

# Bodem- en Oeverbescherming met GC's Pilotproject "Taludbescherming"



Een ITC samenwerkingsproject met het oogmerk GC's te valideren voor  
Bodem- en Oeverbescherming

Deelnemende partijen:

Rijkswaterstaat Innovatie Test Centrum  
TU Delft Civiele Techniek  
Boskalis BV  
Havenbedrijf van Rotterdam  
Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam  
Witteveen + Bos  
TNO  
Anome Projects

## Inhoudsopgave

1	Samenvatting	3
2	Achtergrond	4
3	Opzet van het project	5
4	Resultaten en Conclusies	
	4.1 Quick Scan	6
	4.2 Bureaustudie	6
	4.3 Schaaltesten	7
	4.4 Het pilotproject	8
	4.4.1 Aanleg	8
	4.4.2 Drie maands evaluatie	9
	4.4.3 Eén jaar evaluatie	11
	4.4.4 Overbelasting 1	12
	4.4.5 Overbelasting 2	13
5	Slotconclusies	14
6	Credits	15

## 1 Samenvatting

Met een mat van GC's wordt waterstroming geremd en zand vastgehouden. Dit biedt allerlei mogelijkheden voor de waterbouw.

In deze proef zijn eerst schaaltesten in laboratoriumomstandigheden verricht waarmee aannemelijk gemaakt werd dat een talud beschermd kan worden tegen erosie van de ondergrond door golfslag door middel van een afdekking van GC's. Zowel de technische als de financiële haalbaarheid is bekeken en als positief beoordeeld.

In een daarop volgende grotere proef (pilotproject) is een testvak op de maasvlakte gebouwd en voor ruim een jaar gemonitord. Inderdaad houdt een GC mat op de vooroever (1:6 talud) zand vast, en dat gehele pakket beschermt de daaronder liggende laag tegen erosie, met resultaten die vergelijkbaar zijn met een traditionele bestorting van 40-60 Kg stortsteen.

Tenslotte zijn de grenzen verkend. In 2 experimenten is de mat zeer zwaar belast om te onderzoeken tot welke condities deze stabiel is. Deze stabiliteitsgrenzen blijken ver weg te liggen, en verrassend goed in lijn te zijn met voorspellingen uit de schaaltesten.

Samengevat kan gesteld worden dat de GC voor bodem- en oeverbescherming een interessante innovatie is. Een talud kan beschermd worden tegen erosie. We zijn nu redelijk in staat aan te geven wat voor soort mat met welke GC's nodig is bij bepaalde condities. Indien cradle-to-cradle biocomposieten gebruikt worden ontstaat een duurzame oplossing.

Daarop voortbouwend lijkt het erop dat dit experiment nu al een waaier van verdere toepassingen opent. In biodegradeerbare varianten kunnen tijdelijke constructies gebouwd worden, bijvoorbeeld om jonge aanplant op gang te helpen in een omgeving met stroming of begrazing ("Bshore"). Ook in de vorm van vooroeverdam (kunstrif) liggen kansen, waarbij lessen uit dit experiment waardevol zijn.

Wij zien dit ITC project als een goed voorbeeld van hoe in samenwerkingsverbanden Rijkswaterstaat, kennisinstituten en bedrijfsleven gezamenlijk onderzoek en experimenten kunnen verrichten, op een uiterst aangename en constructieve manier, tot voordeel van allen!

Juni 2011, Anome Projects, Lieuwe Boskma

## 2 Achtergrond

Dit is een "koepelverslag". In feite voegt het geen nieuwe informatie toe aan de bevindingen uit de diverse deelverslagen, maar het bundelt de hoofdlijnen van aanpak en de conclusies. De deelverslagen zijn opgesomd en apart verkrijgbaar bij dit verslag. Daarnaast is er nog een grote hoeveelheid beeldmateriaal (foto's en video's) beschikbaar voor alle deelnemers.

Beschikbare literatuur (Voor deelrapporten: info@anome.nl)

1. Resultaten Schaalproeven
2. Studie financiële haalbaarheid
3. Verslag aanleg Pilotproject Maasvlakte
4. Evaluatie 2 maanden
5. Evaluatie 6 maanden
6. Evaluatie 12 maanden
7. Overbelasting 1 (TNO)
8. Overbelasting 2

De geschiedenis van dit project begint in 2006. In een snelle test, uitgevoerd bij de TU Delft blijkt dat een pakket "haken" verrassende hydraulische effecten heeft. Daarop is een samenwerkingsverband getekend tussen het Innovatie Test Centrum van Rijkswaterstaat en Anome, voor aanpak en financiering van proeven. Een begeleidingsgroep wordt gevormd, met vertegenwoordigingen van de TU Delft, Havenbedrijf Rotterdam, Ingenieursbureau Gemeente Rotterdam, Boskalis, Rijkswaterstaat en Anome. In 2 series schaalproeven zijn metingen verricht aan de technische haalbaarheid van diverse talud- en bodembeschermingen en aan "kunstmatige riffen". Parallel hieraan is door het ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam een studie verricht naar de financiële haalbaarheid van GC constructies, vooral naar de kosten van GC matten op talud in vergelijking met gebruikelijke filterconstructies met 40-60kg stortsteen.

Resultaten uit de haalbaarheidsstudies vormden een overtuigende aanleiding om een groter pilotproject op te zetten. Er is gekozen voor taludbescherming, deels onder en deels boven water, op de oever van de Yangtzehaven op de eerste Maasvlakte in Rotterdam. Er zijn grotere (30 cm) GC's geproduceerd gebaseerd op de lessen uit de schaalproeven. In augustus en september 2009 is ca 600 m<sup>2</sup> aangelegd. Vanaf dit moment voegde Witteveen+Bos zich bij de groep, en zij hebben geholpen bij aanleg en bovendien aansluitend gedurende ca 1 jaar detailmonitoring uitgevoerd.

Deze mat heeft inderdaad het talud beschermd tegen erosie, en ze heeft goed stand gehouden tegen de condities die optraden tgv wind- en scheepsgolven, stromingen, storm en 2 winters ijsvorming. Om de grenzen van stabiliteit te verkennen en te vergelijken met de oorspronkelijke schaaltesten is in maart 2011 een overbelastingsproef uitgevoerd, waarbij de monitoring is uitgevoerd door TNO. Dit leverde veel inzicht op in bewegingen in de mat, maar we hadden de stabiliteitsgrens nog niet bereikt. Daarom is in mei 2011 een laatste experiment uitgevoerd, waarbij zeer zware golven uiteindelijk wat schade aan de mat wisten toe te brengen, overigens zonder dat deze zijn functionaliteit verloor.

Hiermee is de validatie van een GC mat voor bodem- oeverbescherming afgerond. Het opruimen van de mat hopen we nog te kunnen uitvoeren als een onderzoek naar cradle-to-cradle herwinmogelijkheden, maar dat valt buiten de scope van dit pilotproject.

### 3 Opzet van het project

Er is gekozen voor een simpele fasering:

- 1 Quick scan om te kijken of onderzoek kansrijk is
- 2 Bureaustudie naar technische en financiële haalbaarheid
- 3 Schaaltesten
- 4 Pilotproject

Tussen deze fases hadden we een go/no-go punt, waarbij de begeleidingsgroep de "go" moest geven. In een samenwerkingsverband met Rijkswaterstaat ITC is een financieringsplan gemaakt.

#### 3.1 Schaaltesten en GC karakteristieken

Er is gekozen voor een cradle-to-cradle herbruikbaar biocomposiet, gebaseerd op polypropyleen, hennepvezel en bariet.

In schaaltesten bij de TU Delft is gevarieerd met stijfheid, soortelijk gewicht, laagdikte en bestortingen, terwijl we de GC maatvoering constant hielden. Experimenten zijn gedaan in stroomgoten en in golfslaggoten. Op grond van deze schaaltesten is voor de pilot gekozen voor een soortelijk gewicht van ca 1,8 gr/cm<sup>3</sup> en een matdikte van ca 2.5 ribbes. En er is op grond van golfkarakteristieken in de haven in vergelijking met wat we bereikten in schaaltesten uitgegaan van een schaalfactor van ca 6, en gekozen van een GC ribbe van ca 30 cm

#### 3.2 Een zinkstuk als hulpmiddel

Om het aanbrengen van de GC mat in het pilotproject hanteerbaar te maken is gebruik gemaakt van een zinkstuk, bestaande uit een stuk geotextiel met daarop een wiepenrooster. Dit maakte het mogelijk e.e.a. op de oever op te bouwen en daarna in te slepen. Er is gekozen voor een dichtheid van 45 GC's per m<sup>2</sup>, en een oppervlak van ruim 600 m<sup>2</sup>. Het rapport "Verslag aanleg" beschrijft details. Bouw van het zinkstuk en inslepen is gedaan door Boskalis BV.



*Opbouwen GC mat op zinkstuk*



*Inslepen, waarna afzinken*

#### 3.3 Evaluaties

In de beginperiode is de mat wekelijks bekeken, vaak door een TU studente onder aansturing van Witteveen+Bos. Er zijn rapporten opgemaakt na 1 week, 2 maanden, 6 maanden en 1 jaar. Resultaten grosso modo "uitstekend".

Aansluitend zijn 2 overbelastingsproeven met scheepsgolven uitgevoerd om de stabiliteitsgrenzen te verkennen. Ook hiervan zijn 2 rapporten met details beschikbaar.

## 4 Resultaten en conclusies

Dit hoofdstuk vat per fase de belangrijkste conclusies samen

### 4.1. Quick Scan (2006)

Alvorens te overwegen om allerlei onderzoeken aan GC constructies te doen is in één dag een quick scan uitgevoerd. Hierbij werden bergen kleine GC's in stroom- en golfslaggoten gelegd om een snelle ruwe indruk te krijgen van effecten.

*Conclusie: GC's hebben een verrassend sterk hydraulisch effect, er is alle reden om door te gaan*

### 4.2 Bureaustudie (2006)

Door het ingenieursbureau van de gemeente Rotterdam (Teus Blokland / Jarit de Gijt) is een inschatting gemaakt van de financiële haalbaarheid van GC constructies voor taludbescherming in vergelijking met gebruikelijke breuksteen constructies.

Kosten (euro/m <sup>2</sup> )	Breukst. 40-60 Kg	Breukst. 40-200 Kg	GC 25 cm
Materiaal	11	22	22-26
Royalties etc	0	0	2
Transport/aanbrengen	5	8	3
Kosten filterconstr	8	8	4
Totaal (Euro/m <sup>2</sup> )	24	38	31-36

Bovenstaande tabel geeft enkele typische resultaten.

*Conclusie: GC constructies kosten (bij hoge volumes) iets meer dan lichte breuksteen oplossingen en zijn ongeveer vergelijkbaar met de zwaardere. Als duurzaamheidsaspecten meegenomen worden lijken GC's kansrijk.*

### 4.3 Schaaltesten (2007, 2008)

Onder aanvoering van Henk Jan Verhagen is bij de TU Delft een aantal series testen uitgevoerd.



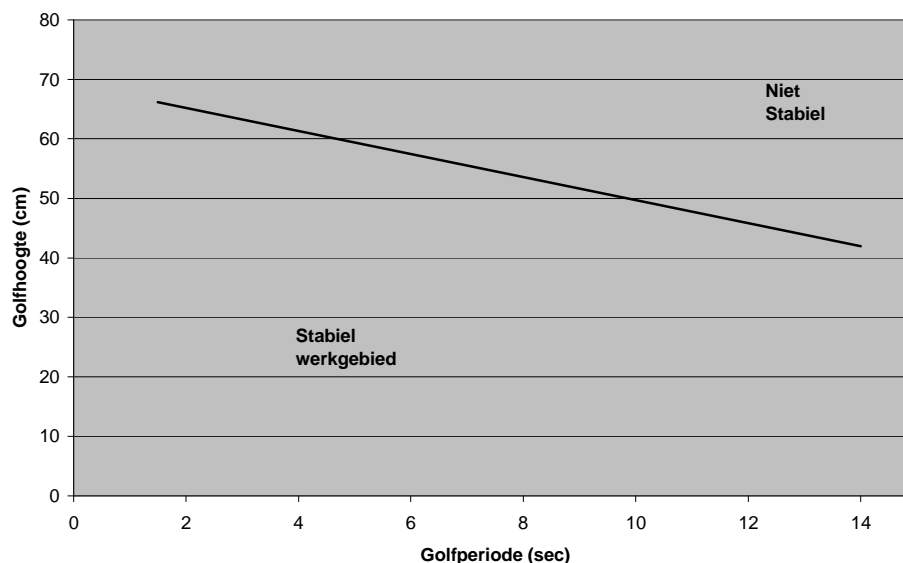
Stroomsnelheid waarbij erosie begint, bij vlakke stroming  
Beta = 1

Resultaten van een karakteristieke meting:

		Zonder GC's	Met GC's
Gemeten	Zand 1.5 mm	0.3 m/s	1.4 m/s (5 cm GC)
Verwacht na opschaling	Steentjes 7.5 mm		3.1 m/s (25 cm GC)

*Deze tabel laat zien hoe de stroomsnelheid waarbij uitspoeling begint hoger wordt door het toevoegen van een GC mat.*

Er zijn door een groep studenten metingen verricht aan vlakke stroming en uitspoeling van de ondergrond. Later zijn stabiliteitsmetingen verricht, zowel vlak als op talud, met GC's van verschillend soortelijk gewicht en verschillende stijfheden. Een voorbeeld van opgeschaalde testresultaten:



*Modelvoorspelling taludbescherming. Schaalfactor 6 t.o.v. de testen*

Conclusies haalbaarheidsstudies:

- *Als GC's een soortelijk gewicht van tenminste 1.8 gr/cm<sup>3</sup> hebben, en een hoge stijfheid, is het "niet onwaarschijnlijk" dat we hiermee een interessante innovatie voor Bodem- en Oeverbescherming te pakken hebben (TU Delft).*
- *Zowel de technische als de financiële haalbaarheid is aannemelijk*

*Aangeraden wordt om door te gaan met een pilotproject, gericht op bescherming van een talud tegen golfslag-erosie.*

Rijkswaterstaat ITC en Anome Projects hebben hierop een projectplan gemaakt.

## **4.4 Het pilotproject, belangrijkste conclusies**

### **4.4.1. Aanleg (2009)**

In overleg met het Havenbedrijf van Rotterdam is een locatie gevonden langs de Yangtze haven, die ca 2 jaren "braak" ligt en als testsite mag dienen. Voorafgaand aan aanleg zijn 30,000 grote GC's gespuitsgiet. We moesten concluderen dat hier nog allerlei verbeterpunten liggen:

Leerpunten uit GC productie

- *procesinstellingen massaproductie pp/bariumsulfaat/hennep*
- *invoegen extra processtap voor drogen granulaat*
- *aanpassen mal om GC met robots te kunnen uitnemen*

Leerpunten logistiek

- *afstemming tussen stapeling bij fabriek en uitpakken bij talud was OK*
- *maar, het stapelproces en/of verpakkingsproces op de pallets dient sterk verbeterd te worden, de onderste lagen "komen in de knoop" door verbuiging*

Uit de ervaringen opgedaan tijdens de aanleg kunnen verder de volgende conclusies getrokken worden:

- *Opbouw op de wal op wiepen, gevolg door inslepen, gaat goed*
- *Handmatig kan een groep van 5 à 6 mensen 30,000 GC's in 8 uren aanbrengen*

En na 1 week

- *Veel aanzanding, met name onderin*
- *Bij de eerdere gesignaleerde beschadiging ontbreekt een stukje van de GC mat (enkele m<sup>2</sup>)*
- *Wat wieren, beetje drijfvuil.*
- *Het GC pakket is aanzienlijk verdicht.*
- *Aan de randen heeft erosie plaatsgevonden, deze randen zijn bijgewerkt*





Handmatige aanleg

"Ingezande" mat na ca 2 weken

#### 4.4.2 Monitoring, 3 maand evaluatie (2010)

De monitoring is uitgevoerd door Witteveen+Bos, wekelijks zijn observaties gedaan en zandhoogtes gemeten. Ook hiervan is een gedetailleerd rapport verschenen en verspreid.

Conclusies, samengevat:

*Het actuele verloop van de zandhoogtes is gepresenteerd. Ziet er heel goed uit. Er is evenwicht ontstaan, al na korte tijd was het GC pakket gevuld, en sindsdien varieert de hoeveelheid enigszins met de omstandigheden, maar de erosiebescherming is overduidelijk, en als gehoopt. Nauwelijks breuk of losse elementen, beetje vuil.*

Conclusies, per onderzoeksvraag,

##### **- begin citaat uit W+B rapport (halfjaarevaluatie) -**

*De hoofdvraag waarop deze proef een antwoord moet geven luidt: zijn GC's (technisch) geschikt als oeverbescherming?*

*Na tien weken meten en observeren is er voldoende informatie vergaard om een voorlopig antwoord op deze vraag te geven. GC's zijn technisch geschikt als oeverbescherming.*

*Dit volgt uit onderstaande antwoorden op de onderzoeksvragen.*

##### **7.1.1. Sterkte gerelateerde deelvragen GC's**

*Hoe veranderen de sterkte-eigenschappen?*

*- De sterkte-eigenschappen nemen heel langzaam af.*

*Is er sprake van verbuigingen, vermoeiing, verkleuring of breuk?*

*- Er is geen sprake van breuk. Vermoeiing is onbekend. Verkleuring en verbuiging komen voor maar hebben geen nadelig effect.*

*Verdeling: Blijft het aantal GC's per vierkante meter gelijk?*

*- Ja, het aantal GC's per vierkante meter blijft gelijk.*

*Pakking: Is er sprake van verdichting?*

*- Ja, de hoogte van het GC pakket is gedaald van 70 cm naar 40 cm.*

### **staalslakken**

*Blijft de filterlaag overal aanwezig of vindt er een herverdeling plaats?*

- Nee, er vindt geen herverdeling plaats.

### **geotextiel**

*Kwaliteit: Ontstaan er scheuren of gaten door bewegingen van GC's?*

- Nee, er ontstaan geen scheuren of gaten in het geotextiel.

*Locatie: Blijft het geotextiel op zijn plaats of ontstaan er vouwen?*

- Het geotextiel blijft op zijn plaats en er ontstaan geen vouwen.

### **basismateriaal**

*Vindt er materiaaltransport vanuit de basislaag door de bescherming heen plaats of spoelt het materiaal aan de randen uit?*

- Nee, er vindt geen materiaaltransport vanuit de basislaag door de bescherming heen plaats.

### **7.1.2. Belasting gerelateerde deelvragen**

*Wat zijn de maatgevende waterstanden?*

- De laagst voorgekomen waterstand is NAP - 0,78 m. De hoogst voorgekomen waterstand is NAP +1,68 m.

*Wat zijn de maatgevende golfhoogtes?*

- De maatgevende secundaire scheepsgolf  $H_s=0,57$  m en de maatgevende secundaire scheepsgolf periode  $T_p=3,5$  s.

*Wat zijn de hoogste stroomsnelheden?*

- Er zijn geen resultaten.

*Is er belasting door ijs?*

- Er zijn geen resultaten.

### **7.1.3. Overige deelvragen**

*Aanzanding: vindt er aanzanding in de toplaag plaats?*

- Conclusies zijn onzeker: er is veel zand aangespoeld en dit lijkt een evenwicht bereikt te hebben.

*Vervuiling: hoeveel vuil blijft er achter in de toplaag?*

- Er ligt drijfhout en plastic. Dit hoopt zich op rond de vloedlijn.

*Milieu: in hoeverre hechten planten en dieren zich aan de GC's? Kunnen vogels en andere dieren het talud betreden?*

- Er groeien algen op de laagstgelegen GC's en er hangt wier op GC's tot aan de vloedlijn. Er zijn

geen vogels en andere dieren geobserveerd.

*Onderhoud: is er regelmatig onderhoud nodig? Is dit goed mogelijk?*

- Er is geen regelmatig onderhoud nodig. Onderhoud is niet goed mogelijk omdat de GC-mat niet betreden kan worden.

*Secundaire functies: kan het talud naast een waterkerende functie nog andere functies hebben?*

- Nee, er zijn geen secundaire functies mogelijk.

**- einde citaat Witteveen+Bos rapport - -**

### 4.4.3 1 jaar evaluatie

De conclusies uit de voorgaande periode worden bevestigd. Hier verwijzen we naar het W+B eindrapport. Er zijn geen grote nieuwe bevindingen.

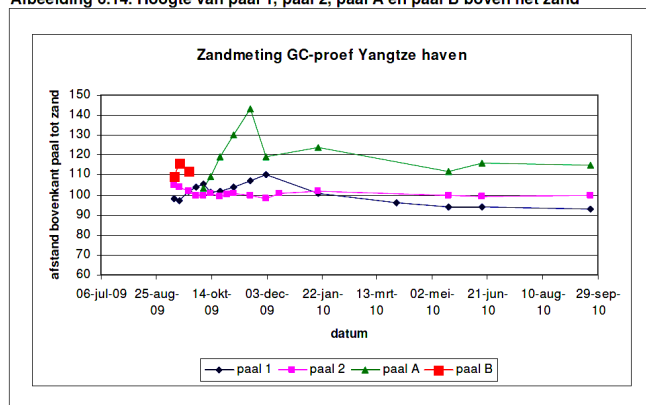
Samenvattende conclusies:

- Er is snel evenwicht bereikt in het zandpakket, en dat evenwicht is gebleven
- Er ligt veel zand op het flauwe taluddeel, weinig hogerop
- Talud zakt niet uit
- GC's: verkleuring, verdichting, geen breuk, verdeling blijft gelijk, nauwelijks degradatie, lichte begroeiing. *Mat is stabiel.*
- GC mat houdt beetje vuil vast, geen vogels e.d.
- Waterstanden gemeten van -80 tot + 170 cm, golven tot ca 60 cm, 3.5s

Monitorperiode was van Aug 2009 tot Juni 2011

De directe onbeschermdede omgeving is sterk afgeslagen. De GC mat is stabiel, en heeft afslag voorkomen. Conclusie "GC's zijn technisch geschikt als oeverbescherming", uiteraard bij de condities zoals deze zijn opgetreden.

Afbeelding 6.14. Hoogte van paal 1, paal 2, paal A en paal B boven het zand



*Typisch laagdikte verloop van het zandpakket*

### Wieren en drijfvuil



#### 4.4.4 Overbelasting

##### A Overbelasting 1 (2011)

In Maart 2011 is een eerste overbelastingsexperiment uitgevoerd. Het HbR had hiertoe een boot ter beschikking gesteld, en Rijkswaterstaat ITC had met TNO afspraken gemaakt voor monitoring.



*De boot, camera op hoogwerker en golfinslagen*

TNO mat met diverse camera's zowel golfhoogte als ook in detail bewegingen in de mat. Daartoe werd de positie van individuele GC's gevolgd. Er ligt een compleet gedetailleerd TNO rapport van deze proef.

*Voornaamste conclusies:*

- *Er zijn golven waargenomen tot ca 70 cm golfhoogte*
- *Sommige GC's, die niet klem liggen, kunnen bewegen in de mat*
- *Zware inslagen doen de mat "inveren"*
- *Geen grootschalige verplaatsingen, de mat is macroscopisch gezien stabiel*

#### 4.4.5 Overbelasting 2 (2011)

Omdat in de analyse van Overbelasting 1 bleek dat de bereikte golfhoogtes op de grenswaardes van de modelvoorspelling, en niet ruim daarboven, lagen is nog een experiment uitgevoerd. Hierbij werden aanzienlijk hogere golven aangeboden en werd slechts gekeken naar grote stabiliteitszaken.



#### *Golfinslagen*

*Sleepboot en meetbaak, lichte schade voorzijde GC mat*

Zoals voorspeld in de schaaltesten treden (pas) bij herhaalde zeer hoge belastingen (golven > 1 meter) ongewenste bewegingen op. Paar losse delen, "plukvorming" op voorrand. Nauwelijks breuk.

Conclusies:

- *Met een GC mat kan een zandtalud beschermd worden tegen erosie door golfslag*
- *Het model geeft inderdaad een veilig handvat voor het bepalen van de GC specificaties die passen bij bepaalde golfslag. 30 cm GC's passen in de gegeven situatie bij een golfhoogte tot 70 cm.*

## 5 Samenvattende slotconclusies

- *Met een GC mat kan een zandtalud beschermd worden tegen erosie door golfslag*
- *Een GC mat op een flauw talud houdt zand vast. Het zandniveau bereikt snel een evenwicht en fluctueert vervolgens rond die waarde. Het pakket beschermt tegen erosie*
- *Een GC mat op steiler talud kan in combinatie met geotextiel tegen erosie beschermen*
- *Een GC mat is verregaand stabiel bij golfslag*
  
- *Een GC mat verdicht, GC's verkleuren maar hun eigenschappen veranderen slechts minimaal*
- *Stijfheid en soortelijk gewicht van de GC zijn van belang*
  
- *Een GC mat houdt een beetje vuil vast. Geen dode dieren o.i.d. Er groeien onder of rond de waterlijn algen op en wieren tussen, hogerop groeien planten*
- *Het deel boven de hoogwaterlijn speelde geen rol*
  
- *In schaaltesten is een modelvoorspelling m.b.t. grenzen van stabiliteit gedaan die goed blijkt overeen te komen met de werkelijkheid.*
- *Een constructie met GC's is bij grotere volumes ongeveer 25% duurder dan een lichte stortsteen oplossing maar i.v.m. duurzaamheidsaspecten kansrijk*

Hiermee is de beoogde validatie uitgevoerd

## 6 Credits

Een groot aantal partijen heeft uitvoering van dit project mogelijk gemaakt

Rijkswaterstaat heeft middels het ITC essentieel bijgedragen aan uitvoering en financiering van dit project. Veel dank aan Paul Kuijper, Mariëlle van Dijk en Joke Jager. Paul heeft van het eerste begin tot de afronding uitstekend dit project begeleid. Daarnaast heeft het ITC waar nodig externe deskundigen ingeschakeld, bijvoorbeeld van TNO, en vele vergaderingen verzorgd. Op momenten dat er iets te vieren was verzorgde ze zelfs catering en een glaasje champagne. Jullie waren voor Anome Projects een groots Innovatie Test Centrum.

De TU Delft heeft door het gehele project heen meegedacht, experimenten uitgevoerd, studenten begeleid en deuren geopend. Zelfs in de zomervakantie werden plukken GC's in golfgoten belast. Dank aan Henk Jan Verhagen en Jarit de Gijt. Daarbij komt dat veel experimenten zijn "om niet" zijn uitgevoerd, wat uitvoering op dit niveau mogelijk maakte.

Boskalis heeft vanaf het eerste begin meegedacht en direct zitting genomen in de begeleidingsgroep. Bij de pilot heeft Boskalis "om niet" het zinkstuk verzorgd en mensen en materieel beschikbaar gesteld. Daarnaast zijn vele kleine klussen rond de testsite uitgevoerd. Dank, vooral aan Marcel van Hoogstraten en Bart van Asperen, met daarbij nog een handvol andere collega's.

Het Havenbedrijf van Rotterdam heeft vanaf het eerste begin meegedacht en deelgenomen in de begeleidingsgroep. Zij heeft de locatie ter beschikking gesteld, een golfmonitor, ze heeft een forse financiële bijdrage geleverd en ze heeft een schip ter beschikking gesteld. Dank aan Jan van Kleef en later Wim Zwakhals. Het ingenieursbureau van de Gemeente Rotterdam onderzocht de financiële haalbaarheid van GC constructies en dacht daarnaast zeer geregeld mee over de te volgen koers. Dank aan Teus Blokland en opnieuw Jarit de Gijt.

Witteveen+Bos is sterk betrokken vanaf aanleg van de pilot. Veel dank aan vooral Philippe Schoonen en Ruud Bouw, voor het helpen bij aanleg (we herinneren het ontwarren van vele GC's), het verzinnen van meetplannen, het trouw monitoren gedurende de eerste maanden, het genereren van rapporten en het meedenken bij alles wat zich voordeed. Jullie waren steun en toeverlaat.

Deze lijst is niet compleet. Op diverse momenten hebben vele anderen nog een bijdrage geleverd. Teveel om hier allemaal op te sommen, maar niet minder belangrijk op die momenten. Veel dank, alleen dankzij zoveel mensen hebben we dit samen kunnen uitvoeren.

Hiermee komt een einde aan een prachtig experiment. Wij zien er naar uit om (ook samen met al deze partners) de mooie resultaten om te zetten in daadwerkelijke uitvoering van innovatieve GC constructies !

Noordlaren, 28 juni 2011, namens Anome Projects, Lieuwe Boskma