Deltares

Innovaties HWBP Probleemveld Zettingsvloeiing

Nader onderzoek methoden: versterkt sediment en verdichten

drs. ing F.P.W. van den Berg
ing. J.L. van de Velde

1205973-002

© Deltares, 2012, B

Deltares

Titel
Innovaties HWBP Probleemveld Zettingsvloeiing

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS- Corporate Innovatie Programma	1205973-002	1205973-002-VEB-0006-gbh	15

Trefwoorden
Zettingsvloeiing, verweken vooroever, innovatie, verdichten, versterkt sediment, HWBP

Samenvatting
Naar aanleiding van het tekort op het tweede Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) is een taskforce ingesteld, die voorstellen heeft geformuleerd voor het aanpassen van het programmeren en financieren van het HWBP. De taskforce Ten Heuvelhof stelt, dat het gebrek aan efficiencyprikkels in het HWBP als gevolg van de 100% rijkssubsidie en de grote tijdsdruk bij het opstellen van de verbetermaatregelen belangrijke oorzaken zijn van de huidige overschrijdingen in het HWBP. Door Rijkswaterstaat is het Corporate Innovatieprogramma (RWS CIP) opgericht om invulling te geven aan de volgende doelstelling: door een innovatieve en/of andere procesaanpak, 10% kostenbesparing te bereiken op de te verwachten hoge kapitaalsinvestering van honderden miljoenen euro's voor het HWBP.

Dit rapport betreft het deelproject Zettingsvloeiing van het hoofdproject “Implementatie Innovaties HWBP” en beschrijft het nader onderzoek naar de kansen en mogelijkheden van de innovatieve methoden verdichten en versterkt sediment als mogelijke alternatieve maatregelen tegen het faalmechanisme zettingsvloeiing. Op dit moment wordt verwacht dat na de derde toetsronde circa 83 km primaire waterkeringen zullen worden afgekeurd op de fenomenen zettingsvloeiing en afschuiving (Toetsing voorland). Hoeveel kilometers dit zijn na de geavanceerde toetsing is nog niet bekend. Circa 300 km van de toetsing op voorland heeft als toetsresultaat ‘geen oordeel’.

Geconcludeerd is dat voornoemde methoden in bepaalde situaties voldoende technisch en financieel perspectief bieden om bij te kunnen dragen aan een alternatieve oplossing van de zettingsvloeiingsproblemen in Nederland. Uit globale kostenschattingen blijkt dat beide methoden voordeliger kunnen zijn dan de traditionele twee-laagse bestorting. Zo kunnen de volgende besparingen worden behaald.

1. De methode verdichten met mogelijke optimalisaties kan tot een besparing leiden van maximaal circa 65% op de investeringskosten van de traditionele twee-laagse bestorting.
2. De methode versterkt sediment met als optimalisatie een verhoogde productiesnelheid kan tot een besparing leiden van maximaal circa 40% (laagdikte 0.5 m) of maximaal circa 10% (laagdikte 0.75 m) op de investeringskosten van de traditionele twee-laagse bestorting.

Het is echter nauwelijks mogelijk om de optimalisaties nader te kwantificeren daar een en ander sterk afhankelijk zal zijn van de *projectlocatie van een dijkverbetering* en het hierbij aan te houden *ontwerp*. Mede gezien een aantal resterende *generieke vragen* is het daarom nog te opportuun om een praktijkproef uit te laten voeren. Voor een nadere uitwerking van het perspectief wordt aanbevolen vervolgonderzoek in de vorm van een *businesscase* uit te voeren in nauw overleg met het HWBP, RWS CIP, Waterschap Rivierenland en het Waterschap Hollandse Delta.

Deltares

Titel
Innovaties HWBP Probleemveld Zettingsvloeiing

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS- Corporate Innovatie Programma	1205973-002	1205973-002-VEB-0006-gbh	15

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	nov. 2012	Drs.ing. F.P.W. van den Berg		Ir. E. Tromp		Dr.ir. L.L.F. Janssen	
		Ing. J.L. van de Velde					

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding **1**
1.1 Achtergrond Corporate Innovatieprogramma 1
1.2 Vraagstuk voor Implementatie Innovaties HWBP 1
1.3 Deelproject Zettingsvloeiing 2
1.4 Doel 3
1.5 Plan van aanpak 3
1.6 Leeswijzer 3

2 Brainstormsessie methodieken **5**

3 Financiële haalbaarheid innovatieve methoden **7**

4 Overleg met het Waterschap Hollandse Delta (WSHD) en RWS CIP en Deltares **9**

5 Resultaten, conclusie, aanbevelingen en doorkijk naar 2013 **11**
5.1 Resultaten en conclusie 11
5.2 Aanbevelingen en doorkijk naar 2013 12

Bijlage(n)

Literatuur **15**

A Rapportage EBR-sessie **A-1**

B Kostennotitie financiele haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment **B-1**

1 Inleiding

1.1 Achtergrond Corporate Innovatieprogramma

Het Rijkswaterstaat Corporate Innovatieprogramma (RWS CIP) voor 2012-2015 is bedoeld om door innovatie bij te dragen aan het verder optimaliseren van de RWS-productie. Dat vereist nauwe aansluiting op de corebusiness van RWS en actieve deelname van Regionale Directies van RWS (RD'en), grote RWS-programma's, marktpartijen en kennisinstellingen.
In deze context is Deltares gevraagd om (1) het inbrengen van nieuwe robuuste innovatieve kennis en (2) om die kennis te verbinden met bestaande kennis van andere partijen, zodat aldus de RWS-productie slimmer en goedkoper kan worden gemaakt.

Het cluster CIP-waterveiligheid betreft één van de 6 clusters in het CIP. Het betreft alle innovatieonderwerpen die gerelateerd zijn aan waterbeheer en waterveiligheid.

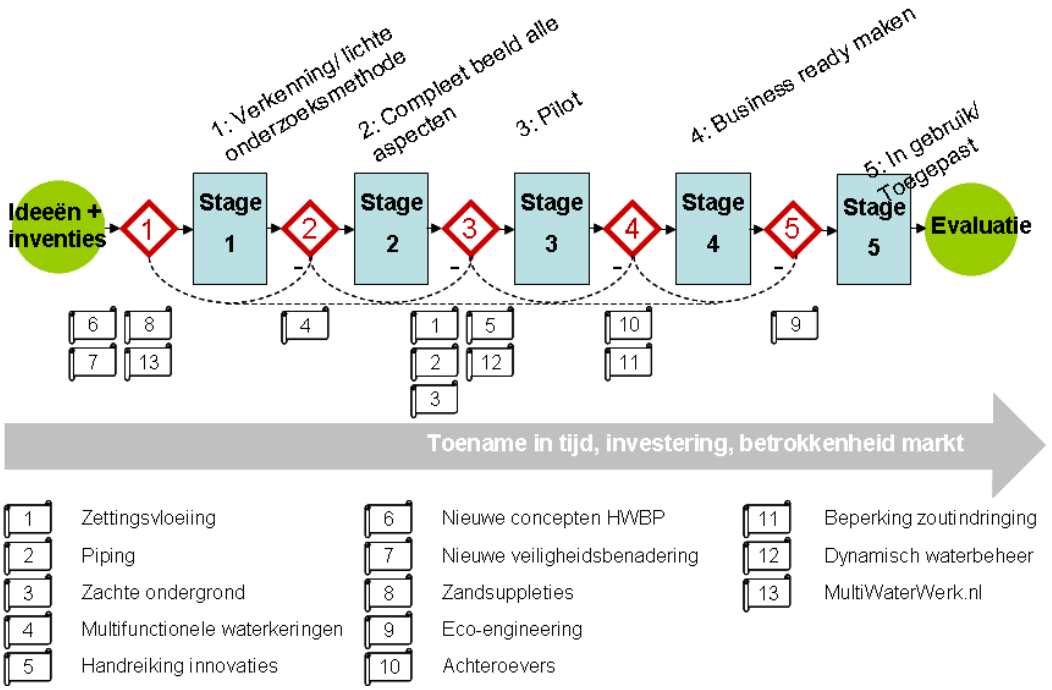
Innovatievragen zijn opgehaald bij RD'en en grote RWS-programma's. Ze zijn besproken met marktpartijen, kennisinstellingen en andere overheden. Samen met de onderwerpen van de ingediende businesscases in het kader van Topsector Water, heeft dit geleid tot een programma voor het cluster waterveiligheid in 2012: innovatieve oplossingen op het gebied van dijktechnologie, zandsuppleties, eco-engineering, beperking zoutindringing, achteroevers, dynamisch watermanagement en flexibele natte kunstwerken. Dit betreft een deelproject binnen 'Implementatie Innovaties HWBP'.

1.2 Vraagstuk voor Implementatie Innovaties HWBP

De vraag voor het HWBP richt zich op: *"Hoe kan het HWBP (op middellange termijn en het Deltaprogramma op lange termijn) ondanks het budgettekort zijn taak "NL waterveilig houden" vervullen?"*

In het kader van het HWBP zijn maatregelen t.b.v. de faalmechanismen piping, zettingsvloeiing en zachte ondergrond bepalend voor een groot deel van het HWBP budget. Zo is bijvoorbeeld ca. 83 km waterkering afgekeurd en heeft 300 km waterkering de beoordeling "geen oordeel" van het mechanisme zettingsvloeiing en heeft het Expertise Netwerk Waterkeringen (ENW) beoordeeld dat de huidige pipingregel onvoldoende is. De kostenconsequenties worden geschat op 1,4 miljard Euro.
Eén oplossingsrichting is om de markt met een uitdagend inkoopproces te stimuleren om met slimme en goedkope aanbiedingen te komen en pilots/praktijkproeven in alliantievorm uit te voeren. Bij het kiezen van deze aanpak moeten de risico's van dergelijke aanbiedingen beheersbaar blijven en hiervoor maatregelen worden getroffen.

In figuur 1.2 is weergegeven in welke fase van de stage-gatebenadering de projecten zich bevinden. Het project Implementatie Innovaties HWBP heeft projecten met de nummers 1 tot en met 7 in zich.



Figuur 1.2 Overzicht van de deelprojecten en in welke stage-gate fase deze zich bevinden

Voor de langere termijn (HWBP en ook Deltaprogramma) is de verwachting dat meer flexibiliteit bij ruimtelijke inpassing en het multifunctioneel gebruik van waterkeringen leidt tot grotere maatschappelijke acceptatie en kostenreductie. De oplossing is een integrale aanpak met alle betrokken stakeholders. Binnen het project 'Implementatie Innovaties HWBP' vallen een aantal deelprojecten, te weten:

- Zettingsvloeiing.
- Piping.
- Zachte ondergrond.
- Multifunctionele waterkeringen.
- Handreiking Innovaties.
- Nieuwe veiligheidsbenadering.
- Nieuwe concepten HWBP.

Dit rapport is een nadere uitwerking van het deelproject zettingsvloeiing.

1.3 Deelproject Zettingsvloeiing

Vanuit het probleemveld zettingsvloeiing zijn in workshops de kansen en mogelijkheden voor innovatie verkend. Op dit moment wordt verwacht dat na de derde toetsronde circa 83 km primaire waterkeringen zullen worden afgekeurd op de fenomenen zettingsvloeiing en afschuiving (Toetsing voorland). Hoeveel kilometers dit zijn na de geavanceerde toetsing is nog niet bekend. Circa 300 km van de toetsing op voorland heeft als toetsresultaat 'geen oordeel'.

In 2011 is voor het probleemveld zettingsvloeiing een begin gemaakt met een onderzoek hoe er door een aangepaste procesaanpak en met behulp van innovatieve methodieken tot de genoemde financiële besparing kan worden gekomen voor het HWBP. Hiertoe zijn vier bijeenkomsten (workshops) georganiseerd. Deze bijeenkomsten zijn georganiseerd met

medewerking van professionals uit de driehoek: marktpartijen, kennisinstellingen en overheden.

In 2011 is een proces gevolgd waarbij eerst een brainstorm (startbijeenkomst) werd gehouden. Vervolgens is een focus geweest op een vernieuwde procesaanpak om innovaties en innovatievermogen uit de markt te stimuleren. Daarna is aandacht geschonken aan de technologische innovaties en welke zaken nog uitgezocht moeten worden alvorens zij toegepast kunnen worden in de praktijk. Hierbij is gebruikt gemaakt van workshops met vertegenwoordigers uit de driehoek.

Tijdens de eerste workshop met aanwezigen vanuit het bedrijfsleven, overheid en kennisinstellingen is geconcludeerd dat onderscheid moet worden gemaakt in kansen die kunnen worden gecreëerd door een andere procesaanpak en door technologische kansen (innovatieve oplossingen).

Er is een drietal potentiële innovatieve methodieken geïnventariseerd. Deze drie methodieken zijn verder uitgewerkt in workshops. Het betreft de navolgende methodieken: versterkt sediment, verdichten en alternatieve materialen. Op basis van de input van de workshops, kwamen de methoden *versterkt sediment* en *verdichten* als kansrijk naar voren. Beide methodieken verkeren in een zodanige fase van 'rijpheid' dat een pilot, na het nog beantwoorden van een aantal onderzoeksvragen, tot de mogelijkheden behoort.

1.4 Doel

In deze rapportage is het resultaat vermeld van het nader onderzoek naar mogelijke innovatieve methoden om afgekeurde dijkvakken op *zettingsvloeiingen* aan te kunnen pakken. Hierbij zijn de methodieken "versterkt sediment" en "verdichten" nader uitgewerkt.

1.5 Plan van aanpak

Om dichterbij de (on)mogelijkheid van een eventuele pilot te komen is dit jaar een aantal vervolgstappen gezet. Deze zijn:

1. Brainstormsessie ter bepaling van de uitvoeringstechnische onduidelijkheden en onzekerheden van de twee methodieken
2. Financiële haarbaarheidsstudie van de twee methodieken
3. Bijeenkomst van RWS CIP, Waterschap Hollandse Delta (WSHD) en Deltares, waarbij de mogelijkheid van een pilot voor de meest kansrijke methode is besproken op basis van de tot dan toe beschikbare informatie

1.6 Leeswijzer

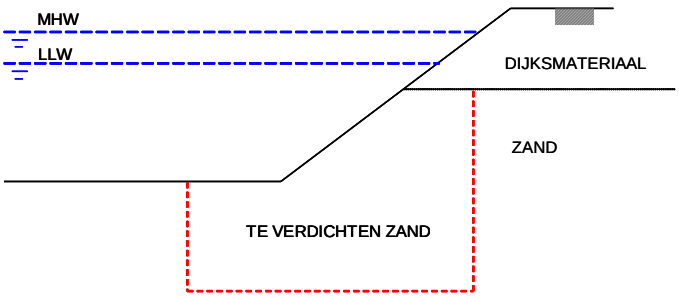
In hoofdstuk 2 zal de brainstormsessie worden beschreven en worden toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de financiële haalbaarheid van de twee methodieken. Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van het overleg met RWS-CIP en WSHD om te bezien in hoeverre de gekozen methodieken bij kunnen dragen aan een oplossing van de zettingsvloeiingproblemen in Nederland. Hoofdstuk 5 bestaat uit een beschrijving van de behaalde resultaten, de conclusie, aanbevelingen en een doorkijk naar 2013.

2 Brainstormsessie methodieken

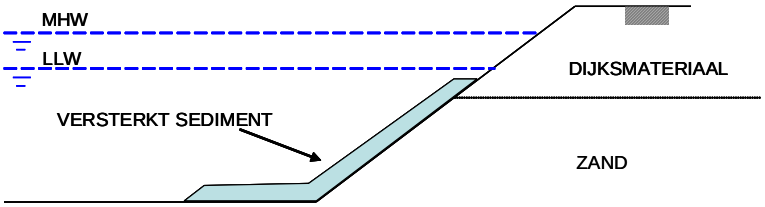
In 2011 zijn workshops gehouden waarin (technologisch en proces) innovaties zijn besproken voor het aanpakken van de problematiek van de verweking van vooroevers van primaire waterkeringen; de maatregelen hiertegen kosten veel geld. Uit deze workshops is gebleken dat de innovatieve methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment' het meest pilotrijp zijn, maar ook dat hierin nog een aantal onduidelijkheden en onzekerheden zijn. Om een duidelijk beeld te krijgen van de werkelijke potentie van deze methoden, dienen de onduidelijkheden en onzekerheden weggenomen te worden dan wel nader te worden besproken. Hiertoe is op 4 juli 2012 in de Electronic Board Room (EBR) bij Deltares in Delft een brainstormsessie gehouden.

In bijlage A is het integrale verslag opgenomen van deze brainstormsessie. Aan de brainstormsessie deden deelnemers mee uit de driehoek.

In deze brainstormsessie zijn voornamelijk onduidelijkheden en onzekerheden, die *geënt zijn op de uitvoering* besproken. Hierbij moet gedacht worden aan de volgende aspecten: ‘is het maakbaar, meetbaar en beheersbaar’. Als referentie zijn de volgende principe-ontwerpen aangenomen:



Figuur 2.1 Methode Verdichten



Figuur 2.2 Methode versterkt sediment

De deelnemers hebben tijdens de sessie - met de nodige voorbehouden - geconcludeerd dat er technische potentie aanwezig is voor de methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment' als maatregel tegen zettingsvloeiing. Er is echter wel behoefte aan een financieel vergelijking tussen de verschillende methoden. In hoofdstuk 3 is daarom als vervolgstap de financiële haalbaarheid van deze methoden nagegaan.

Uit de brainstormsessie blijkt verder dat vele uitvoeringstechnische zaken door marktpartijen kunnen worden opgepakt (hiervoor wordt verwezen naar bijlage A). Verdichten zal echter niet op elke locatie mogelijk zijn. Afhankelijk van bijvoorbeeld het dijkprofiel, de locatiespecifieke omstandigheden (aanwezigheid infrastructuur, bebouwing, kabels en leidingen e.d.), de ondergrond en het type te verdichten zand zal de haalbaarheid van de methode verdichten moeten worden beoordeeld.
Verder moet voor versterkt sediment worden vastgesteld, dat a) behoudens een laboratorium-experiment[1][2] nog geen ervaring is opgedaan met het aanbrengen van versterkt sediment op een onderwatertalud en b) met het op grote diepte werken ook nog geen ervaring is opgedaan. Bij de praktijkproef Hoedekenskerke[2] [3] werd een horizontale laag versterkt sediment juist onderwater aangebracht. Generiek gezien is er echter nog een aantal vragen die door de stakeholders van het HWBP moeten worden opgelost. Deze zijn:

Generieke vragen verdichten:
1 Risico dat verdichten op een onderwaterdijktalud een zettingsvloeiing initieert?
2 Invloedsgebied trillingen (mho schade gebouwen, omgeving, e.d.)?
3 Risico erosie/bresvloeiing onderwatertalud (de bovenste ca. 1,5 meter van het natuurlijke zand kan niet worden verdicht)? Is dat erg als het onderliggende zand niet meer zettingsvloeiingsgevoelig is en de dijkveiligheid dus niet meer in het geding is?
4 Duurzaamheid verdicht zand? (Wordt het t.z.t. weer niet losser …?)
5 Hoe is de erosiebestendigheid van verdicht zand?

Generieke vragen versterkt sediment:
1 Onder welke hellingshoek kan versterkt sediment onderwater worden aangebracht?
2 Duurzaamheid versterkt sediment (o.a. erosiebestendigheid[3][4], chemische binding)?

[1] *Rapport Deltares 'Het toepassen van versterkte baggerspecie op een onderwatertalud' (ref. 12510)*
[2] *Rapport Deltares 'Praktijkproef versterkt sediment te Hoedekenskerke' (ref. 1202972)*
[3] *Hiernaar is reeds verkennend onderzoek uitgevoerd, zie Deltares rapport 'Verkennend onderzoek erosiebestendigheid versterkte baggerspecie' (ref. 1001338). Dit betrof korte-duur-proeven. Lange-duur-proeven zijn nog nodig.*

3 Financiële haalbaarheid innovatieve methoden

Uit de workshops van vorig jaar en de brainstormsessie van dit jaar kwam telkenmale naar voren, dat om een goed vergelijk te maken tussen de traditionele methode en de innovatieve methoden ook een financiële vergelijking nodig is.

Door Witteveen+Bos zijn in opdracht van Deltares globale kostenschattingen gemaakt om de verschillende methoden met elkaar te vergelijken. Hierbij is ervan uitgegaan dat de innovatieve methoden al “volwassen” zijn. Dit is gedaan om een gelijkwaardig vergelijk te kunnen maken tussen de verschillende methoden. In bijlage B is het integrale rapport opgenomen.

De resultaten van de kostenschattingen zijn in tabel 3.1 opgenomen:

Methode	€/m[1] dijkvak geraamd	Percentage t.o.v. traditionele methode	€/m[1] dijkvak geoptimaliseerd	Percentage t.o.v. traditionele methode
Traditioneel: 2-laagse bestorting	1.515	100%	n.v.t.	n.v.t.
Verdichten	2.359	156%	n.v.t.	n.v.t.
Verdichten, h.o.h. 2 → 3 m			1.568	104%
Verdichten, geen zandaanvulling			1.440	95%
Verdichten, 2 → 3 + geen zandaanv.			649	43%
Versterkt sediment 0.5 m	1.036	68%	n.v.t.	n.v.t.
Idem met hogere productie			932	62%
Versterkt sediment 1.0 m	2.071	137%	n.v.t.	n.v.t.
Idem met hogere productie			1.862	123%

Tabel 3.1 Globale kostenschattingen tussen de traditionele en innovatieve methoden. Genoemde bedragen zijn investeringskosten inclusief omzetbelasting (21%) op prijspeil medio 2012(zie bijlage B)

Bij deze kostenschattingen kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

De resultaten hebben betrekking op de (reeds uitgevoerde casus) Dordtsche Kil en zijn niet generiek geldig. Door de vele uitgangspunten, aannames en de gevolgde calculatiemethode kunnen de kostenschattingen niet worden gebruikt voor andere doeleinden c.q. projecten. Temeer omdat de werkelijke kosten van het bestortingswerk Dordtsche Kil in 2010 tot een hogere kapitaalsinvestering leidde. De kostenschattingen hadden uitsluitend als doel om een gelijkwaardig vergelijk te kunnen maken tussen de verschillende methoden om daarmee richting te kunnen krijgen in de financiële potentie van de innovatieve methoden.

Bij de hiervoor genoemde prijzen van de geoptimaliseerde methoden verdichten zijn de volgende optimalisaties ingecalculeerd:

- De hart-op-hart maat van het raster is vergroot van 2 naar 3 m.
- De zandaanvulling wordt niet toegepast.
- Deze beide optimalisaties worden toegepast.

Bij de hierboven genoemde prijs van de geoptimaliseerde methode versterkt sediment is de volgende optimalisatie ingecalculeerd (voor beide laagdikten):

- Productiesnelheid van 500 m^3/dag verhoogd naar 700 m^3/dag.

Uit de kostenschattingen voor versterkt sediment kan worden afgeleid dat de prijs voor een laagdikte van 0.75 m op circa 102% (zonder optimalisatie) en op circa 92% (met hogere productiesnelheid) van die van de 2-laagse bestorting kan komen. Verder kan voor versterkt sediment een verdere kostenoptimalisatie worden bereikt door toepassing van vlieg- of bodemas als cementvervanger.

Concluderend
Uit de kostenschattingen kan de conclusie worden getrokken dat beide alternatieve methoden met de aangegeven optimalisaties financieel gezien perspectief bieden en in bepaalde situaties voordeliger kunnen zijn dan de traditionele oplossing. Alleen voor het versterkt sediment met een laagdikte van 1 m lijkt dit niet het geval, hetgeen echter sterk afhangt van de aan te houden receptuur.
In die zin zou onderzocht kunnen worden welke optimalisaties realistisch zijn. Dit is echter generiek gezien thans nauwelijks mogelijk, daar een en ander sterk afhankelijk zal zijn van de *projectlocatie* en het hierbij aan te houden *ontwerp*. Vragen die hierbij dan meespelen zijn bijvoorbeeld:

1. Wat is de korrelgrootteverdeling van het zand en de te bereiken verdichtingsgraad, wil een hart-op-hartafstand van 3 meter voor het verdichtingsraster mogelijk zijn? Dit vergt onder andere vooraf de uitvoering van grondonderzoek.
2. Is een zandaanvulling bij het verdichten nodig? Bij voldoende voorland wellicht niet.
3. Wat is de aan te houden dikte voor het versterkt sediment? Vermoedelijk is een dikte van minder dan 0.75 m in de meeste situaties wel mogelijk. Dit vergt onder andere vooraf de uitvoering van receptuuronderzoek.
4. Kan vanaf voorland worden gewerkt? In een dergelijke situatie kan duurder waterwerk worden voorkomen.

Ontbreken ontwerprichtlijnen en acceptatieprotocollen
Opgemerkt dient te worden dat voor beide methoden nog geen ontwerprichtlijnen beschikbaar zijn, waardoor toekomstige toetsingen niet zondermeer kunnen worden uitgevoerd. Mogelijk dat voor wat betreft de methode versterkt sediment gebruik kan worden gemaakt van Technisch Rapport ‘Criteria voor toepassing van bekledingen op waterkeringen, hulpmiddel voor ontwikkeling van innovatieve dijkbekledingen’ (ref. DT308, vierde concept van 6 september 2010) zoals opgesteld door Witteveen+Bos en Deltares.
Een en ander betekent dat er thans van moet worden uitgegaan dat een acceptatieprotocol moet worden opgesteld indien een praktijkproef in het kader van een dijkversterkingsproject zal worden uitgevoerd. Hiertoe wordt thans in het kader van het onderhavig hoofdproject ‘Implementatie innovaties HWBP’ een Handreiking Innovaties onder andere in de vorm van een acceptatieprotocol voor de dijkversterking Kinderdijk - Schoonhoven (KIS) opgesteld, dat wellicht kan worden gebruikt.

4 Overleg met het Waterschap Hollandse Delta (WSHD) en RWS CIP en Deltares

Op donderdag 1 november 2012 vond dit overleg plaats. Hierbij waren aanwezig: Koos Saathof (RWS CIP), Gert-Jan Goelema (WSHD), Hans van de Velde en Frans van den Berg (beiden Deltares).

Het doel van het overleg was tweeërlei:

1 Enerzijds te bezien in hoeverre de gekozen methodieken (versterkt sediment en verdichten) bij kunnen dragen aan een (alternatieve)oplossing van de zettingsvloeiingsproblemen in Nederland en in het beheersgebied van het WSHD in het bijzonder.

2 Anderzijds te bezien of er een mogelijkheid bestaat om een praktijkproef uit te voeren in het beheergebied van het WSHD, om de eventuele potentie van de beide methodieken nader te onderzoeken.

Tijdens het overleg zijn de resultaten van de brainstormsessie en de financiële haalbaarheid besproken, inclusief de nog resterende generieke vragen (zoals genoemd in hoofdstuk 2).

Gegeven dat:

1. de deelnemers tijdens de brainstromsessie - met de nodige voorbehouden - hebben geconcludeerd dat er technische potentie aanwezig is voor de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ als maatregel tegen zettingsvloeiing
2. de methode verdichten met mogelijke optimalisaties tot een besparing kan leiden van maximaal circa 65% op de investeringskosten van de traditionele twee-laagse bestorting
3. de methode versterkt sediment met verhoogde productiesnelheid tot een besparing kan leiden van maximaal circa 40% (laagdikte 0.5 m) of maximaal circa 10% (laagdikte 0.75 m) op de investeringskosten van de traditionele twee-laagse bestorting
4. aangenomen mag worden dat beide methoden tot een besparing kunnen leiden op het gebruik van primaire bouwstoffen
5. aangenomen mag worden dat beide methoden tot een lagere CO_2-belasting[4][5] kunnen leiden

Tijdens het overleg is geconcludeerd dat beide innovatieve methoden in bepaalde situaties voldoende technisch en financieel perspectief bieden om als alternatieve maatregel tegen zettingsvloeiing te kunnen dienen. Mede gezien de gestelde generieke vragen is het echter nog te opportuun om een praktijkproef uit te laten voeren. Voor een nadere uitwerking van het perspectief is vervolgonderzoek nodig. Randvoorwaarden c.q. vragen hierbij zijn:

a) op welke dijkgedeelten in Nederland is er sprake van zettingsvloeiingsproblematiek? Deze informatie geeft het maximale binnenlandse marktvolume voor inzet van (een van) deze methoden en kan HWBP op basis van de resultaten van de laatste toetsronde leveren.
b) wat is bij dit marktvolume bij benadering de totaal benodigde kapitaalsinvestering met mogelijke besparingen hierop?

[4] *Zie voor versterkt sediment het Intron-rapport ‘Verkennende levenscyclus analyse (LCA) van versterkte baggerspecie’(ref. A844600)*

c) is gegeven de mogelijke besparingen financiering voor de oplossing van de resterende generieke vragen (zie hoofdstuk 2) vanuit het nHWBP mogelijk (kosten-baten-analyse)?
d) zien aannemers gegeven het binnenlandse (en het mogelijke buitenlandse) marktvolume ook voldoende perspectief voor inzet van (een van) deze methoden teneinde hun investeringen terug te kunnen verdienen?
e) zijn er binnen het nHWBP mogelijke praktijkproeven beschikbaar om voldoende ervaring op te doen met (een van) deze methoden, al dan niet binnen toekomstige uit te voeren dijkversterkingsprojecten?
f) kan een acceptatieprotocol onderdeel zijn van het te hanteren contract in geval uitvoering van praktijkproeven met (een van) deze methoden binnen een toekomstig uit te voeren dijkversterkingsproject plaatsvindt?

Geconcludeerd is dat een van de vervolgstappen een verdere marktconsultatie zal moeten zijn, waarbij ook de generieke vragen gespreksonderwerp dienen te zijn.

Tijdens voornoemd overleg zijn verder de volgende onderwerpen c.q. aandachtspunten ter sprake gekomen:

1) Binnen het beheersgebied van het WSHD is momenteel geen pilotlocatie aanwezig voor nader onderzoek naar (een van) deze methoden. Aanvankelijk werd gedacht aan het dijkversterkingsproject langs het Spui, hier is echter om verschillende redenen vanaf gezien.
2) Bij de kostenschattingen is als ‘meetlat’ een traditionele twee-laagse bestorting (zijnde een geometrisch open filter op zand gevormd door een filterlaag en een bestortingslaag) ter voorkoming van uitspoeling van zand aangehouden.
   Deze constructie zal veelal in het beheersgebied van het WSDH van toepassing zijn als traditionele maatregel tegen zettingsvloeiing. Het is echter de vraag of dit ook nodig is voor bijvoorbeeld dijkversterkingen in het bovenrivierengebied, waar thans wellicht aan een één-laagse bestorting (met een dikte van veelal 0.5 m) wordt gedacht. Gezien de actuele (zettingsvloeiings)problematiek bij onder andere dijken langs de Oosterschelde (nabij de stormvloedkering) waar veel uitspoeling van zand vanuit één-laagse bestortingen heeft plaatsgevonden en het feit dat vele bestortingen in den lande in de bodem wegzakken, is het echter de vraag of ook in het bovenrivierengebied niet een twee-laagse bestorting zou moeten worden toegepast. Dit betekent dat nagegaan moet worden wat de huidige praktijk van bestortingen bij een zettingsvloeiingsmaatregel in het bovenrivierengebied is. Dit kan erin resulteren dat ook een globale kostenvergelijking tussen beide innovatieve methoden en een één-laagse bestorting moet worden opgesteld.
3) Recent onderzoek heeft uitgewezen dat bestortingen tot een grotere ‘doorstroomruwheid’ tussen de bestorting en het rivierwater leiden. In het geval van de Dordtsche Kil heeft dit geleid tot aanpassing van de hydraulische randvoorwaarden en dientengevolge een iets hoger Maatgevend Hoog Water. Bij opeenvolgende (onderhouds)bestortingen over een lange periode gemeten (zeg over een periode van meer dan 100 jaar) kan dit aspect dus nadelig zijn. Dit biedt mogelijk ook kansen voor de methode verdichten en wellicht ook voor de methode versterkt sediment, indien deze laatste methode een lagere ruwheid heeft dan traditionele bestorting.

5 Resultaten, conclusie, aanbevelingen en doorkijk naar 2013

5.1 Resultaten en conclusie

Dit jaar is er als alternatieve versterkingsmethodiek voor zettingsvloeiing een nadere focus geweest op de innovatieve methoden “versterkt sediment” en “verdichten”. Hiertoe is eerst een brainstormsessie gehouden, gevolgd door een globale kostenstudie, waarna een afrondend overleg heeft plaatsgevonden tussen RWS-CIP, WSHD en Deltares met een conclusie over de bereikte resultaten.

Brainstormsessie

In deze sessie met vertegenwoordigers uit de ‘driehoek’ zijn voornamelijk onduidelijkheden en onzekerheden, die *geënt zijn op de uitvoering* besproken. Uit de sessie kan - met de nodige voorbehouden - geconcludeerd worden dat er technische potentie aanwezig is voor de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ als maatregel tegen zettingsvloeiing. Vele uitvoeringstechnische zaken kunnen door marktpartijen worden opgepakt. Verdichten zal echter niet op elke locatie mogelijk zijn. Verder zijn er generiek gezien nog de volgende vragen, die door het HWBP dienen te worden opgelost:

Generieke vragen verdichten:

1. Risico dat verdichten op een onderwaterdijktalud een zettingsvloeiing initieert?
2. Invloedsgebied trillingen(schade gebouwen, omgeving, e.d.)?
3. Risico erosie/ bresvloeiing onderwatertalud (de bovenste 1,5 meter van het natuurlijke zand kan niet worden verdicht)? Is dat erg als het onderliggende zand niet meer zettingsvloeiingsgevoelig is en de dijkveiligheid dus niet meer in het geding is?
4. Duurzaamheid verdicht zand? (Wordt het t.z.t. weer niet losser …?)
5. Hoe is de erosiebestendigheid van verdicht zand?

Generieke vragen versterkt sediment:

1. Onder welke hellingshoek kan versterkt sediment onderwater worden aangebracht?
2. Duurzaamheid versterkt sediment (o.a. erosiebestendigheid, chemische binding)?

Globale kostenstudie

Vervolgens zijn globale kostenschattingen gemaakt om de financiële potentie van verdichten en versterkt sediment te bepalen. Hierbij zijn beide methoden als ‘volwassen’ technieken beschouwd en is er als ‘meetlat’ een in 2010 uitgevoerd dijkversterkingsproject langs de Dordtsche Kil gebruikt waar een traditionele twee-laagse bestorting is uitgevoerd. Uit de kostenschattingen blijkt dat beide alternatieve methoden in bepaalde situaties voordeliger kunnen zijn dan de traditionele oplossing. Zo kunnen de volgende besparingen worden behaald:

1. de methode verdichten met mogelijke optimalisaties kan tot een besparing leiden van maximaal circa 65% op de investeringskosten van de traditionele twee-laagse bestorting
2. de methode versterkt sediment met als optimalisatie een verhoogde productiesnelheid kan tot een besparing leiden van maximaal circa 40% (laagdikte 0.5 m) of maximaal circa 10% (laagdikte 0.75 m) op de investeringskosten van de traditionele twee-laagse bestorting

Het is echter thans (nauwelijks) niet mogelijk om de optimalisaties nader te kwantificeren daar een en ander sterk afhankelijk zal zijn van de *projectlocatie* en het hierbij aan te houden *ontwerp.*

Afrondend overleg
Voornoemde resultaten werden besproken tussen RWS CIP, WSHD en Deltares. Tijdens het overleg is geconcludeerd dat de methoden verdichten en versterkt sediment in bepaalde situaties voldoende technisch en financieel perspectief bieden om bij te kunnen dragen aan een alternatieve oplossing van de zettingsvloeiingsproblemen in Nederland. Mede gezien de gestelde generieke vragen is het echter nog te opportuun om een praktijkproef uit te laten voeren. Voor een nadere uitwerking van het perspectief is vervolg onderzoek nodig naar onder andere:

a) het maximaal binnenlandse marktvolume van te nemen maatregelen tegen zettingsvloeiing
b) de hierbij benodigde kapitaalsinvestering en mogelijke besparing hierop
c) de kosten voor de oplossing van de generieke vragen, inclusief kosten-baten-analyse
d) de bereidheid van aannemers om (mede) te investeren in (een van) deze methoden (marktconsultatie)
e) geschikte locaties voor praktijkproeven
f) de mogelijkheid van een acceptatieprotocol als onderdeel van het te hanteren contract in geval uitvoering van (een van) deze methoden binnen een toekomstig uit te voeren dijkversterkingsproject plaatsvindt

5.2 Aanbevelingen en doorkijk naar 2013

Requirement #1: Indien deze businesscase positief is, deze oplossingen in een uitvraag voor een project de mogelijkheid geven om als alternatief aan te bieden en de voorwaarde te bieden om de acceptatie met een pilot te onderbouwen.

De stand van zaken tav innovatievorderingen moet goed bekend worden.

Requirement #2: Met publicaties, publiek maken van stand van zaken rond bouwen op slappe grond, 'piping' en zettingsvloeiing, liefst met de benodigde te stellen eisen in een uitvraag.

Zoals hiervoor is geconcludeerd bieden de methoden verdichten en versterkt sediment in bepaalde situaties voldoende technisch en financieel perspectief om bij te kunnen dragen aan een alternatieve oplossing van de zettingsvloeiingsproblemen in Nederland. Het is echter nog te opportuun om een praktijkproef uit te laten voeren. Voor een nadere uitwerking van het perspectief wordt aanbevolen vervolgonderzoek (in de vorm van een businesscase) hiernaar uit te voeren. Dit onderzoek dient in nauw overleg met HWBP, RWS CIP, Waterschap Rivierenland en Waterschap Hollandse Delta te worden uitgevoerd en kan de volgende punten omvatten:

1. Globaal dient nagegaan te worden of in het bovenrivierengebied[5] een twee-laagse bestorting als traditionele maatregel tegen zettingsvloeiing nodig is of dat een één-laagse kan volstaan. Dit kan in de vorm van een deskundigenoverleg tussen HWBP, RWS CIP, Waterschap Rivierenland, WSHD en Deltares. Tijdens dit overleg kunnen tevens potentiële locaties voor de uitvoering van praktijkproeven worden nagegaan.
2. Zo een één-laagse bestorting kan volstaan, dient een nadere kostenvergelijking te worden opgesteld tussen een één-laagse bestorting en de innovatieve methoden verdichten en versterkt sediment. Mogelijk dat Waterschap Rivierenland of andere stakeholders een prijsindicatie voorhanden hebben voor een één-laagse bestorting.

[5] *Hierbij wordt er overigens vanuit gegaan dat in het bovenrivierengebied ook dijken zijn afgekeurd op het fenomeen zettingsvloeiing.*

3. Nagegaan dient te worden op welke dijkgedeelten sprake is van zettingsvloeiingsproblematiek. Hiertoe kan HWBP op basis van de laatste toetsingen (Toetsing voorland, faalmechanisme zettingsvloeiing) inzicht verschaffen. Het resultaat is een maximaal marktvolume (in de vorm van km's) voor maatregelen tegen zettingsvloeiing.
4. Vervolgens dient op basis van de verkregen kostenschattingen en het marktvolume de maximale kapitaalsinvestering en de maximale besparing hierop te worden bepaald. Dit zal gezien de opzet van dit rapport een procentuele vergelijking zijn. Indien de maximale besparing meer dan 10% bedraagt en een voldoende volume in geld vertegenwoordigt dient door HWBP een go-no-go besluit te worden genomen of met het vervolgonderzoek verder wordt doorgegaan.
5. Hierna dient een globale begroting te worden opgesteld voor de beantwoording van de generieke vragen. Uitgangspunt is dat het HWBP deze generieke vragen financiert (wat de markt kan dient aan de markt te worden overgelaten). Voor de beantwoording hiervan kan enerzijds worden volstaan met een expert judgement oordeel, anderzijds zullen laboratorium/ experimenteel onderzoek en in situ proeven voor opschaling (van een) van de methoden nodig zijn. Deze globale begroting dient te worden afgezet tegen de te bereiken maximale besparing. Hiermee wordt een kosten-batenanalyse verkregen. Wederom dient door HWBP een go-no-go besluit te worden genomen of met het vervolg onderzoek verder wordt doorgegaan.
6. Een belangrijk onderdeel zal een marktconsultatie dienen te zijn, waarbij een aantal aannemers gevraagd zullen worden of zij gegeven de resultaten tot dan (waaronder het potentiële binnenlandse (en buitenlandse) marktvolume) ook voldoende perspectief zien voor verdere ontwikkeling van (een van) deze methoden. Het resultaat zal worden voorgelegd aan het HWBP voor een go-no-go besluit of met het vervolg onderzoek verder wordt doorgegaan.
7. Vervolgens kan de beantwoording van de generieke vragen ter hand worden genomen.
8. Parallel hieraan kan een concept-acceptatieprotocol op basis van het KIS-acceptatieprotocol worden opgesteld en besproken met de stakeholders en een aantal potentiële aannemers. Hierbij zal onder andere tevens aandacht moeten worden geschonken aan de verdeling van risico's.
9. Bepaling van een goede locatie voor een praktijkproef. Dit zal wellicht in 2014 gebeuren.
10. Indien de aldus verkregen businesscase positief is, kan gewerkt worden aan een uitvraag voor een project, waarin de mogelijkheid wordt gegeven om de methode verdichten en/ of versterkt sediment als alternatief aan te bieden.

Een aantal van deze onderzoekspunten kan in 2013 worden opgepakt. Hiertoe zal in januari 2013 een Plan van Aanpak worden opgesteld en worden besproken met HWBP, RWS CIP, Waterschap Rivierenland en WSHD.

Ten slotte wordt aanbevolen om de resultaten van het onderhavige onderzoek in januari 2013 te verspreiden naar alle deelnemers van de gehouden workshops en andere geïnteresseerden. Hiertoe zal een begeleidende brief worden opgesteld met de vooraankondiging dat tot een verdere marktconsultatie (zie punt 6 hiervoor) zal worden overgegaan.

Literatuur

[1] Corporate Innovatieprogramma - cluster Waterveiligheid, Innovatief Waterkeren, (technologische en proces) Innovaties voor het aanpakken van de problematiek van verwerking vooroevers, 1204317-001-VEB-0011, december 2011, Deltares

[2] Rapport Deltares ‘Het toepassen van versterkte baggerspecie op een onderwatertalud’ (ref. 12510)

[3] Rapport Deltares ‘Praktijkproef versterkt sediment te Hoedekenskerke’ (ref. 1202972)

[4] Hiernaar is reeds verkennend onderzoek uitgevoerd, zie Deltares rapport ‘Verkennend onderzoek erosiebestendigheid versterkte baggerspecie’ (ref. 1001338). Dit betrof korte-duur-proeven. Lange-duur-proeven zijn nog nodig.

[5] Zie voor versterkt sediment het Intron-rapport ‘Verkennende levenscyclus analyse (LCA) van versterkte baggerspecie’(ref. A844600)

A Rapportage EBR-sessie

Witteveen+Bos

notitie

Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
fax 0570 69 73 44
www.witteveenbos.nl

onderwerp	kostennotitie financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment
project	financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment
opdrachtgever	Deltares
projectcode	DT395-1
referentie	DT395-1/torm/005
opgemaakt door	ing. M. Koenders
goedgekeurd door	mw. W.S. de Raadt MSc paraaf
status	definitief
datum opmaak	18 oktober 2012
bijlagen	I kostenramingen maatregelen zettingsvloeiing D01 II offerte aanvraag Deltares 1205973-002-VEB-0001 III principe doorsneden ontwerp

aan	Deltares	ing. J.L. van de Velde
kopie	Rijkswaterstaat	ir. K. Saathof
	Waterschap Hollandse Delta	ing. G.J. Goelema
	Deltares	drs. ing. F. van den Berg
	Witteveen+Bos	ir. D.J. Jaspers Focks

1. INLEIDING

In het kader van het nieuwe hoogwaterbeschermingsprogramma (nHWBP) is de verwachting dat een paar honderd kilometer dijk versterkt zal moeten worden tegen het risico van zettingsvloeiing. Traditioneel gezien gebeurt dit met een tweelaagse bestorting van menggranulaat en breuksteen, wat erg kostbaar is. De innovatieve methoden verdichten en versterkt sediment zijn mogelijk alternatieve maatregelen tegen het risico van zettingsvloeiing. Om de financiële haalbaarheid van de alternatieven in beeld te brengen heeft Deltares Witteveen+Bos gevraagd de traditionele oplossing, zoals uitgevoerd bij de Dordtsche Kil, op kosten te vergelijken met de innovatieve methoden. Witteveen+Bos heeft voor de verschillende alternatieven de kosten bepaald in een SSK-model (Standaard Systematiek Kostenramingen), op basis van twee doorsneden uit casus Dordtsche Kil. Deze notitie dient als toelichting op de kostenramingen.

In deze notitie worden eerst de resultaten uit de ramingen gepresenteerd en geanalyseerd. Vervolgens wordt de door Witteveen+Bos gehanteerde werkwijze omschreven waarbij de aangehouden uitgangspunten en aannames worden opgesomd. Vervolgens wordt er ingegaan op de onzekerheden en mogelijke optimalisaties van de alternatieve methoden. Ten slotte wordt er op basis van de resultaten een advies gegeven in de conclusie.

2. RESULTATEN

Zoals in tabel 2.1 is weergegeven, resulteert de methode versterkt sediment met een laagdikte van 0,5 m in de laagste kosten per strekkende meter dijk. Kanttekening hierbij is dat er nog wel een aantal onzekerheden en optimalisatiemogelijkheden zijn bij beide alternatieve methoden. Deze zijn in hoofdstuk 5 inzichtelijk gemaakt. Uit dit hoofdstuk blijkt dat de methode verdichten door het doen van verschillende optimalisaties (het niet toepassen van de overhoogte en het vergroten van de rastermaat) de voordeligste methode zou kunnen zijn. De alternatieve methoden bieden beide perspectief, en zouden in bepaalde situaties voordeliger kunnen zijn dan de traditionele oplossing. Het advies is om voor iedere methode te kijken welke optimalisaties realistisch zijn en of onzekerheden kunnen worden beheerst.

Tabel 2.1. Resultaten per methode

	prijs per strekkende m dijk in EUR	prijs per m³ aangebracht materiaal in EUR	materiaal
tweelaagse bestorting	1.515	41	breuksteen/menggranulaat
verdichten	2.359	n.v.t.	
versterkt sediment 0,5m	1.036	73	versterkt sediment
versterkt sediment 1,0m	2.071	73	versterkt sediment

Genoemde bedragen zijn investeringskosten inclusief omzetbelasting (21 %).

Het prijspeil van de bepaalde bedragen is medio 2012.

3. WERKWIJZE

De structuur van het ramingsmodel is als volgt opgezet. Er is onderscheid gemaakt tussen de volgende varianten (objecten):
- tweelaagse bestorting;
- verdichten met behulp van trilnaald;
- versterkt sediment 0,5 m;
- versterkt sediment 1,0 m.

Voor elk van deze varianten zijn de benodigde werkzaamheden opgesomd (de posten in de kostenraming) en de bijbehorende eenheidsprijzen (prijsniveau 2012) bepaald. Deze gegevens zijn in het ramingsmodel verwerkt.

4. UITGANGSPUNTEN, AANNAMES EN UITSLUITINGEN

De aannames en uitgangspunten zijn gebaseerd op de uitvraag van Deltares (bijgevoegd in bijlage II) en het afstemmingsoverleg tussen de betrokken partijen, d.d. 15 augustus 2012.

4.1. Algemene uitgangspunten en aannames

- het totale werk is uitgestrekt over een lengte van 7,8 km. Per alternatief zijn twee schetsontwerpen aangeleverd op basis van casus Dordtsche Kil, die beide gelden voor een lengte van 3,9 km. De schetsontwerpen zijn opgenomen in bijlage III;
- beide ontwerpen worden in de raming onderscheiden door naamgeving: profiel a en b. Profiel a is weergegeven in blad 1, 3 en 5 van bijlage III, profiel b is weergegeven in blad 2, 4,en 6 van bijlage III;
- alle methoden worden vanaf het water toegepast;
- alle methoden zijn volwassen technieken, waardoor geen ontwikkelingskosten opgevoerd zijn;

- er is gerekend met een omzetbelastingpercentage van 21 %.

4.2. Uitgangspunten en aannames voor de methode tweelaagse bestorting

Controle van de aangebrachte laagdikte door middel van de multibeam methode, nulmeting en eindmeting.

4.3. Uitgangspunten en aannames voor de methode verdichten

- voorafgaand aan het verdichten zal er een overhoogte van 1,5 m zand over het gehele te verdichten talud aangebracht worden. Dit dient ter compensatie van het volumeverlies. Daarnaast wordt in de bovenste circa 1,5 m niet de gestelde verdichting behaald;
- controle van de behaalde verdichting vindt plaats door middel van sonderingen om de 100 m, op willekeurige afstand uit de oever;
- het gehanteerde raster bij verdichten is een driehoeksraster met hart op hart maten van 2 m. Dit komt erop neer dat er elke 3,46 m² (= 2√3) een rasterpunt aanwezig is;
- de verdichtingsdiepte is het niveau van het diepste punt van de bedding plus de halve taludhoogte;
- het zand van de zettingsgevoelige laag is goed te verdichten van 6 tot 12 MPa. In werkelijkheid is de verdichtingsgraad sterk afhankelijk van de korrelgrootteverdeling in de te verdichten laag. Een uitvoerende partij heeft aangegeven dat verdichting van 6 tot 12 MPa zeker binnen de range ligt, wanneer het zand niet te veel fijne delen bevat;
- er wordt gewerkt met een enkele trilnaald, hierbij is de productiesnelheid 200 lopende m per werkdag van 10 uur. Met lopende meters wordt de penetratiediepte van de trilnaald bedoeld;
- er is uitgegaan van één verdichtingset met een enkele trilnaad. Hierbij is de doorlooptijd per profiel (gemiddeld) 1.380 werkdagen;
- de gemiddelde penetratiediepte is 7,5 m voor profiel a en 10 m voor profiel b. Over het hele werk is de gemiddelde verdichtingdiepte dan 8,75 m.

4.4. Uitgangspunten en aannames voor de methode versterkt sediment (voor zowel 0,5 als 1,0 m laagdikte)

- controle van de aangebrachte laagdikte vindt plaats door middel van de multibeam methode, nulmeting en eindmeting;
- de besparing op stortkosten van baggerspecie is zoals afgesproken bij het startoverleg opgenomen als PM post (Pro Memoriem, ofwel ter herinnering), en is dus niet in geld uitgedrukt maar kan wel voor een besparing zorgen;
- het versterkt sediment wordt zonder uitvullen aangebracht, in twee overlappende lagen. Hierdoor wordt een talud met onregelmatige structuur qua structuur gehandhaafd;
- het versterkt sediment loopt niet uit over het talud. Er zijn geen kosten voor verliezen opgenomen;
- de minimaal aan te brengen laagdikte is 250 mm (bij 0,5 m variant) en de maximaal aan te brengen laagdikte 500 mm (bij 1,0 m variant);
- het werk wordt gecombineerd met een op 25 km afstand gelegen baggerwerk, waar niet-verontreinigd zandig sediment vrijkomt;
- het baggersediment is kosteloos verkrijgbaar, enkel transportkosten over 25 km zijn opgevoerd;
- er zijn geen kosten opgenomen voor het baggeren en de (de)mobilisatie van het baggermaterieel, dit valt buiten de scope van dit project;
- het voordeel dat wordt behaald op de transportkosten van het baggerwerk ten opzichte van de transportkosten naar de verwerkingslocatie op de Noordzee is voor de helft opgevoerd. Het gaat hier om 40 km besparing op een enkele reis;

- de gehanteerde receptuur voor het versterkt sediment, per m^3;
  - 1.000 kg sediment;
  - 200 kg cement CEM III/C;
  - 40 kg waterglas Crystal C0070;
- er is uitgegaan van de volgende productiesnelheden:
  - voor het mengen en verpompen van het versterkt sediment is uitgegaan van 500 m^3 per dag, ongeacht de laagdikte. Voor een laagdikte van 0,25 m betekent dit een productie van 2000 m^2 per werkdag van 10 uur. Voor een laagdikte van 0,50 m betekent dit een productie van 1000 m^2 per werkdag van 10 uur.

4.5. Kostenraming

De hoeveelheden en eenheidsprijzen zijn in een SSK model verwerkt. Hieruit volgende de benoemde directe kosten. Daarbovenop komende de indirecte kosten. Hierin zijn de organisatiekosten van de aannemer opgenomen en ook de kosten voor de begeleiding van het werk en de opslagen voor algemene kosten en winst&risico. Deze kosten worden in percentages uitgedrukt. De toe te passen opslagpercentages voor 'indirecte kosten' (met uitzondering van eenmalige kosten) 'nader te detailleren' en 'niet benoemd objectrisico bouwkosten' hebben we voor alle varianten gelijk gesteld. Dit omdat de ontwerpen hetzelfde detailniveau hebben en er qua risico's geen grote verschillen worden verwacht. Aandachtspunt hierbij is dat het risico 'erosie van het onderwatertalud' bij de methode verdichten is uitgesloten. Wel is er onderscheid gemaakt in het percentage eenmalige kosten, deze kosten zijn gerelateerd aan het inrichten van het werkterrein en de aan- en afvoer van materieel. Voor beide laagdikten van de methode versterkt sediment is dit percentage wat hoger gesteld, omdat hier meer materieel en ruimtebeslag nodig is tijdens de uitvoering (menginstallatie en silo's voor de opslag van toeslagstoffen). Voor de methode verdichten is het percentage wat lager gesteld, hier is alleen een werkvlet nodig en zand om het volumeverlies aan te vullen.

4.6. Uitsluitingen

Bij het ramen van de kosten voor de verschillende methoden zijn een aantal uitsluitingen gehandhaafd, deze gelden voor alle methoden tenzij anders is aangegeven. Uitgesloten zijn:
- verkeersmaatregelen en omleidingen;
- het risico 'erosie van het onderwatertalud' bij de methode verdichten;
- vastgoedkosten;
- engineeringkosten;
- overige bijkomende kosten;
- financieringskosten.

5. ONZEKERHEDEN EN MOGELIJKE OPTIMALISATIES

Bij de totstandkoming van de kostenramingen is er rekening gehouden met een bepaalde uitvoeringsmethode en verschillende aannames. Door te variëren met deze gegevens kunnen aanzienlijke besparingen gerealiseerd worden, het is dan ook aan te raden om uit te zoeken welke optimalisaties mogelijk zijn. Daarnaast zijn er enkele aannames gedaan die zo invloedrijk zijn dat het belangrijk is om uit te zoeken of deze aannames terecht zijn. Alle bedragen genoemd in dit hoofdstuk zijn inclusief 21 % omzetbelasting.

5.1. Methode verdichten

5.1.1. Optimalisatiemogelijkheden methode verdichten

- hart-op-hartmaten van het raster vergroten. Bij een maat van 3 m (in plaats van 2 m) wordt de prijs per meter dijk EUR 1.568,-- in plaats van EUR 2.359,-- die nu geraamd is;
- geen zandaanvulling toepassen, voorland wellicht al genoeg. In deze situatie wordt de prijs per meter dijk EUR 1.440,-- in plaats van EUR 2.359,-- die nu geraamd is;
- wanneer beide optimalisaties worden toegepast is de prijs per meter dijk EUR 649,-- in plaats van EUR 2.359,-- die nu geraamd is;
- een andere optimalisatie is het werken met een dubbele trilnaald, hierdoor wordt de productiesnelheid met een factor 1,75 vermenigvuldigd. Hierbij zal een zwaardere kraan toegepast worden en wordt er ongeveer anderhalf zoveel begeleidend personeel ingezet. Door deze optimalisatie zal de prijs per m² verdichten dalen van EUR 28/m² naar EUR 25/m²;
- de doorlooptijd zoals geraamd is 1.380 werkdagen per profiel. Bij het inzetten van vier sets, elk met dubbele trilnaald wordt de doorlooptijd verkort naar 197 dagen per profiel. De uitvoeringskosten per m² zullen, zoals hierboven omschreven, lager zijn. Daarnaast zijn er hogere (de-)mobilisatie kosten te verwachten, als gevolg van het gelijktijdig inzetten van meerdere sets. Uitgaande van de hierboven genoemde inzet worden de kosten per strekkende meter dijk EUR 2.285,-- in plaats van de geraamde EUR 2.358,--. Geconcludeerd kan worden dat het verkorten van de doorlooptijd geen zeer ingrijpende gevolgen heeft voor de prijs per strekkende meter te versterken dijk.

5.1.2. Onzekerheden methode verdichten

- is het zand goed te verdichten van 6 tot 12 MPa met het gekozen stramien? Er kan grondonderzoek worden uitgevoerd om de korrelgrootteverdeling te bepalen om vervolgens in samenspraak met de aannemer het meest geschikte stramien te kiezen;
- risico van het trillen op een steil talud. Aantonen door het uitvoeren van een representatief proefproject op kleine schaal, of refereren naar een reeds afgerond project;
- de methode kan alleen uitgevoerd worden op rustig water, dat wil zeggen bij golven kleiner dan 0,5 m;
- het onderwatertalud zou wellicht toch kunnen gaan eroderen, met het risico op het optreden van bresvloeiing. Dit risico is nu uitgesloten.

5.2. Versterkt sediment

5.2.1. Optimalisatiemogelijkheden methode versterkt sediment

- er is gerekend met productiesnelheid van circa 500 m^3/dag. Wellicht kan dit hoger zijn. Bij een productie van 700 m^3/dag, worden de kosten per meter dijk EUR 932,-- in plaats van EUR 1.036,-- voor een laagdikte van 0,5 m;
- de productiesnelheid is wel van invloed maar niet bepalend voor de prijs;
- de besparing op de acceptatie-/verwerkingskosten van het toe te passen sediment is nu als PM post aangegeven, door dit mee te rekenen zou deze methode nog aantrekkelijker worden;
- de prijzen voor cement en waterglas zijn gebaseerd op offertes die telefonisch of via mail zijn opgevraagd. Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke marktwerking.

5.2.2. Onzekerheden methode versterkt sediment

- de receptuur is die van de praktijkproef Hoedekenskerke. Een ander project kan een andere receptuur hebben;
- onduidelijk is tot welke hellingshoek het versterkt sediment kan worden aangebracht;
- in de raming is geen rekening gehouden met verliezen, wellicht dat deze tijdens de uitvoering toch optreden.

6. CONCLUSIE

De resultaten hebben betrekking op de Dordtsche Kil en zijn niet generiek geldig. Wel bieden beide alternatieve methoden perspectief en zouden in bepaalde situaties voordeliger kunnen zijn dan de traditionele oplossing. Alleen voor het versterkt sediment met een laagdikte van 1 m lijkt dit niet het geval.

Het advies is om voor iedere methode te kijken welke optimalisaties realistisch zijn en of onzekerheden kunnen worden beheerst.

Methode	€/m' dijkvak geraamd	Percentage t.o.v. traditionele methode	€/m' dijkvak geoptimaliseerd	Percentage t.o.v. traditionele methode
Traditioneel: tweelaagse bestorting	€ 1.515	100%	n.v.t.	n.v.t.
Verdichten	€ 2.359	156%	€ 649	43%
Versterkt sediment 0,5m	€ 1.036	68%	€ 932	62%
Versterkt sediment 1,0m	€ 2.071	137%	€ 1.862	123%

Genoemde bedragen zijn investeringskosten inclusief omzetbelasting (21 %)

Het prijspeil van de bepaalde bedragen is medio 2012

Bij de hierboven genoemde prijs van de geoptimaliseerde methode verdichten zijn de volgende optimalisaties ingecalculeerd:
- de hart-op-hart maat van het raster is vergroot van 2 naar 3 m;
- de zandaanvulling wordt niet toegepast.

Bij de hierboven genoemde prijs van de geoptimaliseerde methode versterkt sediment is de volgende optimalisatie ingecalculeerd voor (beide laagdikten):
- productiesnelheid van 500 m^3/dag verhoogd naar 700 m^3/dag

BIJLAGE I KOSTENRAMINGEN MAATREGELEN ZETTINGSVLOEIING D01

Project Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment
Projectfase Schetsontwerp

Scopebeschrijving en/of uitgangspunten

UITGEGAAN VAN:
- Offerte aanvraag 'financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment' d.d. 17-07-2012

Uitgangspunten:
- Het totale werk bedraagt 7,8km. Per alternatief zijn 2 schetsontwerpen aangeleverd die beide gelden voor een lengte van 3,9km
- Beide ontwerpen worden in de raming onderscheden door naamgeving: profiel a en b
- De methode 'verdichten' en 'versterkt sediment' zijn volwassen technieken
- Alle methoden worden vanaf het water toegepast
- Bij de methode "verdichten" is de verdichtingsdiepte het niveau van het diepste punt van de bedding plus de halve taludhoogte
- Bij de methode "verdichten" is het zand van de zettingsgevoelige laag goed te verdichten
- Bij de methode "verdichten" is uitgegaan van een driehoeksraster met hart-op-hart maten van 2 meter en een enkele trilnaald.
- Bij de methode "verdichten" is uitgegaan van goed te verdichten zand van 6 tot 12 MPa
- Bij de methode "verdichten" wordt er gerekend met een volumeverlies van 10%, ter compensatie wordt er voorafgaand aan het werk een overhoogte van 1,5m zand aangebracht
- Bij de methode "verdichten" is de gemiddelde verdichtingdiepte 8,75m
- Bij de methode "versterkt sediment" wordt het versterkt sediment zonder uitvullen aangebracht, in 2 overlappende lagen
- Bij de methode "versterkt sediment" is de minimaal aan te brengen laagdikte 25cm en de maximaal aan te brengen laagdikte 50cm
- Bij de methode "versterkt sediment" zijn geen kosten opgenomen voor het baggeren en de (de)mobilisatie van het materieel
- Het werk wordt gecombineerd met een op 25 km afstand gelegen baggerwerk, waar niet-verontreinigd zandig sediment vrijkomt.
  Het baggersediment van dit werk is gratis verkrijgbaar, enkel transportkosten over 25km
- Contant maken voordeel transportkosten: Het voordeel dat wordt behaald op de transportkosten van het baggerwerk t.o.v. de transportkosten naar het RWS lozingdepot op de Noordzee mag voor de helft opgevoerd worden.
- Gehanteerde receptuur versterkt sediment, per m^3:
  - 1000kg sediment
  - 200kg cement CEM III/C
  - 40kg waterglas Crystal C0070
- De aannemer moet controleren of aan de eis voor de laagdikte is voldaan middels multi-beam methode, bij 'verdichten' middels sonderingen

NIET INBEGREPEN ZIJN KOSTEN VOOR:

Bouwkosten
- Verkeersmaatregelen en omleidingen
- Eenmalige ontwikkelkosten methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment'

Vastgoedkosten
- Grondverwerving
- Planschade
- Nadeelcompensatie

Engineeringkosten
- Project voorbereiding, administratie en toezicht
- Kosten opdrachtgever
- Onderzoekskosten

Overige bijkomende kosten
- Landschappelijke inpassingen
- Mitigerende maatregelen
- Levensduurkosten
- Kabels en leidingen
- Leges en vergunningen
- Heffingen en verzekeringen

Financieringkosten
- Onzekerheidsreserve
- Rentekosten

Risico's
- Bij methode "verdichten" wordt het risico 'erosie van het onderwatertalud' uitgesloten. De kosten voor het aanvullen hiervan zijn beheer c.q. onderhoudskosten, deze kosten zijn niet in beeld gebracht

Code post	Omschrijving post	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risico-reservering	Totaal
	INVESTERINGSKOSTEN (Indeling naar categorie)						
BK01	Bouwkosten tweelaagse bestorting	€ 6.458.050	€ 645.805	€ 1.775.964	€ 8.879.819	€ 887.982	€ 9.767.801
BK	**TOTAAL BOUWKOSTEN**	**€ 6.458.050**	**€ 645.805**	**€ 1.775.964**	**€ 8.879.819**	**€ 887.982**	**€ 9.767.801**
VK	**TOTAAL VASTGOEDKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
EK	**TOTAAL ENGINEERINGSKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
OBK	**TOTAAL OVERIGE BIJKOMENDE KOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
INV	**SUBTOTAAL INVESTERINGSKOSTEN**	**€ 6.458.050**	**€ 645.805**	**€ 1.775.964**	**€ 8.879.819**	**€ 887.982**	**€ 9.767.801**
OORINV	Objectoverstijgende risico's					€ -	€ -
	INVESTERINGSKOSTEN DETERMINISTISCH	**€ 6.458.050**	**€ 645.805**	**€ 1.775.964**	**€ 8.879.819**	**€ 887.982**	**€ 9.767.801**
BTW	BTW	inclusief			€ 1.864.762	€ 186.476	€ 2.051.238
	INVESTERINGSKOSTEN INCLUSIEF BTW				**€ 10.744.581**	**€ 1.074.458**	**€ 11.819.039**
	Bandbreedte: met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
	Variatiecoëfficiënt					*30%*	
	Risico's in relatie tot de voorziene kosten					*10%*	

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
(Deel)raming:	Tweelaagse bestorting	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

code post	omschrijving post	factor	aantal	lengte	dikte	breedte	opp	hoeveelheid	eenheid		prijs		totaal
1													
								Lengte (m)	Profiel a (m)		Profiel b (m)		
	INVESTERINGSKOSTEN							7800	3900		3900		
10	**Harde bekledingen**												
100110	Leveren, aanbrengen en profileren filterlaag menggranulaat profiel a			3.900,0			38,1	148.590,00	m³	€	15,00	€	2.228.850
100120	Leveren, aanbrengen en profileren filterlaag menggranulaat profiel b			3.900,0			10,7	41.730,00	m³	€	15,00	€	625.950
100130	Leveren, aanbrengen en afwerken breuksteen profiel a			3.900,0			12,3	47.970,00	m³	€	37,50	€	1.798.875
100140	Leveren, aanbrengen en afwerken breuksteen profiel b			3.900,0			12,3	47.970,00	m³	€	37,50	€	1.798.875
	Totaal harde bekledingen									**€**	**6.452.550,00**		
40	**Diversen**												
400110	Controle laagdikte d.m.v. multi-beam methode (nul- en eindmeting)			1,0				1,00	EUR	€	5.500,00	€	5.500
	Totaal diversen									**€**	**5.500,00**		
	Benoemde directe bouwkosten											**€**	**6.458.050**
NTD011	Nader te detailleren bouwkosten							10,0%		€	6.458.050	€	645.805
	Directe bouwkosten											**€**	**7.103.855**
IK016	Eenmalige kosten							2,0%		€	7.103.855	€	142.077
IK017	Algemene bouwplaatskosten							2,0%		€	7.103.855	€	142.077
IK018	Uitvoeringskosten							8,0%		€	7.103.855	€	568.308
IK019	Algemene kosten							8,0%		€	7.103.855	€	568.308
IK0110	Winst en/of risico							5,0%		€	7.103.855	€	355.193
	Indirecte bouwkosten							25%				**€**	**1.775.964**
VZBK	**Voorziene bouwkosten**											**€**	**8.879.819**
RBK013	Niet benoemd objectrisico bouwkosten							10,0%		€	8.879.819	€	887.982
RBK	**Risico's bouwkosten**											**€**	**887.982**
BK01	**Bouwkosten tweelaagse bestorting**											**€**	**9.767.801**
VK01	**Vastgoedkosten tweelaagse bestorting**											**€**	**-**
EK01	**Engineeringskosten tweelaagse bestorting**											**€**	**-**
OBK01	**Overige bijkomende kosten tweelaagse bestorting**											**€**	**-**
INV01	**Totaal investeringskosten tweelaagse bestorting**											**€**	**9.767.801**
										per m1 dijk		€	1.515
										per m3 materiaal		€	41,29

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
	Projectsamenvatting	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

Code post	Omschrijving post	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risico-reservering	Totaal
	INVESTERINGSKOSTEN (Indeling naar categorie)						
BK02	Bouwkosten verdichten	€ 10.093.200	€ 1.009.320	€ 2.720.117	€ 13.822.637	€ 1.382.264	€ 15.204.901
BK	**TOTAAL BOUWKOSTEN**	**€ 10.093.200**	**€ 1.009.320**	**€ 2.720.117**	**€ 13.822.637**	**€ 1.382.264**	**€ 15.204.901**
VK	**TOTAAL VASTGOEDKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
EK	**TOTAAL ENGINEERINGSKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
OBK	**TOTAAL OVERIGE BIJKOMENDE KOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
INV	**SUBTOTAAL INVESTERINGSKOSTEN**	**€ 10.093.200**	**€ 1.009.320**	**€ 2.720.117**	**€ 13.822.637**	**€ 1.382.264**	**€ 15.204.901**
OORINV	Objectoverstijgende risico's					€ -	€ -
	INVESTERINGSKOSTEN DETERMINISTISCH	**€ 10.093.200**	**€ 1.009.320**	**€ 2.720.117**	**€ 13.822.637**	**€ 1.382.264**	**€ 15.204.901**
BTW	BTW	inclusief			€ 2.902.754	€ 290.275	€ 3.193.029
	INVESTERINGSKOSTEN INCLUSIEF BTW				**€ 16.725.391**	**€ 1.672.539**	**€ 18.397.930**
	Bandbreedte: met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				*€ -*	*en*	*€ -*
	Variatiecoëfficiënt					*30%*	
	Risico's in relatie tot de voorziene kosten					*10%*	

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
(Deel)raming:	Verdichten	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

code post 2	omschrijving post	factor	aantal	lengte	dikte	breedte	opp	hoeveelheid	eenheid		prijs		totaal
								Lengte (m)	Profiel a (m)		Profiel b (m)		
	INVESTERINGSKOSTEN							7800	3900		3900		
20	**Verdichten van de ondergrond middels trilnaald**												
200210	Verdichten van de ondergrond m.b.v. trilnaald profiel a (driehoeksgrid h.o.h. 2m)			3.900,0		28,5		111.150,00	m²	€	28,00	€	3.112.200
200220	Verdichten van de ondergrond m.b.v. trilnaald profiel b (driehoeksgrid h.o.h. 2m)			3.900,0		27,5		107.250,00	m²	€	28,00	€	3.003.000
200230	Leveren en aanbrengen zand als overhoogte profiel a			3.900,0	1,5	28,5		166.725,00	m³	€	12,00	€	2.000.700
200240	Leveren en aanbrengen zand als overhoogte profiel b			3.900,0	1,5	27,5		160.875,00	m³	€	12,00	€	1.930.500
	Totaal verdichten van de ondergrond middels trilnaald									**€**	**10.046.400,00**		
40	**Diversen**												
400220	Controle behaalde verdichting d.m.v. sondering (vanaf het water)		0,01	7.800,0				78,00	st	€	600,00	€	46.800
	Totaal diversen									**€**	**46.800,00**		
	Benoemde directe bouwkosten											**€**	**10.093.200**
NTD021	Nader te detailleren bouwkosten							10,0%		€	10.093.200	€	1.009.320
	Directe bouwkosten											**€**	**11.102.520**
IK026	Eenmalige kosten							1,5%		€	11.102.520	€	166.538
IK027	Algemene bouwplaatskosten							2,0%		€	11.102.520	€	222.050
IK028	Uitvoeringskosten							8,0%		€	11.102.520	€	888.202
IK029	Algemene kosten							8,0%		€	11.102.520	€	888.202
IK0210	Winst en/of risico							5,0%		€	11.102.520	€	555.126
	Indirecte bouwkosten							25%				**€**	**2.720.117**
VZBK	**Voorziene bouwkosten**											**€**	**13.822.637**
RBK023	Niet benoemd objectrisico bouwkosten							10,0%		€	13.822.637	€	1.382.264
RBK	**Risico's bouwkosten**											**€**	**1.382.264**
BK02	**Bouwkosten verdichten**											**€**	**15.204.901**
VK02	**Vastgoedkosten verdichten**											**€**	**-**
EK02	**Engineeringskosten verdichten**											**€**	**-**
OBK02	**Overige bijkomende kosten verdichten**											**€**	**-**
INV02	**Totaal investeringskosten verdichten**											**€**	**15.204.901**
										per m1 dijk		€	2.359

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
	Projectsamenvatting	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

Code post	Omschrijving post	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risico-reservering	Totaal
	INVESTERINGSKOSTEN (Indeling naar categorie)						
BK03	Bouwkosten versterkt sediment 0,5	€ 4.381.671	€ 438.167	€ 1.253.158	€ 6.072.995	€ 607.300	€ 6.680.295
BK	**TOTAAL BOUWKOSTEN**	**€ 4.381.671**	**€ 438.167**	**€ 1.253.158**	**€ 6.072.995**	**€ 607.300**	**€ 6.680.295**
VK	**TOTAAL VASTGOEDKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
EK	**TOTAAL ENGINEERINGSKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
OBK	**TOTAAL OVERIGE BIJKOMENDE KOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
INV	**SUBTOTAAL INVESTERINGSKOSTEN**	**€ 4.381.671**	**€ 438.167**	**€ 1.253.158**	**€ 6.072.995**	**€ 607.300**	**€ 6.680.295**
OORINV	Objectoverstijgende risico's					€ -	€ -
	INVESTERINGSKOSTEN DETERMINISTISCH	**€ 4.381.671**	**€ 438.167**	**€ 1.253.158**	**€ 6.072.995**	**€ 607.300**	**€ 6.680.295**
BTW	BTW	inclusief			€ 1.275.329	€ 127.533	€ 1.402.862
	INVESTERINGSKOSTEN INCLUSIEF BTW				**€ 7.348.324**	**€ 734.832**	**€ 8.083.157**
	Bandbreedte: met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				€ -	*en*	€ -
	Variatiecoëfficiënt					*30%*	
	Risico's in relatie tot de voorziene kosten					*10%*	

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
(Deel)raming:	Versterkt sediment 0,5	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

code post	omschrijving post	factor	aantal	lengte	dikte	breedte	opp	hoeveelheid	eenheid	prijs		totaal
3												
								Lengte (m)	Profiel a (m)	Profiel b (m)		
	INVESTERINGSKOSTEN							7800	3900	3900		
30	**Versterkt sediment**											
300310	Leverantie sediment (transport over 25km) profiel a	1,0		3.900,0	0,5	31,0		60.450,00	ton	€ 3,20	€	193.440
300320	Leverantie sediment (transport over 25km) profiel b	1,0		3.900,0	0,5	25,6		49.920,00	ton	€ 3,20	€	159.744
300330	Leverantie cement CEM III/C profiel a	0,2		3.900,0	0,5	31,0		12.090,00	ton	€ 84,00	€	1.015.560
300340	Leverantie cement CEM III/C profiel b	0,2		3.900,0	0,5	25,6		9.984,00	ton	€ 84,00	€	838.656
300350	Leverantie waterglas profiel a (Natrium Silikaat 340-3740, vergelijkbaar met Crystal C0070)	0,04		3.900,0	0,5	31,0		2.418,00	ton	€ 175,00	€	423.150
300360	Leverantie waterglas profiel b (Natrium Silikaat 340-3740, vergelijkbaar met Crystal C0070)	0,04		3.900,0	0,5	25,6		1.996,80	ton	€ 175,00	€	349.440
300370	Mengen en aanbrengen versterkt sediment laagdikte 0,25m profiel a		2,0	3.900,0		31,0		241.800,00	m²	€ 3,50	€	846.300
300380	Mengen en aanbrengen versterkt sediment laagdikte 0,25m profiel b		2,0	3.900,0		25,6		199.680,00	m²	€ 3,50	€	698.880
	Totaal versterkt sediment									**€ 4.525.170,00**		
40	**Diversen**											
400310	Controle laagdikte d.m.v. multi-beam methode (nul- en eindmeting)			1,0				1,00	EUR	€ 5.500,00	€	5.500
400330	Voordeel strortkosten baggerspecie							-	PM	€ -	€	-
400340	Voordeel (50%) transportkosten baggerspecie profiel a			3.900,0	0,5	31,0		60.450,00	m³	€ 1,35-	€	81.608-
400350	Voordeel (50%) transportkosten baggerspecie profiel b			3.900,0	0,5	25,6		49.920,00	m³	€ 1,35-	€	67.392-
	Totaal diversen									**€ 143.499,50-**		
	Benoemde directe bouwkosten										**€**	**4.381.671**
NTD031	Nader te detailleren bouwkosten							10,0%		€ 4.381.671	€	438.167
	Directe bouwkosten										**€**	**4.819.838**
IK036	Eenmalige kosten							3,0%		€ 4.819.838	€	144.595
IK037	Algemene bouwplaatskosten							2,0%		€ 4.819.838	€	96.397
IK038	Uitvoeringskosten							8,0%		€ 4.819.838	€	385.587
IK039	Algemene kosten							8,0%		€ 4.819.838	€	385.587
IK0310	Winst en/of risico							5,0%		€ 4.819.838	€	240.992
	Indirecte bouwkosten							26%			**€**	**1.253.158**
VZBK	**Voorziene bouwkosten**										**€**	**6.072.995**
RBK033	Niet benoemd objectrisico bouwkosten							10,0%		€ 6.072.995	€	607.300
RBK	**Risico's bouwkosten**										**€**	**607.300**
BK03	**Bouwkosten versterkt sediment 0,5**										**€**	**6.680.295**
VK03	**Vastgoedkosten versterkt sediment 0,5**										**€**	**-**
EK03	**Engineeringskosten versterkt sediment 0,5**										**€**	**-**
OBK03	**Overige bijkomende kosten versterkt sediment 0,5**										**€**	**-**
INV03	**Totaal investeringskosten versterkt sediment 0,5**										**€**	**6.680.295**
										per m1 dijk	€	1.036
										per m3 materiaal	€	73

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
	Projectsamenvatting	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

Code post	Omschrijving post	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten	Voorziene kosten	Risico-reservering	Totaal
	INVESTERINGSKOSTEN (Indeling naar categorie)						
BK04	Bouwkosten versterkt sediment 1	€ 8.757.841	€ 875.784	€ 2.504.743	€ 12.138.368	€ 1.213.837	€ 13.352.204
BK	**TOTAAL BOUWKOSTEN**	**€ 8.757.841**	**€ 875.784**	**€ 2.504.743**	**€ 12.138.368**	**€ 1.213.837**	**€ 13.352.204**
VK	**TOTAAL VASTGOEDKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
EK	**TOTAAL ENGINEERINGSKOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
OBK	**TOTAAL OVERIGE BIJKOMENDE KOSTEN**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**	**€ -**
INV	**SUBTOTAAL INVESTERINGSKOSTEN**	**€ 8.757.841**	**€ 875.784**	**€ 2.504.743**	**€ 12.138.368**	**€ 1.213.837**	**€ 13.352.204**
OORINV	Objectoverstijgende risico's					€ -	€ -
	INVESTERINGSKOSTEN DETERMINISTISCH	**€ 8.757.841**	**€ 875.784**	**€ 2.504.743**	**€ 12.138.368**	**€ 1.213.837**	**€ 13.352.204**
BTW	BTW	inclusief			€ 2.549.057	€ 254.906	€ 2.803.963
	INVESTERINGSKOSTEN INCLUSIEF BTW				**€ 14.687.425**	**€ 1.468.742**	**€ 16.156.167**
	Bandbreedte: met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				€ -	*en*	€ -
	Variatiecoëfficiënt					*30%*	
	Risico's in relatie tot de voorziene kosten					*10%*	

Opdrachtgever:	Deltares	Prijspeil:	Q3 2012	Datum:	16-10-2012
Project:	Financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment	Versie:	01	Dossier nr:	DT395-1
(Deel)raming:	Versterkt sediment 1	Status:	Definitief	Auteur:	M. Koenders

code post	omschrijving post	factor	aantal	lengte	dikte	breedte	opp	hoeveelheid	eenheid		prijs		totaal
4													
								Lengte (m)	Profiel a (m)		Profiel b (m)		
	INVESTERINGSKOSTEN							7800	3900		3900		
30	**Versterkt sediment**												
300410	Leverantie sediment (transport over 25km) profiel a	1,0		3.900,0	1,0	31,0		120.900,00	ton	€	3,20	€	386.880
300420	Leverantie sediment (transport over 25km) profiel b	1,0		3.900,0	1,0	25,6		99.840,00	ton	€	3,20	€	319.488
300430	Leverantie cement CEM III/C profiel a	0,2		3.900,0	1,0	31,0		24.180,00	ton	€	84,00	€	2.031.120
300440	Leverantie cement CEM III/C profiel b	0,2		3.900,0	1,0	25,6		19.968,00	ton	€	84,00	€	1.677.312
300450	Leverantie waterglas profiel a (Natrium Silikaat 340-3740, vergelijkbaar met Crystal C0070)	0,04		3.900,0	1,0	31,0		4.836,00	ton	€	175,00	€	846.300
300460	Leverantie waterglas profiel b (Natrium Silikaat 340-3740, vergelijkbaar met Crystal C0070)	0,04		3.900,0	1,0	25,6		3.993,60	ton	€	175,00	€	698.880
300490	Mengen en aanbrengen versterkt sediment laagdikte 0,5m profiel a		2,0	3.900,0		31,0		241.800,00	m²	€	7,00	€	1.692.600
300500	Mengen en aanbrengen versterkt sediment laagdikte 0,5m profiel b		2,0	3.900,0		25,6		199.680,00	m²	€	7,00	€	1.397.760
	Totaal versterkt sediment									**€**	**9.050.340,00**		
40	**Diversen**												
400410	Controle laagdikte d.m.v. multi-beam methode (nul- en eindmeting)			1,0				1,00	EUR	€	5.500,00	€	5.500
400430	Voordeel strortkosten baggerspecie							-	PM	€	-	€	-
400440	Voordeel (50%) transportkosten baggerspecie profiel a			3.900,0	1,0	31,0		120.900,00	m³	€	1,35-	€	163.215-
400450	Voordeel (50%) transportkosten baggerspecie profiel b			3.900,0	1,0	25,6		99.840,00	m³	€	1,35-	€	134.784-
	Totaal diversen									**€**	**292.499,00-**		
	Benoemde directe bouwkosten											**€**	**8.757.841**
NTD041	Nader te detailleren bouwkosten							10,0%		€	8.757.841	€	875.784
	Directe bouwkosten											**€**	**9.633.625**
IK046	Eenmalige kosten							3,0%		€	9.633.625	€	289.009
IK047	Algemene bouwplaatskosten							2,0%		€	9.633.625	€	192.673
IK048	Uitvoeringskosten							8,0%		€	9.633.625	€	770.690
IK049	Algemene kosten							8,0%		€	9.633.625	€	770.690
IK0410	Winst en/of risico							5,0%		€	9.633.625	€	481.681
	Indirecte bouwkosten							26%				**€**	**2.504.743**
VZBK	**Voorziene bouwkosten**											**€**	**12.138.368**
RBK043	Niet benoemd objectrisico bouwkosten							10,0%		€	12.138.368	€	1.213.837
RBK	**Risico's bouwkosten**											**€**	**1.213.837**
BK04	**Bouwkosten versterkt sediment 1**											**€**	**13.352.204**
VK04	**Vastgoedkosten versterkt sediment 1**											**€**	**-**
EK04	**Engineeringskosten versterkt sediment 1**											**€**	**-**
OBK04	**Overige bijkomende kosten versterkt sediment 1**											**€**	**-**
INV04	**Totaal investeringskosten versterkt sediment 1**											**€**	**13.352.204**
										per m1 dijk		€	2.071
										per m3 materiaal		€	73

BIJLAGE II OFFERTE AANVRAAG DELTARES 1205973-002-VEB-0001

Memo

Aan
Dirk-Jan Jaspers Focks

Datum	**Kenmerk**	**Aantal pagina's**
17 juli 2012	1205973-002-VEB-0001	5
Van	**Doorkiesnummer**	**E-mail**
Hans van de Velde	+31 (0)88 33 57 550	hans.vandevelde@deltares.nl

Onderwerp
Offerte-aanvraag 'financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment'

Inleiding
Men verwacht in nHWBP een paar honderd kilometer hoofdwaterkering te moeten versterken als maatregel tegen het risico van zettingsvloeiing. Dit kost zeer veel geld. Uit een aantal workshops (2011/ 2012) is gebleken dat de innovatieve methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ mogelijke maatregelen tegen zettingsvloeiing kunnen zijn. Langs de Dordtsche Kil is in 2010 de hoofdwaterkering op de traditionele manier met stortsteen (als 2-laagse bestorting) versterkt als maatregel tegen het risico van zettingsvloeiing. De aannemer hiervan was Boskalis.
In dit memo wordt de offerte-aanvraag aan Witteveen & Bos gespecificeerd om voor de casus Dordtsche Kil de uitvoeringskosten van de traditionele methode (als 2-laagse bestorting) en de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ te bepalen om deze met elkaar te kunnen vergelijken.

Doelstelling
Uitgaande van de hypothese dat de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ als het ware volwassen technieken zijn, dienen door Witteveen & Bos voor de casus Dordtsche Kil de uitvoeringskosten van deze methoden en van de traditionele methode (als 2-laagse bestorting) te worden bepaald en met elkaar te worden vergeleken met als uiteindelijk doel om te bezien of een kostenreductie is te behalen. Alle kosten dienen op prijsniveau 2012 te zijn.

NB. Voor deze kostenbepalingen is slechts een beperkt budget beschikbaar. Deze kostenbepalingen kunnen om deze reden slechts op basis van twee principedoorsneden worden gedaan en zullen dientengevolge een globaal karakter hebben. Om een gelijk ramingsniveau te hebben kan in die zin ook geen gebruik worden gemaakt van de werkelijke uitvoeringskosten en de in 2010 door Waterschap Hollandse Delta (WSHD) gemaakte ramingen van de traditionele methode (met 2-laagse bestorting).

Gegevens
Gezien het stadium van het onderzoek zijn voor de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ nog geen ontwerpen gemaakt (zo zijn hiervoor ook nog geen ontwerpregels bekend). Daarom zal voor voornoemde bepalingen van de uitvoeringskosten gebruik worden gemaakt van schetsontwerpen die in beide principedoorsneden zullen zijn aangegeven; ook om deze reden zullen de te bepalen uitvoeringskosten globaal zijn.

Na opdracht zal bij Deltares in Delft een startoverleg plaatsvinden tussen Rijkswaterstaat Corporate Innovatie Programma (RWS CIP), WSHD, Witteveen & Bos en Deltares waarin de schetsontwerpen op basis van ‘engineering judgement’ gezamenlijk worden overeengekomen. Verder zullen in dit overleg alle uitgangspunten en nog te leveren gegevens worden

vastgesteld opdat voornoemde prijsbepalingen en prijsvergelijkingen door Witteveen & Bos kunnen worden gedaan. De nog te leveren gegevens zullen hierbij indien mogelijk door WSHD worden verzorgd. In eerste instantie zal WSHD nog een situatietekening leveren van het in 2010 uitgevoerde werk.

Vooralsnog gelden de volgende principedoorsneden/ schetsontwerpen, (globale) gegevens en uitgangspunten:

Globale gegevens ondergrond voor wat betreft de zettingsvloeiingsgevoelige zandlagen
Als bijlagen zijn ter illustratie twee geotechnische profielen van de Spuidijk bijgesloten. Het zettingsvloeiingsgevoelige zand betreft de Holocene afzettingen van Calais (code 8 in de profielen) met de bovenzijde op NAP - 4 à - 6 meter (veelal op circa NAP - 6 meter) en de onderzijde tot maximaal het Pleistoceen op NAP - 17 à - 20 meter en met conusweerstanden van 3 tot meer dan 10 Mpa (gemiddeld circa 6 Mpa).

Principedoorsneden 2-laagse bestorting
In de bijgaande principedoorsneden (blad 1 en 2) is de maatregel tegen zettingsvloeiing zoals die in 2010 op de traditionele manier met stortsteen (als 2-laagse bestorting) is uitgevoerd gegeven. Het totale werk bedroeg circa 7,8 kilometer. Uitgangspunt is dat elke principedoorsnede geldig is voor een dijkstrekking van 3,9 kilometer.

Schetsontwerpen verdichten
In de bijlagen schetsontwerpen blad 3 en 4 zijn (handmatig) twee schetsontwerpen gegeven van de maatregel tegen zettingsvloeiing zoals die voor de methode verdichten zouden kunnen gelden. Zoals eerder gesteld zullen deze schetsontwerpen tijdens het startoverleg worden besproken en zo nodig nader worden vastgesteld. Zo is er thans van uitgegaan dat de verdichtingsdiepte minimaal de halve taludhoogte dient te zijn.

NB. Bij de methode verdichten blijft er voor de casus Dordtsche Kil het risico bestaan van erosie van het onderwatertalud en dientengevolge mogelijk ook het risico van bresvloeiing. Dit zal tijdens het startoverleg worden besproken. Vooralsnog is het uitgangspunt dat deze risico's niet worden meegenomen bij de prijsbepaling.

De verdere uitgangspunten voor de bepaling van de uitvoeringskosten zijn:
1. Het zand van de verwekingsgevoelige zandlaag is goed te verdichten.
2. Dit zand heeft een conusweerstand van 6 Mpa en moet in het gearceerde gebied worden verdicht tot een conusweerstand van 12 MPa (= verdichtingseis).
3. De aannemer moet door het uitvoeren van sonderingen controleren of aan de verdichtingseis wordt voldaan.
4. Elk schetsontwerp is geldig voor een dijkstrekking van 3,9 kilometer.

Schetsontwerpen versterkt sediment
In de bijlagen schetsontwerpen blad 5 en 6 zijn (handmatig) twee schetsontwerpen gegeven van de maatregel tegen zettingsvloeiing zoals die voor de methode versterkt sediment zouden kunnen gelden. Ook deze schetsontwerpen zullen tijdens het startoverleg worden besproken en zo nodig nader worden vastgesteld.

De dikte van het versterkt sediment is nog niet te bepalen, zodat wordt uitgegaan van een laagdikte van 0,5 en 1,0 meter en hiermee enige bandbreedte in de kostenbepaling wordt verkregen. Uitgangspunt is dat het versterkt sediment zonder uitvullen wordt aangebracht, dus

direct op het talud in een laag van 0,5 en 1,0 meter. De noodzaak van het uitvullen zal tijdens het startoverleg worden besproken. Hierbij speelt 'de stabiliteit' van het versterkt sediment een rol: wellicht dat versterkt sediment niet steiler dan circa 1:2,5 à 3 kan worden aangebracht.

NB. Bij de methode versterkt sediment wordt ervan uitgegaan dat het werk wordt gecombineerd met een nabijgelegen (onderhouds)baggerwerk. Hierdoor wordt 'werk met werk' gemaakt hetgeen tot kostenvoordeel kan leiden. Zo kan worden bespaard op stortkosten in het geval verontreinigd sediment wordt gebruikt; in dit geval behoeft dat niet contant te worden gemaakt, maar wel in de rapportage te worden opgenomen als post 'voordeel stortkosten: pm'. Daarnaast kan bij het baggerwerk worden bespaard op transportkosten sediment; dit dient contant te worden gemaakt zoals hieronder is aangegeven.

De verdere uitgangspunten voor de bepaling van de uitvoeringskosten zijn:

1. Het werk kan worden gecombineerd met een op 5 km afstand gelegen baggerwerk.
2. De mob/ demob kosten van het baggermaterieel en de kosten van het baggeren zelf behoeven niet te worden opgevoerd.
3. Uit dit baggerwerk komt geschikt zandig sediment beschikbaar, dat nagenoeg niet is verontreinigd. Dit sediment kan als gratis levering worden gezien. Wel opvoeren transportkosten over 5 km.
4. Contant maken voordeel transportkosten: verschil tussen transportkosten naar bijvoorbeeld het RWS-lozingspunt op de Noordzee met de transportkosten over 5 km afstand. Dit voordeel dient voor 50% te worden opgevoerd (de andere 50% komt ten goede van het baggerwerk).
5. Van het sediment kan versterkt sediment worden gemaakt, waarbij de volgende receptuur[1] geldt per 1 m^3 versterkt sediment:
   - 1000 kg sediment (gratis)
   - 200 kg cement CEM III/C
   - 40 kg waterglas Crystal C0070.
6. Het versterkt sediment kan onderwater in lagen van 30 tot 50 centimeter worden aangebracht. Uiteindelijk moet een doorgaande laag versterkt sediment worden opgeleverd.
7. De aannemer moet controleren of aan de eis van de laagdikte wordt voldaan (bv. met multi-beam methode).
8. Elk schetsontwerp is geldig voor een dijkstrekking van 3,9 kilometer.

Verdere gegevens?
Indien Witteveen & Bos meer gegevens nodig heeft voor de bepaling van de globale uitvoeringskosten, dient zij hiertoe in haar offerte de vragen hierover te specificeren. Deze vragen zullen tijdens het startoverleg worden besproken.

Vraagstelling
Het opstellen van een offerte met open begroting voor het uitvoeren van de volgende werkzaamheden:
Het op basis van de geleverde informatie bepalen van de uitvoeringskosten van de traditionele methode (2-laagse bestorting) en van de methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment' (zowel

[1] De gegeven receptuur is hierbij afgeleid uit het Deltares-rapport 'Receptuuronderzoek Versterkt Sediment Hoedekenskerke' met kenmerk 1202972-002-GEO-0002 (versie v01 van 27 april 2011, definitief). Dit is uiteraard een aanname. Deze receptuur had onder laboratoriumomstandigheden een druksterkte van circa 2 Mpa (na 28 dagen uitharden).

bij een laagdikte van 0,5 als van 1,0 meter), een en ander op basis van de casus Dordtsche Kil en op prijsniveau 2012. De werkzaamheden, uitgangspunten en resultaten dienen in een rapport te worden gepresenteerd.

De (uitvoerings)kosten dienen hierbij in voldoende detail te worden gespecificeerd (dat wil zeggen in voldoende op zichzelf staande kostenposten), bijvoorbeeld in mob/ demob materieel, materiaalkosten, mengkosten (voor wat betreft versterkt sediment), uitvoeringskosten (waaronder monitoringkosten voor aantonen kwaliteit), algemene kosten, winst, risico, BTW en dergelijke.
Het uitgangspunt is dat de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ ‘volwassen zijn’. Zo behoeven eenmalige ontwikkelkosten (bijvoorbeeld voor de in-line mengtechniek en spuitmond bij versterkt sediment) niet te worden opgevoerd, maar kunnen wel apart worden gerapporteerd.

De uitvoeringskosten (incl. BTW) dienen in de conclusie van het rapport als volgt te worden gepresenteerd:

- per strekkende meter dijk, inclusief en exclusief mob/ demob materieel
- per m^3 verdicht zettingsvloeiingsgevoelig zand dan wel per m^3 aangebracht versterkt sediment (bij een laagdikte van 0,5 en 1,0 meter), inclusief en exclusief mob/ demob materieel.

Planning en levertijd
Hiervoor dient het volgende te worden aangehouden:

1. Indienen offerte: binnen 1 week na de datum van de offerte-aanvraag
2. Opdracht: bij goede offerte binnen 2 weken na de datum van de offerte
3. Startoverleg: zo snel mogelijk na de verstrekking van de opdracht
4. Levering concept-rapport: binnen 4 weken na de datum van het startoverleg (ervan uitgaande dat tijdens het startoverleg alle gegevens/ uitgangspunten bekend/ vastgesteld zullen zijn)
5. Eindoverleg c.q. bespreking concept-rapport (RWS CIP, WSHD, Witteveen & Bos, Deltares) bij Deltares te Delft: binnen 2 weken na de datum levering concept-rapport (de datum reeds vaststellen tijdens het startoverleg)
6. Levering definitief rapport met verwerking reakties van het eindoverleg: binnen 2 weken na de datum van het eindoverleg.

Voorwaarden
Op deze offerte-aanvraag en de (eventuele) opdracht zijn alleen de Algemene Inkoopvoorwaarden Stichting Deltares (versie 1.1, 2010) van toepassing, welke kunnen worden gedownload onder http://www.deltares.nl/nl/over-deltares/voorwaarden.

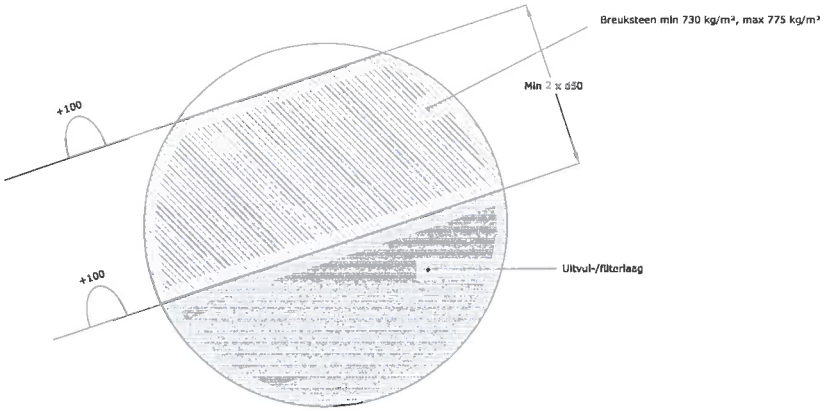
Betaling zal plaatsvinden in een termijn na oplevering van het definitief rapport.

Contactpersoon Deltares
Dit is Hans van de Velde (tel. 0622692828 of hans.vandevelde@deltares.nl). Bij zijn afwezigheid kan contact worden opgenomen met Frans van den Berg (tel. 0653654004 of frans.vandenberg@deltares.nl).

Kopie aan
Frans van den Berg, Koos Saathof, Gert-Jan Goelema

Bijlage(n)
- Geotechnische profielen Spuidijk, bijlagen G24 en G25 van CO-369841
- Principedoorsneden/ schetsontwerpen (6 bladen)

BIJLAGE III PRINCIPE DOORSNEDEN ONTWERP



Detail 1
Schaal: 1:10

Legenda

Stortsteen t.b.v. profilering talud
min. ρ = 2600 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 45/125 mm, max. Cu = 4

Breuksteen
min. ρ = 2650 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 5/40 kg, max. Cu = 3

Opmerkingen

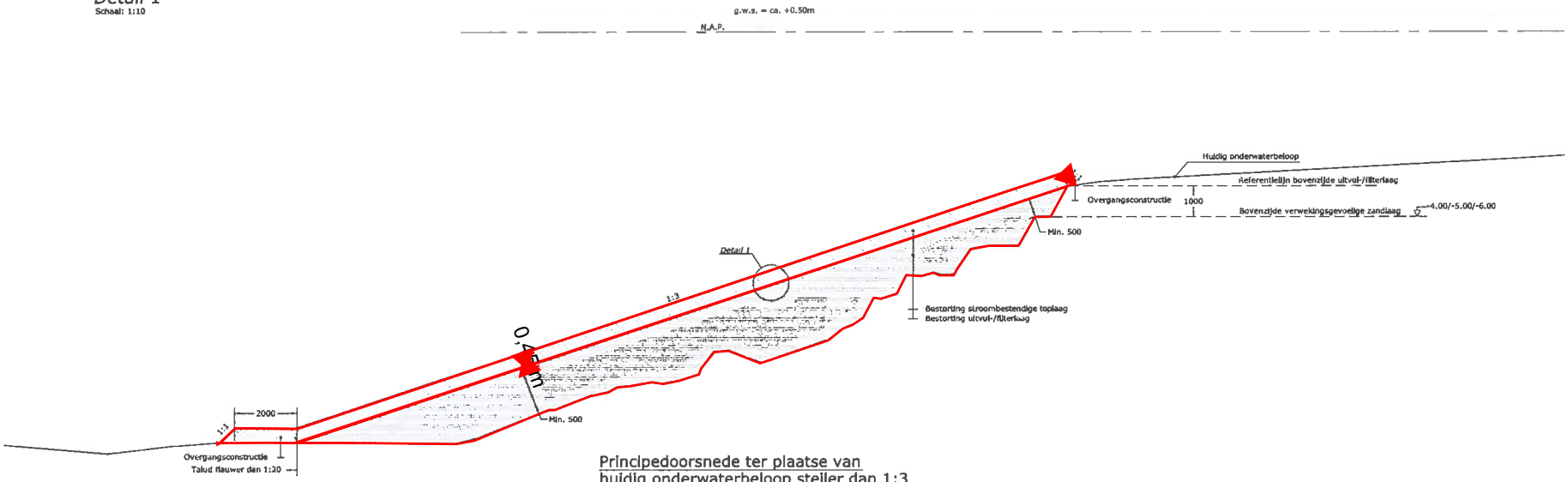
Maten in mm.

Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Uitvoeringstoleranties: zie Detail

Steenmateriaal aanbrengen van onder naar boven onder gecontroleerde omstandigheden.

Genoemde gewichten zijn bovenwatergewichten



Principedoorsnede ter plaatse van
huidig onderwaterbeloop steiler dan 1:3

Blad 1 stortsteen

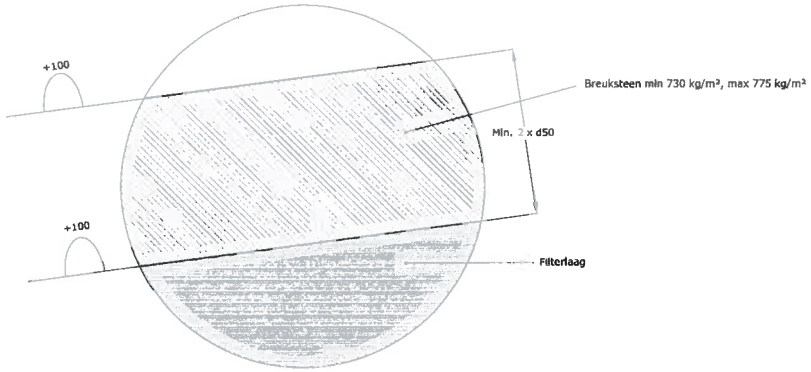
Maatregel zettingsvloeiing Dordtsche Kil
Principedoorsnedes taludbescherming
Regio Hoeksche Waard en Eiland van Dordrecht

Versie : 23-03-2009	2021003
Schaal : 1:100	Behoort bij : bestek 08N1018
Project : HWD-WAK-0034	Referentie : 06494A23
~~Blad 1 van 2~~	Auteur : lbrsm

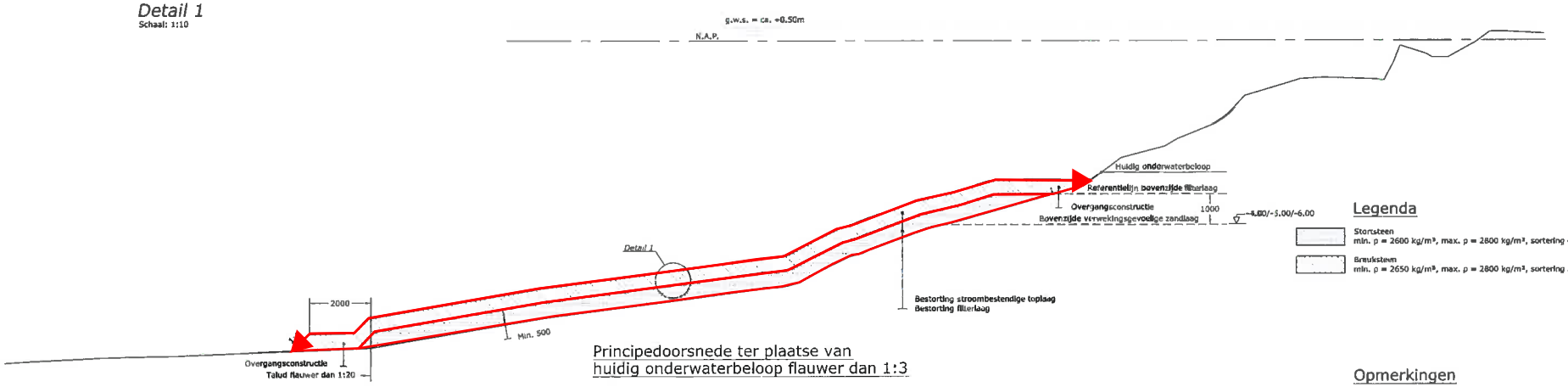
Waterschap Hollandse Delta
Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC RIDDERKERK
tel. 088 - 974 30 00 fax 088 - 974 30 01 www.wshd.nl info@wshd.nl

Topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

29-6-2012



Detail 1
Schaal: 1:10



Principedoorsnede ter plaatse van
huidig onderwaterbeloop flauwer dan 1:3

Legenda

Stortsteen
min. ρ = 2600 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 45/125 mm , max. Cu = 4

Breuksteen
min. ρ = 2650 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 5/40 kg, max. Cu = 3

Opmerkingen

Maten in mm.

Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Uitvoeringstoleranties: zie Detail

Steenmateriaal aanbrengen van onder naar boven onder gecontroleerde omstandigheden.

Genoemde gewichten zijn bovenwatergewichten

Blad 2 stortsteen

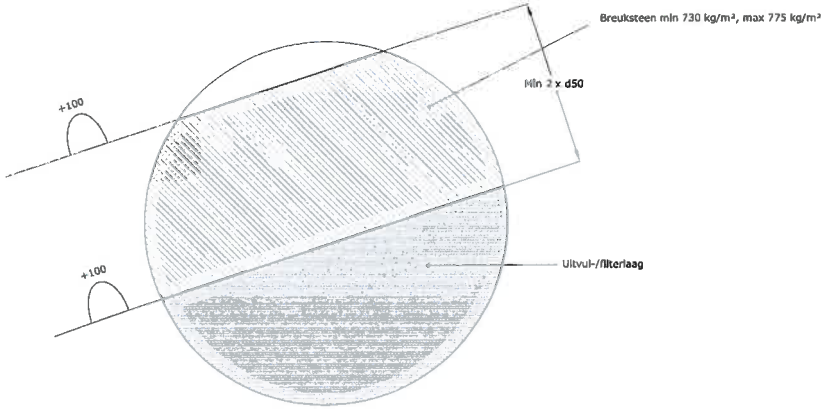
Maatregel zettingsvloeiing Dordtsche Kil
Principesdoorsnedes taludbescherming
Regio Hoeksche Waard en Eiland van Dordrecht

Versie : 23-03-2009	2021003
Schaal : 1:100	Behoort bij : bestek 08N1018
Project : HWD-WAK-0034	Referentie : 06494A23
~~Blad 2 van 2~~	Auteur : ibrsm

waterschap Hollandse Delta
Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC RIDDERKERK
tel. 088 - 974 30 00 fax 088 - 974 30 01 www.wshd.nl info@wshd.nl

Topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

29-6-2012



Detail 1
Schaal: 1:10

Legenda

Stortsteen t.b.v. profilering talud
min. ρ = 2600 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 45/125 mm, max. Cu = 4

Breukateen
min. ρ = 2650 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 5/40 kg, max. Cu = 3

Opmerkingen

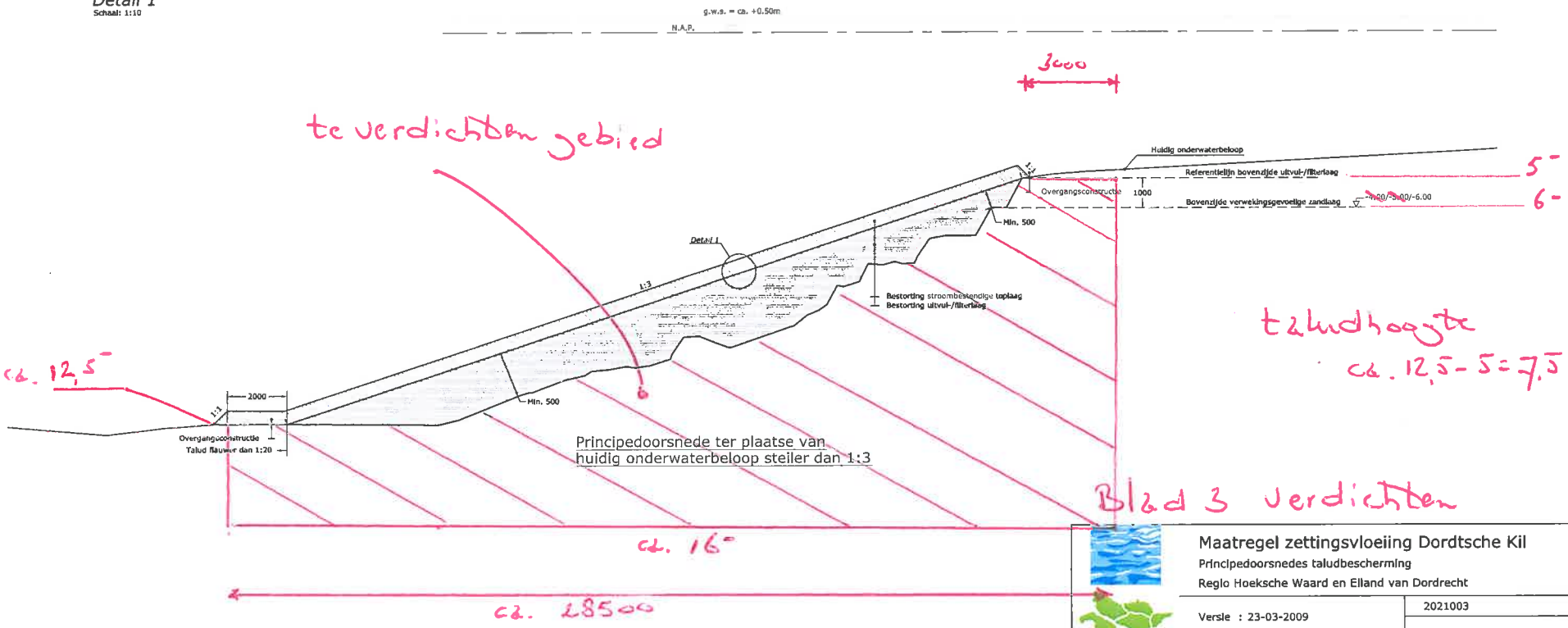
Maten in mm.

Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Uitvoeringstoleranties: zie Detail

Steenmateriaal aanbrengen van onder naar boven onder gecontroleerde omstandigheden.

Genoemde gewichten zijn bovenwatergewichten



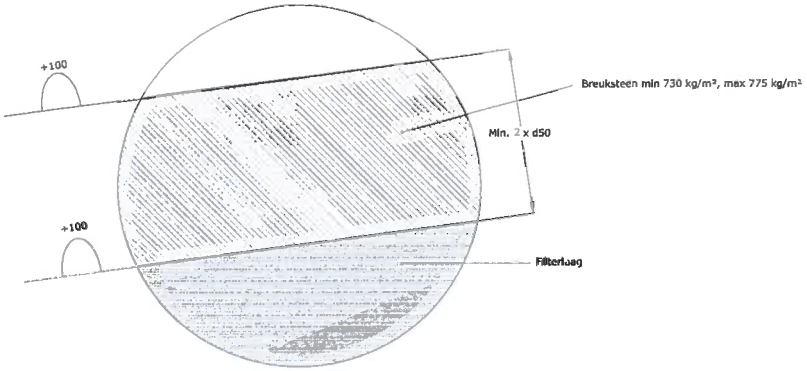
Maatregel zettingsvloeiing Dordtsche Kil
Principedoorsnedes taludbeschermingen
Regio Hoeksche Waard en Eiland van Dordrecht

Versie : 23-03-2009	2021003
Schaal : 1:100	Behoort bij : bestek 08N1018
Project : HWD-WAK-0034	Referentie : 06494A23
Blad ~~1 van 2~~	Auteur : ibrsm

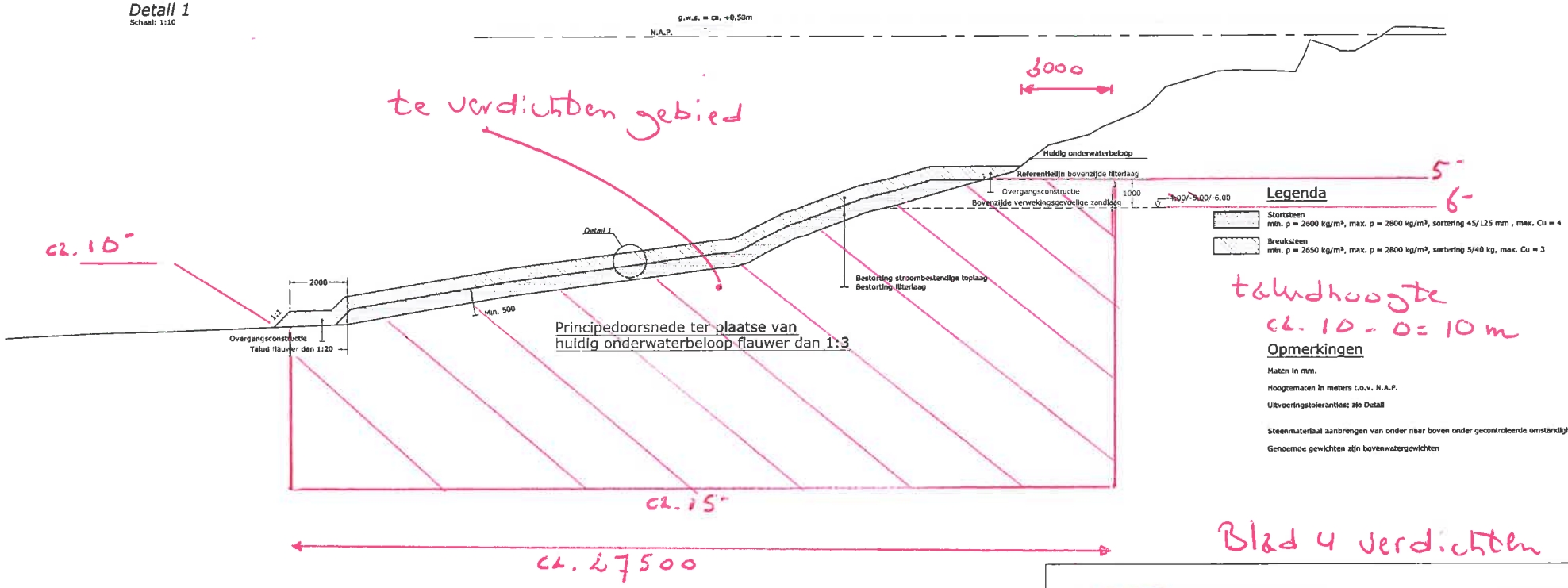
Waterschap Hollandse Delta
Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC RIDDERKERK
tel. 088 - 974 30 00 fax 088 - 974 30 01 www.wshd.nl info@wshd.nl

Topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

29-6-2012



Detail 1
Schaal: 1:10



Maatregel zettingsvloeiing Dordtsche Kil
Principesdoorsnedes taludbescherming
Regio Hoeksche Waard en Eiland van Dordrecht

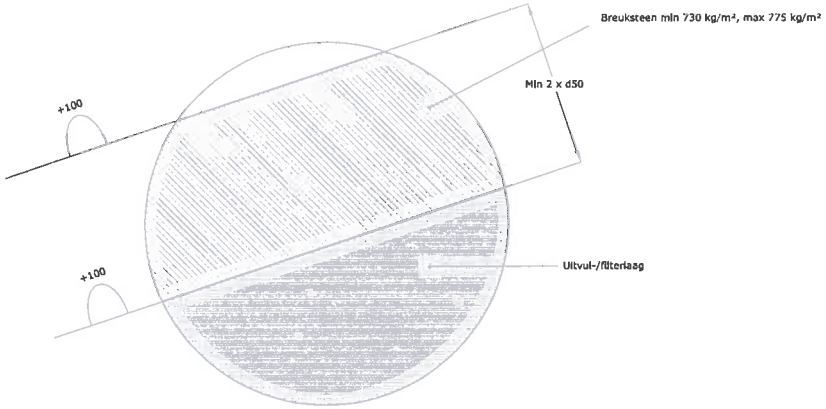
Versie : 23-03-2009	2021003
Schaal : 1:100	Behoort bij : bestek 08N1018
Project : HWD-WAK-0034	Referentie : 06494A23
~~Blad 2 van 2~~	Auteur : ibrsm

waterschap Hollandse Delta

Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC RIDDERKERK
tel. 088 - 974 30 00 fax 088 - 974 30 01 www.wshd.nl info@wshd.nl

Topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

29-6-2012



Detail 1
Schaal: 1:10

Legenda

Stortsteen t.o.v. profilering talud
min. ρ = 2600 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 45/125 mm, max. Cu = 4

Breuksteen
min. ρ = 2650 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 5/40 kg, max. Cu = 3

Opmerkingen

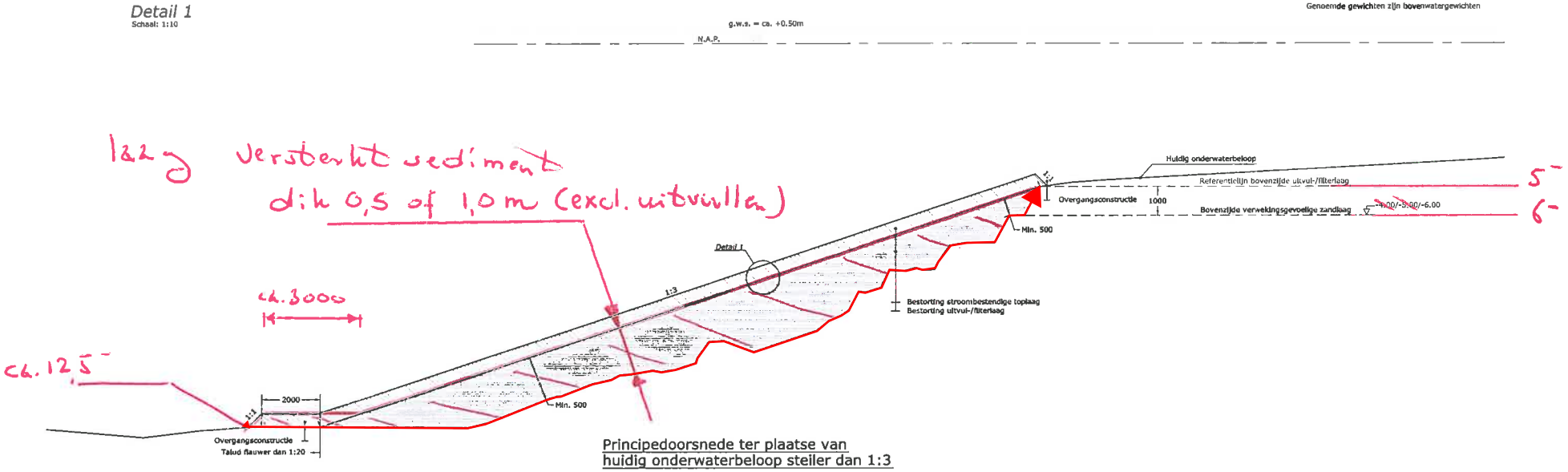
Maten in mm.

Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Uitvoeringstoleranties: zie Detail

Steenmateriaal aanbrengen van onder naar boven onder gecontroleerde omstandigheden.

Genoemde gewichten zijn bovenwatergewichten



Principedoorsnede ter plaatse van
huidig onderwaterbeloop steiler dan 1:3

Blad 5 versterkt sediment

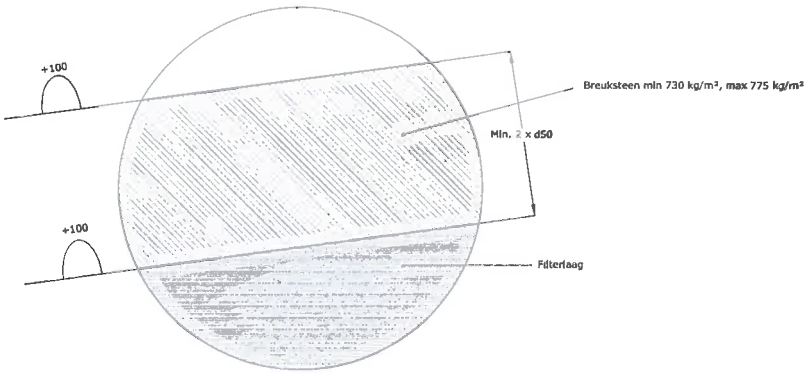
Maatregel zettingsvloeiing Dordtsche Kil
Principedoorsnedes taludbescherming
Regio Hoeksche Waard en Eiland van Dordrecht

Versie : 23-03-2009	2021003
Schaal : 1:100	Behoort bij : bestek 08N1018
Project : HWD-WAK-0034	Referentie : 06494A23
~~Blad 1 van 2~~	Auteur : lbrsm

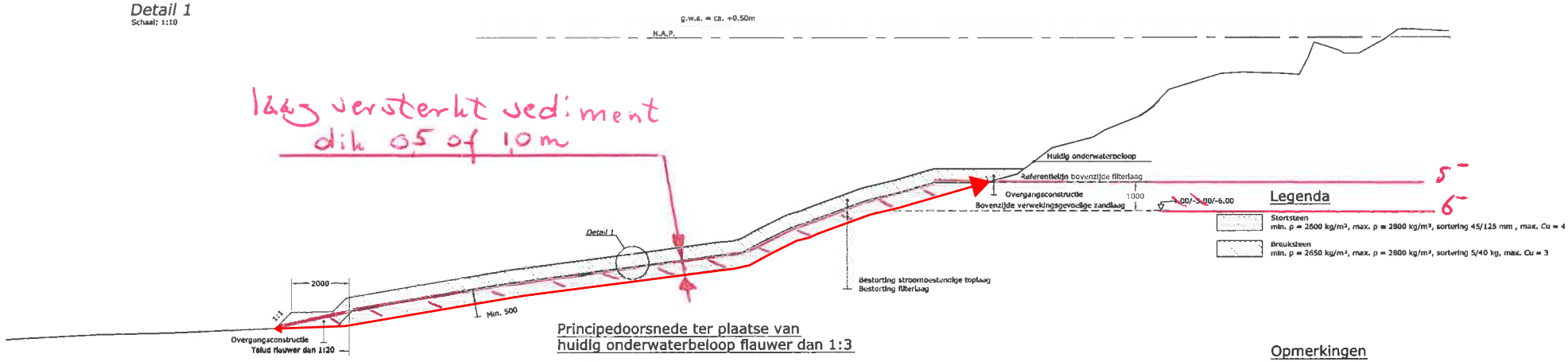
Waterschap Hollandse Delta
Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC RIDDERKERK
tel. 088 - 974 30 00 fax 088 - 974 30 01 www.wshd.nl info@wshd.nl

topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

29-6-2012



Detail 1
Schaal: 1:10



Legenda

Stortsteen
min. ρ = 2600 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 45/125 mm , max. Cu = 4

Breuksteen
min. ρ = 2650 kg/m³, max. ρ = 2800 kg/m³, sortering 5/40 kg, max. Cu = 3

Opmerkingen

Maten in mm.

Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.

Uitvoeringstoleranties: zie Detail

Steenmateriaal aanbrengen van onder naar boven onder gecontroleerde omstandigheden.

Genoemde gewichten zijn bovenwatergewichten

Blad 6 versterkt sediment

waterschap Hollandse Delta

Maatregel zettingsvloeiing Dordtsche Kil
Principesdoorsnedes taludbescherming
Regio Hoeksche Waard en Eiland van Dordrecht

Versie : 23-03-2009	2021003
Schaal : 1:100	Behoort bij : bestek 08N1018
Project : HWD-WAK-0034	Referentie : 06494A23
~~Blad 2 van 2~~	Auteur : lbrsm

Handelsweg 100 Postbus 4103 2980 GC RIDDERKERK
tel. 088 - 974 30 00 fax 088 - 974 30 01 www.wshd.nl info@wshd.nl

Topografische ondergrond (c) Topografische Dienst Kadaster, Emmen

29-6-2012

B Kostennotitie financiële haalbaarheid methoden verdichten en versterkt sediment

Memo

Aan
Deelnemers brainstormsessie

Datum	**Kenmerk**	**Aantal pagina's**
28 augustus 2012	1205973-002-VEB-0002	20
Van	**Doorkiesnummer**	**E-mail**
Hans van de Velde	+31 (0)88 33 57 550	hans.vandevelde@deltares.nl

Onderwerp
Verslag brainstormsessie 'Nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment' - 4 juli 2012

Brainstormsessie 'Nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment' als maatregel tegen zettingsvloeiing en geënt op de uitvoering

RWS-CIP/ Deltares
Electronic Board Room (EBR) Deltares, Stieltjesweg te Delft
4 juli 2012

Foto 1 Impressie EBR

Aanwezigen: Gert-Jan Goelema (Waterschap Hollandse Delta), Yvo Provoost (RWS Projectbureau Zeeweringen), Koos Saathof (RWS Waterdienst), Eize Drenth en Jan-Kees Bossenbroek (Oranjewoud), Niels Slijkerman (de Vries & van de Wiel), Richard Looij (Keller), Albert Wiggers (Royal Haskoning), Paul van Dijk (Van Oord), Koen de Jong (Witteveen & Bos) en Rens van den Bergh, Frans van den Berg, Geeralt van den Ham, Ruud Termaat en Hans van de Velde (allen Deltares).

Inleiding

Dit memo is het verslag van de gehouden brainstormsessie. Voor de uitnodiging en de agenda van deze sessie wordt verwezen naar bijlage 1. Dit verslag is opgebouwd in dezelfde volgorde zoals tijdens de sessie is gehouden.

Opening en doel

Hans van de Velde geeft een korte toelichting op het programma (zie bijlagen 1 en 2) en geeft samengevat het volgende aan. In 2011 zijn workshops gehouden waarin (technologische en proces) innovaties zijn besproken voor het aanpakken van de problematiek van de verweking van vooroevers van primaire waterkeringen; de maatregelen hiertegen kosten veel geld. Uit deze workshops is gebleken dat de innovatieve methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment' het meest pilotrijp zijn, maar ook dat hierin nog een aantal onduidelijkheden en onzekerheden zijn. Om een duidelijk beeld te krijgen van de werkelijke potentie van deze methoden dienen de onduidelijkheden en onzekerheden weggenomen te worden dan wel nader te worden besproken. Wij willen hierbij met name de onduidelijkheden en onzekerheden *geënt op de uitvoering* bespreken, in de zin van 'is het maakbaar, meetbaar en beheersbaar'. Hiervoor zal deze brainstormsessie worden gehouden. Als uitgangspunt houden we de volgende 2 principeschetsen aan (foto's 2 en 3, zie ook bijlage 2).

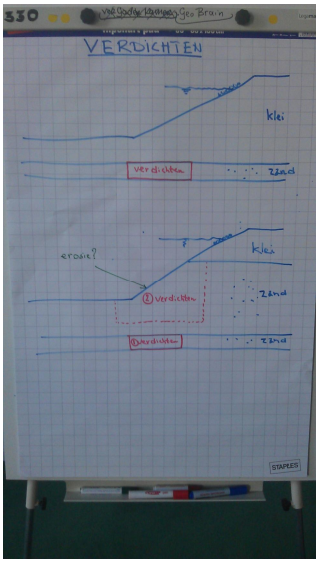


Foto 2 Verdichten

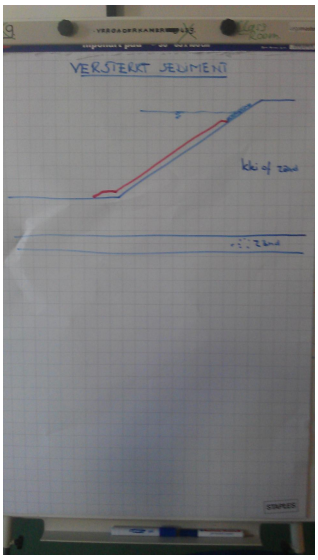


Foto 3 Versterkt sediment

Om een vergelijking te hebben met het in 2010 uitgevoerde werk in de Dordtsche Kil houden we van foto 2 de onderste figuur aan. Hier moet dan het zand in het onderwater talud worden verdicht, waarbij (mogelijk) ook erboven gelegen kleilagen moeten worden gepasseerd.
Bij foto 3 houden we een volledige zandondergrond aan. Het versterkt sediment komt dan alleen op de zettingsvloeiingsgevoelige zandlaag te liggen. Door de bovenkant van het versterkt sediment te houden onder LLW behoeft bijvoorbeeld geen rekening te worden gehouden met golfklappen en duurzaamheidsaspecten als droog-nat en vorst-dooi invloeden.

Wat is een acceptatieprotocol?

Vervolgens geeft Ruud Termaat aan de hand van de komende dijkversterking Kinderdijk - Schoonhoven (KIS) aan wat met een acceptatieprotocol wordt voorgestaan (zie bijlage 3). Samengevat is het de bedoeling om hier innovatieve technieken als alternatief en in de vorm van een pilot (met terugval optie) mee te laten dingen. Bij deze technieken is echter gebrek

aan ervaring en zijn vaak nog geen ontwerp- en toetsregels bekend (hetgeen ook geldt voor de innovatieve methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment'). De aanbieder zal niettemin moeten aantonen dat aspecten als toetsbaarheid, kwaliteitscontrole, beheersbaarheid, constructieve eigenschappen en omgevingshinder voldoende goed zijn uitgezocht. Een beoordelingscommissie zal de alternatieve oplossingen beoordelen. Vóór de uitvoering van een pilot zal een en ander in een zogenaamd acceptatieprotocol moeten worden vastgelegd waarin onder andere de functionele eisen en acceptatievoorwaarden moeten zijn verwoord. Een dergelijk protocol is nu in ontwikkeling voor KIS.

Presentatie verdichten

Hierna geeft Richard Looij een presentatie over verdichten zoals door Keller Funderingstechnieken bv wordt uitgevoerd (zie bijlage 4 en foto 4, zie ook http://www.smet-keller.nl/). Samengevat zijn er twee technieken beschikbaar: vibro compaction (of ook wel Rütteldrukverdichting genoemd) en vibro replacement (of ook wel Rüttelstopverdichting genoemd). Bij de eerste techniek wordt niet-cohesieve grond verdicht en bij de tweede worden in cohesieve grondsoorten of bij een wisselend opgebouwde bodem, lastafdragende kolommen van grind, zand of steenslag gemaakt. Ook is het mogelijke paalvormige funderingselementen te maken.

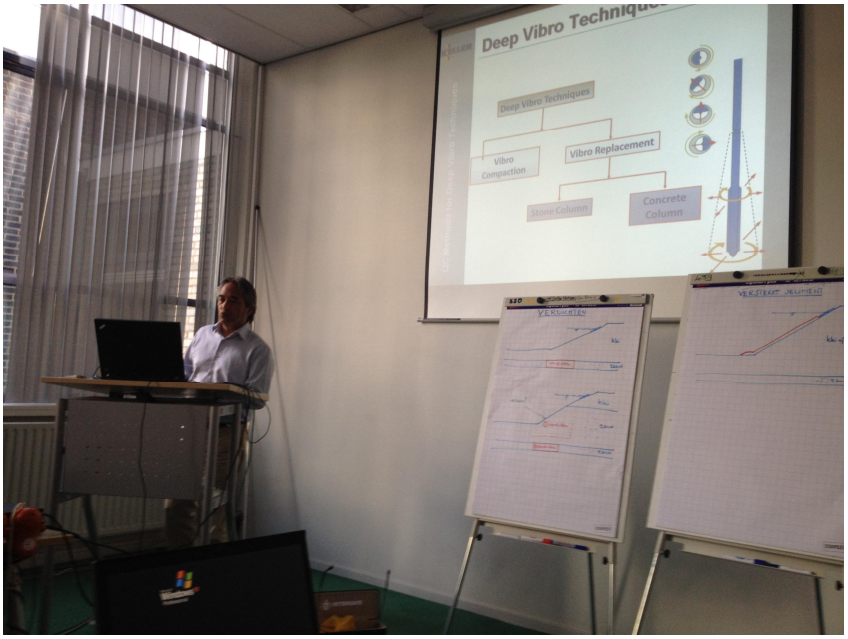


Foto 4 Impressie presentatie ‘verdichten’

Vibro compaction kan veelal bij zanden met een korrelgrootte van meer dan 0,06 - 0,2 mm worden toegepast. Onder invloed van de slingeringen van de trilnaald worden de zandkorrels in het invloedsgebied in een dichtere pakking gebracht. Afhankelijk van de oorspronkelijke pakking van de ondergrond en de verdichtingsenergie kan een vermindering optreden tot 10% van het te verdichten volume. Bij het verdichten in zand kan worden nagevuld met zand. De bereikte verdichting is door bijvoorbeeld sonderingen te controleren.
Indien boven de te verdichten zandlaag cohesieve grondlagen aanwezig zijn (bijvoorbeeld een kleiafdekking die moet worden gepasseerd, zie foto 2) en hierin (nagenoeg) geen vervormingen gewenst zijn, is het beter de zandlagen te verdichten/ verbeteren met vibro replacement waarbij grindkolommen in de zandlaag achter blijven. De cohesieve grondlagen kunnen in principe worden afgedicht met bijvoorbeeld bentoniet om lekwegen te voorkomen.

Richard benadrukt dat goed grondonderzoek vooraf belangrijk is om tot een goed ontwerp te komen. De optimale stramienmaat laat zich het beste via een proefveld vaststellen. Het invloedsgebied van de trillingen c.q. het verdichten is maximaal 5 meter.

Filmpje uitvoering pilot versterkt sediment Hoedekenskerke
Tenslotte geeft Hans van de Velde een korte presentatie over deze pilot (zie ook bijlage 2) en toont een filmpje van de uitvoering. Het betrof hier een grondverbetering waarbij in een procesgang zeer slap sediment werd ontgraven en gemengd met cement en waterglas en ter plekke werd teruggebracht als een laag versterkt sediment (met een sterkte van meer dan 1 MPa). Op deze grondverbetering wordt dit jaar de oeverbescherming van de hoofdwaterkering aangelegd. Door de aanwezigheid van het versterkt sediment zullen de mijn- en breuksteen van de oeverbescherming niet in de ondergrond wegzakken. Het getoonde filmpje geeft een korte impressie van de uitvoering.

Brainstormsessie
Rens van den Bergh start de feitelijke brainstormsessie met een uitleg hoe het digitaal/ electronisch vergaderen met behulp van de EBR in zijn werk gaat. Samengevat geeft hij aan dat:

1. we in de ochtend eerst een aantal vragen gaan beantwoorden, waarbij ieders antwoorden geanonimiseerd worden gepresenteerd
2. Frans van den Berg en Hans van de Velde tijdens de lunch de antwoorden opschonen door de dubbelingen en dergelijke te verwijderen
3. we in de middag de opgeschoonde antwoorden op elke vraag gaan prioriteren en hierna zullen discussiëren over de top 3 antwoorden van elke vraag; hierbij krijgt elke deelnemer voor elke vraag drie punten die verdeeld kunnen worden over de antwoorden op de desbetreffende vraag waarvan hij vindt dat het antwoord belangrijk is.

Alle resultaten van de EBR-sessie zijn gegeven in bijlage 5. In dit verslag zal met name worden ingegaan op de gevoerde discussie van voornoemd punt 3.

Ad 1. De vragen en de antwoorden (ochtendsessie)
De volgende vragen zijn aan de deelnemers voorgelegd:

Met betrekking tot de methode ‘verdichten’:
1. Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.
2. Welke onzekerheden zitten er in de uitvoering?
3. Hoe is de uitvoeringsvolgorde om het risico van vloeiing door het verdichten onder een talud te minimaliseren?
4. Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?
5. Denkt u dat verdichten uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo neen, waarom niet?

Alle antwoorden op deze vragen staan in bijlage 5, hoofdstuk 1 Verdichten (blz. 1 t/m 4).

Met betrekking tot de methode ‘versterkt sediment’:
1. Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.
2. Welke onzekerheden zitten er in de uitvoering?

3. Hoe krijg je een goede overlap van versterkt sediment na een werkonderbreking?
4. Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?
5. Denkt u dat versterkt sediment uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo neen, waarom niet?

Alle antwoorden op deze vragen staan in bijlage 5, hoofdstuk 2 Versterk sediment (blz. 4 t/m 7).

Ad 2. De opgeschoonde antwoorden
Tijdens de lunch zijn de meer dan 230 antwoorden op de 10 vragen opgeschoond. Criteria hierbij zijn onder andere geweest: dubbele antwoorden, minder relevant antwoord doordat het antwoord reeds uit het onderzoek, ontwerp dan wel contract moet volgen. Gezien de korte beschikbare tijd hebben Frans van den Berg en Hans van de Velde ‘enig buikgevoel’ tijdens het opschonen moeten gebruiken.

De opgeschoonde antwoorden staan in bijlage 5, hoofdstuk 3 Opschonen verdichten (blz. 7 t/m 9) en hoofdstuk 4 Opschonen versterkt sediment (blz. 9 t/m 11).

Ad 3. De prioritering en de discussie
In de middag is per vraag het volgende proces gevolgd. Elke deelnemer heeft drie punten gekregen om te verdelen over de opgeschoonde antwoorden van elke vraag. Hiermee heeft elke deelnemer aangegeven welke drie antwoorden hij het belangrijkste vindt. Na de verdeling heeft de EBR-faciliteit direct de top 3 antwoorden van de desbetreffende vraag bepaald. Tenslotte heeft een discussie plaatsgevonden over deze top.

In dit verdere verslag zullen per vraag de top 3 antwoorden en een samenvatting van de gevoerde discussie worden gegeven. Afrondend zal per methode op basis van de gevoerde discussie een algemene conclusie worden getrokken.

<u>Top 3 antwoorden en samenvatting discussie van methode verdichten, per vraag</u>

<u>Vraag 1:</u> Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 5 blz. 11 t/m 14):

Antwoord 1: Aantoonbaarheid resultaat, dichtheid.
Samenvatting discussie:
Het resultaat kan worden verkregen door het uitvoeren van sonderingen. De resultaten hiervan kunnen worden vergeleken met de gestelde verdichtingseis (veelal een maat voor de te behalen relatieve dichtheid dan wel conusweerstand).

Antwoord 2: Het verdichten mag geen zettingsvloeiing initiëren.
Samenvatting discussie:
Dit is een moeilijk te beoordelen risico. Hiervoor zou een monitoringssysteem moeten worden opgezet. Gert-Jan Goelema geeft aan dat hier onderzoekskansen liggen door een combinatie te maken met het plan voor de zettingsvloeiingsproef Spui, waarvoor de hoofdwaterkering zal worden geïnstrumenteerd om vervolgens te worden ‘gepest’. Mogelijk dat hier dan ook een stuk kan worden verdicht met gelijktijdige monitoring.
NB. Zie ook de antwoorden op vraag 3.

Antwoord 3: Afdichting afsluitende lagen gewaarborgd?
Samenvatting discussie:
Hiertoe kunnen bestaande afdichtingen zoals bentoniet worden gebruikt.

Vraag 2: Welke onzekerheden zitten er in de uitvoering?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 7 blz. 14 t/m 17):

Antwoord 1: Niet halen van de gewenste verdichting.
Samenvatting discussie:
Uit het ontwerp volgt een stramienmaat. Via een proefveld en controlesonderingen kan deze stramienmaat worden gecontroleerd en zonodig worden aangepast. Tijdens het werk zullen ook nog controlesonderingen nodig zijn. Waar nodig zal de stramienmaat moeten worden aangepast.

Antwoord 2: Inhomogeniteit
Samenvatting discussie:
Een mix van grondsoorten kan een onzekerheid zijn. Door vooraf goed en gericht grondonderzoek uit te voeren en door een goede beoordeling van de resultaten hiervan kan een goed ontwerp worden opgesteld.

Antwoord 3: Vervorming door verdichten, schade omgeving?
Samenvatting discussie:
Het invloedsgebied van de trillingen is niet meer dan 5 meter. Hiermee kan je in het ontwerp rekening houden. Waar nodig is tijdens de uitvoering monitoring van de trillingen nodig.

Vraag 3: Hoe is de uitvoeringsvolgorde om het risico van vloeiing door het verdichten onder een talud te minimaliseren?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 9 blz. 17 t/m 20):

NB. Zie ook de discussie bij vraag 1 antwoord 2.

Antwoord 1: Raster zodanig behandelen dat niet alles achterelkaar wordt uitgevoerd.
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk. Hierbij speelt mee dat het invloedsgebied van de trillingen op maximaal 5 meter wordt geschat.

Antwoord 2: Eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is zodat de omgeving wordt gestabiliseerd, dan het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte.
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk

Antwoord 3: Van onderen naar boven werken.
Samenvatting discussie:
Dat is ook duidelijk.

Antwoord 4: Toepassing van grindkernen.
Samenvatting discussie:
Dit kan bijvoorbeeld in de teen van het talud worden gedaan. Voordeel is ook dat gelijk meer sterkte wordt verkregen. Het is wel duurder.

Vraag 4: Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 11 blz. 20 t/m 22):

Antwoord 1: Mate van vooronderzoek.
Samenvatting discussie:
Dit hangt van de uitvraag af. Dus de aannemer kan er vat op hebben.

Antwoord 2: Obstakels in de ondergrond.
Samenvatting discussie:
Zo deze onbekend zijn, is dat duidelijk.

Antwoord 3: Onbeschermde zandoever blijft erosiegevoelig, dus risico bresvloeiing.
Samenvatting discussie:
Zie ook foto 2. Hierbij speelt tevens mee dat het bovenste gedeelte van het zand juist onder het talud slecht te verdichten is en mogelijk zelfs losser wordt. In feite zou een extra maatregel tegen erosie nodig zijn.

Vraag 5: Denkt u dat verdichten uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo neen, waarom niet?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 13 blz. 22 t/m 25):

Antwoord 1: Ja, maar niet op elke locatie.
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk. Als voorbeeld wordt genoemd dat op een lokatie met kabels en leidingen verdichten niet mogelijk is.

Antwoord 2: Ja, is een veel gebruikte techniek. Dus men is bekend me het uitvoeren van die techniek. I.c.m. zettingsvloeiing/ waterkeringveiligheid nog veel vragen t.a.v. toepassingsmogelijkheid.
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk.

Antwoord 3: Ja, afhankelijk van het dijkprofiel en specifieke problematiek keuze maken en haalbaarheid beoordelen eigen verdichting en stopverdichting (grindkernen).
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk.

Conclusie methode verdichten:
Vraag 5 “Denkt u dat verdichten uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo neen, waarom niet?” wordt overwegend positief beantwoord. Van de 33 te vergeven punten worden slechts 5 punten aan een ontkennend antwoord gegeven. Een aantal nuanceringen is als volgt:

1. Er mag geen zettingsvloeiing door de uitvoering van het verdichten worden geïnitieerd. Dit is een moeilijk te beoordelen risico. Het risico is klein. Zo is het opvolgende risico op inundatie nog kleiner, want van extreem hoog water zal (wellicht) geen sprake zijn. Niettemin moet zekerheid hierover worden verkregen daar enerzijds de maatschappelijke gevolgen groot kunnen zijn en anderzijds sprake zal zijn van imagoschade (‘er is wel een waterkering onderuit gegaan’).

Onderzoek naar dit risico is wellicht mogelijk door een verdichtingsproef met gelijktijdige monitoring uit te voeren in combinatie met het plan voor de zettingsvloeiingsproef Spui, waarvoor de hoofdwaterkering zal worden geïnstrumenteerd om vervolgens te worden 'gepest'.
Overigens kan het risico worden geminimaliseerd door een goede uitvoeringsvolgorde aan te houden. De antwoorden op vraag 3: "Hoe is de uitvoeringsvolgorde om het risico van vloeiing door het verdichten onder een talud te minimaliseren?" geven hiervoor richting (zoals: niet alles achterelkaar uitvoeren; eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is, dan pas het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte uitvoeren; van onderen naar boven werken e.d.).

2. In geval van een onbeschermde zandoever blijft het bovenste gedeelte van het zand juist onder het talud erosiegevoelig en is dientengevolge ook het risico van een bresvloeiing aanwezig. Een extra maatregel tegen erosie werkt dan kostenverhogend.
3. Verdichten zal niet op elke lokatie mogelijk zijn. Afhankelijk van bijvoorbeeld het dijkprofiel, de lokatiespecifieke omstandigheden (aanwezigheid infrastructuur, bebouwing, kabels en leidingen e.d.), de ondergrond en het type te verdichten zand zal de technische en financiële haalbaarheid van de methode verdichten moeten worden beoordeeld.

<u>Top 3 antwoorden en samenvatting discussie van methode versterkt sediment, per vraag</u>

<u>Vraag 1:</u> Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 15 blz. 25 t/m 29):

Vijf antwoorden eindigen gelijk met ieder drie punten (waardoor totaal 15 punten van de te vergeven 27 punten aan deze vijf antwoorden worden gegeven).

Antwoord 1: Aantoonbaarheid kwaliteit (druksterkte).
Samenvatting discussie:
Door periodiek monsters te nemen kan de druksterkte worden bepaald.

De druksterkte is echter niet zo belangrijk omdat de constructie onder LLW ligt (geen golfklappen e.d.). Het belangrijkste is dat een doorgaande laag wordt gevormd en deze zo blijft; de laag moet hierbij mee kunnen vervormen met de waterkering en niet kunnen scheuren (geen uitspoeling zand). Dus bij een ondergrond die aanleiding geeft tot zakkingen is een niet te hoge E-modulus van de laag versterkt sediment tevens belangrijk.

Antwoord 2: Laagdikte/ uitvoeringstoleranties.
Samenvatting discussie:
Met beschikbare meettechieken kan een nulmeting worden gedaan. Tijdens de uitvoering (en daarna) kunnen vervolgmetingen worden uitgevoerd.

Antwoord 3: Eisen aan erosiebestendigheid van het versterkte sediment.
Samenvatting discussie:
Geen uitvoeringsaspect. Dit dient reeds in het vooronderzoek/ ontwerpstadium te worden nagegaan.

Antwoord 4: Slurrie moet voldoende stabiel zijn om niet van talud af te lopen.

Samenvatting discussie:
Er moet van onderen naar boven worden opgebouwd. Hierbij zal vooraf tijdens het receptuuronderzoek en tijdens de veldproef een goede geltijd moeten worden bepaald.

Antwoord 5: Eis aan levensduur maatregel.
Samenvatting discussie:
Duurzaamheidsaspecten zoals nat/ droog, vorst/ dooi en zwel/ krimp zijn niet zo belangrijk omdat de constructie onder LLW ligt. De erosiebestendigheid is een belangrijk aspect alsmede de duurzaamheid van bv. de waarde van de E-modulus. Verkennend onderzoek naar de erosiebestendigheid is reeds uitgevoerd, maar dient te worden uitgebreid.

Vraag 2: Welke onzekerheden zitten er in de uitvoering?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 17 blz. 29 t/m 31):

Er is gediscussieerd over de eerste 6 antwoorden.

Antwoord 1: Hoe toon je onder water aan dat maatregel goed is aangebracht en voldoende versterkt?
Samenvatting discussie:
Met beschikbare meettechieken kan een nulmeting worden gedaan. Tijdens de uitvoering (en daarna) kunnen vervolgmetingen worden uitgevoerd.
Door periodiek monsters te nemen kan de druksterkte worden bepaald.

Antwoord 2: Uitvoering mogelijk bij hoge stroomsnelheden?
Samenvatting discussie:
Langs het talud en nabij de bodem is de stroomsnelheid veelal lager. Bij welke stroomsnelheid de uitvoering niet mogelijk is, is (nog) niet bekend; proeven kunnen uitsluitsel geven. Hierbij is het belangrijkste dat geen ontmenging van het mengsel dan wel uitspoeling van waterglas optreedt.

Antwoord 3: Heterogeniteit mengsel.
Samenvatting discussie:
Tijdens het mengen kan bv. de dichtheid van het ingangssediment continue worden gemeten, waarop kan worden bijgestuurd. Voorwaarde is dat er een instelbaar mengproces mogelijk is.

Antwoord 4: Hard het mengsel niet te snel uit?
Samenvatting discussie:
Vooraf tijdens het receptuuronderzoek en hierna tijdens de veldproef zal een goede geltijd moeten worden bepaald. Voorwaarde is dat er een instelbaar mengproces mogelijk is om te snelle uitharding te voorkomen.

Antwoord 5: Slurry heeft nog onvoldoende samenhang en er treden scheuren op.
Samenvatting discussie:
Dat wordt niet verwacht en zou uit het receptuuronderzoek dan wel de veldproef moeten blijken.

Antwoord 6: Is waterglas op grote diepte nog gecontroleerd te mengen met vloeibaar sediment?
Samenvatting discussie:
Met op grote diepte werken is nog geen ervaring opgedaan. De aan te houden in-line mengtechniek zal belangrijk zijn. Ook hier is het belangrijk dat geen ontmenging van het mengsel dan wel uitspoeling van waterglas optreedt.

Vraag 3: Hoe krijg je een goede overlap van versterkt sediment na een werkonderbreking?

Vooraf geeft Hans van de Velde aan dat op basis van de pilots A2 - Beesd en Hoedekenskerke verwacht mag worden dat versterkt sediment in lagen met een dikte van 0,30 tot 0,50 meter kan worden aangebracht.

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 18 blz. 31 t/m 34):

Antwoord 1: Aanbrengen overlap ipv las/ naad.
Antwoord 2: Uitsluitend verticale overlappingen.
Antwoord 3: Met dunne laag eindigen (uitwiggen) zodat goede overlap mogelijk is.
Samenvatting discussie:
Er zijn vele ideeën hoe een goede overlap kan worden verkregen, maar het zal des aannemers zijn. Hiervoor zal dus een goede functionele eis moeten worden geformuleerd. In de trant van: 'Het aanbrengen van een doorlopende laag waaruit geen zand kan uitspoelen' (dus zonder gaten, spleten e.d.).

Vraag 4: Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 21 blz. 34 t/m 36):

Een aantal antwoorden krijgt evenveel punten, zodat over nagenoeg alle antwoorden kort wordt gediscussieerd.

Antwoord 1: Samenstelling aangevoerd sediment.
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk. Bij het bodem- en receptuuronderzoek en de veldproef moet hiermee al rekening worden gehouden. Voorwaarde is dat er een instelbaar mengproces mogelijk is om de mengselsamenstelling aan te passen.

Antwoord 2: Grondwaterstroming naar talud.
Samenvatting discussie:
Eventuele waterdrukopbouw onder de laag versterkt sediment moet reeds in het ontwerp zijn meegenomen.

Antwoord 3: Niet gesprongen explosieven.
Samenvatting discussie:
Zo de ligging vooraf niet bekend was, is dat duidelijk.

Antwoord 4: Bij combinatieproject baggeren/ dijkversterking: vertraging dijkversterking door vertraging bij baggerwerken.
Antwoord 5: Er moet geen andere leverende partij zijn: in een hand houden.
Samenvatting discussie: Dit is een kwestie van verantwoordelijkheden. Echter er zijn mogelijk ook verschillende stakeholders/ opdrachtgevers, zodat hiertussen ook afstemming nodig is.

Los van de technische innovatie is de kracht van het concept versterkt sediment tevens dat werken worden gecombineerd (= proces innovatie), waardoor juist financieel voordeel kan worden behaald door het 'werk met werk maken'.

Antwoord 6: Afwijkingen in het profiel van het talud onderwater.
Samenvatting discussie:
Dat is duidelijk en moet worden overlegd. Eventueel meer- of minderwerk.

Antwoord 7: Mix van grondsoorten en waterpercentages, recept bijstellen?
Samenvatting discussie:
Bij het bodem- en receptuuronderzoek en de veldproef moet hiermee al rekening worden gehouden. Voorwaarde is dat er een instelbaar mengproces mogelijk is om de mengselsamenstelling aan te passen.

Antwoord 8: Vertroebeling en uitspoeling.
Samenvatting discussie:
Een laboratoriumexperiment en de pilot Hoedekenskerke waarbij versterkt sediment onderwater is aangebracht, gaven geen vertroebeling en uitspoeling aan. Dit moet echter wel in de gaten worden gehouden. Bij het ontwerp van de spuitmond zal de aannemer ook met deze aspecten rekening moeten houden.

<u>Vraag 5:</u> Denkt u dat versterkt sediment uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo neen, waarom niet?

Top 3 antwoorden (zie ook bijlage 5, hoofdstuk 22 blz. 36 t/m 38):

Antwoord 1: Ja, indien werk met werk maken mogelijk is.
Samenvatting discussie:
Dan moet er een nabijgelegen baggerwerk zijn. Of gebruik moet kunnen worden gemaakt van het aanwezige sediment in het dijkprofiel. Dit laatste is een interessante gedachte.

Antwoord 2: Ja, maar ook alternatieven voor waterglas onderzoeken.
Samenvatting discussie:
Tot nu toe is vanwege de goede resultaten alleen waterglas als initiator gebruikt. Waterglas is echter duur. Het is dus waard om een alternatief hiervoor te zoeken.

Antwoord 3: Ja, maar niet bij te steile taluds.
Samenvatting discussie:
Ervaring met het aanbrengen van versterkt sediment op een onderwatertalud is nog niet opgedaan. Een in 2007 uitgevoerde laboratorium-kijkproef gaf aan dat een talud van 1:3 mogelijk is; dit was echter onder laboratorium omstandigheden.

Antwoord 4: Ja, afhankelijk van dijkprofiel.
Samenvatting discussie:
Dat is evident. Hier speelt bv. de steilte van het onderwatertalud weer een rol.

Antwoord 5: Ja, mits voldoende duurzaam.
Samenvatting discussie:
Omdat de constructie onder LLW ligt, is vooral de erosiebestendigheid tegen stroming een belangrijk duurzaamheidsaspect. Verder onderzoek naar de ‘technische’ duurzaamheid is nodig. Ook CO_2-reductie kan belangrijk zijn. Een verkennende levenscyclus analyse met aandacht voor CO_2 is reeds beschikbaar.

<u>Conclusie methode versterkt sediment:</u>

Vraag 5 “Denkt u dat versterkt sediment uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo neen, waarom niet?” wordt overwegend positief beantwoord. Van de 27 te vergeven punten worden 24 punten aan een positief antwoord gegeven, waarbij wel de nodige voorbehouden (zie onder andere de antwoorden op vraag 5 hiervoor) zijn gemaakt.

Een aantal tijdens de sessie gegeven aandachtspunten is als volgt:

1. Het aanbrengen van een doorlopende laag is belangrijk. Hiervoor dient een goede functionele eis te worden geformuleerd.
2. De samenstelling en het watergehalte van het aangevoerde sediment zal niet constant zijn, zodat een instelbaar mengproces aanwezig moet zijn.
3. De duurzaamheid van versterkt sediment is een belangrijk aspect, met name de erosiebestendigheid.
4. Een interessante gedachte is om zo mogelijk van het in het dijkprofiel aanwezige sediment de laag versterkt sediment te maken. Dan is de combinatie met een baggerwerk niet nodig.

Verder moet worden vastgesteld dat
a) behoudens een laboratorium-experiment nog geen ervaring is opgedaan met het aanbrengen van versterkt sediment op een onderwatertalud en
b) met het op grote diepte werken ook nog geen ervaring is opgedaan.
Bij de pilot Hoedekenskerke werd een horizontale laag juist onderwater aangebracht.

Yvo Provoost geeft aan dat het onregelmatig oppervlak van versterkt sediment vanuit ecologisch oogpunt gezien gunstig kan zijn in vergelijking met meer ‘gladde’ oplossingen/ technieken.

Afrondende conclusie
Uit de brainstormsessie blijkt grosso modo en met de nodige voorbehouden dat de aanwezigen potentie zien in de methoden ‘verdichten’ en ‘versterkt sediment’ als maatregel tegen zettingsvloeiing. Hans van de Velde geeft aan dat daarom als vervolgstap de financiële haalbaarheid van deze methoden zal worden nagegaan. Zo dit ook positief uitvalt zal vervolgens een workshop worden belegd waarbij zal worden gekeken naar de mogelijkheid van een pilot voor de meest kansrijke methode. De deelnemers zullen over deze vervolgstappen worden ingelicht.

Kopie aan
Deelnemers brainstormsessie

Bijlage(n)
1. Uitnodiging en agenda
2. Presentatie Hans van de Velde
3. Presentatie Ruud Termaat
4. Presentatie Richard Looij
5. EBR-resultaten brainstormsessie

Bijlage 1
Uitnodiging en agenda

Uitnodiging zoals verstuurd per e-mail op 22 mei 2012:

Uitnodiging brainstormsessie op 4 juli 2012

In 2011 heeft u aan een (of meerdere) workshop(s) deelgenomen waarin (technologische en proces) innovaties zijn besproken voor het aanpakken van de problematiek van de verweking van vooroevers van primaire waterkeringen. In deze workshops zijn de kansen en mogelijkheden voor innovaties verkend. Het eindrapport van de workshops wordt u nog seperaat gestuurd door Frans van den Berg.
Op dit moment wordt verwacht dat na de derde toetsronde meer dan 80 km waterkeringen zullen worden afgekeurd op de fenomenen zettingsvloeiing en afschuiving (Toetsen voorland). Hoeveel kilometers dit zijn na de geavanceerde toetsing is nog niet bekend. Circa 300 km van de toetsing op voorland heeft als resultaat 'geen oordeel'.
Uit de workshops van 2011 is gebleken dat de innovatieve methoden 'verdichten' en 'versterkt sediment' het meest *pilotrijp* zijn. Dit jaar willen wij de uitgevoerde verkenning naar de belemmeringen en kansen van deze methoden verder vorm geven. Hiertoe worden de volgende drie akties uitgevoerd:

1. **Brainstormsessie 'Nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment'** (op 4 juli 2012)
   Uit de workshops is een aantal onduidelijkheden en onzekerheden geïdentificeerd. Om een duidelijk beeld te krijgen van de werkelijke potentie van deze methoden dienen de onduidelijkheden en onzekerheden weggenomen te worden dan wel nader te worden besproken. Wij willen hierbij met name de onduidelijkheden en onzekerheden geënt op de uitvoering bespreken. Hiervoor zal een brainstormsessie worden gehouden. Doel hierbij is om tevens te komen tot een eerste aanzet van een acceptatieprotocol.

2. **Nagaan financiële haalbaarheid van de methoden verdichten en versterkt sediment** (na de zomer 2012)
   Langs de Dordtse Kil is reeds een dijkverbetering op de traditionele manier versterkt om het fonemeen zettingsvloeiing aan te pakken. Mede op verzoek van het Waterschap Hollandse Delta wordt een hypothetische casus financieel uitgewerkt voor de methoden verdichten en versterkt sediment op basis van de casus Dordtse Kil. Dit met als uitgangspunt dat beide methoden als het ware volwassen zijn. Bij de uitwerking zullen marktpartijen worden betrokken. Doel is om te bezien of het mogelijk is een kostenreductie te behalen.

3. **Workshop 'Voorbereiden mogelijke pilot Spui'** (najaar 2012)
   In nauw overleg met het Hoogwaterbeschermingsprogramma, het Waterschap Hollandse Delta, marktpartijen en Deltares zal worden gekeken naar de mogelijkheid van een pilot waarbij de meest kansrijke methode kan worden toegepast en welke samenwerkingsvorm hierbij mogelijk is. Uit de workshops van vorig jaar is af te leiden dat de voorkeur uitgaat naar de alliantievorm.

Hierbij willen wij u, mede namens Rijkswaterstaat Corperate Innovatie Programma (RWS CIP), uitnodigen om deel te nemen aan de Brainstormsessie 'Nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment'.

Deze brainstormsessie zal plaatsvinden in onze Electronic Board Room (EBR) op woensdag 4 juli 2012 van 10.00 - 16.00 uur bij Deltares aan de Stieltjesweg 2 te Delft en is inclusief lunch. Een agenda zal u nog worden gestuurd.

Indien u nog vragen heeft, kunt u contact opnemen met Hans van de Velde (Hans.vandeVelde@deltares.nl of 0622692828) of in zijn afwezigheid Frans van den Berg (Frans.vandenBerg@deltares.nl of 0653654004).

Wij hopen u (of uw collega) graag op deze brainstormsessie te ontmoeten. U (of uw collega) kunt zich aanmelden door een e-mail te sturen naar gerry.huegen@deltares.nl.

Met vriendelijke groet,
Hans van de Velde

Agenda Brainstormsessie 'Nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment'

Geënt op de uitvoering

(4 juli 2012 EBR Deltares, Stieltjesweg 2, Delft)

10.00 Opening en doel (Hans van de Velde)

10.10 Wat is een acceptatieprotocol? (Ruud Termaat)

10.20 Presentatie verdichten (Richard Looij)

10.35 Filmpje uitvoering pilot versterkt sediment Hoedekenskerke (Hans van de Velde)

10.50 Uitleg werkwijze Electronic Board Room (Rens van den Bergh)

11.00 EBR-sessie verdichten (allen)
- wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering?
- welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
- op welke van deze onzekerheden heeft de aannemer geen vat?

11.45 EBR-sessie versterkt sediment (allen)
- wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering?
- welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
- op welke van deze onzekerheden heeft de aannemer geen vat?

12.30 Lunch (Transferium)

13.00 Vervolg EBR-sessie/ discussie verdichten (Frans van den Berg/ allen)
- wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering?
- welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
- op welke van deze onzekerheden heeft de aannemer geen vat?

14.15 Vervolg EBR-sessie/ discussie versterkt sediment (Frans van den Berg/ allen)
- wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering?
- welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
- op welke van deze onzekerheden heeft de aannemer geen vat?

15.30 Afsluiting/ uitloop/ koffie-thee-frisdrank

16.00 Einde

Bijlage 2
Presentatie Hans van de Velde

(1e deel: Opening en doel
2e deel: Pilot Hoedekenskerke)

Deltares

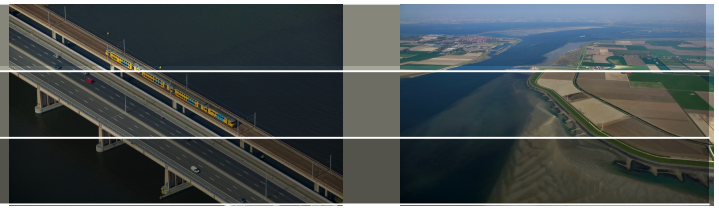
Enabling Delta Life

Nader uitwerken onzekerheden methoden verdichten en versterkt sediment

Brainstormsessie i.h.k.v. maatregelen tegen zettingsvloeiingen

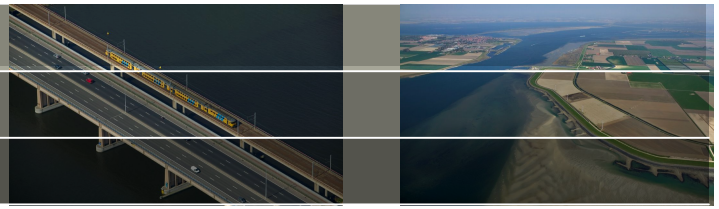
Hans van de Velde - 4 juli 2012

Inhoud



1. Inleiding
2. Resultaat workshops 2011
3. Activiteiten 2012
4. Doelstellingen van deze sessie
5. Principeschetsen

1. Inleiding

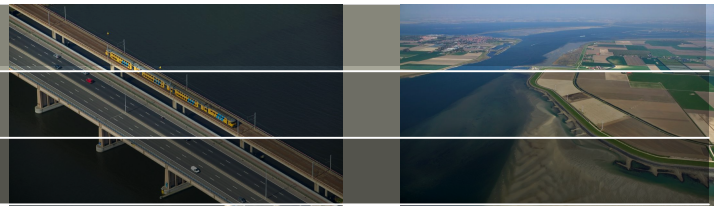


Verwachting RWS: ihkv nHWBP moet tenminste 200 km hoofdwaterkering worden versterkt als maatregel tegen zettingsvloeiing en afschuiving (= stabiliteit voorland).

→ kapitaalsinvestering 200 - 800 M€ (ca. 1 - 4 M€/km). Incl. maatregelen tegen andere faalmechanismen (o.a. piping) is ca. 1,4 miljard Euro nodig.

→ doelstelling RWS: kostenbesparing door technologische innovaties en ander inkoopproces (bv. in alliantievorm incl. uitvoeren van pilots).

2. Resultaat workshops 2011

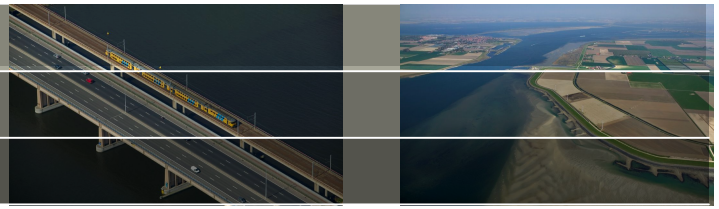


In 2011 is een verkenning uitgevoerd naar kansen voor een andere procesaanpak en voor verschillende innovatieve methoden.

Mbt het probleemveld zettingsvloeiing is uit een aantal workshops gebleken dat de volgende innovatieve methoden het meest pilotrijp zijn:

- Verdichten
- Versterkt sediment

3. Activiteiten 2012



De verkenning van 2011 wordt in 2012 verder vorm gegeven door:

1. Het nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment (= deze brainstormsessie).
2. Het nagaan van de financiële haalbaarheid van deze methoden (na de zomer).
3. Het voorbereiden van een mogelijke pilot Spui (workshop najaar).

De agenda van vandaag.

4. Doelstellingen van deze sessie

Geënt op de uitvoering zijn deze:

1. Het bespreken van de te stellen eisen aan de uitvoering.
2. Het bespreken van de onzekerheden in de uitvoering.
3. Het verder nagaan van de potentie van verdichten en versterkt sediment als mogelijke maatregel tegen zettingsvloeiing.

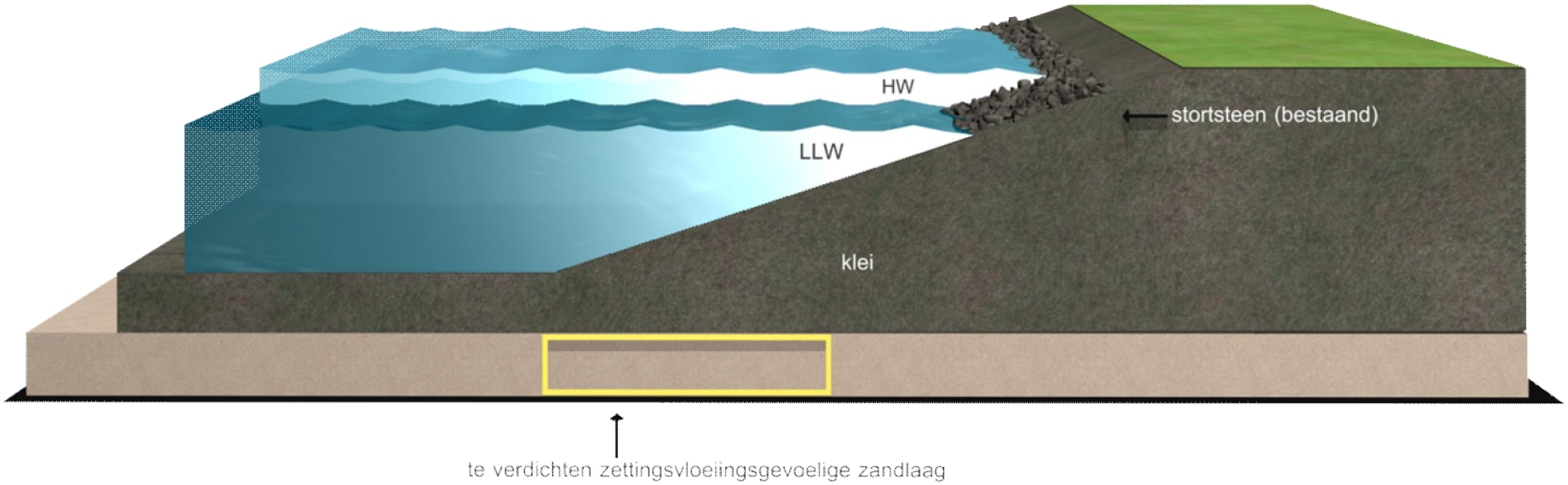
Hierbij moet bedacht worden dat er nog geen ontwerp- en toetsregels zijn voor de methoden verdichten en versterkt sediment. Helle zal in die zin iets vertellen wat een acceptatieprotocol is.

Vooralsnog gaan we er dus vanuit dat beide methoden als het ware volwassen zijn. We leggen dus in deze brainstormsessie de nadruk op de uitvoering (is het maakbaar, meetbaar en beheersbaar).

We richten ons daarbij op de volgende principeschetsen.

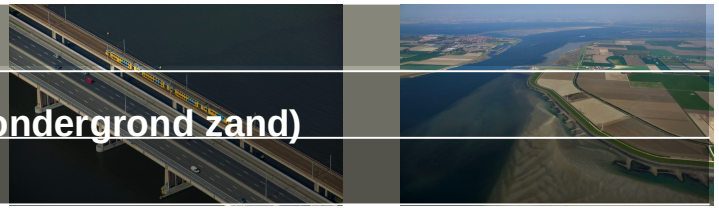
5. Principeschets verdichten (ondergrond klei)

Principeschets oplossing verdichten
(opbouw ondergrond klei)

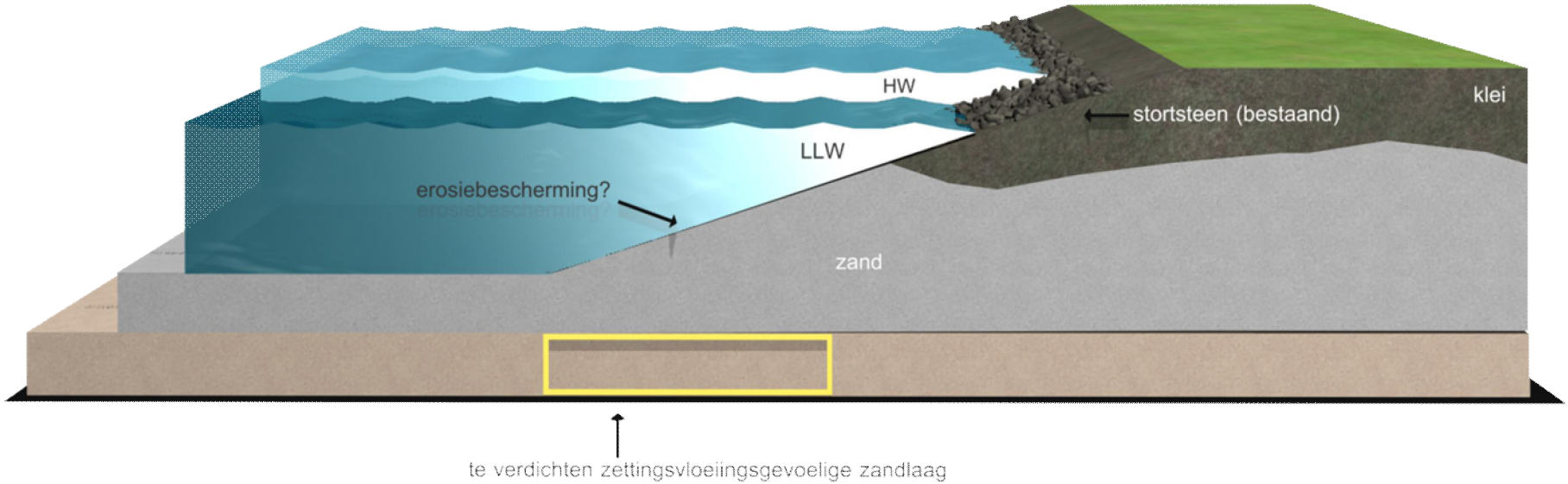


Deltares

5. Principeschets verdichten (ondergrond zand)



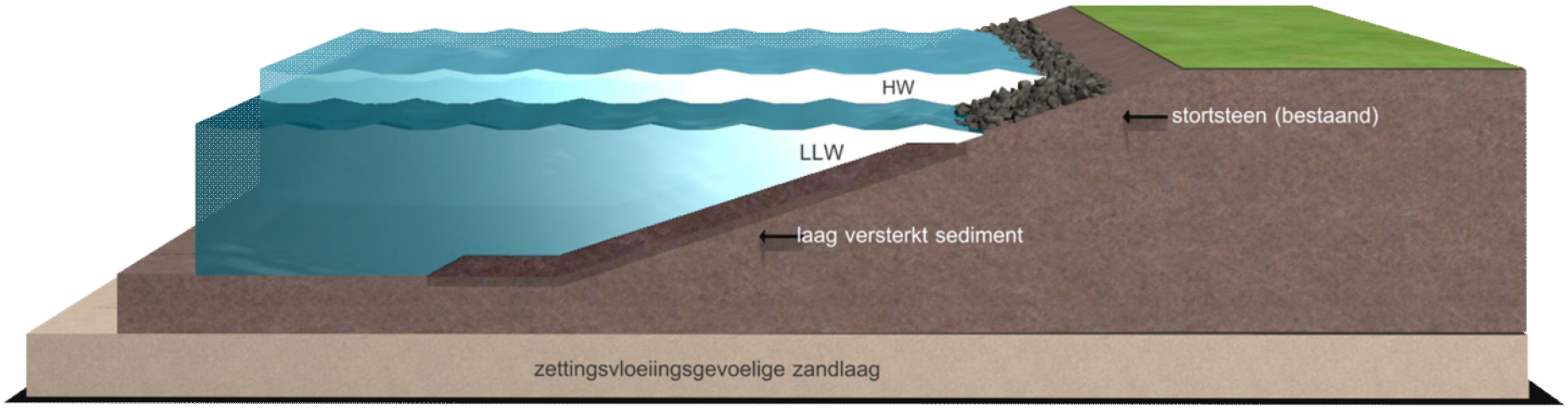
Principeschets oplossing verdichten
(opbouw ondergrond zand- "situatie Zeeland")



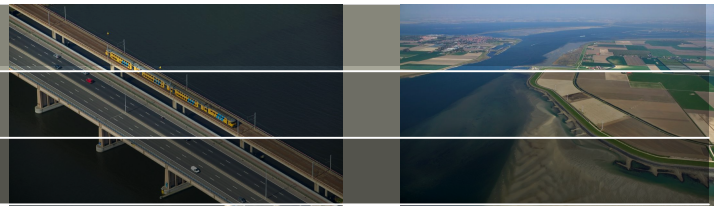
Deltares

5. Principeschets versterkt sediment

Principeschets oplossing versterkt sediment



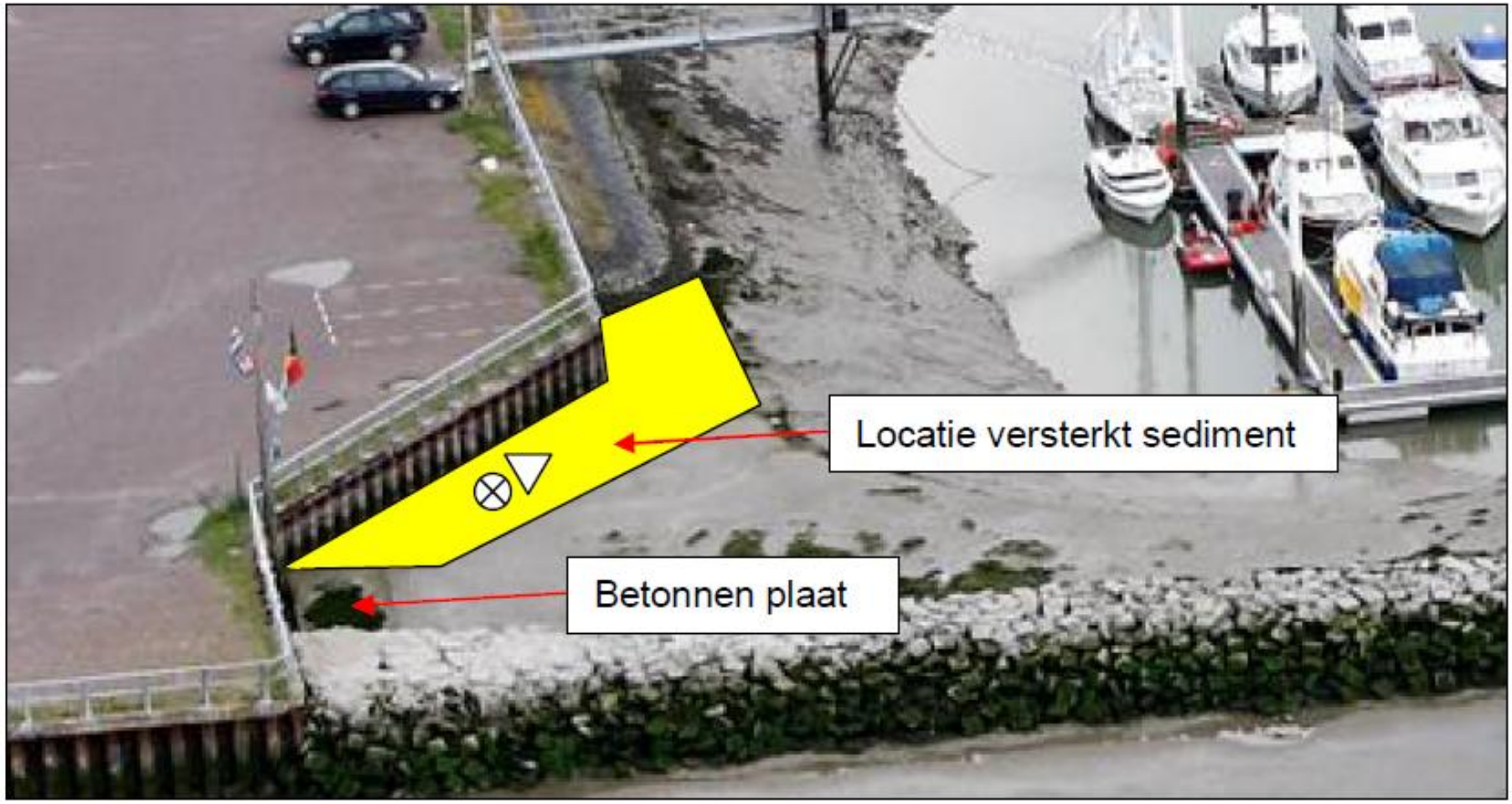
Hoedekenskerke



Uitvoering pilot versterkt sediment Hoedekenskerke (2011)

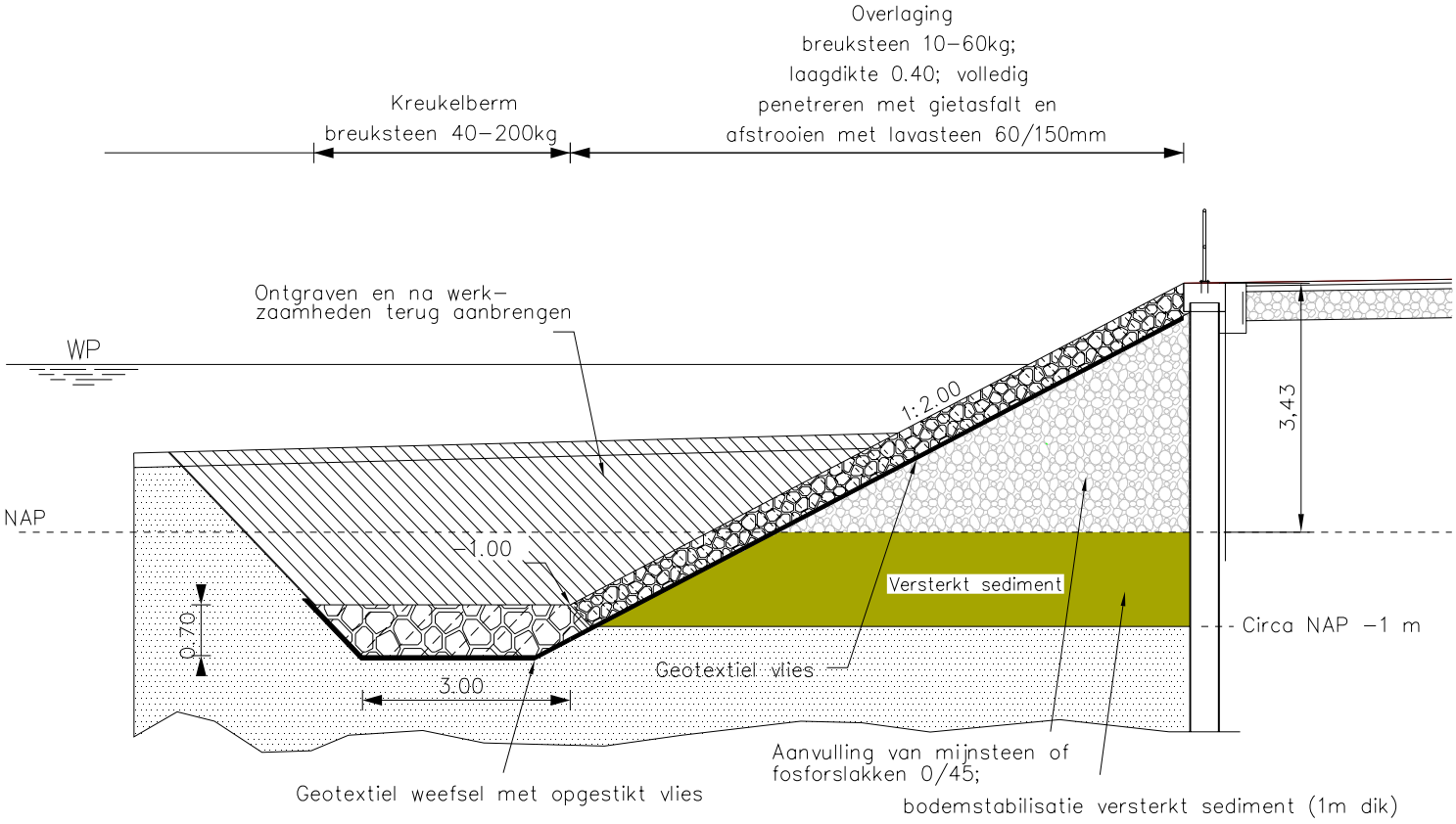
- Betrof grondverbetering (slechte ondergrond)
- Laag versterkt sediment van 1 m dik horizontaal aangebracht als alternatief voor 'volplempen met slakken'
- Deels boven en deels onder water uitgevoerd (getijdezone)
- Verschillende werkwijzen toegepast:
  - 1 vak onder water
  - 1 vak boven water
  - 1 vak in 2 lagen
- Receptuur: ca. 1000 kg slib, 225 kg cement, 40 kg waterglas
  → sterkte in orde van 1 MPa

Hoedekenskerke



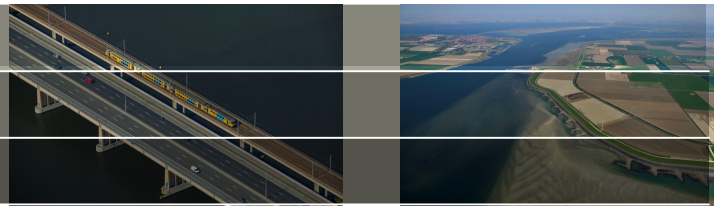
Deltares

Hoedekenskerke



Deltares

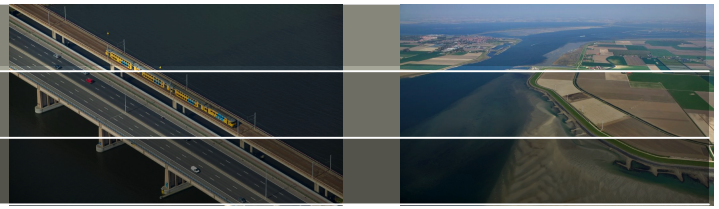
Hoedekenskerke



Filmpje:

- Geeft enige indruk van de uitvoering
- Materieelinzet vraagt aandacht bij verdere ontwikkeling
- Leerpunten uitvoering (van deze pilot)
  - voorbereiden slib tbv proces
  - verpompen slib
  - verbruik waterglas

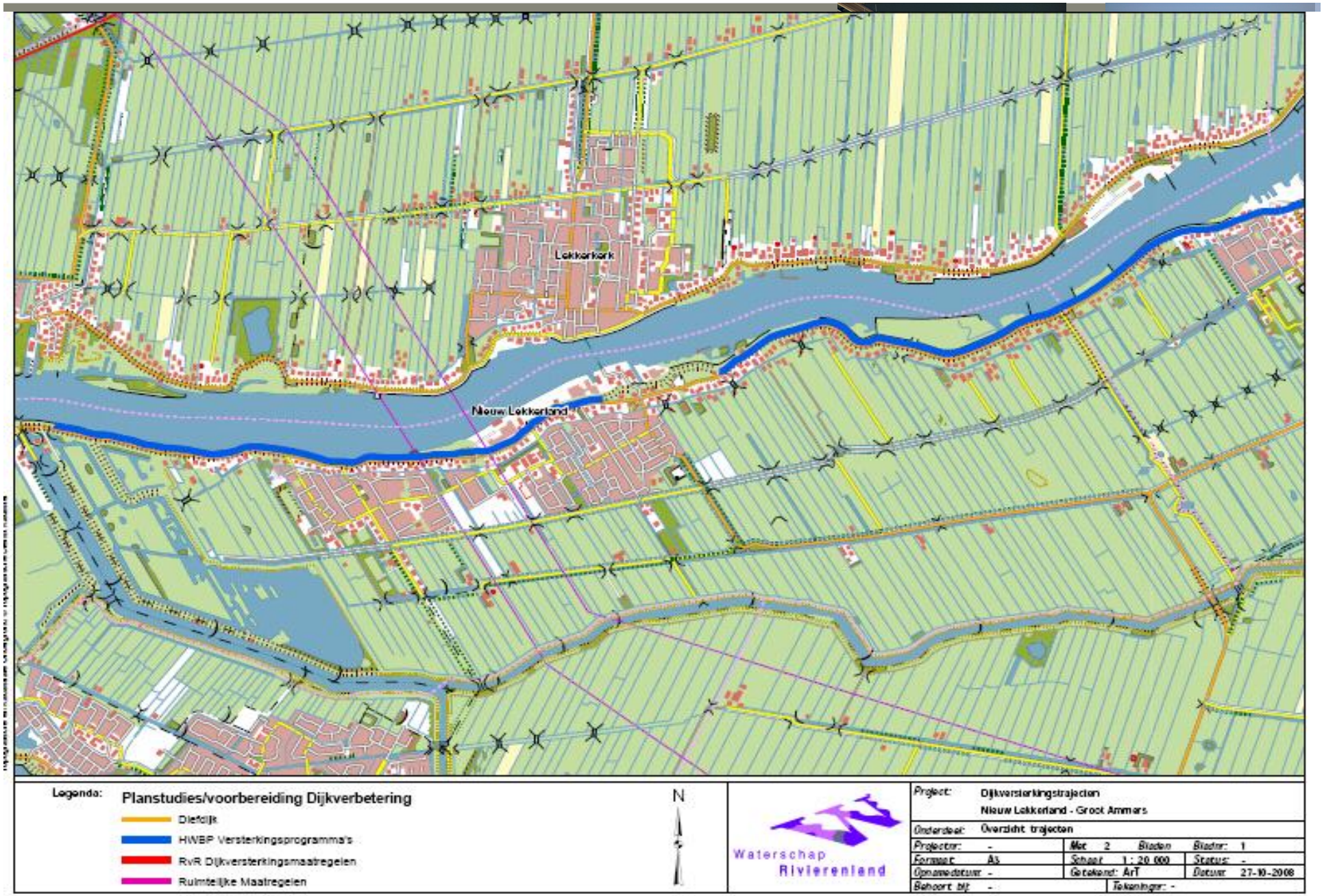
Hoedekenskerke



Filmpje

Bijlage 3
Presentatie Ruud Termaat

Proces acceptatieprotocol bij dijkversterking Kinderdijk - Schoonhoven

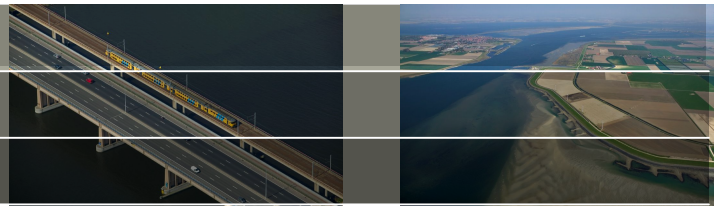

Lekkerkerk
Nieuw Lekkerland
Legenda:
Planstudies/voorbereiding Dijkverbetering
Dielcijk
HWBP Versterkingsprogramma's
RvR Dijkversterkingsmaatregelen
Ruimtelijke Maatregelen
N
Waterschap
Rivierenland
Project: Dijkversterkingstrajecten
Nieuw Lekkerland - Groot Ammers
Onderdeel: Overzicht trajecten
Projector: -
Blad 2 Bladen
Bladnr: 1
Formaat: A3
Schaal 1 : 20 000
Status: -
Opnamedatum: -
Getekend: ArT
Datum 27-10-2008
Behoort bij: -
Tekeningnr: -

Deltares

Aanbieding op basis van projectplan en referentieontwerp

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
nr	*stappen*									
1	**Procedures + principe ontwerp**									
2	**Uitwerking aanbieding 5 aannemers**									
3	**Engenieering geselecteerde aannemer**									
4	**Realisatie**									
5										

Deltares

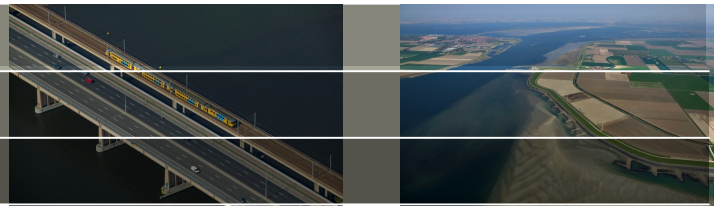


Aanbiedingen:

- Referentie ontwerp

- Alternatief

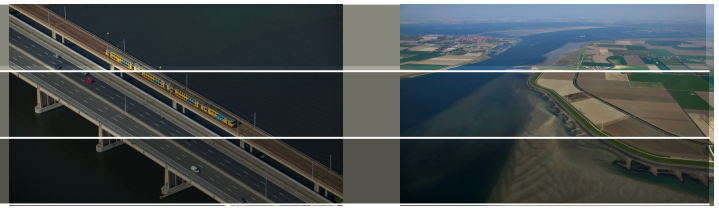
- Pilot fase en terugval aanbieding referentie ontwerp



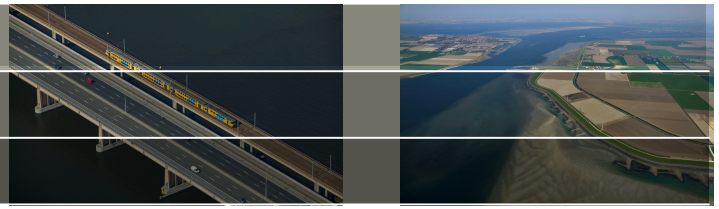
Pilot:

Aantonen uitgangspunten, die bij start pilot zijn vastgelegd:

- **Toetsbaarheid**
- **Kwaliteitscontrole**
- **Beheersbaarheid uitvoering**
- **Constructieve eigenschappen**
- **Omgevingshinder (vervormingen, geluid etc**



1. De ontwerpmethode voor de alternatieve oplossing wijkt niet af van de bestaande ontwerpmethode en daar waar wordt afgeweken, zijn deze afwijkingen voldoende onderbouwd:
2. Voor een representatief dwarsprofiel is middels een uitgewerkt ontwerp aangetoond dat de vereiste veiligheid voor binnenwaartse macrostabiliteit met de alternatieve oplossing wordt gehaald (wordt voldaan aan de functionele eisen);
3. Kwaliteitscontrole- en beheersing en de beheersing van het uitvoeringsproces sluiten aan op bestaande methodieken en daar waar wordt afgeweken is dit voldoende onderbouwd of eventuele onzekerheden kunnen worden weggenomen met een pilot;
4. Omgevingshinder (trillingen en vervormingen) is aantoonbaar beheersbaar of eventuele onzekerheden kunnen worden weggenomen met een pilot;
5. De noodzaak en slagkans van de onder 3 en 4 bedoelde pilot;



Aanbiedingen alternatieve oplossingen naar beoordelingscommissie

Opstellen advies door beoordelingscommissie.
Beoordelingscommissie vraagt, indien noodzakelijk, aan Deltares een onderbouwend advies t.a.v. waterveiligheid

Advies Deltares t.a.v. waterveiligheid:
Deltares vraagt bij principiële afwijking van norm, aanvullend advies aan ENW

Advies ENW

Advies beoordelingscommissie t.a.v.:

1. Onderbouwing conceptuele werking, materiaalgedrag, ontwerp- en veiligheidsmethodiek;
2. Acceptatievoorwaarde kwaliteitsbeheersing en beheersing uitvoeringsproces
3. Noodzaak en inschatting slaagkans pilot t.b.v. 2

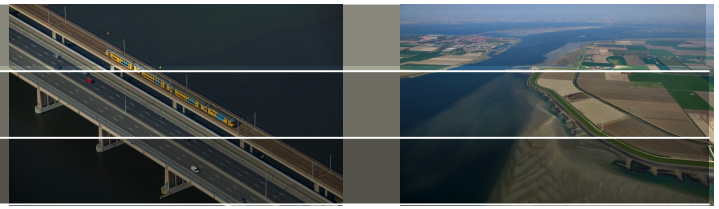
aanpassen

negatief

positief

Alternatieve oplossing wordt meegenomen in de selectie van de aanbiedingen

Deltares



Alternatieve oplossing is geselecteerd als meest aantrekkelijke aanbieding

↓

Opdrachtnemer maakt definitief plan 'Kwaliteitsbeheersing en beheersing uitvoeringsproces, inclusief acceptatievoorwaarde i.r.t pilot

↓

Advies beoordelingscommissie
Beoordelingscommissie vraagt, indien noodzakelijk, aanvullend advies aan Deltares

aanpassen ← | ↔ **Aanvullend advies Deltares**

↓ *positief*

Uitvoering pilot

↓

Wordt voldaan aan de acceptatievoorwaarden?
Advies en beoordeling door beoordelingcommissie

negatief → **Toepassen referentie ontwerp**

↓ *positief*

Acceptatie en toepassen alternatieve oplossing

Deltares

Functionele eisen ⟺ Klasse van oplossingen

Acceptatievoorwaarden ⟺ Rijpheid van innovatie

Bijlage 4
Presentatie Richard Looij

Verdichten

Broad Customer Base

Widest Range of Technologies

Growth Platform

Deltares “brainstormsessie verdichten “ 4-07- 2012

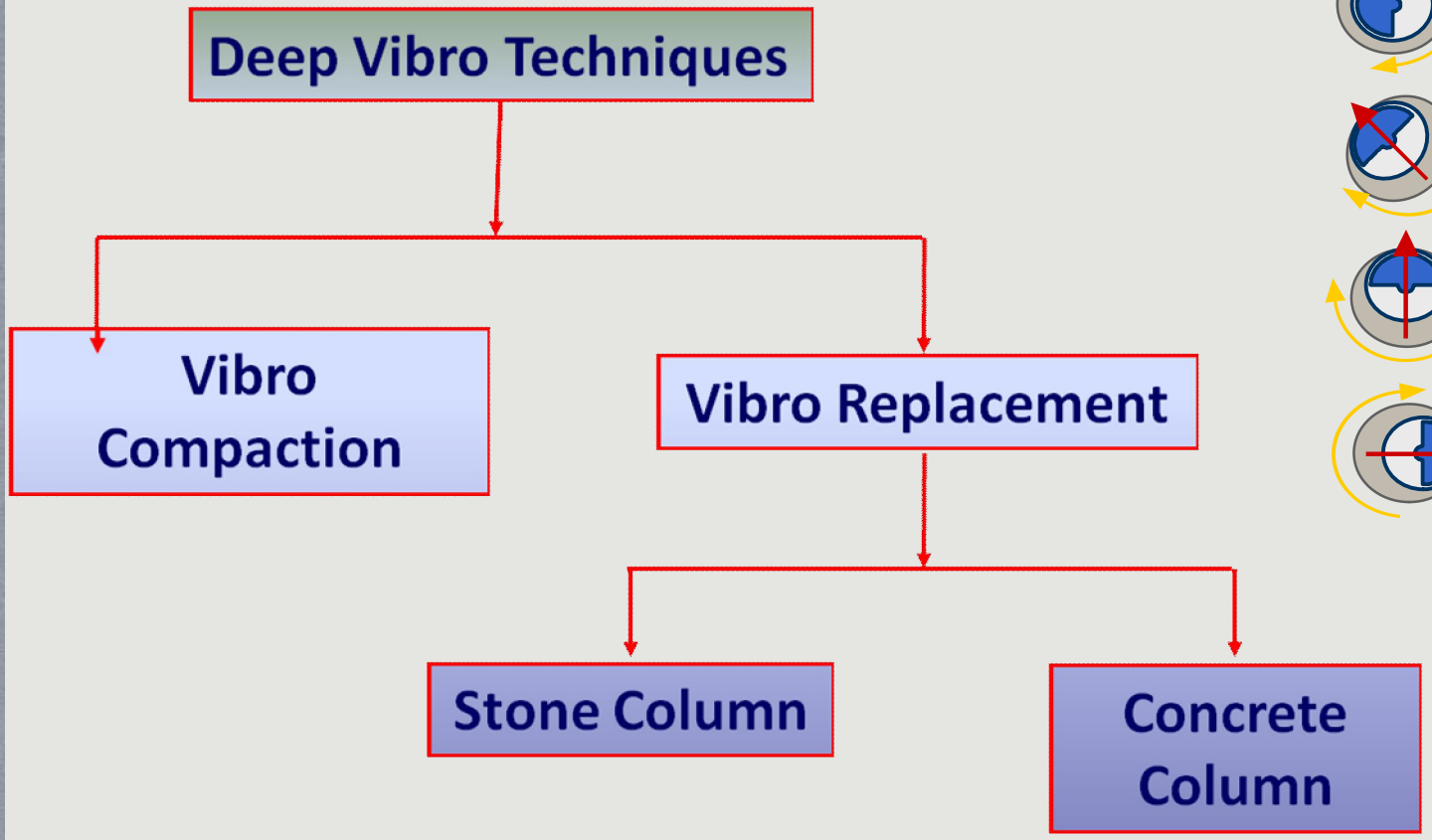
Richard Looij Smet-Keller funderingstechnieken v.o.f..

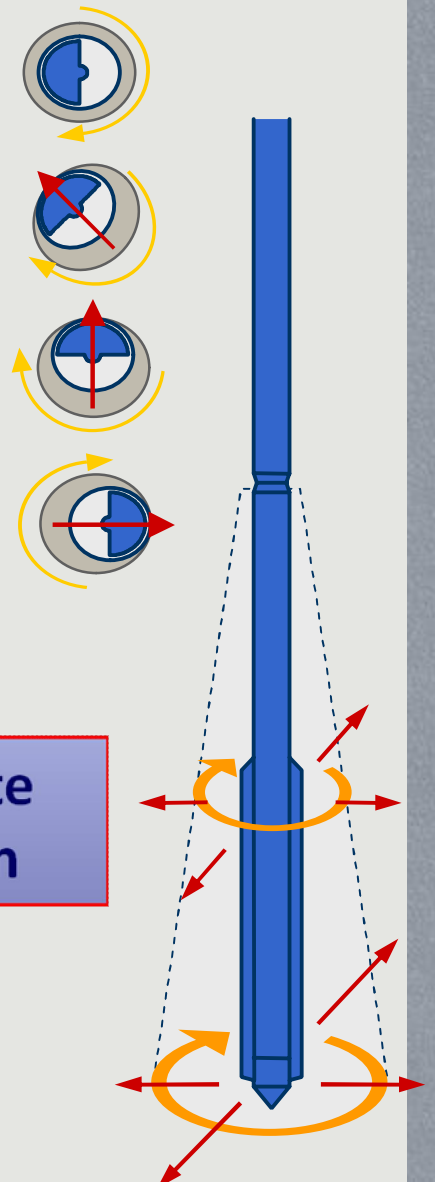
Local Focus

Deep Experience

Global Scale

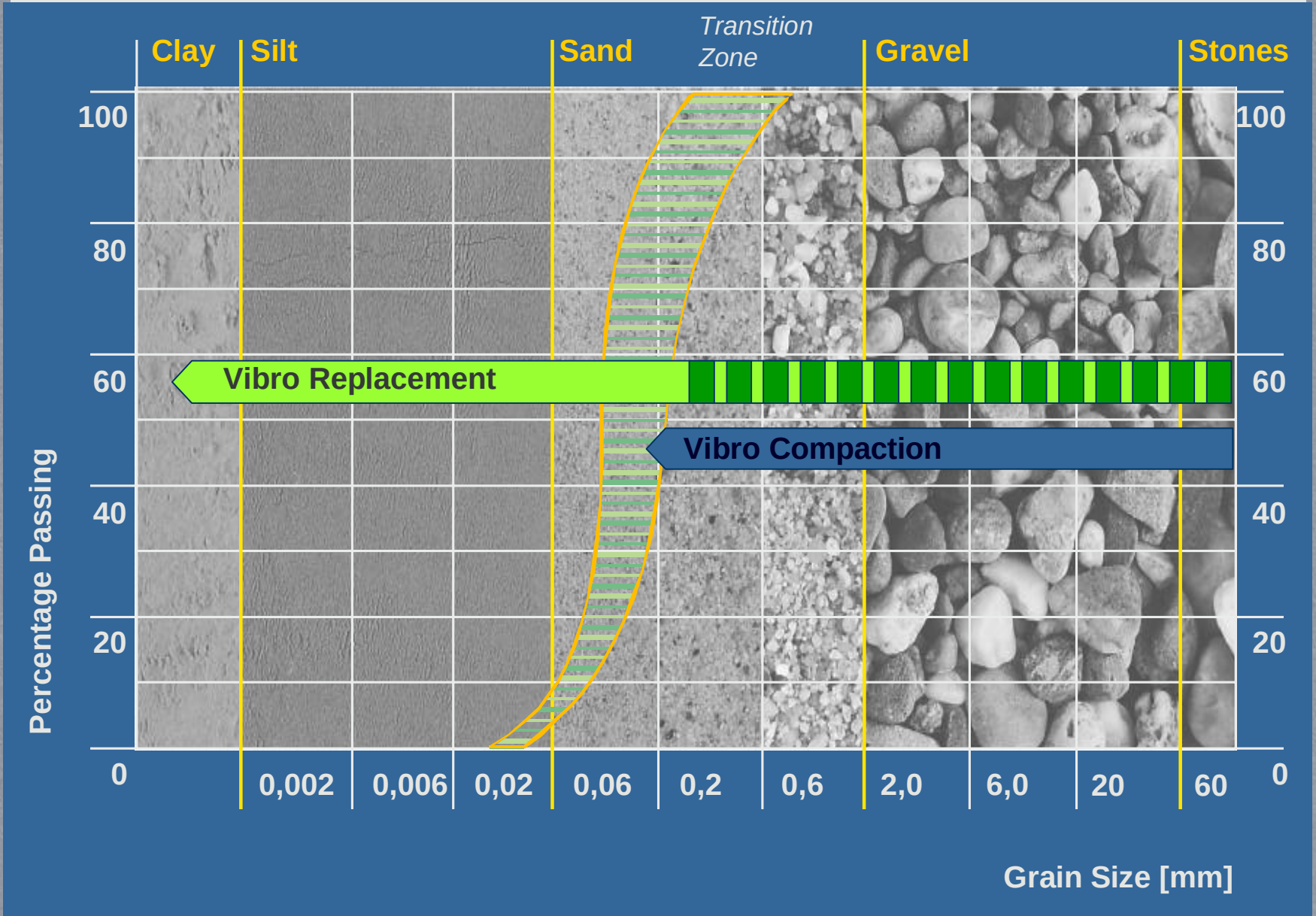
Deep Vibro Techniques





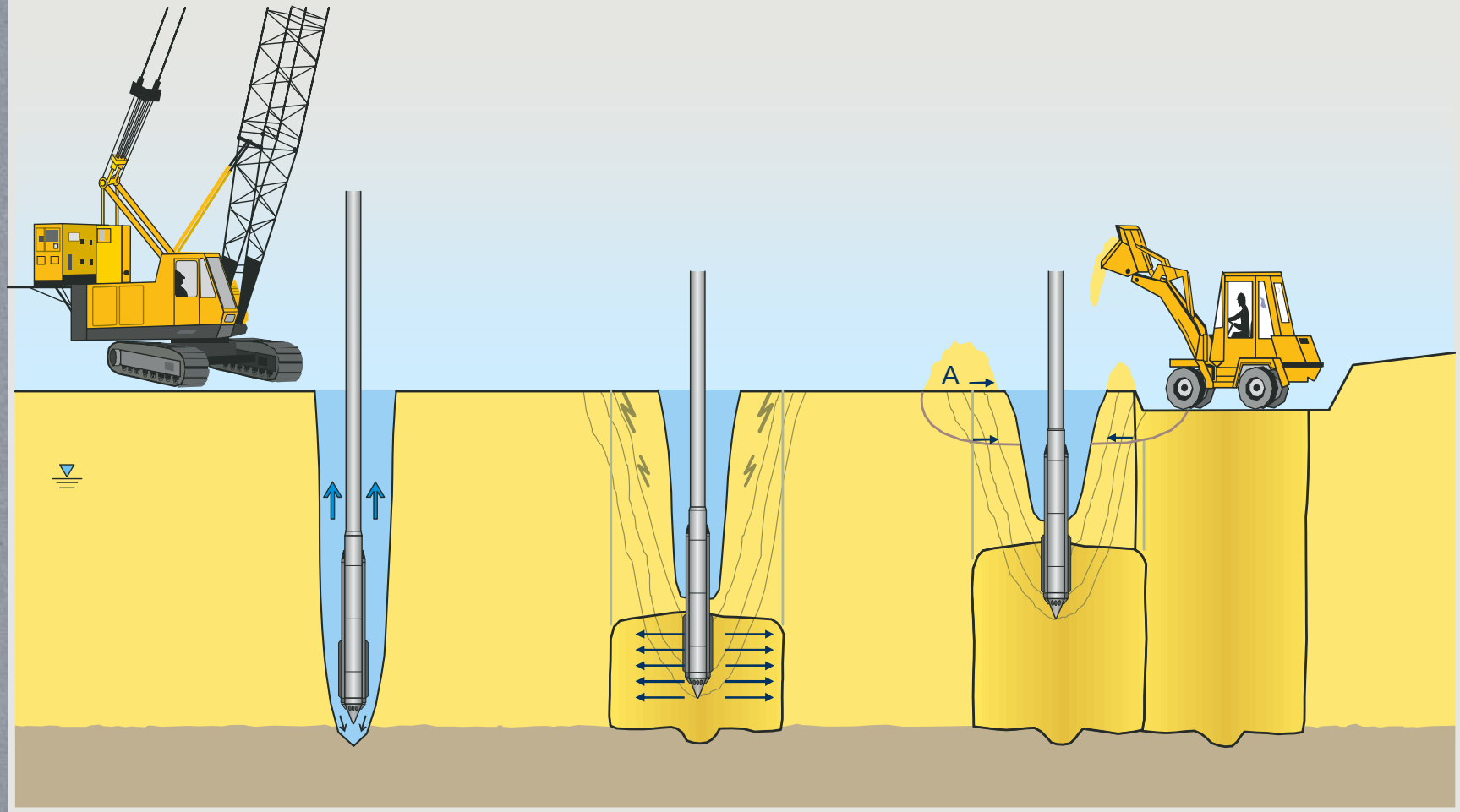
Applicable soils

Vibro Compaction & Vibro Replacement



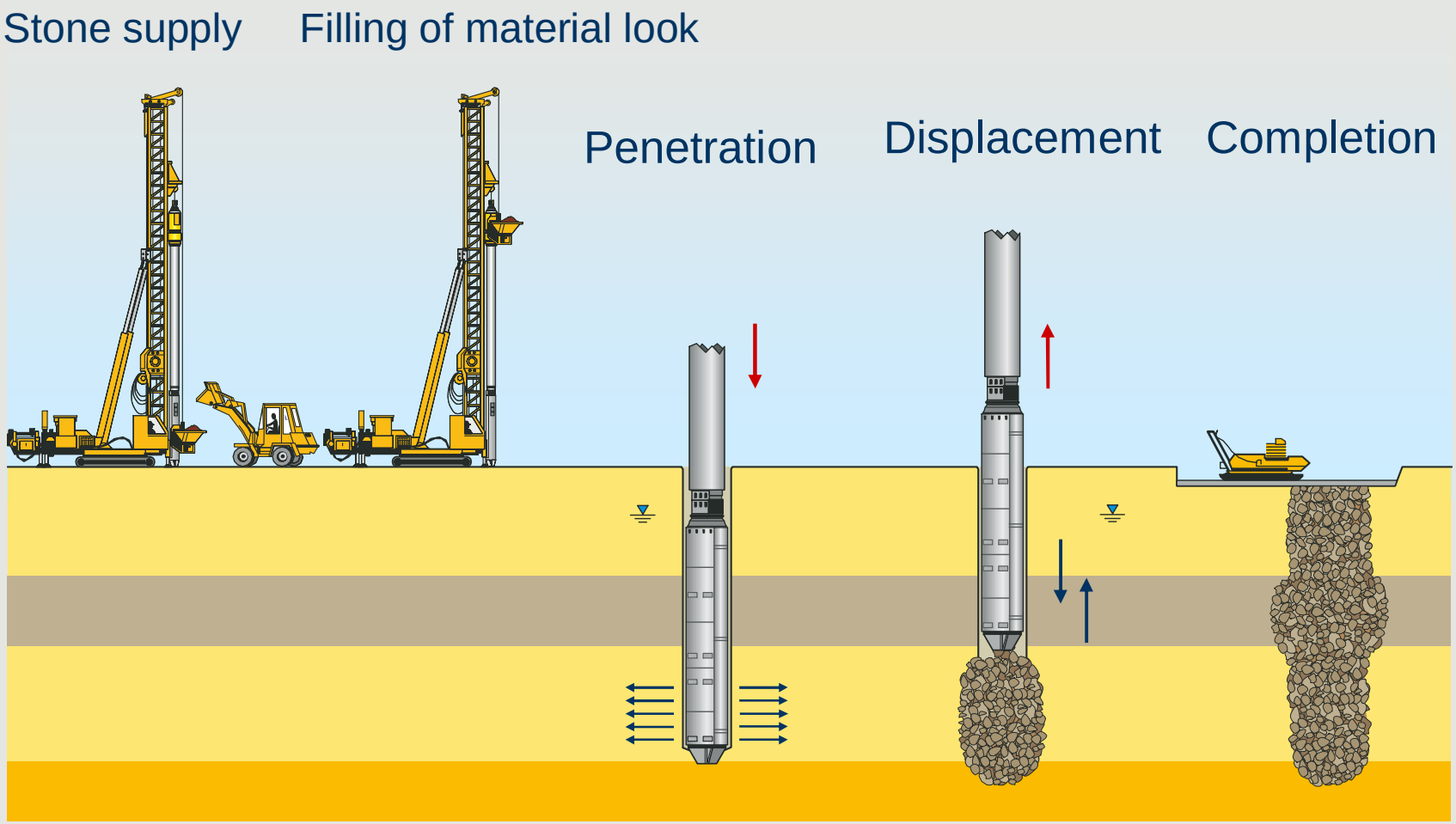
Vibro Compaction

Densification of Granular Soil



Vibro Replacement

Introduction of Material (Stone/Concrete) into the Ground



Quality Control in Deep Vibro Techniques

Stages of Work

Soil Investigation & Design

↓

Execution

↓

Verification (Post Testing)

Soil Investigation & Design

A. Planning Soil Investigation

B. In-situ tests

C. Laboratory Tests

D. Design

Soil Investigation

- Design and Execute an appropriate investigation
  - *Soil type, fines content, liquefaction potential*
  - *Compressibility, shear strength, sensitivity*

  - *Carbon content (Peat), Carbonate content (shells)*
  - *Extent & depth to hard layer*
  - *Fill, boulders, obstructions*

In-situ & Laboratory Tests

- Determine suitable tests
  - *DPT, CPT, Boreholes, Vane, etc*
- Experienced Operator
  - *Trained, Certificates, etc*
- Proper Equipment
  - *Calibration certificates, Service records, etc*
- Fully Supervised
  - *Experienced supervisor*

Design

- Determine suitability of ground for treatment
  - *Objective of treatment, Soil engineering properties, Performance criteria*
- Surroundings
  - *Adjacent structures, Availability of water, etc*
- Selection of treatment type
  - *Previous similar experience, Geotechnical considerations, mixed / hybrid solutions*
- Engineering Design
  - *Extent, location, depth (full depth or partial depth), obstruction, construction sequencing (stages)*

Execution

Execution

A. Construction Drawings and Method Statement

B. Site Preparation

C. Treatment

D. Supervision

Construction Drawings and Method Statement

- Approved drawings
  - *Latest information, design intent, extent, depth, sequencing*
- Approved Method Statement
  - *Trials, site calibration, methodology, verification, monitoring*

Site Preparation

- Platform Stability
  - *Removal of top soil & obstruction, thickness of fill & sand blanket*

- Drainage Blanket
  - *Suitable draining material, thickness, drains, maintenance*

Treatment

- Use suitable tool
  - *Required compaction effort, water assisted or “dry”*
- Machinery
  - *Depth dependent (power and weight), water assisted or “dry”*
- Column Material
  - *Type, Grading curve, Hardness, Durability*

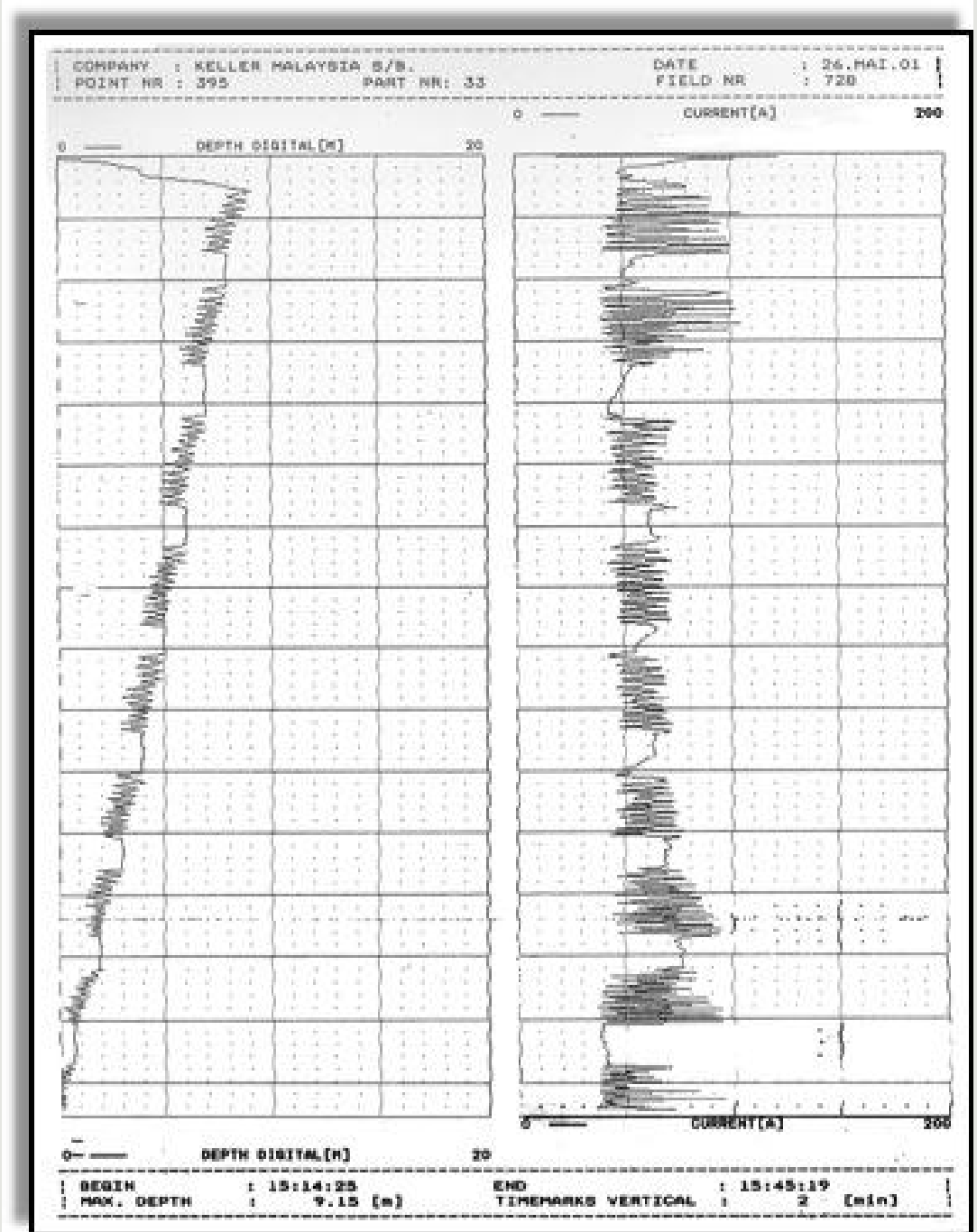
Treatment

- Real Time Monitoring
  - *Ref nr, date, time, depth, duration at each stage, vibrator power consumption, stone consumption*

M4 Device

Treatment

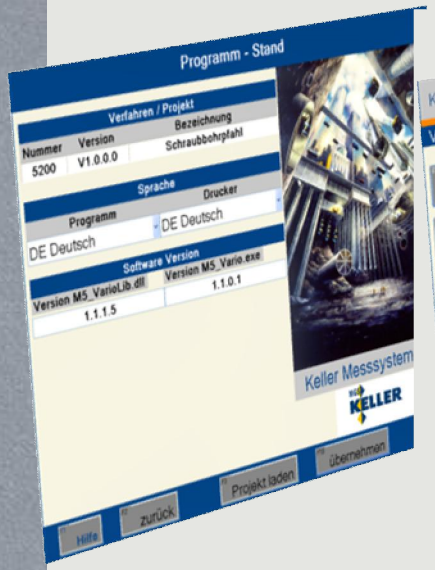
- Real Time Monitoring

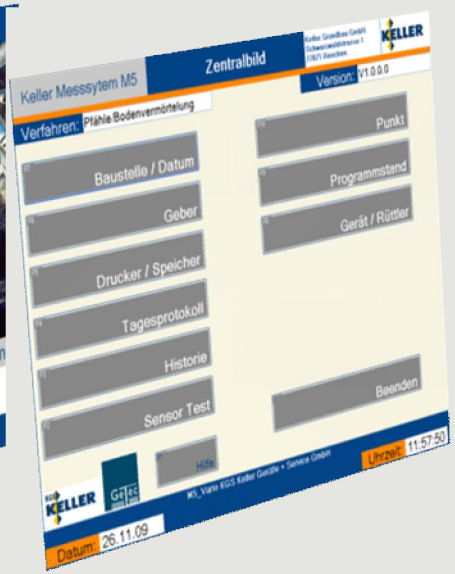


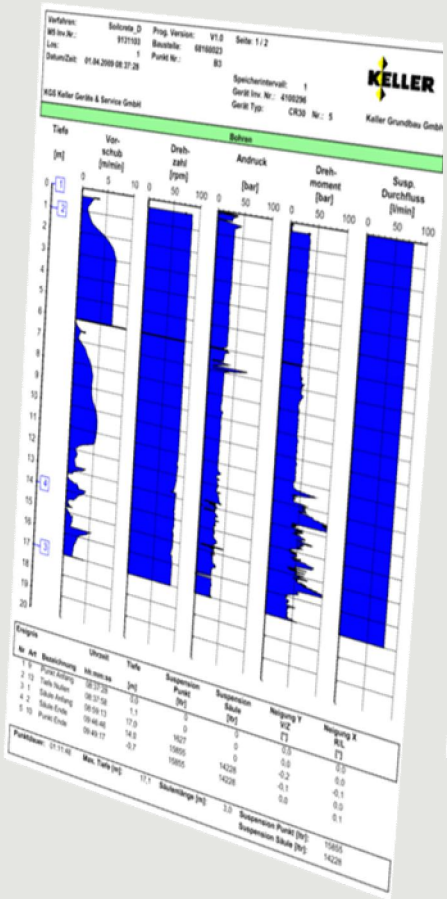
Treatment

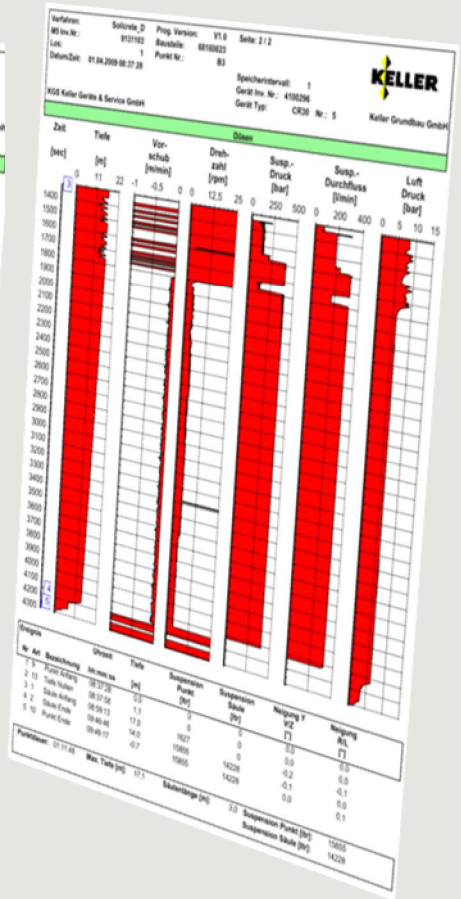
- Real Time Monitoring

Keller System M5









Treatment

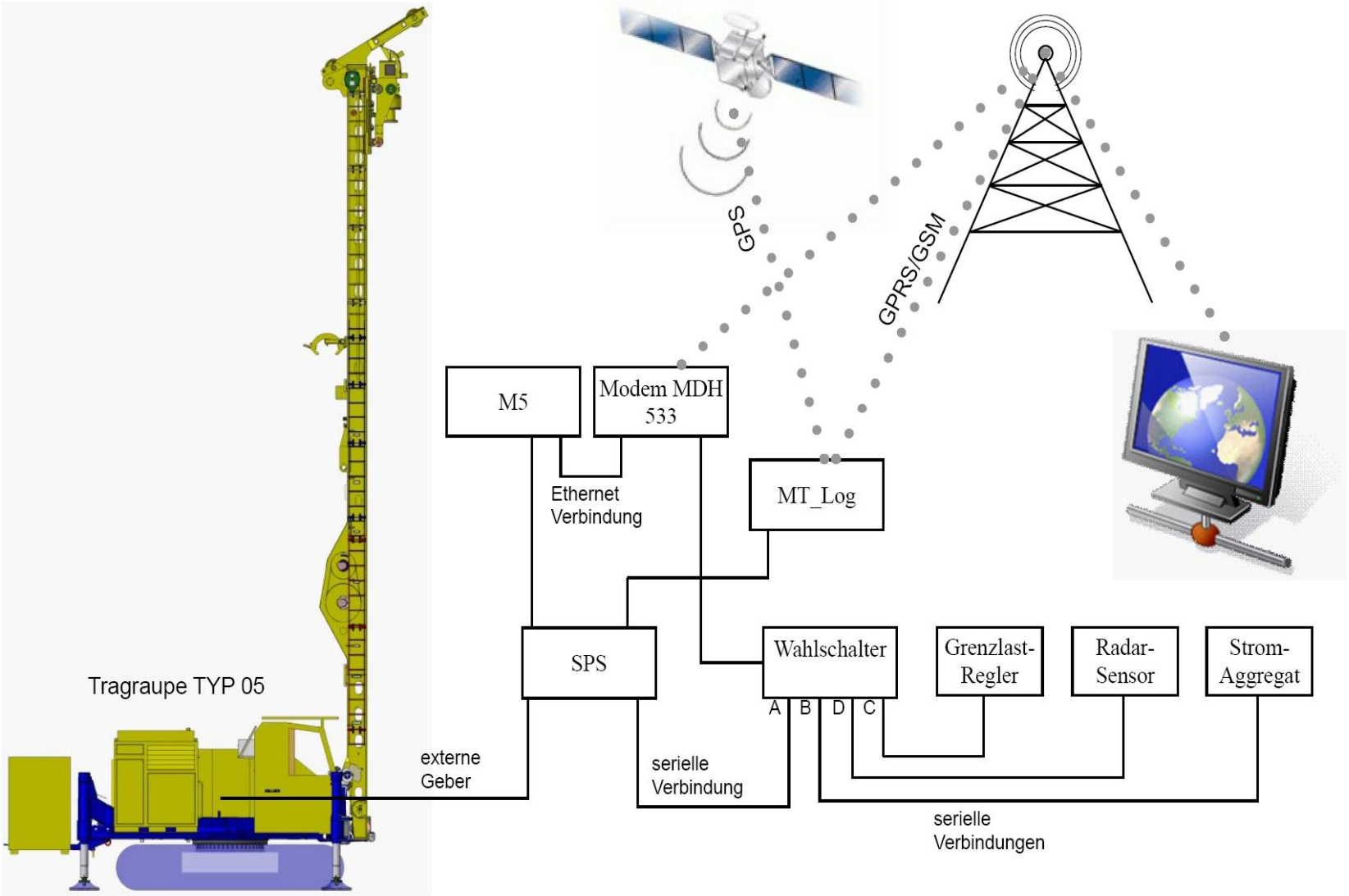
- Real Time Monitoring

Touch Panel Computer

Keller System M5

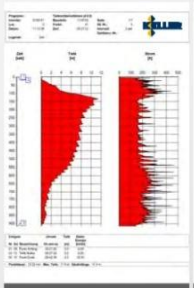
Treatment

❑ M5 with Rig Controller

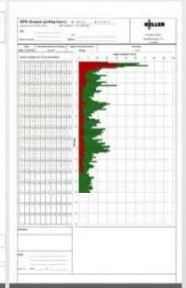


Vibro Scan

VISUALISATION OF VIBRO COMPACTION



RECORDING PROTOCOL



DPH - TEST
(BEFORE & AFTER)

With the new invented program VibroScan the soil conditions can be visualized in the whole working area during execution. This enables Keller to realize and to react in case of deviation of the existing soil conditions.

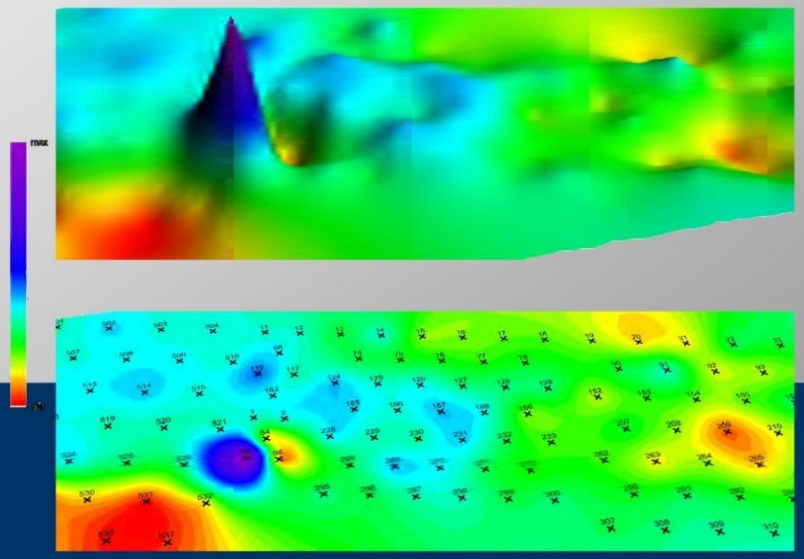
1. DESIGN
2. EXECUTION
3. VISUALISATION
4. MODIFICATION

VISUALISATION OF OTHER VIBRO METHODS

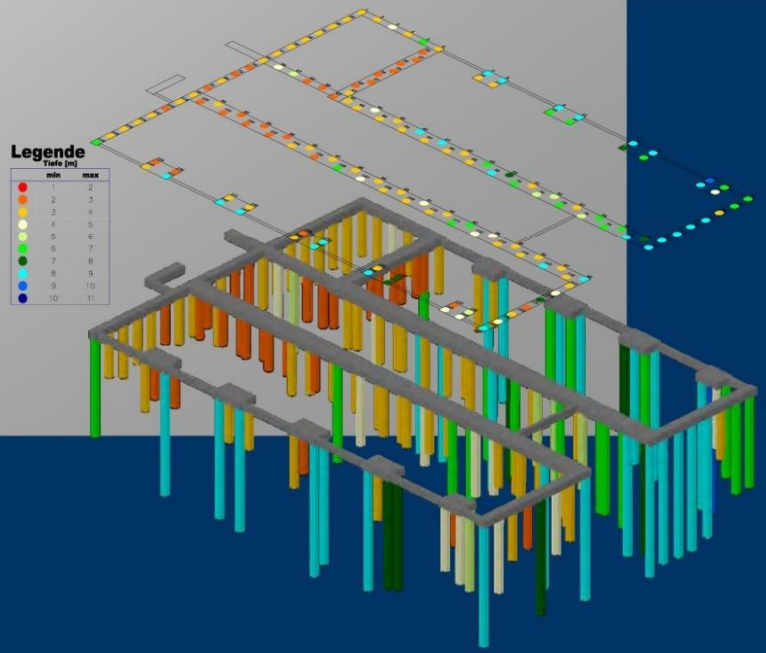
VibroScan can be used also for other Vibro methods and makes the relief of the of the bearing soil layer or the improved soil in the working area visible.

DATA LOGGING DURING EXECUTION

GRAPHIC OUTPUT IN 2D AND 3D



COLOURED VISUALISATION OF INSTALLED COLUMN LENGTHS



Supervision

- *Suitably qualified and experience personnel*
- *Follow approved drawings and method statement*
- *Review departure from design basis or unforeseen ground*
- *Review Real Time Monitoring data*

Verification

(Post Testing)

Verification

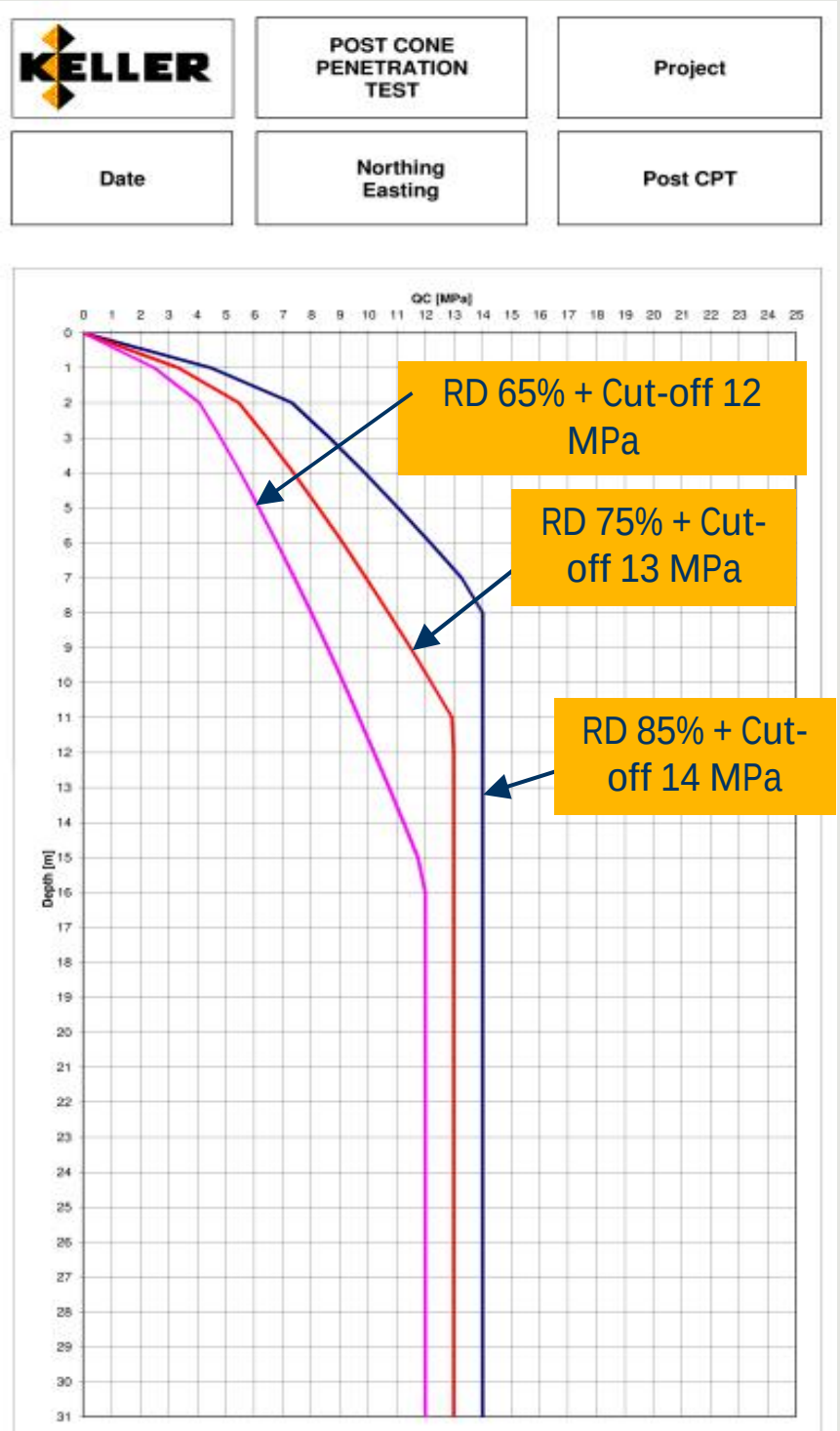
A. Post-treatment Soil tests

B. Load tests

C. Full scale simulation (surcharge, zone tests)

Post-treatment Soil Tests

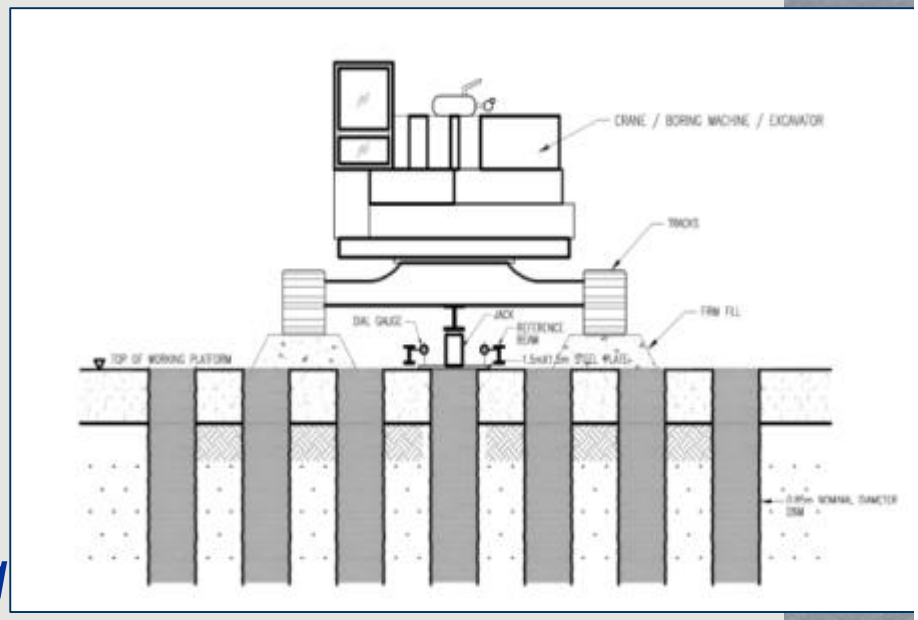
- Determine changes in soil properties after treatment
  - *In situ tests e.g. CPT*



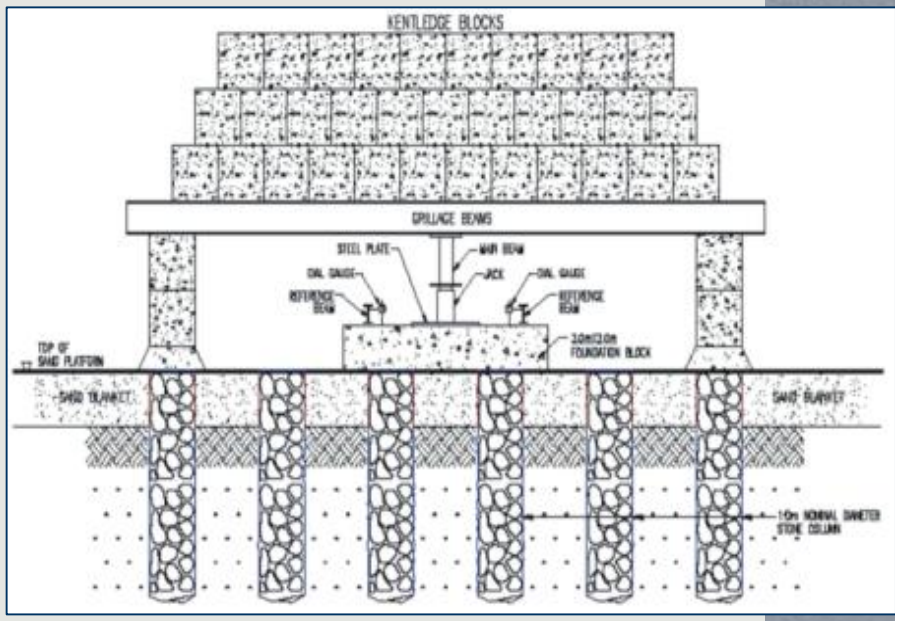
Typical Specification

Load Tests

- Plate Bearing Tests
  - *Useful for shallow treatment, general quality of column head*
  - *Number of tests depending on extent of treatment*

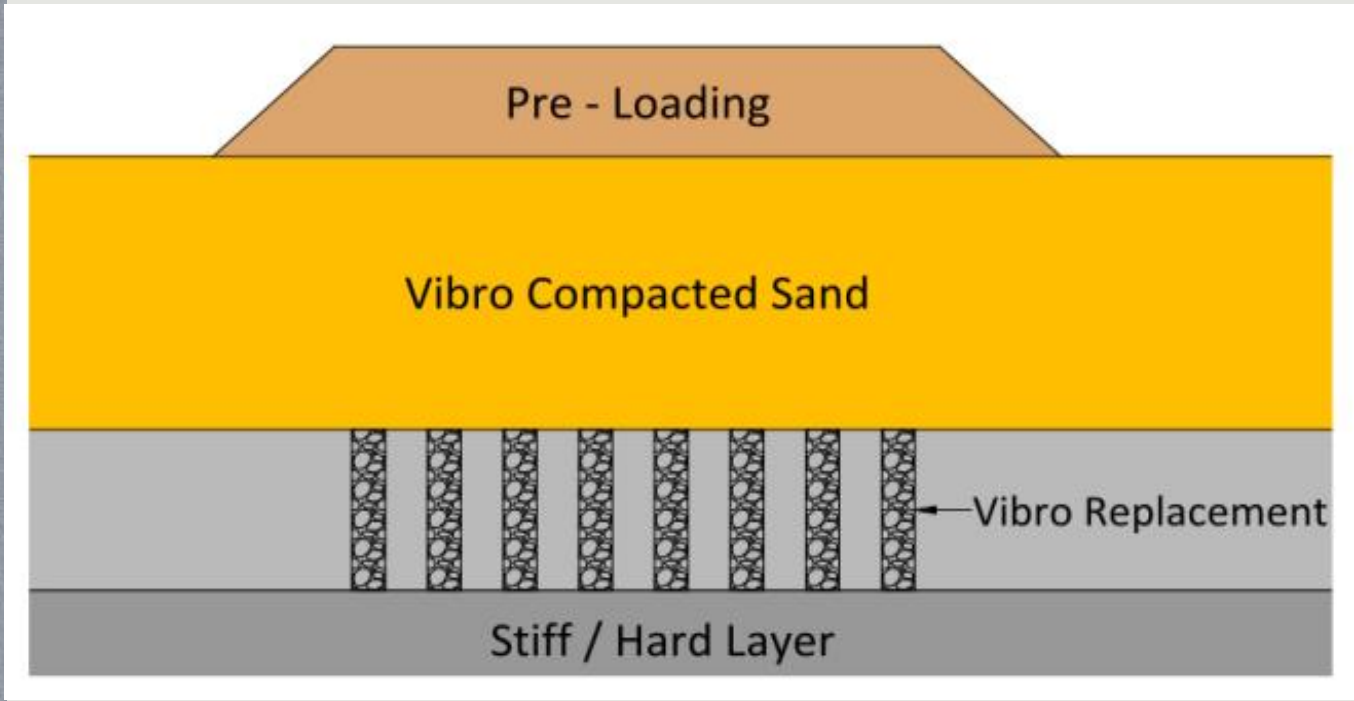


- Single or Group Tests
  - *Group tests more representative of mass treatment to deeper depths*



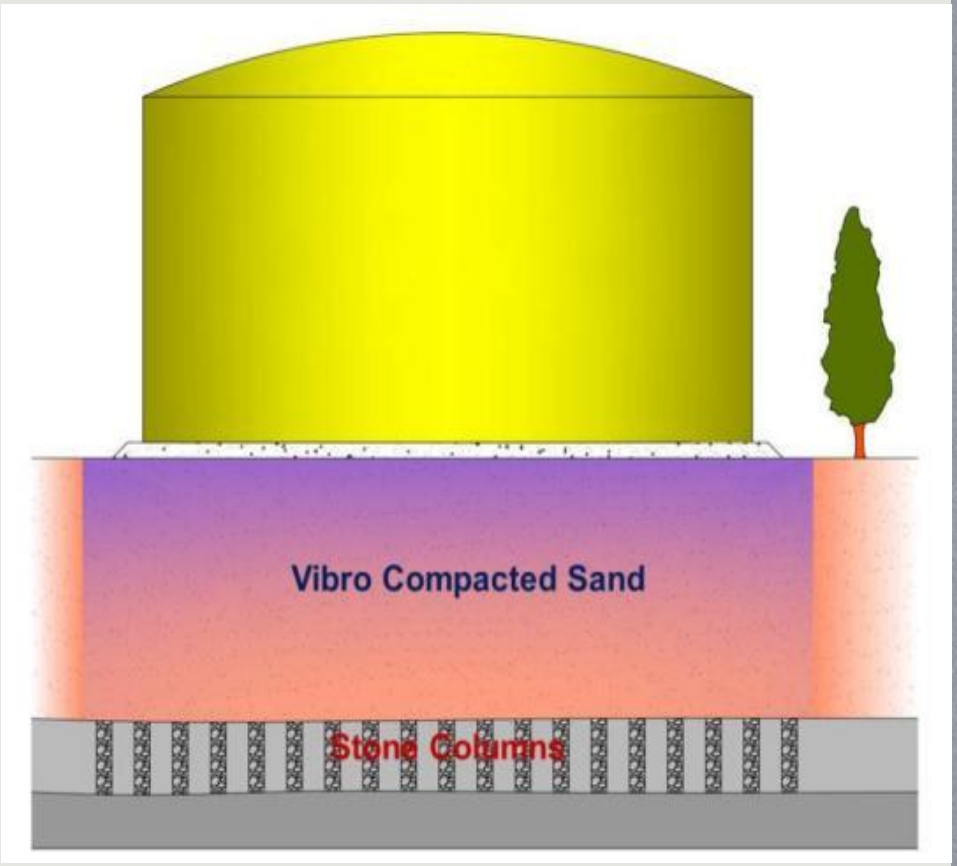
Full Scale Simulation

- Zone Tests
  - *Surcharge over a fairly large area representing future structure*
  - *Normally carried out prior to treatment for uncertain ground or settlement sensitive structure*



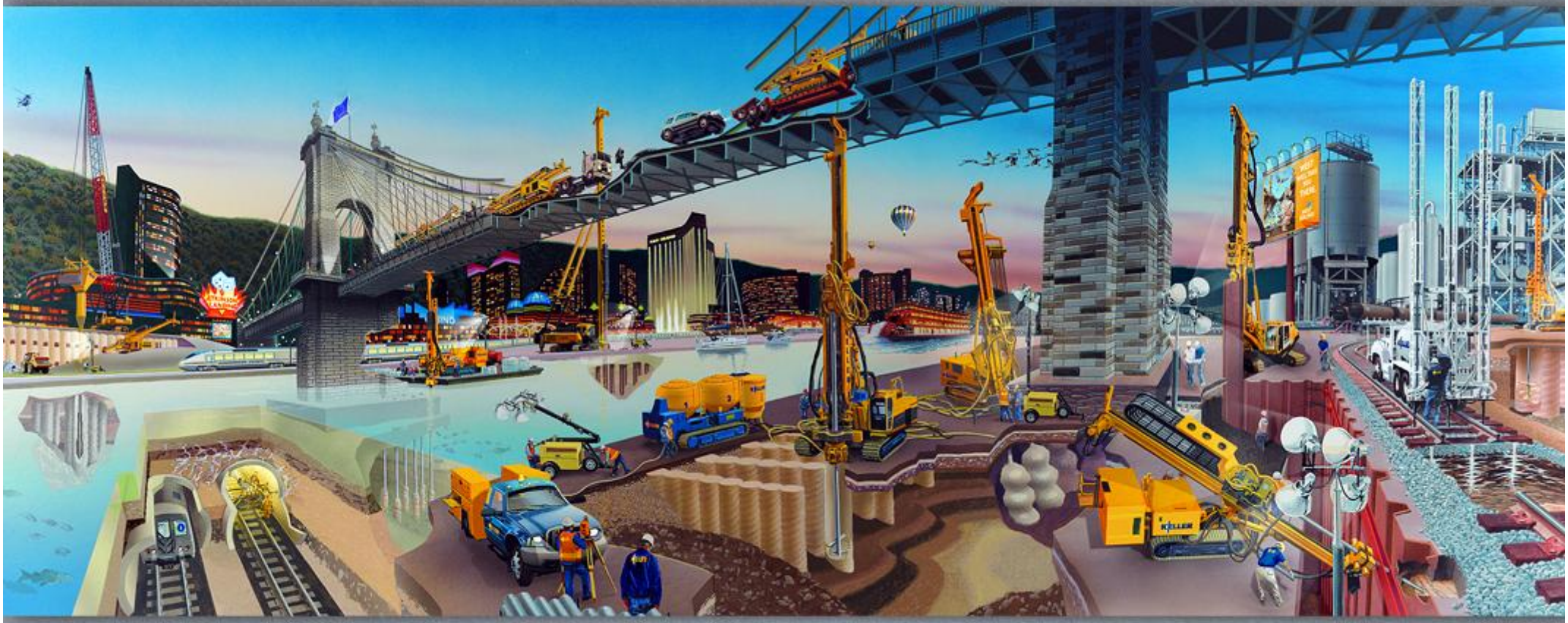
Full Scale Simulation (contd.)

- Structural Load
  - *Actual structure loaded e.g. oil tank loaded with water*
  - *Besides design verification, can serve as pre-loading to reduce long term settlement*



Conclusions

- Quality awareness and control should be present at all stages of Ground Improvement work – SI, Design, Execution, Post Testing
- Online monitoring of improvement work is essential
- Presentation and review of measured data on a daily basis is important
- Post improvement penetration testing and/or load testing essential for verification of success of ground improvement



Thanks!

Bijlage 5
EBR-resultaten brainstormsessie

Verdichten en versterkt sediment

Brainstormsessie ‘Nader uitwerken van de onzekerheden van de methoden verdichten en versterkt sediment’

Session Details:
Start:
End:
Location:

Agenda:

1. Verdichten
2. Versterkt sediment
3. Opschonen verdichten
4. Opschonen versterkt sediment
5. verdichten vraag 1 top 3
6. Discussie 1
7. Verdichten vraag 2 top 3
8. Discussie 2
9. Verdichten vraag 3 top 3
10. Discussie 3
11. Verdichten vraag 4 top 3
12. Discussie 4
13. Verdichten vraag 5 top 3
14. Discussie 5
15. VS vraag 1 top 3
16. Discussie 1 vs
17. VS vraag 2 top 3
18. VS vraag 3 top 3
19. Discussie 2 vs
20. Discussie 3 vs
21. VS vraag 4 top 3
22. VS vraag 5 top 3

---

1. Verdichten

1. Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.
   - 1.1. aantoonbaarheid resultaat
   - 1.2. Vervormingen aan waterkering dienen te worden gemonitord.
   - 1.3. Financieel haalbaar
   - 1.4. beheersing (on)verwachte neveneffecten
   - 1.5. mate van verdichting
   - 1.6. Wat met onbeschermde zandoever, bresvloeiing?
   - 1.7. Te behalen relatieve dichtheid
   - 1.8. vervormingen waterkering mogen niet optreden
   - 1.9. Zand verdichtbaar?
   - 1.10. Platform moet inpasbaar zijn en mag geen hinder voor omgeving vormen
   - 1.11. in te zetten materieel

1.12. veiligheid bij het werken op en in een onderwaterhelling
1.13. Beschikbare ruimte
1.14. Oeververdediging/ bestorting geen belemmering?
1.15. stabiliteit waterkering tijdens uitvoering
1.16. wat moet je doen als resultaat niet wordt gehaald? Is het mogelijk om nogmaals te verdichten of...
1.17. mag geen negatieve effecten hebben op andere faalmechanismen (bijv. intreepunt piping, macrostabiliteit)
1.18. weinig hinder scheepvaart
1.19. het verdichten mag geen zettingvloeiing initieren
1.20. nadeel getij opvangen
1.21. zo min mogelijk omgevinshinder veroorzaken
1.22. Uitvoering mag niet leiden tot het veroorzaken van zettingsvoeiing (door bijv. trillingen).
1.23. Aanvullingsmateriaal
1.24. effecten op geohydrologie moetne anavaarbaar zijn
1.25. dient aantoonbaar veiligheid te bieden voor minimaal 50 jaar. Of 100 jaar? Is dit een constructie of niet?
1.26. welke maatregelen indien rüttel niet op diepte is te brengen
1.27. dient aantoonbaar aan milieu-eisen (in breedste zin) te voldoen
1.28. back up scenario moet aanwezig zijn.
1.29. afdichting afsluitende lagen gewaarborgd?
1.30. wat te doen bij verschillen grondsoorten?
1.31. eisen proef protocol voor testen voorafgaand aan productie werk

2. Welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
2.1. inhomogeniteit
2.2. niet halen van gewenste verdichting
2.3. snelheid van werken.
2.4. Reultaat voldoende
2.5. levensduur
2.6. gelaagde moeilijk te verdichten lagen
2.7. Gaten in waterkering wel goed afgedicht?
2.8. niet halen gewenste oppervlakte en diepte verdichting
2.9. schade bestaande dijklichaam door aanbrenegen van platform
2.10. mix van grondsoorten
2.11. goedkoper?
2.12. instabiliteit van de waterkering
2.13. Vervorming door verdichten, schade omgeving?
2.14. is de keuze van grid (h.o.h. afstand) voldoende fijn
2.15. wordt wel het gehele pakket verdicht
2.16. positioneren van het materieel
2.17. Onbeschermde zandoever kan leiden tot bresvloeiing.
2.18. onderwatertalud is niet egaal, erg grillig. Is er eerst nog een uitvulling nodig, voordat je kunt gaan verdichten
2.19. verontreinigingen uit bodem komen in t water terecht
2.20. is het verdichte deel ook erosiebestendig?
2.21. retourstroom komt niet op gang => wel hoge waterspanningen, nauwelijks verdichting
2.22. obstakels in ondergrond
2.23. is het juiste materieel voorhanden
2.24. toetsbaarheid
2.25. het toedienen van het aanvullingsmateriaal

2.26. grond blijkt ongeschikt te zijn voor vibroflotation uitwijken naar stone columns
2.27. bij gebruik van veel water (wat blijkbaar nodig is) grote kans dat je zettingsvloeiing gaat veroorzaken
2.28. te weinig grondonderzoek gedaan mogelijk is het al goed verdicht
2.29. wanneer is het goed genoeg
2.30. haalbaarheid uitvoeringstermijn
2.31. wat is de invloed op bodemleven en dus de invloed op vergunning/compensatie/mitigatie?
2.32. approval procedure hindert snelle uitvoering

3. Hoe is de uitvoeringsvolgorde om het risico van vloeiing door het verdichten onder een talud te minimaliseren?
3.1. bovenaan beginnen en dan langzaam naar beneden
3.2. Van buiten naar binnen werken, strooksgewijs
3.3. van onder naar boven werken ;)
3.4. Raster zodanig behandelen dat niet alles achterelkaar wordt uitgevoerd
3.5. eerst talud egaliseren
3.6. tijdelijke steunberm
3.7. uitvoeren bij laagwaterstand
3.8. begin niet bij een schaardijk maar op een minder gevoelige maar wel moeilijke plek
3.9. rekening houden met getij
3.10. uitvoeren bij hoogwater
3.11. voorzorgsmaatregelen in geval van zettingsvloeiing tijdens uitvoering (gevolgenkant)
3.12. wat voor trillingen zijn er nodig om een zettingsvloeiing te starten? andere frequentie toepassen
3.13. eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is zodat de omgeving wordt gestabiliseerd, dan het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte
3.14. Toepassing van grindkernen

4. Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?
4.1. NGE
4.1.1. wat is dit?
4.2. Natuurgeweld: aardbeving
4.3. V
4.4. Gaten in de waterkering
4.5. mate van vooronderzoek
4.6. extreme weersomstandigheden
4.7. Schade als gevolg van de volumevermindering (inherent aan verdichten)
4.8. draagvlak voor uitvoeren plan in omgeving
4.9. onwerkbaar door te hoog of te laag water: uitvoeringsduur
4.10. externe invloeden / calamiteiten
4.11. wordt de gewenste diepte van het trillen gehaald
4.12. obstakels in ondergrond
4.13. optreden van andere faalmechanismen
4.14. archeologische vondsten
4.15. verkeerd liggende kabels en leidingen
4.16. Onbeschermde zandoever blijft erosiegevoelig, dus risico bresvloeiing
4.17. explosieven in de ondergrond
4.18. opgelegde oplevermomenten waardoor weinig tijd is voor vooronderzoek
4.19. onbekende grondwaterstromingen

4.20. normale bijzondere omstandigheden (weer, onwerkbare dagen etc.) Je mag verwachten dat hij op zijn eigen methode vat heeft.
4.21. falende communicatie met opdrachtgever
4.22. Moeilijkheden penetreren van hardere toplagen (verharding onvoorzien)
4.23. onzekerheid ondergrond
4.24. onduidelijk acceptatiecriterium (discussie daarover tijdens uitvoering)

5. Denkt u dat verdichten uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo nee, waarom niet
   5.1. ja
   5.2. nee, extra kosten herstel zakking waterkering door verdichten?
   5.3. ja wordt veel toegepast. Bewezen techniek
   5.4. wellicht, eerst een pilot nodig.
   5.5. Ja, maar niet op elke locatie
   5.6. kostenverlagend, want er is geen stortsteen nodig
   5.7. nee, bij onbeschermde zandoever extra kosten voor maatregel tegen erosie/ bressen
   5.8. ja afhankelijk van het dijkprofiel en specifieke problematiek keuze maken en haalbaarheid beoordelen eigen verdichting en stopverdichting (grindkernen)
   5.9. ja, is een veel gebruikte techniek. Dus men is bekend met het uitvoeren van die techniek. I.c.m. zettingsvloeiing/waterkeringveiligheid nog veel vragen t.a.v. toepassingsmogelijkheid.
   5.10. met een naald is het wel veel keren prikken
   5.11. Hangt van de locatie af, als er veel steenbestorting aanwezig is, dan wellicht niet.
   5.12. ja zettingsproblemen tijdens uitvoering spelen vrijwel niet bij toepassen stone columns
   5.13. Er zal een protocol opgesteld moeten worden en aanpassen bij opgedane ervaring
   5.14. ja afhankelijk van de opbouw van de dijk
   5.15. misschien is het instabiele talud een te groot probleem
   5.16. vooronderzoek moet wel van grote dichtheid zijn, is mijn indruk. dus heel veel sonderingen vooraf. Grote kostenpost. Bij afweging kosten, ook de voorbereidingskosten in ogenschouw nemen.
   5.17. nee, relatief hoge kosten verdichten, plus mogelijk (niet altijd te voorziene) hoge bijkomende kosten van herstel van waterkering (evt. zettingen), talud dient alsnog beschermt te worden, afdichten gaten, herstel locale afschuivingen
   5.18. Zettingsvloeiingen vooral probleem in getijdeafzettingen (West-Nl), d.w.z. afwisseling zand en kleilaagjes. Werkt methdoe daar?
   5.19. verdichten werkt alleen bij verweking. Zettingsvloeiingen zijn vaak pure bresvloeiingen, dwz niet gerelateerd aan losgepakt zand
   5.20. liquefactie tijdens uitvoering moet absoluut uitgesloten zijn

---

2. Versterkt sediment

6. Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.
   6.1. aantoonbaarheid kwaliteit (druksterkte)
   6.2. laagdikte / uitvoeringstoleranties
   6.3. aantoonbaarheid dikte/bedekkingsgraad
   6.4. alleen bij LLW te maken? Planning bepaalt dan mede maakbaarheid

6.5. De productie van het baggeren moet overeenkomen met het toepassen versterkt sediment.
6.6. eisen aan erosiebestendigheid van het versterkte sediment
6.7. aantoonbaarheid milieuaspecten (ivm vergunning)
6.8. hoge doorlatbaarheid
6.9. standtijd van het materiaal , met name gedrag van waterglas in de tijd
6.10. Niet te steil talud (1:3?)
6.11. erosiegevoeligheid van versterkt sediment moet 0 zijn?
6.12. benodigde volumegewicht VS
6.13. hoevelheid toe te voegen bindmiddel ->kostenaspect
6.14. Mengproces instelbaar
6.15. milieu \eisen in verband met oplossen waterglas in de tijd
6.16. vaststellen van locaties/zones waar versterkt sediment moet worden toegepast. wanneer wel wanneer niet
6.17. monitoring mengverhoudingen en homogeniteit van mengsel
6.18. geen negatieve effecten op andere faalmechanismen
6.19. Het moet zeer erosie bestendig zijn in de tijd
6.20. verstekte sdiment moet één sluitende laag zijn zonder "gaten"
6.21. slurrie moet voldoende stabiel zijn om niet van talud af te lopen
6.22. Geschikt sediment aanwezig uit baggerwerk
6.23. snelheid van uitharden
6.24. eis aan levensduur maatregel
6.25. het waterpercentage van het materiaal bepaald grotendeels de kosten
6.26. mogelijkheden om ter plekke mengsel te controleren en aan te passen
6.27. moet in het stromende water goed aan te bregen zijn
6.28. detailering aansluiting VS op rest talud (ivm stromingen/uitspoeling)
6.29. welke opening zou funest worden
6.30. sediment uit baggerwerk is vaak sterk vervuild, eisen stellen in de mate waarin
6.31. geen ontoelaatbare wateroverspanning door lage doorlatendheid
6.32. geen zettingsvloeiing indiceren/veiligheid waterkeiring waarborgen
6.33. moeizame controle en bijsturing bij grotere volumes
6.34. Stabiliteit/erosiebestendigheid van nog niet uitgeharde slurry bij hoge stroomsnelheden

7. Welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
7.1. is uitvoering mogelijk bij golfslag?
7.2. laagdikte onderwater
7.3. Lukt het mengproces?
7.4. Moment injectie waterglas
7.5. heterogeniteit mengsel
7.6. uitvoering mogelijk bij hoge stroomsnelheden?
7.7. geen baggerslib voorhanden. Methode is gericht op bestaande bagger te versterken. In snelstromende rivieren vaak niet aanwezig
7.8. slurry is heeft nog onvoldoende samenhang en er treden scheuren op
7.9. duur van de uitvoering
7.10. is materieel beschikbaar voor flexibele uitvoering?
7.11. mix van grondsoorten en wisselende waterpercentages
7.12. als alleen bij LLW, wel genoeg tijd om aan te brengen?
7.13. kun je ook met lokaal bodemmateriaal werken bijv zand?
7.14. hoe toon je onder water aan dat maatregel goed is aangebracht en voldoende is versterkt
7.15. aansluiting baggeren op het toepassen?

7.16. variatie in kwaliteit van het versterkte sediment door variatie in temperatuur, waterstand, stroomsnelheid etc.
7.17. onvoldoende vooronderzoek zettingsvloeiings gevoelige laag
7.18. is waterglas op grote diepte nog gecontroleerd te mengen met vloeibaar sediment?
7.19. Geschikt sediment voorhanden (mag van slib tot sterk zandig sediment)
7.20. Hard het mengsel niet te snel uit.
7.21. uitstromend water uit talud zorgt voor slechte hechting aan ondergrond
7.22. heterogeniteit bodem. Wat gebeurt er bijv. bij veenlagen
7.23. Moeilijkheden bereiken van gewenste dikte
7.24. Is het overal voldoende erosiebestendig?
7.25. Mengproces moet instelbaar zijn
7.26. plaatverschuiving?

8. Hoe krijg je een goede overlap van versterkt sediment na een werkonderbreking?
   8.1. wat doe je boven lllw?
   8.2. aanbrengen overlap ipv las/naad
   8.3. gecontroleerd verwijderen van nog te versterken grond naast de reeds verbeterde grond
   8.4. is het erg dat overlap niet aanwezig of niet 100% sluitend is?
   8.5. klassieke oplossing: bestorting
   8.6. 24/7 werken
   8.7. is er overal een overlap nodig, soms is aansluiting voldoende, ook ivm dillataties
   8.8. werk niet onderbreken
   8.9. in stroken van xx m aanbrengen over hele lengte van het talud
   8.10. indien concept en uitvoering goed zijn zal het weinig problemen op leveren.
   8.11. toevoegen van extra waterglas op moment onderbreking
   8.12. uitsluitend verticale overlappingen
   8.13. met dunne laag eindigen (uitwiggen) zodat goede overlap mogelijk
   8.14. horizontale overlapping vermijden door niet te onderbreken
   8.15. laatste werkgang geen waterglas aanbrengen. volgende dag die laag opnieuw maken met waterglas

9. Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?
   9.1. weer, golven en getij
   9.2. stromingen enz.
   9.3. vertroebeling en uitspoeling
   9.4. niet gesprongen explosieven
   9.5. bij combinatieproject baggeren/dijkversterking: vertraging dijkversterking door vertraging bij baggerwerken
   9.6. er moet geen andere leverende partij zijn: in een hand houden
   9.7. afwijkingen in het porfiel van het talud onderwater
   9.8. Samenstelling aangevoerd sediment
   9.9. mix van grondsoorten en waterpercentages, recept bijstellen?
   9.10. aanwezige bagger, welke als input voor het proces wordt gebruikt
   9.11. scheepvaart
   9.12. milieu-eisen aan baggerspecie: formeel mag je gebaggerd materiaal niet direct weer terugzetten onder water.
   9.13. aangeleverd onderzoeksmateriaal
   9.14. grondwaterstroming naar talud

10. Denkt u dat versterkt sediment uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo nee, waarom niet?
    - 10.1. alleen als er weinig kostbare teoslagstoffen mogelijk zijn
    - 10.2. ja, indien werk met werk maken mogelijk is
    - 10.3. ja...., mits materieel flexibeler inzetbaar is dan bij Hoedekenskerke
    - 10.4. ja afhankelijk van dijkprofiel
    - 10.5. kostenaspect zal lastig zijn.
    - 10.6. ja, mits goedkoper dan conventionele methode
    - 10.7. enige doorlatendheid zal wenselijk zijn.
    - 10.8. ja, maar niet bij te steile taluds
    - 10.9. opbouw waterdrukken onder sediment bij daling waterstand blijft probleem
    - 10.10. nee, te duur. Te veel onzekerheid over kwaliteit vanwege kwaliteitsverschillen te gebruiken sediment
    - 10.11. ja, indien geschikte baggerspecie in de omgeving van het werk beschikbaar is
    - 10.12. toepasbaarheid kan worden vergroot indien een mix-in-place mogelijk wordt, ondanks aan te brengen waterglas
    - 10.13. ja mits niet te tijdrovend in vergelijking met conventionele techniek
    - 10.14. ja misschien nog een incentive introduceren voor het toepassen van baggerslib (hergebruik premie secundaire bouwstof 0
    - 10.15. mixed in place zal goedkoper zijn.
    - 10.16. bij steile taluds toch eerst uitvulling nodig waarschijnlijk. Extra werkgang = extra kosten
    - 10.17. ja mits voldoende duurzaam
    - 10.18. waarschijnlijk kostentechnisch alleen aantrekkelijk bij toepassing op relatief grote schaal
    - 10.19. i.t.t. bestorting heeft versterkt sediment geen "falling apron" werking
    - *10.19.1. wat is "falling apron"?*
    - 10.20. ja maar ook alternatieven voor waterglas onderzoeken
    - 10.21. in combinatie met waardering voor hergebruik ipv aanvoer nieuw materiaal
    - 10.22. blijft het materiaal minimaal 50 jaar in stand (veroudering). Life cycle kosten
    - 10.23. ja maar verder onderzoek nodig brosse gedrag van versterkt sediment. Breuken
    - 10.24. van bagger is tegen normale kosten geen bouwstof te maken.
    - 10.25. indruk dat het niet sterk genoeg is om grote verschillen in belasting (stroomsnelheid, waterstanden) te kunnen weerstaan.
    - 10.26. hoe gedraagt het materiaal zich bij zettende lagen in en onder de zettingsvleoiingsgevoelige laag?
    - 10.27. nautisch baggeren kan grote schade opleveren.
    - 10.28. i.t.t. bestorting heeft versterkt sediment geen remmende werking op zand dat al verweekt is en stroomt (vloeiing)

---

3. Opschonen verdichten

11. Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.
    - 11.1. aantoonbaarheid resultaat, dichtheid
    - 11.2. Financieel haalbaar
    - 11.3. beheersing (on)verwachte neveneffecten
    - 11.4. Wat met onbeschermde zandoever, bresvloeiing?
    - 11.5. vervormingen waterkering mogen niet optreden
    - 11.6. Oeververdediging/ bestorting geen belemmering?

11.7. stabiliteit waterkering tijdens uitvoering
11.8. weinig hinder scheepvaart
11.9. het verdichten mag geen zettingvloeiing initieren
11.10. zo min mogelijk omgevinshinder veroorzaken
11.11. Aanvullingsmateriaal
11.12. dient aantoonbaar veiligheid te bieden voor minimaal 50 jaar. Of 100 jaar? Is dit een constructie of niet?
11.13. afdichting afsluitende lagen gewaarborgd?
11.14. eisen proef protocol voor testen voorafgaand aan productie werk

12. Welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
12.1. inhomogeniteit
12.2. niet halen van gewenste verdichting
12.3. levensduur
12.4. gelaagde moeilijk te verdichten lagen
12.5. Gaten in waterkering wel goed afgedicht?
12.6. mix van grondsoorten
12.7. instabiliteit van de waterkering
12.8. Vervorming door verdichten, schade omgeving?
12.9. is de keuze van grid (h.o.h. afstand) voldoende fijn
12.10. Onbeschermde zandoever kan leiden tot bresvloeiing.
12.11. onderwatertalud is niet egaal, erg grillig. Is er eerst nog een uitvulling nodig, voordat je kunt gaan verdichten
12.12. verontreinigingen uit bodem komen in t water terecht
12.13. is het verdichte deel ook erosiebestendig?
12.14. retourstroom komt niet op gang => wel hoge waterspanningen, nauwelijks verdichting
12.15. obstakels in ondergrond
12.16. het toedienen van het aanvullingsmateriaal
12.17. grond blijkt ongeschikt te zijn voor vibroflotation uitwijken naar stone columns
12.18. bij gebruik van veel water (wat blijkbaar nodig is) grote kans dat je zettingsvloeiing gaat veroorzaken

13. Hoe is de uitvoeringsvolgorde om het risico van vloeiing door het verdichten onder een talud te minimaliseren?
13.1. bovenaan beginnen en dan langzaam naar beneden
13.2. Van buiten naar binnen werken, strooksgewijs
13.3. van onder naar boven werken ;)
13.4. Raster zodanig behandelen dat niet alles achterelkaar wordt uitgevoerd
13.5. eerst talud egaliseren
13.6. begin niet bij een schaardijk maar op een minder gevoelige maar wel moeilijke plek
13.7. rekening houden met getij
13.8. uitvoeren bij hoogwater
13.9. voorzorgsmaatregelen in geval van zettingsvloeiing tijdens uitvoering (gevolgenkant)
13.10. eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is zodat de omgeving wordt gestabiliseerd, dan het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte
13.11. Toepassing van grindkernen

14. Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?
14.1. NGE
14.1.1. wat is dit?

14.2. Gaten in de waterkering
14.3. mate van vooronderzoek
14.4. Schade als gevolg van de volumevermindering (inherent aan verdichten)
14.5. draagvlak voor uitvoeren plan in omgeving
14.6. onwerkbaar door te hoog of te laag water: uitvoeringsduur
14.7. externe invloeden / calamiteiten
14.8. obstakels in ondergrond
14.9. verkeerd liggende kabels en leidingen
14.10. Onbeschermde zandoever blijft erosiegevoelig, dus risico bresvloeiing
14.11. explosieven in de ondergrond

15. Denkt u dat verdichten uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo nee, waarom niet
15.1. nee, extra kosten herstel zakking waterkering door verdichten?
15.2. Ja, maar niet op elke locatie
15.3. kostenverlagend, want er is geen stortsteen nodig
15.4. nee, bij onbeschermde zandoever extra kosten voor maatregel tegen erosie/ bressen
15.5. ja afhankelijk van het dijkprofiel en specifieke problematiek keuze maken en haalbaarheid beoordelen eigen verdichting en stopverdichting (grindkernen)
15.6. ja, is een veel gebruikte techniek. Dus men is bekend met het uitvoeren van die techniek. I.c.m. zettingsvloeiing/waterkeringveiligheid nog veel vragen t.a.v. toepassingsmogelijkheid.
15.7. Hangt van de locatie af, als er veel steenbestorting aanwezig is, dan wellicht niet.
15.8. ja zettingsproblemen tijdens uitvoering spelen vrijwel niet bij toepassen stone columns
15.9. nee, relatief hoge kosten verdichten, plus mogelijk (niet altijd te voorziene) hoge bijkomende kosten van herstel van waterkering (evt. zettingen), talud dient alsnog beschermt te worden, afdichten gaten, herstel locale afschuivingen
15.10. Zettingsvloeiingen vooral probleem in getijdeafzettingen (West-Nl), d.w.z. afwisseling zand en kleilaagjes. Werkt methdoe daar?
15.11. liquefactie tijdens uitvoering moet absoluut uitgesloten zijn

---

4. Opschonen versterkt sediment

16. Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.
16.1. aantoonbaarheid kwaliteit (druksterkte)
16.2. laagdikte / uitvoeringstoleranties
16.3. aantoonbaarheid dikte/bedekkingsgraad
16.4. De productie van het baggeren moet overeenkomen met het toepassen versterkt sediment.
16.5. eisen aan erosiebestendigheid van het versterkte sediment
16.6. hoge doorlatbaarheid
16.7. standtijd van het materiaal , met name gedrag van waterglas in de tijd
16.8. Niet te steil talud (1:3?)
16.9. erosiegevoeligheid van versterkt sediment moet 0 zijn?
16.10. Mengproces instelbaar
16.11. milieu \eisen in verband met oplossen waterglas in de tijd
16.12. verstekte sdiment moet één sluitende laag zijn zonder "gaten"

16.13. slurrie moet voldoende stabiel zijn om niet van talud af te lopen
16.14. Geschikt sediment aanwezig uit baggerwerk
16.15. snelheid van uitharden
16.16. eis aan levensduur maatregel
16.17. mogelijkheden om ter plekke mengsel te controleren en aan te passen
16.18. moet in het stromende water goed aan te bregen zijn
16.19. geen ontoelaatbare wateroverspanning door lage doorlatendheid
16.20. geen zettingsvloeiing indiceren/veiligheid waterkeiring waarborgen
16.21. Stabiliteit/erosiebestendigheid van nog niet uitgeharde slurry bij hoge stroomsnelheden

17. Welke onzekerheden zitten in de uitvoering?
17.1. is uitvoering mogelijk bij golfslag?
17.2. Moment injectie waterglas
17.3. heterogeniteit mengsel
17.4. uitvoering mogelijk bij hoge stroomsnelheden?
17.5. slurry is heeft nog onvoldoende samenhang en er treden scheuren op
17.6. mix van grondsoorten en wisselende waterpercentages
17.7. hoe toon je onder water aan dat maatregel goed is aangebracht en voldoende is versterkt
17.8. variatie in kwaliteit van het versterkte sediment door variatie in temperatuur, waterstand, stroomsnelheid etc.
17.9. is waterglas op grote diepte nog gecontroleerd te mengen met vloeibaar sediment?
17.10. Geschikt sediment voorhanden (mag van slib tot sterk zandig sediment)
17.11. Hard het mengsel niet te snel uit.
17.12. Moeilijkheden bereiken van gewenste dikte
17.13. Is het overal voldoende erosiebestendig?
17.14. Mengproces moet instelbaar zijn

18. Hoe krijg je een goede overlap van versterkt sediment na een werkonderbreking?
18.1. aanbrengen overlap ipv las/naad
18.2. gecontroleerd verwijderen van nog te versterken grond naast de reeds verbeterde grond
18.3. klassieke oplossing: bestorting
18.4. 24/7 werken
18.5. is er overal een overlap nodig, soms is aansluiting voldoende, ook ivm dillataties
18.6. in stroken van xx m aanbrengen over hele lengte van het talud
18.7. indien concept en uitvoering goed zijn zal het weinig problemen op leveren.
18.8. uitsluitend verticale overlappingen
18.9. met dunne laag eindigen (uitwiggen) zodat goede overlap mogelijk
18.10. laatste werkgang geen waterglas aanbrengen. volgende dag die laag opnieuw maken met waterglas

19. Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?
19.1. vertroebeling en uitspoeling
19.2. niet gesprongen explosieven
19.3. bij combinatieproject baggeren/dijkversterking: vertraging dijkversterking door vertraging bij baggerwerken
19.4. er moet geen andere leverende partij zijn: in een hand houden
19.5. afwijkingen in het porfiel van het talud onderwater
19.6. Samenstelling aangevoerd sediment

19.7. mix van grondsoorten en waterpercentages, recept bijstellen?
19.8. scheepvaart
19.9. grondwaterstroming naar talud

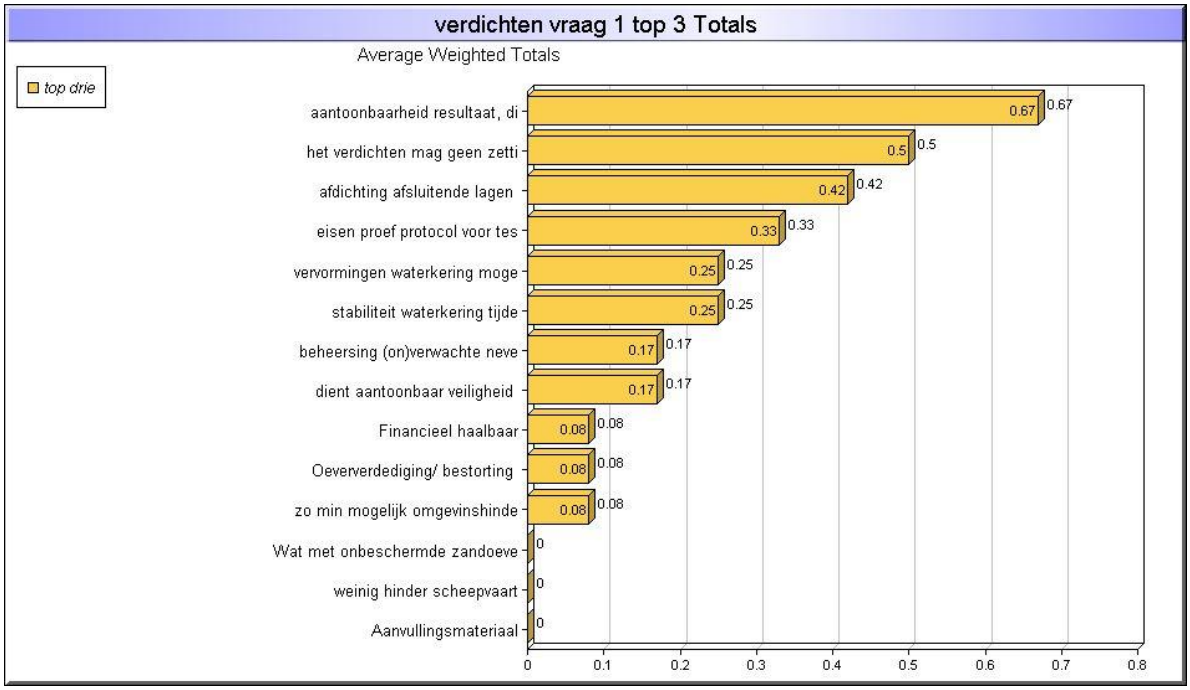
20. Denkt u dat versterkt sediment uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo nee, waarom niet?
20.1. alleen als er weinig kostbare teoslagstoffen mogelijk zijn
20.2. ja, indien werk met werk maken mogelijk is
20.3. ja afhankelijk van dijkprofiel
20.4. ja, mits goedkoper dan conventionele methode
20.5. ja, maar niet bij te steile taluds
20.6. opbouw waterdrukken onder sediment bij daling waterstand blijft probleem
20.7. nee, te duur. Te veel onzekerheid over kwaliteit vanwege kwaliteitsverschillen te gebruiken sediment
20.8. ja misschien nog een incentive introduceren voor het toepassen van baggerslib (hergebruik premie secundaire bouwstof 0
20.9. ja mits voldoende duurzaam
20.10. ja maar ook alternatieven voor waterglas onderzoeken
20.11. in combinatie met waardering voor hergebruik ipv aanvoer nieuw materiaal
20.12. blijft het materiaal minimaal 50 jaar in stand (veroudering). Life cycle kosten
20.13. ja maar verder onderzoek nodig brosse gedrag van versterkt sediment. Breuken
20.14. van bagger is tegen normale kosten geen bouwstof te maken.
20.15. indruk dat het niet sterk genoeg is om grote verschillen in belasting (stroomsnelheid, waterstanden) te kunnen weerstaan.
20.16. i.t.t. bestorting heeft versterkt sediment geen remmende werking op zand dat al verweekt is en stroomt (vloeiing)

---

5. verdichten vraag 1 top 3

Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.

1. verdichten vraag 1 top 3 Totals



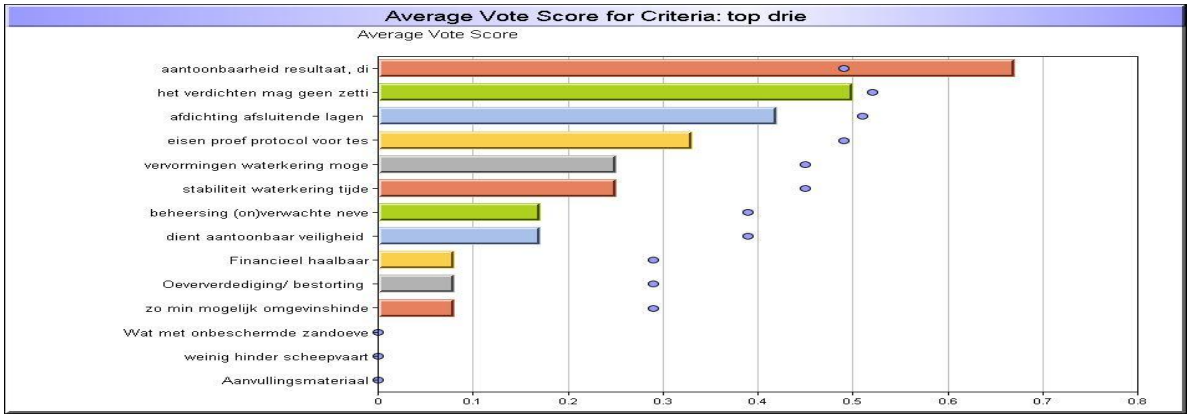
verdichten vraag 1 top 3 Totals

		Criteria:			
		top drie			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	aantoonbaarheid resultaat, dichtheid	0.67	0.67	0.67	0.67
2.	Financieel haalbaar	0.08	0.08	0.08	0.08
3.	beheersing (on)verwachte neveneffecten	0.17	0.17	0.17	0.17
4.	Wat met onbeschermde zandoever, bresvloeiing?	0.00	0.00	0.00	0.00
5.	vervormingen waterkering mogen niet optreden	0.25	0.25	0.25	0.25
6.	Oeververdediging/ bestorting geen belemmering?	0.08	0.08	0.08	0.08
7.	stabiliteit waterkering tijdens uitvoering	0.25	0.25	0.25	0.25
8.	weinig hinder scheepvaart	0.00	0.00	0.00	0.00
9.	het verdichten mag geen zettingvloeiing initieren	0.50	0.50	0.50	0.50
10.	zo min mogelijk omgevinshinder veroorzaken	0.08	0.08	0.08	0.08
11.	Aanvullingsmateriaal	0.00	0.00	0.00	0.00
12.	dient aantoonbaar veiligheid te bieden voor minimaal 50 jaar. Of 100 jaar? Is dit een constructie of niet?	0.17	0.17	0.17	0.17
13.	afdichting afsluitende lagen gewaarborgd?	0.42	0.42	0.42	0.42
14.	eisen proef protocol voor testen voorafgaand	0.33	0.33	0.33	0.33

	aan productie werk				

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 1

2. verdichten vraag 1 top 3 Criteria: top drie
Vote Method: Allocation



verdichten vraag 1 top 3 Criteria: top drie

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	aantoonbaarheid resultaat, dichtheid	4	8	-	-	0.67	8.00	0.49	12
2.	Financieel haalbaar	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
3.	beheersing (on)verwachte neveneffecten	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
4.	Wat met onbeschermde zandoever, bresvloeiing?	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
5.	vervormingen waterkering mogen niet optreden	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
6.	Oeververdediging/ bestorting geen belemmering?	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
7.	stabiliteit waterkering tijdens uitvoering	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
8.	weinig hinder scheepvaart	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
9.	het verdichten mag geen zettingvloeiing initieren	6	6	-	-	0.50	6.00	0.52	12
10.	zo min mogelijk omgevinshinder veroorzaken	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
11.	Aanvullingsmateriaal	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
12.	dient aantoonbaar veiligheid te bieden voor minimaal 50 jaar. Of 100 jaar? Is dit een constructie of niet?	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
13.	afdichting afsluitende lagen gewaarborgd?	7	5	-	-	0.42	5.00	0.51	12
14.	eisen proef protocol voor testen voorafgaand aan productie werk	8	4	-	-	0.33	4.00	0.49	12

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 1

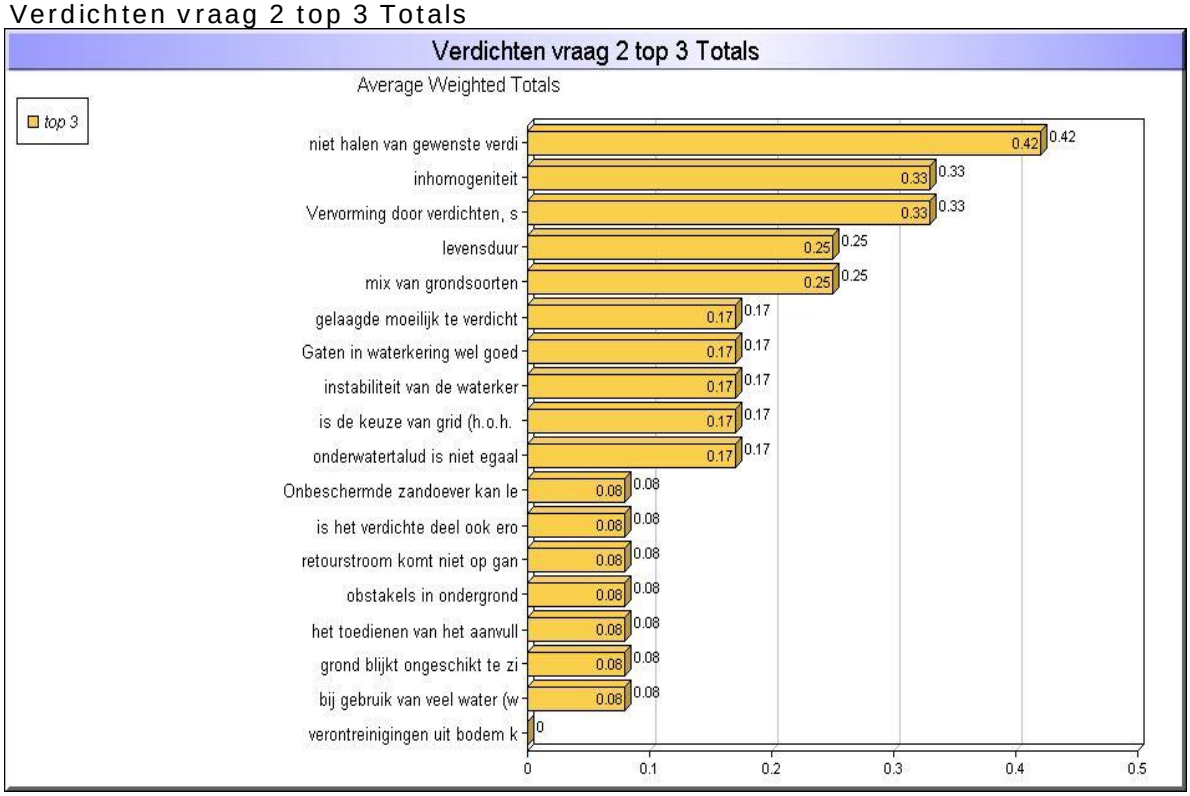
3. verdichten vraag 1 top 3 Ballot Items with Comments
   1. aantoonbaarheid resultaat, dichtheid
   2. Financieel haalbaar
   3. beheersing (on)verwachte neveneffecten
   4. Wat met onbeschermde zandoever, bresvloeiing?
   5. vervormingen waterkering mogen niet optreden
   6. Oeververdediging/ bestorting geen belemmering?
   7. stabiliteit waterkering tijdens uitvoering
   8. weinig hinder scheepvaart
   9. het verdichten mag geen zettingvloeiing initieren
   10. zo min mogelijk omgevinshinder veroorzaken
   11. Aanvullingsmateriaal
   12. dient aantoonbaar veiligheid te bieden voor minimaal 50 jaar. Of 100 jaar? Is dit een constructie of niet?
   13. afdichting afsluitende lagen gewaarborgd?
   14. eisen proef protocol voor testen voorafgaand aan productie werk

6. Discussie 1

7. Verdichten vraag 2 top 3

Welke onzekerheden zitten in de uitvoering?

1. Verdichten vraag 2 top 3 Totals

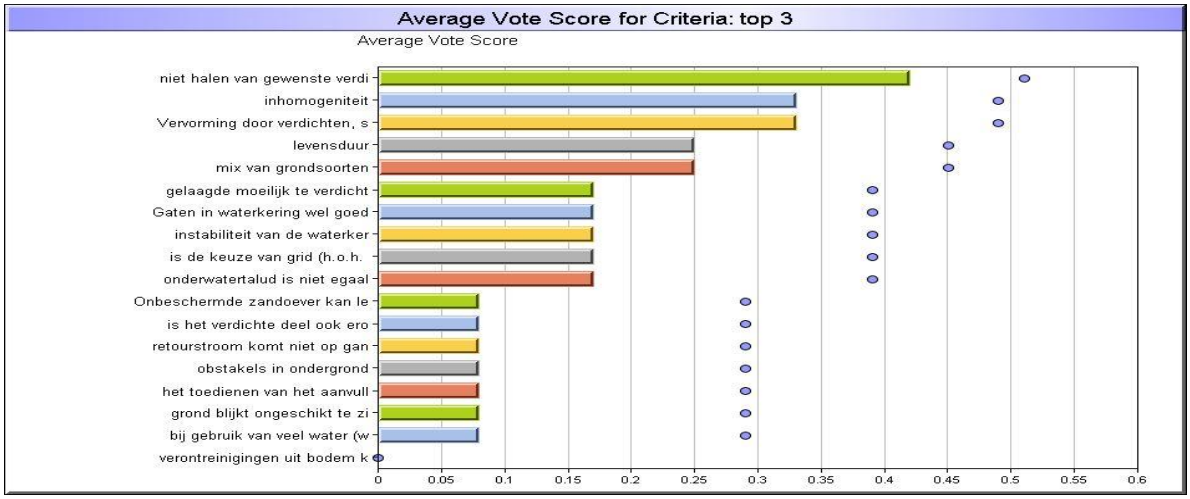


Verdichten vraag 2 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	inhomogeniteit	0.33	0.33	0.33	0.33
2.	niet halen van gewenste verdichting	0.42	0.42	0.42	0.42
3.	levensduur	0.25	0.25	0.25	0.25
4.	gelaagde moeilijk te verdichten lagen	0.17	0.17	0.17	0.17
5.	Gaten in waterkering wel goed afgedicht?	0.17	0.17	0.17	0.17
6.	mix van grondsoorten	0.25	0.25	0.25	0.25
7.	instabiliteit van de waterkering	0.17	0.17	0.17	0.17
8.	Vervorming door verdichten, schade omgeving?	0.33	0.33	0.33	0.33
9.	is de keuze van grid (h.o.h. afstand) voldoende fijn	0.17	0.17	0.17	0.17
10.	Onbeschermde zandoever kan leiden tot bresvloeiing.	0.08	0.08	0.08	0.08
11.	onderwatertalud is niet egaal, erg grillig. Is er eerst nog een uitvulling nodig, voordat je kunt gaan verdichten	0.17	0.17	0.17	0.17
12.	verontreinigingen uit bodem komen in t water terecht	0.00	0.00	0.00	0.00
13.	is het verdichte deel ook erosiebestendig?	0.08	0.08	0.08	0.08
14.	retourstroom komt niet op gang => wel hoge waterspanningen, nauwelijks verdichting	0.08	0.08	0.08	0.08
15.	obstakels in ondergrond	0.08	0.08	0.08	0.08
16.	het toedienen van het aanvullingsmateriaal	0.08	0.08	0.08	0.08
17.	grond blijkt ongeschikt te zijn voor vibroflotation uitwijken naar stone columns	0.08	0.08	0.08	0.08
18.	bij gebruik van veel water (wat blijkbaar nodig is) grote kans dat je zettingsvloeiing gaat veroorzaken	0.08	0.08	0.08	0.08

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 1

2. Verdichten vraag 2 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



Verdichten vraag 2 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	inhomogeniteit	8	4	-	-	0.33	4.00	0.49	12
2.	niet halen van gewenste verdichting	7	5	-	-	0.42	5.00	0.51	12
3.	levensduur	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
4.	gelaagde moeilijk te verdichten lagen	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
5.	Gaten in waterkering wel goed afgedicht?	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
6.	mix van grondsoorten	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
7.	instabiliteit van de waterkering	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
8.	Vervorming door verdichten, schade omgeving?	8	4	-	-	0.33	4.00	0.49	12
9.	is de keuze van grid (h.o.h. afstand) voldoende fijn	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
10.	Onbeschermde zandoever kan leiden tot bresvloeiing.	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
11.	onderwatertalud is niet egaal, erg grillig. Is er eerst nog een uitvulling nodig, voordat je kunt gaan verdichten	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
12.	verontreinigingen uit bodem komen in t water terecht	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
13.	is het verdichte deel ook erosiebestendig?	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
14.	retourstroom komt niet op gang => wel hoge waterspanningen, nauwelijks verdichting	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
15.	obstakels in ondergrond	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
16.	het toedienen van het aanvullingsmateriaal	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
17.	grond blijkt ongeschikt te zijn voor vibroflotation uitwijken naar stone columns	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
18.	bij gebruik van veel water (wat blijkbaar nodig is) grote kans dat je zettingsvloeiing	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12

	gaat veroorzaken								

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 1

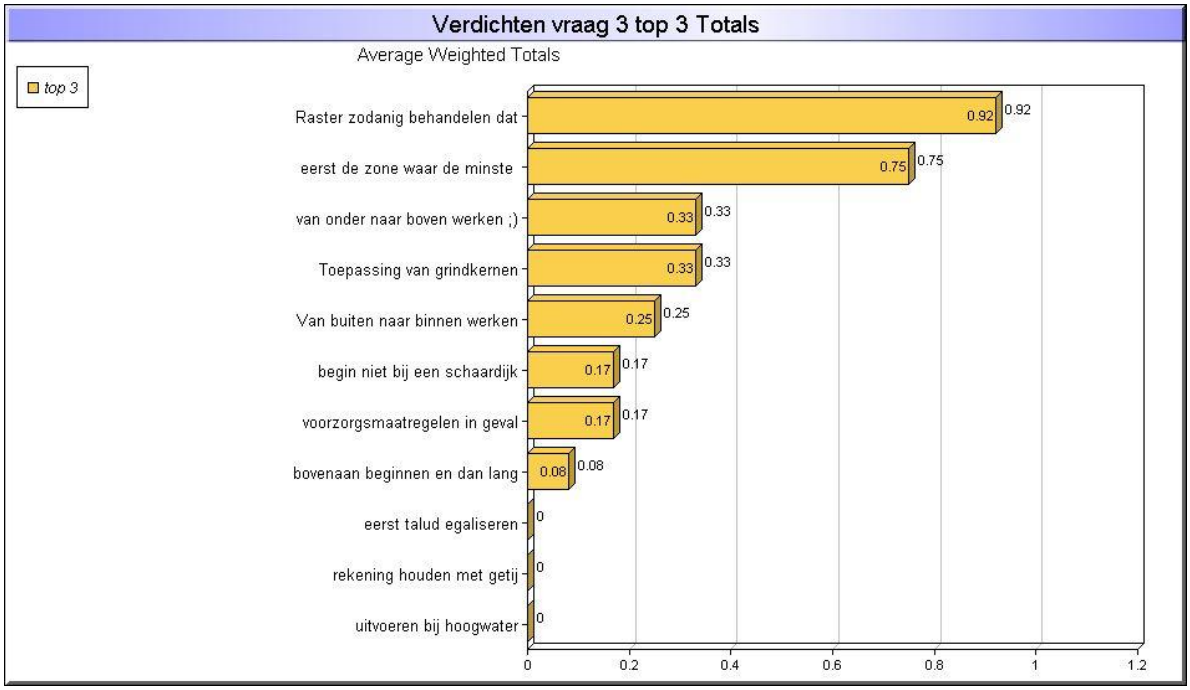
3. Verdichten vraag 2 top 3 Ballot Items with Comments
1. inhomogeniteit
2. niet halen van gewenste verdichting
3. levensduur
4. gelaagde moeilijk te verdichten lagen
5. Gaten in waterkering wel goed afgedicht?
6. mix van grondsoorten
7. instabiliteit van de waterkering
8. Vervorming door verdichten, schade omgeving?
9. is de keuze van grid (h.o.h. afstand) voldoende fijn
10. Onbeschermde zandoever kan leiden tot bresvloeiing.
11. onderwatertalud is niet egaal, erg grillig. Is er eerst nog een uitvulling nodig, voordat je kunt gaan verdichten
12. verontreinigingen uit bodem komen in t water terecht
13. is het verdichte deel ook erosiebestendig?
14. retourstroom komt niet op gang => wel hoge waterspanningen, nauwelijks verdichting
15. obstakels in ondergrond
16. het toedienen van het aanvullingsmateriaal
17. grond blijkt ongeschikt te zijn voor vibroflotation uitwijken naar stone columns
18. bij gebruik van veel water (wat blijkbaar nodig is) grote kans dat je zettingsvloeiing gaat veroorzaken

8. Discussie 2

9. Verdichten vraag 3 top 3

Hoe is de uitvoeringsvolgorde om het risico van vloeiing door het verdichten onder een talud te minimaliseren?

1. Verdichten vraag 3 top 3 Totals

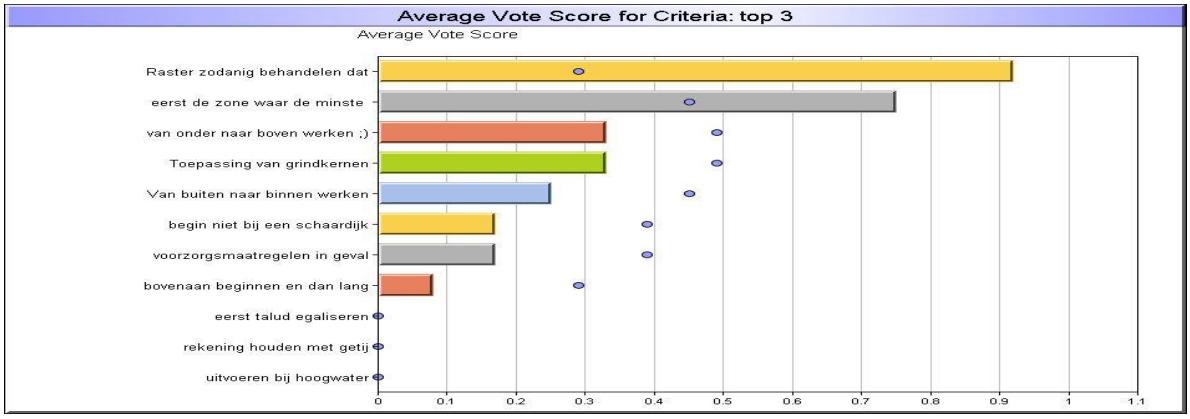


Verdichten vraag 3 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	bovenaan beginnen en dan langzaam naar beneden	0.08	0.08	0.08	0.08
2.	Van buiten naar binnen werken, strooksgewijs	0.25	0.25	0.25	0.25
3.	van onder naar boven werken ;)	0.33	0.33	0.33	0.33
4.	Raster zodanig behandelen dat niet alles achterelkaar wordt uitgevoerd	0.92	0.92	0.92	0.92
5.	eerst talud egaliseren	0.00	0.00	0.00	0.00
6.	begin niet bij een schaardijk maar op een minder gevoelige maar wel moeilijke plek	0.17	0.17	0.17	0.17
7.	rekening houden met getij	0.00	0.00	0.00	0.00
8.	uitvoeren bij hoogwater	0.00	0.00	0.00	0.00
9.	voorzorgsmaatregelen in geval van zettingsvloeiing tijdens uitvoering (gevolgenkant)	0.17	0.17	0.17	0.17
10.	eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is zodat de omgeving wordt gestabiliseerd, dan het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte	0.75	0.75	0.75	0.75
11.	Toepassing van grindkernen	0.33	0.33	0.33	0.33

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 0

2. Verdichten vraag 3 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



Verdichten vraag 3 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	bovenaan beginnen en dan langzaam naar beneden	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
2.	Van buiten naar binnen werken, strooksgewijs	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
3.	van onder naar boven werken ;)	8	4	-	-	0.33	4.00	0.49	12
4.	Raster zodanig behandelen dat niet alles achterelkaar wordt uitgevoerd	1	11	-	-	0.92	11.00	0.29	12
5.	eerst talud egaliseren	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
6.	begin niet bij een schaardijk maar op een minder gevoelige maar wel moeilijke plek	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
7.	rekening houden met getij	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
8.	uitvoeren bij hoogwater	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
9.	voorzorgsmaatregelen in geval van zettingsvloeiing tijdens uitvoering (gevolgenkant)	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
10.	eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is zodat de omgeving wordt gestabiliseerd, dan het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte	3	9	-	-	0.75	9.00	0.45	12
11.	Toepassing van grindkernen	8	4	-	-	0.33	4.00	0.49	12

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 0

3. Verdichten vraag 3 top 3 Ballot Items with Comments
1. bovenaan beginnen en dan langzaam naar beneden
2. Van buiten naar binnen werken, strooksgewijs
3. van onder naar boven werken ;)

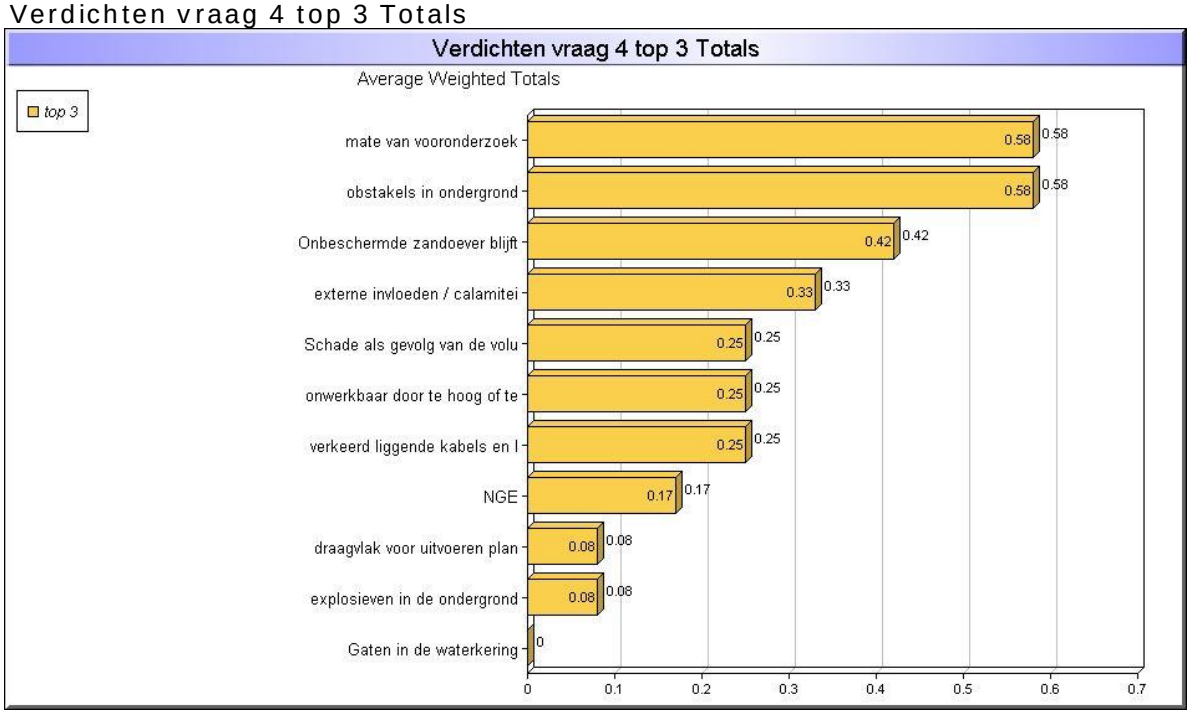
4. Raster zodanig behandelen dat niet alles achterelkaar wordt uitgevoerd
5. eerst talud egaliseren
6. begin niet bij een schaardijk maar op een minder gevoelige maar wel moeilijke plek
7. rekening houden met getij
8. uitvoeren bij hoogwater
9. voorzorgsmaatregelen in geval van zettingsvloeiing tijdens uitvoering (gevolgenkant)
10. eerst de zone waar de minste kans op vloeiing is zodat de omgeving wordt gestabiliseerd, dan het meest zettingsvloeiingsgevoelige gedeelte
11. Toepassing van grindkernen

10. Discussie 3

11. Verdichten vraag 4 top 3

Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?

1. Verdichten vraag 4 top 3 Totals



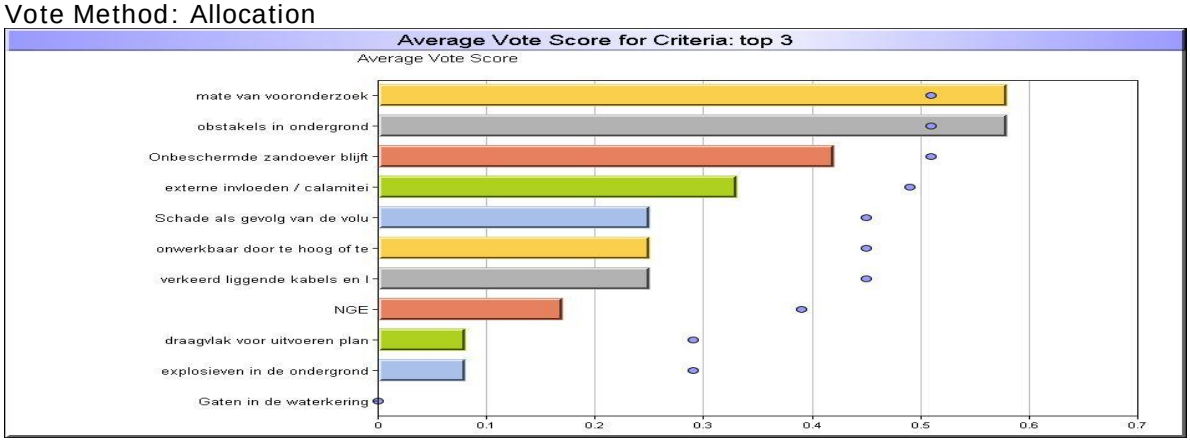
Verdichten vraag 4 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	NGE	0.17	0.17	0.17	0.17
2.	Gaten in de waterkering	0.00	0.00	0.00	0.00

3.	mate van vooronderzoek	0.58	0.58	0.58	0.58
4.	Schade als gevolg van de volumevermindering (inherent aan verdichten)	0.25	0.25	0.25	0.25
5.	draagvlak voor uitvoeren plan in omgeving	0.08	0.08	0.08	0.08
6.	onwerkbaar door te hoog of te laag water: uitvoeringsduur	0.25	0.25	0.25	0.25
7.	externe invloeden / calamiteiten	0.33	0.33	0.33	0.33
8.	obstakels in ondergrond	0.58	0.58	0.58	0.58
9.	verkeerd liggende kabels en leidingen	0.25	0.25	0.25	0.25
10.	Onbeschermde zandoever blijft erosiegevoelig, dus risico bresvloeiing	0.42	0.42	0.42	0.42
11.	explosieven in de ondergrond	0.08	0.08	0.08	0.08

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 0

2. Verdichten vraag 4 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



Verdichten vraag 4 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	NGE	10	2	-	-	0.17	2.00	0.39	12
2.	Gaten in de waterkering	12	-	-	-	0.00	0.00	0.00	12
3.	mate van vooronderzoek	5	7	-	-	0.58	7.00	0.51	12
4.	Schade als gevolg van de volumevermindering (inherent aan verdichten)	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
5.	draagvlak voor uitvoeren plan in omgeving	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12
6.	onwerkbaar door te hoog of te laag water: uitvoeringsduur	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
7.	externe invloeden / calamiteiten	8	4	-	-	0.33	4.00	0.49	12
8.	obstakels in ondergrond	5	7	-	-	0.58	7.00	0.51	12

9.	verkeerd liggende kabels en leidingen	9	3	-	-	0.25	3.00	0.45	12
10.	Onbeschermde zandoever blijft erosiegevoelig, dus risico bresvloeiing	7	5	-	-	0.42	5.00	0.51	12
11.	explosieven in de ondergrond	11	1	-	-	0.08	1.00	0.29	12

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 12, Abstained: 0

3. Verdichten vraag 4 top 3 Ballot Items with Comments
   1. NGE
      1.1. wat is dit?
   2. Gaten in de waterkering
   3. mate van vooronderzoek
   4. Schade als gevolg van de volumevermindering (inherent aan verdichten)
   5. draagvlak voor uitvoeren plan in omgeving
   6. onwerkbaar door te hoog of te laag water: uitvoeringsduur
   7. externe invloeden / calamiteiten
   8. obstakels in ondergrond
   9. verkeerd liggende kabels en leidingen
   10. Onbeschermde zandoever blijft erosiegevoelig, dus risico bresvloeiing
   11. explosieven in de ondergrond

---

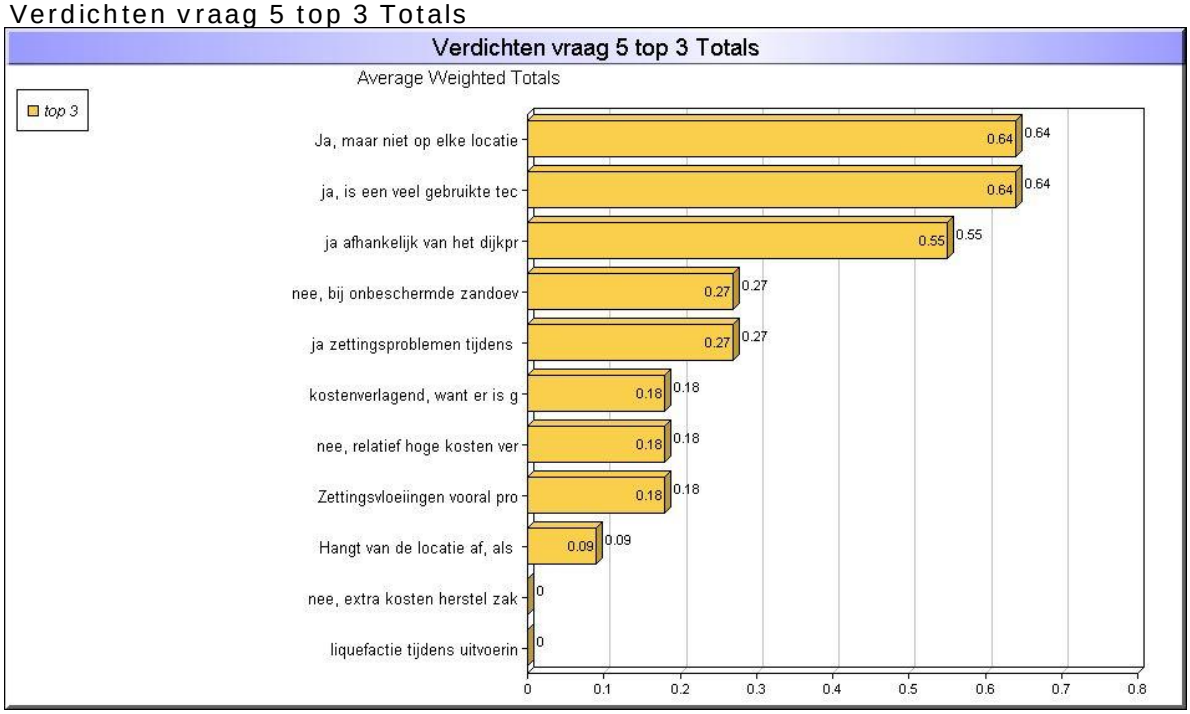
12. Discussie 4

---

13. Verdichten vraag 5 top 3

Denkt u dat verdichten uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo nee, waarom niet

1. Verdichten vraag 5 top 3 Totals

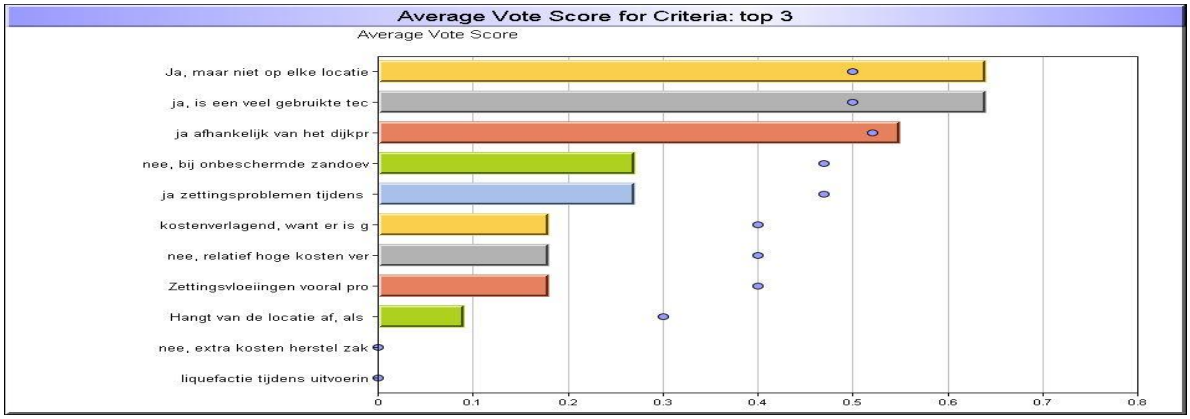


Verdichten vraag 5 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	nee, extra kosten herstel zakking waterkering door verdichten?	0.00	0.00	0.00	0.00
2.	Ja, maar niet op elke locatie	0.64	0.64	0.64	0.64
3.	kostenverlagend, want er is geen stortsteen nodig	0.18	0.18	0.18	0.18
4.	nee, bij onbeschermde zandoever extra kosten voor maatregel tegen erosie/ bressen	0.27	0.27	0.27	0.27
5.	ja afhankelijk van het dijkprofiel en specifieke problematiek keuze maken en haalbaarheid beoordelen eigen verdichting en stopverdichting (grindkernen)	0.55	0.55	0.55	0.55
6.	ja, is een veel gebruikte techniek. Dus men is bekend met het uitvoeren van die techniek. I.c.m. zettingsvloeiing/waterkeringveiligheid nog veel vragen t.a.v. toepassingsmogelijkheid.	0.64	0.64	0.64	0.64
7.	Hangt van de locatie af, als er veel steenbestorting aanwezig is, dan wellicht niet.	0.09	0.09	0.09	0.09
8.	ja zettingsproblemen tijdens uitvoering spelen vrijwel niet bij toepassen stone columns	0.27	0.27	0.27	0.27
9.	nee, relatief hoge kosten verdichten, plus mogelijk (niet altijd te voorziene) hoge bijkomende kosten van herstel van waterkering (evt. zettingen), talud dient alsnog beschermt te worden, afdichten gaten, herstel locale afschuivingen	0.18	0.18	0.18	0.18
10.	Zettingsvloeiingen vooral probleem in getijdeafzettingen (West-Nl), d.w.z. afwisseling zand en kleilaagjes. Werkt methdoe daar?	0.18	0.18	0.18	0.18
11.	liquefactie tijdens uitvoering moet absoluut uitgesloten zijn	0.00	0.00	0.00	0.00

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 11, Abstained: 0

2. Verdichten vraag 5 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



Verdichten vraag 5 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	nee, extra kosten herstel zakking waterkering door verdichten?	11	-	-	-	0.00	0.00	0.00	11
2.	Ja, maar niet op elke locatie	4	7	-	-	0.64	7.00	0.50	11
3.	kostenverlagend, want er is geen stortsteen nodig	9	2	-	-	0.18	2.00	0.40	11
4.	nee, bij onbeschermde zandoever extra kosten voor maatregel tegen erosie/ bressen	8	3	-	-	0.27	3.00	0.47	11
5.	ja afhankelijk van het dijkprofiel en specifieke problematiek keuze maken en haalbaarheid beoordelen eigen verdichting en stopverdichting (grindkernen)	5	6	-	-	0.55	6.00	0.52	11
6.	ja, is een veel gebruikte techniek. Dus men is bekend met het uitvoeren van die techniek. I.c.m. zettingsvloeiing/waterkeringveiligheid nog veel vragen t.a.v. toepassingsmogelijkheid.	4	7	-	-	0.64	7.00	0.50	11
7.	Hangt van de locatie af, als er veel steenbestorting aanwezig is, dan wellicht niet.	10	1	-	-	0.09	1.00	0.30	11
8.	ja zettingsproblemen tijdens uitvoering spelen vrijwel niet bij toepassen stone columns	8	3	-	-	0.27	3.00	0.47	11
9.	nee, relatief hoge kosten verdichten, plus mogelijk (niet altijd te voorziene) hoge bijkomende kosten van herstel van waterkering (evt. zettingen), talud dient alsnog beschermt te worden, afdichten gaten, herstel locale afschuivingen	9	2	-	-	0.18	2.00	0.40	11
10.	Zettingsvloeiingen vooral probleem in getijdeafzettingen (West-Nl), d.w.z. afwisseling zand en kleilaagjes. Werkt methdoe daar?	9	2	-	-	0.18	2.00	0.40	11
11.	liquefactie tijdens uitvoering moet absoluut uitgesloten zijn	11	-	-	-	0.00	0.00	0.00	11

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 11, Abstained: 0

3. Verdichten vraag 5 top 3 Ballot Items with Comments
1. nee, extra kosten herstel zakking waterkering door verdichten?
2. Ja, maar niet op elke locatie
3. kostenverlagend, want er is geen stortsteen nodig
4. nee, bij onbeschermde zandoever extra kosten voor maatregel tegen erosie/ bressen
5. ja afhankelijk van het dijkprofiel en specifieke problematiek keuze maken en haalbaarheid beoordelen eigen verdichting en stopverdichting (grindkernen)
6. ja, is een veel gebruikte techniek. Dus men is bekend met het uitvoeren van die techniek. I.c.m. zettingsvloeiing/waterkeringveiligheid nog veel vragen t.a.v. toepassingsmogelijkheid.
7. Hangt van de locatie af, als er veel steenbestorting aanwezig is, dan wellicht niet.
8. ja zettingsproblemen tijdens uitvoering spelen vrijwel niet bij toepassen stone columns
9. nee, relatief hoge kosten verdichten, plus mogelijk (niet altijd te voorziene) hoge bijkomende kosten van herstel van waterkering (evt. zettingen), talud dient alsnog beschermt te worden, afdichten gaten, herstel locale afschuivingen
10. Zettingsvloeiingen vooral probleem in getijdeafzettingen (West-Nl), d.w.z. afwisseling zand en kleilaagjes. Werkt methdoe daar?
11. liquefactie tijdens uitvoering moet absoluut uitgesloten zijn

---

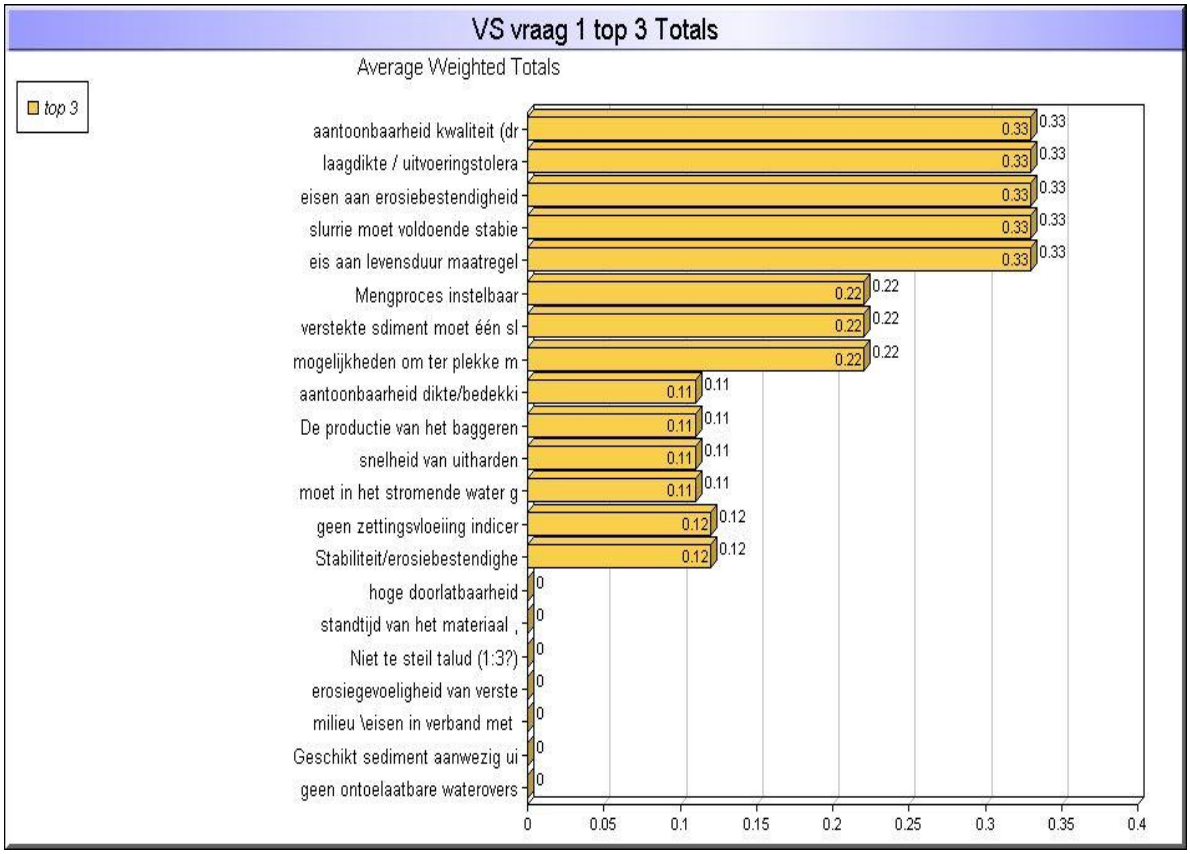
14. Discussie 5

---

15. VS vraag 1 top 3

Wat zijn de te stellen eisen aan de uitvoering? Denk hierbij aan maakbaar, meetbaar en beheersbaar.

1. VS vraag 1 top 3 Totals



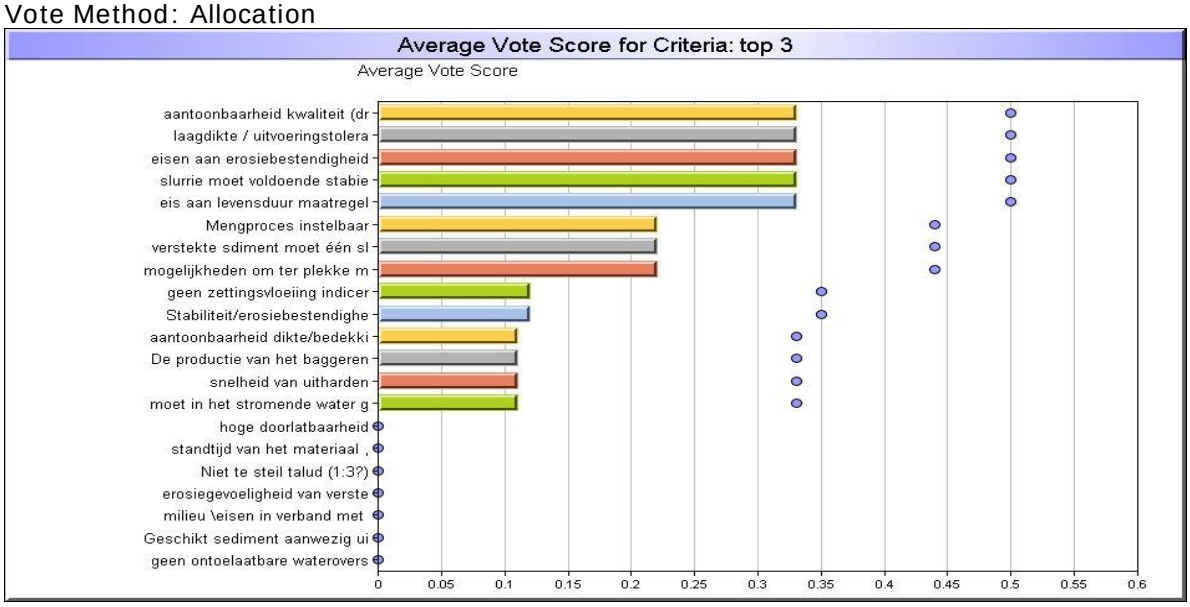
VS vraag 1 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	aantoonbaarheid kwaliteit (druksterkte)	0.33	0.33	0.33	0.33
2.	laagdikte / uitvoeringstoleranties	0.33	0.33	0.33	0.33
3.	aantoonbaarheid dikte/bedekkingsgraad	0.11	0.11	0.11	0.11
4.	De productie van het baggeren moet overeenkomen met het toepassen versterkt sediment.	0.11	0.11	0.11	0.11
5.	eisen aan erosiebestendigheid van het versterkte sediment	0.33	0.33	0.33	0.33
6.	hoge doorlatbaarheid	0.00	0.00	0.00	0.00
7.	standtijd van het materiaal , met name gedrag van waterglas in de tijd	0.00	0.00	0.00	0.00
8.	Niet te steil talud (1:3?)	0.00	0.00	0.00	0.00
9.	erosiegevoeligheid van versterkt sediment moet 0 zijn?	0.00	0.00	0.00	0.00

10.	Mengproces instelbaar	0.22	0.22	0.22	0.22
11.	milieu \eisen in verband met oplossen waterglas in de tijd	0.00	0.00	0.00	0.00
12.	verstekte sdiment moet één sluitende laag zijn zonder "gaten"	0.22	0.22	0.22	0.22
13.	slurrie moet voldoende stabiel zijn om niet van talud af te lopen	0.33	0.33	0.33	0.33
14.	Geschikt sediment aanwezig uit baggerwerk	0.00	0.00	0.00	0.00
15.	snelheid van uitharden	0.11	0.11	0.11	0.11
16.	eis aan levensduur maatregel	0.33	0.33	0.33	0.33
17.	mogelijkheden om ter plekke mengsel te controleren en aan te passen	0.22	0.22	0.22	0.22
18.	moet in het stromende water goed aan te bregen zijn	0.11	0.11	0.11	0.11
19.	geen ontoelaatbare wateroverspanning door lage doorlatendheid	0.00	0.00	0.00	0.00
20.	geen zettingsvloeiing indiceren/veiligheid waterkeiring waarborgen	0.12	0.12	0.12	0.12
21.	Stabiliteit/erosiebestendigheid van nog niet uitgeharde slurry bij hoge stroomsnelheden	0.12	0.12	0.12	0.12

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

2. VS vraag 1 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



VS vraag 1 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes

1.	aantoonbaarheid kwaliteit (druksterkte)	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
2.	laagdikte / uitvoeringstoleranties	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
3.	aantoonbaarheid dikte/bedekkingsgraad	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
4.	De productie van het baggeren moet overeenkomen met het toepassen versterkt sediment.	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
5.	eisen aan erosiebestendigheid van het versterkte sediment	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
6.	hoge doorlatbaarheid	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
7.	standtijd van het materiaal , met name gedrag van waterglas in de tijd	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
8.	Niet te steil talud (1:3?)	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
9.	erosiegevoeligheid van versterkt sediment moet 0 zijn?	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
10.	Mengproces instelbaar	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
11.	milieu \eisen in verband met oplossen waterglas in de tijd	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
12.	verstekte sdiment moet één sluitende laag zijn zonder "gaten"	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
13.	slurrie moet voldoende stabiel zijn om niet van talud af te lopen	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
14.	Geschikt sediment aanwezig uit baggerwerk	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
15.	snelheid van uitharden	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
16.	eis aan levensduur maatregel	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
17.	mogelijkheden om ter plekke mengsel te controleren en aan te passen	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
18.	moet in het stromende water goed aan te bregen zijn	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
19.	geen ontoelaatbare wateroverspanning door lage doorlatendheid	8	-	-	-	0.00	0.00	0.00	8
20.	geen zettingsvloeiing indiceren/veiligheid waterkeiring waarborgen	7	1	-	-	0.12	1.00	0.35	8
21.	Stabiliteit/erosiebestendigheid van nog niet uitgeharde slurry bij hoge stroomsnelheden	7	1	-	-	0.12	1.00	0.35	8

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

3. VS vraag 1 top 3 Ballot Items with Comments
   1. aantoonbaarheid kwaliteit (druksterkte)
   2. laagdikte / uitvoeringstoleranties
   3. aantoonbaarheid dikte/bedekkingsgraad
   4. De productie van het baggeren moet overeenkomen met het toepassen versterkt sediment.
   5. eisen aan erosiebestendigheid van het versterkte sediment
   6. hoge doorlatbaarheid
   7. standtijd van het materiaal , met name gedrag van waterglas in de tijd
   8. Niet te steil talud (1:3?)
   9. erosiegevoeligheid van versterkt sediment moet 0 zijn?
   10. Mengproces instelbaar

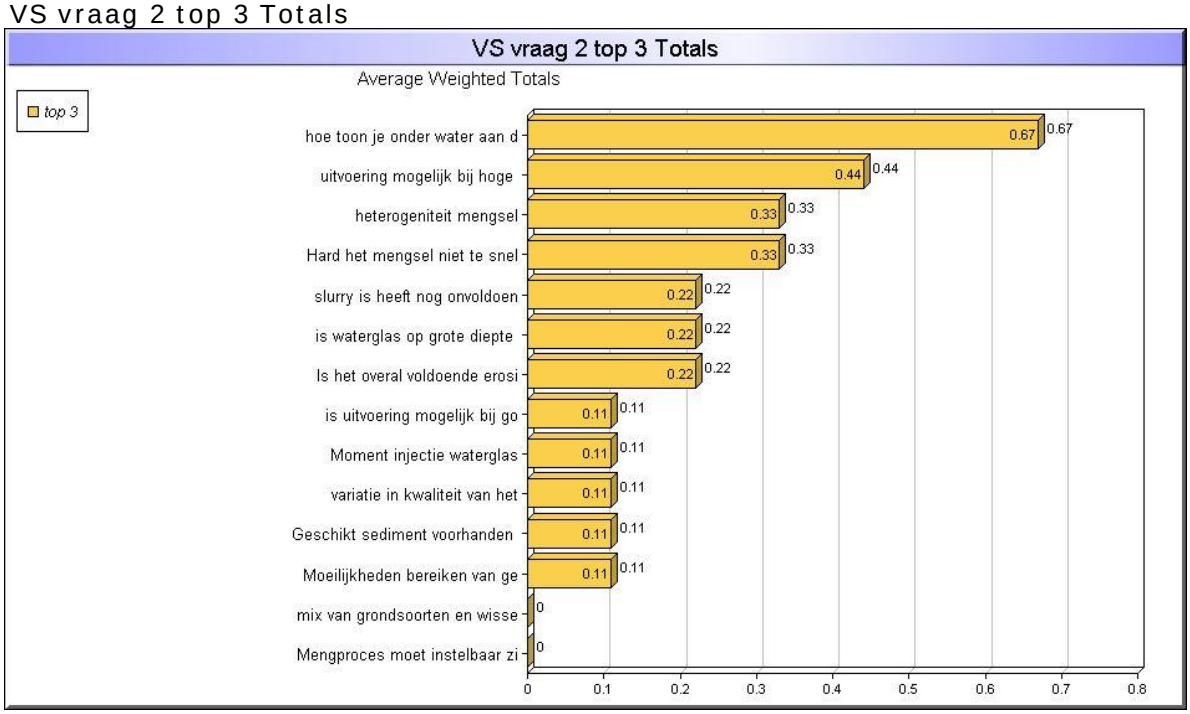
11. milieu \eisen in verband met oplossen waterglas in de tijd
12. verstekte sdiment moet één sluitende laag zijn zonder "gaten"
13. slurrie moet voldoende stabiel zijn om niet van talud af te lopen
14. Geschikt sediment aanwezig uit baggerwerk
15. snelheid van uitharden
16. eis aan levensduur maatregel
17. mogelijkheden om ter plekke mengsel te controleren en aan te passen
18. moet in het stromende water goed aan te bregen zijn
19. geen ontoelaatbare wateroverspanning door lage doorlatendheid
20. geen zettingsvloeiing indiceren/veiligheid waterkeiring waarborgen
21. Stabiliteit/erosiebestendigheid van nog niet uitgeharde slurry bij hoge stroomsnelheden

16. Discussie 1 vs

17. VS vraag 2 top 3

Welke onzekerheden zitten in de uitvoering?

1. VS vraag 2 top 3 Totals



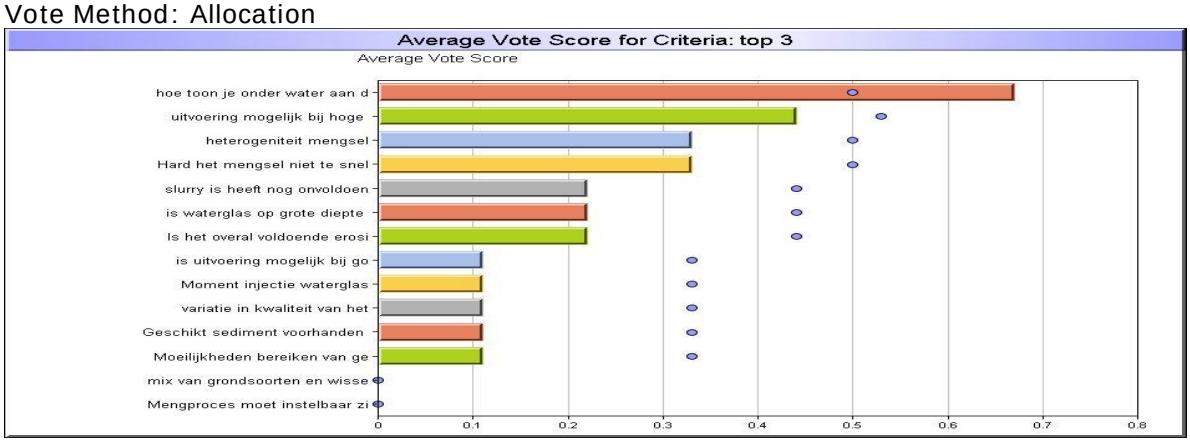
VS vraag 2 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted	Total	Avg.

			Total		Score
1.	is uitvoering mogelijk bij golfslag?	0.11	0.11	0.11	0.11
2.	Moment injectie waterglas	0.11	0.11	0.11	0.11
3.	heterogeniteit mengsel	0.33	0.33	0.33	0.33
4.	uitvoering mogelijk bij hoge stroomsnelheden?	0.44	0.44	0.44	0.44
5.	slurry is heeft nog onvoldoende samenhang en er treden scheuren op	0.22	0.22	0.22	0.22
6.	mix van grondsoorten en wisselende waterpercentages	0.00	0.00	0.00	0.00
7.	hoe toon je onder water aan dat maatregel goed is aangebracht en voldoende is versterkt	0.67	0.67	0.67	0.67
8.	variatie in kwaliteit van het versterkte sediment door variatie in temperatuur, waterstand, stroomsnelheid etc.	0.11	0.11	0.11	0.11
9.	is waterglas op grote diepte nog gecontroleerd te mengen met vloeibaar sediment?	0.22	0.22	0.22	0.22
10.	Geschikt sediment voorhanden (mag van slib tot sterk zandig sediment)	0.11	0.11	0.11	0.11
11.	Hard het mengsel niet te snel uit.	0.33	0.33	0.33	0.33
12.	Moeilijkheden bereiken van gewenste dikte	0.11	0.11	0.11	0.11
13.	Is het overal voldoende erosiebestendig?	0.22	0.22	0.22	0.22
14.	Mengproces moet instelbaar zijn	0.00	0.00	0.00	0.00

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

2. VS vraag 2 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



VS vraag 2 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	is uitvoering mogelijk bij golfslag?	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
2.	Moment injectie waterglas	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9

3.	heterogeniteit mengsel	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
4.	uitvoering mogelijk bij hoge stroomsnelheden?	5	4	-	-	0.44	4.00	0.53	9
5.	slurry is heeft nog onvoldoende samenhang en er treden scheuren op	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
6.	mix van grondsoorten en wisselende waterpercentages	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
7.	hoe toon je onder water aan dat maatregel goed is aangebracht en voldoende is versterkt	3	6	-	-	0.67	6.00	0.50	9
8.	variatie in kwaliteit van het versterkte sediment door variatie in temperatuur, waterstand, stroomsnelheid etc.	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
9.	is waterglas op grote diepte nog gecontroleerd te mengen met vloeibaar sediment?	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
10.	Geschikt sediment voorhanden (mag van slib tot sterk zandig sediment)	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
11.	Hard het mengsel niet te snel uit.	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
12.	Moeilijkheden bereiken van gewenste dikte	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
13.	Is het overal voldoende erosiebestendig?	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
14.	Mengproces moet instelbaar zijn	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

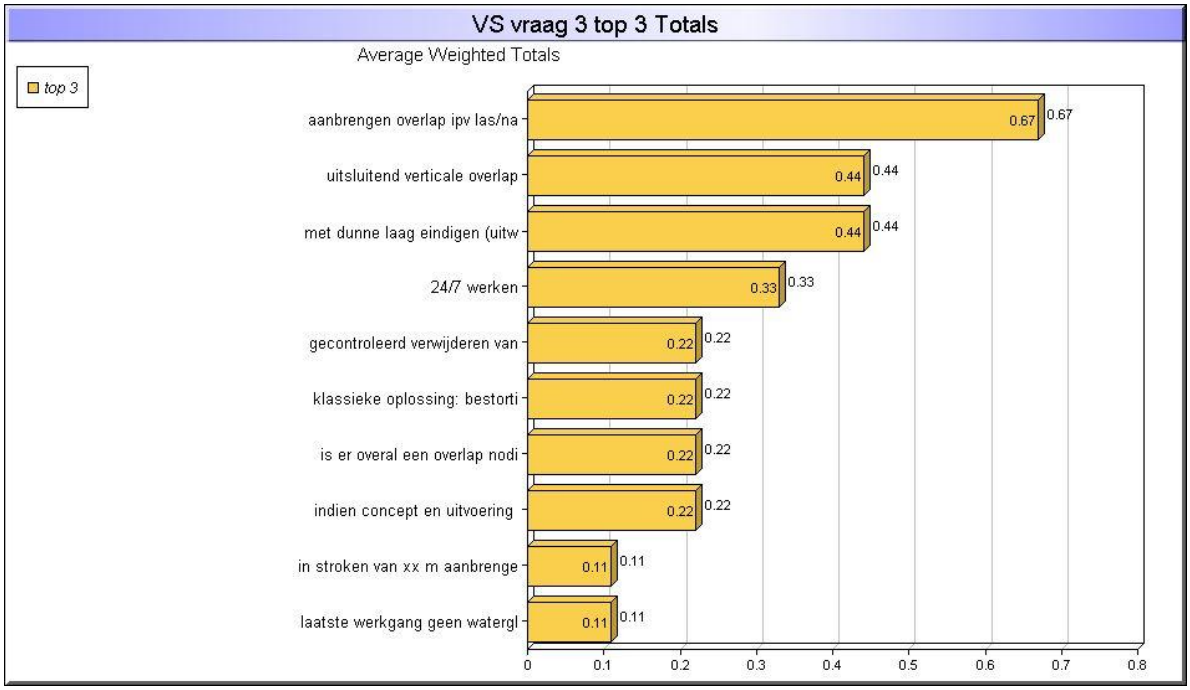
3. VS vraag 2 top 3 Ballot Items with Comments
   1. is uitvoering mogelijk bij golfslag?
   2. Moment injectie waterglas
   3. heterogeniteit mengsel
   4. uitvoering mogelijk bij hoge stroomsnelheden?
   5. slurry is heeft nog onvoldoende samenhang en er treden scheuren op
   6. mix van grondsoorten en wisselende waterpercentages
   7. hoe toon je onder water aan dat maatregel goed is aangebracht en voldoende is versterkt
   8. variatie in kwaliteit van het versterkte sediment door variatie in temperatuur, waterstand, stroomsnelheid etc.
   9. is waterglas op grote diepte nog gecontroleerd te mengen met vloeibaar sediment?
   10. Geschikt sediment voorhanden (mag van slib tot sterk zandig sediment)
   11. Hard het mengsel niet te snel uit.
   12. Moeilijkheden bereiken van gewenste dikte
   13. Is het overal voldoende erosiebestendig?
   14. Mengproces moet instelbaar zijn

---

18. VS vraag 3 top 3

Hoe krijg je een goede overlap van versterkt sediment na een werkonderbreking?

1. VS vraag 3 top 3 Totals

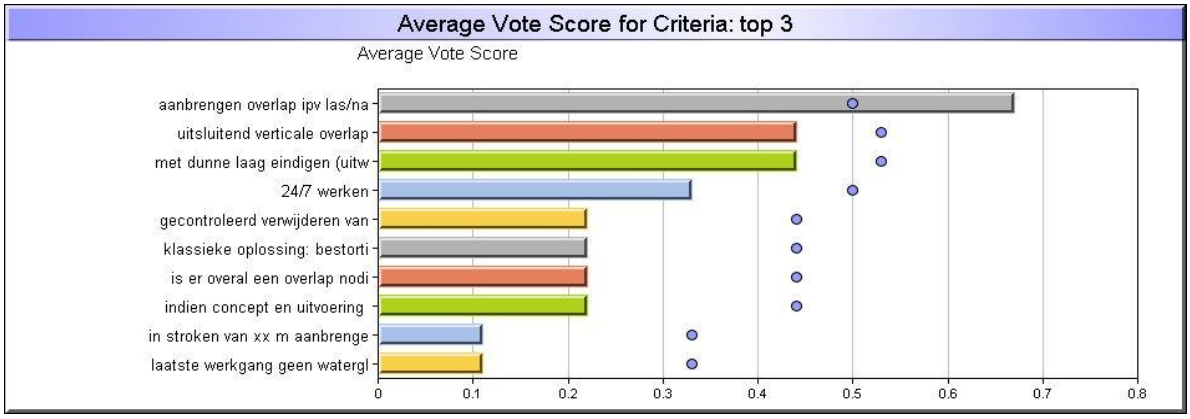


VS vraag 3 top 3 Totals

		Criteria:			
		top 3			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	aanbrengen overlap ipv las/naad	0.67	0.67	0.67	0.67
2.	gecontroleerd verwijderen van nog te versterken grond naast de reeds verbeterde grond	0.22	0.22	0.22	0.22
3.	klassieke oplossing: bestorting	0.22	0.22	0.22	0.22
4.	24/7 werken	0.33	0.33	0.33	0.33
5.	is er overal een overlap nodig, soms is aansluiting voldoende, ook ivm dillataties	0.22	0.22	0.22	0.22
6.	in stroken van xx m aanbrengen over hele lengte van het talud	0.11	0.11	0.11	0.11
7.	indien concept en uitvoering goed zijn zal het weinig problemen op leveren.	0.22	0.22	0.22	0.22
8.	uitsluitend verticale overlappingen	0.44	0.44	0.44	0.44
9.	met dunne laag eindigen (uitwiggen) zodat goede overlap mogelijk	0.44	0.44	0.44	0.44
10.	laatste werkgang geen waterglas aanbrengen. volgende dag die laag opnieuw maken met waterglas	0.11	0.11	0.11	0.11

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

2. VS vraag 3 top 3 Criteria: top 3
Vote Method: Allocation



VS vraag 3 top 3 Criteria: top 3

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	aanbrengen overlap ipv las/naad	3	6	-	-	0.67	6.00	0.50	9
2.	gecontroleerd verwijderen van nog te versterken grond naast de reeds verbeterde grond	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
3.	klassieke oplossing: bestorting	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
4.	24/7 werken	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
5.	is er overal een overlap nodig, soms is aansluiting voldoende, ook ivm dillataties	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
6.	in stroken van xx m aanbrengen over hele lengte van het talud	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
7.	indien concept en uitvoering goed zijn zal het weinig problemen op leveren.	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
8.	uitsluitend verticale overlappingen	5	4	-	-	0.44	4.00	0.53	9
9.	met dunne laag eindigen (uitwiggen) zodat goede overlap mogelijk	5	4	-	-	0.44	4.00	0.53	9
10.	laatste werkgang geen waterglas aanbrengen. volgende dag die laag opnieuw maken met waterglas	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

3. VS vraag 3 top 3 Ballot Items with Comments
1. aanbrengen overlap ipv las/naad
2. gecontroleerd verwijderen van nog te versterken grond naast de reeds verbeterde grond
3. klassieke oplossing: bestorting

4. 24/7 werken
5. is er overal een overlap nodig, soms is aansluiting voldoende, ook ivm dillataties
6. in stroken van xx m aanbrengen over hele lengte van het talud
7. indien concept en uitvoering goed zijn zal het weinig problemen op leveren.
8. uitsluitend verticale overlappingen
9. met dunne laag eindigen (uitwiggen) zodat goede overlap mogelijk
10. laatste werkgang geen waterglas aanbrengen. volgende dag die laag opnieuw maken met waterglas

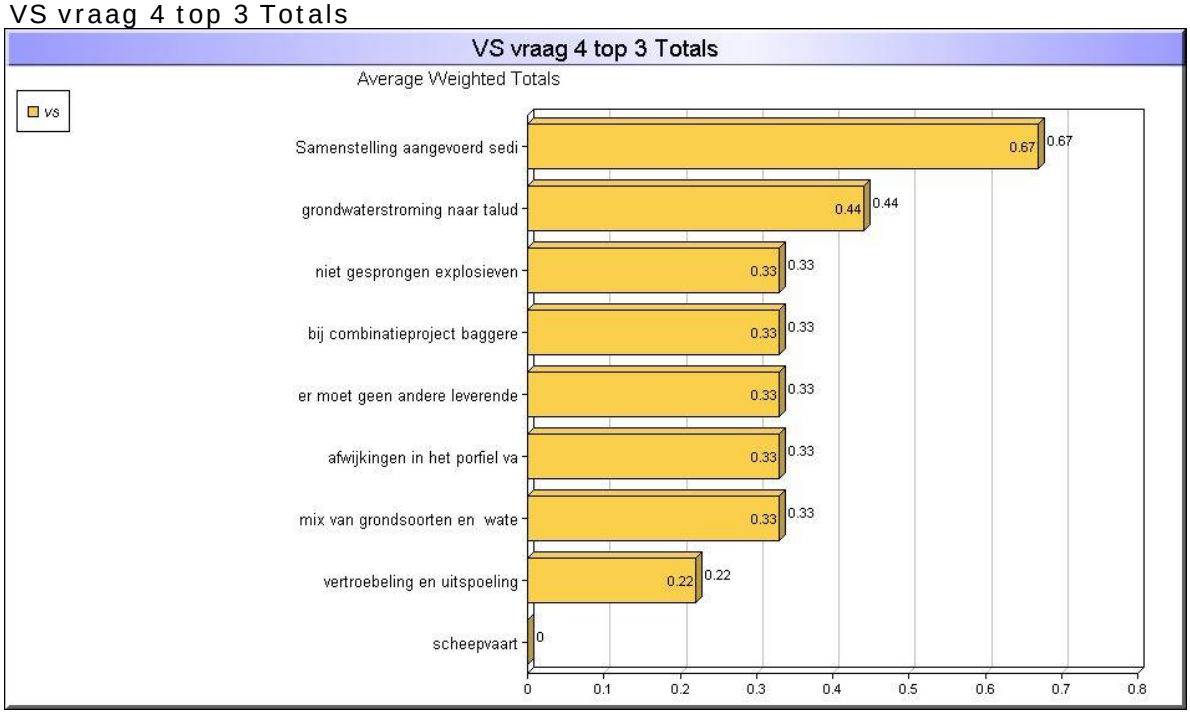
19. Discussie 2 vs

20. Discussie 3 vs

21. VS vraag 4 top 3

Op welke uitvoeringsonzekerheden heeft de aannemer geen vat?

1. VS vraag 4 top 3 Totals



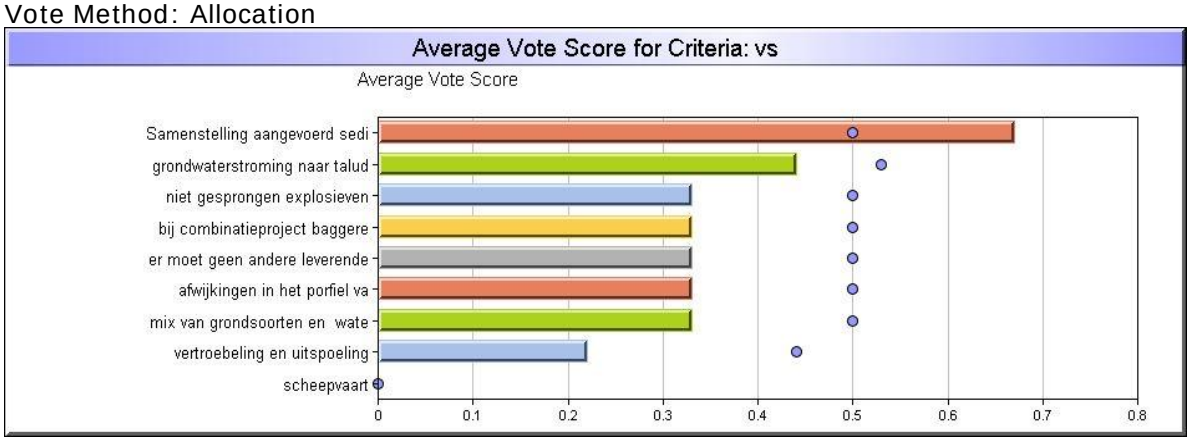
VS vraag 4 top 3 Totals

		Criteria:			
		vs			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score

1.	vertroebeling en uitspoeling	0.22	0.22	0.22	0.22
2.	niet gesprongen explosieven	0.33	0.33	0.33	0.33
3.	bij combinatieproject baggeren/dijkversterking: vertraging dijkversterking door vertraging bij baggerwerken	0.33	0.33	0.33	0.33
4.	er moet geen andere leverende partij zijn: in een hand houden	0.33	0.33	0.33	0.33
5.	afwijkingen in het porfiel van het talud onderwater	0.33	0.33	0.33	0.33
6.	Samenstelling aangevoerd sediment	0.67	0.67	0.67	0.67
7.	mix van grondsoorten en waterpercentages, recept bijstellen?	0.33	0.33	0.33	0.33
8.	scheepvaart	0.00	0.00	0.00	0.00
9.	grondwaterstroming naar talud	0.44	0.44	0.44	0.44

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

2. VS vraag 4 top 3 Criteria: vs
Vote Method: Allocation



VS vraag 4 top 3 Criteria: vs

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	vertroebeling en uitspoeling	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
2.	niet gesprongen explosieven	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
3.	bij combinatieproject baggeren/dijkversterking: vertraging dijkversterking door vertraging bij baggerwerken	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
4.	er moet geen andere leverende partij zijn: in een hand houden	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
5.	afwijkingen in het porfiel van het talud onderwater	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
6.	Samenstelling aangevoerd sediment	3	6	-	-	0.67	6.00	0.50	9

7.	mix van grondsoorten en waterpercentages, recept bijstellen?	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
8.	scheepvaart	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
9.	grondwaterstroming naar talud	5	4	-	-	0.44	4.00	0.53	9

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

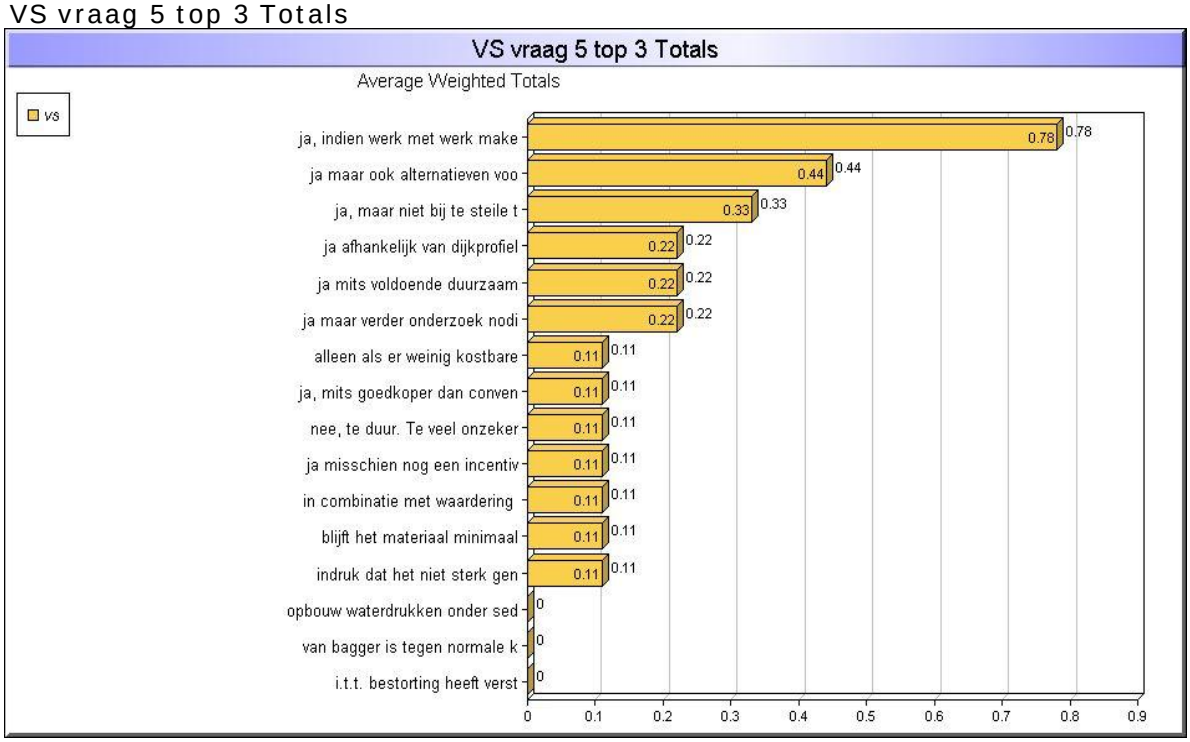
3. VS vraag 4 top 3 Ballot Items with Comments
   1. vertroebeling en uitspoeling
   2. niet gesprongen explosieven
   3. bij combinatieproject baggeren/dijkversterking: vertraging dijkversterking door vertraging bij baggerwerken
   4. er moet geen andere leverende partij zijn: in een hand houden
   5. afwijkingen in het porfiel van het talud onderwater
   6. Samenstelling aangevoerd sediment
   7. mix van grondsoorten en waterpercentages, recept bijstellen?
   8. scheepvaart
   9. grondwaterstroming naar talud

---

22. VS vraag 5 top 3

Denkt u dat versterkt sediment uitvoeringstechnisch gezien een optie is? Zo nee, waarom niet?

1. VS vraag 5 top 3 Totals



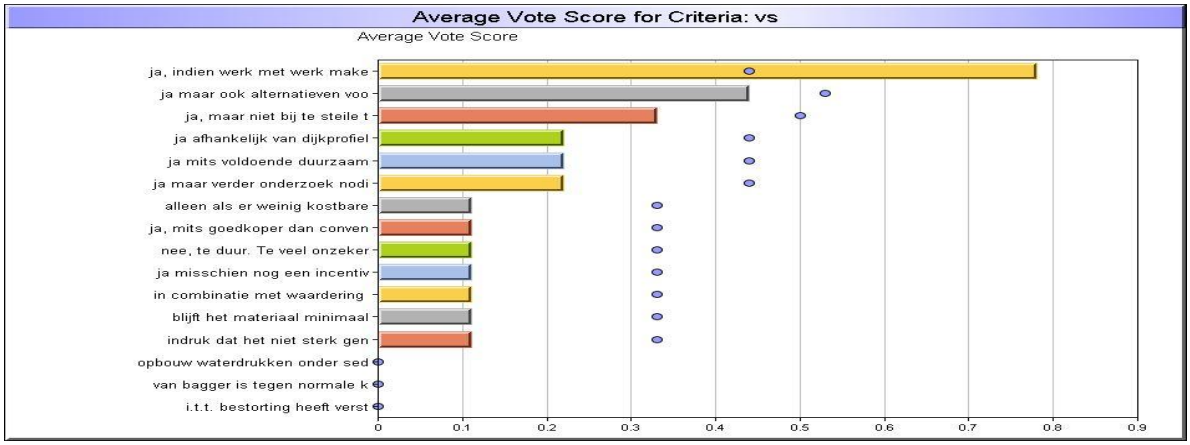
VS vraag 5 top 3 Totals

	Criteria:	

		vs			
	Voting Method:	Allocation			
	Weight:	1.00			
#	Ballot Items		Weighted Total	Total	Avg. Score
1.	alleen als er weinig kostbare teoslagstoffen mogelijk zijn	0.11	0.11	0.11	0.11
2.	ja, indien werk met werk maken mogelijk is	0.78	0.78	0.78	0.78
3.	ja afhankelijk van dijkprofiel	0.22	0.22	0.22	0.22
4.	ja, mits goedkoper dan conventionele methode	0.11	0.11	0.11	0.11
5.	ja, maar niet bij te steile taluds	0.33	0.33	0.33	0.33
6.	opbouw waterdrukken onder sediment bij daling waterstand blijft probleem	0.00	0.00	0.00	0.00
7.	nee, te duur. Te veel onzekerheid over kwaliteit vanwege kwaliteitsverschillen te gebruiken sediment	0.11	0.11	0.11	0.11
8.	ja misschien nog een incentive introduceren voor het toepassen van baggerslib (hergebruik premie secundaire bouwstof 0	0.11	0.11	0.11	0.11
9.	ja mits voldoende duurzaam	0.22	0.22	0.22	0.22
10.	ja maar ook alternatieven voor waterglas onderzoeken	0.44	0.44	0.44	0.44
11.	in combinatie met waardering voor hergebruik ipv aanvoer nieuw materiaal	0.11	0.11	0.11	0.11
12.	blijft het materiaal minimaal 50 jaar in stand (veroudering). Life cycle kosten	0.11	0.11	0.11	0.11
13.	ja maar verder onderzoek nodig brosse gedrag van versterkt sediment. Breuken	0.22	0.22	0.22	0.22
14.	van bagger is tegen normale kosten geen bouwstof te maken.	0.00	0.00	0.00	0.00
15.	indruk dat het niet sterk genoeg is om grote verschillen in belasting (stroomsnelheid, waterstanden) te kunnen weerstaan.	0.11	0.11	0.11	0.11
16.	i.t.t. bestorting heeft versterkt sediment geen remmende werking op zand dat al verweekt is en stroomt (vloeiing)	0.00	0.00	0.00	0.00

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

2. VS vraag 5 top 3 Criteria: vs
Vote Method: Allocation



VS vraag 5 top 3 Criteria: vs

		Vote Distribution							
#	Ballot Items	0	1	2	3	Avg. Score	Total	STD	Votes
1.	alleen als er weinig kostbare teoslagstoffen mogelijk zijn	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
2.	ja, indien werk met werk maken mogelijk is	2	7	-	-	0.78	7.00	0.44	9
3.	ja afhankelijk van dijkprofiel	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
4.	ja, mits goedkoper dan conventionele methode	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
5.	ja, maar niet bij te steile taluds	6	3	-	-	0.33	3.00	0.50	9
6.	opbouw waterdrukken onder sediment bij daling waterstand blijft probleem	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
7.	nee, te duur. Te veel onzekerheid over kwaliteit vanwege kwaliteitsverschillen te gebruiken sediment	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
8.	ja misschien nog een incentive introduceren voor het toepassen van baggerslib (hergebruik premie secundaire bouwstof 0	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
9.	ja mits voldoende duurzaam	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
10.	ja maar ook alternatieven voor waterglas onderzoeken	5	4	-	-	0.44	4.00	0.53	9
11.	in combinatie met waardering voor hergebruik ipv aanvoer nieuw materiaal	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
12.	blijft het materiaal minimaal 50 jaar in stand (veroudering). Life cycle kosten	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9
13.	ja maar verder onderzoek nodig brosse gedrag van versterkt sediment. Breuken	7	2	-	-	0.22	2.00	0.44	9
14.	van bagger is tegen normale kosten geen bouwstof te maken.	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9
15.	indruk dat het niet sterk genoeg is om grote verschillen in belasting (stroomsnelheid, waterstanden) te kunnen weerstaan.	8	1	-	-	0.11	1.00	0.33	9

16.	i.t.t. bestorting heeft versterkt sediment geen remmende werking op zand dat al verweekt is en stroomt (vloeiing)	9	-	-	-	0.00	0.00	0.00	9

Voting Details
Criteria Statistic: Mean. Votes Cast: 9, Abstained: 0

3. VS vraag 5 top 3 Ballot Items with Comments
1. alleen als er weinig kostbare teoslagstoffen mogelijk zijn
2. ja, indien werk met werk maken mogelijk is
3. ja afhankelijk van dijkprofiel
4. ja, mits goedkoper dan conventionele methode
5. ja, maar niet bij te steile taluds
6. opbouw waterdrukken onder sediment bij daling waterstand blijft probleem
7. nee, te duur. Te veel onzekerheid over kwaliteit vanwege kwaliteitsverschillen te gebruiken sediment
8. ja misschien nog een incentive introduceren voor het toepassen van baggerslib (hergebruik premie secundaire bouwstof 0
9. ja mits voldoende duurzaam
10. ja maar ook alternatieven voor waterglas onderzoeken
11. in combinatie met waardering voor hergebruik ipv aanvoer nieuw materiaal
12. blijft het materiaal minimaal 50 jaar in stand (veroudering). Life cycle kosten
13. ja maar verder onderzoek nodig brosse gedrag van versterkt sediment. Breuken
14. van bagger is tegen normale kosten geen bouwstof te maken.
15. indruk dat het niet sterk genoeg is om grote verschillen in belasting (stroomsnelheid, waterstanden) te kunnen weerstaan.
16. i.t.t. bestorting heeft versterkt sediment geen remmende werking op zand dat al verweekt is en stroomt (vloeiing)