

Meetprotocol FPH

AFSTUDEREN – NOODMAATREGEL ZANDZAKKEN

Student

Pieter de Vries

Studentnr.

0929993

Betrokken partijen

Hogeschool Rotterdam
Deltares
Werkgroep Wiki Noodmaatregelen
Huijskes Advies BV
Waterschappen en Rijkswaterstaat



Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
1.1 Achtergrond en doel.....	2
1.2 Onderzoeksvragen.....	3
1.3 Deelnemers	3
2. Werkwijze	4
2.1 Proefopstelling	4
2.2 Benodigheden	4
2.2.1 Materiaal	4
2.2.2 Mankracht	5
2.2.3 Materieel	5
2.2.4 Wat leveren de deelnemers	6
2.3 Stapel- en werkwijze	6
2.4 Dagprogramma.....	7
3. Meten	8
3.1 Algemene overwegingen.....	8
3.2 Te meten onderdelen	8
3.3 Verwachte proefresultaten	12
4. Kwaliteit en veiligheid	14
4.1 Kwaliteit.....	14
4.2 Veiligheid.....	15
Bijlage 1: Invulformulier proef	16

1. Inleiding

1.1 Achtergrond en doel

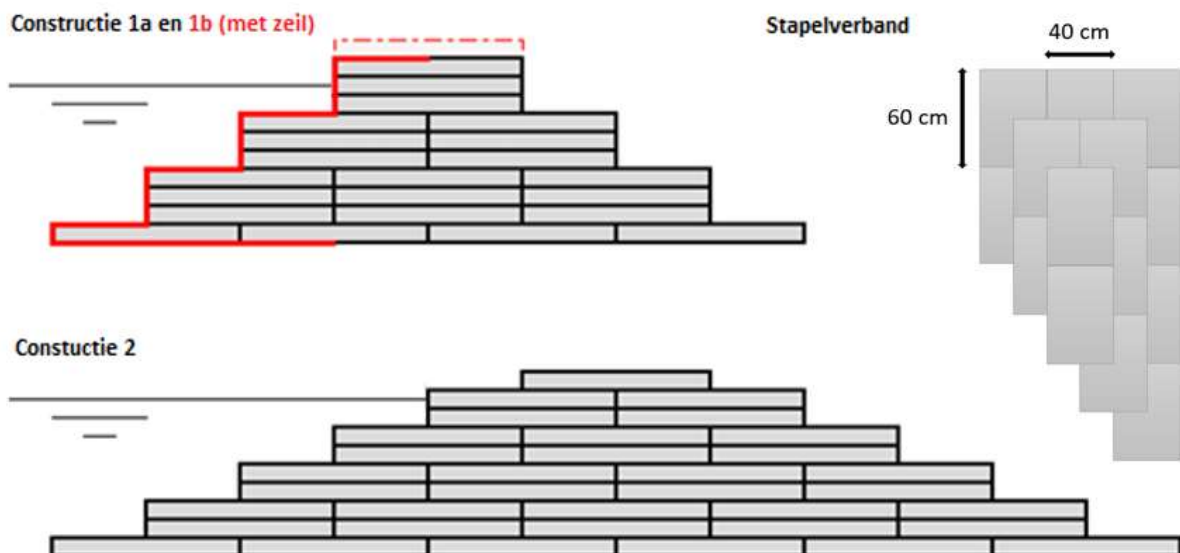
De achtergrond en het doel van de proef is het testen van een nieuwe werkinstructie voor de werkgroep Wiki Noodmaatregelen. Dit document zal dienen als werkinstructie voor de proef. De proef is opgedeeld in meerdere deelaspecten namelijk; technische, logistieke en organisatorische aspecten.

Uit de proef moet voor de technische aspecten uitkomen wat het beste materiaal en wat de beste constructie is voor een noodkering is. Hierbij worden de volgende varianten bekeken:

- Twee materiaalsoorten
 - o M1 Jute
 - o M2 Kunststof
- Drie soorten constructies (figuur 2)
 - o C1a Constructie uit werkinstructie WSRL
 - o C1b Constructie uit werkinstructie WSRL met zeil
 - o C2 Nieuwe variant genaamd "halve piramide"

		Materiaal					
		1			2		
Constructie	1a	Green	Yellow	Pink	Green	Yellow	Pink
	1b	White	White	White	White	White	White
	2	Green	White	Pink	Green	Yellow	Pink

Figuur 1: Indeling materiaal/constructie



Figuur 2: Drie soorten constructies (schematisch)

Opties voor een proef:

1. 4 opstellingen met 2 materialen/ 2 constructies (Groen)
2. 4 opstellingen met 2 materialen/ 3 constructies (Geel)
3. 5 opstellingen beide bovenstaande opties (Rood)

In de onderstaande opsomming staan de technische aspecten beschreven:

- Stabiliteit van de constructie;
- Waterdoorlatendheid van de constructie.

Uit de proef moet voor de logistieke en organisatorische aspecten uitkomen wat er kan worden verbeterd met betrekking tot de logistiek en organisatie rondom de aanleg van een tijdelijke noodkering. Het zijn bij deze proef wel secundaire logistieke en organisatorische aspecten. (Primaire logistieke en organisatorische aspecten betreft meer planning, beschikbaarheid en rolverdelingen).

De secundaire logistieke en organisatorische aspecten zijn als volgt:

- Snelheid van opbouwen (efficiënt);
- Nauwkeurigheid van opbouwen (effectief, NB: dit heeft ook relatie met stabiliteit);
- Hanteerbaarheid;
- Vermoeidheid
- Rolverdeling

1.2 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvraag voor de proef is: Welke constructie c.q. zandzak kan het best worden aanbevolen voor zowel de technische, logistieke en organisatorische aspecten

Aan de hand van de onderzoeksvragen en met behulp van de proef moet tevens kunnen worden getoetst of de voorgeschreven handelingen in de nieuwe werkinstructie aan eisen voldoen die worden gesteld voor de praktijk.

De overige vragen zijn onderverdeeld in de volgende aspecten:

Technische aspecten:

- Welke constructie en materiaal bieden de hoogste stabiliteit (minste vervorming/verplaatsing)?
- Welke constructie en welk materiaal zijn het meest waterdoorlatend?

Logistieke en organisatorische aspecten:

- Wat is de meest efficiënte methode van zandzakken verplaatsen en opbouwen?
- Hoe kan de nauwkeurigheid van de constructie (kwaliteit) worden geborgen?
- Welk zandzaksoort is het best hanteerbaar?
- Welke combinatie (materiaal en constructie) leidt tot de hoogste vermoeidheid?

1.3 Deelnemers

Er zijn vier waterschappen betrokken bij deze proef. Deze waterschappen leveren een bijdrage in de vorm van het beschikbaar stellen van mankracht, materiaal en materieel. De volgende waterschappen met bijbehorende contactpersonen zijn direct betrokken:

- | | |
|--|-----------------|
| - Waterschap Rivierenland | Dhr. H. Knotter |
| - Waterschap Vallei en Veluwe | Dhr. P. Boone |
| - Waterschap Drents Overijsselse Delta | Dhr. W. Evers |
| - Waterschap De Stichtse Rijnlanden | Dhr. D. Koster |



Figuur 3: Logo's deelnemers

Daarnaast zullen ook andere organisaties bij de proef betrokken zijn. Dit zijn:

- Rijkswaterstaat, stelt jute zakken beschikbaar en zal aanwezig zijn tijdens de proeven;
- Diverse waterschappen, **waaronderNADER TE BEPALEN;**
- Overige organisaties, **waaronderNADER TE BEPALEN.**

2. Werkwijze

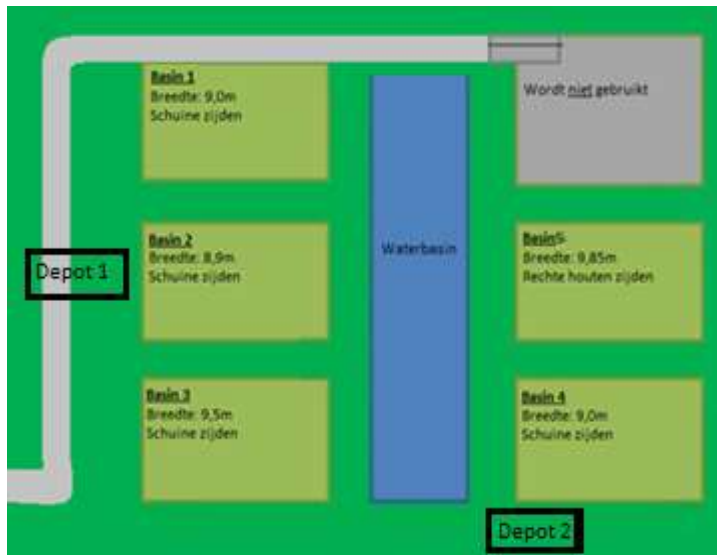
2.1 Proefopstelling

De proef gaat plaatsvinden op het terrein van Flood Proof Holland (FPH), Delft

FPH heeft vijf bassins ter beschikking gesteld voor deze proef met de volgende breedtes:

Tabel 1: Informatie over de bassins

Bassin	Breedte	Zijkanten	ZZ naast elkaar	Depotnr.	Afstand tot Depot
1	8,90 m	Gras, schuin	24 stuks	1	16 m
2	8,90 m	Gras, schuin	24 stuks	1	6 m
3	9,50 m	Gras, schuin	26 stuks	1	16 m
4	9,00 m	Gras, schuin	25 stuks	2	10 m
5	9,85 m	Hout, recht	26 stuks	N.t.b.	N.t.b.



In de afbeelding is het overzicht van de proeflocatie weergegeven.

Om de nauwkeurigheid van de proeven goed te borgen is het belangrijk om zoveel mogelijk van de eigenschappen hetzelfde te houden.

Bassin/depot indeling is afhankelijk van het soort proef dat wordt gedaan. Op voorhand worden hier geen uitspraken over gedaan, als er maar zoveel mogelijk van de omstandigheden hetzelfde zijn.

Figuur 4: Proeflocatie (TU Delft DeltaLinks, 2018)

2.2 Benodigheden

2.2.1 Materiaal

Voor deze proef zijn de volgende hoeveelheden materiaal benodigd:

Tabel 2: Onderbouwing benodigde zandzakken (zz)

Onderbouwing benadering aantallen	Constructie 1a	Constructie 1b	Constructie 2
Zakken per doorsnede	22	23	35
Aantal zz naast elkaar	26	26	26
Zakken per constructie	572	598	910
Zakken incl. marge 15%	660	690	1050

Tabel 3: Benodigheden per proefoptie

Benodigd per opstelling		Optie 1		Optie 2		Optie 3	
Jute ZZ	Kunststof ZZ	1710	1710	660	2400	1710	2400
m2 doek		0 m2		10 x 2 = 20 m2		10 x 2 = 20 m2	

2.2.2 Mankracht

Voor deze proef is een bepaalde hoeveelheid mensen nodig, dit is afhankelijk van de afstand tussen het bassin en het depot. In de volgende tabel is de benodigde mankracht per constructie weergegeven op een afstand van 10 m van het depot:

Constructie	Zandzakken	aantal mensen				afstand tot depot	onderlinge afstand	Tijd opbouw	Opmerkingen	
Proef mei '19	460	2	+	6	=	8	12	2	0 uur en 45 min	Referentie gegevens proef mei 2019
C1a	660	2	+	5	=	7	10	2	1 uur en 25 min	
C1b	690	2	+	5	=	7	10	2	1 uur en 40 min	* inclusief 10 min aanleg doek
C2	1050	2	+	5	=	7	10	2	2 uur en 10 min	
*1	*2	*3	*4	*5		*6	*7	*8	*9	

Figuur 5: Onderbouwing aantal personen

Indien de afstand tot het depot groter is dan 10 m, dan moeten er meer mensen worden ingezet. Per 2 m moet er een persoon bijkomen in de keten, zolang dit wordt aangehouden zal de opbouwtijd niet verschillen. In de onderstaande opsomming staat de toelichting van de tabel:

1. Naam van de constructie
2. Aantal zandzakken benodigd per constructie
3. Aantal personen voor aangeven en leggen (uitgangspunt altijd 1 + 1)
4. Aantal personen voor het doorgeven (uitgangspunt is 1 mens per 2 m, zie punt 6)
5. Totaal aantal benodigde mensen per constructie
6. Afstand depot tot constructie (midden)
7. Afstand tussen de mensen bij het doorgeven (gebaseerd op proef mei 2019, aanname)
8. Tijd opbouw = Tijd is het aantal zandzakken/ (8 zakken per minuut (aanname))
9. Opmerkingen met betrekking tot de regel

Uitgaande van twee proeven per dag, hebben we dus minimaal 8 tot maximaal 10 mensen per proef nodig. Er wordt van uitgegaan dat elke proef (constructie) zijn eigen ploeg heeft, dit houdt in dat er 16 tot 20 mensen per dag nodig zijn. Deze mensen moeten Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM's) zoals laarzen en handschoenen dragen.

2.2.3 Materieel

Voor deze proef zijn de volgende artikelen benodigd (inclusief hoeveelheden). De benodigde artikelen zijn aangevinkt door middel van een kruisjes in het vakjes voor het artikel.

Notities:

<input checked="" type="checkbox"/>	Fotocamera	Qt. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	Uitgedraaide Instructie	Qt. 5
<input checked="" type="checkbox"/>	Pen en notieblok	Qt. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	Videocamera (timelapse)	Qt. 2

Meetmateriaal:

<input checked="" type="checkbox"/>	Waterpas	Qt. 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Weegschaal	Qt. 1
<input checked="" type="checkbox"/>	Meetlint	Qt. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	Stopwatch of vergelijkbaars	Qt. 2

Hulpmiddelen:

<input type="checkbox"/>	Schop	Qt. ...	<input type="checkbox"/>	Haspel	Qt. ...
<input checked="" type="checkbox"/>	Kruiwagen	Qt. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	Kruiplanken	Qt. 2
<input checked="" type="checkbox"/>	Touw (voor meten)	Qt. 4 x 12m	<input checked="" type="checkbox"/>	Graafmachine/ tractor	Qt. 1

2.2.4 Wat leveren de deelnemers

In de onderstaande tabel is weergegeven wat elke partij kan bijdragen/leveren voor de proef:

Tabel 4: Leveringen deelnemers

	(Gevulde) Zandzakken	Mankracht	Materiaal	Materieel
WSRL				
WSVV				
WDOD				
HDSR				
RWS				

2.3 Stapel- en werkwijze

In de onderstaande afbeeldingen zijn de op te bouwen constructies weergegeven.



Figuur 6: Opbouw van de constructies (schematisch)

Werkwijze voor de opbouw en het testen van de constructie:

1. Opbouw van een constructies, conform de werkinstructie van de constructie tot een hoogte van ongeveer 1,0 meter.
2. Span een touw over het midden van de kruin van de ene naar de andere kant, zorg ervoor dat het touw zodanig hoog hangt dat er nog 1 zandzak tussen past.
3. De desbetreffende constructie belasten tot ongeveer 15 cm (vrijboord) onder kruin van de constructie voor gedurende 48 uur.
4. Bovenstaande proces van opbouwen en testen tot driemaal toe herhalen voor de overige constructies.
5. Als de 48 uur durende test periode is afgelopen en de constructie is nog niet bezweken, dan het water laten stijgen tot het maximum (belasten op overloop) om de constructie (mogelijk) te laten bezwijken.
6. Na de bovenstaande stappen moet de proeflocatie worden opgeruimd.

Vragen over de exacte opbouw van de bovenstaande constructies zijn te vinden in de werkinstructies of kunnen voor aanvang van de proef worden gesteld.

2.4 Dagprogramma

De proef wordt gehouden over twee dagen en heeft de volgende globale dagplanning:

Dag 1	
Tijd	Activiteit
09-10	Start proef, opening & briefing
10-11	Opbouwen 1
11-12	Opbouwen 1, start testen
12-13	Pauze en tussentijdse evaluatie
13-14	Opbouwen 2
14-15	Opbouwen 2, start testen
15-16	Dagsluiting en evaluatie
16-17	--
Opmerking	Water blijft s 'nachts staan (1-2)

Dag 2	
Tijd	Activiteit
09-10	Opening Constructie testen
10-11	Opbouwen 3
11-12	Opbouwen 3, start testen
12-13	Pauze en tussentijdse evaluatie
13-14	Opbouwen 4
14-15	Opbouwen 4, start testen
15-16	Dagsluiting en evaluatie
16-17	--
Opmerking	Water blijft s 'nachts staan (1-4)

Dag 3	
Tijd	Activiteit
09-10	--
10-11	Constructie 1 laten bezwijken
11-12	Constructie 1 opruimen
12-13	Pauze en tussentijdse evaluatie
13-14	Constructie 2 laten bezwijken
14-15	Constructie 2 opruimen
15-16	Dagsluiting en evaluatie
16-17	--
Opmerking	Water blijft s 'nachts staan (3-4)

Dag 4	
Tijd	Activiteit
09-10	--
10-11	Constructie 3 laten bezwijken
11-12	Constructie 3 opruimen
12-13	Pauze en tussentijdse evaluatie
13-14	Constructie 4 laten bezwijken
14-15	Constructie 4 opruimen
15-16	Uitloop opruimen
16-17	Proef afsluiting
Opmerking	...

3. Meten

3.1 Algemene overwegingen

Het doel van deze proef is het om te bepalen welk materiaal en welke constructie het best geschikt is voor een noodkering. Om een goede vergelijking te maken moet er worden gezorgd dat er altijd een van de twee aspecten hetzelfde is. Hierbij is de beste optie 2x2 zodat er dan in elke situatie maar één aspect verschilt zoals is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5: Opstelling 2x2

Opstelling	Materiaal	Constructie	Test materiaal	Test constructie
1	Jute	C1	1	1
2	Jute	C2	2	1
3	Kunststof	C2	2	2
4	Kunststof	C1	1	2

Uit de tabel kan worden gehaald dat opstellingen 1&4 en 2&3 met elkaar onderling vergeleken kunnen worden voor het testen van het materiaal, daarnaast kan je opstelling 1&2 en 3&4 met elkaar onderling vergelijken om de beste constructie te bepalen. Om de proefresultaten nog (wetenschappelijk) betrouwbaarder te maken zal dezelfde proef meerdere malen uitgevoerd moeten worden.

Naast het materiaal of de constructie moet er ook voor worden gezorgd dat alle overige omstandigheden (afhankelijkheden) nagenoeg vergelijkbaar zijn. Daarnaast zorgt dit ervoor dat er kentallen afgeleid kunnen worden voor de werkinstructies. Met overige omstandigheden worden de logistieke en organisatorische aspecten bedoeld.

De volgende opsomming geeft weer welke aspecten bij elke proef constant moeten zijn:

- Teams (samenstelling, ervaring, condities, graad van vermoeidheid (rust), communicatie en discipline)
- Afstanden (afstand tot het depot)
- Weersomstandigheden
- Zandzaktype (afmetingen, gewicht, materiaal (per proef dient alleen één soort materiaal te worden toegepast))

3.2 Te meten onderdelen

Vraagstelling 1. Welke constructie heeft de meeste vervorming/verplaatsing?
 Aspect Stabiliteit (vervorming)
 Waarom De vorm van de constructie heeft invloed op de stabiliteit van de constructie; als de constructie gaat vervormen als gevolg van een belasting, zal de stabiliteit mogelijk in het geding komen.

Hoe Er is een touw gespannen over de as van de constructie. Ten opzichte van dit touw (0-lijn) wordt de vervorming gemeten (gekwantificeerd, micro), naast deze manier kan de vervorming ook worden bepaald aan de hand van de hiernaast staande score schaal (macro).

Schaalverdeling vervorming	
1	Alles lijkt symetrisch
2	Kleine verplaatsing
3	Grote verplaatsing (meer als 1/2 zandzak)
4	Gaten in constructie
5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)

Figuur 7: Schaalverdeling

Resultaat Het resultaat is een verloop van 1 naar uiteindelijk 5. Het resultaat geeft weer welke constructie het minst gevoelig is voor vervorming (meest robuust).

Vraagstelling	2. <u>Welke materiaal leidt tot heeft de grootste vervorming/verplaatsing?</u>											
Aspect	Stabiliteit (vervorming)											
Waarom	Het materiaal van de constructie heeft invloed op de stabiliteit van de constructie; als de constructie gaat vervormen als gevolg van een belasting, zal de stabiliteit mogelijk in het geding komen.											
Hoe	Er is een touw gespannen over de as van de constructie. Ten opzichte van deze touw (0-lijn) wordt de, vervorming gemeten (gekwantificeerd). Naast deze manier kan de vervorming ook worden bepaald aan de hand van de score schaal.	<p><u>Schaalverdeling vervorming</u></p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Alles lijkt symmetrisch</td></tr> <tr><td>2</td><td>Kleine verplaatsing</td></tr> <tr><td>3</td><td>Grote verplaatsing (meer als 1/2 zandzak)</td></tr> <tr><td>4</td><td>Gaten in constructie</td></tr> <tr><td>5</td><td>Constructie bezwaken (zandzakken weg)</td></tr> </table> <p><i>Figuur 8: Schaalverdeling</i></p>	1	Alles lijkt symmetrisch	2	Kleine verplaatsing	3	Grote verplaatsing (meer als 1/2 zandzak)	4	Gaten in constructie	5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)
1	Alles lijkt symmetrisch											
2	Kleine verplaatsing											
3	Grote verplaatsing (meer als 1/2 zandzak)											
4	Gaten in constructie											
5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)											
Resultaat	Het resultaat is een tabel met een verloop van 1 naar uiteindelijk 5. Het resultaat geeft weer welke materiaal (vanwege bepaalde eigenschappen zoals stroefheid) samen met de constructie van vraag 1 het minst gevoelig is voor vervorming (meest robuust)											

Vraagstelling	3. <u>Welke constructie is het meest waterdoorlatend?</u>											
Aspect	Stabiliteit (waterdoorlatendheid)											
Waarom	De constructie heeft invloed op de waterdoorlatendheid van de constructie. Daarnaast kan met deze test worden gekeken in welke mate waterdoorlatendheid invloed heeft op de vervorming.											
Hoe	De waterdoorlatendheid van een constructie wordt vastgesteld aan de hand van een score schaal, omdat het door de omstandigheden in FPH niet gekwantificeerd kan worden.	<p><u>Schaalverdeling waterdoorlatendheid</u></p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Volledig waterdicht</td></tr> <tr><td>2</td><td>Water sijpelt door constructie</td></tr> <tr><td>3</td><td>Kleine stroompjes water</td></tr> <tr><td>4</td><td>grote stromen water</td></tr> <tr><td>5</td><td>Constructie bezwaken (zandzakken weg)</td></tr> </table> <p><i>Figuur 9: Schaalverdeling</i></p>	1	Volledig waterdicht	2	Water sijpelt door constructie	3	Kleine stroompjes water	4	grote stromen water	5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)
1	Volledig waterdicht											
2	Water sijpelt door constructie											
3	Kleine stroompjes water											
4	grote stromen water											
5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)											
Resultaat	De verwachting is dat het resultaat een verband gaat weergeven tussen de waterdoorlatendheid en de vervorming van de constructie. In welke mate zal hier moeten worden vastgesteld (hierbij moet de meest lekkende locatie van de constructie worden opgespoord).											

Vraagstelling	4. <u>Welke materiaal is het meest waterdoorlatend?</u>											
Aspect	Stabiliteit (waterdoorlatendheid)											
Waarom	Het materiaal heeft een grote invloed op de waterdoorlatendheid van de constructie. Daarnaast kan hiermee worden gekeken in welke mate waterdoorlatendheid invloed heeft op de vervorming.											
Hoe	De waterdoorlatendheid van een materiaal wordt vastgesteld aan de hand van een score schaal, omdat het door de omstandigheden in FPH niet gekwantificeerd kan worden.	<p><u>Schaalverdeling waterdoorlatendheid</u></p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>Volledig waterdicht</td></tr> <tr><td>2</td><td>Water sijpelt door constructie</td></tr> <tr><td>3</td><td>Kleine stroompjes water</td></tr> <tr><td>4</td><td>grote stromen water</td></tr> <tr><td>5</td><td>Constructie bezwaken (zandzakken weg)</td></tr> </table> <p><i>Figuur 10: Schaalverdeling</i></p>	1	Volledig waterdicht	2	Water sijpelt door constructie	3	Kleine stroompjes water	4	grote stromen water	5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)
1	Volledig waterdicht											
2	Water sijpelt door constructie											
3	Kleine stroompjes water											
4	grote stromen water											
5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)											
Resultaat	De verwachting is dat het resultaat een verband gaat weergeven tussen de waterdoorlatendheid en de vervorming van de constructie. In welke mate zal hier moeten worden vastgesteld (aan de hand van de schaalverdeling). Waterdoorlatendheid hoeft niet per se een probleem te zijn. Een score van 1 of 2 op de schaalverdeling is toelaatbaar.											



Vraagstelling	5. <u>Bezwijkt de constructie?</u>
Aspect	Stabiliteit
Waarom	Vaststellen of de constructie voldoet
Hoe	Vaststellen of en zo ja wanneer bezwijkt.
Resultaat	Het resultaat geeft weer of een constructie voldoet. Een constructie zal voldoen als de constructie niet bezwijkt onder de vrijboord van 85cm (15cm onder kruin). Boven deze waterhoogte mag de constructie in principe bezwijken, elke extra hoogte is meegenomen.

Logistiek en organisatorisch:

Vraagstelling	6. <u>Hoe verloopt de opbouwsnelheid van een constructie?</u>
Aspect	Opbouwsnelheid
Waarom	Vaststellen hoelang de opbouw van een zandzakconstructie duurt.
Hoe	De opbouwsnelheid zal worden gemeten in aantal gelegde zandzakken per 10 minuten.
Resultaat	Een grafiek met vier lijnen (elke constructie 1 lijn) Uit de grafiek kan worden afgeleid of een constructie lastig is op te bouwen (minder zandzakken per tijdblok); daarnaast kan deze vraag ook indicaties geven over de aspecten: moeilijkheid van de constructie, communicatie, vermoeidheid en discipline van een team.

Vraagstelling	7. <u>Hoe nauwkeurig wordt de constructie opgebouwd?</u>
Aspect	Nauwkeurigheid
Waarom	Bepalen of een constructie makkelijk volgens schema is op te bouwen
Hoe	De constructie na afloop van bouwen beoordelen aan de hand van de volgende score schaal: Nauwkeurig: hoog - gemiddeld - laag. De nauwkeurigheid wordt ook bepaald aan de hand van een nulmeting d.m.v. een gespannen touw.
Resultaat	Een tabel met beoordelingen van elke constructie, daarnaast worden er ook kwalitatieve opmerkingen gegeven waar dit noodzakelijk wordt geacht. Dit resultaat moet een beeld geven of de constructie eenvoudig is op te bouwen. Als een constructie moeilijk is op te bouwen, zal het geen goed geschikte constructie zijn voor een werkinstructie.

Nauwkeurigheid		C1 / M1	C1 / M2	C2 / M2	C3 / M2
1	Hoog				
2	Gemiddeld				
3	Laag				

Vraagstelling 8. Hanteerbaarheid van de zandzakken?
 Aspect Hanteerbaarheid
 Waarom Met deze proef wordt er bepaald of er verschil in hanteerbaarheid is tussen de twee toegepaste materialen.

Hoe De makers van de constructie zullen na afloop van opbouwen laten beoordelen aan de hand van de volgende score schaal: Makkelijk - gemiddeld - moeilijk
 Resultaat Een tabel met beoordelingen van beide materialen
 Dit resultaat moet een beeld geven of het materiaal goed hanteer is en welk materiaal op dit aspect als aanbevolen type in de werkinstructies kan worden opgenomen.

Hanteerbaarheid		Jute	Kunststof
1	Makkelijk		
2	Gemiddeld		
3	Moeilijk		

Vraagstelling 9. Treedt er vermoeidheid op?
 Aspect Vermoeidheid
 Waarom Vermoeidheid van een individu tijdig vaststellen, constructie onafhankelijk

Hoe De individuele vermoeidheid wordt vastgesteld a.d.h.v. een (vereenvoudigde) borg-schaal waarbij de schaal loopt van licht (0-1) tot heel zwaar vermoeid (4-5). Er zal gedurende de opbouw van de constructie meerdere malen worden gevraagd (bij 0%, 25%, 50%, 75%, 100% opbouw van de constructie en 1 uur na afloop) hoe de deelnemers de fysieke gesteldheid inschatten.



Figuur 11: Vermoeidheidsschalen

Resultaat De verwachting is dat er per individu een dalend lijn te zien zal zijn. Het resultaat zegt vooral hoe snel de gemiddelde deelnemer vermoeid zal raken, met dit resultaat kan rekening worden gehouden in de werkinstructies door extra aandacht te besteden aan de bewustwording op het gebied van vermoeidheid.

3.3 Verwachte profresultaten

Hieronder zijn de verwachte profresultaten weergegeven op basis van literatuurstudie.

Technische aspecten:

1. Welke constructie heeft de grootste vervorming/verplaatsing?

De verwachting is dat bij beide constructies gaan vervormen naar mate de vrijboord wordt bereikt en/of wordt overschreden. De minst stabiele constructie zal als eerste vervorming vertonen.

Van minst tot meest stabiel: C1a → C1b → C2. De verwachting is dat constructie C1a-WSRL het minst stabiel is vanwege het kleinst aantal zandzakken per doorsnede, daarnaast is de basis minder breed dan C2-nieuw. C1b zal stabielier zijn als C1a vanwege de aanwezigheid van een plastic zeil. Dit zeil zal ervoor zorgen dat er niet tot nauwelijks water door de constructie gaat, hetgeen dat vaak kan zorgen voor stabiliteitsproblemen als gevolg van vervormingen (water verplaatst zand in de zandzak)

2. Welk materiaal heeft de grootste vervorming/verplaatsing?

Het materiaal dat naar verwachting over het algemeen het minst stabiel is, is kunststof (echter wel afhankelijk van de soort weving en type kunststof). Dit komt door het over het algemeen lagere schuifweerstand.

3. Welke constructie is het meest waterdoorlatend?

De constructie die het meest waterdoorlatend is, is moeilijk te voorspellen, echter door de minder brede opstelling wordt er verwacht dat constructie C1-WSRL als eerste water door zal laten. Echter zal vooral het materiaal (van de zandzak en de inhoud) maatgevend zijn.

Van meest tot minst waterdoorlatend: C1a → C2 → C1b. De laatste constructie zal naar verwachting weinig tot geen water doorlaten in verband met het aanwezige zeil.

4. Welk materiaal is het meest waterdoorlatend?

Er zal door elke noodkering van zandzakken water komen, de hoeveelheid is ook afhankelijk van het toegepaste materiaal zandzak, de inhoud van de zandzak en de mate van verdichting. Ervan uitgaande dat de inhoud en de verdichting gelijk zijn, dan zal de jute zandzak op basis van literatuuronderzoek het meeste water doorlaten wegens de open structuur van het materiaal (weven).

5. Bezwijkt de constructie?

De constructies zullen/mogen niet bezwijken totdat de vrijboord is bereikt; daarna (bij een hogere belasting dan vrijboord) zal de stabiliteit binnen de veiligheidsmarges van de constructies komen en bestaat de mogelijkheid dat een of beide constructies bezwijken.

Een voorbeeld van een bezwijkende zandzakconstructie is in de afbeelding hiernaast weergegeven. Bij deze constructie werd geen vrijboord gehanteerd (hoogte constructie = kerende hoogte).



*Figuur 12:Bezwijkende zandzakconstructie
(Wiki noodmaatregelen, 2019)*



Logistieke en organisatorische aspecten (secundair):

6. Hoe verloopt de opbouwsnelheid van een constructie
Afhankelijk van methode. De voorkeur gaat uit naar lagere maar constante opbouwsnelheid.
Bijvoorbeeld 7 zandzakken per minuut in plaats van 1^e minuut 10 zandzakken, 2^e minuut 8 zandzakken etc.

De verwachting van de totale opbouwtijd is afhankelijk van de constructie (doorsnede C1a/b bevat minder zandzakken C2). De verwachting qua tijd is: 80 min. voor C1a/b, 130 min. voor C2

7. Hoe nauwkeurig wordt de constructie opgebouwd?
Over het algemeen wordt de kwaliteit achteruit naar mate de snelheid omhooggaat. De verwachting is dat ondanks instructies en kwaliteitscontroles de kwaliteit kan afnemen naar mate de snelheid omhooggaat.

8. Hanteerbaarheid zandzakken verschillende constructies?
Naar verwachting worden er geen problemen met de opbouw van de diverse constructies verwacht.

9. Treedt er vermoeidheid op?
De verwachting is dat er vermoeidheid optreedt naar mate de proef loopt. De methode om dit te beperken is een constant en niet te hoog tempo aan te houden. Daarnaast moet vermoeidheid tijdig worden opgemerkt om fysiotherapie bezoeken te voorkomen.

4. Kwaliteit en veiligheid

4.1 Kwaliteit

De kwaliteit van de proef is belangrijk omdat op deze manier geborgd kan worden dat de proefresultaten betrouwbaar zijn, daarnaast zal de proef beter vergelijkbaar zijn met eerdere proeven.

Een voorbeeld van een kwalitatief hoge (betrouwbare) proevenserie is het gebruik maken van de 2x2 opstelling. In deze opstelling worden zowel materiaal als constructie tweemaal getoetst waardoor er goede onderbouwde uitspraken gedaan kunnen worden aangezien eventuele fouten en afhankelijkheden eruit gefilterd kunnen worden.

Er kunnen diverse maatregelen worden genomen om de kwaliteit te bevorderen en te handhaven gedurende de proef. In onderstaande opsomming zijn de mogelijke maatregelen onderverdeeld in drie categorieën, namelijk: voorbereiding, voor de proef en tijdens de proef. De aangevinkte maatregelen zullen bij deze proef worden toegepast

Vorbereiding proef:

De kwaliteit van de proef is in de voorbereidingsfase te verbeteren en/of te garanderen door ervoor te zorgen dat zoveel mogelijke aspecten hetzelfde zijn, dat uiteindelijk gedurende de proef alleen een constructietype óf een materiaalsoort is gevarieerd. De volgende maatregelen zijn hiervoor genomen:

- Dezelfde weersomstandigheden voor alle proefdagen
- Dezelfde afmetingen van de bassins
- Dezelfde zandzakken (droog zand, afmetingen, gewicht en type)
- Dezelfde meetpunten
- Dezelfde teams (kennis, ervaring, grootte, discipline, conditie en fitheid)

Voor de proef:

Vlak voor aanvang van de proef kunnen nog enkele aandachtspunten worden gegeven, daarnaast moet er voldoende informatie aanwezig zijn zodat iedereen weet wat hij/zij precies moet doen. Om dit te garanderen zijn de volgende maatregelen genomen:

- Werkinstructie vooraf beschikbaar stellen voor inzage
- Meetprotocol vooraf beschikbaar stellen voor inzage
- Aanvullende informatie ter plaatse geven

Gedurende de proef:

Tijdens de proef kunnen diverse inspecties worden gedaan om de kwaliteit van de constructie te controleren en eventueel te verbeteren. Daarnaast moet er extra aandacht uitgaan naar diverse aspecten. Om dit te garanderen zijn de volgende maatregelen genomen:

- Per 25% gereed controleren van de opbouw (Niet aanspreken, het is een testpunt (vraag 7))
- De constructie moet goed worden verdicht (goed aanstampen)
- De aansluiting met de zijkant moet voldoende aandacht krijgen (voorkomen dat aansluiting het zwakke punt van de constructie wordt)

4.2 Veiligheid

Veiligheid is een ruim een begrip. De focus van veiligheid ligt bij deze proef voornamelijk op het arbeidsomstandigheden (ARBO) technische vlak. De genomen veiligheidsmaatregelen moeten voorkomen dat mensen tijdens en na de proef last krijgen van fysieke klachten. De volgende maatregelen worden genomen om dit te garanderen.

Algemeen:

- Zandzakken moeten ongeveer even zwaar zijn.
- Afstand tussen het depot en constructie mag niet te groot zijn. (Onderlinge afstand tussen doorgevers mag niet groter dan 2 meter zijn)
- Voldoende rust voor de teams tussen de activiteiten.

Teams:

- Voldoende teamleden
- Voldoende reserve kandidaten
- Duidelijke rolverdeling maken, en wissel van positie om de x aantal tijd.
- Veiligheid voorafgaand aan de proef besproken (Toolbox meeting)

Teamleden:

- Op de hoogte van genomen maatregelen (d.m.v. meetprotocol of werkinstructie)
- Beschikking over juiste PBM's.
- Mogelijkheid bieden om tussentijds rust te nemen als dat nodig blijkt.



Figuur 13: Cartoon veiligheid



Bibliografie

- Broichhaus, C. (2008). *Der Aufbau und die Standsicherheit von Sandsackdämmen und vergleichbaren mobilen Hochwasserschutzanlagen*. Afstudeerscriptie, Bergische Universität Wuppertal, Institut für Grundbau, Abfall- und Wasserwesen.
- Jansen, F., Evers, W., Knotter, H., Boone, P., & Koster, D. (2020). Interviews en workshops (1 en 2). (P. de Vries, & E. Huijskes, Interviewers)
- Kolen, B., & Stam, M. (2018). *Leren van een wedstrijd zandzakken leggen*. Opgeroepen op Februari 2020, van https://www.hkv.nl/upload/publication/Leren_van_een_wedstrijd_zandzakken_leggen_BK_TU%20Delft%20DeltaLinks.pdf
- Platform Professionalisering Dijkbewaking. (2019). *Verslag - Testen van zandzakconstructies*. Delft. Opgeroepen op Februari 2020
- Waterschap Rivierenland. (sd). *Werkinstructie zandzakken leggen*. Waterschap Rivierenland. Opgeroepen op Februari 2020

Bijlage 1: Invulformulier proef

Invulformulier proeven

Proef: Zandzakken
 Locatie: Flood Proof Holland, Delft

Datum: _____

Materiaal: _____

Constructie: _____

Ingevuld door: _____ Notulist 1

Kruis hier de proefopstelling aan

		Materiaal					
		1			2		
Constructie	1a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	1b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teamnaam: _____ Ervaring: _____ Weinig / Matig / Veel

Teamleden:	Naam:	Initialen:	Functie:
1	_____	_____	Aangever
2	_____	_____	Doorgever
3	_____	_____	Doorgever
4	_____	_____	Doorgever
5	_____	_____	Legger

Vermoeidheid (voor, tijdens, na opbouw)

Turf hieronder wat de individuele vermoeidheid is per situatie (% gereed). Er is per constructie omschreven na hoeveel zandzakken de vermoeidheid genoteerd moet worden. Beantwoord na afloop van de opbouw ook de onderstaande aanvullende vragen. Geef daarnaast nog enkele opmerkingen.

Vermoeidheid	0%	25%	50%	75%	100%	1u na afloop
Constructie C1a	0	165	330	495	660	660
Constructie C1b	0	175	345	520	690	690
Constructie C2	0	265	525	790	1050	1050
Na laag	0	1	3	6	10	10
Uitgerust						
Licht						
Redelijk						
Zwaar						
Heel zwaar						
Uitgeput						

- Zijn er mensen van rol gewisseld gedurende de opbouw : Ja / Nee
- Zo ja, Hoe vaak zijn er mensen van rol gewisseld : _____
- Zijn er vermoeide mensen zelfstandig uit het proces gestapt : Ja / Nee
- Zijn er vermoeide mensen uit het proces gehaald : Ja / Nee
- Hoe vaak zijn er mensen uit het proces gehaald/ gestapt : _____

Opmerkingen t.b.v. vermoeidheid:

Nauwkeurigheid (na opbouw)

Geef nadat de constructie is voltooid de nauwkeurigheid van opbouwen aan, geef daarnaast de afwijking aan en plaats nog enkele verhelderende opmerkingen.

- Wat is de nauwkeurigheid van de constructie : Nauwkeurig / Gemiddeld / Onnauwkeurig
- De maximale afwijking ten opzichte van de nullijn is: _____ cm

Opmerkingen t.b.v. nauwkeurigheid:

Waterdoorlatendheid (tijdens testen)

Vul hieronder het verloop van de waterdoorlatendheid in.

1. De eerste rij geeft de waterhoogte aan.
2. Vul in de tweede rij de score voor waterdoorlatendheid aan de hand van de schaalverdeling.

Schaalverdeling waterdoorlatendheid

1	Volledig waterdicht
2	Water sijpelt door constructie
3	Kleine stroompjes water
4	grote stromen water
5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)

Waterhoogte	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
Water- doorlatendheid											

Opmerkingen t.b.v. waterdoorlatendheid:

Bezwijken (tijdens testen)

- De constructie is bezwiken onder de vrijboord : Ja / Nee
- Zo ja, op welke waterhoogte is de constructie bezwiken : _____ cm

- De constructie is bezwiken boven de vrijboord : Ja / Nee
- Zo ja, op welke waterhoogte is de constructie bezwiken : _____ cm

Opmerkingen t.b.v. bezwijken:

Overige opmerkingen (elke fase)

Opmerkingen t.b.v. het materiaal:

Opmerkingen t.b.v. de constructie:

Overige opmerkingen

Invulformulier proeven

Proef: Zandzakken
 Locatie: Flood Proof Holland, Delft

Datum: _____

Materiaal: _____

Constructie: _____

Ingevuld door: _____ Notulist 2

Kruis hier de proefopstelling aan

		Materiaal					
		1			2		
Constructie	1a						
	1b						
	2						

Opbouwsnelheid (tijdens opbouw)

Noteer in de onderstaande tabel het aantal gelegde zandzakken per 10 minuten. Noteer daarnaast bij opmerkingen aspecten als: moeilijkheid van de constructie, communicatie, vermoeidheid en discipline van het opbouwteam.

1 ^e uur	0:00 – 0:10	0:10 – 0:20	0:20 – 0:30	0:30 – 0:40	0:40 – 0:50	0:50 – 1:00
2 ^e uur	1:00 – 1:10	1:10 – 1:20	1:20 – 1:30	1:30 – 1:40	1:40 – 1:50	1:50 – 2:00
3 ^e uur	2:00 – 2:10	2:10 – 2:20	2:20 – 2:30	2:30 – 2:40	2:40 – 2:50	2:50 – 3:00

Opmerkingen t.b.v. opbouwsnelheid:

Hanteerbaarheid (na opbouw)

Laat de bouwers nadat de constructie is voltooid aangeven hoe de hanteerbaarheid van de zandzak was, noteer daarnaast nog enkele verhelderende opmerkingen.

Hanteerbaarheid Functie		Aangeven	Doorgeven	Leggen
1	Makkelijk			
2	Gemiddeld			
3	Moeilijk			

- Wat is meest voorkomende mening : Makkelijk / Gemiddeld / Moeilijk

Opmerkingen t.b.v. hanteerbaarheid:

Vervorming (tijdens testen)

Vul hieronder het verloop van de vervorming in.

1. De eerste rij geeft de waterhoogte aan.
2. Vul in de tweede rij de score voor vervorming aan de hand van de schaalverdeling (schaal 1-5). Je kan het gespannen touw als referentie gebruiken.

Schaalverdeling vervorming

1	Alles lijkt symmetrisch
2	Kleine verplaatsing
3	Grote verplaatsing (meer als 1/2 zandzak)
4	Gaten in constructie
5	Constructie bezwaken (zandzakken weg)

Waterhoogte	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
Vervorming											

Opmerkingen t.b.v. vervorming:

Overige opmerkingen (elke fase)

Opmerkingen t.b.v. het materiaal:

Opmerkingen t.b.v. de constructie:

Overige opmerkingen