



RWS BEDRIJFSINFORMATIE

Innovatie uit de markt, fase 2

eindrapportage

Datum 30 mei 2016
Status

Colofon

Uitgegeven door	werkgroep Innovatie uit de markt, POV Piping
Informatie	
Telefoon	
Fax	
Uitgevoerd door	Henk senhorst
Opmaak	
Datum	30 mei 2016
Status	
Versienummer	

Inhoud

Inleiding—6

1 Werkwijze van fase 2—7

- 1.1 Aanpak via drie sporen—7
 - 1.1.1 Spoor 1: bestaande innovaties—8
 - 1.1.2 Spoor 2: nieuwe innovaties—8
 - 1.1.3 Spoor 3: innovatiechallenge—8
- 1.2 Inrichting van het beoordelingsproces—9
 - 1.2.1 Selectie kansrijkheid—10
 - 1.2.2 1-uursgesprek—11
 - 1.2.3 Verdiepingssessie—11
 - 1.2.4 Vragenlijst—11
 - 1.2.5 Business case light—11
 - 1.2.6 Beoordeling—12
 - 1.2.7 Voorstel voor vervolg—12
- 1.3 Organisatie—12
- 1.4 Resultaat beoordeling—12
- 1.5 Leerervaringen—13

2 Resultaten van fase 2—14

- 2.1 Innovaties met een actief vervolg binnen POV of HWBP—14
 - 2.1.1 Beschrijving van de 13 innovaties met een actief vervolg binnen POV of HWBP—14
- 2.2 Innovaties zonder een actief vervolg in POV Piping of HWBP—17
- 2.3 Nu niet verder uit te werken innovaties—17

3 Voorstel voor vervolgactiviteiten binnen POV en HWBP—18

- 3.1 Inhoudelijke beschrijving vervolgactiviteiten—18
 - 3.1.1 Acties voor (projectgroep en IPM-team) POV Piping—18
 - 3.1.2 Nieuwe activiteiten binnen de POV Piping—18
 - 3.1.3 Nieuwe innovatieprojecten onder HWBP—18
- 3.2 Organisatie van vervolgactiviteiten: plan van aanpak fase 3—18
- 3.3 Aanbeveling aan de stuurgroep POV Piping—19

Bijlage A Selectie op kansrijkheid innovaties spoor 1—20

Bijlage B Selectie kansrijkheid innovaties spoor 2—22

Bijlage C Aspecten van de business case light—24

Bijlage D Leden van werkgroep en beoordelingscommissie; lijst van indieners—27

Bijlage E Lijst van niet binnen POV of HWBP actief te vervolgen innovaties—29

Bijlage F Lijst van nu niet verder uit te werken innovaties—30

Inleiding

Binnen de POV Piping loopt sinds 2014 verkenning 'Innovatie uit de markt'. De verkenning is opgedeeld in drie fases, die gaandeweg nader gedefinieerd worden.

Fase 1 is uitgevoerd in 2014. Een breed samengestelde werkgroep (waterbeheerders, adviesbureaus, aannemers, kennisinstellingen) heeft daarin aanbevelingen opgesteld om op een effectieve manier innovaties uit de markt binnen te halen voor de uitvoering van dijkversterkingsprogramma's. Hiervoor zijn de volgende drie innovatieve contract/inkoopvormen als kansrijk geïdentificeerd:

1. D&C contracten met een testfase voor innovaties;
2. PD&C contracten met concurrentiegerichte dialoog;
3. Precommercial Procurement (PCP) voor het gezamenlijk ontwikkelen van innovaties door waterbeheerders en marktpartijen.

De eerste twee vormen kunnen goed bij individuele dijkversterkingsprojecten worden toegepast. Een PCP-traject echter vergt meer coördinatie en organisatie, en kan beter in POV-verband verder uitgewerkt worden.

Fase 2 is gestart in september 2015 en heeft als doel om in een voorfase de mogelijkheden van een PCP-traject of een andersoortig actief vervolg te onderzoeken. Deze fase omvat twee hoofdactiviteiten¹:

- A. Een fase gericht op het **binnenhalen van nieuwe** ideeën om het pipingprobleem te verkleinen en vervolgens een
- B. Een **beoordelingstap** van **bestaande én nieuwe** ideeën voor innovatie en het inrichten van het vervolgproces opdat de kansrijke innovaties maximaal bevorderd worden.

Deze rapportage geeft een overzicht van de werkwijze en de inhoudelijke resultaten van fase 2, en eindigt met een voorstel voor vervolgactiviteiten dat ter besluitvorming is voorgelegd aan de stuurgroep POV Piping voor het inrichten van fase 3.

¹ Plan van aanpak 'Innovatie uit de markt, fase 2', 7 april 2015

1 Werkwijze van fase 2

1.1 Aanpak via drie sporen

In de periode september 2015-mei 2016 zijn in totaal 62 innovaties beoordeeld die een bijdrage zouden kunnen leveren aan het oplossen van het pipingprobleem. In het werkproces zijn drie sporen gevolgd die na elkaar gestart zijn, en deels elkaar hebben overlapt.

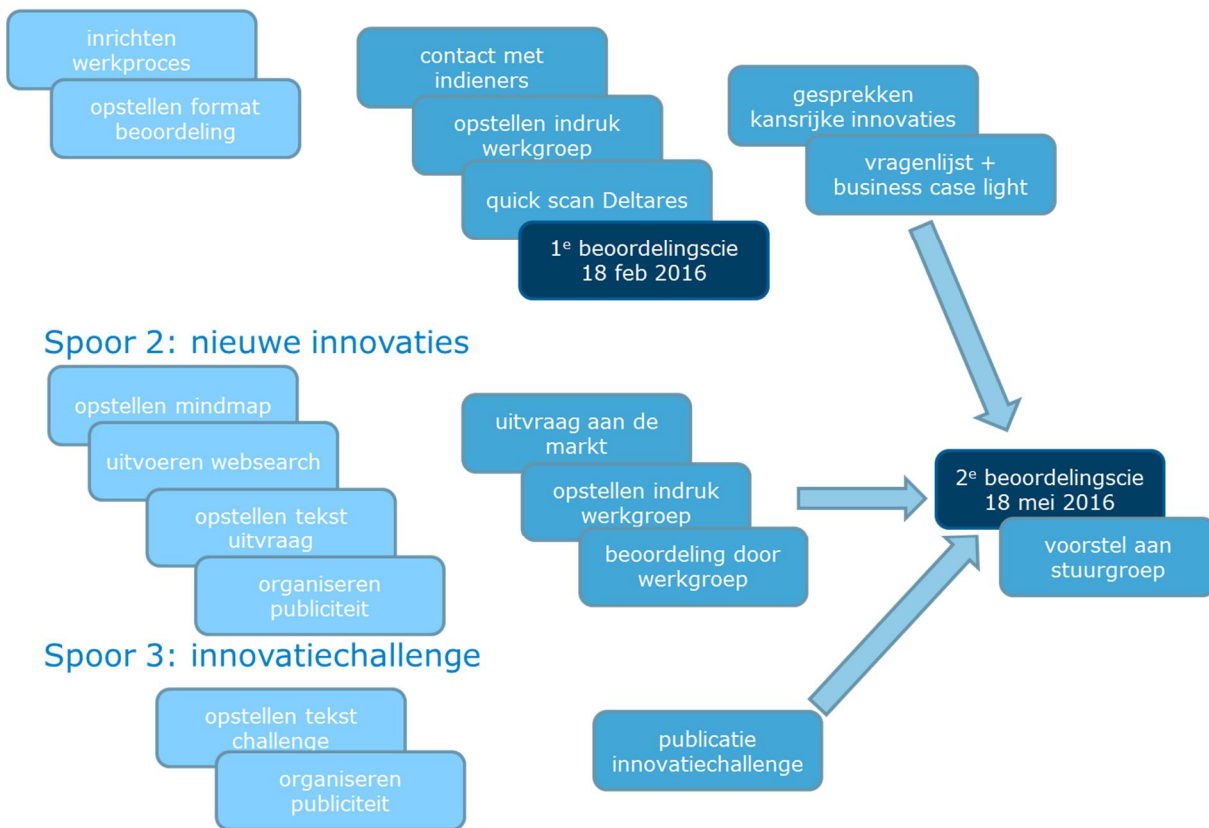
De activiteiten waren er op gericht om zoveel mogelijk innovaties op te halen, om open te staan voor vernieuwende ideeën en om zo ver mogelijk buiten ons eigen netwerk en bestaande relaties te komen. De beoordeling van de ingebrachte innovaties zou onbevooroordeeld moeten zijn en gelijkwaardig moeten zijn naar alle innovaties toe.

Bij aanvang van het project was de scope van de gezochte innovaties omschreven als 1) nieuwe anti-piping-technieken en 2) nieuwe technieken voor onderzoek bodem en grondwater om daarmee het pipingrisico op specifieke locaties beter in te kunnen schatten. Om meer focus in de scope aan te brengen heeft de werkgroep een mindmap opgesteld van alle binnen de POV Piping bekende oplossingen en oplossingsrichtingen voor piping. Hierbinnen zijn een aantal onderwerpen benoemd waarvan de inschatting was dat innovaties een grote toegevoegde waarde zouden kunnen hebben. Met een websearch is getracht inspirerende voorbeelden en suggesties op te halen om daarmee gericht de uitvraag aan partijen in te kunnen richten. Dit heeft geresulteerd in het benoemen van de volgende vier onderwerpen waarop specifiek nieuwe oplossingen gezocht worden:

- Voorspellen van piping
- Betere karakterisering van wellen, pipes, ondergrond en grondwaterstroming
- Oplossen van piping
- Servicen van een dijkvak

De hieronder geschetste werkwijze was niet op voorhand ontstaan maar is in de loop van het project ontstaan op basis van discussies in de werkgroep en met de beoordelingscommissie.

SPOOR 1: bestaande innovaties



1.1.1 *Spoor 1: bestaande innovaties*

Gedurende de looptijd van de POV zijn er 27 voorstellen vanuit de markt en vanuit waterbeheerders gekomen om innovaties verder uit te werken. De beoordeling van deze innovaties is gebruikt om het beoordelingsproces binnen het project in te richten.

1.1.2 *Spoor 2: nieuwe innovaties*

Om zoveel mogelijk nieuwe (ideeën voor) innovaties op te halen is een open oproep aan marktpartijen gedaan om innovaties naar voren te brengen. Deze oproep is zo breed mogelijk uitgezet waarbij er nadrukkelijk naar gestreefd is om partijen voorbij ons eigen netwerk te bereiken. De uitvraag aan de markt is gecommuniceerd via een persbericht en publicatie op (onder andere) Tendersnet, Topsector Water, RWS Zakelijk, MKB Infra, Nederland ICT, Bouwend Nederland, NL-ingenieurs. De reactieperiode liep van 3 februari tot 6 maart 2016.

Deze oproep heeft geresulteerd in 33 reacties van voornamelijk marktpartijen. De algemene indruk van de binnengekomen reacties is dat deze in de regel minder uitgebreid beschreven zijn dan innovaties uit spoor 1, en dat er nogal wat uitvoeringsvarianten van bestaande technieken ingediend zijn.

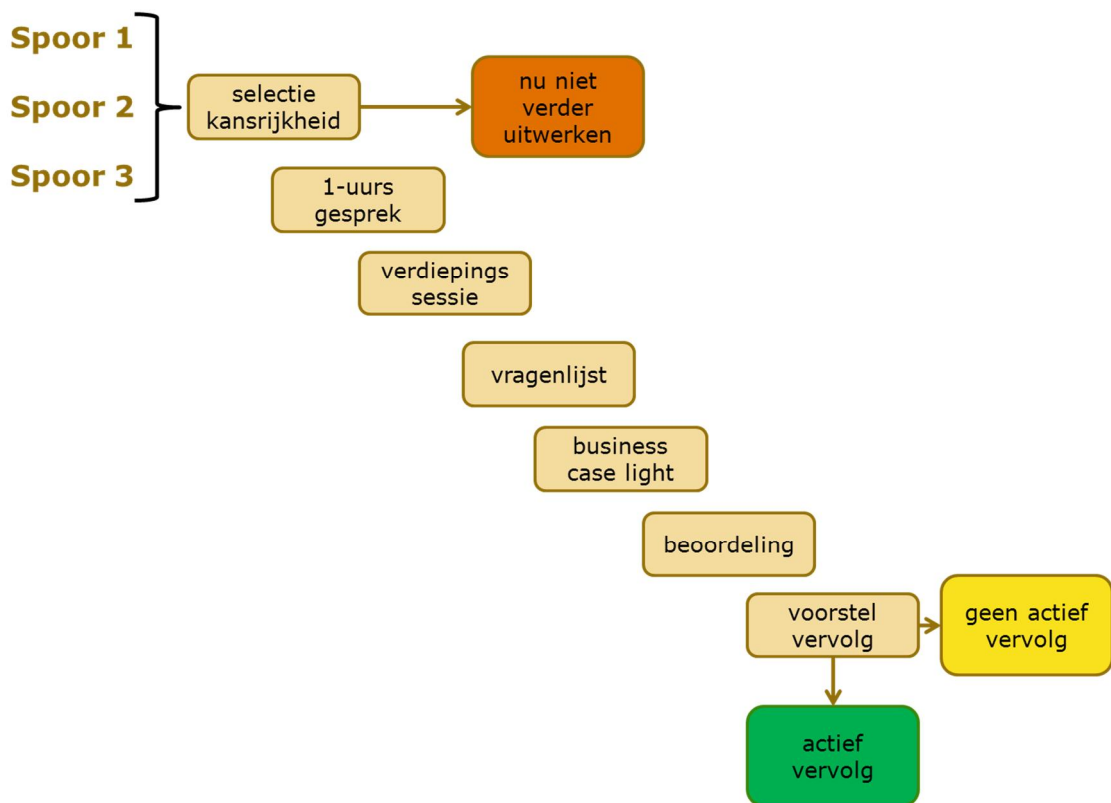
1.1.3 *Spoor 3: innovatiechallenge*

Om ook (ideeën voor) innovaties op te halen die meer conceptueel van aard zijn, en om ook de jongere generatie te betrekken bij het pipingprobleem is een innovatiechallenge onder studenten, start-ups en uitvinders georganiseerd. Er is een prijzengeld van € 1000-500-250 in het vooruitzicht gesteld voor een 1^e, 2^e en 3^e prijs. De innovatiechallenge is verspreid via docenten HBO (Rotterdam, HAN, Saxion, Van Hall, Amsterdam), docenten WO (alleen UT, TU Delft werkte niet mee),

innovatiecentra (TU Eindhoven, TUD, UT, EUR) en NOvU (Nederlandse orde van uitvinders). De reactieperiode liep van 16 maart tot 17 april 2016.

Er 2 reacties binnengekomen. Vanwege het aantal reacties heeft de werkgroep besloten om het prijzengeld niet uit te keren, maar om in plaats daarvan een verdiepende uitwerking van de ingebrachte ideeën op te zetten.

1.2 Inrichting van het beoordelingsproces



In het beoordelingsproces zijn de ingebrachte innovaties door de werkgroep en de beoordelingscommissie uiteindelijk ingedeeld in drie categorieën:

1. *Actief vervolg*: Innovaties die voldoende interessant zijn voor het toekomstige programma van op piping te versterken dijken en een actief vervolg krijgen binnen de POV Piping of HWBP. Deze innovaties zijn met een business case light beoordeeld op meerwaarde en rendement voor het programma dijkversterkingen. Twaalf innovaties zijn aangemerkt voor een actief vervolg. Daarnaast doet de werkgroep het voorstel voor een aanvullende activiteit.
2. *Geen actief vervolg*: Innovaties die met een business case light zijn onderzocht, maar die niet voldoende perspectief geven op generieke voordelen om een actief vervolg vanuit POV of HWBP te rechtvaardigen.
3. *Nu niet verder uitwerken*: Innovaties die te weinig aanknopingspunten boden om in dit project als kansrijke innovatie verder uit te werken. De werkgroep sluit zeker niet uit dat deze innovaties te zijner tijd tot nuttige toepassing kunnen komen, maar andere innovaties waren beter.

1.2.1 Selectie kansrijkheid

De ingebrachte innovaties zijn beoordeeld op vijf criteria:

- Onderbouwing werkingsprincipe
 - Is de (technische) werking van de innovatie als oplossing voor piping voldoende stevig onderbouwd?
- Inpasbaarheid in het waterbeheer
 - Past toepassing van de innovatie in de praktijk van de waterbeheerder (met name toetsing en ontwerp van waterkeringen)?
- Kansen voor commerciële toepassing
 - Kan de innovatie te zijner tijd toegepast worden als kansrijke aanbidding in aanbestedingstrajecten voor dijkversterkingen of dijkonderzoek waar piping een rol, speelt?
- Toepasbaarheid op korte termijn
 - Is de innovatie klaar voor commerciële toepassing?
- Drijvende kracht nodig voor ontwikkeling
 - Zijn er voldoende financiële en menselijke middelen aanwezig om ontwikkeling te kunnen volbrengen? Is er voldoende drive bij de indieners?

Voor de innovaties in spoor 1 is de informatiestroom als volgt gegaan:

- De werkgroep vult op basis van de over de innovatie beschikbare informatie een beoordelingsformulier op, en geeft haar indruk van de toepasbaarheid van de innovatie;
- De indiener krijgt de mogelijkheid om te reageren, waarna de werkgroep het formulier afrondt;
- Deltares voert een quick scan uit op aspecten die van belang zijn voor de toetsing van de innovatie op waterveiligheid. Hierbij stonden de vragen centraal: *Wat is er inhoudelijk nodig om tot veilige toepassing te komen? Wat is er nodig om de innovatie te kunnen toetsen aan de wettelijke eisen ten aanzien van waterveiligheid?*
- De leden van de beoordelingscommissie geven op basis van alle informatie eerst in een schriftelijke ronde ieder hun score op de vijf criteria en geven antwoord op twee aanvullende vragen : *1) Wat is de meeste logische volgende stap in de ontwikkeling van deze innovatie?, 2) Hoe schat u de kansen in dat deze innovatie tot commerciële toepassing gebracht kan worden voor waterkeringen waar piping een rol speelt?*
- Op basis van de reacties van de individuele leden heeft de beoordelingscommissie plenair een selectie gemaakt van wat zij de meest kansrijke innovaties achtte. Bepalend hierbij waren de elementen:
 - Een hoge gemiddelde score op de vijf criteria. De innovaties zijn gerankt op basis van de som van de gemiddelde scores (waarden tussen 0 en 15). Het resultaat van de ranking is opgenomen in Bijlage A;
 - Een overwegend positieve beantwoording van de twee aanvullende vragen. Voor de hoogst gerankte innovaties bleek tot en met een somwaarde van 8,3 de beantwoording van de twee aanvullende vragen positief uit te vallen. Daarom is deze waarde gehanteerd als afkapwaarde voor de selectie.
 - Op basis van het persoonlijk oordeel van leden van de commissie is een beperkt aantal innovaties onder de afkapwaarde toch als kansrijk beoordeeld.

De term 'kansrijk' heeft betrekking op het interne proces, en moet begrepen worden als: met een grote waarschijnlijkheid dat er in de loop van het project tot een positief vervolg besloten kan worden. Het begrip wordt uitsluitend gebruikt om de

aandacht in het project te richten op de meest kansrijke innovaties. Dit betekent niet dat als niet-kansrijk beoordeelde innovaties niet tot toepassing kunnen komen, of een bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van het pipingprobleem.

Het werkproces in spoor 2 wijkte enigszins af van de werkwijze in spoor 1:

- de indieners hebben zelf het reactie/beoordelingsformulier ingevuld;
- de quick scan door Deltares is achterwege gelaten omdat grosso modo de hiervoor benodigde informatie ontbrak;
- de werkgroep heeft in eerste instantie de beoordeling en selectie op kansrijkheid uitgevoerd en voorgelegd aan de beoordelingscommissie, die hier inhoudelijk mee akkoord is gegaan. In bijlage B zijn de innovaties uit spoor 2 te vinden gerankt op de som van de score van de vijf criteria.

In spoor 3 zijn de reacties op de innovatiechallenge zonder verdere bewerking of aanvulling aan de beoordelingscommissie voorgelegd.

1.2.2 *1-uursgesprek*

Met de indieners van de kansrijke innovaties (uit spoor 1) is in eerste instantie een 1-uurs gesprek gehouden. Naast kennismaking met indieners en innovatie was dit gesprek gericht op het peilen van de belangstelling van indieners voor het deelnemen aan het vervolgproces.

1.2.3 *Verdiepingssessie*

Enkele weken later is met de indieners die dat wilden een verdiepend gesprek gevoerd op een aantal issues die door de indieners aangedragen zijn. Een belangrijk element in deze gesprekken was het preciezer vaststellen van ontwerp en dimensionering en (daarmee) het toepassingsgebied van de innovatie.

1.2.4 *Vragenlijst*

Vervolgens hebben de indieners een vragenlijst ingevuld waarin zij zo precies mogelijk hebben aangegeven hoe zij aankeken tegen:

- A. route om tot commerciële introductie te komen
 - a. concretisering tot full scale ontwerp
 - b. risico's in het ontwikkeltraject
 - c. kosten van het ontwikkeltraject
- B. meerwaarde en rendement van de innovatie
 - a. toepassingsgebied van de innovatie
 - b. samengaan met oplossen van macrostabiliteit
 - c. meerwaarde ten opzichte van bestaande technieken
 - d. rendement voor het programma HWBP
- C. organisatorische aspecten
 - a. eigen initiatief indiener
 - b. ondersteuning gevraagd vanuit waterbeheerder, POV Piping en/of HWBP

1.2.5 *Business case light*

Op basis van de ingevulde vragenlijst en alle overigens verkregen informatie heeft de werkgroep voor de als kansrijk geselecteerde innovaties een business case light opgesteld. De centrale vraag hierbij was of het de moeite loont om te investeren (in geld en in inzet vanuit waterbeheer) in een innovatie, oftewel: of de baten tegen de kosten opwegen. Hierbij is het perspectief gekozen van het programma van versterkingen van op piping afgekeurde dijken zoals dat na toepassing van de nieuwe pipingregel vanaf 2017 verwacht wordt. Het economisch rendement is uitgangspunt voor de beoordeling, maar andere meerwaarden als een betere (= ruimtelijke inpassing, milieu/duurzaamheid, minder hinder, minder invloed op hydrologie) of snellere dijkversterking worden hierin ook meegenomen.

Voor het opstellen van de business cases licht zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd die in bijlage C nader worden toegelicht.

1.2.6 *Beoordeling*

Op basis van de business cases hebben werkgroep en beoordelingscommissie beoordeeld of een actief vervolg van de innovatie in POV Piping of HWBP nodig of gewenst is. Hierbij zijn de resultaten van de business case gebruikt, en is gestreefd naar een afgewogen en robuuste redenering. Hierbij is nadrukkelijk de stelling aangehouden dat ook innovaties die geen actief vervolg krijgen binnen POV Piping of HWBP wel degelijk, in specifieke omstandigheden of in specifieke projecten, hun meerwaarde kunnen hebben, en tot toepassing kunnen komen.

1.2.7 *Voorstel voor vervolg*

Voor elk van de innovaties met een actief vervolg binnen POV Piping en/of HWBP is aangegeven welk type vervolgvorming het meest gepast lijkt. Dit voorstel is opgenomen in paragraaf 3.1 en is ter besluitvorming voorgelegd aan de stuurgroep van de POV Piping, bijeenkomst 7 juni 2016.

1.3 **Organisatie**

Voor de uitvoering van fase 2 is een werkgroep ingericht vanuit waterbeheerders, Taskforce deltatechnologie en Deltares. De samenstelling van de werkgroep is te vinden in bijlage D. De deelnemers hebben elk 200 uur inzet toegezegd. Het uitvoeren van het project vergde een intensief proces, met veel onderling overleg, verwerken van ingebrachte informatie, voeren van gesprekken met indieners en het komen tot een gedragen eindresultaat. Uitvoering van het project bleek mogelijk door een strakke tijdsplanning aan te houden en agenda's van de leden vroegtijdig te blokken. Activiteiten van de werkgroep betroffen het ordenen van het pipingprobleem (samen met IPM-team en projectgroep POV Piping), het inrichten van het beoordelingsproces, het organiseren van de interne informatiestroom, het opzetten van externe publiciteit, het opstellen van een voorstel voor vervolg en het terugkoppelen naar de indieners.

Om bij het beoordelen van de innovaties een brede en onbevooroordeelde blik aan te houden is een beoordelingscommissie georganiseerd. De samenstelling hiervan is eveneens in bijlage D te vinden.

Naast de beoordeling van de individuele innovaties heeft de beoordelingscommissie in haar onderlinge discussie een aantal overwegingen meegegeven die behulpzaam waren bij de inrichtingen van het project. Zo benadrukte de commissie de noodzaak voor een goed ontwerp en dimensionering van de innovaties, plaatste zij haar kanttekeningen bij het al te strict oordelen op basis van kostenschattingen, en bracht zij regelmatig ervaringen uit het bredere werkveld van de GWW-sector in. Daarnaast gaf ze als aandachtspunten voor de vervolgfase mee om de innovaties goed te volgen, en te borgen dat ze daadwerkelijk tot implementatie komen. Naar de mening van de beoordelingscommissie is het hierbij van waarde dat een onafhankelijke, externe adviesgroep mee blijft kijken en met name op beslismomenten in het innovatieproces (bijvoorbeeld afronding van pilots en proeven) haar inbreng kan leveren ten aanzien van te nemen vervolgstappen.

De indieners van de innovaties toonden een grote betrokkenheid en hebben in het beoordelingsproces een flinke bijdrage geleverd om de door de werkgroep gevraagde informatie ook daadwerkelijk aan te leveren.

1.4 **Resultaat beoordeling**

De 62 ingebrachte innovaties zijn beoordeeld op rijpheid en kansrijkheid en uiteindelijk in een van de volgende drie categorieën geplaatst:

1. *Actief vervolg*: Twaalf innovaties zijn aangemerkt voor een actief vervolg. Daarnaast doet de werkgroep het voorstel voor een aanvullende activiteit.
2. *Geen actief vervolg*: Acht innovaties zijn met een business case light onderzocht en lijken te weinig generieke voordelen op te leveren om een actief vervolg vanuit POV Piping of HWBP te rechtvaardigen.
3. *Nu niet verder uitwerken*: Veertig innovaties zijn op in deze categorie terecht gekomen. Het is zeker niet uit te sluiten dat deze innovaties te zijner tijd tot nuttige toepassing kunnen komen, maar andere innovaties waren beter.

1.5 Leerervaringen

- Gesprekken met indieners geven veel inzicht in achtergrond, mogelijkheden en onmogelijkheden van innovaties;
- Het gezamenlijk aanscherpen van het toepassingsgebied van een innovatie is een onmisbare en cruciale stap in het beoordelingsproces;
- Het maken van goede kostenvergelijkingen van technieken is erg lastig. Voorzichtigheid dient betracht te worden in het trekken van conclusies;
- Het beoordelen van innovaties vergt een intensief traject, waarbij ook actieve betrokkenheid vanuit probleemeigenaar nodig is;
- Zoveel mensen, zoveel meningen over een innovatie. Door alle verschillende perspectieven te betrekken in het oordeel over een innovatie kom je langzaam maar zeker tot een conclusie over de volgende stap.
- Onafhankelijk en deskundig extern oordeel is zeer waardevol en houdt het beoordelingsproces open.
- De selectie op kansrijkheid lijkt in het voordeel te werken van de rijpere technieken. Hier is in de regel meer informatie over beschikbaar hetgeen blijktbaar tot een positiever oordeel leidt.
- De investering die marktpartijen zullen doen voor de verdere ontwikkeling van door hun ingebrachte, voor piping interessante innovaties zal zich veelal beperken tot een in-kind bijdrage. Als er externe kosten gemaakt moeten worden (bijvoorbeeld: labtesten, veldproeven, aanvullende berekeningen), wordt er toch veelal naar de waterbeheerder gekeken.
- Omdat elke innovatie anders is, kan het hanteren van formats slechts een beperkt hulpmiddel zijn in het beoordelen van innovaties. Uiteindelijk gaat het er om om iedere innovaties op zijn eigen merites te beoordelen.
- Op veel pipinggevoelige locaties zijn ook problemen met macrostabiliteit. In het beoordelen van innovaties moet hier voldoende aandacht voor zijn.

2 Resultaten van fase 2

2.1 Innovaties met een actief vervolg binnen POV of HWBP

Deze innovaties zijn interessant genoeg (generiek kostenvoordeel, voldoende groot areaal, geen grote risico's voorzien) om actief door POV opgepakt en verder gebracht te worden.

1. Prolock B: kunststof scherm met zanddicht filter
2. Trisoplast: kwelscherm uit zand-bentoniet-polymeer mengsel
3. SoSeal: injectietechniek voor ondoorlatende zandlagen
4. Grof zand barrière: sleuf grof zand stopt ontwikkeling pipe
5. ISAC Piping: in situ meettechniek voor doorlatendheid bodem
6. Infrarood: meettechniek voor opsporen pipinggevoelige plekken
7. Stochastisch en onverzadigd rekenen: verbeterde grondwatermodellering
8. DMC: drainage door middel van gestuurde boring
9. Aanbrengmethode filterscherm: inbrengmethode voor VZG
10. Pipingontspanner: drainagetechniek met kwelkade
11. Roerloos aanbrengen VZG: inbrengmethode voor VZG
12. Geofysische karteringstechnieken: uitwerken tot een meetstrategie
13. Aanvullingen op Sellmeijer: handvaten voor de waterbeheerder

2.1.1 Beschrijving van de 13 innovaties met een actief vervolg binnen POV of HWBP

03 Prolock B is een kunststofschermscherm uit gerecycled PVC met een ingebouwd zanddicht filter. De techniek kan dienen als een inbrengmethode voor verticaal zanddicht geotextiel (VZG). Een beperkte inspanning is nog nodig voor de juiste dimensionering van het filterscherm, en om de geschikte inbrengtechniek vast te stellen (trillen, voorboren of evt. inspoelen). De business case laat geen generieke kostenvoordelen zien ten opzichte van de in ontwikkeling zijnde VZG-technieken. Daarom lijkt verdere ontwikkeling pas zinvol zodra VZG uitontwikkeld is en er behoefte is aan alternatieve inbrengtechnieken. De werkgroep beveelt aan om Prolock B actief te volgen en de uitwerking van deze techniek verder op te pakken zodra VZG een geaccepteerde waterveiligheidsoplossing blijkt te zijn.

04 Trisoplast is een waterdicht mengsel van zand, bentoniet en polymeer dat reeds geruime tijd toegepast wordt voor de afdichting van stortplaatsen. De techniek wordt nu aangeboden in een verticale uitvoering waarbij het tot 8 meter diep als kwelscherm aangebracht wordt. Hiervoor moeten nog de maakbaarheid (in eigen ontwikkeling van de aanbieder) en de robuustheid van de techniek aangetoond worden. De business case laat zien dat er generieke kostenvoordelen verwacht kunnen worden. De werkgroep beveelt aan om Trisoplast op te nemen in een innovatief HWBP project waarin de maakbaarheid bij een waterkering, de bestendigheid van het product tegen deformaties en eventuele milieuaspecten worden onderzocht.

05 SoSeal is een injectietechniek waarbij neerslag producten van aluminiumverbindingen en organisch materiaal de waterdoorlatendheid van zandlagen sterk verminderen. Het kan toegepast worden om dunne zandlagen af te sluiten of als kwelscherm. De techniek bevindt zich in het onderzoeksstadium (STW onderzoek, pilot Veerse Dijk (WSRL)). De beheersbaarheid van het proces en de in de praktijk te bereiken minimale ondoorlatendheid zijn belangrijke parameters. Een potentieel groot voordeel van de techniek is dat kabels en leidingen wellicht kunnen blijven liggen, met bijbehorende besparingen in kosten en doorlooptijd van

dijkversterkingen. De business case geeft aan dat wellicht ook nog kostenvoordelen mogelijk zijn. De werkgroep beveelt aan om de ontwikkeling van de techniek actief te volgen vanuit de POV, en om na afloop van de pilot Veerse Dijk te kijken welke vervolgstap gewenst is.

10 Grof zand barrière wordt als een dunne sleuf gegraven tot 8 meter diepte. In de pipinggevoelige zandlaag wordt de sleuf gevuld met een grove zandsoort. Een zich ontwikkelende pipe zal stoppen bij het grove zand. In de deklaag wordt de sleuf gevuld met afdichtende klei. Er zijn nog diverse schaaltesten noodzakelijk om de techniek toe te kunnen passen voor waterveiligheid. De techniek is eenvoudig, lijkt breed inzetbaar en lijkt kostenvoordelen op te kunnen leveren. De werkgroep beveelt aan om de ontwikkeling van de techniek actief ter hand te nemen in een innovatief HWBP-project waarin de geschiktheid als waterveiligheidsoplossing aangetoond moet worden. Waterschap Rivierenland verkent momenteel een dergelijk project voor toepassing van de grof zand barrière bij Vianen.

17 ISAC Piping is een onderzoeksmethode waarmee in-situ in de ondergrond de waterdoorlatendheid van bodemlagen bepaald kan worden. Hiermee wordt een 3D-ondergrondmodel gebouwd waarin de anisotropie van de bodem verwerkt is, en waarmee een realistischer beeld van het pipingrisico verkregen wordt. De methode is reeds in een POV verkenning op één locatie toegepast. Hieruit kwam naar voren dat een lichtere dijkversterking mogelijk was. De werkgroep acht de techniek geschikt voor het accuraat vaststellen van het pipingrisico op locatie, en beveelt de POV aan om actief te zoeken naar meer cases, waardoor de meerwaarde van de methode beter naar voren kan komen.

23 Infraroodmeettechniek is een beschikbare methode voor het bepalen van minieme temperatuurverschillen van grond- en/of wateroppervlakken. Hiermee kunnen kwelplekken achter dijken eenvoudig opgespoord worden. De toepassing van de meettechniek voor het bepalen van het pipingrisico op specifieke locaties dient nog ontwikkeld te worden. De werkgroep beveelt aan dat de POV een verkenning start waarin onderzocht wordt hoe de infrarood meettechniek c.q. het opsporen van kwelplekken een plaats kan krijgen in een meetstrategie voor het vaststellen van het pipingrisico. Hieruit moet de meerwaarde van de techniek in termen van kosten, nauwkeurigheid of snelheid blijken.

26 Stochastisch en onverzadigd rekenen betreft een aangepaste rekenkern in grondwatermodellering die een realistischere beschrijving van tijdsafhankelijke grondwaterstromingen lijkt te kunnen geven. Vanwege de generieke verbetering die hieruit voort kan vloeien beveelt de werkgroep de POV aan om een verkenning op te starten waarin de precieze modeltechnische meerwaarde blijkt. Tevens moet dan vastgesteld worden tot welke voordelen dit kan leiden voor het programma van dijkversterkingen.

31 Piping CSI betreft een totaalconcept waarin op basis van diverse typen informatiebronnen en meetresultaten een 3D-ondergrondmodel wordt opgebouwd. Het bij elkaar brengen van de informatie is nieuw, lijkt weinig risico's met zich mee te brengen maar heeft wel de kans in zich op een scherper vaststellen van het risico op piping. De werkgroep beveelt de POV aan om op zoek te gaan naar een eerste case waar deze methode toegepast kan worden.

39 DMC-techniek wordt momenteel in de verkenning bij Veessen uitgetest. Deze pilot moet uiteindelijk leiden tot ontwerp- en toetsregels waarmee deze drainagetechniek een geschikte waterveiligheidsoplossing kan worden. Om te borgen dat deze innovatie ook daadwerkelijk wordt toegepast is het wenselijk dat de POV op dat moment actief de introductie van deze techniek volgt en, indien nodig,

aanvullende activiteiten ontplooit. Dit past in een programma waarmee de POV de ontwikkelde innovaties overdraagt aan dijkversterkingsprojecten.

46 Aanbrengmethode filterscherm, waarbij het zanddicht geotextiel door middel van plaatvormige lanssen in de grond gebracht wordt, kan een nuttige aanvulling op de nu bekende technieken voor het inbrengen van VZG. De werkgroep beveelt aan om deze techniek verder uit te werken zodra VZG een geaccepteerde waterveiligheidsoplossing blijkt te zijn.

53 Pipingontspanner bestaat uit verticale bronnen achter de dijk die in combinatie met een kwelkade leiden tot een gecontroleerde afvoer van kwelwater en het verhang over de kering reduceren. Het is een oplossing die met name geschikt lijkt in combinatie met natuurontwikkeling. De werkgroep acht het wenselijk dat deze drainagetechniek opgenomen wordt in de lopende POV-verkenning 'Drainage in de verkenningen'.

54 Roerloos aanbrengen van VZG kan zonder grondverzet of zware machines zanddicht geotextiel in de grond gebracht worden. Dit kan een nuttige aanvulling zijn op de nu bekende technieken voor het inbrengen van VZG. De werkgroep beveelt aan om deze techniek verder uit te werken zodra VZG een geaccepteerde waterveiligheidsoplossing blijkt te zijn.

Op het gebied van **geofysische karteringstechnieken** zijn er meerdere innovaties aangeboden die, hoewel inhoudelijk interessant en relevant geacht, geen van allen voldoende doordacht leken om individueel tot toepassing te brengen voor het onderzoek naar het pipingrisico op locatie. Met name de wijze waarop de verkregen resultaten ingepast kunnen worden in de pipinganalyse was veelal slecht uitgewerkt. Omdat herkend wordt dat deze technieken zeker wel een toegevoegde waarde kunnen hebben beveelt de werkgroep de POV aan om een activiteit te starten rondom geofysische karteringstechnieken waarbij 1) een inventarisatie gemaakt wordt van beschikbare, vlakdekkende technieken en hun sterke en zwakke punten, en waarbij 2) op basis van combinaties met andere (nieuwe/bestaande) technieken voor het karakteriseren van de ondergrond nieuwe meetstrategieën ontwikkeld worden.

Dit onderwerp is een door de werkgroep geformuleerde combinatie van de (individueel niet als kansrijk geachte) innovaties 30 Seismisch luisteren, 42 Productwijzer geofysica, 57 Thermische infraroodbeelden met drones, 58 Passieve radiometrie en 59 Spectraalanalyse.

Om het gat te dichten tussen theorie en praktijk stelt de beoordelingscommissie voor om een **brede verkenning uit te voeren naar theoretische beschrijvingen en modellen van het pipingproces die aanvullend op de rekenregels van Sellmeijer gebruikt kunnen worden**. Door de praktische toepassing voor ogen te houden, moet hierdoor het handelingsperspectief van de waterbeheerder vergroot worden. Hierbij moet gedacht worden aan vuist- of rekenregels voor omstandigheden waar de theorie achter 'Sellmeijer' geen rekening houdt, zoals tijdsafhankelijke effecten, gelaagde bodemopbouw. Dit onderwerp is een door de beoordelingscommissie geformuleerde invulling van het in de innovatiechallenge ingebrachte idee 61 'Shields-Darcy, een alternatief pipingmodel'.

In Hoofdstuk 3 is aangegeven hoe het vervolgproces voor deze innovaties ingericht zou kunnen worden.

2.2 Innovaties zonder een actief vervolg in POV Piping of HWBP

Deze innovaties zijn middels een business case light onderzocht, maar bleken niet interessant genoeg voor POV en/of HWBP verder uit te werken. Vaak bleek dat de generieke meerwaarde veelal wel meerwaarde in specifieke omstandigheden mogelijk.

- 03 Prolock A: kunststof kwelscherm
- 13 Inspoelen van slib: vergroten intree weerstand voorland
- 14 Woelen en ploegen van slib: vergroten van intree weerstand voorland
- 18 Aardvark: in situ meettechniek doorlatendheid bodem
- 33 MIP-kwelscherm: bestaande methode om kwelschermen aan te brengen
- 38 Bentoniet als afdichting waterbodem: vergroten intree weerstand voorland
- 45 Waterdoorlatende damwand: stalen damwand met zanddicht filter
- 50 Bentonietmatten voor intree weerstand: vergroten weerstand voorland

Bijlage E bevat de lijst met innovaties die in het project onderzocht zijn en waar geen actief vervolg voor voorgesteld wordt, en vermeldt ook de reden hier voor.

2.3 Nu niet verder uit te werken innovaties

Voor deze innovaties geeft de voorhanden zijnde informatie te weinig aanknopingspunten om ze nu (al) verder te onderzoeken. De ingebrachte innovaties kunnen wellicht van waarde zijn voor oplossen van het pipingprobleem, maar andere innovaties lijken kansrijker. Bijlage F geeft de lijst van innovaties.

Door de werkgroep is geconstateerd dat minder rijpe ideeën veelal ook als minder kansrijk worden beoordeeld. Dit lijkt te maken te hebben met het goed voor ogen kunnen krijgen van hoe een innovatie kan werken, en hoe dat het pipingprobleem helpt oplossen. Dit hoeft niet erg te zijn (we hebben immers voldoende innovaties om mee door te gaan) maar roept wel de vraag op of het gevolgde selectieproces wel voldoende vernieuwing naar voren heeft gebracht. Hoe vind je de innovaties die pas op langere termijn van belang kunnen worden?

Het is de wens van de werkgroep om de verkregen informatie over alle 62 ingebrachte innovaties beschikbaar te houden voor later gebruik. Gebruik binnen de POV is in ieder geval mogelijk, maar om ook externe partijen de ingebrachte ideeën te kunnen aanreiken of verbeteren is het nodig om de toestemming te hebben van de betreffende indieners uit spoor 1. Hier zal nog actie op ondernomen moeten worden.

3 Voorstel voor vervolgactiviteiten binnen POV en HWBP

3.1 Inhoudelijke beschrijving vervolgactiviteiten

Om de betekenis van de innovaties uit paragraaf 2.1 te verzilveren voor het programma van op piping gerichte dijkversterkingen zijn onderstaande activiteiten gewenst. Deze activiteiten zijn opgenomen in een voorstel dat ter besluitvorming is voor gelegd aan de stuurgroep POV Piping van 7 juni 2016.

3.1.1 Acties voor (projectgroep en IPM-team) POV Piping

1. Actief volgen van de ontwikkeling van SoSeal;
2. Een waterbeheerder zoeken die ISAC Piping toe gaat passen;
3. Een waterbeheerder zoeken als eerste toepasser van Piping CSI;
4. Na afloop van de pilot DMC bij Veessen actief de toepassing van de techniek bevorderen bij dijkversterkingsprojecten;
5. Na afloop van de VZG pilot Willemspolder bekijken of de technieken Prolock B, 'aanbrengmethode filterscherm' en 'roerloos aanbrengen VZG' actief bevorderd moeten worden;
6. Opnemen van de Pipingontspanner als uitvoeringsvariant in de lopende verkenning 'Drainage in de verkenningen'.

Deze acties behoeven geen projectmatige, maar wel een planmatige uitwerking: Anticiperen, voorbereiden, voorkomen wachttijden, aansluiten op lopende activiteiten POV, kortom: zorgen dat het innovatieproces gestaag door blijft lopen.

3.1.2 Nieuwe activiteiten binnen de POV Piping

7. Haalbaarheidsstudie infraroodbeelden;
8. Haalbaarheidsstudie stochastisch en onverzadigd rekenen;
9. Verkenning geofysische karteringstechnieken;
10. Verkenning 'Aanvullingen op Sellmeijer'.

Deze activiteiten kunnen uitgevoerd worden binnen Innovatie uit de markt, fase 3. Hiervoor is reeds budget gereserveerd.

3.1.3 Nieuwe innovatieprojecten onder HWBP

11. Innovatief project voor het testen en eerste toepassing van Trisoplast
12. Innovatief project voor het verder ontwikkelen en eerste toepassing van de grof zand barrière

Vanuit de POV kan bevorderd worden dat de aangesloten waterbeheerders serieus kijken naar de mogelijkheden om deze twee technieken te testen/ontwikkelen en op full scale toe te passen. Hiervoor kan een zogenaamd artikel 15 project onder de HWBP-regeling gestart worden.

3.2 Organisatie van vervolgactiviteiten: plan van aanpak fase 3

Om te borgen dat de gewenste vervolgactiviteiten daadwerkelijk uitgevoerd worden is het aanbevelenswaardig om een omvattend plan van aanpak op te stellen. Het PvA geeft een nadere beschrijving van de activiteiten zoals hierboven omschreven.²

² Ook opgenomen moet worden: verdiepingssessie grondpipingnet als resterende actie uit de innovatiechallenge.

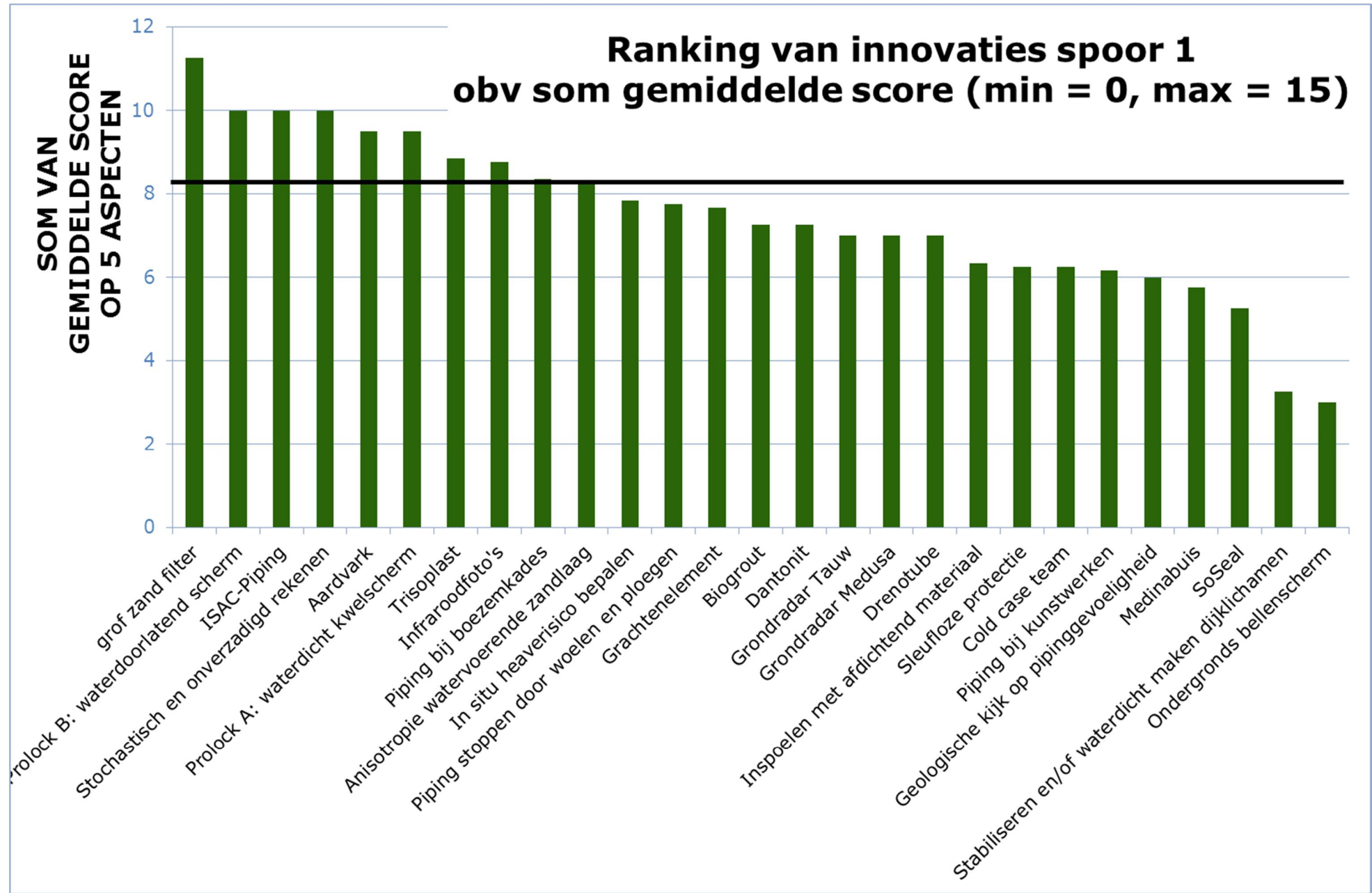
Het plan van aanpak moet tevens bevatten:

- Een agenda/planning van activiteiten en acties tot aan einde POV (dec 2017) om de doorloop van activiteiten te borgen;
- Het benoemen van een trekkend persoon voor elke activiteit;
- Beschrijving van het benodigde budget;
- De relatie/afstemming met POV-Macrostabieliteit is beschreven;
- De relatie met de borging van de resultaten POV activiteiten is beschreven. Wellicht kan een generieke werkwijze worden gebruikt;
- De rol van een eventuele adviesgroep is beschreven;
- Het beschikbaar houden van de in fase 2 verkregen info is beschreven. Wellicht kan hierbij aangesloten worden bij generieke activiteiten binnen POV of HWBP;
- Er wordt aangegeven hoe de resultaten van fase 2 gebruikt worden in de communicatie van de POV om een permanente aandacht voor innovatie-initiatieven vanuit de markt te houden.

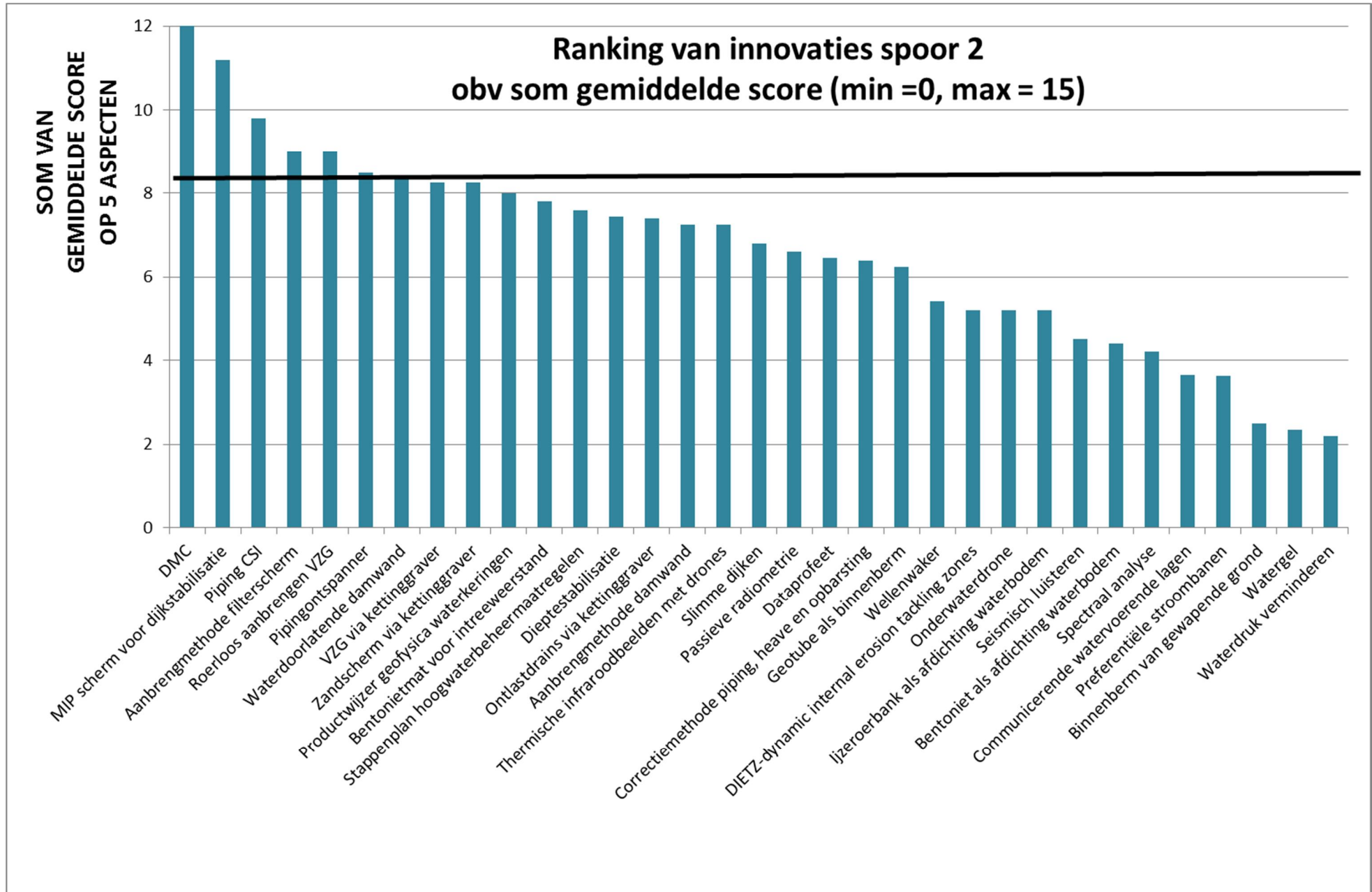
3.3 Aanbeveling aan de stuurgroep POV Piping

De werkgroep beveelt de stuurgroep aan om de programmanager POV opdracht te geven tot het opstellen van het plan van aanpak en om dit zo spoedig mogelijk ter besluitvorming voor te leggen.

Bijlage A Selectie op kansrijkheid innovaties spoor 1



Bijlage B Selectie kansrijkheid innovaties spoor 2



Bijlage C Aspecten van de business case light

In de business case light wordt voor elke kansrijke innovatie dieper ingegaan op:

1. Toepassingsgebied (obv. ontwerp en met name dimensionering van de innovatie;
2. Onderbouwing van kosten voor ontwikkeling en full scale toepassing;
3. Meerwaarde en rendement voor het programma van dijkversterkingen;
4. Route om tot commerciële introductie te komen.

De business case 'light' wordt door de werkgroep opgesteld, maar een groot deel van de informatie hiervoor is afkomstig van de indieners. Hiertoe is een vragenlijst opgesteld die in 44 vragen de verschillende aspecten benoemt.

Werkwijze

Voor het opstellen van de business cases light heeft de werkgroep een format opgesteld om tot een gelijkwaardige beoordeling van alle kansrijke innovaties te komen. Dit luistert met name nauw op de aspecten 1, 2 en 3. De methode die bij het invullen van deze aspecten is gehanteerd wordt hieronder kort toegelicht.

Aspect 1. Toepassingsgebied

Het toepassingsgebied is vastgesteld op basis van een nadere afbakening en dimensionering van de innovatie: hoe ziet de innovatie voor een bepaalde toepassing er nu precies uit. Wat zijn de dimensies van de innovatie, bij welke bodemopbouw kan hij wel/niet toegepast worden, wat zijn maatgevende criteria? Dit is grotendeels samen met de indieners vastgesteld in de verdiepingsgesprekken. Op basis van de omschrijving van het toepassingsgebied heeft de werkgroep het maximale areaal van dijkversterking vastgesteld waarvoor de innovatie ingezet zou kunnen worden. Maximaal, omdat de innovatie er in principe geschikt voor is, maar vanwege lokale overwegingen kan altijd gekozen worden voor een andere oplossing (bestaande techniek, of een concurrerende innovatie).

Voor het vaststellen van het maximale areaal zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. De totale omvang van het areaal aan op piping te versterken dijken bedraagt 600 km. Deze waarde is gebaseerd op het rapport 'Consequentieanalyse nieuwe rekenregel piping', Arcadis 2012. Hierin is geïnterviewd hoeveel dijken in de toetsronde vanaf 2017 naar verwachting afgekeurd gaan worden door toepassing van de nieuwe pipingregel. Dit rapport komt uit op 540 kilometer. Omdat in de volgende toetsronde ook gewerkt gaat worden met de nieuwe normering wordt het areaal nog wat groter. De werkgroep acht 600 km een goede schatting.
2. Dijken worden vaak niet op slechts één faalmechanisme afgekeurd maar op meerdere. Voor piping is een samengaan met macrostabiliteit erg belangrijk. Op basis van het beeld van de derde toetsronde en de resultaten van het project VNK schat de werkgroep dat samengaan met macrostabiliteit in 60% van de gevallen aan de orde is. De overige 40% wordt verondersteld uitsluitend een piping probleem te hebben.
3. De verdeling van het geconstateerde kwelweglengtetekort (als maat voor het pipingprobleem) van de afgekeurde dijkvakken wordt als volgt genomen (obv 'consequentieanalyse':

Totaal	Kwelweglengte tekort meer dan 10 m	Kwelweglengte tekort meer dan 25 m	Kwelweglengte tekort meer dan 50 m	Kwelweglengte tekort meer dan 100 m	Kwelweglengte tekort meer dan 200 m
100%	90%	77%	53%	21%	2%

4. Voor de verdeling van de deklaagdikte over de afgekeurde locaties wordt uitgegaan van:

Dikte deklaag minder dan 2 m	39%
Dikte deklaag meer dan 2 m	61%

5. De aanwezigheid van bebouwing wordt als volgt verdeeld verondersteld:

Bebouwing binnen 20 m	11%
Geen bebouwing	89%

Met deze uitgangspunten zijn voor iedere innovatie het maximaal toepasbare areaal bepaald. Hierbij bleek met name van belang te zijn of een innovatie tevens voor macrostabiliteit een oplossing biedt, of dat het alleen voor piping werkt.

Aspect 2. Onderbouwing van kosten voor ontwikkeling en full scale toepassing

Om tot enigszins betrouwbare kostenvergelijkingen voor full scale toepassing te komen heeft de werkgroep Arcadis gevraagd om SSK-kostenschattingen te maken voor zowel bestaande oplossingen/referenties (berm, kwelscherm, kleiingraving) als de innovaties. Voor de laatsten is overleg geweest met de indieners van de innovaties. Tevens hebben de indieners zelf veelal een kostenschatting gemaakt.

De SSK-methode geeft op een gestructureerde en gestandaardiseerde wijze een schatting voor de kosten van dijkversterkingen. Hierin zitten geen projectspecifieke elementen als het verleggen van kabels en leidingen, aanpassingen vanuit omgevingseisen, opkopen gebouwen en dergelijke. De SSK-schattingen zijn gemaakt voor een dijkstrekking van 7500 meter. De kostenschattingen hebben een bandbreedte van 40%, en zouden onderling ten minste goed vergelijkbaar moeten zijn.

Voor de bestaande technieken die als referentie gebruikt worden om de meerwaarde van de innovaties tegen af te zetten zijn de volgende kosten bepaald in de Arcadis studie:

Kostenraming bestaande technieken	Kosten k€/km	bijzonderheden
Kwelschermen		
- MIP scherm	790	Deklaag 3 m, diepte in zandlaag 5 m, dikte scherm 550 mm
- Stalen kwelscherm AZ18	1.245	Deklaag 3 m, diepte in zandlaag 5 m
- Stabiliteitsscherm AZ18-700	1.670	Lengte 11,5 m
- Stabiliteitsscherm AZ24-700	2.810	Lengte 16 m
Pipingbermen		
- Pipingberm 5 m	480	Dunne deklaag, 4 m hoogte berm
- Pipingberm 10 m	720	Dunne deklaag, 4 m hoogte berm
- Pipingberm 15 m	920	Dunne deklaag, 4 m

		hoogte berm
- Pipingberm 5 m	1.115	Dikke deklaag, 5 m hoogte berm
- Pipingberm 10 m	1.570	Dikke deklaag, 5 m hoogte berm
- Pipingberm 15 m	1.960	Dikke deklaag, 5 m hoogte berm
Klei-ingraving		
- Voorlandingraving	800	Breedte ingraving 20 m, 1250 mm klei aanbrengen, deklaag 30 cm
- Voorlandingraving	1.035	Breedte ingraving 20 , 1000 mm klei aanbrengen, deklaag 50 cm

De kosten het voor full scale aanbrengen van verticaal zanddicht geotextiel (VZG) is geschat op 700-1000 k€/km (horizontale techniek).

Om tot een schatting te komen van de ontwikkelkosten tot aan commerciële introductie heeft de werkgroep de volgende lijst gehanteerd:

- haalbaarheidsstudie: 50-100 keuro
- labtesten: 50-200 keuro
- schaaltesten: 50-200 keuro
- veldtest maakbaarheid : 200-2000 keuro
- opstellen acceptatiecriteria: 100 keuro

Door voor elke innovatie te kijken welke stappen nog nodig zijn (en hoe vaak) is tot een grove schatting van de ontwikkelkosten gekomen. Hierbij is ook rekening gehouden met de reparatiekosten bij een 10% kans op niet-functioneren van de innovatie bij eerste toepassing.

Aspect3. Meerwaarde en rendement voor het programma van dijkversterkingen

Ten aanzien van meerwaarde is onderscheid gemaakt tussen economische meerwaarde (=lagere kosten bij uitvoering dijkversterkingsprojecten, zie hierboven bij aspect 2) en de elementen 'sneller' en 'beter' (= ruimtelijke inpassing, milieu/duurzaamheid, minder hinder, minder invloed op hydrologie) bij dijkversterkingen.

De economische meerwaarde is bepaald uit het verschil tussen de verwachte kosten bij grootschalige toepassing en de kosten van bestaande technieken, voor zover ze geschikt zijn voor de beoogde toepassing.

Rendement voor dijkversterkingen

Het economisch rendement is bepaald als economische meerwaarde * areaal. Waar dit niet mogelijk bleek is in meer kwalitatieve zin het rendement van een innovatie omschreven.

Bijlage D Leden van werkgroep en beoordelingscommissie; lijst van indieners

Werkgroep:

Ruud Termaat	Deltares
Marco Veendorp	Taskforce Deltatechnologie
Joost Kadijk	21Lobsterstreet
Daniel Mogendorff	BeBright
Joost Borgers	Waterschap Vallei en Veluwe (tot nov 2015)
Ed Berendsen	Rijkswaterstaat GPO
Henk Senhorst	Rijkswaterstaat GPO (projectleider)
Chris Griffioen	POV Piping
Hans Niemeijer	POV Piping

Beoordelingscommissie:

Gerhard van den Top	dijkgraaf Amstel, Gooi en Vecht (voorzitter)
Prof. Adam Bezuijen	Deltares
Johan Bakker	Waterschap Rivierenland
em. Prof. Han Vrijling	TU Delft
Jelke-Jan de With	Taskforce Deltatechnologie
Wim Voskamp	Voskamp Business Consultancy
Ewit Roos	Brightmove

Lijst van indieners:

nr	titel	indiener
01	Sleufloze protectie	IGN BV
02	Dantonit	Infram
03	Prolock	Infram
04	Trisoplast	Trisoplast
05	SoSeal	Heijmans
06	In situ heaverisico bepalen	Fugro
07	Grachtenelement	Martens beton
08	Medinabuis	Martens beton
09	Drenotube	HATEK Technical development
10	grof zand filter	Deltares
11	Biogrout	Deltares
12	Stabiliseren en/of waterdicht maken dijklichamen	BMG Advies en Applicatie bv
13	Inspoelen met afdichtend materiaal	HHNK
14	Piping stoppen door woelen en ploegen	HHNK
15	Proefvak werking VZG Texel: TERUGGETROKKEN	HHNK
16	Ondergronds bellenscherm	WSVV
17	ISAC	Fugro
18	Aardvark	Tauw
19	Grondradar Tauw	Tauw
20	grondradar Medusa	Medusa
21	Geologische kijk op pipinggevoeligheid	Deltares
22	Cold case team	Deltares
23	Infraroodfoto's	Dijkmonitoring Nederland v.o.f.

24	Piping bij kunstwerken	HHNK
25	Anisotropie watervoerende zandlaag	Fugro
26	Stochastisch en onverzadigd rekenen aan grondwaterstroming	WSVV/SOTA Engineering
27	Piping bij boezemkades	HHNK
28	Preferentiële stroombanen	Grontmij
29	Communicerende watervoerende lagen	Grontmij
30	Seismisch luisteren	Grontmij
31	Piping CSI	Fugro
32	Dieptestabilisatie	KWS Infra
33	MIP scherm voor dijkstabilisatie	BAUER Funderingstechniek
34	Ijzeroerbank als afdichting waterbodem	WVL
35	VZG via kettinggraver	Van Kessel
36	Zandscherm via kettinggraver	Van Kessel
37	Ontlastdrains via kettinggraver	Van Kessel
38	Bentoniet als afdichting waterbodem	Hans van Haasteren
39	DMC	Volker Wessels Telecom
40	Waterdruk verminderen	Jan Sammels
41	Wellenwaker	Acacia Water
42	Productwijzer geofysica waterkeringen	Acacia Water
43	Correctiemethode piping, heave en opbarsting	Acacia Water
44	Aanbrengmethode damwand	Gebr. de Koning
45	Waterdoorlatende damwand	Gebr. de Koning
46	Aanbrengmethode filterscherm	Gebr. de Koning
47	DIETZ-dynamic internal erosion tackling zones	TU Delft
48	Geotube als binnenberm	Huesker Synthetic
49	Binnenberm van gewapende grond	Huesker Synthetic
50	Bentonietmat voor intreeweerstand	Huesker Synthetic
51	Stappenplan hoogwaterbeheermaatregelen	RHDHV
52	Watergel	Futura Composites
53	Pipingontspanner	Movares
54	Roerloos aanbrengen VZG	Oosterhof Holman
55	Dataprofeet	Witteveen en Bos
56	Onderwaterdrone	INDYMO
57	Thermische infraroodbeelden met drones	Down2Earth sensing
58	Passieve radiometrie	Miramap
59	Spectraal analyse	Grontmij
60	Slimme dijken	IBM
61	Shields-Darcy alternatief piping model	Gijs Hoffmans
62	Groundpipingnet	Willem Bos

Bijlage E Lijst van niet binnen POV of HWBP actief te vervolgen innovaties

Prolock A is een kunststof kwelscherm uit gerecycled PVC. Het is reeds toegepast als scherm in veen- of kleilagen, maar om het tot 5 meter diepte in zandlagen in te brengen zal nog uitgezocht moeten worden welke inbrengtechniek (trillen, voorboren, evt. inspoelen) geschikt is. Hiervoor zijn maakbaarheidsproeven nodig. De techniek is geschikt als waterveiligheidsoplossing en kan commercieel aangeboden worden, als aanvulling op bestaande kwelschermoplossingen. De specifieke voordelen van de techniek moeten dan blijken. De business case laat zien dat generieke voordelen op voorhand niet verwacht worden. De werkgroep stelt dan ook geen actief vervolg binnen de POV voor.

In een haalbaarheidsstudie is onderzocht of **inspoelen van slib of bentoniet**, dan wel het **woelen en ploegen** ervan (onder water) of het **inmengen** ervan in bovengrondse lagen een mogelijke low-cost oplossing zou kunnen zijn die intreeweerstand in het voorland aanbrengt. Uit de studie komt naar voren dat deze relatief eenvoudige technieken weliswaar effectief kunnen zijn, maar ook een intrinsieke kwetsbaarheid kennen. Dit kan leiden tot een aanzienlijke beheerslast en bijbehorende kosten in vergelijking met bestaande technieken. Daarnaast zijn er significante beperkingen in het areaal waarop deze technieken toegepast kunnen worden. Op grond hiervan acht de werkgroep het niet zinvol om deze technieken verder uit te werken binnen de POV.

Aardvark is een geautomatiseerde doorlatendheidsmeting van de bodem ('constant head'-methode) die naar verwachting realistischere uitkomsten kan geven. Dit moet nog wel aangetoond worden. De methode biedt mogelijk voordelen op slechts een beperkt onderdeel van het vaststellen van het pipingrisico. De werkgroep acht deze meerwaarde te beperkt en alternatieve methoden voldoende voorhanden om in de POV een actief vervolg voor deze methode te initiëren. Wel is het gewenst om in de Handreiking Monitoring deze techniek te vermelden en de ervaringen rondom ondoorlatendheidsmetingen in het algemeen op te nemen.

De **MIP (mixed-in place)** techniek om kwelschermen te maken is weliswaar ingediend als innovatie maar wordt door de werkgroep beoordeeld als een uitontwikkelde techniek die reeds commercieel toegepast wordt. De techniek kan dus commercieel aangeboden worden.

Een **waterdoorlatende damwand**, bestaande uit een standaard stalen damwand waar aan de onderkant een metalen zanddicht filter is ingebracht, zou een oplossing kunnen zijn voor én piping én macrostabiliteitsproblemen. Bij nadere analyse bleek echter dat het voordeel ten opzichte van een stalen damwand, dan wel drainagesystemen als alternatieve combinatieoplossing, beperkt is. Omdat er vooralsnog geen kostenvoordelen gezien worden en er serieuze vragen zijn rondom het effect van het filter op de sterkte van de damwand en de invloed van corrosie op het filter, acht de werkgroep een verdere uitwerking van dit idee niet zinvol.

Het ingraven van **bentonietmatten voor intreeweerstand** in het voorland wordt op dit moment onderzocht door waterschap Peel- en Maasvallei. Als waterveiligheidsoplossing lijkt de techniek zeker geschikt. Het areaal waarop deze techniek toegepast kan worden lijkt vanwege beperkingen uit (natuur)wetgeving en bodemgebruik echter vrij beperkt. Dit neemt niet weg dat de techniek op meerdere locaties en onder specifieke omstandigheden zijn waarde kan hebben. Verdere uitwerking binnen de POV lijkt niet nodig.

Bijlage F Lijst van nu niet verder uit te werken innovaties

nr idee	titel innovatie	organisatie	korte omschrijving
01	Sleufloze protectie	IGN BV	Aanbrengmethode voor verticale schermen bestaande uit (waterdoorlatend of niet-doorlatend) mengsel grond + bindmiddelen, geotextiel en/of waterdicht folie. Drie verschillende toepassingen beschreven
02	Dantonit	Infram	Toepassing van Deens bentoniet als diep kwelscherm
06	In situ heave risico bepalen	Fugro	In situ meettechniek verkleint veiligheidsfactor bij toepassing kwelschermen
07	Grachtenelement	Martens beton	Drainagesysteem uit betonelementen in de teen van de dijk.
08	Medinabuis	Martens beton	Drainagesysteem van met geotextiel omhulde betonnen buizen in de teen van de dijk.
09	Drenotube	HATEK Technical development	Bestaand product voor sleufdrainage met lage kans op ontstopping en mogelijkheid voor infiltratie.
11	Biogrout	Deltares	Calciet-producerende bacteriën plakken zandkorrels aan elkaar en stoppen ontwikkeling pipe
12	Stabiliseren en/of waterdicht maken dijklighamen (opsoren van pipes en afdichten)	BMG Advies en Applicatie bv	Opvullen van pipes en/of waterdicht maken dijklighamen door injectie van middelen.
16	Ondergronds bellenscherm	Waterschap Vallei&Veluwe	Ondergronds bellenscherm blokkeert grondwaterstroming
19	Grondradar Tauw	Tauw	Karteringsmethode van dikte en samenstelling buitendijkse deklaag gericht op het in rekening kunnen brengen van kwelweglengte in het voorland van een

nr idee	titel innovatie	organisatie	korte omschrijving
			waterkering
20	Grondradar Medusa	Medusa	Karteringsmethode voor kleilaagdikte in het voorland van een waterkering
21	Geologische kijk op pipinggevoeligheid	Deltares	Ontwikkelen kennis over correlatie tussen het optreden van zandmeevoerende wellen c.q. dijkdoorbraken en de opbouw ondergrond
22	Cold case team	Deltares	Reconstructie en modellering van drie historische dijkdoorbraken door piping
24	Piping bij kunstwerken	Gustin waterbouwkundig advies	Ontwikkeling van innovatieve meetmethoden voor bepalen toestand van bodem en grondwater rondom kunstwerk voor beoordelen pipingrisico bij kunstwerk
25	Anisotropie watervoerende zandlaag	Fugro	Aantonen meerwaarde AMPT-micropompproeven gecombineerd met DGFlow modellering. Hiermee kan anisotropie doorlatendheid bodem in rekening gebracht worden.
27	Piping bij boezemkades	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Voorstel voor toepassing door Hollands Noorderkwartier ontwikkelde werkwijze voor toetsing van boezemkades op piping
28	Preferentiële stroombanen	Grontmij	aantonen van preferentiële stroombanen en benutten van deze informatie voor benoemen pipinggevoelige plekken
29	Communicerende watervoerende lagen	Grontmij	ondergrondse verbinding tussen watervoerende lagen achter de dijk verlaagt waterspanning
30	Seismisch luisteren	Grontmij	gefoons luisteren naar natuurlijke achtergrond, hieruit wordt beeld ondergrond opgebouwd
32	Dieptestabilisatie	KWS Infra	aanbrengen stabilisatiescherm tegen piping
34	IJzeroerbank als afdichting	RWS-WVL	inspoelen van ijzer, mangaan en kalk vormt ondoordringbare bodemlaag

nr idee	titel innovatie	organisatie	korte omschrijving
	waterbodem		
35	VZG via kettinggraver	Van Kessel	inzet van kettinggraver voor aanbrengen VZG
36	Zandscherm via kettinggraver	Van Kessel	inzet van kettinggraver voor aanbrengen zandscherm
37	Ontlastdrains via kettinggraver	Van Kessel	inzet van kettinggraver voor aanbrengen ontlastdrains in buiten(?)teen
40	Waterdruk verminderen	Jan Sammels	Waterstraalsnijkop graaft tot op de zandlaag, vulling met fijn(?) zand
41	Wellenwaker	Acacia Water	gestandaardiseerd monitoring- en opkistsysteem voor wellen bewaakt momentaan toestand van de wel
42	Productwijzer geofysica waterkeringen	Acacia Water	opstellen productwijzer voor keuze juiste geofysische meettechniek voor een bepaald anti-piping doel
43	Correctiemethode piping, heave en opbarsting	Acacia Water	ontwikkeling correctiemethode voor bestaande rekenregels piping, heave en opbarsting op basis van stijghoogtemetingen op een aantal typische locaties
44	Aanbrengmethode damwand	Gebr. de Koning	trillings- en zettingsvrij aanbrengen van damwand
46	Aanbrengmethode filterscherm	Gebr. de Koning	VZG wordt door middel van plaatvormige lansen in de bodem gebracht
47	DIETZ-dynamic internal erosion tackling zones	TU Delft	injectie van zoutoplossingen leidt tot neerslagvorming bij uittredepunt en dus verlaging van de doorlatendheid
48	Geotube als binnenberm	Huesker Synthetic	geotube gevuld met grond of baggerspecie vervangt binnenberm
49	Binnenberm van gewapende grond	Huesker Synthetic	gewapende-grondconstructie als binnenberm, evt. in combinatie met geotube of paalmatras
51	Stappenplan hoogwaterbeheermaatregelen	RHDHV	gecontroleerd en verantwoord doorstaan van (dreigende) hoogwaters als overbrugging tot versterking

nr idee	titel innovatie	organisatie	korte omschrijving
52	Watergel	Futura Composites	toepassing van watergel (zoals in luiers) om water tegen te houden
55	Dataprofeet	Witteveen en Bos	automatische datavalidatie geeft inzicht in kwaliteit (continue) monitoring
56	Onderwaterdrone	INDYMO	onderwaterdrone meet variaties in waterkwaliteit en geeft aanwijzingen voor kwelstromen
57	Thermische infraroodbeelden met drones	Down2Earth sensing	opsporen van kwelstromen met thermische infrarood sensoren in drones
58	Passieve radiometrie	Miramap	opsporen van kwelplekken middels passieve radiometrie uit vliegtuigen of met voertuigen
59	Spectraal analyse	Grontmij	snelle en vroegtijdige signalering van kwelplekken dmv spectraalanalyse van oppervlaktewatersamenstelling
60	Slimme dijken	IBM	Gebruik van monitoringinformatie ten behoeve van asset management en toetsing veiligheid
62	Groundpipinnet	Bosvariant Schepingsstrategen	Verankerd kunststof net in binnentalud vermindert kans op opbarsten en detecteert dreigend opbarsten