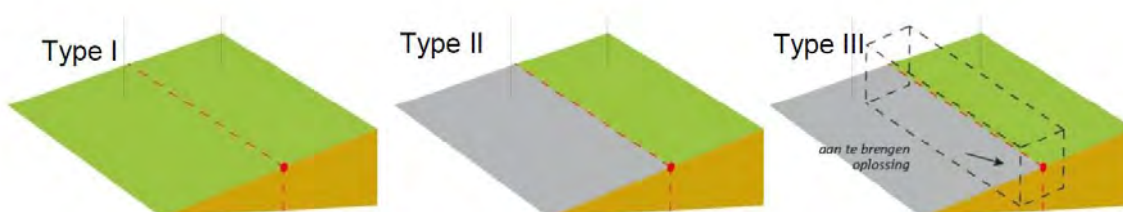


## 2 Aanpak

### 2.1 Fase 1: Bouwen van de pilot

Om de pilot uit te voeren zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1 Er worden 20 pilotsecties gebouwd van het Type T2. Dit betreft acht referentiesecties (drie referentiesecties zonder overgang en vijf referentiesecties met overgang) en twaalf secties met een versterkingsmaatregel.
- 2 De opstellingen worden zodanig gebouwd dat het over enkele groeiseizoenen mogelijk is om deze fysiek te beproeven teneinde de erosiebestendigheid te bepalen.
- 3 De opstellingen worden zodanig gebouwd dat deze in de toekomst getest kunnen worden met zowel de Deltagoot (zie Bijlage C.4) als de golfploopsimulator (zie Bijlage C.3).
- 4 Alle opstellingen worden zodanig gebouwd dat er voldoende ruimte is voor monitoring (waarbij de grond mogelijk verstoord wordt; dit gebeurt niet in de beoogde zone waarin in de toekomst mogelijk zal worden getest) en dat er voldoende ruimte is om een hydraulische sterktest mee uit te voeren.
- 5 De locatie waarop de secties gebouwd gaan worden is het binnentalud van de Zeedijk nabij St. Jacobiparochie (zie Paragraaf 3.1 en Bijlage D voor een onderbouwing voor deze locatie).
- 6 De condities van alle testsecties dienen zo gelijk mogelijk te zijn (gras en kleikwaliteit van de toplaag, beheer, zonuren en oriëntatie ten opzichte van de zon, bewatering, beweiding etc.) zodat verschillen tijdens de monitoring en eventuele testen toe kunnen worden geschreven aan de verschillen in de versterkingsmaatregelen.



Figuur 2.1 V.l.n.r. Referentiesectie zonder overgang (3x), referentiesectie met overgang en zonder oplossingsrichting (5x), sectie met overgang en met oplossingsrichting (12x).

De overgang zal bestaan uit enerzijds een betonnen opsluitband en anderzijds de grasbekleding. De betonnen opsluitband is representatief voor steenzettingen welke veelal worden opgesloten met een betonnen opsluitband.

Ook bij de referentiesecties worden de klei en het gras vervangen door klei en gras wat vergelijkbaar is met de klei en het gras dat bij de versterkingsmaatregelen wordt toegepast.

Hoe de overgangen precies zijn gebouwd is vastgelegd in Hoofdstuk 3 van dit rapport.

## 2.2 Fase 2: Monitoring en beheer en onderhoud van de pilot

Nadat de overgangen zijn gebouwd dienen deze gemonitord te worden. Tevens dienen de overgangen te worden beheerd en te worden onderhouden. Vooralsnog wordt aangenomen dat het beheer en onderhoud gelijk is aan het reguliere beheer en onderhoud aan de dijk en dat dit wordt uitgevoerd door het waterschap. Een uitzondering is de periode waarin het gras nog tot ontwikkeling dient te komen. (inschatting: najaar 2016 en voorjaar 2017). In deze periode worden de testsecties ook afgezet met schrikdraad zodat er geen schapen over de testsecties kunnen lopen. Na deze eerste periode dient te worden bekeken hoe het beheer daarna zal worden verzorgd.

Met betrekking tot de monitoring ligt de focus op de ontwikkeling van het gras. Het gras is immers bij alle opstellingen opnieuw ingezaaid en dient zich dus te ontwikkelen. De monitoring van de pilotsecties wordt in een later stadium verder uitgewerkt. Hierbij dient onder andere aandacht besteedt te worden aan:

- Algehele beeldvorming
- Groei en doorworteling van gras (wortels)
- Structuurvorming van de nieuw aangebrachte klei
- Interactie maaiactiviteiten met overgang (inclusief betonband)
  - o Maaimachines hebben effect op de verdichting van de klei;
  - o Mogelijk wordt het gras rondom de overgang niet goed gemaaid.
  - o Ontstaat er schade aan de versterkingsmaatregel?
- Interacties schapen met overgang
  - o Vorming van schapenpadjes leidt tot vertrapt gras;
  - o Indien de schapen niet rondom de overgang lopen kan dit leiden tot mindere verdichting van de klei;
  - o Mogelijk eten schapen geen gras direct rondom de constructie wat leidt tot verruiging van de vegetatie.
  - o Ontstaat er schade aan de versterkingsmaatregel?
- Vastleggen ervaring en indruk beheerder / waterschap. De contactpersonen bij het waterschap zijn Bernard Visser (beheerder) en Marinus Dorst (voorman dijkwerker). In de eerste periode direct na aanleg worden de testsecties onderhouden en gemonitord door Gerben van der Meer.

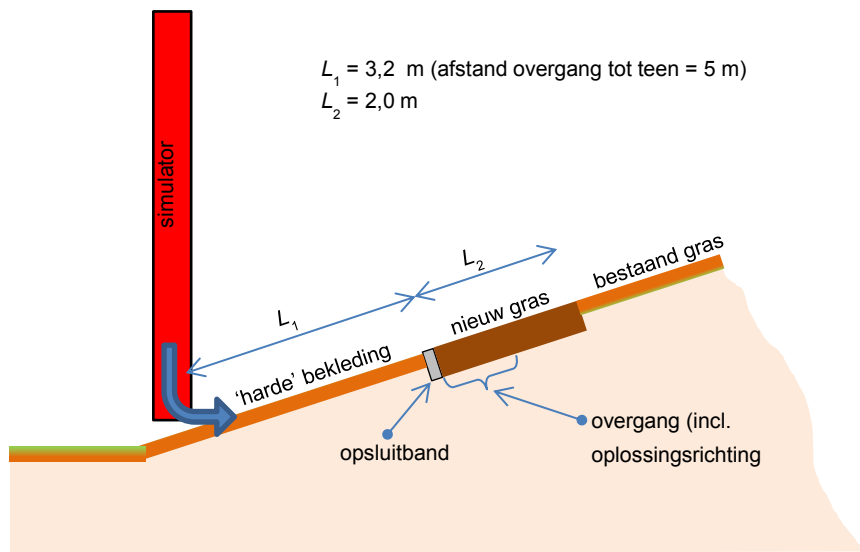
## 2.3 Fase 3: Hydraulische testen

De pilot is zodanig ontworpen dat in de toekomst kan worden gekozen tussen de golfploopsimulator en de Deltagoot, zie ook Paragraaf 2.3.3. Beide typen hydraulische testen zijn globaal uitgewerkt in de volgende paragrafen.

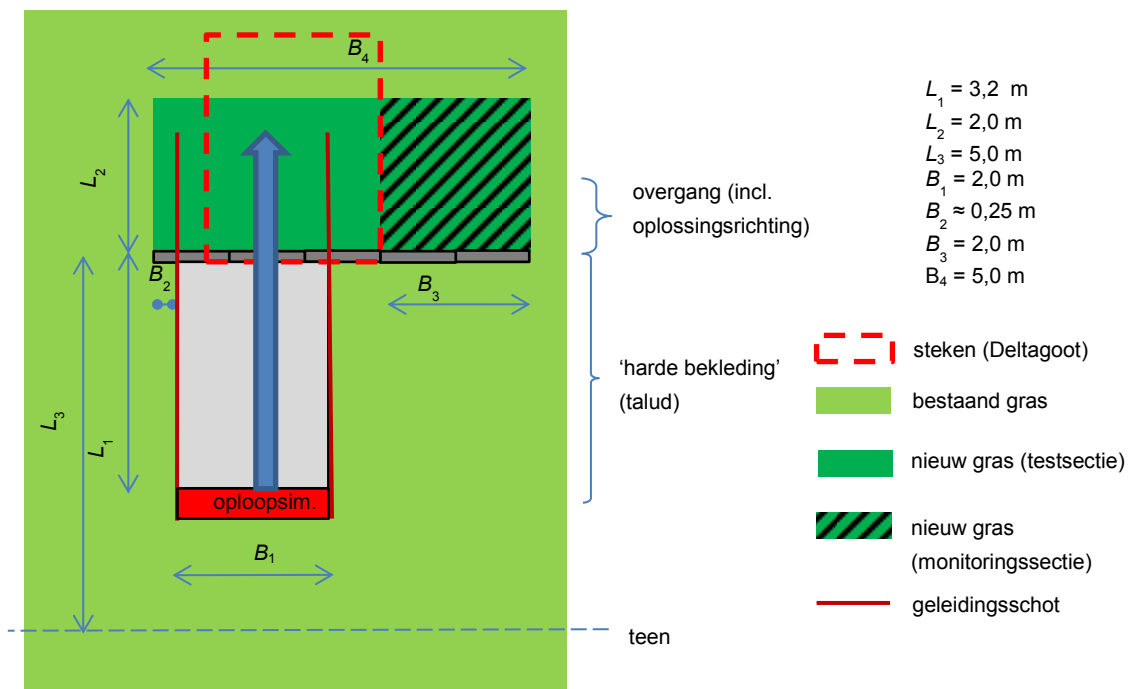
### 2.3.1 Testen met de golfploopsimulator

Een schematische weergave van de proefopstelling met de golfploopsimulator is weergegeven in Figuur 2.2 en Figuur 2.3.





Figuur 2.2 Schematische weergave van testopstelling met golfploopsimulator t.b.v. Type T2 (dwarsdoorsnede)



Figuur 2.3 Schematische weergave van testopstelling t.b.v. Type T2 (aanzicht loodrecht op talud). In de tekening zijn de twee testscenario's aangegeven; het gebruik van de golfploopsimulator of het uitsteken van de testsectie en vervolgens transporteren naar de Deltagoot

De eventuele proef met de golfploopsimulator kan worden uitgevoerd in het middelste gedeelte ( $B_1$ ). Monitoringsactiviteiten kunnen worden uitgevoerd in een zogenaamde monitoringssectie naast de testsectie ( $B_3$ ). Aan de (binnenwaartse) teen van de dijk staat de golfploopsimulator opgesteld. In het gedachtenmodel loopt het water over een harde bekleding tegen het dijktaalud op. Deze harde bekleding kan worden gesimuleerd door het gras af te dekken met bijvoorbeeld een folie of stalen platen. Vervolgens loopt het water over

de overgang en de grasbekleding en loopt tot slot weer terug naar beneden. De verschillende overwegingen worden hieronder puntsgewijs beschreven.

- **Golfploopsimulator**  
De golfploopsimulator kan op de beoogde locatie goed worden gepositioneerd. De golfploopsimulator (en de golfplooptong) heeft een breedte van  $B_1 = 2,0$  m.
- **Harde bekleding**  
Op de testlocatie is een asfalt fietspad en gras aanwezig. Het gras op het talud wordt niet verwijderd maar vlak voordat de testen plaats gaan vinden wordt dit afgedekt zodat er hier geen schade kan gaan optreden. Waarmee dit wordt afgedekt dient in een later stadium bepaald te worden.
- **Afstand  $L_1$**   
De afstand  $L_1$  is afhankelijk van de benodigde hoogte van de overgang. Hoe hoger de overgang komt te liggen des te lager zijn de belastingen op de grasbekleding boven de overgang. Volgens het predictierapport (Van Steeg, 2015c) dient de overgang op een verticale afstand van  $R = 1$  a  $2$  m van de stilwaterlijn te zijn. Vooralsnog wordt aangenomen dat de stilwaterlijn gelijk is aan de onderzijde van de golfploopsimulator. Dit dient echter nog geverifieerd te worden. Er wordt uitgegaan van een verticale afstand van  $R = 1,0$  m. Bij een 1:3 talud is de lengte van dit talud onder de overgang in dat geval gelijk aan  $L_1 = 3,2$  m. De afstand tussen de teen van de dijk en de overgang is (gemeten parallel aan het talud) gelijk aan 5 m. De golfploopsimulator kan geheel op het talud worden gezet of deels op het talud (bron: telefonisch consult met werktuigbouwkundig ontwerper van de oloopsimulator: Gerben van der Meer).
- **Opsluitband**  
De basis van de overgang wordt gevormd door vijf betonnen opsluitbanden. De gekozen opsluitband heeft een dikte van 15 cm, een hoogte van  $h = 40$  cm en een lengte van 1 m. De uiteinden van de opsluitbanden worden gevormd door een hol- en dolverbinding (zie Figuur 2.4). De bovenzijde van de opsluitbanden dienen zo goed mogelijk aan te sluiten op het maaiveld. Om de betonnen band te kunnen stellen was oorspronkelijk bedacht om een klein laagje zand (< 5 cm) onder de opsluitband aangebracht. Tijdens de uitvoering bleek dit echter ook goed te doen met de te gebruiken klei.



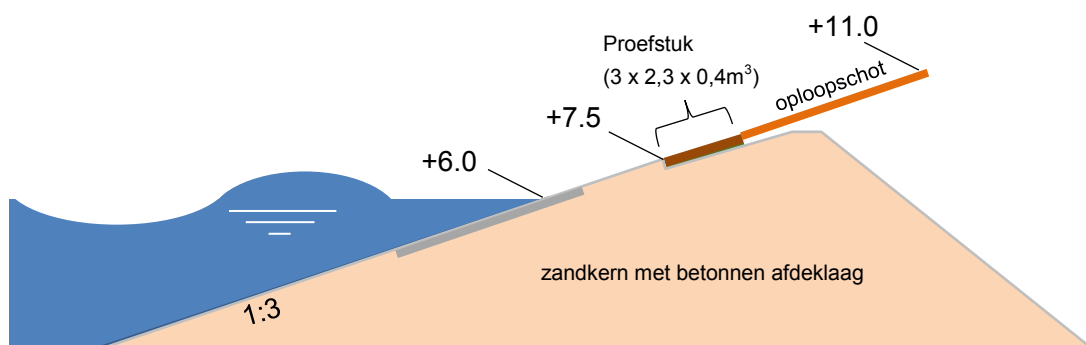
Figuur 2.4 Opsluitband 15 x 40 x 100 cm (bron: brochure Holcim)

- **$B_3$  en  $B_2$**   
De lengte van de monitoringssectie bedraagt  $B_3 = 2$  m.  $B_2$  heeft een lengte van ongeveer 0,25 m (hierbij gaat het er alleen om dat de hydraulische belasting niet de rand van de testsectie belast).

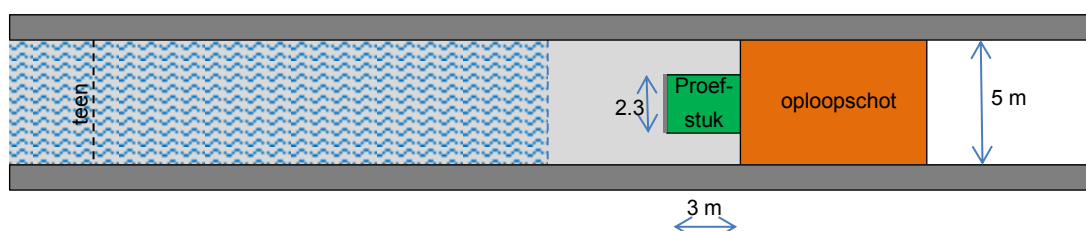
- **Afstand  $L_2$**   
 $L_2$  is de lengte (parallel aan het talud, haaks op de as van de dijk) waarover het gras vervangen dient te worden teneinde een versterkingsmaatregel aan te kunnen brengen. Deze lengte is op  $L_2 = 2$  m. gekozen.

### 2.3.2 Testen met de Deltagoot

Indien er wordt gekozen om de proef in de Deltagoot uit te voeren dan dient de proefopstelling alsnog in het veld opgebouwd en gemonitord te worden conform beschreven in 2.3.1. De overgang (inclusief opsluitband) wordt uit de dijk verwijderd door een stalen bak van bijvoorbeeld 3 m x 2,3 m x 0,4 m te gebruiken conform een procedure welke vergelijkbaar is met de procedure die is beschreven in Bijlage C.4. De maximale breedte van de last die een vrachtwagen kan vervoeren is circa 2,3 m. Eventueel is een bredere transportlast mogelijk maar dan dient er gebruik te worden gemaakt van speciaal transport. Vervolgens kan deze opstelling in de Deltagoot in Delft worden aangebracht. Een impressie van de beoogde testopstelling in de Deltagoot is weergegeven in de onderstaande figuren.



Figuur 2.5 Impressie testen met Deltagoot. Maten zijn indicatief (dwarsdoorsnede)



Figuur 2.6 Impressie testen met Deltagoot. Maten zijn indicatief (aanzicht loodrecht op talud)

In de Deltagoot is veelal een bestaand 1:3 talud aanwezig. Deze kan door een beperkte aanpassing geschikt worden gemaakt voor de opstelling zoals hierboven weergegeven. Het proefstuk dient in de goot te worden getakeld. Aangezien het proefstuk een breedte heeft van circa 2,3 en de Deltagoot een breedte heeft van 5,0 m dient er aan weerszijden een dummysstuk te worden aangebracht. Doorgaans wordt dit uitgevoerd met beton. Hoger op het talud dient er ook een 1:3 talud aanwezig te zijn. Bij de Deltagoot zijn prefab houten taluds beschikbaar welke relatief eenvoudig in de Deltagoot getakeld kunnen worden.

Het gewicht van een dergelijke stalen bak met klei bedraagt circa:

- Klei:	2,3 m x 3 m x 0,4 m x 1800 kg/m <sup>3</sup>	= 5,0 ton
- Staal 2 zijplaten	2 x 2,3 m x 0,4 m x 0,02 x 7800 kg/m <sup>3</sup>	= 0,3 ton
- Staal 2 zijplaten	2 x 3 m x 0,4 m x 0,02 x 7800 kg/m <sup>3</sup>	= 0,4 ton
- Staal bodemplaat	2,3 m x 3 m x 0,03 m x 7800 kg/m <sup>3</sup>	= 1,6 ton

- **Totaal**

**= 7,3 ton**



Figuur 2.7 Impressie stalen bak met gras en klei (indicatieve maten 3 m x 2.3 m x 0.4 m)

Een dergelijke stalen bak kan in een later stadium uitgedetailleerd worden. Het steken is een technisch opzicht risicovol. Het verdient om die reden de aanbeveling om eerst een 'proefsteek' maken alvorens deze steekset daadwerkelijk te gaan gebruiken.

De locatie waar kan worden gestoken is met een rode balk aangegeven in Figuur 2.3. Deze locatie is zodanig gekozen dat aan de rechterzijde precies naast een betonnen balk kan worden gestoken. Aan de linkerzijde dient de betonnen overgangsconstructie te worden doorgezaagd alvorens er kan worden gestoken.

### 2.3.3 Deltagoot of golfloopsimulator?

Er wordt voornamelijk geen keuze gemaakt tussen de Deltagoot of de golfloopsimulator. Wel worden grofstoffelijk enkele voor- en nadelen van beide opties benoemd.

- In beide gevallen is de te testen breedte gelijk aan (circa) 2 m. Bij de Deltagoot zou ervoor gekozen kunnen worden om een grotere breedte aan te houden.
- De hydraulische belasting van de Deltagoot is natuurgetrouwer dan bij de golfloopsimulator. De herhaalbaarheid / nauwkeurigheid van beide methoden is goed.
- De testsectie hoeft niet meer verwijderd te worden indien de golfloopsimulator wordt gebruikt. Verwijdering en transport van de testsectie geeft mogelijk een verstoring van de structuur van de grond en de klei. Dit risico kan worden ondervangen door dit een keer uit te proberen met een proefstuk.

Aangezien de testen pas enkele jaren na aanleg uitgevoerd kunnen worden is de beschikbaarheid van beide opties onduidelijk. Ook zijn de kosten onduidelijk (bij de Deltagoot zijn deze kosten bijvoorbeeld sterk afhankelijk van het feit of er een bestaand talud in de goot aanwezig is).

De opstellingen is zodanig ontworpen dat in een later stadium uit deze twee opties gekozen kan worden.

### 3 Locatie en indeling in testvakken

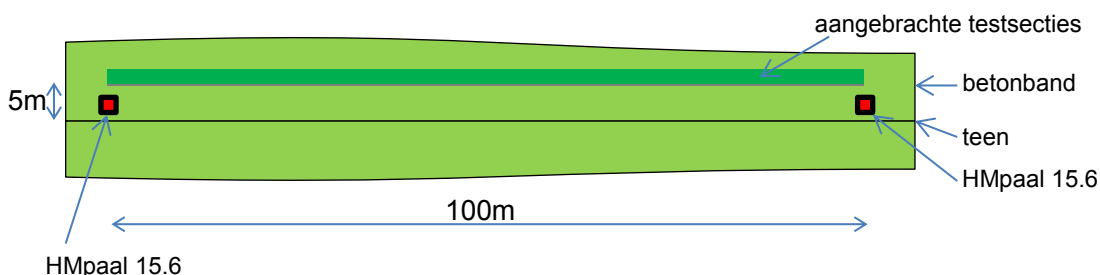
#### 3.1 Locatie

De locatie van de proefsectie is het binnentalud van de Waddenzeedijk nabij Sint Jacobiparochie en ten westen van de aansluiting met de Boonweg. De testsectie ligt tussen hectometeringspaal 15.5 en hectometeringspaal 15.6. Deze dijk is in beheer van het Wetterskip Fryslân. De keuze van deze locatie is gebaseerd op technische en logistieke eisen en is onderbouwd in Bijlage D.

De betonband ligt op 5 m (gemeten parallel aan het talud) van de hiel (hiel = binnenwaartse teen) van de dijk.



Figuur 3.1 Impressie locatie van proefvakken



Figuur 3.2 Schematische positie van de proeflocatie (aanzicht loodrecht op het talud).

Een impressie van alle testopstellingen direct na aanleg is weergegeven in Figuur 3.3.



Figuur 3.3 Overzicht van alle testopstellingen direct na aanleg



Figuur 3.4 Impressie van testopstelling (tijdens aanleg)

## 3.2 Indeling in testvakken

De proeflocatie bestaat uit twintig testvakken met een lengte (evenwijdig aan de as van de dijk) van 5 m en een breedte (parallel aan het talud) van 2 m. Er zijn twaalf versterkingsmaatregelen en acht referentiesecties aangebracht. Er zijn twee typen referentiesecties: met en zonder betonband. Een onderbouwing voor deze indeling is gegeven in Van Steeg (2015a). Een overzicht van de verschillende vakken is gegeven in Tabel 3.1, Figuur 3.5 en Figuur 3.6. De testvakken zijn gemarkeerd door middel van de afstand vanaf het meest westelijke punt van de testopstelling; het eerste testvak (TS D.1a) ligt op de positie X = 0 m - 5 m, het tweede vak testvak (TS D.2a) ligt op de posities X = 5 m - 10 m et cetera. Een beschrijving van de versterkingsmaatregelen zoals deze zijn aangelegd is beschreven in Hoofdstuk 4.



Figuur 3.5 Overzicht testvakken aan de westzijde



Figuur 3.6 Overzicht testvakken aan de oostzijde (TS D.1b is zowel in Figuur 3.5 en Figuur 3.6 aangegeven, de figuur is in twee delen opgeknipt teneinde de leesbaarheid te vergroten, in werkelijkheid is er geen sprake van deze tweedeling)



Figuur 3.7 Toelichting van de kleurcoderingen in Figuur 3.5 en Figuur 3.6

De volgende aspecten behoeven toelichting:

- De testsecties TS B.1b (stevige klei) en TS B.3 (bentoniet) zijn niet gebouwd. Wel zijn hier betonbanden aangebracht en is de klei vervangen. Op deze manier kan in de toekomst er eventueel wel voor worden gekozen om deze testsecties eenvoudig aan te brengen. Indien daar niet voor wordt gekozen dan kunnen deze testsecties als referentiesecties (met betonband) worden beschouwd. De testsectie met stevige klei en bentoniet zijn niet gebouwd vanwege de verwachte hoge inspanning (en bijbehorende kosten). Indien deze in de toekomst wel gebouwd worden dan dient er specifiek aandacht besteedt te worden aan de gestructureerdheid van de klei aangezien een gestructureerde klei een andere erosief gedrag heeft dan ongestructureerde klei. Om deze reden verdient het de voorkeur om al bestaande klei aan te brengen zonder dat de structuur hiervan wordt aangepast.
- Er zijn drie referentiesecties zonder betonband (TSD.1a, TSD.1b en TS D.1c). Twee van deze referentiesecties liggen aan de uiteinden van de proefopstelling, 1 ligt in het midden van de testopstelling. Hierdoor wordt de (doorlopende) betonband eenmaal onderbroken.

### 3.3 Detaillering testsecties

De ontwerpen van de testsecties zijn gebaseerd op de uitgangspunten welke zijn beschreven in Van Steeg (2015a). De gedetailleerde uitwerking van de verschillende testsecties is beschreven in Hoofdstuk 4. Een overzicht is weergegeven in Tabel 3.1. Er wordt benadrukt dat er concepten worden getest en geen producten. Er is getracht om een zo breed mogelijk spectrum van leveranciers / producenten te betrekken in de ontwerpen. Bij verschillende ontwerpen zijn tevens de producenten geraadpleegd teneinde het ontwerp te optimaliseren.

Naast de producenten is ook de uitvoerende aannemer in het ontwerpproces frequent geraadpleegd teneinde praktische aspecten te kunnen optimaliseren.

Tabel 3.1 Overzicht testsecties

ID	Type	Fabrikant	Diepte	Aanlegjaar
<i>Doorgroeisteen</i>				
TS A.1a	Grasbetontegel 60 x 40 x 9	Haringman Betonwaren	0 – 9 cm	2016
<i>Doorgroeibaar flexibele materialen</i>				
TS A.2a	Geopex PE Grass 160	Geopex	5 cm	2016
TS A.2b	Enkammat R45	Low & Bonar	5 cm	2016
TS A.2c	Robulon PE 1000	Ten Cate	5 cm	2016
TS A.2d	Fortrac 3D	Huesker	7 cm	2016
TS A.2e	Grassprotecta	Terram/Paavo	0 cm	2016
<i>Doorgroeibaar vormvast raster</i>				
TS A.3	Atlantis 52 mm FLO-CELL	Geopex	0 – 5,2 cm	2016
<i>Reststerkte, klei</i>				
TS B.1a	Weinig erosiebest. klei	n.v.t.	0 – 40 cm	2016
TS B.1b	Erosiebest. klei (niet aangebracht)	n.v.t.	20 – 60 cm	n.t.b.*
<i>Reststerkte, verborgen steenzetting</i>				
TS B.2a	Grassblocks, D = 20 cm	Hillblock B.V.	20 - 40 cm	2016
TS B.2b	RONA <sup>®</sup> ton met deklaag, D = 19+3 cm	Altena	18 - 40 cm	2016
<i>Reststerkte, Bentoniet</i>				
TS B.3	Bentoniet (niet aangebracht)	N.t.b.	n.t.b.	n.t.b.*
<i>Lokaal versterken grasbekleding</i>				
TS C.1	Endo-Mycorrhiza	BioSymb	2 cm	2016
TS C.2	Desso GrassMaster	Desso Sports	2 -23 cm	2016
<i>Referentiesectie zonder overgang</i>				
TS D.1a	Referentiesectie zonder overgang	n.v.t.	n.v.t.	2016
TS D.1b	Referentiesectie zonder overgang	n.v.t.	n.v.t.	2016
TS D.1c	Referentiesectie zonder overgang	n.v.t.	n.v.t.	2016
<i>Referentiesectie met overgang</i>				
TS D.2a	Referentiesectie met overgang	n.v.t.	n.v.t.	2016
TS D.2b	Referentiesectie met overgang	n.v.t.	n.v.t.	2016
TS D.2c	Referentiesectie met overgang	n.v.t.	n.v.t.	2016

\* In 2016 is deze testsectie niet aangelegd maar is wel een sectie aangelegd waarbij er een betonband is aangebracht en de klei is vervangen. Op deze manier kan er in de toekomst voor worden gekozen om deze referentiesectie alsnog te bouwen. Indien daar niet voor wordt gekozen is dit een referentiesectie.



## 4 Uitgevoerde werkzaamheden

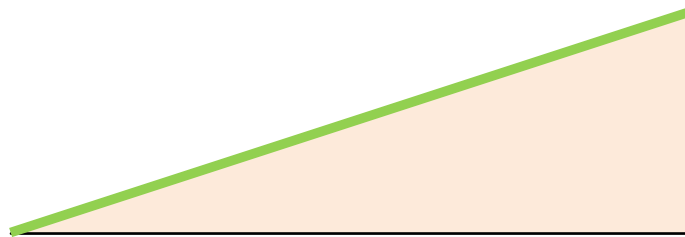
### 4.1 Algemene beschrijving

De opbouw van de proefopstelling bestaat uit een viertal stappen (in dit generieke voorbeeld wordt uitgegaan van een referentiesectie met overgang maar zonder versterkingsmaatregel).

- 1 Bestaande situatie
- 2 Ontgraven
- 3 Aanbrengen overgang
- 4 Afdichten met top laag grond / klei en inzaaien met gras

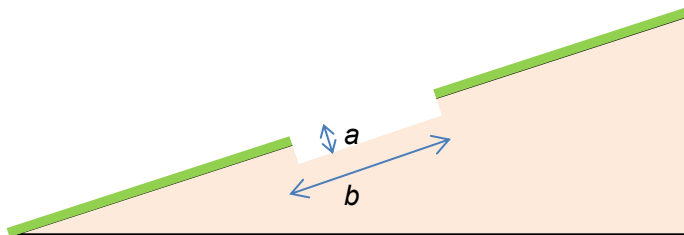
De bovenstaande stappen zijn hieronder schematisch aangegeven:

Stap 1: bestaande situatie

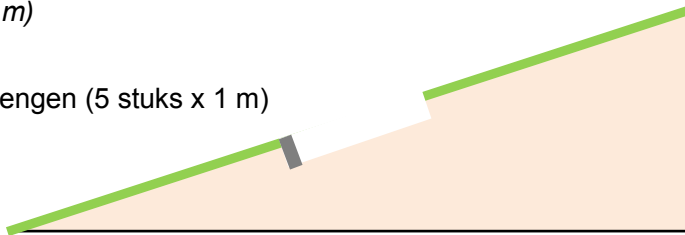


Stap 2: ontgraven

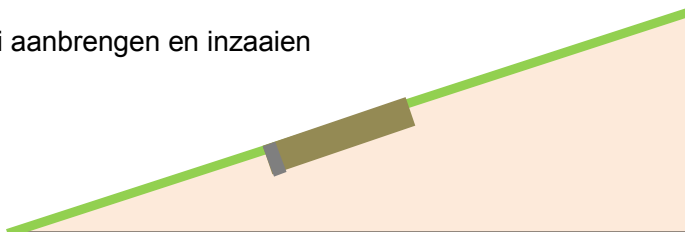
$a = 0.4 \text{ m}^*$   
 $b = 2 \text{ m}$  (afhankelijk van oplossingsrichting  
 (over een lengte van 5 m))



Stap 3: opsluitbanden aanbrengen (5 stuks x 1 m)



Stap 4: toplaaggrond en klei aanbrengen en inzaaien



Figuur 4.1 Schematische weergave van het maken van een overgang (type T2) zonder oplossingsrichting (referentiesectie)

\* Oorspronkelijk was gekozen voor een diepte van het testvak van 20 cm. Tijdens de uitvoer bleek echter dat de grond onder de 20 cm diepte erg hard was. Op dat moment ontstond het inzicht dat het risico bestaat dat er op deze 20 cm diepte mogelijk een glijvlak ontstaat. Indien dit het geval is, dan is dat een ongewenst modeffect. Om die reden is besloten om de klei 40 cm diep uit te graven en te vervangen.

De klei is verdicht door deze aan te drukken met de bak van de kraan. Tevens is de klei in twee lagen van 20 cm aangebracht en per laag twee keer is aangetrild met een trilplaat.

De klei is voorzien van een dun laagje teelaarde (circa 5 cm) en is ingezaaid met een in de praktijk veelal toegepast mengsel; BG11. Dit mengsel wordt ook door Wetterskip Fryslân toegepast. (Bron: interview met dhr. B. Visser van Wetterskip).

Allereerst is het materieel naar de locatie gebracht. Dit betreft onder andere een grote rupskraan en een klein kraantje.



*Figuur 4.2 Aanvoer materieel*

Vervolgens zijn rijplaten aangebracht zodat het gras zo min mogelijk werd beschadigd door de rupskraan. Nadat de rupskraan op de juiste positie is gebracht is gestart met het ontgraven van de testsecties. Oorspronkelijk zou dit tot een diepte van 20 cm worden aangebracht. Tijdens de graafwerkzaamheden ontstond echter het inzicht dat de onderlaag zeer hard en glad was. Dit zou mogelijk kunnen leiden tot een glijvlak tussen de 'oude' kleilaag en de nieuw aan te brengen kleilaag. Om die reden is besloten om de kleilaag tot een diepte van 40 cm uit te graven en te vervangen. Hierbij viel het op dat de onderlaag zeer zandig was.



*Figuur 4.3 Ontgraven van de testsecties tot een diepte van 20 cm. Op basis van de indruk die hier werd verkregen is besloten om de testsectie uit te graven tot een diepte van 40 cm.*



*Figuur 4.4* Situatie na volledig ontgraven van de klei

Na het verwijderen van de klei zijn de betonbanden aangebracht. Bij vier testsecties (TS A.2a, TS A.2b, TS A.2c, TS A.2d) is dit op een speciale manier gedaan omdat daar een geotextiel onder de betonband is gevouwen. Dit is apart beschreven in Paragraaf 4.2. De overige betonbanden zijn aangebracht met behulp van de kraan. Hiervoor is geen apart stallaagje van zand gebruikt maar werd de klei ter plekke gebruikt aangezien deze goed verwerkbaar (zandig) was.



*Figuur 4.5 Aanbrengen van de betonbanden. De betonbanden steken circa 1 cm boven maaiveld uit (de werkelijke afstand varieert door de variatie in de hoogte van het maaiveld)*

Aangezien er nog een ruimte ontstond tussen de betonband en de lagergelegen grasbekleding is deze opgevuld met klei.

Na het aanbrengen van de betonband is de klei aangebracht. Een beschrijving van de gebruikte klei is gegeven in Bijlage A. De klei is aangebracht in twee lagen. Iedere laag is aangetrild met behulp van een trilplaat.



*Figuur 4.6 Verdichten van de aangebrachte klei met behulp van een trilplaat*

Vervolgens is een laag teelaarde met een dikte van 5 cm aangebracht en is het gras ingezaaid. In de eerste weken na inzaaien is het gras frequent gesproeid.



*Figuur 4.7 Beregenen van de testsecties na het inzaaien*

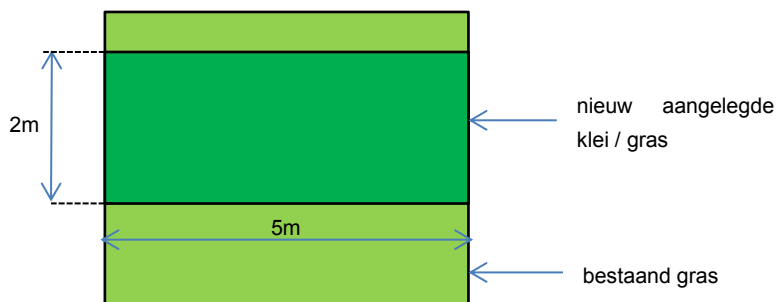
## **4.2 Beschrijving per testvak**

In deze paragraaf worden de testvakken beschreven. De beschreven volgorde is van west naar oost.

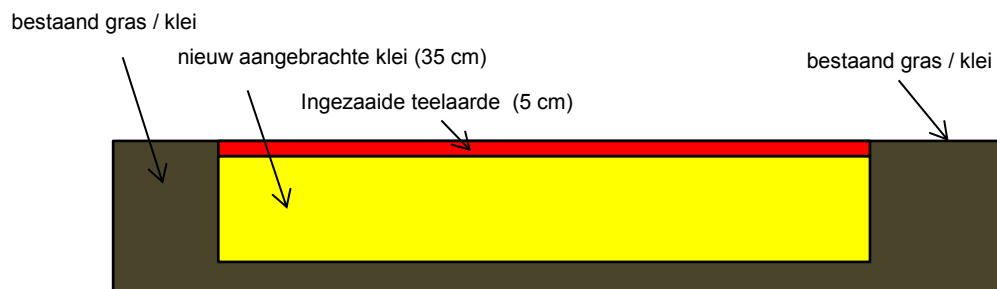
#### 4.2.1 X = 0 - 5 m, TS D.1a (referentie zonder betonband)

Testvak D.1a is een referentievak waarbij geen betonband is toegepast. Er is hier dus geen versterkingsmaatregel toegepast. Het ontgraven en aanbrengen van de nieuwe klei is uitgevoerd conform de procedure welke is beschreven in Paragraaf 4.1. De toplaag bestaat uit 5 cm teelaarde welke is ingezaaid met graszaad.

Testsectie D.1a is op dezelfde manier uitgevoerd als Testsectie D.1b (X = 50 – 55) en Testsectie D.1c (X = 95 – 100).



Figuur 4.8 Schematische weergave referentiestctie zonder overgang (aanzicht loodrecht op het talud)

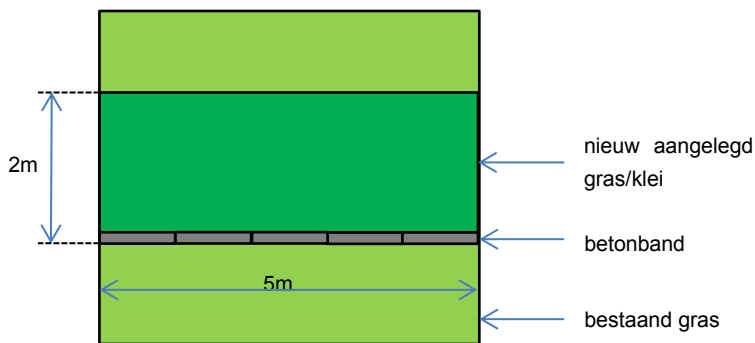


Figuur 4.9 Schematische weergave referentiestctie zonder overgang (aanzicht loodrecht op het talud)

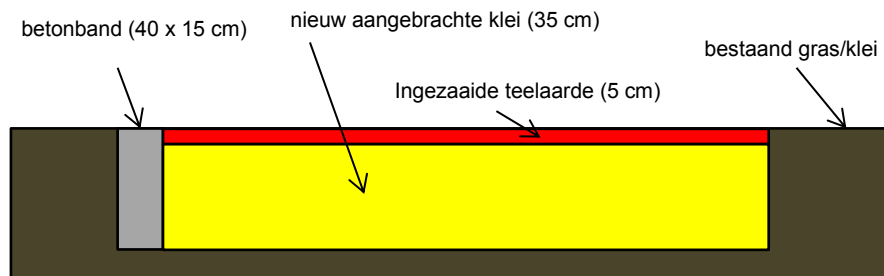
## 4.2.2 X = 5 - 10 m, TS D.2a (referentiesectie met betonband)

Testvak D.1a is een referentievak waarbij wel een betonband is toegepast maar waar geen versterkingsmaatregel is toegepast. Het ontgraven en aanbrengen van de nieuwe klei is uitgevoerd conform de procedure welke is beschreven in Paragraaf 4.1. De toplaag bestaat uit 5 cm teelaarde welke is ingezaaid met graszaad.

Testsectie D.1a is op dezelfde manier uitgevoerd als testsectie D.2b (X = 45 – 50 m), testsectie B.1a (X = 75 – 80 m), testsectie B.1b (X = 80 - 85 m), testsectie B.3 (X = 85 – 90 m) en testsectie D.2c (X = 90 – 95 m).



Figuur 4.10 Schematische weergave referentiesectie met overgang en zonder versterkingsmaatregel (aanzicht loodrecht op het talud)



Figuur 4.11 Schematische weergave referentiesectie met overgang en zonder versterkingsmaatregel (dwarsdoorsnede)

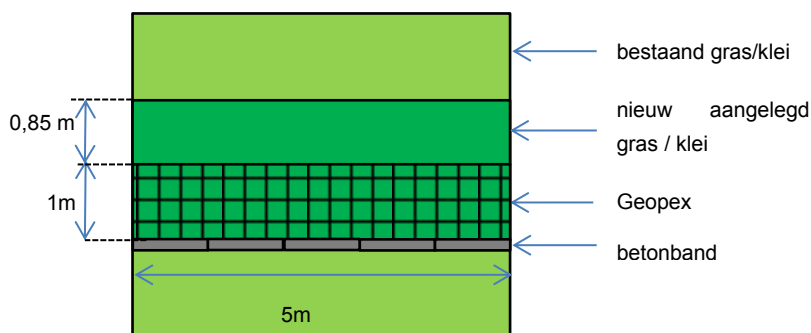


## 4.2.3 X = 10 - 15 m, TS A.2a (Geopex)

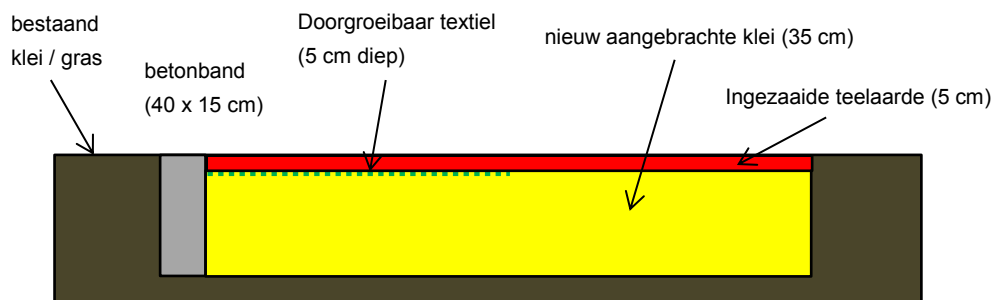
Bij testvak A.2a is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit een doorgroeitextiel van het type Geopex PE 160. Meer informatie over dit product is toegevoegd in Bijlage B.1. Het doorgroeitextiel is niet onder de betonband door gevouwen. Ook is er geen rand van dit textiel ingegraven. Het textiel bestaat uit 1 gehele strook van 5 m x 1 m. De strook bestond uit twee aan elkaar gestikte delen. De gestikte naad had een oriëntatie loodrecht op de betonband. Het geotextiel is aangebracht tot 1 m uit de betonband. Het gras en de klei is vervangen tot 1,85 m uit de betonband. Op deze manier is het gedeelte van het talud boven de versterkingsmaatregel voorzien van gras en klei met dezelfde kwaliteit als ter plaatse van de versterkingsmaatregel zelf.



Figuur 4.12 Impressie Geopex PE 160



Figuur 4.13 Schematische weergave testsectie TS A.2a (Doorgroeitextiel: Geopex). Aanzicht loodrecht op het talud



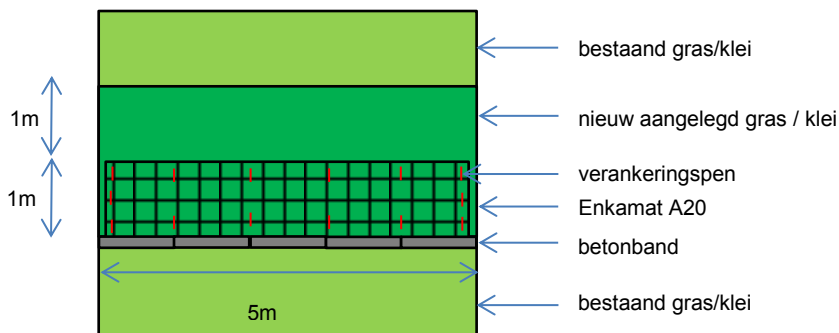
Figuur 4.14 Schematische weergave Testsectie TS A.2a (Doorgroeitextiel: Geopex). Dwarsdoorsnede



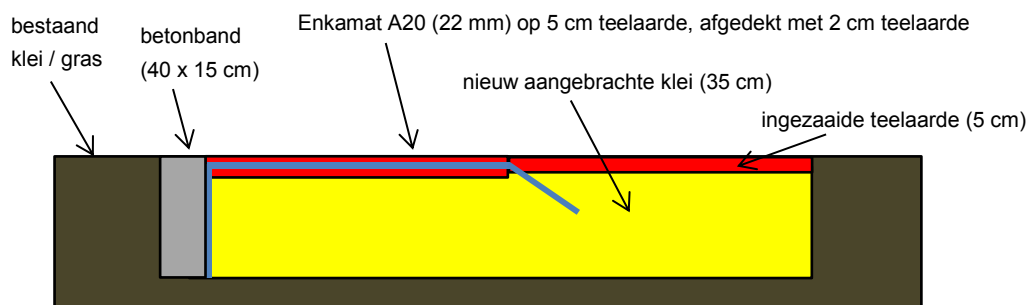
*Figuur 4.15 Impressie TS A.2a (doorgroeitextiel: Geopex) tijdens aanleg (de pennen zijn verwijderd nadat het doek is afgedekt met teelaarde)*

## 4.2.4 X = 15 - 20 m, TS A.2b (Enkamat)

Bij testvak A.2b is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit een open driedimensionale mat van polyamide welke deels is gevuld met bitumengebonden split: Enkamat A20. Meer informatie over dit product is toegevoegd in Bijlage B.2. De Enkamat is aan de zijde van de betonband ingegraven tot een diepte van 40 cm. Aan de andere zijde is deze ingegraven tot een diepte van circa 20 cm. Onder de Enkamat lag een laag teelaarde van 5 cm. Deze teelaarde is ingezaaid met het grasmengsel. Vervolgens is de Enkamat aangebracht. De Enkamat zelf is bedekt met 2 cm (niet ingezaaide) teelaarde. Op de locaties zoals aangegeven in Figuur 4.16 zijn stalen pennen (50 – 10 - 10 cm) door de Enkamat in de grond gedrukt. Uit de monitoring enkele weken later bleek er nog geen gras opgekomen te zijn terwijl dit bij de andere testsecties wel het geval was. Om die reden is de grond boven de Enkamat op 8 oktober 2016 nogmaals ingezaaid.



Figuur 4.16 Schematische weergave testsectie TS A.2a (Enkamat). Aanzicht loodrecht op het talud



Figuur 4.17 Schematische weergave Testsectie TS A.2a (Enkamat). Dwarsdoorsnede



*Figuur 4.18 Impressie TS A.2b (Enkamat A20)*



*Figuur 4.19 links: aanbrengen van de Enkamat met evenaar. Rechts: doorslijpen van de Enkamat*



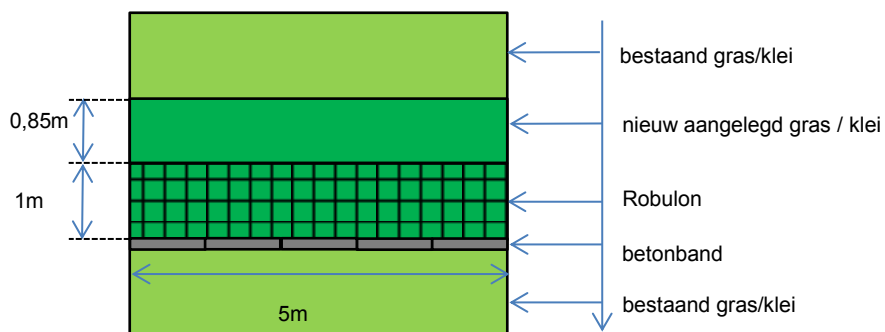
*Figuur 4.20 Impressie van de Enkamat na aanleg. De sleuf aan de rechterzijde van de foto dient nog toegedekt te worden. Na aanleg is er nog 2 cm teelaarde overheen gestrooid.*

## 4.2.5 X = 20 - 25 m, TS A.2c (Robulon)

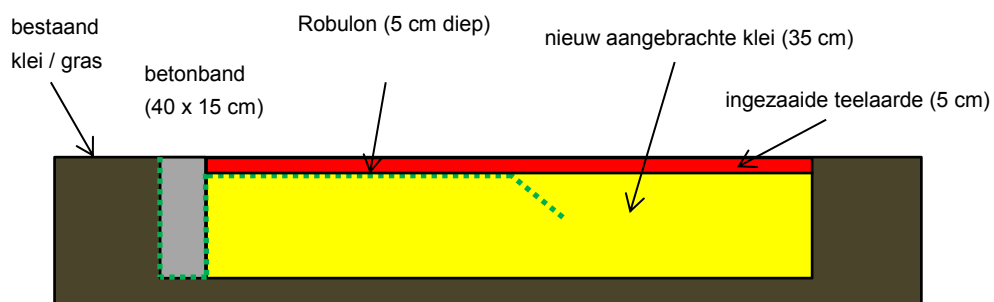
Bij testvak A.2c is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit een doorgroeitextiel van het type Robulon. Meer informatie over dit product is toegevoegd in Bijlage B.2. Het doorgroeitextiel is onder de betonband door gevouwen. Het andere uiteinde is circa 20 cm diep ingegraven. Het textiel bestaat uit 1 strook (er zijn dus geen naden).



Figuur 4.21 Impressie Robulon PE 1000



Figuur 4.22 Schematische weergave testsectie TS A.2c (Doorgroeitextiel: Robulon). Aanzicht loodrecht op het talud



Figuur 4.23 Schematische weergave Testsectie TS A.2a (Doorgroeitextiel: Robulon). Dwarsdoorsnede

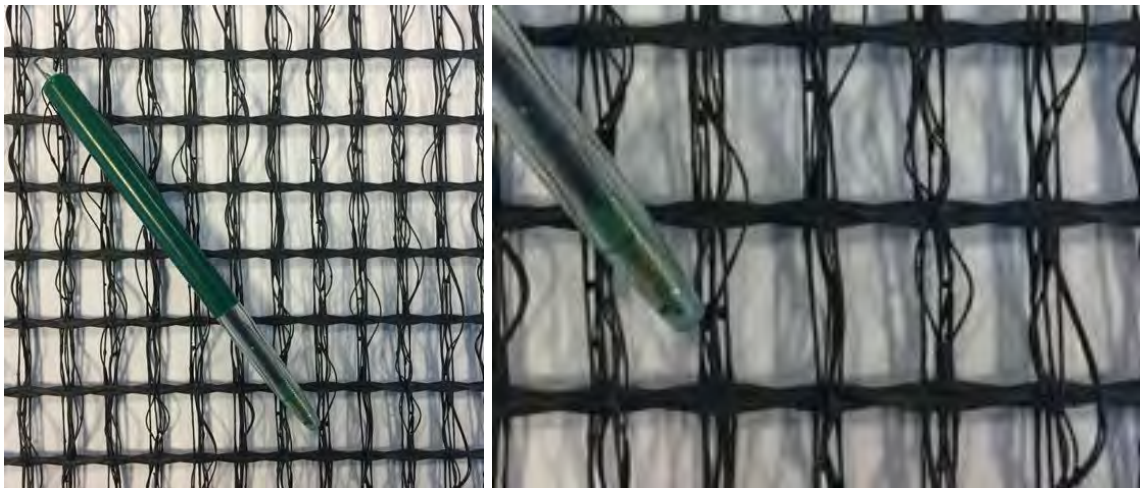


*Figuur 4.24 Links: het plaatsen van de betonbanden op de Robulon. Rechts: Impressie van het textiel na aanleg (hierna is er nog 5 cm teelaarde op geplaatst).*

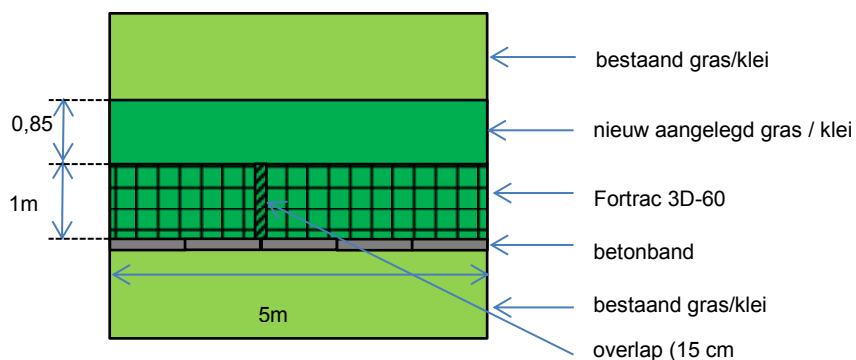
#### 4.2.6 X = 25 - 30 m, TS A.2d (Fortrac 3D-60)

Bij testvak A.2d is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit een doorgroeitextiel van het type Fortrac 3D-60. Meer informatie over dit product is toegevoegd in Bijlage B.4. Het doorgroeitextiel is onder de betonband door gevouwen. Het andere uiteinde is circa 20 cm diep ingegraven.

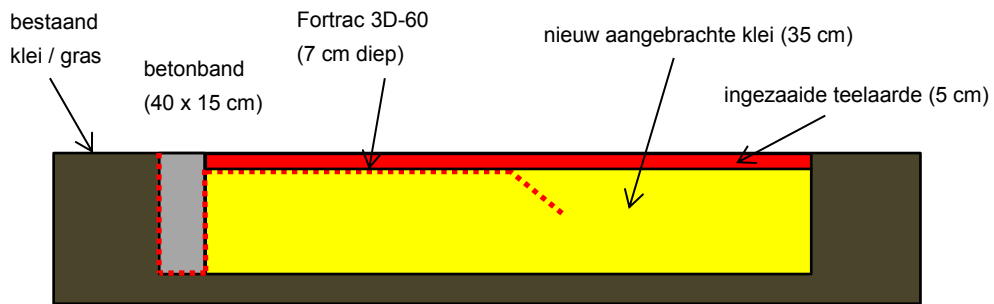
Er zijn twee stroken textiel gebruikt. De overlap tussen deze twee stroken is haaks op de oriëntatie van de overgang en heeft circa 15 cm overlap. De locatie van de overgang is op X = 27 m. Aan de westzijde is dus een strook met een breedte van 2 m toegepast en aan de oostzijde een strook met een breedte van 3 m. Ter plaatse van de overlap ligt de westelijke strook geotextiel bovenop de oostelijk gelegen strook geotextiel. De oriëntatie van het textiel is zodanig dat de sterkste vezel loodrecht ten opzichte van de betonband ligt.



Figuur 4.25 Impressie Fortrac 3D-60



Figuur 4.26 Schematische weergave testsectie TS A.2c (Doorgroeitextiel: Fortrac 3D-60). Aanzicht loodrecht op het talud



Figuur 4.27 Schematische weergave Testsectie TS A.2a (Doorgroeitextiel: Fortrac 3D-60). Dwarsdoorsnede



Figuur 4.28 Testsectie TS A.2d (Fortrac 3D-60) tijdens aanleg



#### 4.2.7 X = 30 - 35 m, TS A.2e (Grassprotecta)

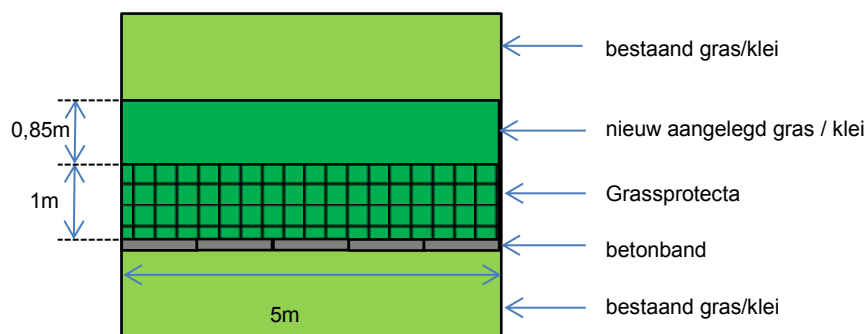
Bij testvak A.2e is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit zogenaamde Grassprotecta. Meer informatie over dit product is toegevoegd in Bijlage B.5.

De Grassprotecta is op het maaiveld aangebracht en daarna ingezaaid. De gedachte is dat het gras door de Grassprotecta heen groeit. In totaal zijn er circa 30 pennen ingebracht. Dit zijn meer pennen dan aangegeven in het voorschrift. Hier is echter voor gekozen omdat de indruk was ontstaan dat er anders een te bobbelig oppervlakte bleef. De U-vormige pennen hadden een afmeting van 170 mm diep en 70 mm breed en een diameter van 6 mm.

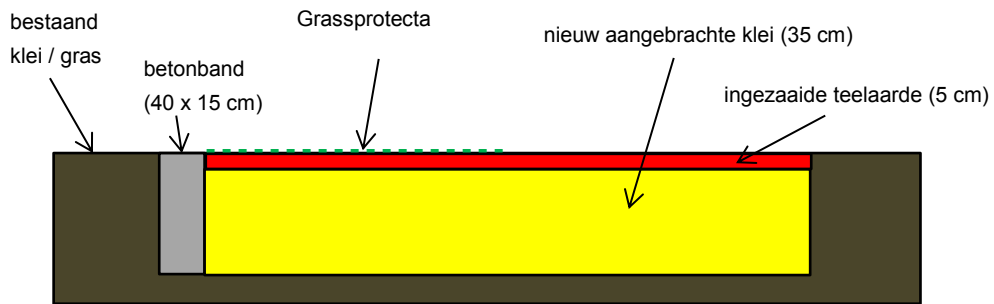
Er wordt overigens opgemerkt dat dit systeem ook kan worden toegepast op bestaand gras kan worden gemonteerd. Het voordeel hiervan is dat bestaande grasbekledingen niet hoeven te worden afgegraven en dat er geen tijdelijke verzwakking is van de grasmat doordat de graszode zich nog dient te ontwikkelen. In deze testopstelling is hier niet voor gekozen zodat de vergelijking met de referentiesecties onder zo gelijk mogelijke omstandigheden plaats kan vinden.



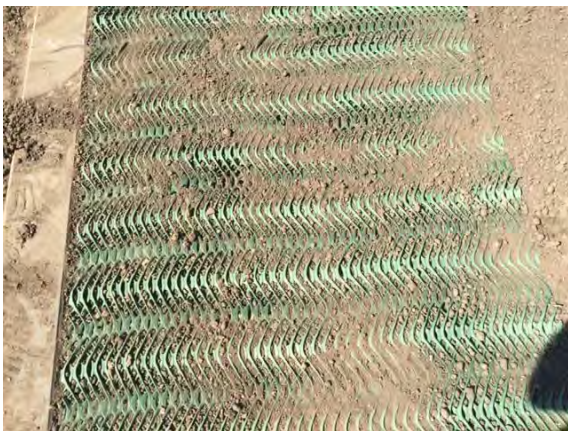
Figuur 4.29 Impressie Grassprotecta



Figuur 4.30 Schematische weergave testsectie TS A.2e (Grassprotecta). Aanzicht loodrecht op het talud



Figuur 4.31 Schematische weergave Testsectie TS A.2a (Grassprotecta). Dwarsdoorsnede



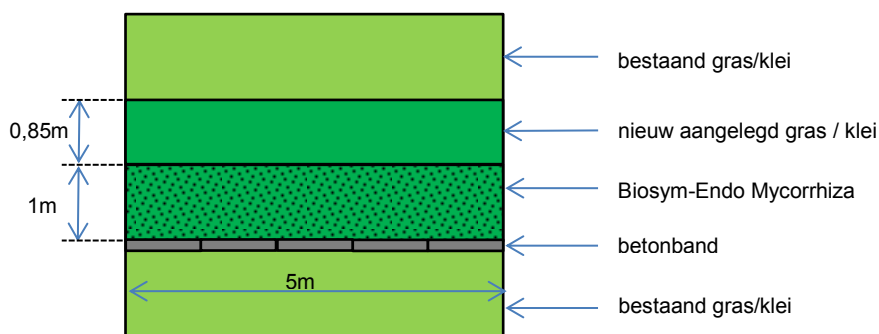
Figuur 4.32 Testsectie TS A.2e (Grassprotecta) na aanleg

4.2.8 X = 35 - 40 m, TS C.1 (Endo Mycorrhiza)

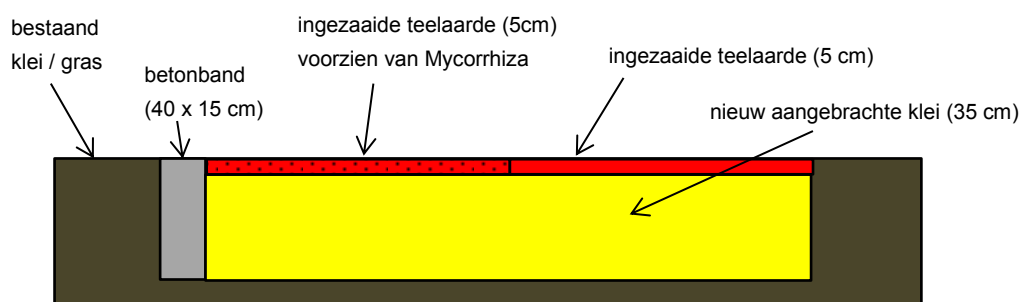
Bij testvak C.1 is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit het aanbrengen van BioSym-Endo Mycorrhiza. Mycorrhiza is een wortelstimulator en bevat schimmelsporen. De Mycorrhiza is op circa 2 cm onder maaiveld aangebracht. Vervolgens is daar 2 cm teelaarde op aangebracht en is het graszaad ingezaaid. De totale dikte van de teelaarde was 5 cm. Meer achtergrond informatie is weergegeven in Bijlage B.6 en Bussink et al (2008).



Figuur 4.33 Impressie Mycorrhiza



Figuur 4.34 Schematische weergave testsectie TS C.1 (BioSym-Endo Mycorrhiza). Aanzicht loodrecht op het talud



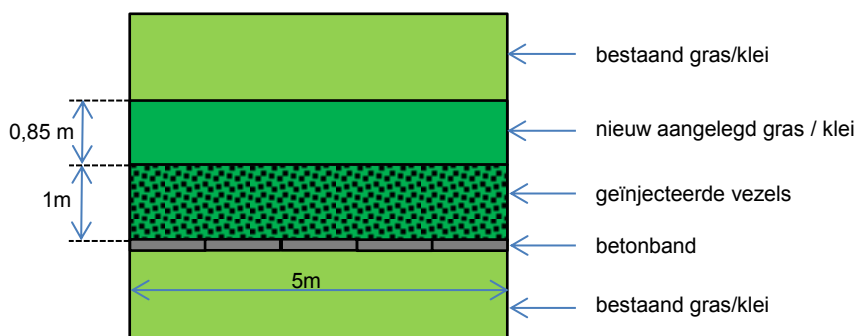
Figuur 4.35 Schematische weergave Testsectie TS C.1 (BioSym-Endo Mycorrhiza). Dwarsdoorsnede

## 4.2.9 X = 40 - 45 m, TS C.2 (GrassMaster)

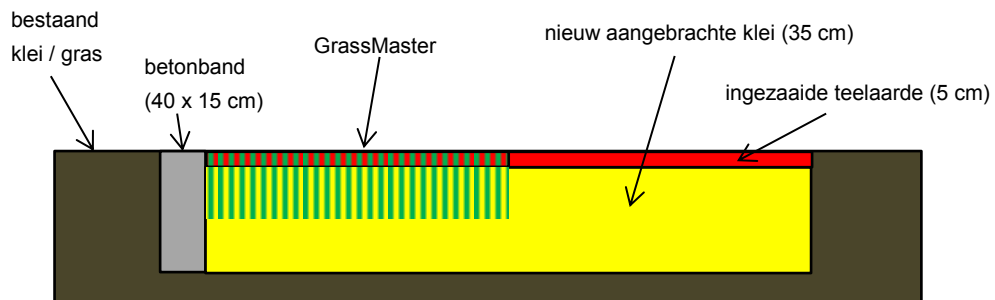
Bij testvak C.2 is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit verticaal geïnjekteerde vezels. De vezel kan op meerdere manieren worden aangebracht. Er is gekozen voor een individuele vezel welke niet boven het maaiveld uitkomt. De vezellengte is 43 cm en is in een U-vorm geïnjecteerd waardoor de diepte ongeveer 22 cm is. De onderlinge afstand van de vezels is 2 cm evenwijdig aan de betonband en 2 cm loodrecht op de betonband. Het injecteren wordt normaal gesproken machinaal uitgevoerd. In dit geval is er gekozen voor een handmatige injectie. Het injecteren is uitgevoerd door het bedrijf Desso welke tevens de producent is van dit systeem. Meer achtergrondinformatie over dit systeem is gegeven in Bijlage B.7 en in Van Steeg et al (2015).



Figuur 4.36 Impressie GrassMaster



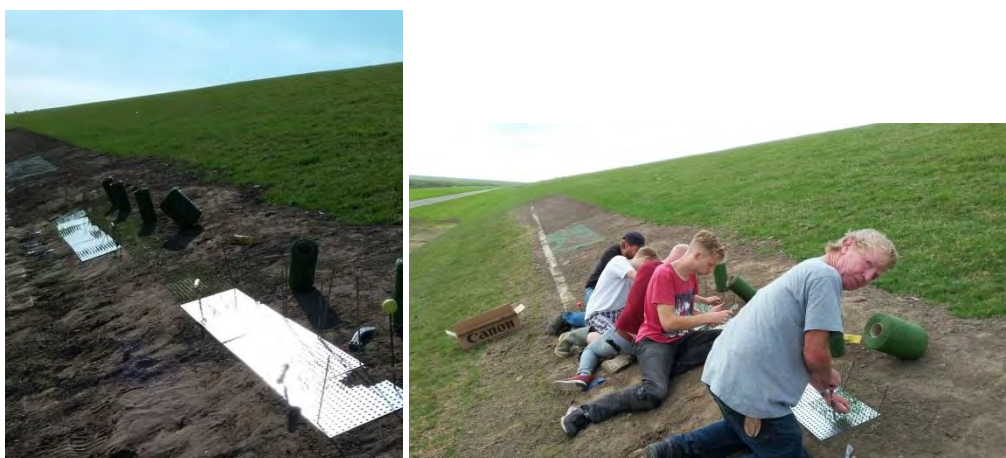
Figuur 4.37 Schematische weergave testsectie TS A.2e (GrassMaster). Aanzicht loodrecht op het talud



Figuur 4.38 Schematische weergave Testsectie TS A.2a (GrassMaster). Dwarsdoorsnede



Figuur 4.39 Testsectie TS A.2e (GrassMaster) tijdens aanleg. Links: een pin wordt in een gaatje van het tijdelijke rooster geprikt. Deze pin is bevestigd aan de draad. Rechts: de pin zit op de uiteindelijke diepte en het draadje wordt doorgeknipt



Figuur 4.40 Impressie handmatige aanleg van GrassMaster (normaal gesproken wordt dit machinaal uitgevoerd)



*Figuur 4.41 Testsectie TS A.2e (GrassMaster) tijdens aanleg.*

- 4.2.10 X = 45 - 50 m, TS D.2b (referentiesectie met betonband)  
Testvak D.2b is een referentievak waarbij wel een betonband is toegepast maar waar geen versterkingsmaatregel is toegepast. Deze is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D2a (zie Paragraaf 4.2.2).
- 4.2.11 X = 50 - 55 m, TS D.1b (referentie zonder betonband)  
Testvak D.1a is een referentievak waarbij geen betonband is toegepast. Er is hier dus geen versterkingsmaatregel toegepast. Deze is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D1a (zie Paragraaf 4.2.1).

## 4.2.12 X = 55 - 60 m, TS B.2a (Grassblocks)

Bij testvak B.2a is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit Grassblocks. Grassblocks is een zetsteen welke is ontwikkeld door Hillblock BV.

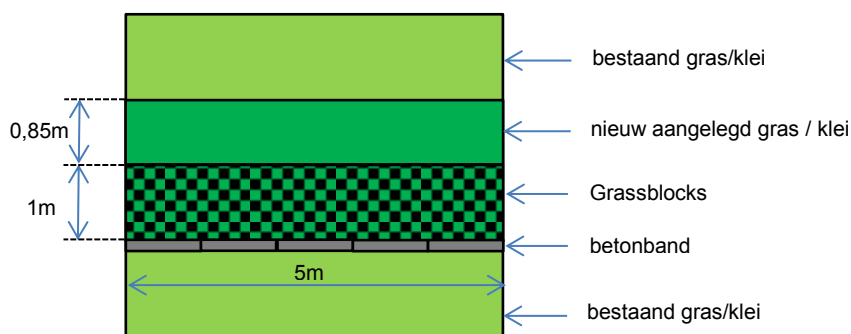
De Grassblocks hebben een hoogte van 20 cm. Het grondoppervlak is  $25 \times 25 \text{ cm}^2$ . Onder de Grassblocks is een geotextiel geplaatst zodat de onderliggende grond / klei niet kan eroderen tijdens eventuele hydraulische belasting. De hier gebruikte Grassblocks zijn van een relatief poreus beton.

De Grassblocks zijn ingewassen met Noors graniet. Hiervoor is een mengsel gebruikt van 11-16 mm, 16-22 mm en 22-40 mm in de verhouding 1:2:2. Dit mengsel is ter plaatse bepaald. Uitgangspunt hierbij was dat de inklemming zo goed mogelijk was en waarbij zowel de grote gaten als de kleinere spleten werden opgevuld.

De laag boven de Grassblocks bestaat uit klei met een dikte van 10 cm met daarbovenop een laag teelaarde met een dikte van 5 cm.

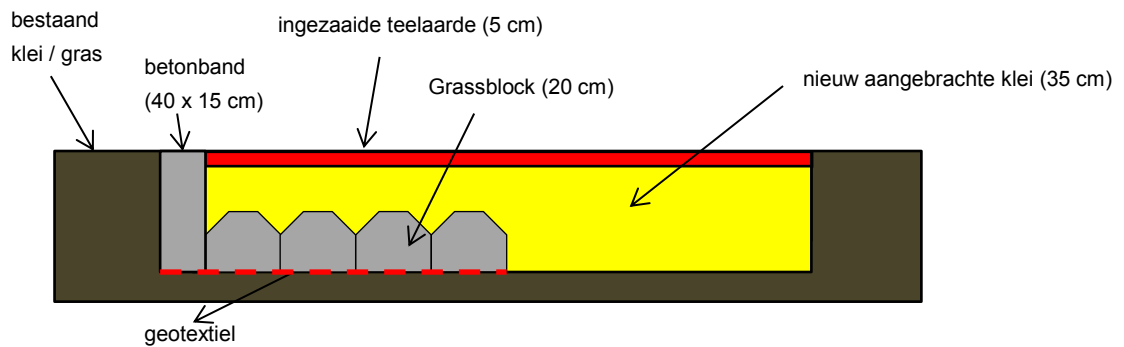


Figuur 4.42 Impressie van het gebruikte Grassblock



Figuur 4.43 Schematische weergave testsectie TS B.2a (Grassblocks). Aanzicht loodrecht op het talud





Figuur 4.44 Schematische weergave Testsectie TS B.2a (Grassblocks). Dwarsdoorsnede



Figuur 4.45 Testsectie TS B.2a (Grassblocks)



Figuur 4.46 Testsectie TS B.2a (Grassblocks) tijdens aanleg



*Figuur 4.47 Testsectie TS B.2a (Grassblocks) tijdens aanleg*

4.2.13 X = 60 – 65 m TS B.2b (RONA<sup>®</sup>ton)

Bij testvak B.2a is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit RONA<sup>®</sup>ton. RONA<sup>®</sup>ton is een zetsteen welke is ontwikkeld door Altena Infra materialen. De totale hoogte van het blok is 22 cm. Hiervan zijn de onderste 19 cm van beton en de bovenste 3 cm van lava. Een RONA<sup>®</sup>ton bekleding bestaat uit verschillende typen zuilen. Voor de linkerrand en de rechterrاند zijn paszuilen (type B en type C) gebruikt, voor de hoogstgelegen rij zijn bovenzoulen (type D) gebruikt en voor de laagstgelegen rij zijn onderzuilen (type G) gebruikt. Op de twee bovenste hoeken zijn hoekzuilen (type E en type F) gebruikt. De zuilen welke niet aan een rand of een hoek liggen bestaan uit standaard zuilen (type A).

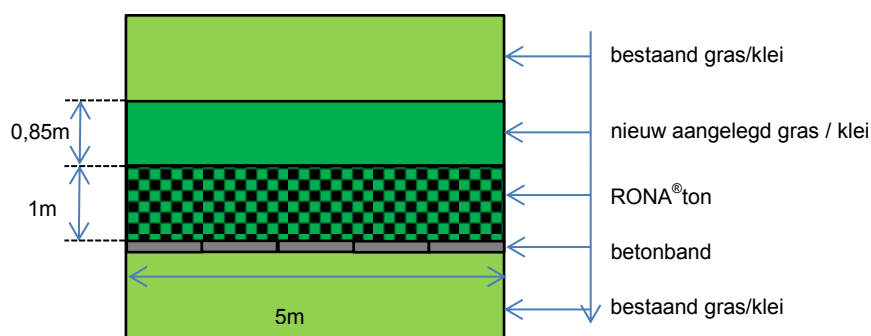
Onder de RONA<sup>®</sup>ton is een geotextiel geplaatst zodat de onderliggende grond / klei niet kan eroderen tijdens eventuele hydraulische belasting.

De RONA<sup>®</sup>ton blokken zijn ingewassen met Noors graniet. Hiervoor is een mengsel gebruikt van 11-16 mm, 16-22 mm en 22-40 mm in de verhouding 1:2:2. Dit mengsel is ter plaatse bepaald. Uitgangspunt hierbij was dat de inklemming zo goed mogelijk was en waarbij zowel de grote gaten als de kleinere spleten werden opgevuld.

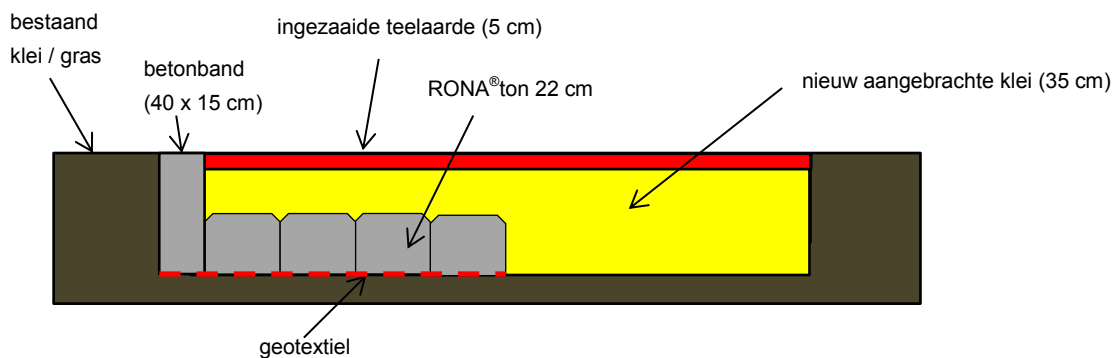
De laag boven de RONA<sup>®</sup>ton blokken bestaat uit klei met een dikte van 10 cm met daarbovenop een laag teelaarde met een dikte van 5 cm.



Figuur 4.48 Impressie van de RONA<sup>®</sup>ton steenzetting



Figuur 4.49 Schematische weergave testsectie TS B.2b (RONA<sup>®</sup>ton). Aanzicht loodrecht op het talud



Figuur 4.50 Schematische weergave Testsectie TS B.2a (Grassblocks). Dwarsdoorsnede



Figuur 4.51 Impressie RONA<sup>®</sup> ton na aanleg (nog niet ingewassen)



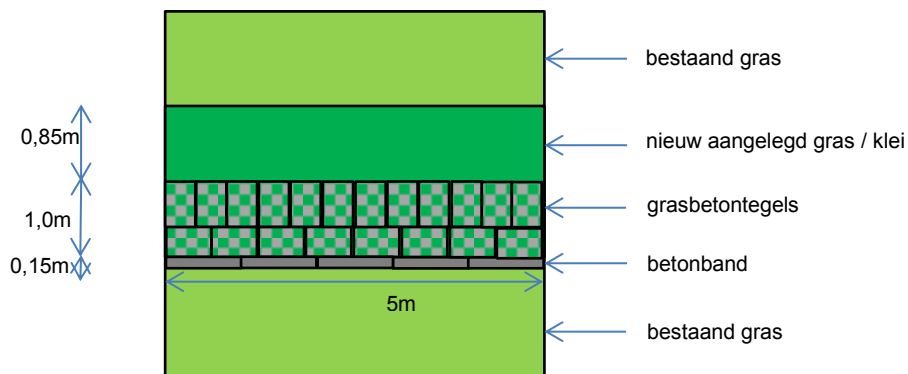
Figuur 4.52 Detail RONA<sup>®</sup> ton (ingewassen)

## 4.2.14 X = 65 – 70 m TS A.1a (Grasbetontegel)

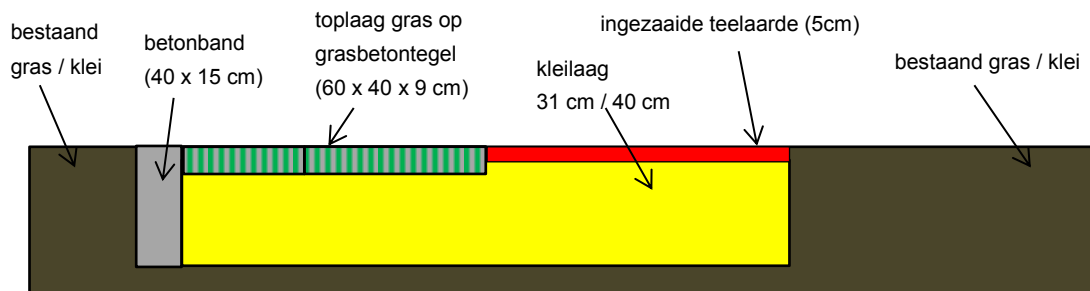
Bij testvak A.1a is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit grasbetontegels. De gekozen afmeting is 60 x 40 x 9 cm. De leverancier van de grasbetontegels was Haringman Betonwaren. De grasbetontegel is direct op de klei geplaatst.



Figuur 4.53 Impressie grasbetontegel



Figuur 4.54 Schematische weergave Testsectie TS A.1a (Grasbetontegels). Aanzicht loodrecht op het talud



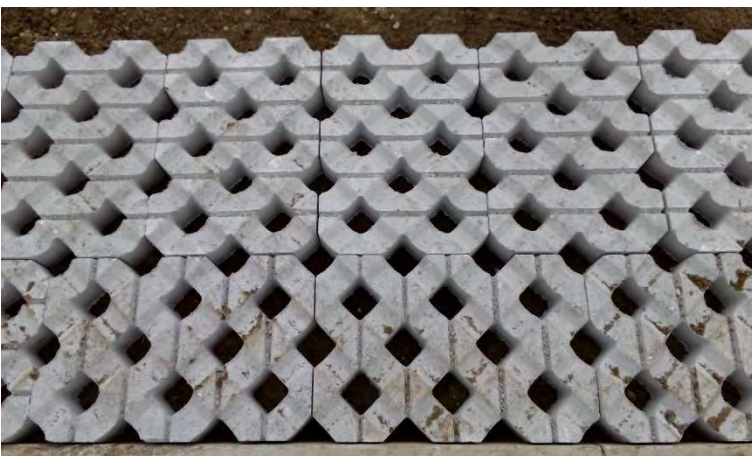
Figuur 4.55 Schematische weergave Testsectie TS A.1a (grasbetontegels). Dwarsdoorsnede



*Figuur 4.56 Impressie van het aanbrengen van de grasbetontegel*



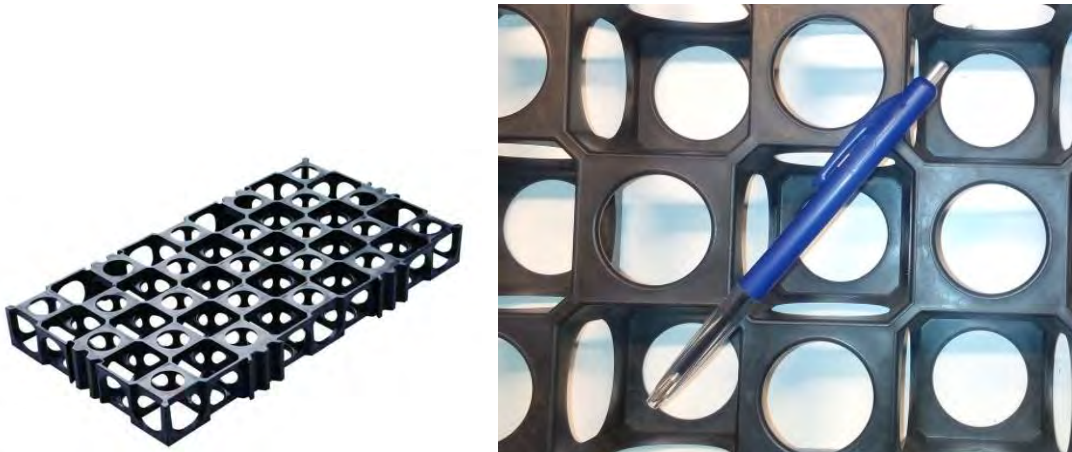
*Figuur 4.57 Grasbetontegel na aanleg*



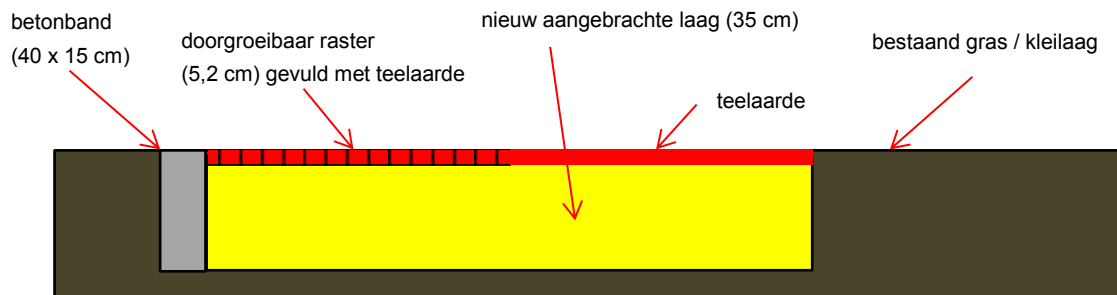
*Figuur 4.58 Detail grasbetontegel*

## 4.2.15 X = 70 – 75 m TS A.3 (Plastic Raster)

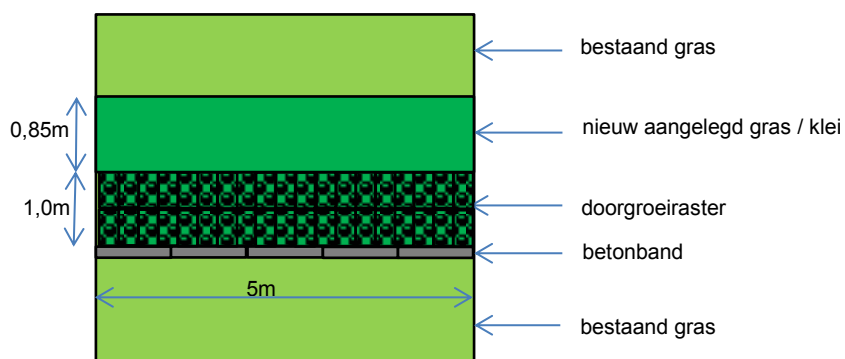
Bij testvak A.3 is een versterkingsmaatregel toegepast. Deze versterkingsmaatregel bestaat uit een plastic raster. Gekozen is voor het type Atlantis 52 mm FLO-CELL van Geopex. De elementen worden naast elkaar geplaatst en aan elkaar verbonden met een speciale klikverbinding. De bovenzijde van het raster is op maaiveld aangebracht. Meer informatie over het geselecteerde doorgroeiraster is weergegeven in Bijlage B.9.



Figuur 4.59 Impressie gebruikt plastic raster



Figuur 4.60 Dwarsdoorsnede plastic raster



Figuur 4.61 Bovenaanzicht plastic raster



*Figuur 4.62 Impressie plastic raster tijdens aanleg*

Enkele weken na de bouw was er de impressie dat er holtes in de bekleding boven de rasters ontstonden. Mogelijk is de teelaarde niet helemaal goed aangebracht. Dit is op 29 september 2016 geconstateerd en weer aangevuld met teelaarde en opnieuw ingezaaid.



- 4.2.16 X = 75 - 80 m, TS B.1a (Schrale klei)  
Bij Testvak B.1a is een versterkingsmaatregel aangelegd. De versterkingsmaatregel bestaat uit het principe dat de klei reststerkte zou moeten geven. De testsectie is gelijk aan een referentiesectie en is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D2a (zie Paragraaf 4.2.2).
- 4.2.17 X = 80 - 85 m, TS B.1b (referentiesectie met betonband)  
Testvak B.1b is een referentievak waarbij wel een betonband is toegepast maar waar geen versterkingsmaatregel is toegepast. De testsectie is gelijk aan een referentiesectie en is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D.2a (zie Paragraaf 4.2.2). Oorspronkelijk was er het idee om deze testsectie te voorzien van stevige klei. Gezien de grote (en kostbare) inspanning (steken van bestaande klei) die hiervoor nodig was is hiervan afgezien.
- 4.2.18 X = 85 - 90 m, TS B.3 (referentiesectie met betonband)  
Testvak B.3 is een referentievak waarbij wel een betonband is toegepast maar waar geen versterkingsmaatregel is toegepast. De testsectie is gelijk aan een referentiesectie en is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D.2a (zie Paragraaf 4.2.2).
- 4.2.19 X = 90 - 95 m, TS D.2c (referentiesectie met betonband)  
Testvak D.1a is een referentievak waarbij wel een betonband is toegepast maar waar geen versterkingsmaatregel is toegepast. De testsectie is gelijk aan een referentiesectie en is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D.2a (zie Paragraaf 4.2.2).
- 4.2.20 X = 95 - 100 m, TS D.1c (referentiesectie zonder betonband)  
Testvak D.1a is een referentievak waarbij geen betonband is toegepast. De testsectie is gelijk aan een referentiesectie en is op dezelfde wijze aangelegd als testvak D.1a (zie Paragraaf 4.2.1).



## 5 Conclusies

Teneinde een beter inzicht te krijgen in de effectiviteit van versterkingsmaatregelen bij horizontale overgangen op grasbekledingen op het buitentalud van primaire waterkeringen zijn een twintigtal pilotsecties gebouwd op de Waddenzeedijk nabij Sint Jacobiparochie. Op deze pilotsecties zijn verschillende versterkingsmaatregelen aangebracht welke in voorliggend rapport zijn beschreven. Er wordt beoogd wordt om deze pilotlocatie in de komende jaren te monitoren (met focus op de ontwikkeling van de graszode) en, zodra de graszode voldoende is ontwikkeld, een selectie van deze pilotsectie te onderwerpen aan een hydraulische belasting. Hierbij kan worden gedacht aan de golfoploopsimulator of de Deltagoot. Op deze manier kan worden beoordeeld of de versterkingsmaatregel afdoende sterk is om de hydraulische belastingen te kunnen weerstaan.

Naast de aangelegde horizontale overgang zijn er meerdere typen overgangen welke frequent voorkomen en waarvan de verwachting is dat deze een lagere stabiliteit hebben dan een zelfde situatie waarbij geen overgang aanwezig is. Dit zijn met name verticale overgangen (bijvoorbeeld langs een trap in het talud) en knikken in het talud (bijvoorbeeld bij de hiel van de dijk of bij een berm). Er wordt aanbevolen om ook voor dit type overgangen een onderzoekstraject op te zetten met als doel de effectiviteit van versterkingsmaatregelen nabij de overgang te onderzoeken.



## 6 Referenties

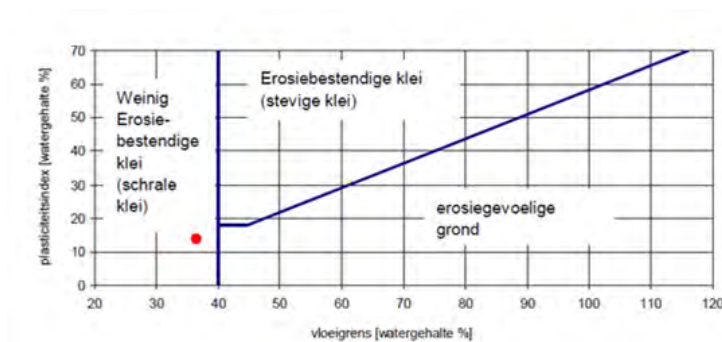
- Bussink, D.W., van Schol, L., van der Draai, H. & van Riemsdijk, W.H. (2008). *Rapport 01150-Beter waterbeheer en kwaliteitsmanagement begint op de akker.*
- Calle, E.O.F., van der Meer, M., 2012, *SBW Golfverslag en bekledingen deelproject overgangsconstructies*, Deltares rapport met kenmerk 1204204-011-GEO-0006-jvm
- Infram, 2008, *Factual report, Golfverslagproeven Friese Waddenzeedijk*, Infram rapport, 07i107B 08-09-2008
- Rijkswaterstaat, 2015, *Handreiking dijkbekledingen. Deel 5: Grasbekledingen*, januari 2015
- Schüttrumpf, H.F.R., 2001, *Wellenüberlaufströmung bei See-deichen*, Ph.D.-th. Techn. Un. Braunschweig.
- Smith, G.M., Seiffert, J.W.W., Van der Meer, 1994, J., *Erosion and overtopping of a grass dike Large scale model tests*, Proc. 24th Int. Conf. On Coastal Engineering, Kobe, Japan
- Van der Meer, P. Bernardini, J.W., W. Snijders, H.J. Regeling, 2006. *The wave overtopping simulator*. ASCE, ICCE 2006, San Diego
- Van der Meer, J.W., Y. Provoost, G.J. Steendam, 2012. *The wave run-up simulator, theory and first pilot test*. ASCE, Proc. ICCE 2012, Santander, Spain
- Van Steeg, P., Paulissen, M., Roex, E.W.M., Mommer, L., 2015, *Investigation of Desso GrassMaster(r) as application in hydraulic engineering*, rapport met kenmerk 1210770-000-HYE-0005
- Van Steeg, P., 2015a, *Monitoring en fysieke modelproeven overgangen met grasbekledingen 2016-2020*, Deltares rapport 1220039-007-VEB-0009, 27 november 2015
- Van Steeg, P., 2015b, *Voorstel locatie ten behoeve van het bouwen van overgangen in grasbekledingen*, Deltares memo, kenmerk 1220039-007-VEB-0007, 16 november 2015
- Van Steeg, P., 2015c, *Predictierapport fysieke modeltesten overgangen in grasbekledingen*. Deltares rapport 120039-007-VEB-0002, aug. 2015
- Van Steeg, P., Klein Breteler, M., Labrujere, A., 2014a, *Design of wave impact generator to test stability of grass slopes under wave attack*, 5th Conf. on the Application of Physical Modelling to Port and Coastal Protection, Coastlab, 29 September. – 2 October 2014, Varna, Bulgaria
- Van Steeg, P., Klein Breteler, M., Labrujere, A., 2014b, *Use of wave impact generator and wave flume to determine strength of outer slopes of grass dikes under wave loads*, 34th Int. Conf. on Coastal Engineering, 15-20 June 2014, Seoul, Korea

Van Steeg, P., Labruyere, A., Roy, M., 2015, *Transition structures in grass covered slopes of primary flood defences tested with the wave impact generator*, E-proceeding of the 36th IAHR World Congress, 28-june - 3 July 2015, The Hague, The Netherlands

Wolters, G., Klein Breteler, M., Bottema, M., 2011, *Dike erosion strength after initial damage - large scale model testing*, Proc. Coastal Structures 2011, Yokohama

## A Beschrijving gebruikte klei

De toegepaste klei is bemonsterd en aan een laboratoriumonderzoek onderworpen. De resultaten van dit laboratorium onderzoek zijn gerapporteerd door het bedrijf Eurofins Omegan BV. Deze verslagen zijn op de volgende pagina's weergegeven. Voor een waterbouwkundige beoordeling is het gebruikelijk om de klei te classificeren conform de Atterbergse grenzen (Rijkswaterstaat, 2015). De gegevens uit het testrapport zijn grafisch weergegeven in het Atterbergse diagram in Figuur A.1.



Figuur A.1 Atterbergse grenzen. De rode markering geeft de gebruikte klei aan.

Op basis van de Atterbergse grenzen zoals deze staan weergegeven in Rijkswaterstaat (2015) kan de klei worden gekarakteriseerd als weinig erosiebestendige klei (schrale klei). Tevens is een monster van de klei beschouwd door een deskundige met betrekking tot klei op dijken (Andre Koelewijn van Deltares). Op basis van het Atterbergse diagram en het expert judgement is er de indruk dat de klei representatief is voor de slechtere erosiebestendige kleisoorten welke bij Nederlandse dijken worden toegepast.





Hunneman Milieu-Advies  
T.a.v. de heer J.A.G. Hunneman  
Barkstraat 5  
8102GV RAALTE

Uw kenmerk : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
Ons kenmerk : Project 590854  
Validatieref. : 590854\_certificaat\_v1  
Opdrachtverificatiecode: XTHW-ZJUA-CHJL-RSEP  
Bijlage(n) : 2 tabel(len) + 2 bijlage(n)

Amsterdam, 13 mei 2016

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam". De in dit onderzoek uitgevoerde onderzoeksmethoden van de geaccrediteerde analyses zijn in een aparte bijlage als onderdeel van dit analyse-certificaat opgenomen. De methoden zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan de accreditatieprogramma's/schema's en NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd. Ik vertrouw erop uw opdracht volledig en naar tevredenheid te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,  
namens Eurofins Omegam,



Ing. J. Tukker  
Manager productie

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.  
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Omegam B.V.  
H.J.E. Wenckbachweg 120  
NL-1114 AD Amsterdam-Duivendrecht  
Nederland

T +31-(0)20-597 66 80  
F +31-(0)20-597 66 89  
CSOmegam@eurofins.com  
www.omegam.nl

IBAN NL 16 BNPA 0227667980  
BIC BNPANL2A  
BTW nr. NL8139.67.132.B01  
KvK nr. 34215654

**ANALYSECERTIFICAAT**

**Project code** : 590854  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

**Monsterreferenties**

1867366 = RE-01-1

1867367 = RE-01-2

<b>Opgegeven bemonsteringsdatum</b> :	06/05/2016	06/05/2016
<b>Ontvangstdatum opdracht</b> :	06/05/2016	06/05/2016
<b>Startdatum</b> :	06/05/2016	06/05/2016
<b>Monstercode</b> :	1867366	1867367
<b>Matrix</b> :	AP04	AP04

**AP04 : Monstervoorbewerking**

aangeleverd monsterhoeveelheid g	13523	13493
----------------------------------	-------	-------

**AP04 : Algemeen onderzoek - fysisch**

A droogrest	%	74,4	72,9
A organische stof	% (m/m ds)	1,9	1,2
A lutum	% (m/m ds)	16,8	17,4

**AP04 : Anorganisch onderzoek - metalen**

A barium (Ba)	mg/kg ds	39	40
A cadmium (Cd)	mg/kg ds	< 0,20	< 0,20
A kobalt (Co)	mg/kg ds	4,7	4,9
A koper (Cu)	mg/kg ds	7,7	7,5
A kwik (n.vl Hg) FIAS/Fims	mg/kg ds	0,06	0,05
A lood (Pb)	mg/kg ds	21	12
A molybdeen (Mo)	mg/kg ds	< 1,5	< 1,5
A nikkel (Ni)	mg/kg ds	12	13
A zink (Zn)	mg/kg ds	61	47

**AP04 : Organisch onderzoek - niet aromatisch**

A minerale olie	mg/kg ds	< 35	< 35
-----------------	----------	------	------

**AP04 : Organisch onderzoek - aromatisch**
*Polycyclische koolwaterstoffen:*

A naftaleen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A fenantreen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A anthraceen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A fluoranteen	mg/kg ds	< 0,05	0,07
A benzo(a)antraceen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A chryseen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A benzo(k)fluoranteen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A benzo(a)pyreen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A benzo(ghi)peryleen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg ds	< 0,05	< 0,05
A som PAK (10)	mg/kg ds	0,35	0,38

**AP04 : Organisch onderzoek - gehalogeneerd**
*Polychloorbifenylen:*

A PCB -28	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A PCB -52	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A PCB -101	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A PCB -118	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A PCB -138	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A PCB -153	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A PCB -180	mg/kg ds	< 0,001	< 0,001
A som PCBs (7)	mg/kg ds	0,005	0,005

Dit analyse-certificaat, inclusief voorblad en eventuele bijlage(n), mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

- De met een 'Q' gemerkte analyses zijn door RvA geaccrediteerd (registratienummer L086).

- De met een 'A' gemerkte analyses zijn op basis van AP04 geaccrediteerd.

Opdrachtverificatiecode: XTHW-ZJUA-CHJL-RSEP

Ref.: 590854\_certificaat\_v1

---

---

**ANALYSECERTIFICAAT**

---

**Project code** : 590854  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

---

## Opmerkingen m.b.t. analyses

---

### Opmerking(en) algemeen

#### Organische stof gehalte (gecorrigeerd voor lutum en vrij ijzer in de vorm van Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Het organische stofgehalte is gecorrigeerd voor het in het analysecertificaat gerapporteerde lutumgehalte. Indien het vrij ijzergehalte is bepaald en groter is dan 5 % m/m, is bij de berekening van het organische stof gecorrigeerd voor dat gehalte aan vrij ijzer.

#### Aangeleverde monsterhoeveelheid

Aangeleverd monstermateriaal is inclusief aangeboden monsterverpakking(en).

#### Sommatie van concentraties voor groepsparameters

De sommatie is uitgevoerd volgens AP04-A paragraaf A 1.9 Rapportage (versie 8).

---

**Uw referentie** : RE-01-1  
**Monstercode** : 1867366

Opmerking bij het monster: - Monster bevat stenen / puindelen

---

**Uw referentie** : RE-01-2  
**Monstercode** : 1867367

Opmerking bij het monster: - Monster bevat stenen / puindelen

---

**ANALYSECERTIFICAAT**

**Project code** : 590854  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

**Monsterreferenties**

1867366 = RE-01-1

1867367 = RE-01-2

**Duplo-evaluatie resultaten AP04-analyses conform protocol 1001**

	1867366	1867367	Gemiddelde resultaat	Duplo-verhouding	Duplo-eis
droogrest	74.4	72.9	73.6	1.02	Geen duplo eis
organische stof	1.9	1.2	1.6	1.58	Geen duplo eis
lutum	16.8	17.4	17.1	1.04	Geen duplo eis
barium (Ba)	39	40	40	1.03	Voldoet
cadmium (Cd)	<0.20	<0.20	0.20	1.00	Voldoet
kobalt (Co)	4.7	4.9	4.8	1.04	Voldoet
koper (Cu)	7.7	7.5	7.6	1.03	Voldoet
kwik (n.vl Hg) FIAS/Fims	0.06	0.05	0.055	1.20	Voldoet
lood (Pb)	21	12	16	1.75	Voldoet
molybdeen (Mo)	<1.5	<1.5	1.5	1.00	Voldoet
nikkel (Ni)	12	13	12.5	1.08	Voldoet
zink (Zn)	61	47	54	1.30	Voldoet
minerale olie	<35	<35	35	1.00	Voldoet
som PAK (10)	0.35	0.38	0.36	1.09	Voldoet
som PCBs (7)	0.005	0.005	0.005	1.00	Voldoet
Hoogste gemeten duploverhouding:				1.75	
<b>Conclusie "Duplo-eis volgens protocol 1001" (eis : &lt;= 2,5):</b>					<b>Voldoet</b>

---



---

**ANALYSECERTIFICAAT**


---

**Project code** : 590854  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

---

## Analysemethoden in AP04

AP04 (grond- en/of bouwstoffen)

In dit analysecertificaat zijn de met 'A' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de analysemethoden beschreven in het "Accreditatieprogramma voor keuring van partijen grond, bouwstoffen en korrelvormige afvalstoffen (AP04)". Het laboratoriumonderzoek is uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. De analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

Droogrest	: Conform AP04-SG-II en conform NEN-EN 15934
Lutum	: Conform AP04-SG-III en conform NEN 5753
Organische stof	: Conform AP04-SG-IV en conform NEN 5754
Barium (Ba)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Cadmium (Cd)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Kobalt (Co)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Koper (Cu)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Kwik (Hg)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN-ISO 16772 (destructie conform NEN 6961)
Lood (Pb)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Molybdeen (Mo)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Nikkel (Ni)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Zink (Zn)	: Conform AP04-SG-V en conform NEN 6966 (destructie conform NEN 6961)
Minerale olie	: Conform AP04-SG-XI
PAKs	: Conform AP04-SG-IX en conform NEN 6970; NEN 6972 en NEN 6977
PCBs	: Conform AP04-SG-X en conform NEN 6970; NEN 6972 en NEN 6980

---

Hunneman Milieu-Advies  
T.a.v. de heer J.A.G. Hunneman  
Barkstraat 5  
8102GV RAALTE

Uw kenmerk : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
Ons kenmerk : Project 591489  
Validatieref. : 591489\_certificaat\_v1  
Opdrachtverificatiecode: AWLC-OOCV-JOWS-NJFG  
Bijlage(n) : 1 tabel(len) + 2 bijlage(n)

Amsterdam, 20 mei 2016

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam". De in dit onderzoek uitgevoerde onderzoeksmethoden van de geaccrediteerde analyses zijn in een aparte bijlage als onderdeel van dit analyse-certificaat opgenomen. De methoden zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan de accreditatieprogramma's/schema's en NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd. Ik vertrouw erop uw opdracht volledig en naar tevredenheid te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,  
namens Eurofins Omegam,



Ing. J. Tukker  
Manager productie

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.  
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Omegam B.V.  
H.J.E. Wenckbachweg 120  
NL-1114 AD Amsterdam-Duivendrecht  
Nederland

T +31-(0)20-597 66 80  
F +31-(0)20-597 66 89  
CSOmegam@eurofins.com  
www.omegam.nl

IBAN NL 16 BNPA 0227667980  
BIC BNPANL2A  
BTW nr. NL8139.67.132.B01  
KvK nr. 34215654

**ANALYSECERTIFICAAT**

**Project code** : 591489  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

**Monsterreferenties**  
 1966324 = RE-01-1: .

**Opgegeven bemonsteringsdatum** : 06/05/2016  
**Ontvangstdatum opdracht** : 10/05/2016  
**Startdatum** : 11/05/2016  
**Monstercode** : 1966324  
**Matrix** : Grond

**Algemeen onderzoek - fysisch**

*Algemeen geotechnisch onderzoek:*

consistentie index **0,44**  
 toetsing erosiebestendigheid **bijlage**

**Anorganische parameters - overig**

*Diverse anorganische parameters:*

Q zoutgehalte bodemvocht g/l **0,3**

**RAW onderzoek**

Q watergehalte % **29,9**  
 Q organische stof % (m/m ds) **0,6**  
 Q massaverlies na HCl % (m/m ds) **8,7**  
 Q fractie < 63 µm t.o.v. 2 mm % (m/m ds) **83,2**  
 Q atterberg (plast.index) % (m/m ds) **14**  
 Q atterberg (uitrolgrens) % (m/m ds) **22**  
 Q atterberg (vloei-grens) % (m/m ds) **36**

**ANALYSECERTIFICAAT**

**Project code** : 591489  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

**Uw referentie** : RE-01-1: .  
**Monstercode** : 1966324

## Toetsing erosiebestendigheid klei

### (I) Algemene eisen klei geschikt voor grondwerken

Parameter	Dimensie	Eis volgens RAW 2010	Resultaat	Toetsing
Organische stofgehalte	% (m/m ds)	<= 5	0.6	+
Massaverlies HCl	% (m/m ds)	<= 25	8.7	+
Zoutgehalte per liter bodemvocht	g NaCl/l	<= 4	0.3	+

In + en - is aangegeven of de resultaten voldoen aan de genoemde eis gesteld aan klei geschikt voor grondwerken.

- + : analyseresultaat voldoet aan eis;
- : analyseresultaat voldoet niet aan eis.

#### Conclusie

Uit deze tabel blijkt dat het monster voldoet aan bovengenoemde algemene eisen die de RAW 2010 stelt aan klei geschikt voor grondwerken.

### (II) Eisen en klasse-indeling erosiebestendigheid

In de onderstaande tabel zijn de resultaten uit het analysecertificaat getoetst aan de eisen die in RAW 2010 zijn gesteld aan de erosiebestendigheid.

Parameter	Dimensie	Resultaat	Eis klasse 1 (RAW 2010)	k1	Eis klasse 2 (RAW 2010)	k2
Vloei grens WI	% (m/m ds)	36	>= 45	-	< 45	+
Plasticiteitsindex PI	% (m/m ds)	14	>= 0,73*(WI - 20)	+	>= 18	-
Minerale delen < 63 µm	% (m/m ds)	83.2	> 60	+	> 60	+

In + en - is aangegeven of de resultaten voldoen aan de verschillende erosiebestendigheid klassen.

- + : analyseresultaat voldoet aan eis;
- : analyseresultaat voldoet niet aan eis.

#### Conclusie

Het monster voldoet niet aan de eisen die in RAW 2010 gesteld zijn voor erosiebestendigheid klasse 1 of 2. Derhalve moet het monster worden aangemerkt als klei met erosiebestendigheid klasse 3 (weinig erosiebestendig).

#### Disclaimer

Conclusies, opinies en/of interpretaties vallen buiten de scope van de RvA accreditatie conform NEN-EN-ISO 17025 (registratienummer L086).



---



---

**ANALYSECERTIFICAAT**


---

**Project code** : 591489  
**Project omschrijving** : 160460: Insitu AP-04 Vollenhoverweg 25 Marknesse  
**Opdrachtgever** : Hunneman Milieu-Advies

---

## Analysemethoden in Grond

In dit analysecertificaat zijn de met 'Q' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. Deze analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

Zoutgehalte bodemvocht	: Gelijkwaardig aan proef 160 (RAW 2005) en proef 38 (RAW 2010)
Watergehalte RAW161-1	: Conform RAW proef 161-1 (RAW 2005)
Organische stof RAW158	: Conform RAW proef 158 (RAW 2005) en proef 36 (RAW 2010)
Massaverlies na HCl RAW159	: Conform RAW proef 159 (RAW 2005) en proef 37 (RAW 2010)
Fractie < 63 µm RAW erosiepakket	: Conform RAW proef 2 (RAW 2005 en RAW 2010)
Atterberg (uitrolgrens)	: Conform RAW proef 15 (RAW 2005) en proef 14 (RAW 2010)
Atterberg(plast.index)	: Conform RAW proef 15 (RAW 2005) en proef 14 (RAW 2010)
Atterberg(vloeigrens)	: Conform RAW proef 15 (RAW 2005) en proef 14 (RAW 2010)

---



---



## **B Achtergrondinformatie gebruikte materialen**

- B.1 Geopex PE 160 (X = 10 – 15 m)**
- B.2 Enkamat A20 (X = 15 – 20 m)**
- B.3 Robulon (X = 20 – 25 m)**
- B.4 Fortrac 3D-60 (X = 25 – 30 m)**
- B.5 Grassprotecta (X = 30 - 35 m)**
- B.6 BioSym-Endo Mycorrhiza (X = 35 – 40 m)**
- B.7 GrassMaster (X = 40 – 45 m)**
- B.8 RONA<sup>®</sup>ton (X = 60 – 65 m)**
- B.9 Grasbetontegel (X = 65 – 70 m)**
- B.10 Plastic raster (X = 70 – 75 m)**



## **B.1 Geopex PE 160 (X = 10 – 15 m)**



# Technische Specificaties

			<b>Geopex PE gaasweefsel</b>	
<b>Test</b>	<b>Testnorm</b>	<b>Eenheid</b>	<b>PE Grass 160</b>	
<b>Materiaal</b>			HDPE monofilament	
<b>Gewicht<sup>1</sup></b> (areïeke massa)	EN-965	<b>gram per m<sup>2</sup></b>	160 +/- 10	
<b>Dikte</b> (2 kN/m <sup>2</sup> )		<b>mm</b>	1,0	
<b>Krachtopname</b>				
ketting	EN-ISO 10319	<b>kN/m<sup>1</sup></b>	8,0	
inslag		<b>kN/m<sup>1</sup></b>	15.3	
<b>Rek bij breuk</b>				
ketting	EN-ISO 10319	<b>%</b>	80	
inslag		<b>%</b>	75	
<b>Waterdoorlaatbaarheid</b> debiet bij 50 mm water kolom	EN ISO 11058	<b>l/m<sup>2</sup>.s</b>	20	
<b>UV Stabiliteit*</b>				
Weerstand tegen UV		<b>kLy</b>	700	
Schaduweffect		<b>%</b>	60	
<b>Rolafmetingen</b>				
standaard breedte		<b>cm</b>	1.00 - 6.00m	
lengte		<b>m</b>	100 - langer op verzoek	
<b>Leverbare kleuren</b>			licht groen	



**Protection from Sun**



**Protection from Wind**



**Olive Collection**

Alle Geopex PP geotextielen worden extern gecontroleerd dragen het CE keurmerk.

De productie van de Geopex PP geotextielen is gecertificeerd volgens ISO 9002.

Bovengenoemde waarden zijn gemiddelde waarden, verkregen met behulp van standaard testmethoden





## **B.2 Enkamat A20 (X = 15 m – 20 m)**



## ENKAMAT<sup>®</sup> A20

3D MAT FILLED WITH STONE CHIPPINGS  
FOR AREAS EXPOSED TO WATER



**Enkamat A20 is a three dimensional polyamide mat with an open structure prefilled with a bitumen-bound mineral filter of stone chippings.**

When laid on grass seeded soil slopes which are exposed to water, Enkamat A20 provides a permanent solution to issues caused by hydraulic stress in areas where natural erosion would otherwise have prevailed. The product allows the area to become fully vegetated with the appearance of a grass channel. Enkamat A20 offers immediate erosion protection from high water velocities and small wave attack.

### Functions

- Water erosion protection
- Resistance to high water velocities

### Application areas

- Riverbanks
- Lakes
- Canals
- Reservoirs
- Channels
- Dykes
- Overflow protection zones
- Culverts
- Other surfaces permanently subjected to water impact





### Features and benefits

- A permanent solution
- Reinforces vegetation root systems
- Resists high water velocities
- Ensures no hydrostatic pressure build-up behind the protected slopes
- Faster to install than traditional protection systems
- An integrated and robust erosion solution
- Enables root systems to grow and green shoots to sprout through the mat
- Flexible, easily following the profile of the ground surface
- Ensures a natural aesthetic appearance
- No maintenance necessary
- Firmly locked to the ground by the root system

### Technical details

Enkamats A20 is a strong, three dimensional mat made from high quality polyamide (PA) with an open structure consisting of looped filaments welded where they cross. It is filled with a bitumen bound mineral filter of stone chippings of 2-6 mm.

Enkamats A20 is 22 mm thick, with a weight of 20 kg/m<sup>2</sup>. Water permeability is 30 mm/s at 100 mm head.

Data sheets with full technical details are available on request. Low & Bonar offers full design support for all applications.

### Quality

The Quality Management Systems of Low & Bonar facilities have been approved to the ISO 9001 Quality Management System Standard. Certificates are available on request.

### Product group

#### ENKAMAT

### Leaflets in this group

ENKAMAT	ENKAMAT W
ENKAMAT J	ENKAMAT A20

### Disclaimer

All information and product specifications provided in this document are accurate at the time of publication. As the Low & Bonar Group follows a policy of continuous development the provided information and product specifications may change at any time without notice and must not be relied upon unless expressly confirmed by a relevant member of the Low & Bonar Group upon request. No liability is undertaken for results obtained by usage of the products and information.

© Low & Bonar 2014

PL-ENG-EMTA20-06/2016

## Product description

Enkamat A20 is a special high performance three-dimensional matting, made from polyamide monofilaments, prefilled with a mineral filter of 2-6 mm chippings bound with bitumen. The mat is flexible and permeable and allows vegetation to grow through. Enkamat A20 is non-toxic and approved for the use in drinking water reservoirs.

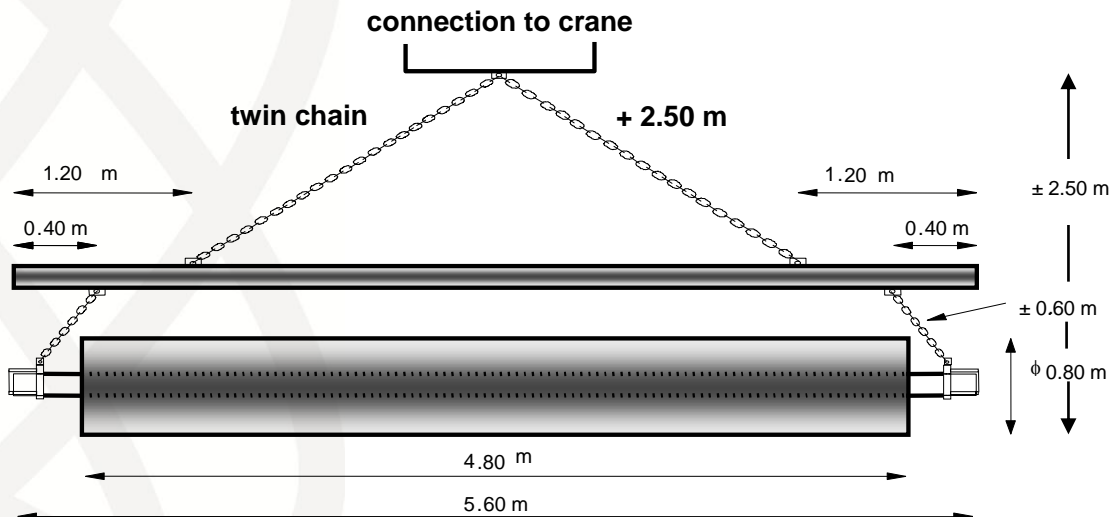
Enkamat A20 is being delivered on steel pipes of 5.60 m length and a diameter of 0.17 m. The weight of the rolls is approx. 2500 kg.

## Installation

Lifting and installation of Enkamat A20 should be done using a certified spreader bar. One spreader-bar will be delivered with each order. A drawing of a spreader bar including end-caps and chains is given below.

The twin-chain and other means of connection (like shackles) are not part of the certification of the spreader bar.

Note: the shackles which will be used to connect the twin-chain to the spreader bar must be able to lift the weight of the total roll including the spreader bar.



The contractor has to take all safety measures which are common practice when handling and lifting heavy goods.

**Bonar B.V., P.O. Box 9600, 6800 TC Arnhem, the Netherlands**  
**Phone: +31 85 744 1300 • Fax: +31 85 744 1310**  
**info@bonar.com • www.bonar.com**

The information set forth in this brochure reflects our best knowledge at the time of issue. The brochure is subject to change pursuant to new developments and findings, and a similar reservation applies to the properties of the products described. We undertake no liability for results obtained by usage of our products and information.

## Opslag-, transport- en leginstructie Enkamat<sup>®</sup> en Enkamat<sup>®</sup> A20

### Opslag van Enkamat

Het wordt aanbevolen Enkamat in de originele verpakking op te slaan. In geval van langdurige opslag buiten, dienen de rollen afgedekt te worden.

### Transport Enkamat A20

Om Enkamat A20 zonder schade te lossen dient de huif van de vrachtauto te worden verwijderd. Voor het transporteren op de bouwplaats en het leggen van Enkamat A20 wordt u een gecertificeerde evenaar met eindkappen ter beschikking gesteld. Alle hulpmiddelen moeten in staat zijn een netto rolgewicht van 2500 kg te hijsen.

### Opslag Enkamat A20

Enkamat A20 wordt geleverd op rollen met een diameter van ca. 0,80 m. De rollen mogen drie hoog opgestapeld worden. Bij een buiten temperatuur van ca. 30 °C en bij opslag in de zon dient Enkamat A20 afgedekt te worden, om zacht worden en verkleven van de bitumen te voorkomen.

### Legvoorwaarden

Wij adviseren Enkamat A20 niet bij temperaturen van onder 5 °C in te bouwen.

### Verankeringspennen

De lengte en diameter van de stalenpennen dient afgestemd te worden op de soort en de conditie van de ondergrond.

Voor Enkamat:  
min. lengte 300 mm en Ø 6 mm

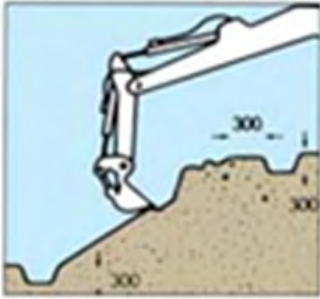
Voor Enkamat A20:  
min. lengte 500 mm en Ø 8 mm



### Opmerking:

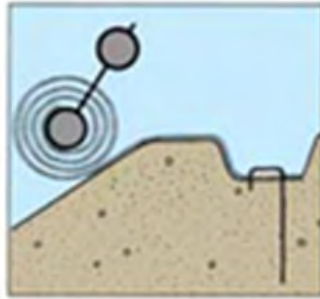
Een goede, dichte vegetatie zowel op als boven de waterlijn verhoogt de stabiliteit van de oever. Voor een goede vegetatie is het noodzakelijk dat de ondergrond een begroeiing mogelijk maakt, eventueel door toevoeging van meststoffen. Het zaadmengsel dient op de grondsoort en het flora bestand van de omgeving te zijn afgestemd.

## Laying guide Enkammat



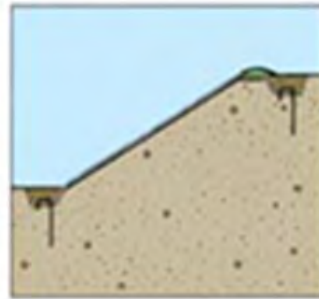
### 1. Egaliseren

Het talud zodanig egaliseren en stabiliseren, dat een vlakke helling ontstaat. Verwijder eventuele wortels, grote stenen en graspollen en vul oneffenheden aan. De ondergrond dient stabiel te zijn. In de schouder en aan de teen van de helling wordt een 300 mm diepe kielspits gegraven. Indien de ondergrond steriel is, dient een toplaag van goed verdichte teelaarde aangebracht te worden.



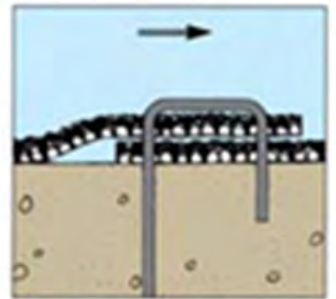
### 2. Uitrollen

Het uiteinde van de rol wordt in het kielspits vastgezet en h.o.h. 1,00 m vast gepend. Vervolgens wordt Enkammat onder lichte spanning afgerold. De typen 7220 en 7210 worden met de vlakke-zool-zijde naar onderen gelegd. Het wordt afgeraden Enkammat in de lengte richting langs een talud te leggen. Uitrollen is zowel van onder naar boven als omgekeerd mogelijk.



### 3. Afsnijden

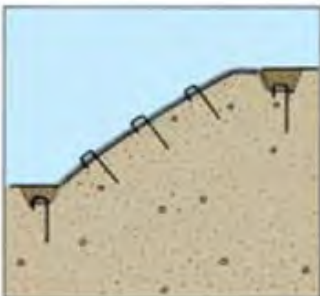
Snij Enkammat met een mes op maat en pin Enkammat vast in het kielspits h.o.h. 1,00 m. De kielspitten worden gevuld met gronden verdicht.



### 4. Overlappen

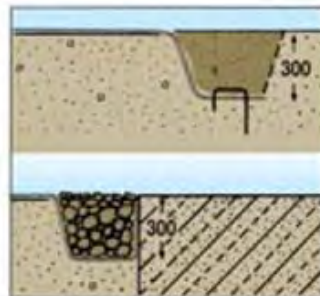
Bij toepassing in een watergang worden de Overlappen worden de Overlappen van min. 0,15 m dakpansgewijs van beneden naar boven-strooms aangebracht en vast gepend h.o.h. max. 1,00 m. Op droge hellingen kunnen overlappen van 0,10 m aangehouden worden. Op de waterlijn dienen extra pennen geplaatst te worden.

N.B. Enkammat is een erosiebestrijding product: het gebruik ervan leidt niet tot een interne stabiliteitsverbetering van de helling.



### 5. Extra pennen

Het is absoluut noodzakelijk dat een goed contact tussenmat en bodem ontstaat. Extra vastpennen is nodig bij hoge belastingen; het enigszins bol uitvoeren van de helling verdient aanbeveling. Bij een "hol" talud moet Enkammat iedere m<sup>2</sup> gepend worden. Bij een normaal vlak talud worden de pennen iedere 2 à 3 m<sup>2</sup> geplaatst.



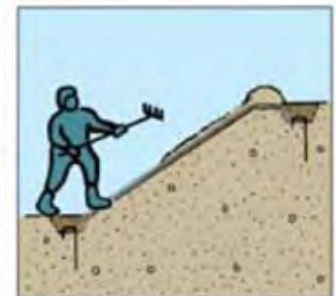
### 6. Zijkanten verankeren

Een goede verankering van de zijkanten, de overgang naar andere systemen en aan de bovenstroomse zijde van de matten is noodzakelijk (zie ook de details A t/m F).



### 7. Inzaaien

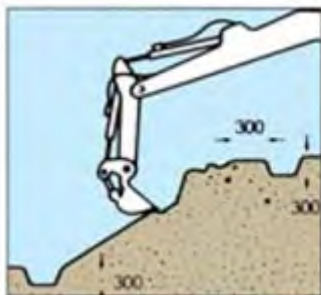
Het bovenwater-talud wordt met 20 g/m<sup>2</sup> lokaal geschikt zaad in de lege Enkammat ingezaaid. Na het vullen van de mat met teelaarde wordt nogmaals 10 g/m<sup>2</sup> zaad aangebracht. Onder normaal waterpeil kunnen rietwortelstokken worden geplant. Mits in de droge aangebracht kan het onderwatertalud vooraf eventueel ook met rietwortelstokken houdende grond worden afgewerkt.



### 8. Afwerking

Het bovenwater-talud wordt ingeharkt met teelaarde tot 20mm boven de Enkammat. Het permanent onderwatertalud wordt gevuld met ca. 15 kg/m<sup>2</sup> split 2-6 mm. De geringe overvulling van de Enkammat resulteert in een optimale vulling na het inklinken van de grond.

## Leginstructie Enkammat A20



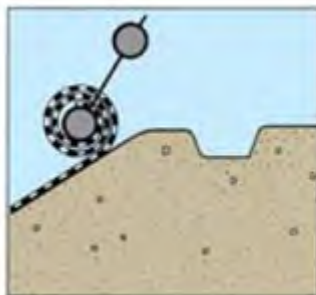
### 1. Egaliseren

Egaliseer en stabiliseer het talud zodanig, dat een vlakke helling ontstaat. De ondergrond dient stabiel en redelijk verdicht te zijn. In de schouder en aan de teen van de helling wordt een 300 mm diep kielspit gegraven. Indien de ondergrond steriel is, dient een toplaag van goede teelaarde aangebracht te worden.



### 2. Inzaaien

Boven normaal waterpeil wordt het talud voor het leggen van Enkammat A20 ingezaaid met ca. 30 g/m<sup>2</sup> van een geschikt zaadmengsel. Het talud onder normaal waterpeil kan, mits aangebracht bij verlaagd peil, worden afgewerkt met rietwortel-stokken houdende grond.



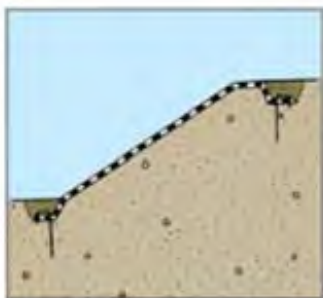
### 3. Uitrollen

Enkammat A20 wordt bij voorkeur van onder naar boven het talud uitgerold. De rol nooit hoog optillen om ongewenst afrollen te voorkomen. Het wordt ten zeerste afgeraden om Enkammat A20 in lengterichting over het talud te verleggen. Wij adviseren om Enkammat A20 niet bij temperaturen onder 5 °C in te bouwen.



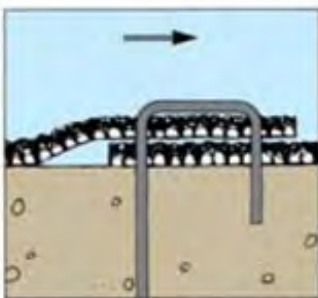
### 4. Afsnijden

Met behulp van een spade of slijpschijf wordt de mat op maat gesneden. De rol blijft op het talud of iets over de kruin liggen en wordt geblokkeerd tegen ongecontroleerd afrollen. Personeel dient uit de rolrichting te blijven.



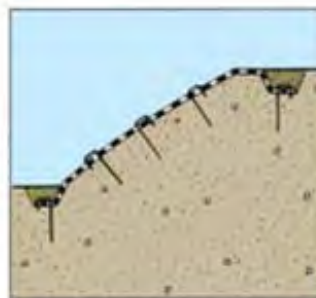
### 5. Verankeren

Wanneer de mat afgesneden is, wordt het uiteinde met stalen pennen op max. 1,00 m h.o.h. in het kielspit vastgezet. De beide kielspitten worden gevuld met grond en verdicht. Concentraties van over het talud afstromend water dienen voorkomen te worden door de mat licht verhoogd in de schouder te bouwen, of afvoergoten aan te brengen.



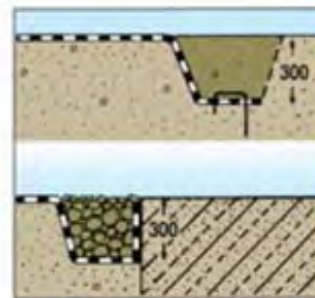
### 6. Overlappen

Bij uitvoering "in den droge" worden de rollen met een overlap van 0,25 - 0,30 m gelegd. Onder water uitrollen met een overlap van 0,50 m. De overlappen worden dakpansgewijs van beneden- naar bovenstrooms aangebracht. Op de overlappen wordt de mat met stalen pennen h.o.h. max. 1,00 m verankerd. Bij hoge stroomsnelheden wordt geadviseerd h.o.h. 0,50 m te pennen.



### 7. Extra pennen

Een goed contact van Enkammat A20 met de ondergrond is vereist. Op plaatsen waar de ondergrond een holte vertoont moeten extra pennen een goed contact waarborgen. Goed bodemcontact kan ook verzekerd worden door het talud iets bol af te werken.



### 8. Zijkanten verankeren

De zijkanten van de mat dienen te allen tijde goed verankerd en vastgepend te worden. De aansluitingen met kunstwerken, overgangen naar andere constructies en aan de bovenstroomse zijde vragen om speciale aandacht (zie ook detailschetsen A t/m F).

### 9. Afstrooien

Indien Enkammat A20 wordt ingebouwd in de zomer, is het aan te bevelen een dunne laag grond (circa 20 mm) over de mat te strooien, zodat het eventueel verbranden van het zaad voorkomen wordt.



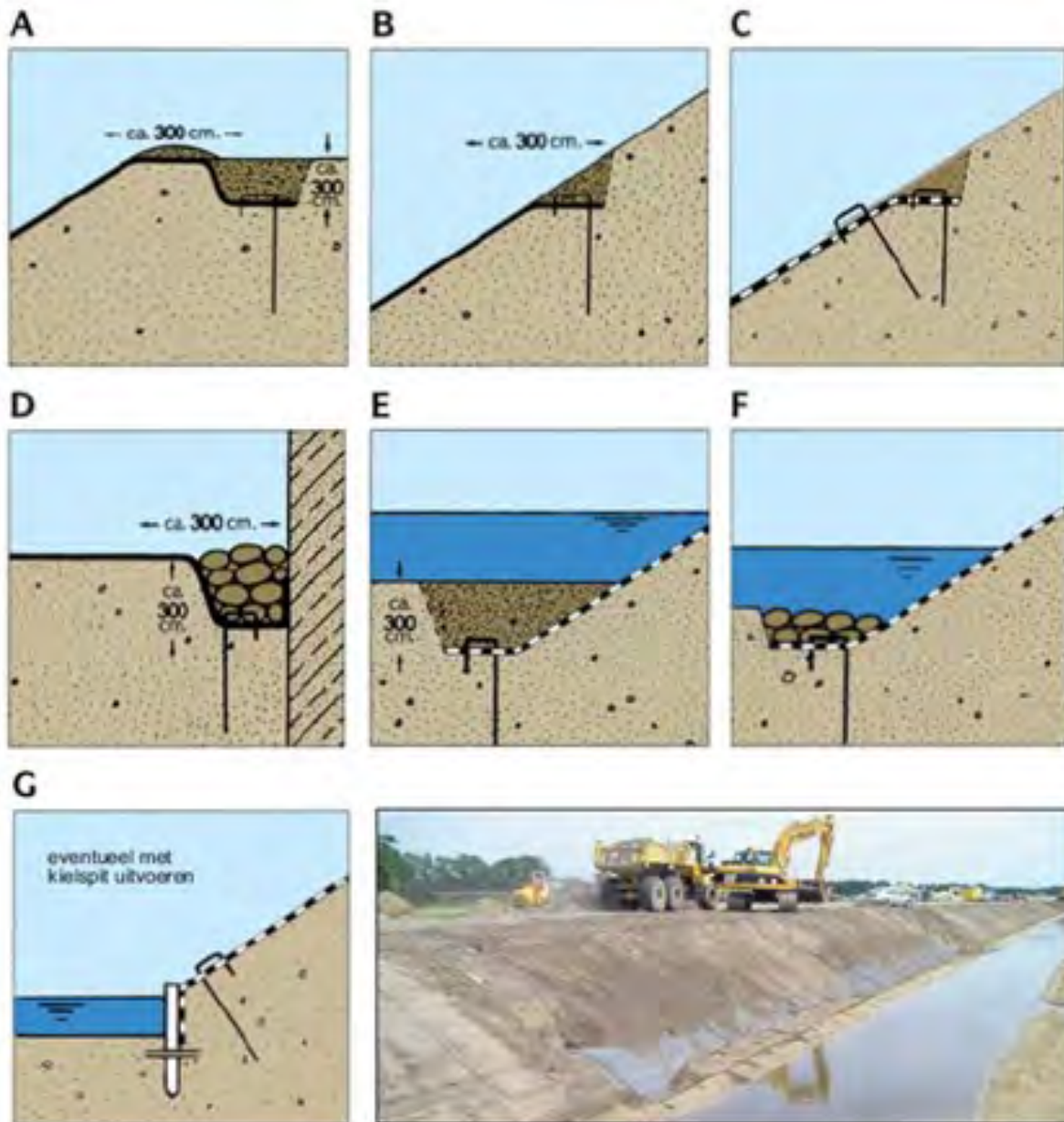
### 10. Enkammat A20 + Enkammat

Bij toepassing van Enkammat A20 boven water, worden de matten op de overgang overlapt en vastgepend. Allereerst wordt Enkammat A20 minimaal 0,50 m boven het waterpeil in het kielspit gepend h.o.h. max. 1,00 m, het kielspit gevuld en verdicht, waarna de open Enkammat hierop wordt aangesloten en vastgepend h.o.h. 0,25 m.





## Principe verankeringsdetails voor Enkammat en Enkammat A20



**Opmerking:**

Alle pennen dienen parallel te lopen aan de randen van de mat om een optimale bevestigingseffectiviteit te bewerkstelligen.

**Clause:**

Alle informatie met betrekking tot dit document is slechts van algemene aard.

De (product)details zijn onderhevig aan verandering zonder kennisgeving. Hoewel er alles aan is gedaan om de nauwkeurigheid en juistheid te waarborgen, dient dit document niet te worden gebruikt voor een specifieke toepassing, zonder dat daar onafhankelijke professioneel onderzoek voor is verricht en de juistheid, geschiktheid en toepasbaarheid is geverifieerd. De gebruiker is verantwoordelijk voor de selectie, het gebruik, de efficiëntie en de geschiktheid van de informatie. Eenieder die gebruik maakt van deze informatie, doet dit op zijn of haar eigen risico. Voor zover toegestaan door de wet, wijst Bonar B.V. of een van haar dochterondernemingen alle aansprakelijkheid af op vergoeding van schade en/of verliezen in verband met, of voortvloeiend uit het gebruik van dit ontwerp, of de onmogelijkheid om de informatie te gebruiken.



### **B.3 Robulon (X = 20 m – 25 m)**



## Robulon PE 1000, the ultimate high strength 3D solution for slope erosion prevention



TenCate Geolon® Robulon PE

### TenCate Geolon® Robulon PE1000: your 3D solution

TenCate Geolon® Robulon PE 1000 is a high strength 3 dimensional loop mat to support soil on steep slopes, preventing erosion. Robulon PE 1000 has the perfect balance between soil particle retention to prevent wash out of soil in the early installation stage, and at the same time being open enough to allow roots of any kind of vegetation to grow through.

The structure of the base layer is fully optimized for penetration of water, and there is no risk that very fine particles build up a silt layer closing the mat reducing its functionality.

### Proven performance

TenCate Geolon® Robulon PE 1000 has a proven performance in any kind of climate, from the extremes of Russia to heat of Africa, keeping soils in place. Projects have been in place for over 15 years.

High tensile strength, a stable structure, UV stability are only a couple of features which ensure durable solutions in erosion control.

To the contrary of many other erosion control products which are always a composite of separate materials with a vulnerable method of connection, TenCate Geolon® Robulon PE 1000 is one single product where base layer and the 3D loops can never be separated. Especially on very long slopes, this feature creates 100% safety against a major slide as no defects are possible inside the product itself.

### Features and Benefits

- ✓ One product → easy to install, no failures possible
- ✓ High strength → suitable for application on long slopes
- ✓ Stable structure → ensures good fixation
- ✓ Soil particle retention → no wash out
- ✓ Open structure → Highly permeable, no risk of silting, ability to establish strong rootzone
- ✓ Wide with of 5 m → efficiency in installation, less joints overlaps
- ✓ Highly UV stable → in case vegetation is not established or harmed and the product is exposed to UV
- ✓ 100% recyclable PP and PE → not hazardous to the environment



1999



2000



2014



## Robulon PE Technical Data

TenCate Geolon® Robulon PE 1000 is a high strength geocomposite for slope erosion control purposes. The product is made of a highly durable combination of PP and PE, and has a 3 dimensional structure for optimum soil retention purposes. The woven base layer, which has a very stable pattern, has openings large enough to allow roots to establish. At the same time the voids are not too large, preventing wash out of fine soil particles in the early stages of installation, before vegetation has reached its optimum situation.



TenCate Geolon® Robulon PE

Characteristics <small>[Standard]</small>	Unit	PE 1000	
<b>Type of product</b>		Geocomposite made of 100% recyclable combination of PP and PE, consisting of a high strength woven base layer featuring inseparable loops for soil, gravel or concrete retention.	
<b>Product Properties</b>			
Mass per unit area <small>[EN ISO 9864]</small>	g/m <sup>2</sup>	510	
Thickness under 2kPa <small>[EN ISO 9863-1]</small>	mm	10	
UV resistance (retained tensile strength) <small>[EN ISO 12224]</small>	%	> 80	
<b>Base Layer Properties</b>			
Tensile strength <small>[EN ISO 10319]</small>	MD*	kN/m	40
	CD*	kN/m	35
Elongation at maximum strength <small>[EN ISO 10319]</small>	MD*	%	30
	CD*	%	20
CBR Puncture Resistance <small>[EN ISO 12236]</small>		kN	3.5
Dynamic Perforation <small>[EN ISO 13433]</small>		mm	12
<b>Forms of supply</b>			
Width	m	5	
Length	m	50	
Roll diameter	m	0.8	
Roll weight (± 10%)	kg	140	

\* MD = Machine Direction CD = Cross Direction

The values given are average values obtained in our laboratories and in testing institutes. The right is reserved to make changes without notice at any time.

**TENCATE GEOSYNTHETICS AUSTRIA Ges.m.b.H.**  
Schachermayerstrasse, 18 - A - 4021 Linz - Austria  
Tél. +43 732 6983 0, Fax +43 732 6983 5353  
service.at@tencate.com, www.tencategeosynthetics.com

BeNeLux  
Central Eastern Europe  
Czech Republic  
France / Africa  
Germany  
Italy  
Near Middle East

Tel. +31 546 544 811  
Tel. +43 732 6983 0  
Tel. +420 2 2425 1843  
Tel. +49 6074 3751 50  
Tel. +39 0362 34 58 11  
Tel. +971 4810 3295

service.nl@tencate.com  
service.at@tencate.com  
service.cz@tencate.com  
service.fr@tencate.com  
service.de@tencate.com  
service.it@tencate.com  
service.nme@tencate.com

Poland  
Romania  
Russia / CIS  
Scandinavia / Baltics  
Spain / Portugal  
UK / Ireland

Tel. +48 12 268 8375  
Tel. +40 21 322 06 08  
Tel. +43 732 6983 0  
Tel. +31 546 544 811  
Tel. +34 607 499 962  
Tel. +44 1952 588 066

service.pl@tencate.com  
service.ro@tencate.com  
service.ru@tencate.com  
geonordic@tencate.com  
service.es@tencate.com  
service.uk@tencate.com



Quality - Environment  
ISO 9001  
ISO 14001  
www.dekra.com

503 060 | 06.2014 V1  
961 416 | DJ - ASD

Protective Fabrics  
Space Composites  
Aerospace Composites  
Advanced Armour

Geosynthetics  
Grass

#### **B.4 Fortrac 3D-60 (X = 25 m – 30 m)**







# Fortrac 3D® – the ideal reinforcement against soil slippage and erosion protection



## Introduction

**Fortrac 3D®** is a further development of the well-known **Fortrac®** geogrid and is introduced as a slope protection material. **Fortrac 3D®** is a flexible, three-dimensional reinforcement grid made from high-tenacity, low-creep polyester with the additional function to protect against soil erosion.

A special polymeric coating provides protection against UV

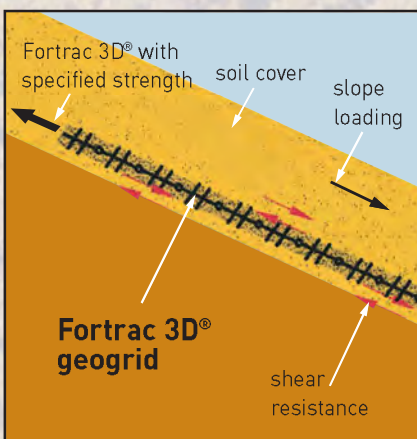
degradation and mechanical damage. Based on known long-term properties **Fortrac 3D®** can be dimensioned for project specific design lives.

## Product types

**Fortrac 3D®** is available in several strengths, offering a comprehensive project range. Information on standard products is given in the table below.

All technical product data presented in data sheets are based on ISO or/and EN standards.

As with all HUESKER products **Fortrac 3D®** can be manufactured as a project-specific material – please discuss it with us!



Fortrac 3D®	30	40	60	90	120
Tensile strength – MD (kN/m)	± 30	± 40	± 60	± 90	± 120
Extension – MD (%)	+ 12.5	+ 12.5	+ 12.5	+ 12.5	+ 12.5
Thickness (mm)	~10	~10	~10	~10	~10
Weight [approx.] (g/m <sup>2</sup> )	~240	~300	~400	~500	~550
Roll size (m x m)	4.5 x 100	4.5 x 100	4.5 x 100	4.5 x 100	4.5 x 100

## Functions

- Reinforcement on the slope (vener stability)
- Erosion protection of the surface layer
- **Reinforcement on the slope**

As a high tenacity geogrid **Fortrac 3D®** provides an ideal reinforcement against soil slippage on the slope. This failure can occur, for example, on highway embankments between the topsoil and the compacted core material or on thin landfill covering, which can be caused by inadequate relief for pore water pressure.

**Fortrac 3D®**, through its structure, improves the soil retention on a vulnerable slip plane surface and its tensile strength carries the loading forces imposed on the anchorage zone. The surface stability of the structure is increased, resulting in a safer and more economical construction method.

- **Erosion protection on the surface**

Due to its distinctive three-dimensional structure **Fortrac 3D®** presents a valuable soil-retention method, which significantly increases erosion resistance. Fine soil particles are contained until such time as the root structure of new vegetation is established. This property is especially relevant when heavy rainfall generates high surface-water movement. **Fortrac 3D®** finds further use, for example, in river bank protection, water retention schemes, canal banks (in combination with bitumen-bound granular material) and hydro-seeding on steep slopes.



1. Unstable soil cover
2. **Fortrac 3D®** installation
3. Completed slope construction
4. Slope after vegetation growth

## Application

With the right design the use of **Fortrac 3D**<sup>®</sup> provides a safer and more economical construction approach, avoiding the problem of subsequent remediation work. Different geometries with various soils and sealing systems have already been designed and built. The flexibility, robustness and simple installation of **Fortrac 3D**<sup>®</sup> ensure a successful end result. The product properties offered by HUESKER are verified by detailed laboratory testing. High frictional values confirm the superior retention property of **Fortrac 3D**<sup>®</sup>.

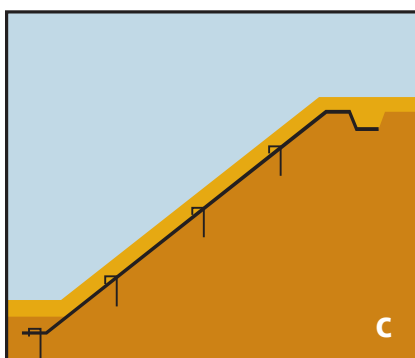
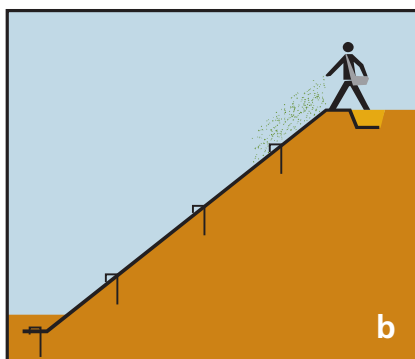
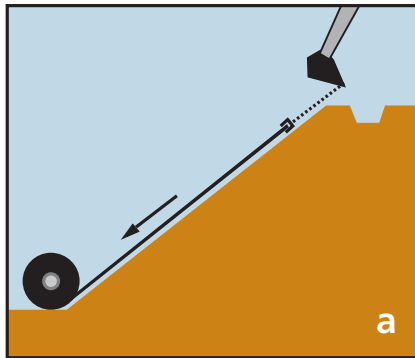
## Design and technical support

Documented and proven design guidelines are available.

The HUESKER team is always available to answer your questions on design or installation.

## Installation

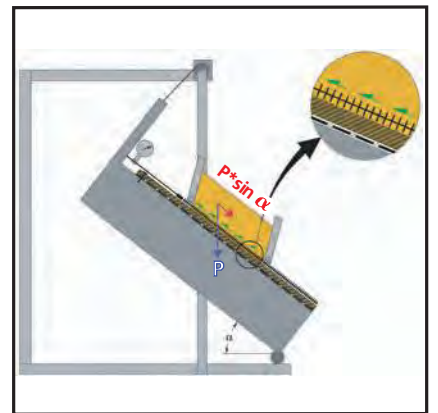
- lay **Fortrac 3D**<sup>®</sup> in the slope direction and cut (a)
- ensure **Fortrac 3D**<sup>®</sup> is lightly tensioned to pull out any folds. In a reinforcement application use a designed anchor trench (b)
- in surface erosion and vegetative cover applications use soil pegs (2 – 3 per m<sup>2</sup>) to hold **Fortrac 3D**<sup>®</sup> securely onto the sub-layer (b)
- complete the toe detail as per the design (b)
- introduce over-seeding onto **Fortrac 3D**<sup>®</sup> (b)
- fill **Fortrac 3D**<sup>®</sup> with soil cover material and complete surface cover (c)



## Property testing

**Fortrac 3D®**'s excellent soil interaction properties have been verified by extensive shear- and pull-out tests. Interaction values greater than 1.0 confirm an ideal bond with commonly used soils and so with **Fortrac 3D®** no new potential slip planes are introduced. The low-creep property throughout the **Fortrac 3D®** family of products is fully verified. Testing also confirms high resistance to installation damage.

**Fortrac 3D®**'s polymeric coating provides high resistance to UV-degradation and protection from any adverse effects in naturally occurring soil conditions.



Examples of the shear and pull-out tests.



# HUESKER

Ideen. Ingenieure. Innovationen.



## HUESKER Synthetic GmbH

Fabrikstraße 13-15 · D-48712 Gescher

Postfach 1262 · D-48705 Gescher

Telefon +49 (0) 25 42/ 7 01-0

Telefax +49 (0) 25 42/ 7 01-499

Internet: <http://www.huesker.com>

E-mail: [info@huesker.de](mailto:info@huesker.de)



## Fortrac<sup>®</sup> 3D-60

# DATA SHEET

### Erosion Control Mat with Grid Reinforcement



#### PRODUCT DATA:

<b>Raw Material</b>	PET
<b>Coating</b>	Polymer
<b>Weight</b> <i>EN ISO 9864</i>	~ 400 g/m <sup>2</sup>
<b>Thickness</b>	~ 10 mm
<b>Ultimate tensile strength</b> <i>EN ISO 10.319</i> longitudinal	≥ 60 kN/m
<b>Strain at nominal tensile strength</b> <i>EN ISO 10.319</i> longitudinal	≤ 12.5 %
<b>Standard dimensions</b>	
Width	4.50 m
Length	100.00 m

# EROSION CONTROL VENEER REINFORCEMENT

No responsibility is accepted for any change in product properties due to environmental influences and / or improper application or handling. Rights are reserved to modify the product to effect improvements.





## **B.5 Grassprotecta (X = 30 m – 35 m)**



# FLEXIBELE GRASVERSTEVIGINGSMATTEN MET ANTI-SLIP PROFIEL

GrassProtecta is een flexibele, hoogwaardige grasverstevigingsmat van duurzaam HDPE, speciaal ontworpen voor de versterking van grasvelden die onderhevig zijn aan slijtage door overbelasting:

- ✓ Ideaal voor permanente of tijdelijke toepassingen
- ✓ Snelle en kostenbesparende installatie in vergelijking met bijvoorbeeld kunststof grasplaten
- ✓ Het is niet noodzakelijk om grond af te graven, of te verwijderen
- ✓ Optimale graswortelbescherming en draagkrachtverbetering dankzij 3-dimensionale structuur
- ✓ Tot 97% verbeterde antislip in vergelijking met standaard recht gelijnde gasmatten

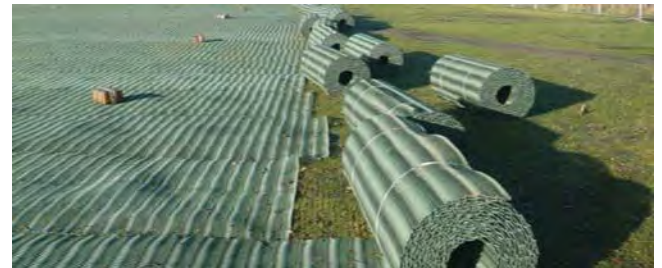


## Werking

GrassProtecta biedt dankzij de gewezen, open structuur een optimale grasbodem. Omdat het gras door de openingen van de mat groeit, verstrengelt de graskern zich met de gewezen matstructuur en wordt een 'onzichtbaar' versterkt grondoppervlak gecreëerd, geschikt voor verkeers-, of intensieve voetgangersbelasting en met aanzienlijk minder kans op schade, spoorvorming en bodemverdichting.

## Installatiegemak en Kostenbesparend

Het product onderscheidt zich verder door het grote installatiegemak, waardoor belangrijke kostenbesparingen zijn te behalen. De installatie is eenvoudig, zonder uitgraafwerkzaamheden; na het kort maaien van het gras, wordt de mat uitgerold en, volgens patroon, aan het grondoppervlak bevestigd met metalen U-pennen. GrassProtecta kan ook worden geïnstalleerd op nieuw aan te leggen terreinen en naar behoefte worden ingezaaid. Zie de uitgebreide installatiehandleiding voor alle details.

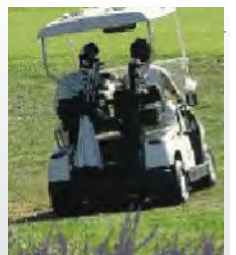


## Toepassingsvoorbeelden

GrassProtecta kan een duurzame, montagevriendelijke en kostenbesparende oplossing bieden voor:

- (Overloop) parkeerplaatsen op grasvelden
- Recreatie- en evenemententerreinen
- Toegangspaden voor gehandicapten
- Landings- en rijbanen voor lichte vliegtuigen
- Grasvelden voor paardensport

- Parkeerplaatsen en opritten op privé terreinen
- Caravan en Boot staanplaatsen
- Paden voor golfbuggy's op golfbanen
- Grasbermversteving
- Etc.....



GrassProtecta tijdens de installatie



Na ca. 1 week begint het gras door de matstructuur te groeien



Na slechts enkele weken is het GrassProtecta 'onzichtbaar'

## Duurzaam alternatief

GrassProtecta is een perfect alternatief voor ondoordringbare verharde oppervlaktes en daar waar een natuurlijke uitstraling de voorkeur geniet. Het kan uitstekend worden toegepast in een duurzaam regenwater-infiltratieplan, waarvoor bij sommige gemeenten zelfs subsidiemogelijkheden bestaan. Het hoogwaardige GrassProtecta wordt vervaardigd uit, gedeeltelijk gerecycleerd en UV-gestabiliseerd HDPE, waardoor een optimale duurzaamheid kan worden gegarandeerd.



## Uitvoeringen en Bevestigingsmaterialen

De flexibele GrassProtecta matten worden standaard geleverd op rollen van 2m x 20m, 1m x 10m, 1.2m x 2m en in twee diktes (Standaard: 11mm en Zwaar: 14mm), afhankelijk van de toepassing. Op aanvraag ook afwijkende lengtematen leverbaar. De flexibele GrassProtecta matten dienen, volgens aanbevolen patroon in de installatiehandleiding, met metalen U-pennen aan de grond te worden verankerd.

Op verzoek zijn tevens gele kunststof markerings-pluggen leverbaar om bijvoorbeeld parkeerhavens te markeren.

## TurfProtecta®

Naast de hierboven beschreven Zwaardere en Standaard versie van GrassProtecta is er voor lichtere grasverstevigings-toepassingen eventueel ook het lichtere TurfProtecta alternatief beschikbaar. TurfProtecta heeft, in tegenstelling tot GrassProtecta, een standaard recht gelijnde gaasmatstructuur en wordt geproduceerd van 100% gerecycleerd, UV-gestabiliseerd, HDPE. TurfProtecta wordt geleverd in de kleur Groen op rollen van 2m x 30m.

Op aanvraag ook afwijkende lengtematen leverbaar.



Toepassing TurfProtecta bij nieuwe aanleg stadspark

## Welk product geschikt voor welke grastoepassing

Voorbeeld toepassing	Max. verkeersbelasting*	Product
Intensief gebruikte parkeerplaatsen, opritten	(Bestel-) auto's, caravans	GrassProtecta - Zwaar
Overloop-parkeerplaatsen (vakken), paden	Auto's, golfbuggy's	GrassProtecta - Standaard
Intensief voetgebruik, landscaping	Lichte voertuigen (incidenteel)	TurfProtecta - Licht

\*N.B.: Bij stabiele ondergrond en met goed werkende drainage. Voor advies op maat, neem contact met ons op!

Artikelnr	Type	Kleur	Dikte	Gewicht	Afmeting	Verpakt per
655876	GrassProtecta - Standaard	Groen	11mm	1,2 kg/m <sup>2</sup>	2m x 20m	Rol
655869	GrassProtecta - Standaard	Groen	11mm	1,2 kg/m <sup>2</sup>	1m x 10m	Rol
655470	GrassProtecta - Zwaar	Groen	14mm	2 kg/m <sup>2</sup>	2m x 20m	Rol
655852	GrassProtecta - Zwaar	Groen	14mm	2 kg/m <sup>2</sup>	1m x 10m	Rol
656170	GrassProtecta - Zwaar	Groen	14mm	2 kg/m <sup>2</sup>	1.2m x 2m	Rol
649967	TurfProtecta - Licht	Groen	3mm	0,66 kg/m <sup>2</sup>	2m x 30m	Rol
641824	U-pen metaal	Grijs	6mm	-	170 x 70mm	50 stk.
655012	Markeringspen kunststof	Geel	-	-	l=140mm	100 stk.
655036	Markeringsring Kunststof	Geel	-	-	Ø 58mm	100 stk.

## PRODUCTSPECIFICATIES EN INSTALLATIEHANDLEIDING

Boddingtons GrassProtecta® is een taai, flexibele en slijtvaste grasverstevigingsmat van duurzaam HDPE. Verkrijgbaar in twee kwaliteiten (Standaard & Zwaar) en wordt geleverd in twee rollen (2m x 20m & 1m x 10m). GrassProtecta® kan effectief worden toegepast op een stabiele ondergrond door het eenvoudig uitrollen en vastzetten van aangrenzende rollengtes met behulp van metalen U-pennen. Na installatie zal het gras door de matstructuur groeien en na verloop van tijd de geschikte maaihoogte bereiken.



Het terrein krijgt snel een natuurlijke uitstraling doordat de grasplanten zich verstrengelen met de gewezen matstructuur, waardoor tevens een permanente bescherming tegen slijtage wordt geboden. Om een sterke verbinding tussen de matstructuur en de graskern mogelijk te maken, kan de installatie het best worden uitgevoerd tijdens het groeiseizoen, hoewel GrassProtecta® desgewenst het hele jaar door kan worden geïnstalleerd.

### INSTALLATIEMETHODEN

#### A. BESTAAND GRASVELD

- De ondergrond moet redelijk vlak, horizontaal, stevig en voldoende drainerend zijn om het verwachte verkeer te kunnen verdragen. Maar het gras kort en vul eventuele kuilen op met ophoogzand. Afvlakken en consolideren. Inzaaien van opgevulde en/of kale plekken naar keuze vóór of na de installatie van de matstructuur. Als alternatief kan men de grasmat plaatselijk verwijderen en het ondiepe gedeelte met ophoogzand opvullen, vervolgens afvlakken, consolideren en de grasmat op het juiste niveau terugplaatsen.
- Voorafgaand aan de definitieve bevestiging van de matstructuur, is het raadzaam om deze uit te rollen en losjes op elke hoek vast te pinnen om zo de matstructuur de gelegenheid te geven zich te ontspannen en zijn natuurlijke vlakheid aan te laten nemen. Na een wachttijd van minimaal 1 uur gaat men over tot de definitieve bevestiging. Verschillen in omgevingstemperatuur zullen invloed hebben op de tijd die nodig is voor de matstructuur, om zich te ontspannen en vlak te gaan liggen.
- Bevestiging U-pennen (50 per zak) - Voor de meest effectieve bevestiging, heeft men voor de installatie van 1 enkele rol minimaal 4 zakken (200 pennen) nodig. Installaties van 2 of meer rollen vereisen een minimum van 3 zakken (150 pennen) per rol, plus 1 extra zak meer dan de totale bestelde hoeveelheid rollen.
- Op alle buitenste randen van de matstructuur dienen pennen geplaatst te worden op max. 300-350mm van elkaar. In het binnengedeelte van de rol worden, in de breedte, op 500mm uit elkaar en in de lengte ten hoogste 750mm onder elkaar, in een diagonaal patroon, 3 gelijke rijen pennen geplaatst. Bij installaties van meerdere rollen dienen de pennen de aansluitende randen te overlappen en zo tegelijkertijd 2 aangrenzende kopse kanten te fixeren. De pennen moeten parallel en binnen de gewezen structuur van de mazen worden geplaatst, zodat ze niet aan de oppervlakte uitsteken (Zie afbeelding "Vastgezet met U-pennen" hiernaast). Probeer om deze reden het plaatsen van pennen over en boven de bovenste streng van de matstructuur te vermijden. Zie de afbeelding "Adviespatroon montage U-pennen" op de achterzijde voor de juiste plaatsing van de U-pennen.
- Plaats de matstructuur, waar gewenst, op het voorbereide oppervlak. Starten vanuit een hoek van de rol en de matstructuur te allen tijde zo strak en recht mogelijk houden. Bevestig met behulp van de metalen U-pennen (300-350mm van elkaar) de eerste zijkant (in de lengte) en ga dan terug naar de start, om vervolgens de kopse kant van de eerste rol op dezelfde manier te fixeren. Bevestig niet beide uiteinden of beide zijkanten in dit stadium. Werk altijd in dezelfde richting langs de lengte van de matstructuur, ten einde de matstructuur strak te houden en ribbels te voorkomen.
- Vervolg geleidelijk, vanuit de als eerste bevestigde hoek, de bevestiging van de U-pennen over de lengte en breedte van de matstructuur. Plaats nog 3 rijen pennen in het midden van de rol zoals getoond in het "Adviespatroon montage U-pennen", (3 rijen op 500mm van elkaar in de breedte, en op 750mm afstand van elkaar in de lengte). Ga hiermee door totdat alle pennen op hun plaats zitten, behalve die aan beide overgebleven uiteinden (lengte en breedte) van de rol.
- Bij 1 rol installaties, bevestig nu de zijkant van de rol (lengte) en tenslotte het roluiteinde (breedte) (afstand U-pennen: 300 - 350mm) om het werk te voltooien.
- Bij installatie van meerdere rollen, positioneer de volgende rol voor bevestiging. Aangrenzende rollen moeten met de kopse kanten tegen elkaar worden bevestigd en mogen elkaar niet overlappen. 1 rij U-pennen zorgt voor de bevestiging van de twee aangrenzende rol-uiteinden. Ga op de werkplek verder met dezelfde hierboven beschreven werkwijze tot alle rollen volledig zijn bevestigd. Vervolg punt 8 z.o.z..

**Disclaimer:** Let op dat de informatie in deze installatiehandleiding slechts wordt gegeven als een leidraad. Fabrikant Boddingtons kan niet aansprakelijk worden gesteld voor schade veroorzaakt door onjuiste installatie van dit product. Definitieve vaststelling van de geschiktheid met betrekking tot informatie of materiaal voor het beoogde gebruik, en de wijze van het gebruik ervan, is de verantwoordelijkheid van de gebruiker zelf en de gebruiker dient alle risico en verantwoordelijkheid in verband daarmee te aanvaarden. O.v.v. eventuele drukfouten.

### TOEPASSINGEN

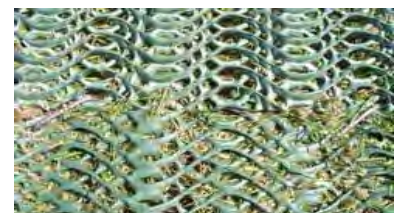
- Toegangswegen en opritte
- Overloop parkeerplaatsen
- Paden voor golf buggy's
- Wandel- en rolstoelpaden
- Toegang caravans/boten
- Taxibaan licht sportvliegtuig
- Hellingstabilisatie
- Incidentele toegang vrachtwagens (afhankelijk van de bodemgesteldheid)



•Uitgerolde matstructuur



•Vastgezet met U-pennen (verdekt)



•2 Matstructuren aan uiteinden gekoppeld met U-pennen

# PRODUCTSPECIFICATIES EN INSTALLATIEHANDLEIDING

## VERVOLG INSTALLATIEMETHODEN

### A. BESTAAND GRASVELD

- Vervolg van punt 8 vorige bladzijde: Extra pennen kunnen nodig zijn afhankelijk van de specifieke locatie en weersomstandigheden en waar nodig als borging van de matstructuur bij eventuele overbruggingen en/of verhoogde plekken. Bij installatie tijdens koude weersomstandigheden is het aan te raden om aangrenzende rollen op ongeveer 1cm van elkaar te fixeren om de thermische uitzetting bij warm weer mogelijk te maken.
- Wanneer u van mening bent, dat de matstructuur vlak is gelegd en goed is gefixeerd, kan het invegen van een zanderige toplaag helpen bij het egaliseren van kleine kuilen/oneffenheden, maar is niet essentieel. Het is niet aan te raden om de matstructuur volledig te bedekken met grond. Een toevoeging van seizoensgebonden kunstmest en irrigatie zal nieuwe grasgroei stimuleren om sneller door de matstructuur te groeien.
- De beste resultaten worden verkregen door een beperking van verkeersbelasting totdat het gras volledig door de mazen van de matstructuur is gegroeid en het gras meerdere malen is gemaaid. Dit proces zal gewoonlijk 6-8 weken duren tijdens het groeiseizoen. Een eerdere ingebruikname zal de kwaliteit van het gras beïnvloeden. Het terrein kan indien noodzakelijk onmiddellijk worden belast, maar de onbegroeide matstructuur zal verminderde slipweerstand bieden bij natte of ijzige omstandigheden en dan wordt een waarschuwende signalering aanbevolen.
- Het maaien kan normaal worden uitgevoerd, maar de messen moeten bij de eerste 3-4 maai beurten hoger afgesteld worden, zodat het gras door de matstructuur kan groeien en zich hier goed mee kan verveven.
- Na de installatie en ingebruikname, kunnen warme weersomstandigheden, door expansie, plaatselijk enkele bobbels in de matstructuur veroorzaken. Deze plekken kunnen naar behoefte worden geborgd met extra U-pennen.

### B. NIEUW AAN TE LEGGEN TERREINEN

- Bij een nieuw ingezaaid oppervlak zal het gras aanzienlijk meer tijd nodig hebben om door de GrassProtecta® matstructuur te groeien. GrassProtecta® kan direct worden geïnstalleerd op een nieuw gelegde graszoden.
- Het terrein moet vrij zijn van puin, redelijk vlak en horizontaal, stevig en voldoende drainerend zijn om het verwachte verkeer te kunnen verdragen.
- Na het zaaibed te hebben voorbereid, kan het gras voor of na de installatie van matstructuur worden ingezaaid. Graszoden kunnen op de normale manier worden geïnstalleerd.
- Ga verder met de voorschriften 2 – 12, zoals beschreven bij "A. BESTAAND GRASVELD".



•Na installatie groeit gras erdoor en maakt matstructuur 'onzichtbaar'

### GRASSPROTECTA®

Adviespatroon montage U-pennen



## GRASSPROTECTA® PRODUCTSPECIFICATIES

NOMINALE AFMETINGEN*	STANDAARD (1.2 kg/m <sup>2</sup> )	ZWAAR (2 kg/m <sup>2</sup> )
Rolbreedte	2m - 1m	2m - 1m
Rollengte	20m - 10m	20m - 10m
Rolgewicht	48kg - 12kg	80kg - 20kg
Gewicht p/m <sup>2</sup>	1,2kg/m <sup>2</sup>	2kg/m <sup>2</sup>
Dikte	11mm	14mm
Maasopening (diamant:ovaal)	verhouding 3 : 1	verhouding 3 : 1

TECHNISCHE KENMERKEN	METHODE	STANDAARD (1.2 kg/m <sup>2</sup> )	ZWAAR (2 kg/m <sup>2</sup> )
Treksterkte	ISO 10319	12kN/m	16kN/m
Uittrekwaarde	ISO 10319	30%	35%
Dikte residu bij 500 kPa	ASTM D1621	45%	60%
Slip risico - PTV waarde	BS7976: 1-3	>40 (lage slip)	>40 (lage slip)

FYSIEKE KENMERKEN	STANDAARD (1.2 kg/m <sup>2</sup> )	ZWAAR (2 kg/m <sup>2</sup> )
Structuur	Golvend geweven	Golvend geweven
Polymeer	HDPE (ca. 20% recycle)	HDPE (ca.20% recycle)
Kleur	Groen	Groen
UV gestabiliseerd	Ja	Ja

\* Fabricagetoleranties (max. +/-) van de lengte/breedte op de afmetingen van dit product: Lengte +50 cm. Breedte + 5cm/-2cm.



•Metalen U-pennen en kunststof pluggen voor evt. markering parkeervakken

PRODUCT	U-PEN	PLUG GEEL	RING GEEL
Materiaal	Staal	Kunststof	Kunststof
Afmeting	170x70 x Ø6mm	140mm lang	Ø 58mm
Verpakking	50 st/zak	100 st/zak	100 st/zak

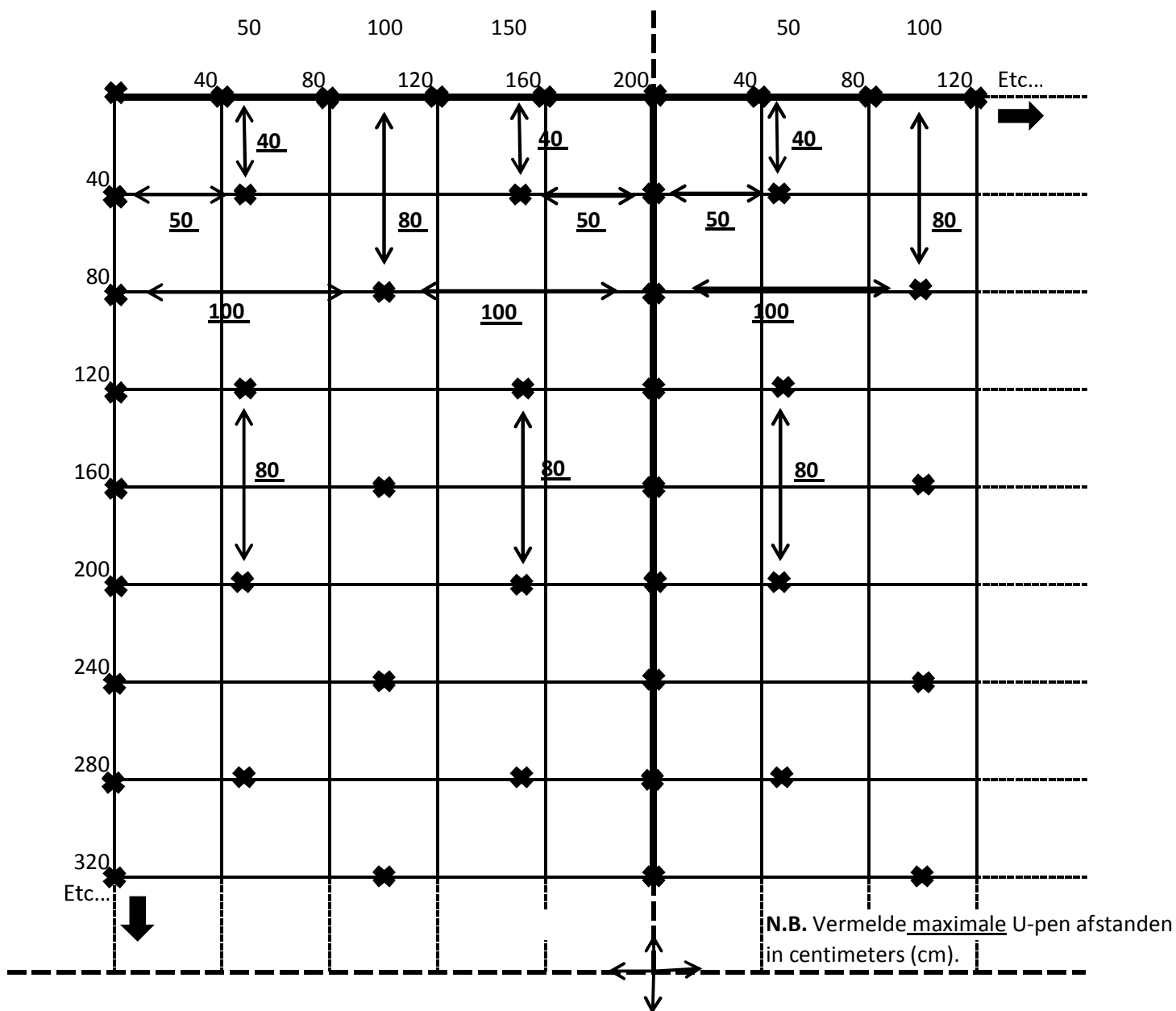
**Notities:** Wanneer er sprake is van slappe en/of drassige grond, moet deze worden verbeterd, voorafgaand aan de plaatsing van GrassProtecta®. Voor incidenteel gebruik door vrachtwagens, kan een extra bodemversteving (bijv. puinkorrelaag) worden vereist.

Neem voor passend advies over geschiktheid voor specifieke toepassingen contact met ons op.

GrassProtecta® kan, indien het nat is, glad worden (voordat het gras een kans heeft gehad om erdoor te groeien). Wij adviseren daarom om alle nieuw geïnstalleerde matstructuren tijdelijk af te zetten en m.b.v. signalering te wijzen op mogelijk slipgevaar.

**GRASSPROTECTA MAT 1 (AFMETINGEN 2 x 20M)**

**MAT 2 (AFMETINGEN 2 x 20M)**



**N.B.** Aangrenzende uiteinden (lengte + breedte) van 2 matten met 1 overlappende U-pen aan elkaar koppelen. Afhankelijk van de omgevingstemperatuur ca. 0,5 - 1 cm afstand tussen de matten aanhouden t.b.v. uitzetting.

**Aanvullend montage-advies**

Voordat begonnen wordt met het bevestigen van de U-pennen, eerst alle te bevestigen matten uitrollen en op de hoeken tijdelijk vastzetten, zodat ze de mogelijkheid hebben om 'uit te zakken'. Afhankelijk van de omgevingstemperatuur kan dan na ca. 1-2 uur met de montage van de eerste mat worden begonnen.

Starten met het monteren van de U-pennen vanuit 1 hoek en hierna 1 en dezelfde kant op werken om eventuele bobbel te voorkomen (conform principe tapijt leggen).

Als hulpmiddel voor de juiste lengte-afstanden tussen de U-pennen kan voor de buitenkanten van de rollen ca. 1 'schoenmaat' worden aangehouden en voor de 3 binnenrijen ca. 2 schoenmaten (m.u.v. de eerste U-pennen in de 4 hoeken van de rol; 1 schoenmaat).

Met name bij de montage van GrassProtecta op nieuw ingezaaide grasvelden, adviseren wij om na de montage het gemonteerde oppervlak na te rollen met een graswals.

Voor aanvullende informatie verwijzen wij u graag naar de GrassProtecta installatiehandleiding, of kunt u contact opnemen met Paavo International (importeur).



## Project Montfoort, ca. 900m<sup>2</sup> GrassProtecta® grasverstevigingsmatten, mei 2012



Start aanleg "overloopparkerplaats" met toegangspad. GrassProtecta rollen op pallets en inzaai.



GrassProtecta Zwaar gemonteerd op toegangs- en middenpad, Standaard versie op parkeervakken.



Start grasdoorgroei na ca. 1 maand en 2 maanden.



## Project Diemberbos, 3500m<sup>2</sup> GrassProtecta® grasverstevigingsmatten, juli 2012



Start aanleg 1e gedeelte: "overloopparkerplaats" met middenpad in 'grasbeton' t.b.v. brandweer.



Aanvang en vervolgens volledige doorgroei gras na ca. 2 maanden



Start aanleg 2e gedeelte: "parkeer- en recreatieheuvel" op reeds ontkiemd gras.



## **B.6 Mycorrhiza (X = 35 – 40 m)**



## BIOSYM-ENDO PRODUCTBLAD

**BIOSYM-ENDO** is een visculair-arbusculaire (VA)-Mycorrhiza (Endo-Mycorrhiza) gebonden aan gebroken kleikorrels als drager. Deze biologische wortelstimulator vormt miljoenen kleine viskels en arbuskels. Dit zijn opslagmedia voor water en voedingsstoffen. Door de hyphen (schimmeldraden) wordt het worteloppervlak tot wel 700 % vergroot.

**BIOSYM-ENDO** is een puur biologisch product. De schimmelsporen garanderen voor 80 % van de bomen, struiken, heesters en grassen een betere beworteling. Door de drager zijn ze gemakkelijk te verwerken, zoals bij het planten of verplanten van bomen en struiken en bij de aanleg van gazons. Ook in bestaande situaties is de Mycorrhiza aan te brengen door middel van injecteren of door toevoeging bij graszaad in doorzaaimachines.



### TOEPASSING

**BIOSYM-ENDO gebruiken bij:** 80% van alle planten en bomen, rozenteelt, landbouw, fruitteelt, wijnbouw, groenteteelt, bloemeteelt, gazon.

**NIET** gebruiken bij: Abies (Spar), Acacia, Allocasuarina, Betula (Berk), Carpinus, Carya, Cedrus (Ceder), Fagus (Beuk), Juniperus (Jeneverbes), Larix, Nothofagus, Ostrya (Hopbeuk), Picea, Pinus (Den), Pseudotsuga (Douglasspar), Pseudolarix, Quercus (Eik), hiervoor **BIOSYM-ECTO** gebruiken.

**NIET** gebruiken bij: zuurminnende planten

### VOORDELEN

- Een verbeterde groei bij planten onder ongunstige omstandigheden.
- Betere opname van plantenvoeding, waardoor 25 % minder bijgemest hoeft worden.
- Grotere resistentie tegen ziektes en dergelijke.
- Mogelijkheid tot recultivering van vervuilde en vernielde gronden.
- Beter bestand tegen stress-situaties zoals: droogte, hoge temperatuur, koude, te natte voet, verkeerde pH-waarden, zout en zware mineralen.
- Versnelde vegetatieve- en generatieve ontwikkeling.
- Groeistimulans meer bloemen en vruchten en langere bloei. Meer biomassa.
- Stekken wortelen beter.
- Snellere verstregeling van de wortels en daardoor nauwelijks erosie van taluds.
- Bij verplanten van heesters en bomen, minder uitval, snellere aangroei en betere kluitvorming.



Links: gras zonder BIOSYM-ENDO mycorrhiza, wortellengte na 3 maanden 15 cm, 3 x voorgeschreven hoeveelheid graszaad.  
Midden: gras met BIOSYM-ENDO mycorrhiza, wortellengte na 5 maanden 25 cm, 1 x voorgeschreven hoeveelheid graszaad.  
Rechts: gras met BIOSYM-ENDO mycorrhiza, wortellengte na 3 maanden 20 cm, 1 x voorgeschreven hoeveelheid graszaad

### DOSERING

Bomen: 1 liter voor 2 bomen < 10 cm stamomvang  
1 liter voor 1 boom 10-25 cm stamomvang

Coniferen: 150-500 ml per plant  
Vaste planten en bosplantsoen: 20-50 ml per plant  
Rozen: 50-100 ml per plant  
Gazon: 1 liter per 20m<sup>2</sup>  
Dijken: 1 liter per 10m<sup>2</sup>

### AANBEVELINGEN VOOR HET GEBRUIK

BIOSYM-ENDO aanbrengen bij het onderste 1/3 deel van de wortels, onder gazonplaggen en bij het zaaien.

Mycorrhiza is een wortelstimulator en geen meststof en bevat levende schimmelsporen.

Het is ongevaarlijk voor mens, dier en milieu.

Droog en koel bewaren.



## GEGEVENS

Gewicht: 450 kg/m<sup>3</sup>  
Vochtgehalte: max. 15% v/v  
Sporendichtheid (MPN): 140/cm<sup>3</sup> (140.000/liter)  
Opslag: Bij koele opslag max. **30°C**, is het product 3 jaar houdbaar, beschermen tegen vocht en zonlicht  
Bodem: PH waarde 4-5 optimaal, tot 7 tolereerbaar, boven 7 is de ontwikkeling langzamer.  
Fosfaat: Opneembaar fosfaat in de grond/potgrond beneden 4 mg/kg, boven 4 mg is de ontwikkeling langzamer.



Grasdoorgroeioproef met geotex weefsel. 20 cm grond boven op het weefsel en 20 cm zand en grond onder het weefsel. Na ruim 2 maanden (67 dagen) zeer sterke cohesie met ondergrond door glomaline. Wortellengte onder weefsel 20 cm.



Grasooogst in de woestijn van Qatar door toevoeging van endo-mycorrhiza

## MYCORRHIZASPOREN

De voorkomende VA-Mycorrhiza schimmelsporen zijn: Glomus intraradices, Glomus etunicatum, Glomus mosseae, Glomus geosporum, Glomus clarum.



## BioSym B.V.

Zirkoonstraat 15 - 7554 TT HENGELO - Nederland  
www.biosym.eu - info@biosym.eu - +31743491925



## Endo-Mycorrhiza en Glomaline

### Endo-Mycorrhiza

Wat de Endo-Mycorrhiza (de endotrophe vesikulatre-arbusculaire (VA)-mycorrhiza) zo bijzonder maakt is dat deze, naast een veel diepere beworteling van 45-50 cm in 2 tot 3 maand, al direct een diepere verkleving door Glomaline in de dijken plaatsvindt. Dit geschiedt door de afscheiding uit de schimmeldraden (hyphen), die een kilometers lang netwerk vormen. Het is volgens Dr. E. Tschirner, milieuadviseur bij UBT in Köthen, Duitsland, bekend dat de schimmeldraden 1,5 tot 2 meter diep hun wortelstelsel uitbreiden en dat bij voldoende zuurstof dit zich kan uitbreiden, waarbij ze de kleideeltjes verkleven tot aggregaten. Zo wordt er op nieuw aangelegde dijken of bij verbeteringen snel een dichte grasmat gevormd in 4-5 maanden.

### Wat is Glomaline

Glomaline is een bodemeiwit, dat werkt als een superlijm. Zoals Bussink, van Schol, van der Draai & van Riemsdijk (2008) in hun rapport op blz. 6-7-14-15-16-18-21-22-31-34 uit de doeken hebben gedaan, blijkt dat Endo-Mycorrhiza en Glomaline van groot belang zijn voor zowel de landbouw als ook voor de versteviging van dijken.

Velen zien oppervlakkig geen verschil tussen behandelde en onbehandelde dijkgedeelten. De bewortelingsdiepte is gelijk, maar bij microscopisch onderzoek kan worden aangetoond dat, bij de behandelde dijkgedeelten zich visikels (blaasjes waar water en voeding in worden opgeslagen) en arbuskels (hyphen), gevormd hebben. Vanuit de arbuskels vormen zich de schimmeldraden die Glomaline produceren.

De medewerker van Arcadis die verantwoordelijk is voor de dijken gaf aan dat een dijk na 5 jaar voltooid is. Wij denken dit in 2 tot 3 jaar met onze BIOSYM-ENDO-MYCORRHIZA te kunnen bereiken. Een ander waterschap gaf aan in 1,5 jaar een goede grasmat te hebben. Maar zoals we reeds aangegeven hebben moet dit in 4 tot 5 maand te bereiken zijn.

**Bron;** Bussink, D.W., van Schol, L., van der Draai, H. & van Riemsdijk, W.H. (2008).

*Rapport 01150-Beter waterbeheer en kwaliteitsmanagement begint op de akker.* NMI i.s.m. WUR Wageningen.





## **B.7 Grassmaster (X = 40 – 45 m)**



# GrassMaster Infra

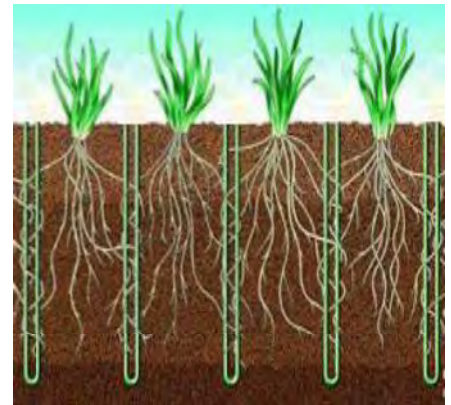
For over 25 years, Desso GrassMaster has been successfully applied to reinforce sports fields. Now, the product has been modified for the usage on other grass-covered areas as well.

## Target applications:

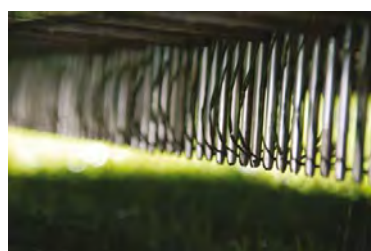
- Water barriers such as dykes
- Walking paths
- Car parking

## Key benefits:

- Can be installed on existing grass-covered surfaces
- Increase erosion resistance of grass-covered surfaces
  - Stability increase of the soil
  - Retention increase of the grass roots
  - Does not limit vertical root development of the grass
- Drainage capability increase



Property	Value
Material	PP/PE Copolymer
Yarn type	Extruded monofilament
Yarn length	430 mm
Yarn shape after injection	“U”
Color	Green
Number of filaments in yarn	6
Filament thickness	120 µm
Filament width	1200 µm
Yarn injection depth	220 mm
Protruding yarn length above surface	0 mm
Yarn injection grid	Square, 20 x 20 mm
Number of yarns per m <sup>2</sup>	2500
Total yarn weight per m <sup>2</sup>	750 gr





**B.8 RONA<sup>®</sup>ton (X = 60 – 65 m)**



## Vergelijkend onderzoek zetstenen voor dijken

Om de stabiliteit bij golfaanval van een aantal moderne types steenzettingen vast te stellen is in 2014 en 2015 het "Vergelijkend onderzoek zetstenen voor dijken" uitgevoerd. Dit onderzoek is door een groot aantal partijen (zie inzet) aan Deltares opgedragen en Altena Infra-materialen heeft ook deelgenomen aan dit onderzoek met **RONA®Ton**.

Doordat de onderzochte zetstenen ontworpen voor toepassing op primaire waterkeringen in Nederland, verschillen in vorm, hebben ze ieder hun eigen specifieke kwaliteiten. Ze bieden bijvoorbeeld extra stabiliteit of remming van de golfloop. Er was echter nog te weinig kennis over hun unieke eigenschappen om de stenen optimaal te kunnen benutten en te vergelijken.

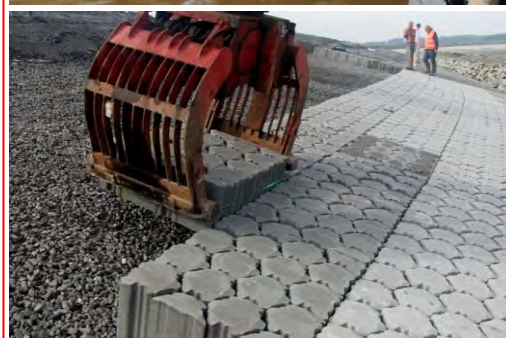
In de nabije toekomst wil Rijkswaterstaat het mogelijk maken om het onderscheid tussen de typen steenzettingen tot uiting te laten komen in het rekenmodel Steentoets. Daarvoor wordt voor elk type steenzetting de **stabiliteitsfactor  $f_{stab}$**  geïntroduceerd. Deze stabiliteitsfactor is afhankelijk van de prestaties bij zware golfaanval in het onderzoek ten opzichte van de verwachtingen op grond van berekeningen met Steentoets (met  **$f_{stab} = 1$** ).

Naarmate de steenzetting beter presteert ten opzichte van de standaard berekende constructie in Steentoets, krijgt de zetsteen een hogere stabiliteitsfactor toebedeeld. Die stabiliteitsfactor wordt vervolgens gebruikt om het resultaat van Steentoets, de benodigde toplaagdikte, aan te passen, zodat de hiermee berekende stabiliteit beter overeenkomt met de gemeten stabiliteit. Bij de bepaling van de stabiliteitsfactor reeds rekening is gehouden met een veiligheidsmarge.

## Resultaat van het onderzoek \*)

Het onderzoek aan **RONA®Ton** is in juli 2014 uitgevoerd en op basis van deze proeven is de stabiliteitsfactor  **$f_{stab}$  voor RONA®Ton vastgesteld op: 1,21**.

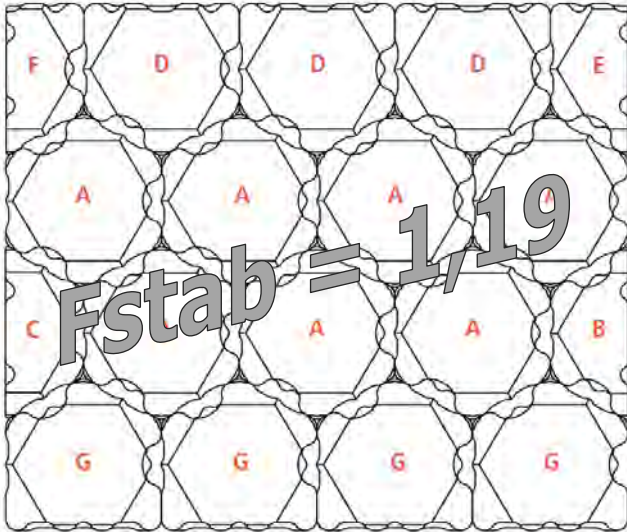
\*) Het (concept)rapport van Deltares over RONA®Ton is op te vragen via [info@altena-groep.nl](mailto:info@altena-groep.nl)



De opdrachtgevers van het "Vergelijkend onderzoek zetstenen voor dijken" zijn:

- Rijkswaterstaat WVL, namens het Projectbureau Zeeweringen;
- het Project Afsluitdijk
- het Corporate innovatieprogramma van RWS
- de drie noordelijke waterschappen (Wetterskip Fryslân, Waterschap Noorderzijlvest en Waterschap Hunze en Aa's, in het kader van een projectoverstijgende verkenning van HWBP)
- meerdere marktpartijen, waaronder Altena Infra-materialen.

## Vervolg Onderzoeksinfo RONA<sup>®</sup>Ton



### Rekenvoorbeeld

Bij de aanleg van de glooiing op de dijk bij Wilhelminapolder (zie foto) is de toplaag van de zeevering in Steentoets uitgerekend op 40 cm. Als de stabiliteitsfactor er toen al was geweest, dan had RONA<sup>®</sup>ton, met  $f_{stab} = 1,19$ , aangebracht kunnen worden met een dikte van 33 cm (bij een gelijk soortelijk gewicht van de beton).

De voordelen:

- Lager gewicht van de steenzetting
- Geringere milieubelasting (MKI/EMVI scores)
- Minder transportbewegingen

### Uitvoering van het onderzoek

Tijdens onderzoek zijn de **RONA<sup>®</sup>Ton** zuilen beproefd in de Deltagoot van Deltares in een schaal van 1:2. De onderzochte steenzetting had een toplaagdikte van circa 14,5 cm. Onder de **RONA<sup>®</sup>Ton** was een filterlaag aangebracht van steenslag met daaronder geotextiel. De steenzetting is beproefd met drie proevenseries. De eerste twee series bestonden uit korte duurproeven.

Per serie met korte duurproeven werd de brekerparameter gelijk gehouden. De eerste serie werd uitgevoerd met een kleine golfsteilheid (lange golven), de tweede serie met een grote golfsteilheid (korte golven). De golfhoogte is na elke proef (circa 1.000 golven) verhoogd totdat schade optrad, of totdat de maximaal op te wekken golfhoogte was bereikt.

Tijdens de derde serie is een lange duurproef uitgevoerd. Deze proef, met gelijkblijvende golfcondities, is voortgezet totdat schade ontstond.

Voor de Deltagoot proeven is gebruikgemaakt van machinale **RONA<sup>®</sup>Ton** pakketten, zie figuur hiernaast. Elk machinaal pakket bestaat uit 18 zuilen van 7 verschillende typen. Deze pakketten hebben in werkelijkheid een oppervlakte van 1,0 x 1,2 m<sup>2</sup> en kunnen machinaal geplaatst worden. In de Deltagoot zijn de verschaalde pakketten, met een oppervlakte van circa 0,5 x 0,6 m<sup>2</sup>, handmatig in het juiste patroon geplaatst.



**ALTENA**  
INFRA-MATERIALEN

Adres: Bovenweg 13 8084PB 't Harde / Postbus 91 8084ZH 't Harde  
Telefoon: 0525 – 653935 / Email: [info@altena-groep.nl](mailto:info@altena-groep.nl) / [www.altena-groep.nl](http://www.altena-groep.nl)  
Altena Infra-materialen is een handelsnaam van Altena Civiele Techniek B.V.



# RONA<sup>®</sup>ton<sup>+</sup>



**ALTENA**  
INFRA MATERIALEN

**Sublieme stabiliteit en dijkveiligheid**  
**Eenvoudige verwerking**  
**Overall uniek inklemmingsmechanisme**  
**Duurzame dimensionering (dunner)**  
**Minder onderhoud**



De Altena-Groep is als organisatie actief op het gebied van advisering, levering van diensten en producten in de gehele bouwbranche.

Bijzonder veel aandacht wordt hierbij besteed aan het milieu, waarbij milieuvriendelijke en duurzame oplossingen steeds de aandacht krijgen die ze verdienen.



## TECHNISCHE SPECIFICATIE

### Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup>

Zuilhoogte	Lagenmaat in cm.	Oppervlakte per laag	Aantal zuilen per laag	Open ruimte na uitlevering	Gewicht per m <sup>2</sup> .
15 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 320 kg.
20 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 427 kg.
25 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 534 kg.
30 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 641 kg.
35 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 748 kg.
40 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 854 kg.
45 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 961 kg.
50 cm.	ca. 120x100	ca. 1,20 m <sup>2</sup>	18 st.	ca 13 %	ca. 1068 kg.

<b>Beton</b>	Standaard 2400 kg/m <sup>3</sup> Afwijkende gewichten op aanvraag. Milieu ontlastende grondstoffen op aanvraag.
<b>Deklagen</b>	Standaard deklaag grijze beton. Eco-deklaag op aanvraag. Kleur-deklaag op aanvraag.

- Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> voldoet aan de geldende BRL en de eisen zoals gesteld door Rijkswaterstaat voor betonzuilen. Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> is KOMO gecertificeerd.
- Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> is met succes getest in de Deltagoot van Deltares (testrapport op aanvraag beschikbaar).
- Verwerkingsvoorschriften op aanvraag beschikbaar.

## Inleiding

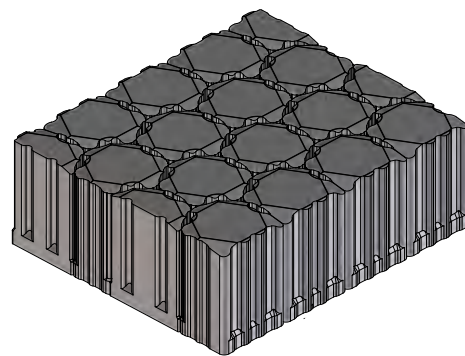
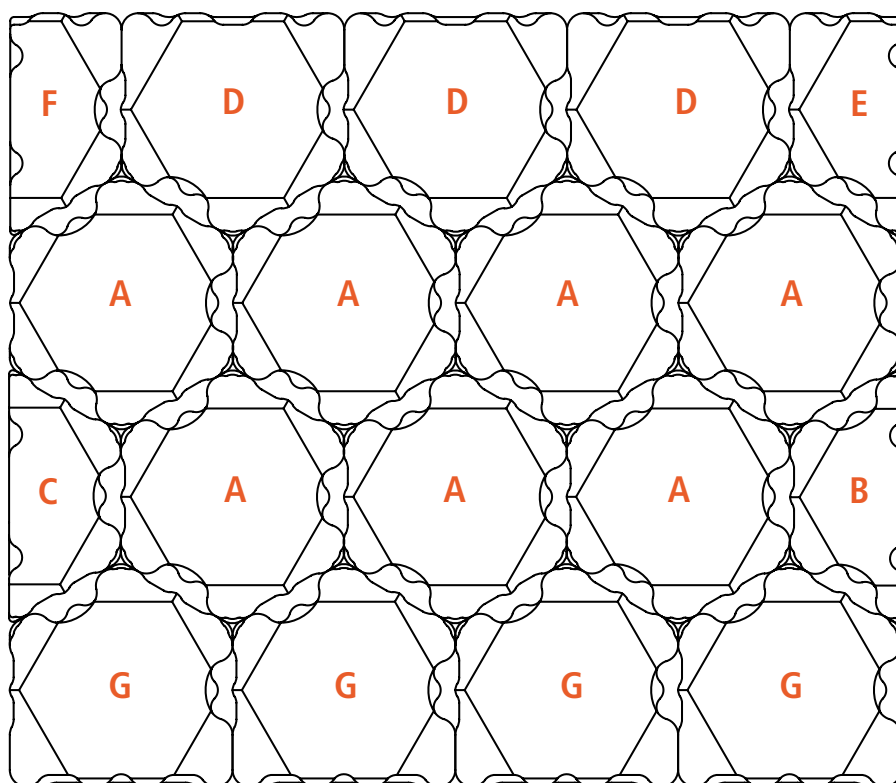
Veilige dijken zijn in ons land natuurlijk van onschatbare waarde. Bij de watersnoodramp van 1953 zijn dijken bezweken doordat dichte steenzettingen op ondoorlatende kleibekledingen waren aangebracht.

Voor dijken waarop golfaanvallen plaats vinden worden nu sinds lange tijd open glooiingsconstructies toegepast die op een waterdoorlatende filterlaag zijn aangebracht. Vele testen hebben de meerwaarde van deze constructies zowel in het laboratorium als in de praktijk overduidelijk aangetoond. Bij deze constructies is het van groot belang om de aard van de filterconstructie en de aard van de steenzetting optimaal op elkaar af te stemmen. Er dient een juiste balans te zijn tussen o.a. golfploop, waterdoorlatenheid van het filter, de openheid van de steenzetting en de maximale spleetbreedte in de steenbekleding. Een gelijkmatige inklemming van de steenzetting zorgt voor extra stabiliteit, zeker wanneer opbolling van de steenzetting wordt voorkomen. Door het voorkomen van opbolling wordt het transport van filtermateriaal verminderd.

## Unieke vormgeving Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup>

De unieke vormgeving van Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> geeft uiting aan die gewenste balans. De vorm van de individuele zuilen, de honingraatzetting van de zuilen in het machinale pakket en de randafwerking van dit pakket zorgen samen met het inwassplit voor een ultieme gelijkmatige klemming van de zuilen. De vorm van de hoekoplossingen van de zuilen en de randafwerking van de pakketten houden het inwassplit vast en

## Samenstelling laag Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> van het machinaal te verwerken pakket.



Laag bestaat uit 18 zuilen met 7 verschillende typen.

### Samenstelling laag

<b>A</b>	standaard zuilen	7 stuks
<b>B</b>	paszuil Rechts	1 stuk
<b>C</b>	paszuil Links	1 stuk
<b>D</b>	bovenzuilen	3 stuks
<b>E</b>	Boven hoekzuil R	1 stuk
<b>F</b>	Boven hoekzuil L	1 stuk
<b>G</b>	Onderzuilen zuilen	4 stuks

zorgen er zo voor dat het split op de zuilhoeken nauwelijks uitspoelt. Hierdoor blijft de inklemming verzekerd en kan de glooiing nauwelijks opbollen en transport van filtermateriaal voorkomen. Zelfs een iets onnauwkeurige verwerking heeft hierop nauwelijks invloed. Deze werking wordt door de proeven in de Deltagoot bevestigd (rapport Deltares, juni 2010). Door de unieke vormgeving van Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> kan een zeer grote stabiliteit van glooiingconstructie bereikt worden.

## Toepassingen

De Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> is veelzijdig toepasbaar als zware en zeer zware glooiingsconstructie, bodem- en talusbekleding en als dijkbekleding.

Voor de hand liggende toepassingen zijn te vinden in:

- zeeweringen
- rivierdijken
- overlaatconstructies
- stuwdammen
- strekdammen
- kribkoppen
- havenkades

Minder voor de hand liggend, maar zeer effectief is de toepassing voor:

- rammelstroken
- verkeersremmende maatregelen
- trapconstructies
- geluidswallen
- taluds nabij en onder kunstwerken

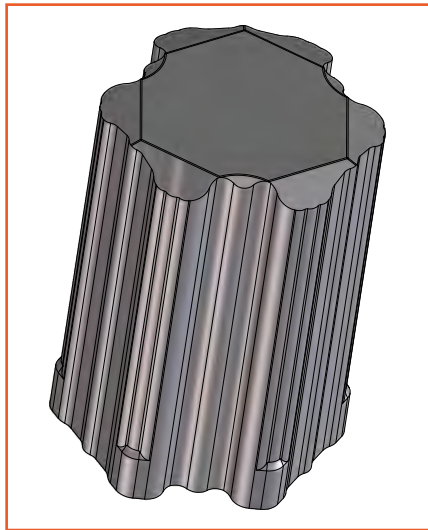
## Verwerking

De Rona<sup>®</sup>ton<sup>+</sup> wordt in machinale pakketten aangevoerd en kunnen per laag machinaal

worden verwerkt. De vorm van het zuilenpakket maakt het gebruik van pallets overbodig (op verzoek kan levering op pallets wel). De machinale pakketten worden eenvoudig met een standaard sorteerklem verwerkt. De bijzondere buitenrandafwerking van de machinale pakketten zorgt ervoor dat bochten probleemloos kunnen worden aangelegd zonder dat de inklemming van de zuilen verslechtert.

## Ontwerp/advies

Voor de dimensionering van de glooiingsconstructie kunnen wij u de berekeningen aanleveren die afgestemd zijn op de geldende ontwerpcriteria. Met name bij D&C projecten en bij projecten met een EMVI score kan dit leiden tot zeer gunstige prijs/kwaliteit verhoudingen.



## Voordelen

### 1. Veilig door grote stabiliteit, die wordt verkregen door:

- grote gelijkmatige inklemming door interlocking
- voorkomen van gewelfvorming
- gelijkmatig verdeelde wateruittreding
- verminderde splituitspoeling in hoekverankeringen
- geen stabiliteitsverlies door uitvoeringstoleranties (ten gevolge van honingraat)
- geen stabiliteitsverlies door malslijtage
- stabiele overgangsconstructies
- gecontroleerd bezwijkmechanisme

### 2. Goede verwerkbaarheid

- grote machinaal te verwerken pakketten
- stabiliteit in pakketten, waardoor pallets overbodig zijn
- modulaire bochtensets
- rechte begin- en eindsets

### 3. Lage onderhoudskosten

- minder splitverlies uit hoekverankeringen
- splitverlies uit ontwateringsgaten minder belangrijk voor stabiliteit en dus minder onderhoudsgevoelig

### 4. Milieuaspecten

- betonbesparing of extra veiligheid door optimale dimensionering
- besparing inwasmateriaal
- toepassing CO2 binders mogelijk
- geen pallets nodig

# CRITERIA VOOR DUURZAME INKOOP:

Voldoet aan cradle to cradle.

Volledig gescheiden  
te demonteren.

Geheel recyclebaar.

Gewichtsbesparend of grotere  
veiligheid

Snelle verwerking.

Minder onderhoud.



Uitgebreide informatie, verwerkings-  
voorschriften en referenties op aanvraag.

Bovenweg 13, 8084 PB 't Harde  
Tel. 0525-653935 / Fax: 0525-651837  
info@altena-groep.nl  
www.altena-groep.nl

Filiaal Zwijndrecht  
Kilweg 13-15, 3336 LL Zwijndrecht  
Tel.nr. 078-6103157 / Fax.nr 078-6103117

Filiaal Zwaag  
de Factorij 59, 1689 AK Zwaag  
Tel.nr. 022-9269213



## **B.9 Grasbetontegel (X = 65 – 70 m)**



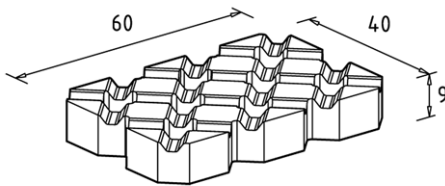


## Productblad

### Grastegels 60x40x9

Waar verharding en natuur elkaar moeten ondersteunen, bieden grastegels een prima oplossing. Ze beschermen de ondergrond tegen erosie, en vormen een goede waterdoorlatende verharding. Door begroeiing met gras wordt het natuurlijk aanzicht behouden.

Grastegels 60x40x9, met groeven worden toegepast voor verhardingen die belast worden door voetgangers en incidenteel licht verkeer of voor taludbekleding.



Afmeting in cm (l x b x h)	60x40x9
Aantal per m <sup>2</sup>	4.16
Aantal stuks per laag	4
Aantal stuks per pakket	40
Gewicht in kg per stuk	35
Gewicht in kg per pakket	1400
Keurmerken	CE BENOR

Voor sommige projecten kan het interessant zijn de grastegels direct in het werk te laten plaatsen door de kraan van onze vrachtwagen. (Afhankelijk van bereikbaarheid en te leggen vlakken.)

Onze betonproducten worden vervaardigd met natuurlijke grondstoffen. Afwijkingen in afmeting, gewicht en kleur zijn ondanks geavanceerde producttechnieken mogelijk.

Onder bepaalde klimatologische omstandigheden kan kalkuitbloei aan de oppervlakte van betonproducten optreden. De kwaliteit van het product wordt hierdoor in geen enkel opzicht beïnvloed. Door regen en verweer verdwijnt genoemde uitbloei na verloop van tijd. Deze kalkuitslag is derhalve geen grond voor weigering van de producten of vermindering van de koopprijs.





## **B.10 Plastic Raster**



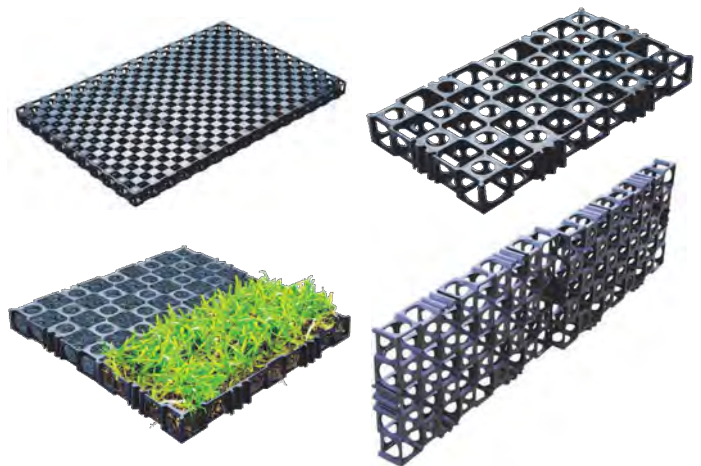


# Drainage en rijplaten

Grote oppervlakten zoals parkeerplaatsen, wegen en sportvelden kunnen eenvoudig afgekoppeld worden met behulp van Drainageplaten. Hiervoor dient de ondergrond voorzien te worden van een waterdichte folie of een waterdoorlatend geotextiel. Hierop worden de drainageplaten gelegd. Een waterdicht folie heeft als functie dat het (regen)water via de drainageplaten naar een opvangbuffer wordt geleid. Het waterdichte folie zorgt er tevens voor dat het grondwater niet omhoog komt. Met een waterdoorlatend geotextiel infiltreert het regenwater in de bodem over de gehele oppervlakte. Overtollig water wordt zijdelings in horizontale richting afgevoerd. Eventueel opkomend grondwater wordt ook zijdelings afgevoerd. De oppervlakte erboven verkeert dus altijd in een optimale hydrologische staat.

De platen worden naast elkaar gelegd en aan elkaar verbonden met een speciale clickverbinding. Zo ontstaat een grote oppervlakte uit één stuk.

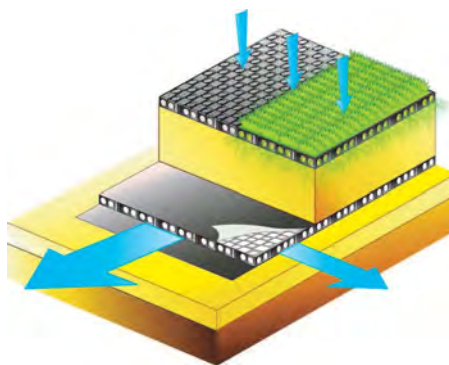
Per vierkante meter kunnen de platen  $\pm$  240 liter per minuut afvoeren.



De platen kunnen belast worden met een gewicht van ca. 100 ton/m<sup>2</sup>. Ruim voldoende voor zwaar verkeer. De gehele oppervlakte van drainageplaten kan worden aangesloten op een afvoer die het overtollige regenwater afvoert.

De drainageplaten zijn opgebouwd uit verspringende vierkantjes. De bodem van de vierkantjes zijn komvormig waardoor er water in achterblijft. Per vierkante meter oppervlakte blijft ca. 76 liter water achter in de platen. Dit zorgt voor een optimale luchtvochtigheid en ondergrondse condensvorming. Gras en beplanting heeft hierdoor minder snel beregening nodig in een droge periode. De combinatie van zuurstof en vocht zorgt voor een ideale klimaat voor vegetatie. De wortels bevinden zich in een bodem met een optimale vochtigheidsgraad.

In combinatie met waterdicht folie is de horizontale drainerende werking ideaal voor recycling en beregening van water op kunstgrasvelden.



Artikelnr	Artikel	Aantal per pallet	Afmetingen L x B x H (mm)
86140	Eco panel 30 mm	316	405 x 607
86145	Eco plaat 52 mm	368	260 x 480



**GEOPEX PRODUCTS (EUROPE) B.V.**

Postbus 20  
2830 AA GOUDERAK  
Middelblok 164  
2831 BR GOUDERAK

Tel. 0182 377 327  
Fax 0182 377 329  
E-mail [info@geopex.com](mailto:info@geopex.com)  
Internet [www.geopex.com](http://www.geopex.com)

## **Atlantis 52mm FLO-CELL drainage cell**

*Het unieke Atlantis FLO-CELL systeem is 's werelds meest praktische en effectieve drainage systeem*



### **Voordelen**

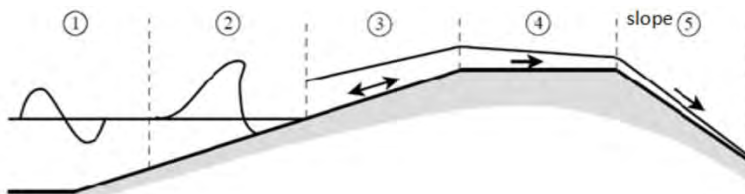
- *Voert op efficiënt wijze overtollig water af, met behoud van een optimaal vochtgehalte - ideaal voor de bevordering van plantgroei in bijvoorbeeld plantenbakken en daktuinen.*
- *vermindert tegelijkertijd wateroverlast in stedelijk gebied en spaart waterbronnen*
- *De doorlatende modules kunnen zowel horizontaal als vertikaal worden toegepast en zijn goed aanpasbaar aan de gestelde projecteisen*
- *Snellere installatie dan de traditionele drainage systemen*
- *ontworpen om te worden gebruikt in zware toepassingen zoals wegen en spoorwegen door middel van drainagekritische toepassingen zoals bloembakken en daktuinen*
- *de FLO-CELL is vervaardigd uit gerecycleerd, slijtvast polypropyleen en is resistent tegen chemische en bacteriële invloeden en zal hierdoor voor langere tijd zijn functie kunnen uitvoeren.*
- *ideaal voor toepassing in sportvelden, civiele werken, keermuren, bio-filtratie, grondwater opslag etc.*



Artikel No: 86145  
Afmeting: (W)260mm (L)480mm (H)52mm  
Debiet: 266 L/min @ 1% gradiënt  
Doordrukkracht: 148 t/m<sup>2</sup>  
Kleur: Zwart

## C Beschrijving simulatoren en Deltagoot

Om de overgangen te testen op golfoploop, golfoverslag en golfklapbelasting (zie Figuur C.1) zijn er drie verschillende simulatoren beschikbaar: de golfoploopsimulator, de golfoverslagsimulator en de golfklapgenerator. Daarnaast is het ook mogelijk om de drie processen te simuleren in een grootschalige golfgoot zoals de Deltares Deltagoot. Een impressie van de drie simulatoren en de Deltagoot is weergegeven in Figuur C.2 en Figuur C.3.



Figuur C.1 Schematische weergave van golfklap (2), golfoploop (3) en golfoverslag (5) (bron: Schüttrumpf, 2001)



Figuur C.2 Impressie van golfklapgenerator (links) en Deltagoot (rechts)



Figuur C.3 Impressie van golfploopsimulator (links) en golfoverslagsimulator (rechts)

### C.1 Golfklappgenerator

De golfklappgenerator is ontwikkeld in het kader van WTI2017 teneinde de grasbekleding van het buitentalud van rivierdijken op golfklapbelasting te kunnen testen. De machine kan tot op zekere hoogte een onregelmatig golfveld in situ nabootsen met een significante golfhoogte van 0,6 m a 0,7 m en een golfsteilheid van  $s_{op} \approx 0,04 - 0,05$ . Typische 'zeegolven' (met bijvoorbeeld een significante golfhoogte van  $H_s = 2$  m) kunnen niet worden gereproduceerd. De machine reproduceert ongeveer de zwaarste 1/3 van de klappen welke in werkelijkheid optreden. De machine is gevalideerd op twee manieren. Enerzijds zijn er proeven uitgevoerd op een steenzetting voorzien van druksensoren. De gemeten drukken zijn vergeleken met bestaande kennis over golfklappen. De machine is vervolgens zodanig aangepast dat de drukverdelingen tijdens de klap zo goed mogelijk overeenkomen met werkelijke golfklappen. Tevens is de erosie van grasbekledingen als gevolg van het belasten met de golfklappgenerator vergeleken met erosie als gevolg van belastingen in de Deltagoot van Deltares. De ontwikkeling en validatie van de golfklappgenerator is beschreven in Van Steeg et al (2014a, b). De golfklappgenerator is op veertien testsecties (vier locaties) toegepast. Negen van deze testsecties bestonden uit overgangen. Deze proeven zijn beschreven in Van Steeg et al (2015).

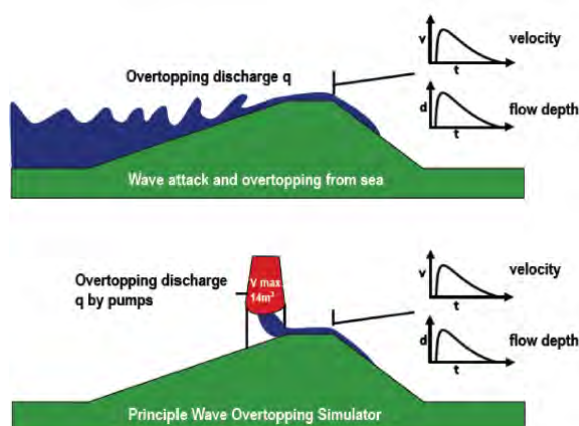
De golfklappgenerator heeft een breedte (evenwijdig aan de as van de dijk) van 2 m en wordt gepositioneerd op de locatie waar de golfklap plaats dient te vinden.

### C.2 Golfoverslagsimulator

Het idee van de golfoverslagsimulator is in 2001 openbaar gemaakt. De machine kan zowel 'zeegolven' (typische waarde:  $H_s = 2,0$  m) als 'riviergolven' (typische waarde:  $H_s = 0,5$  a  $1,0$  m) simuleren. De golfoverslagsimulator kan doorgaans zeegolven reproduceren met een gemiddeld overslagdebiet tot  $q = 75$  l/s/m.

Kenmerkende parameters welke worden gesimuleerd zijn de laagdikte en de frontsnelheden van de overslaande golftong. Dit is schematisch weergegeven in Figuur C.4.

De golfoverslagsimulator is sinds 2007 al op tientallen locaties ingezet. Dit is onder andere gedaan in het kader van het ComCoast project maar ook in het kader van Sterkte en Belastingen Waterkeringen (SBW) en WTI2017. Het ontwerp van de golfoverslagsimulator is beschreven in Van der Meer et al (2006).



Figuur C.4 Principe van de golfoverslagsimulator (bron: Infram, 2008)

De golfoverslagsimulator heeft een breedte (evenwijdig aan de as van de dijk) van 4,0 m en wordt op de kruin van de dijk geplaatst.

### C.3 Golfploopsimulator

De golfploopsimulator is voor het eerst getest in 2012. Achtergrondinformatie over de ontwikkeling van de golfoverslagsimulator is beschreven in Van der Meer et al (2012) en Deltares (2015). Gesimuleerde parameters zijn de golfploophoogte en de frontsnelheden van de oplopende tong. Een pilottest is uitgevoerd op locatie 'Tholen' waar de golfoverslagsimulator als golfploopsimulator is toegepast. Calibratietesten zijn uitgevoerd nabij de ketelhaven (Flevoland). Tevens zijn aanvullende proeven uitgevoerd nabij de Zeelandbrug (Noord Beveland).

Bij de golfploopsimulator belast iedere golfplooptong in wezen de grasbekleding twee keer; bij de golfploop en bij de golfneerloop. Hier dient bij een theoretische benadering (bijvoorbeeld de cumulatieve overbelastingsbenadering) rekening mee te worden gehouden.

De golfploopsimulator heeft een breedte (evenwijdig aan de as van de dijk) van 2,0 m en wordt nabij de teen van de dijk geplaatst.

### C.4 Deltagoot

De Deltagoot van Deltares is een golfgoot waarin natuurlijke zee-, meer-, en riviergolven op ware grootte kunnen worden gesimuleerd. De Deltagoot heeft een lengte van 300 m, een breedte van 5 m en een diepte van 9,5 m. De maximale significante golfhoogte (een statistische maat om een onregelmatig golfveld te beschrijven) is gelijk aan  $H_{m0} = 2,2$  m. De huidige Deltagoot (locatie Delft) is in 2015 in gebruik genomen. Echter, er is ruim 30 jaar ervaring met het gebruik van de zogenaamde 'oude' Deltagoot (lengte van 230 m, locatie Marknesse). In deze goot zijn in het verleden vele experimenten met grasdijken uitgevoerd (o.a. in 2007, 2010 en 2013). Grasbekledingen welke in de Deltagoot worden getest komen van werkelijk bestaande dijken. Hiertoe is een methodiek ontwikkeld waarbij grasblokken van 2,0 m x 2,0 m x 0,9 m worden 'gestoken' met behulp van een stalen bak. Vervolgens worden de gestoken stalen bakken met gras en klei naar de Deltagoot getransporteerd alwaar een dijk wordt opgebouwd. Een impressie is weergegeven in Figuur C.5. Meer informatie over het testen van grasbekledingen in de Deltagoot is beschreven in Smith et al (1994), Wolters et al (2011) en Van Steeg et al (2014b).



*Figuur C.5 Steken van blokken op een dijk (boven), plaatsen van de blokken in de Deltagoot (linksonder). Het uiteindelijke resultaat (rechtsonder)*



## D Onderbouwing keuze locatie

(Onderstaande tekst is integraal overgenomen Van Steeg (2015b)).

### D.1 Inleiding

Ten behoeve van het onderzoeken naar oplossingsrichtingen met betrekking tot overgangen in grasbekledingen wordt beoogd om in de nabije toekomst verschillende oplossingsrichtingen te bouwen. Vervolgens kunnen deze worden gemonitord (o.a. groei gras) en kunnen deze optioneel in een latere fase tevens worden getest met bijvoorbeeld de golfploopsimulator, de golfklapgenerator, de golfoverslagsimulator of de Deltagoot.

Deze memo geeft de globale uitgangspunten en randvoorwaarden met betrekking tot de pilotlocatie. Tevens wordt aangegeven welke pilotlocaties zijn overwogen en wordt een voorstel gedaan waar de pilot uitgevoerd kan worden.

Om de testen uit te kunnen voeren is een dijk nodig waarin de testopstellingen kunnen worden aangelegd. Aan deze dijk zijn een aantal eisen gesteld. De belangrijkste eisen zijn:

#### Logistieke eisen

- er dient voldoende (zoet) water beschikbaar te zijn;
- afvoer van water dient goed mogelijk te zijn;
- de dijk dient goed toegankelijk te zijn (ook voor diepladers en telescoopkranen);
- de proefsectie dient zowel gebruikt te kunnen worden door de golfploop-, de golfoverslag-, en de golfklapgenerator;
- de hoeveelheid overlast voor de omgeving kan tot een minimum worden beperkt;
- er is veel ruimte beschikbaar zodat een relatief grote hoeveelheid overgangen kan worden aangelegd;
- De dijk wordt voor meerdere jaren beschikbaar gesteld.

#### Inhoudelijke eisen

- De dijk heeft een teen die zodanig is aangelegd dat deze ook getest kan worden;
  - De teen bestaat uit gras of kan als zodanig worden aangepast
- De dijk is relatief hoog zodat er een grote belasting (hoge snelheden) kunnen worden aangebracht. Dit is volgens het predictierapport noodzakelijk (Van Steeg, 2015c).
- De grasmat dient een relatief goede kwaliteit te hebben zodat de dummy sectie van de testopstelling niet eerder bezwijkt dan de testopstelling zelf (met nieuw aangebracht gras).

#### Overige eisen

- De beheerder van de dijk (doorgaans een waterschap) staat welwillend tegenover het onderzoek;

### D.2 Mogelijke pilotlocaties

In het verleden zijn al vele proeven uitgevoerd met de verschillende simulatoren. Deze zijn onder andere uitgevoerd op de volgende locaties:

(de benaming is gekozen zoals deze zijn weergegeven in de verschillende onderzoeksrapporten)

- Delfzijl
- Boonweg
- St. Philipsland
- Kattendijke
- Afsluitdijk
- Vechtdijk
- Tielrode
- Tholen
- Nijmegen
- Millingen
- Noord Beveland
- Harculo
- Olst

In het verleden is veel moeite gestoken om deze locaties te vinden. Er is daarom besloten om de focus voornamelijk op deze locaties te houden en hier een keuze uit te maken. Wel is naast de hierboven genoemde locaties nog overwogen om de pilotlocatie op dijken van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) uit te voeren. Echter, de beoogde dijken van het HHNK hadden enkele grote nadelen (weinig ruimte, slecht toegang tot water) en zijn daarom niet verder uitgezocht.

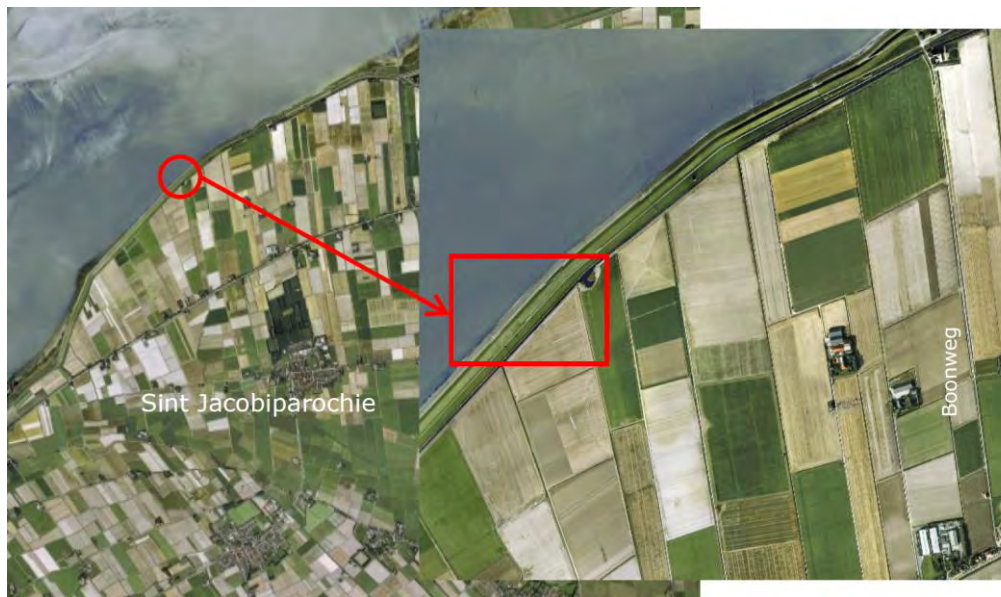
De bovengenoemde locaties zijn telefonisch besproken met Jan Bakker (Infram) wie bij vrijwel alle uitgevoerde proeven de leiding had over de logistieke uitvoeringsaspecten van de verschillende projecten. Uit dit telefonisch interview bleek een duidelijke voorkeur voor de locatie 'Boonweg'. Bij de andere locaties waren er veelal 1 of meerdere logistieke bezwaren waardoor de uitvoer van eventuele testen tot significant hogere kosten zullen leiden. Om deze reden is de locatie Boonweg nader beschouwd.

### D.3 Locatie Boonweg

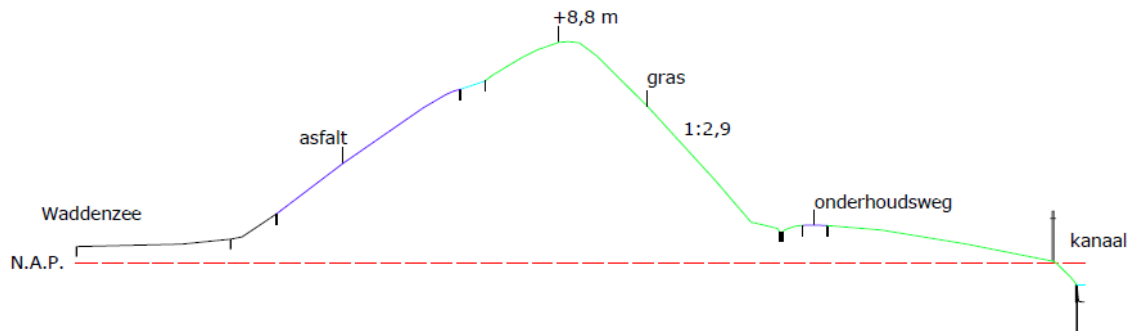
De onderstaande informatie is grotendeels overgenomen uit Infram (2008). De informatie is aangevuld op basis van een telefonisch overleg tussen dhr. P. van Steeg (Deltares) en dhr. J. Bakker (Infram) en op basis van een veldbezoek aan de locatie Boonweg d.d. 13 november 2015. Bij dit veldbezoek waren de volgende personen aanwezig: dhr. O. van Dijk, dhr. B. Visser, dhr. M. Dorst (Wetterskip), dhr. J. Bakker (Infram) en dhr. P. van Steeg (Deltares)

De locatie 'Boonweg' is het binnentalud van de Waddenzeedijk nabij Sint Jacobiparochie. Deze dijk heeft een kern van zand en is afgedekt met een kleilaag. Volgens het ontwerp van de dijk is deze laag op het binnentalud circa 0,6 m dik. Echter, volgens onderzoek uitgevoerd in 2008 is de dikte van de kleilaag erg variabel (de kleilaagdikten welke destijds gemeten waren varieerden tussen 0,38 m en 0,9 m. De erosiebestendigheid van de klei is slecht (c3). Het binnentalud heeft een helling van 1:2.9 en een lengte van ongeveer 27 m.

Op deze locatie wordt al meer dan 22 jaar een proef gehouden met vier verschillende vakken. Voor elk van de vakken (breedte van 50 m) is een ander beheertype toegepast. In 2008 zijn verschillende proeven met de golfoverslagsimulator op deze proefvakken uitgevoerd. Direct naast deze proefvakken zijn honderden meters dijk beschikbaar welke nagenoeg dezelfde eigenschappen hebben (geometrie, oriëntatie t.o.v. van de zon, beheer, klei en graskwaliteit).



Figuur D.1 Locatie 'Boonweg'



Figuur D.2 Dwarsprofiel locatie Boonweg



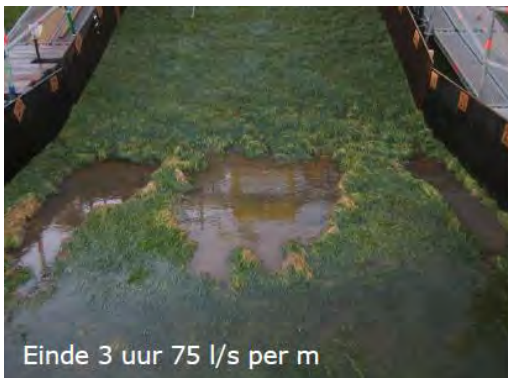
Figuur D.3 Impressie proefopstelling met golfoverslagsimulator op locatie Boonweg in 2008

De locatie Boonweg heeft de volgende voordelen:

- De dijkbeheerder (Wetterskip Fryslân) heeft aangegeven welwillend te staan tegenover het onderzoek;
- Er wordt aan alle logistieke eisen voldaan;
- Er wordt aan de inhoudelijke eisen voldaan. Met betrekking tot de proeven aan de teen dient een aanpassing plaats te vinden (verwijderen klinkers).

De locatie Boonweg heeft de volgende aandachtspunten:

- Er is door de dijkbeheerder aangegeven dat er bij voorkeur pas wordt begonnen met bouwen na het stormseizoen (1 april 2016). Overigens wordt dit nadeel bij alle primaire waterkeringen verwacht. Dit nadeel is echter beperkt omdat er nog tijd nodig is om de detailontwerpen van de proefopstellingen te maken en eventueel marktpartijen te benaderen;
- Bij de teen liggen er klinkers onder de grasmat. In 2008 bleek deze teen een relatief zwakke plek te zijn (zie impressiefoto's hieronder). Indien de teen in de stromingszone ligt zal hier tijdens een test een maatregel genomen moeten worden om te voorkomen dat de teen eerder erodeert dan de testsectie zelf. Dit kan naar verwachting zeer eenvoudig (bijvoorbeeld afdekken met een geotextiel). Indien de teen zelf de testsectie is dan dienen eerst de klinkers te worden verwijderd en zal er opnieuw klei en gras (en een oplossingsrichting) aangebracht dienen te worden.



Figuur D.4 klinkers aan de teen van de dijk vlak onder de grasmat

## D.4 Conclusie

De locatie Boonweg lijkt zeer geschikt te zijn voor het bouwen, monitoren en eventueel testen van overgangen in grasbekledingen. Er zijn enkele aandachtspunten (zoals de klinkers bij de teen) maar de verwachting is dat deze geen onoverkomelijke problemen op zullen leveren. Er wordt daarom aanbevolen om het bouwen van de beoogde pilotsecties verder uit te werken voor deze locatie.