


Innovatiescan POV-M: Inspiratie voor innovatie

Deel 1:
Matchmaking tussen innovaties en projecten

POV

MACRO
STABILITEIT



Auteurs: Ruud Termaat (Deltares), Sonja Karstens (TKI Deltatechnologie), Andre Oldenkamp (TKI Deltatechnologie) Arjen Ros (Copernicos groep), Nick Leung (Deltares), Martin Schepers (POV-M/Waterschap Rivierenland)

Datum: oktober 2017

Versie: 1



Samenvatting

Er zijn veel innovatieve ideeën voor dijkversterking in ontwikkeling die kunnen bijdragen aan de doelstellingen van het HWBP om dijkversterking sneller en goedkoper te maken. Veel van deze ideeën hebben moeite om stappen richting praktische toepassing te zetten en blijven in een soort suddertoestand hangen. Ook het toepassingsperspectief was niet duidelijk toen we met deze innovatiescan begonnen: over hoeveel kilometer hebben we het nu, op welke plekken zijn innovaties interessant, op welke termijn en wanneer is dit voor marktpartijen aantrekkelijk?

We hebben in de Innovatiescan allereerst gekeken welke innovaties op het gebied van macrostabiliteit in ontwikkeling waren. Dit resulteerde in een lijst van 23 innovaties. Deze zijn besproken in een expertsessie en hebben allemaal suggesties voor vervolgstappen gekregen. Om echte stappen richting toepassing te kunnen zetten, moesten we concreter worden en kansrijke innovaties koppelen aan potentiële locaties. Daarom hebben we bekeken welke waterschappen de meeste macrostabiliteitsproblemen hadden. Dat waren Rivierenland, Schieland en Krimpenerwaard, Vallei en Veluwe, Hollands Noorderkwartier (vooral bij secundaire keringen), Stichtse Rijnlanden en Drents Overijsselse Delta. Daarbij is duidelijk geworden dat deze zes waterschappen zo'n 100 kilometer aan dijken hebben die de komende 5 jaar versterkt moeten gaan worden en waar niet kan worden volstaan met traditionele oplossingen. We hebben gekeken naar de karakteristieken van die verschillende situaties qua ondergrond en verwachte faalmechanismen. Met deze zes waterschappen is vervolgens de match gemaakt tussen innovaties en locaties waar deze mogelijk toegepast kunnen worden en meerwaarde hebben. Vervolgens hebben de waterschappen aangegeven met welke innovaties zij aan de slag willen.

Uit de Innovatiescan is nu een lijst gekomen met innovaties die de verschillende waterschappen als kansrijk zien. We zien innovaties in verschillende stadia van rijpheid en maken daar duidelijk onderscheid in. Van sommige zal eerst moeten worden aangetoond dat de vereiste sterktebijdrage bij de realisatie toetsbaar is; andere zouden direct kunnen worden toegepast. We zien ook dat waterschappen enthousiast zijn om hiermee aan de slag te gaan. Maar daarmee zijn we er nog niet. De manier waarop je je aanbestedingsproces vormgeeft, is van belang om je innovaties daadwerkelijk een kans te geven. Dit vergt een actievere houding van de waterbeheerder als opdrachtgever. Van de kennisinstituten wordt gevraagd om een helpende hand te bieden om innovaties mogelijk te maken en niet, zoals nog wel eens gebeurt, te oordelen of iets wel of niet goed is. Marktpartijen moeten bij de doorontwikkeling zorgen voor de toetsbaarheid van de vereiste sterktebijdrage. Dit toetsen kan benut worden als kwaliteitscontrole tijdens de realisatie.

Status
definitief



1 Introductie

Aanleiding

In het Hoogwaterbeschermingsprogramma worden maatregelen getroffen aan ruim 700 kilometer primaire waterkering (dijken) en meer dan 200 waterkerende kunstwerken (sluizen, gemalen), van zowel waterschappen als Rijkswaterstaat, die niet langer voldoen aan de geldende norm. Het Hoogwaterbeschermingsprogramma is daarmee het meest omvangrijke programma dat de komende jaren op het gebied van waterveiligheid wordt uitgevoerd. Nederland staat voor een miljardenopgave als het gaat om dijkversterking. Het HWBP staat voor de uitdaging om de opgave sneller, beter en goedkoper uit te kunnen voeren: dit is een belangrijke trigger om aan de slag te gaan met innovaties. Andere redenen zijn minimaliseren van overlast (tijdens constructie, ruimtebeslag en het verbeteren en creëren van een duurzame leefomgeving. Ondanks het feit dat er voldoende urgentie is om te innoveren, zien we dat de innovaties die in ontwikkeling zijn moeite hebben om doorontwikkeld en toegepast te worden.

Doelstelling

We willen de marktpartijen die bezig zijn met de ontwikkeling van innovaties een toepassingsperspectief bieden en ze daarmee inspireren en motiveren om innovaties uit te ontwikkelen, zodat ze beter kunnen anticiperen op aanbestedingstrajecten. We willen samen met de waterschappen aangeven welke innovaties kansrijk zijn voor de projecten die over 3 tot 5 jaar in uitvoering gaan en welke inspanningen nodig zijn om de haalbaarheid ervan te vergroten. Het gaat niet om het innoveren om te innoveren, maar om belangrijke knelpunten slimmer op te lossen. Voor de waterschappen gaat het in de meeste gevallen om de impact op de omgeving en de hinder voor de omwonenden.

2 Werkwijze

In eerste instantie was het idee om de meest kansrijke innovaties te selecteren en daarvoor een plan uit te werken. We hebben echter besloten de prioriteitstelling aan de waterschappen te laten: zij moeten de innovaties uiteindelijk immers gaan toepassen. We hebben hierbij zes waterschappen betrokken: Rivierenland, Schieland en de Krimpenerwaard, Vallei en Veluwe, Hollands Noorderkwartier, De Stichtse Rijnlanden en Drents Overijsselse Delta. Deze waterschappen hebben de meeste problemen met dijken die zijn afgekeurd op macrostabiliteit (en ook piping). Met deze waterschappen is besproken hoe zij met de ontwikkeling van innovaties omgaan en welke uitdagingen zij daarbij zien. In deze gesprekken gaven de meeste waterschappen aan de urgentie te herkennen en straalden de ambitie uit om op korte termijn stappen te zetten om innovaties in hun projecten toegepast te krijgen.

Vervolgens is in een werksessie met de waterschappen en experts op het gebied van dijkconstructies een koppeling gemaakt tussen kansrijke innovaties en knelpunten in dijkverbeteringsprojecten die over 3 tot 5 jaar tot uitvoering komen. De periode van 3 tot 5 jaar geeft voldoende ruimte om de kansrijke innovaties op tijd uit te ontwikkelen en in te passen in het aanbestedingsproces. Voor het benoemen van kansrijke innovaties hebben de recente innovatiescans van de Programmadirectie van het HWBP en de POV's Macrostabiliteit en Piping als bron gediend. Bij de koppeling tussen kansrijke innovaties en knelpunten zijn de volgende vier stappen doorlopen:

- Stap 1: Wat zijn de karakteristieke profielen van de afgekeurde dijken?
- Stap 2: Welke karakteristieke profielen passen bij welke dijkverbeteringsprojecten?
- Stap 3: Welke innovaties passen bij welke karakteristieke profielen?
- Stap 4: Hoe haalbaar zijn de als kansrijk en passend bestempelde innovaties?

3 Koppeling van innovaties en knelpunten

Stap 1: De karakteristieke profielen

Afgekeurde dijkvakken zijn niet altijd over de gehele lengte een knelpunt, omdat ook een deel eenvoudig met traditionele oplossingen kan worden versterkt. Knelpunten zijn dijkstrekkingen waar bebouwing aanwezig is of om andere redenen aanpassing van het dijkprofiel niet eenvoudig is.

De door de waterschappen ingebrachte dijktrajecten en knelpunten zijn op een aantal punten vergelijkbaar; qua samenhang in grondopbouw, maatgevend faalmechanisme en geometrie, ondanks het feit dat de bodemopbouw vele variaties kent. Ze kunnen worden geclassificeerd in vijf karakteristieke profielen. Dit maakt de discussie over het matchen van kansrijke innovaties overzichtelijker. Deze vijf karakteristieke profielen zijn hieronder in beeld gebracht.

A	Talud-versteiling i.c.m. extra kruinhoogte. Voorkomen ondiep afschuiven. Achterland met dunne kleilaag.	
B	Heave/opdrijven/verweking achterland, mogelijk in combinatie met piping. Voorkomen diep afschuiven eventueel in combinatie met piping. Achterland met dunne kleilaag.	
C	Afgekeurd op piping door invoering nieuwe piping-regel. Voorkomen horizontaal zandtransport. Achterland met dunne kleilaag	
D	a Dijkverhoging. Voorkomen afschuiven. Achterland met dikke kleilaag b Mogelijk in combinatie met opdrijven. Voorkomen diep afschuiven. Achterland met dikke kleilaag	
E	Kleidend op veenondergrond. Onvoldoende grondsterkte. Voorkomen afschuiven. Slappe lagen ca. 5m.	

Profielen A, B en C zijn karakteristiek voor de knelpunten in het bovenrivierengebied (ruwweg ten oosten van Schoonhoven). De klei-ondergrond onder en achter de waterkering is relatief dun en rust op een zandondergrond, die in verbinding staat met de rivier. Bij deze

grondopbouw is de kans op zand meevoerende wellen en opdrijven van het achterland groot.

Profielen D en E zijn karakteristiek voor de knelpunten in het benedenrivieren- en IJsselmeergebied. In het benedenrivierengebied wordt de ondergrond gekarakteriseerd door een dik klei-veen-pakket. Als de zandondergrond in verbinding staat met de rivier, kan het achterland bij hoge rivierwaterstanden gaan opdrijven. De (slappe) lagen onder de waterkeringen langs het IJsselmeer zijn minder dik dan in benedenrivierengebied, maar zijn slapper door het hoge veengehalte. De waterkering zelf bestaat meestal overwegend uit klei. Aan de Noordhollandse kant komt veel veen voor en zijn de secundaire waterkeringen en met name de boezemkades vaak van veen.

In de profielen B en D kan een combinatie van faalmechanismen optreden. De huidige praktijk is dat wordt gezocht naar één oplossing die beide mechanismen oplost, maar een hybride oplossing (een combinatie van oplossingen) kan aantrekkelijker zijn. In profiel B kan een combinatie optreden van piping, heave/opdrijven en afschuiven. Het opdrijven is vaak het aandrijvend mechanisme voor het afschuiven. In profiel D kan een combinatie optreden van ondiep en diep afschuiven.

Het ondiepe glijvlak komt, al dan niet in combinatie met andere mechanismen, voor in de profielen A, B, D en E. Dit betekent dat de kans op dit mechanisme vaker zal optreden en het toepassingsgebied van een goede innovatie, gericht op dit mechanisme, groter wordt.

Stap 2: Welke karakteristieke profielen passen bij welke projecten?

In totaal hebben de waterschappen 13 dijkverbeteringsprojecten ingebracht, die zijn afgekeurd op macrostabiliteit en/of piping en die over 3 tot 5 jaar in uitvoering gaan. Door te kiezen voor projecten waarvan de uitvoering over 3 tot 5 jaar start, zitten deze projecten nog in de opstart van het voorkeursalternatief (VKA) en is er nog genoeg ruimte voor het inbrengen van innovatieve oplossingen. De dijkversterkingstrajecten/projecten kunnen worden gekoppeld aan één of meerdere van de vijf hiervoor beschreven karakteristieke profielen. Dit resulteert in het volgende overzicht.

Waterschap	Project	Afge- keurd (Km)	Waar- van knelpunt (km)	Macro- stabili- teit (Km)	Piping (Km)	Combi- natie Piping- Macro- stabiliiteit (Km)	Karakteristieke profielen				
							A	B	C	D	E
Stichtse Rijnlanden	Noordzijde Nederrijn- Lekdijk	15,0	15,0	8,0	7,0						
Rivierenland	Neder-Betuwe	11,9	3,2	1,8	0,8	1,0					
Rivierenland	Lingewaard	4,0	2,2	1,0	1,2						
Rivierenland	Spronk Wolferen	2,8	2,0	0,8	1,2						
Drents Overijsselse Delta	Zwolle-Olst	24,9	16,2		9,8	6,4					
Drents Overijsselse Delta	Zwolle	8,0	1,6	1,6							
Rivierenland	Gorinchem- Waardenburg	14,7	13,7	8,6	3,4	2,0					
Rivierenland	Tiel- Waardenburg	12,6	10,2	7,0	0,1	3,1					
Rivierenland	Stad Tiel	2,7	0,3	0,3							
Rijnland	IJsseldijk- Gouda	2,1	1,6	1,6							
Schieland & Krimpenerwaard	Capelle- Zuidplas	2,0	2,0	2,0							
Schieland & Krimpenerwaard	Krachtige IJsseldijken	10,1	10,1	10,1							
Vallei & Veluwe	Randmeerdijk	25,2	21,3	16,8	4,5						

Koppeling knelpunten afgekeurde trajecten met karakteristieke profielen (o.b.v. ingebrachte informatie van de waterschappen)

Bij ongeveer 130 kilometer afgekeurde waterkering gaat over 3 tot 5 jaar de schop in de grond. 100 kilometer hiervan wordt door de waterschappen aangemerkt als knelpunt. Mogelijk kan een slimmere oplossing helpen om de omgevingshinder en/of het ruimtebeslag te beperken en de kosten te reduceren. Van de 100 kilometer aan knelpunten is 60 kilometer afgekeurd op macrostabiliteit, 25 kilometer op piping en 15 kilometer op een combinatie van beide.

Knelpunten verdeeld over de profielen (in Km)	A	B	C	D	E
	Bijna 5	35-40	10-15	20-25	20-25

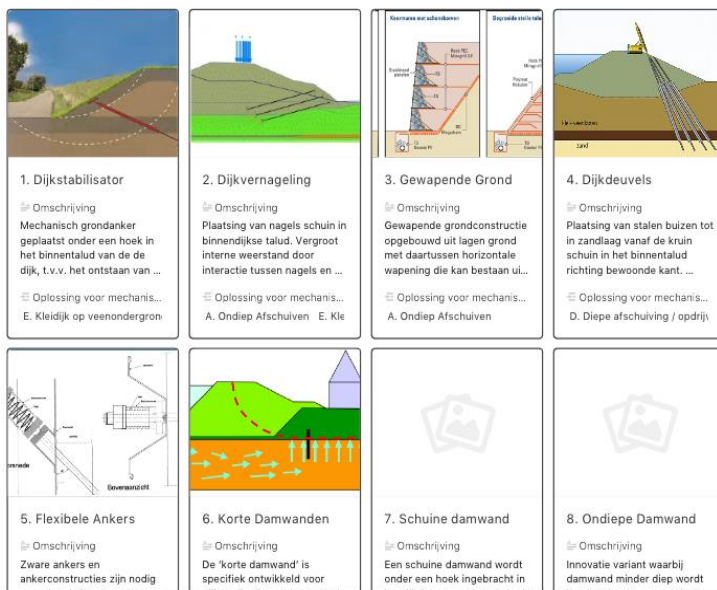
Stap 3: Welke innovaties passen bij welke karakteristieke profielen?

In de discussie met de waterschappen en de experts-dijkconstructies is een match gemaakt met de karakteristieke profielen en de hierbij meest passende innovaties uit de recente innovatiescans van de Programmadirectie HWBP, de POV Macrostabiliiteit en de POV Piping. In deze innovatiescans werden in totaal 30 innovaties genoemd als kansrijk. Na de match met de karakteristieke profielen bleven 11 innovaties over. Innovaties die, eventueel met extra ontwikkelaandacht, kunnen worden toegepast in de hier genoemde projecten en waarvan de inschatting is dat ze meerwaarde hebben: minder omgevingshinder en ruimtebeslag en/of goedkoper. Het resultaat is samengevat in het volgende overzicht.

Karakteristiek profiel	A	B	C	D	E
Lengte in Km.	Bijna 5	35-40	10-15	20-25	20-25
Innovatieve oplossing					
Houten paaltjes					
Dijkstabilisator					
Mixed in Place-Light					
Dijkvernageling					
Damwand ondiep/schuin					
Geotextiel-wapening					
Dijkdeuvels					
Korte damwand					
DMC					
VZG/GZB					
Prolock					
	Een combinatie met een andere innovatie uit de lijst tot een hybride oplossing				

Wat een geschikte innovatie is, wordt bepaald door de grondopbouw en het faalmechanisme in het knelpunt. In sommige situaties treden deze mechanismen afzonderlijk op. Dit is het geval in de karakteristieke profielen A, C en E, maar in de karakteristieke profielen B en D is er sprake van een combinatie van mechanismen. In profiel B is een combinatie mogelijk van afschuiven, opdrijven, verweking en piping. In profiel D is een combinatie mogelijk van ondiep afschuiven, diep afschuiven en opdrijven. Bij gecombineerde faalmechanismen kan ook een gecombineerde oplossing **-hybride oplossing-** aantrekkelijker zijn dan een enkele techniek. Gedacht kan worden aan een combinatie van dijkdeuvels en Mixed in Place (Light). Dijkdeuvels zijn geschikt voor het opvangen van diepe glijvlakken en minder voor ondiepe glijvlakken. Deze zouden kunnen worden opgevangen met Mixed in Place (Light). Het denken in **hybride oplossingen** betekent dat een innovatie voor een enkel mechanisme ook een breder toepassingsgebied krijgt.

Op basis van de resultaten zijn we gestart met het creëren van een kennisbank op internet. Deze is te raadplegen via <https://airtable.com/shryRscGLs1jieBFE>. Hierin staat bij iedere innovatie aangegeven wat de toepassingsmogelijkheden zijn. Hieronder is een klein stukje van de kennisbank weergegeven. Ook kan gezocht worden zogenaamde projectkaarten die gerangschikt zijn op dijkvak. Daarbij kan gekeken worden welk type karakteristiek profiel dit dijkvak heeft en welke innovaties mogelijk toegepast kunnen worden.



Stap 4: Hoe haalbaar zijn de als kansrijk en passend bestempelde innovaties?

De match laat zien dat voor elk karakteristiek profiel c.q. knelpunt meerdere innovaties mogelijk zijn. Alleen is er verschil in mate van onderbouwing c.q. ontwikkeling. Enkele innovaties worden als een geaccepteerde techniek gezien en kunnen bij een aanbesteding als oplossing worden aangeboden. Deze hebben wij hier aangeduid met ontwikkelklasse III. Aan de overige innovaties zal nog aandacht moeten worden besteed om ze te kunnen toepassen. De inschatting is dat dit op tijd haalbaar moet zijn voor de ingebrachte projecten.

Ontwikkelingsklasse	I	II	III
Innovatieve oplossing			
Dijkvernageling			
Dijkstabilisator			
Dijkdeuvels			
Damwand ondiep/schuin			
Korte damwand			
Houten paaltjes			
DMC			
VZG/GZB			
Prolock			
Mixed in Place - Light			
Geotextiel-wapening			

*Er worden drie klassen van ontwikkeling onderscheiden:
III Direct toepasbaar volgens het projectteam;*

- II Er kan gebruik worden gemaakt van bestaande kennis, maar deze kennis moet eerst toegankelijk en presentabel worden gemaakt;*
- I De uitvoerbaarheid (procesbeheersing en controleerbaarheid i.r.t. waterveiligheid) moet worden aangetoond in een pilot.*

Van de innovaties in de ontwikkelklasse II is voldoende kennis aanwezig om te kunnen ontwerpen en de betrouwbaarheid in relatie tot de waterveiligheid te onderbouwen. Binnen het kader van de POV Macrostabieliteit wordt op dit moment de beschikbare kennis vastgelegd in Technische Rapporten (TR). Daarnaast wordt in het kader van het CIP (Corporate Innovatie Programma van Rijkswaterstaat) een verkennende studie uitgevoerd naar oplossingen met korte en/of schuine damwanden en hybride oplossingen. Vooruitlopend op de definitieve versie van deze TR's en de CIP-studie kunnen de voorlopige resultaten worden gebruikt voor de inbreng van de innovaties in de projecten van de waterschappen. Op dit moment wordt de sector nog niet geprikkeld om deze oplossingen mee te nemen in het VKA of aan te bieden bij aanbestedingen. Belangrijke redenen zijn de extra ontwerpinspanning die nodig is om aan te tonen dat de oplossing meerwaarde heeft en de vaardigheid om op basis van de beschikbare kennis de betrouwbaarheid te onderbouwen. Om dit te doorbreken wordt aanbevolen om voor één van de geprogrammeerde projecten een alternatief te laten uitwerken met één van deze technieken of een combinatie van technieken (een hybride oplossing). De Handreiking 'Innovaties waterkeringen' van het HWBP geeft aan wat nodig is voor een onderbouwing in relatie tot de waterveiligheid.

Voor twee veel belovende innovaties, Mixed in Place (Light) en Geotextiel-wapening, moet nog wel in een pilot worden aangetoond dat de vereiste sterktebijdrage bij de realisatie betrouwbaar te toetsen is (ontwikkelklasse I). Een pilot bij de ingebrachte projecten is acceptabel als het risico wordt afgedekt met een parallel spoor dat kan dienen als terugvaloptie bij een tegenvallend resultaat.

Mixed in Place (Light)

Mixed in Place (Light) is een oplossing voor een ondiep glijvlak. Het equipment moet nog worden uitontwikkeld, zodat het is afgestemd op deze toepassing; licht en geschikt om te werken op een helling en voor de toepassing van een lichte natte mixing. Voorgesteld is een aanbrengepatroon in bogen, geïnspireerd door het idee van de dijkbogen.

Geotextiel-wapening

Geotextiel-wapening is een andere oplossing voor een ondiep glijvlak. De Geotextiel-industrie wil graag de mogelijkheid krijgen om een alternatief ontwerp aan te bieden. Bij een aantrekkelijk aanbod zal in een pilot de uitvoerbaarheid en toetsbaarheid moeten worden aangetoond.

Gelet op de meerwaarde die deze technieken kunnen hebben voor het oplossen van de knelpunten bij dijkversterkingen, wordt aanbevolen om voor beide innovaties een pilot uit te voeren gekoppeld aan een concreet project. De pilots zouden in twee stappen moeten worden uitgevoerd. Voorafgaand aan de daadwerkelijke pilot dienen marktpartijen uitgenodigd te worden om een verkennend ontwerp en een aanpak voor een pilot op te stellen. De resultaten uit de eerste stap zijn bepalend voor de opzet en het doorgaan van de pilot.

4 Conclusies

De volgende conclusies kunnen worden getrokken op basis van de uitgevoerde innovatiescan:

1. Er is ordegrootte 100 kilometer aan knelpunten waarvoor innovaties interessant zijn over 3-5 jaar. Dit biedt een interessant perspectief voor de markt om innovaties voor te ontwikkelen.
2. Er is een duidelijke match tussen innovaties en knelpunten te maken op basis van ondergrondprofielen.
3. Er is een helder beeld van welke innovaties (ordegrootte 10) de waterschappen als kansrijk zijn en interessant vinden om verder te ontwikkelen.
4. De innovaties bevinden zich in verschillende stadia van rijpheid: van sommige zal eerst moeten worden aangetoond dat de vereiste sterktebijdrage bij de realisatie toetsbaar is; andere zouden volgens ons direct kunnen worden toegepast.

We zien ook dat waterschappen enthousiast zijn om hiermee aan de slag te gaan. Maar daarmee zijn we er nog niet. De manier waarop je je aanbestedingsproces vormgeeft, is van belang om je innovaties daadwerkelijk een kans te geven. Na deze exercitie hebben we uitvoerig met diverse marktpartijen hierover gesproken. Daarbij bleek dat ondanks dit wenkend perspectief marktpartijen erg behoudend zijn omdat zij (nog) geen duidelijk proces zien waarbinnen innovaties een echte kans krijgen. Hier zal in deel 2 verder op ingaan.

Verantwoording

Dit project is gestart met het inventariseren van de innovaties die door de markt worden ontwikkeld. Samen met de innovatie-aanbieders zijn factsheets opgesteld die zijn besproken in een expert meeting, bestaande uit vertegenwoordigers van de overheid, kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Vervolgens is met de waterschappen die de grootste opgave hebben op het gebied van macrostabiliteit nader bekeken waar de knelpunten zich bevinden. De belangrijkste resultaten van de sessie waarin matches zijn gemaakt tussen knelpunten en kansrijke innovatieve oplossingen zijn in dit document opgenomen.

Het projectteam werd gevormd door:

Sonja Karstens	TKI Deltatechnologie/ Deltares
Ruud Termaat	Deltares
Andre Oldenkamp	TKI Deltatechnologie/ De Ruimte Advies
Huib de Bruijn	Deltares/ POV Macrostabiliteit
Nick Leung	Deltares
Arjen Ros	Copernicos Groep
Martin Schepers	Waterschap Rivierenland/ POV Macrostabiliteit
Erik Vastenburg	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Met bijdragen van onder meer

Joost Borgers	Waterschap Vallei & Veluwe
Paul Neijenhuis	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
Dirk van Schie	Hoogheemraadschap Schieland & de Krimpenerwaard
Jaap Stoop	Hoogheemraadschap Schieland & de Krimpenerwaard
Maurits van Dijk	Waterschap Drents Overijsselse Delta
Chris Sevink	Waterschap Rivierenland
Koos Saathof	Rijkswaterstaat
Patrizia Bernardini	Hoogwaterbeschermingsprogramma
Ellen Tromp	Hoogwaterbeschermingsprogramma/ Deltares
Helle Larssen	Deltares
Peter Kraaijenbrink	Deltares
Suzanne Stoorvogel	Deltares
Sien Kok	Deltares
Erwin de Jong	Geobest
Kees Dorst	Infram
Jan van Dijk	GMB
Christophe Bauduin	BESIX

Alle resultaten uit de gesprekken en de werksessies met de waterschappen en experts zijn vastgelegd in een database, die te bereiken is via de link:

<https://airtable.com/shryRscGLs1jieBFE>