

De manier waarop we naar Piping kijken is **echt veranderd!**

Henk Weijers, programmamanager



*4 jaar ontdekken en 23 verkenningen
gevat in mooie resultaten*

meten is weten

Intredeweerstand

Kunnen we intredeweerstand met behulp van peilbuis-metingen beter onderzoeken? **Resultaat:** *Pipingportaal*

Duurzame monitoring

Opzetten en onderhouden van een meetnet en monitoringsplan voor een beeld van de grondwaterstroming onder de dijk door. **Resultaat:** *Pipingportaal*

Toepassen nieuwe sonderingstechnieken

Met nieuwe sonderingstechnieken wordt de doorlatendheid van de grond beter in beeld gebracht.

Resultaat: *Pipingportaal*

Tijdsafhankelijkheid

Peilbuismetingen om de invloed van kortdurend hoog water te bepalen.

Resultaat: *Handreiking monitoring meetnet en Pipingportaal*

Proeftuin Mastenbroek

Historisch onderzoek, geofysisch onderzoek met grondradar en geotechnisch onderzoek. **Resultaat:** *handreiking grondonderzoek en Pipingportaal*

Proeftuin IJzendoorn

Intensief grondonderzoek en pompproeven om de waarden voor de belangrijkste invoerparameters van het pipingmodel vast te stellen. STW-onderzoek heterogeniteit door de universiteit Utrecht en verkenning Heterogeniteit.

Resultaat: *handreiking grondonderzoek en Pipingportaal*

Infrarood

Het bepalen en rapporteren van de toepasbaarheid van infraroodmetingen.

Resultaat: *haalbaarheidsstudie en handreiking grondonderzoek*

Geofysische karteringstechnieken

Het bepalen en rapporteren over de toepasbaarheid van geofysische karteringstechnieken. **Resultaat:** *haalbaarheidsstudie en handreiking grondonderzoek*

Zandmeevoerende wellen

Praktijkonderzoek zandmeevoerende wellen en de grondwaterstroming nabij een wel.

Resultaat: *Pipingportaal*

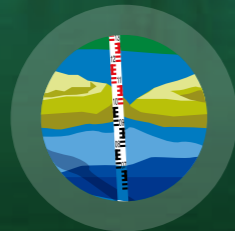
Registratie Zandmeevoerende wellen

Ontwikkelen van een landelijk systeem voor de registratie van wellen. **Resultaat:** *samenwerking beheerders, database en vliegende brigade*

Sonderingstechnieken

Met HPT-sondering wordt de gelaagdheid van de zandlagen en de doorlatendheid van het zand beter in beeld gebracht.

Resultaat: *Handreiking grondonderzoek*



ONDERZOEKEN

theorie & praktijk



De ontmoeting tussen theorie & praktijk

Naast de rekenregels ook meewegen van een breed oordeel over veiligheid. **Resultaat:** *rapport 'Inbreng beheerder bij veiligheidsvoordeel'. De balans tussen theorie en praktijk en implementatie van de werkplaats.*

Positieve kwel Case Grebbedijk

Onderzoek naar de invloed van kwel vanaf de Veluwe op het ontstaan van zandmeevoerende wellen. **Resultaat:** *Pipingportaal*

Leem & Grind

Onderzoek naar het effect van leem- en grindlagen op het ontstaan van zandmeevoerende wellen en piping.

Resultaat: *handreiking schematisering*

Heterogeniteit

Diverse onderzoeken naar de invloed van de heterogene ondergrond in het pipingproces. **Resultaten:** *handreiking grondonderzoek*

nieuwe technieken



Acceptatie bestaande drainagetechnieken als maatregel tegen piping

In kaart brengen en wegen van weerstand bij waterschappen tegen drainagetechnieken. **Resultaat:** *POV-publicatie drainagetechnieken*

Quickscan-tool drainagetechnieken

Ontwikkelen van een tool om de effectiviteit en kosten van een drainagesysteem inzichtelijk te maken.

Resultaat: *reken- en afwegingstool*

Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG)

Geotextiel als anti-pipingmaatregel.

Resultaat: *beoordelings- en ontwerprijlijn*

DMC

Een drainagetechniek met behulp van een horizontale drainagebuis. **Resultaat:** *ontwerp- en beoordelingsrichtlijn*

Grofzandbarrière

Een vervolg op VZG waarmee middels grof zand een scherm wordt gemaakt dat water doorlaat en zand tegenhoudt.

Resultaat: *ontwerp- en beoordelingsrichtlijn*

Innovatie uit de markt

Innovatiescan naar nieuwe onderzoeks- en rekentechnieken en maatregelen. **Resultaat:** *rapport verkenning*



Resultaten in de vorm van handreikingen, haalbaarheidsstudies, rapporten en richtlijnen zijn te downloaden via pov-piping.nl

“Nu aan de slag met resultaten”

Henk Weijers, programmamanager pov Piping: “De manier waarop we naar Piping kijken, is echt veranderd in vier jaar tijd! Piping beoordelen we niet alleen meer op basis van een formule en gerealiseerd grondonderzoek. De waardevolle inzet van meerdere disciplines blijkt onmisbaar: de 'geodriehoek' moet worden ingevuld. De kennisbundeling van zowel geotechnici, geohydrologen en fysisch geografen of geologen geven zoveel meer inzicht in Piping.”

“Voortaan kijken we voor Pipingoplossingen dus naar het hele dijksysteem. We nemen praktijkkennis van de omgeving mee en we passen nieuwe manieren van onderzoek toe (onder meer geofysische kartering en doorlatendheidsonderingen). Door het bijeenbrengen van al deze kennis, werken we toe naar een breed gedragen beheerdersoordeel.”

“Hoewel we enorm veel hebben geleerd, blijft piping een relatief onvoorspelbaar fenomeen waar we nog meer van willen weten. Via de kennisagenda van het ministerie en andere onderzoeksbudgetten wordt verder fundamenteel onderzoek gerealiseerd. Bij het HWBP (Hoogwaterbeschermingsprogramma) blijft het mogelijk om op basis van innovatie-beschikkingen binnen projecten praktijkonderzoek te realiseren. Er zijn gesprekken gaande hoe we dit gaan faciliteren, waarbij als werktitel **pov 2.0** wordt gehanteerd.”

“Ik heb samen met het team met veel plezier gewerkt aan de 23 verkenningen. Het is een avontuur geweest. Je weet van te voren niet hoe dat uitpakt. We zijn aangenaam verrast door de inzet en het vertrouwen dat we gaandeweg kregen van onze collega-dijkwerkers. Vooroplopen in kennis en kunde over dijken ... we zijn het aan onze stand verplicht. We hebben binnen de **pov Piping** samen mooie stappen kunnen maken!”



Voorwoord	3
Innovatie zul je moeten verkopen! — Erik Wagener	5
Piping Portaal	
De rode draad in vernieuwing — Albert Wiggers	6
meten is weten	
Consistente en professionele meting en opslag van gegevens — Nelle Jan van Veen	8
Infraroodcamera detecteert meer dan het blote oog — Nelle Jan van Veen	9
Dijk kan sterker zijn dan uit berekening blijkt — Ane Wiersma	10
Irreële versterkingen behoren tot het verleden — Bastiaan Los	11
Is die dijk echt zo onveilig of rekenen we hem alleen maar stuk!? Bas Barbee en Kees Jan Leuvenink	12
theorie & praktijk	
Meer nuance in de Pipingopgave — Laura Taal	14
Iedereen heeft ervaringskennis; sommigen noemen het intuïtie of onderbuikgevoel — Govert Geldof	16
Minder conservatieve benadering verkleint onzekerheid — Hans van der Sande	18
nieuwe technieken	
Innovatie gaat met vallen en opstaan — Koen van Gerven	20
Van klei van 1 meter naar Geo Clay Liner van 1 centimeter — Kees Dorst	22
Doe de quickscan en verken drainage als extra oplossingsmogelijkheid Hendrik Meuwese	24
Alleen ga je sneller, samen kom je verder! — Leonie de Jong	26
Contactgegevens projectgroep en deskundigheidsteams	27

“Innovatie zul je moeten verkopen!”

Op zoek naar de dappere tweede gebruiker

Erik Wagener, directeur HWBP: “De pov Piping heeft ons na vier jaar met name laten zien dat er verschillende manieren zijn om piping te beoordelen en aan te pakken. Alleen al dat besef zorgt ervoor dat we niet meteen gaan scheppen en graven om piping fysiek in te dammen. We kunnen vandaag de dag met de nieuwe kennis over innovatieve technieken, over alternatieve beheerstrategieën en over het belang van het beheerdersoordeel betere keuzes maken. Met name die rol van de beheerder vind ik door de verkenningen van de pov Piping echt in een stroomversnelling gekomen.”



“Piping is een urgent probleem waar menig dijkwerker mee worstelt. Ik merk dat er veel contact gezocht wordt met de mensen van de **POV**. Men wil weten: ‘wat is er te koop?’. Innovatie is ook echt iets dat je moet verkopen. Daarin zijn we als sector niet altijd even goed. Het voelt toch wat onwennig. En daar bedoel ik niet de eerste gebruiker mee. Experimenten kunnen wat dat betreft altijd rekenen op veel publiciteit. Er worden lintjes geknipt en feestjes gevierd. De eerste gebruiker heeft ook nog iets onbezorgds ... hij mag falen. De tweede gebruiker; daar gaat het om! Die staat in de schaduw van al dat feestgevoel. Hij staat er meer alleen voor. Moet verantwoordelijkheid nemen. Dat vereist lef. Hoe zorgen we ervoor dat zo’n tweede gebruiker zich ook comfortabel voelt met zijn keuzes? Vanuit het HWBP moeten we daar positieve steun voor bieden.”

“De **pov Piping** loopt voorop met het ontdekken, innoveren en experimenteren. Maar we moeten allemaal ons steentje bijdragen. We zijn met elkaar op een grotere missie. Innovatie is en blijft cruciaal voor het succes van het HWBP. De noodzaak van innoveren staat dan ook niet ter discussie. De manier waarop we dit met elkaar organiseren wel.

Daarin valt nog wat te kiezen. Ik ga daarbij voor meer eenvoud. Ik vind daarnaast belangrijk dat we het ambassadeurschap van bestuurders koesteren. Dat is cruciaal om resultaten uit de **POV** verder te brengen!”

Inzichten uit de verschillende verkenningen zijn bijeengebracht in de zogenaamde synthesesdocumenten. De Handreiking Grondonderzoek en het Pipingportaal zijn voorbeelden van onze resultaten. De definitieve versie van de Handreiking Grondonderzoek en de eerste versie van het Pipingportaal zijn te vinden op de website van de pov Piping. Daarnaast is het team van de pov Piping actief bezig de kennis die is opgedaan met de verschillende beheerders te delen om te toetsen of de resultaten concreet gebruikt kunnen worden. Dat doen we in de vorm van vakdagen, maar ook door individuele adviesgesprekken.

pov-piping.nl

Albert Wiggers

“De rode draad in vernieuwing”

“Het Piping Portaal verschaft inzicht en ordening in alle nieuwe bevindingen en onderzoeken rond piping. Het gedachtegoed van alle betrokken teams, alle beschikbare documentatie en resultaten uit verkenningen zijn samengebundeld in dit Portaal, dat je kunt zien als een moderne aanpak voor piping waarmee we het gat tussen theorie en praktijk willen verkleinen.”

“De pipinganalyse was voorheen eendimensionaal. De grondwaterstroom was in het model niet meer dan een stroomlijntje met lengte tussen een intredepunt en uitredepunt. Als het dan niet voldoet willen we breder kijken. De verkenningen hebben zich gericht op een groter systeem. Daarom hanteren we ook de ondertitel ‘Systemdenken in de pipinganalyse’. In het Portaal geven we aan welke disciplines je wanneer kunt raadplegen voor een efficiënte pipingbenadering. We noemen dit ‘de geodriehoek’ (geologie, geotechniek en geohydrologie). Dijkwerkers krijgen dus handvatten hoe en in welke fase zij de verkenningen kunnen toepassen en deze in het beoordelings- en ontwerpproces kunnen betrekken.”

Observeren, meten en beter benutten

“Op het vlak van techniek worden nieuwe oplossingen beschreven, maar er wordt ook gekeken hoe de gangbare werkwijze van onderzoeken en analyseren kan worden vernieuwd en verbeterd. Hierbij is aandacht voor de verkenningen op het vlak van observeren en meten, maar ook voor het beter benutten van alle soorten aan geografisch georiënteerde informatie waarmee we de ondergrond en het geohydrologische systeem beter kunnen schematiseren. Dit document biedt ook een kritische kijk op de totstandkoming van beslissingen over de aanpak vanaf onderzoek tot aan het treffen van maatregelen.”

“Het Portaal is een levend document dat bij iedere nieuwe ontwikkeling weer zou moeten worden bijgewerkt, zodat nieuwe ontwikkelingen ook in het juiste perspectief worden geplaatst. Het portaal is een belangrijk middel om de rode draad in alle onderzoeken vast te houden.”

ALBERT WIGGERS IS PRINCIPAL GEOTECHNICAL ENGINEER BIJ ROYAL HASKONINGDHV EN ÉÉN VAN DE SCHRIJVERS VAN HET PIPING PORTAAL.

Meer weten?

Download de eerste versie van het Piping Portaal via pov-piping.nl

Een tweede versie is in ontwikkeling en wordt aan het eind van dit jaar opgeleverd. Onderdelen hieruit landen in het landelijk instrumentarium



Nelle Jan van Veen

“Consistente en professionele meting en opslag van gegevens”

“We streven naar een landelijk monitoringsprogramma voor zandmeevoerende wellen. Beheerders van waterkeringen registreerden al langer het optreden van zandmeevoerende wellen, maar de opslag van gegevens en het type metingen waren niet altijd consistent. Een nauwkeurige registratie kan direct worden ingezet om het risico van calamiteiten in te schatten, en de risicovolle locaties op te sporen.”

NELLE JAN VAN VEEN IS PROJECTLEIDER VAN DE VERKENNING REGISTRATIE WELLEN

“Daarnaast is een goede landelijke registratie essentieel voor de validering en algemene kennisvergaring over Piping. De beheerder kan de gegevens gebruiken binnen het beoordelings- of versterkingsproces om de lokale schematisatie van opbarsten, heave of terugschrijdende erosie te toetsen aan de daadwerkelijk opgetreden fenomenen. Kennisinstituten kunnen het landelijk beeld inzetten om rekenregels of rekenmodellen te ijken aan de opgetreden fenomenen.”

Succes tot volle glorie bij volgend hoogwater

“Tijdens het hoogwater van januari 2018 zag ik hoe groot de inzet en medewerking was van de beheerders. We voerden verschillende innovatieve metingen uit. We kwamen tot een mooie verzameling van geregistreerde wellen voor de landelijke database. Het succes van dit project komt pas tot volle glorie als er een nieuw (extreem) hoogwater komt. Dan kunnen alle metingen worden

uitgevoerd, en kan de database aanzienlijk worden uitgebreid. Het belangrijkste is dat we bij een volgend hoogwater professioneel en efficiënt kunnen meten aan zandmeevoerende wellen, om zo de landelijke opslag van de gegevens te garanderen.”

De belangrijkste producten die binnen dit project worden opgeleverd zijn:

1. Een toegankelijke landelijke database voor zandmeevoerende wellen
2. Een landelijk draaiboek, waarin een meetprocedure wordt gedefinieerd die tijdens hoogwaters op landelijk niveau kan worden ingezet.
3. Een team specialisten en geotechnisch veldwerkers (vliegende brigade) dat direct oproepbaar is voor meer gespecialiseerde metingen van zandmeevoerende wellen.



Geofysische Karteringstechnieken

Binnen de POV Piping wordt de toepasbaarheid van geofysische karteringstechnieken verkent. Op basis van een uitgevoerde deskstudie is geconcludeerd dat de toepassing veelbelovend is met duidelijke voordelen voor het snel en compleet in beeld brengen van de ondergrond. Dit draagt bij aan versterkt begrip tussen kennisdragers (aanbieders) en eindgebruikers (beheerders). De POV Piping streeft naar een completere beschrijving van praktijkvoorbeelden en vastlegging van omstandigheden, vanuit het perspectief van de beheerder.

MEER WETEN? DOWNLOAD DE HAALBAARHEIDSSSTUDIE GEOFYSISCH KARTERINGSTECHNIEKEN VIA POV-PIPING.NL

“We hebben in deze verkenning specifiek onderzoek gedaan naar het vroegtijdig opsporen van wellen met behulp van infraroodregistraties. Met een drone, een auto en te voet zijn infraroodmetingen gedaan, en vergeleken met de visuele inspecties van de beheerder.”

“Infrarood is succesvol ingezet, met de drone zijn verschillende wellen geregistreerd die niet bij de visuele inspecties naar boven kwamen. Ook is de vastlegging nauwkeuriger. Met de auto kunnen grotere percelen in één keer worden opgenomen en geanalyseerd. We hebben een rapportage opgeleverd waarin de metingen naast elkaar

zijn gezet en met elkaar zijn vergeleken. De infraroodmetingen zijn een onderdeel van het landelijk draaiboek voor de monitoring van zandmeevoerende wellen. De infraroodmetingen in combinatie met andere metingen kunnen waardevol zijn binnen het toets-, verbeter- en calamiteitenproces van de beheerder.”

“Infraroodcamera detecteert meer dan het blote oog”

Ane Wiersma

“Dijk kan sterker zijn dan uit berekening blijkt”

“Wat is de invloed van korrelgrootteveranderingen in zand in de ondergrond op piping? Deze verkenning laat zien dat millimeterschaal variatie in korrelgrootte nauwelijks extra sterkte geven, maar centimetervariaties al wel. Als kan worden verwacht dat dergelijke variatie aanwezig is onder een dijk, dan is de dijk waarschijnlijk sterker dan uit berekeningen blijkt.”

“Tot nu toe was bekend uit laboratoriumexperimenten dat variaties in korrelgrootte het zandpakket minder gevoelig maakten voor piping, en dus sterkte opleverden. Ook was bekend dat zand in de ondergrond grote variatie in korrelgrootte kan vertonen. In deze verkenning wilden we deze observaties combineren: we hebben geprobeerd te kwantificeren wat korrelgroottevariaties aan extra sterkte opleverden tegen piping, en hebben in natuurlijke afzettingen bekeken welke korrelgroottevariaties aanwezig waren.

Ook is gekeken naar de manier waarop korrelgrootten vaak worden bepaald en welke invloed dat heeft op berekeningen. De verkenning geeft dus handvatten om ingewonnen korrelgrootteinformatie in context te zien: hoeveel korrelgrootte-monsters heb ik nodig voor een goede schatting en hoe zou ik het korrelgrootte-onderzoek moeten uitvoeren.”

ANE WIERSMA
IS GEOLOGIST BIJ DELTARES

Hoe verder ...

“Willen we de korrelgroottevariatie echt gebruiken in een sterktefactor, dan is nog wel aanvullend onderzoek nodig om het generiek toe te kunnen passen. Dit gebeurt momenteel bijvoorbeeld in het STW-onderzoek ‘Piping in Practice’ aan de Universiteit Utrecht. Verder is tijdens het project de wens uitgesproken om door middel van sleuven in oude beddinggordels van rivieren de korrelgroottevariaties te kwantificeren. Hierin kunnen we namelijk langs een verticale wand de variaties op iedere schaal goed bekijken en analyseren. Dit is onmogelijk met boringen om de x meter.

Het mooie van de verkenning was dat er hecht is samengewerkt tussen ingenieursbureaus (Arcadis, Fugro), waterschappen (WSRL) en kennisinstellingen (Deltares/ Universiteit Utrecht). Door de samenwerking kwam mooi naar voren tegen welke problemen iedere tak aanloopt, en werd meer begrip daarvoor gekweekt.”



In de verkenningsfase van dijktraject 20-3 is door het waterschap Hollandse Delta de gelegenheid geboden om de door Fugro ontwikkelde HPT-AMPT® techniek te onderzoeken. Het doel van deze meettechniek is om anisotropie binnen grondlagen te bepalen. Door uitvoering van D-Geo flow analyses is niet alleen de meerwaarde van het HPT-AMPT aangetoond, ook is er nieuwe kennis gewonnen over in de generieke invloed van anisotropie op het mechanisme piping. **Deltares heeft een voorlopige (beta) versie van D-Geo Flow ter beschikking gesteld.**

Bastiaan Los

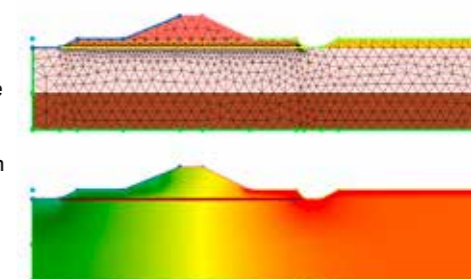
“Irreële versterkingen behoren tot het verleden”

“D-Geo Flow is een rekenprogramma ontwikkeld door Deltares om complexe piping vraagstukken te analyseren. Het programma bevat een eindige-elementen-grondwaterstromingsmodel met een geïntegreerde pipingmodule gebaseerd op het model van Sellmeijer.”

“D-Geo Flow maakt het mogelijk om 2D grondwaterstromingsberekeningen uit te voeren met gelaagde en richtingsafhankelijke grondeigenschappen (anisotropie), waarin een tijdsafhankelijk hydraulische belasting, de samendrukbaarheid van het korrelskelet en het water (berging) en verandering van de freatische lijn kunnen

worden meegenomen. Een van de grootste pluspunten van D-Geo Flow is dat het je zowel grafisch als numeriek inzicht krijgt in ontwikkeling van de pipe in de tijd.”

“Met D-Geo Flow kan er realistischer en gedetailleerder worden ontworpen en beoordeeld, waardoor irreële versterkingen tot het verleden behoren. In D-Geo Flow is het mogelijk om een meerlaagse bodemopbouw met anisotrope eigenschappen te analyseren met of zonder tijdafhankelijke belastingen. Een grondlaag is anisotroop als zijn eigenschappen, bijvoorbeeld de doorlatendheid, richtingsafhankelijk is, wat wil zeggen dat de verticale doorlatendheid



ongelijk is aan horizontale doorlatendheid. Dat grond anisotrope eigenschappen heeft, is bekend uit de literatuur. Toch is het effect van anisotropie op de grondwaterstroming, en met name de ontwikkeling van piping nog niet (grondig) onderzocht. Dit is een van de kennisleemtes die met D-Geo Flow en de nieuwe HPT-AMPT® meettechniek kan worden ingevuld.”

meten is weten

Verkenning Doorlatendheid en Sondeertechnieken en Verkenning Anisotropie

Bas Barbee

“Is die dijk echt zo onveilig of rekenen we hem alleen maar stuk!?”

“Doorlatendheid bepaalt de pipinggevoeligheid. Maar gek genoeg vonden we het als dijkontwerpend Nederland de normaalste zaak van de wereld om in pipingberekeningen een zandlaag van tientallen meters dik mee te nemen die over die hele diepte exact dezelfde doorlatendheid had. Hieruit zijn 2 onderzoeken naar voren gekomen:

Verkenning doorlatendheid en sondeertechniek – HPT-MPT®: er is aangetoond dat de doorlatendheid sterk varieert met de diepte. Deze meerlaagsheid kan worden gemeten met de HPT-MPT® sondering, die in het onderzoek is gevalideerd. Het meenemen van meerlaagsheid levert een besparing tot 40% van de kwelweglengte zoals berekend met het éénlaags rekenmodel van Sellmeijer.

“Ook bleek uit het onderzoek dat door een schaaffect alle proeven van het formaat slugtest/boorgattest of kleiner, voor pipinganalyses onbetrouwbaar zijn. Ook de standaard in Nederland: een doorlatendheid berekend uit korrelverdelingen, geeft slechts een indicatie.”

Onderzoek anisotropie getijdenafzettingen – HPT-AMPT®: Naast de meerlaagsheid (lagen dikker dan 2 m) zijn er ook micro-laagjes (mm-schaal). Deze micro-gelaagdheid zorgt er voor dat in bijna alle gevallen de horizontale doorlatendheid groter is dan de verticale, dat heet anisotropie. Anisotropie is bijna altijd aanwezig en werkt altijd gunstig voor een pipingopgave. Met het meenemen van anisotropie is voor getijdenafzettingen een besparing van 20%-40% van de ‘traditionele’ kwelweglengte te verwachten; voor het rivierengebied gaat het om ca. 10%-20%.

“Tot vorig jaar was er nog geen betaalbare methode om anisotropie te meten. Op dit moment wordt onder begeleiding

van een team Experts van de POV Piping door Fugro, Deltares en Waterschap Hollandse Delta onderzoek gedaan anisotropie. In dit onderzoek wordt ook een nieuwe meettechniek van Fugro onderzocht: de HPT-AMPT®: inderdaad, het jongere broertje van de prijswinnende HPT-MPT®. De eerste indruk is dat hiermee voor relatief lage kosten en met hoge snelheid een continu beeld van de anisotropie in de bodem kan worden gemeten.”

En samen komen ze verder: Uit het anisotropie onderzoek blijkt dat de resultaten van meerlaagsheid (HPT-MPT®) en anisotropie (HPT-AMPT®) zich laten optellen: als je dus 20% kwelweglengte verkorting uit meerlaagsheid hebt, en 30% verkorting

Foto: prijsuitreiking waterinnovatieprijs, categorie hoogwaterveiligheid

MET DIT ONDERZOEK VAN DE **POV PIPING** HEBBEN DE INITIATIEFNEMERS, FUGRO, WATERSCHAP AA EN MAAS EN DELTARES DE WATER-INNOVATIEPRIJS 2017 IN DE WACHT GESLEEPT.

uit anisotropie, kom je in totaal dus op ca. 50% verkorting van de kwelweg.

“De kansen voor piping zijn overduidelijk: de irreële versterkingen en noodzaak voor compacte oplossingen worden omgezet in een realistische opgaven: alleen versterken waar het echt nodig is. De HPT-(A)MPT® techniek leent zich echter ook voor het beter modelleren van grondwaterstroming voor macrostabiliteit doordat watervoerende lagen beter in beeld zijn. Ook worden tijdsafhankelijke modellen betrouwbaarder, doordat de techniek ook hier informatie over geeft (bergingscoëfficiënt). Dit is vooral in gebieden met geringe getijde-invoerd, zoals het beneden rivierengebied, een belangrijk gegeven.”

En nu verder ...

“De toekomstige uitdaging zit hem in implementatie hiervan in de diverse beoordelings- en ontwerpteams. De opleiding van deskundigen en het vertellen van het verhaal is daarom noodzaak.”



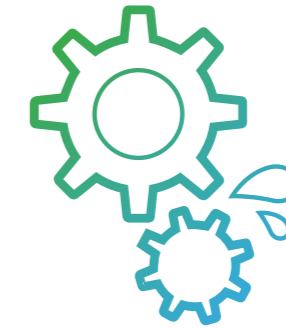
Bas Barbee, geohydrologisch waterkeringsspecialist heeft samen met zijn collega's bij Fugro de HPT-MPT® en HPT-AMPT® techniek ontwikkeld.

Kees Jan Leuvenink, zorgde er onder meer voor dat de benodigde onderzoeken in het veld konden plaatsvinden. Hij is de schakel tussen het project en de **POV Piping**.

Doorzetten is een belangrijke voorwaarde voor innoveren!

Kees Jan Leuvenink: “Dit POV Piping onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat de techniek praktisch goed toepasbaar is. Dit is onderzocht op proeflocaties langs de Maas en de Rijn. Inmiddels is de techniek al bij verschillende HWBP projecten ingezet. De resultaten van de metingen zijn vergeleken met al bestaande methoden en technieken om de doorlatendheid te bepalen. Hieruit bleek dat de metingen met de HPT_MPT sondeertechniek goed aansloten bij de waarden in de ondergrondmodellen die ook in de beoordeling worden gebruikt maar dat door de meting de gelaagdheid en de locatie specifieke omstandigheden beter in beeld komen. Er kan dus recht worden gedaan aan de gelaagdheid in de ondergrond en per locatie beter maatwerk worden geleverd met als doel om het risico op piping beter te kunnen bepalen en zo tot realistischere beoordelingen en ontwerpen van dijken te komen.”

Bijzonder: Ondanks dat de verkenning zonder noemenswaardige tegenslagen is verlopen en de techniek al snel leek op te leveren wat we had een gehoopt is ook duidelijk geworden dat je toch eerder in jaren dan maanden moet denken voordat je met een innovatie uit de pilot/verkenningfase bent. Naast een goed idee zijn doorzetten en een lange adem en soms geduld minstens zulke belangrijke voorwaarden bij innoveren!



Laura Taal

“Meer nuance in de Pipingopgave”

“Voeg al in de toetsingsfase het sausje van de beslisboom toe. Dat houdt in dat je alléén bij de echt urgente trajecten een maatregel tegen piping neemt. Bij de dijkvakken waarbij we het nog niet precies weten, reserveer je wel vast ruimte. Tijdelijk stel je het nemen van maatregelen uit, omdat we nog kennis en ervaring aan het opdoen zijn over bijvoorbeeld de sterkte van het voorland, de heterogeniteit of de anisotropie. Door die kennisontwikkeling verdampt (een deel van) de opgave misschien wel.”

LAURA TAAL IS BELEIDSADVISEUR WATERKERINGEN
BIJ WATERSCHAP RIVIERENLAND



“Het kan niet waar zijn, dat het overal zo slecht is. Het was een soort ‘ongeloofgevoel’. Ook in de wandelgangen fluisterden de experts al langer dat de rekenregel van Sellmeijer te conservatief is. We konden er niet goed mee in de werkelijkheid kijken. Neem als voorbeeld de noordelijke kant van de Waal tussen Gorinchem en Waardenburg. Bijna de hele dijk was afgekeurd op piping, volgens de nieuwe norm. Dat strookte niet met wat de beheerders in de praktijk zien.”

Werkplaats

“Binnen het waterschap Rivierenland ging een programmateam aan de slag met dijkversterkingen. Een eerste idee van het team was: als de deklaagdikte meer dan vier meter is, gaan we geen pipingmaatregel toepassen. Het team kwam met steeds meer knoppen waaraan we konden draaien. We organiseerden een werkplaats om vervolgens nog meer ervaringskennis te delen.”

Gecontroleerd uitstellen

“Uiteindelijk ligt er nu een beslisboom Piping. Voordat je de dijk helemaal op de schop neemt, deel je deze in deelvakken. Per vakje zijn verschillende oplossingen mogelijk. Soms is het probleem urgent en de oplossing makkelijk en voordelig te realiseren; dan is een pipingmaatregel nemen de meest logische keuze. Maar er zijn ook nog veel dijkvakken waarbij we het nog niet precies weten. Door kennisontwikkeling verdampt (een deel van) de opgave misschien wel. Op basis van de beslisboom kunnen we meer nuance aanbrengen in de pipingopgave en kunnen we het besluit nemen om differentiatie aan te brengen. De pipingproblematiek is met de beslisboom niet opgelost. Het is een tijdelijke oplossing. Dit ter overbrugging van een periode waarbinnen we nog beter inzicht krijgen in piping. We hoorden dat ook andere waterschappen (o.a. Limburg) inmiddels ook afwegingen maken waar de pipingopgave op een genuanceerde manier mee kan worden aangepakt.”



“HET IS COMPLEX, MAAR WE MAKEN HET INGEWIKKELD”

Govert Geldof

“Iedereen heeft **ervaringskennis**; sommigen noemen het intuïtie of onderbuikgevoel”

“Eigenlijk hebben we maar één vraag onderzocht in de Werkplaatsen: wat is de waarde van ervaringskennis? Het is kennis die je opdoet door in een vakgebied actief te zijn, maar die je niet op papier kunt zetten, laat staan verwerken in een kwantitatief model. Sommigen noemen het intuïtie, anderen onderbuikgevoel. Iedereen heeft ervaringskennis, of je nu dijkbeheerder bent of aannemer, modelleur, adviseur, projectleider, bestuurder, manager of wetenschapper. Ervaringskennis blijkt het cement te zijn tussen de verschillende taakvelden van de mensen die bij de projecten zijn betrokken.”

“We organiseerden Werkplaatsen rond praktische piping-vraagstukken: Zwarte Water, Kampereilanden en GoWa (Gorinchem – Waardenburg). De vierde Werkplaats vindt plaats langs de Maas tussen Cuijk en Boxmeer, waarbij we naar de synergie zoeken met de ‘American Style’. Rondom een dijktraject worden door experts en beheerders gebeurtenissen, processen en voorwaarden geïnventariseerd die leiden tot het falen van de dijk. Hierover ontstaat een verhaal. Vervolgens wordt zoveel mogelijk informatie verzameld (laboratoriumonderzoek, rekenresultaten en historische waarnemingen). Op basis van deze informatie wordt de waarschijnlijkheid van elk proces door experts en beheerders geschat. Zo wordt een faalkans voor een dijk afgeleid op basis van expertkennis en verzamelde informatie. In de vijfde Werkplaats kijkt waterschap Rijn en IJssel naar het piping-probleem in Pannerden.”

Lagere kosten, hogere kwaliteit en meer werkplezier

“Het kenmerk van Werkplaatsen is dat we niet alleen naar de waterkering kijken, maar ook naar de context. Iedere plek heeft iets specifiek, een eigen cultuur. Door die mee te nemen, kom je tot betere resultaten. Door de ervaringskennis

volwaardig in te brengen, krijgen projecten een steviger verband. Dit resulteert in:

1. lagere kosten
2. hogere kwaliteit
3. meer werkplezier

Dat laatste is zeker niet onbelangrijk. Een Werkplaats is uitdagender dan vergaderen en overleggen op kantoor en de deelnemers geven aan dat ze verrassend veel van elkaar leren.”

Afhankelijk van menselijke inzichten

“Werkplaatsen zijn interessant voor alle projecten en processen die complex zijn. In onze benadering maken we nadrukkelijk onderscheid naar complexiteit en ingewikkeldheid. Complex is ‘dat wat ontstaat’ en ingewikkeld is ‘wat is gemaakt.’ Het zijn communicerende vaten: hoe meer je complexiteit onderdrukt, hoe groter de ingewikkeldheid wordt. Hoe herken je complexiteit? Aan de vele structurele onzekerheden. Deze los je niet op door steeds meer te gaan meten of nog nauwkeuriger te schematiseren. Je bent dan afhankelijk van menselijke inzichten. In de piping-projecten hebben de onzekerheden onder andere te maken met de bodemopbouw, de gebeurtenissen in het verleden, de D70, de te verwachten maatgevende

situaties, het gedrag van muskusratten en konijnen, de programmering van het HWBP, de beschikbaarheid van kennis en de bestuurlijke besluitvorming. Als er sprake is van complexiteit, dan is het zeker aan te raden een beoordeling, ontwerp en beheer – in samenhang – te organiseren in de vorm van een Werkplaats.”

Hoe verder ...

“Ook al zijn we in 2003 begonnen met onderzoek naar ervaringskennis, we staan pas aan het begin. De noodzaak om Werkplaatsen te organiseren is groot en het besef is volop aanwezig dat we ons aan het verslikken zijn in een ingewikkeldheid van rekenregels, discussies over probabilistisch versus deterministisch en systeembeschouwingen, vrijwel losgezongen van het bestuurlijk spel rond financiering en verantwoordelijkheden. Velen zien door de bomen het bos niet meer. Toch is er weerstand tegen het benutten van ervaringskennis. De reden is dat velen zich hebben genesteld in de ingewikkeldheid en zich er comfortabel in voelen. Er is nog een flinke impuls nodig.”

Meer weten?

Productomschrijving Werkplaats, Presentaties Werkplaats: downloaden op pov-piping.nl

Hans van der Sande

“Minder conservatieve benadering verkleint onzekerheid”

“Voor deze verkenning hebben we een methode afgeleid om op basis van scenario's een minder conservatieve waarde toe te passen voor de doorlatendheid en zandgrofheid. Het geotechnisch lengteprofiel geeft inzicht in de grondopbouw en vormt de basis voor het maken van stabiliteitsberekeningen. Op basis hiervan is piping beoordeeld.”

“Het blijkt dat deze minder conservatieve benadering van het waterstandsverloop in de watervoerende laag het pipingprobleem verkleint en dat we ook meer zekerheid krijgen over de daadwerkelijke kans op piping. De resultaten vormen een opstap om het effect van tijdsafhankelijkheid in een gedetailleerde WBI beoordeling te implementeren.”

“Wat is het effect van tijdsafhankelijkheid op het verloop van de stijghoogte in de watervoerende laag op basis van peilbuismetingen? Dat onderzochten we in eerste instantie bij maatgevend hoogwater, maar daarna maakten we ook een inschatting voor de situatie van de waterstandsval na Maatgevend (MHW) en gemiddeld (GHW) hoog water. Meten is weten; we konden

zo een betere inschatting maken van de intredeweerstand. De onzekerheid in de kwelweglengte en een eventuele terugvertaling naar de ligging van het intredepunt namen af. Bij getijde wateren is een meetcampagne van twee maanden toereikend om te kunnen extrapoleren naar maatgevende omstandigheden.”

“Ook hebben we een voorzet gegeven voor een gebiedsafhankelijke inschatting van de reductie van de stijghoogte op basis van een beperkt aantal metingen. Hiervoor zijn drie schattingen van de karakteristieke waarden afgegeven: een gunstige, ongunstige en één voor de overige situaties. De keuze hiervan hangt natuurlijk af van de locatie.”

- **Ongunstige** als sprake is van een ligging in Zeeland direct aan een geul of bijvoorbeeld bij een lokale zandbaan.
- **Gunstig** bij breed voorland (in Zeeland: slikken en schorren) of in havens en kanalen.
- **Overig** voor andere locaties

IN HET ONDERZOEKSGEBIED – DE KOP VAN OSSENISSE – IS INGESCHAT, OP BASIS VAN POMPPROEVEN UITGEVOERD BIJ BORINGEN IN DE WATERVOERENDE LAAG NABIJ DE BINNENTEEN, DAT BIJ EEN DOORLATENDHEID VAN 5×10^{-5} M/S IN HET BASISSCENARIO DE KANS OP EEN 2X ZO GROTE DOORLATENDHEID 24% BEDRAAGT.

Hans van der Sande van Waterschap Scheldestromen heeft de verkenning opgezet en samen met collega's de peilbuismetingen uitgevoerd. Hij bedacht een aangepaste Regressie analyse om de stijghoogte te bepalen en deze methode voor Scheldestromen operationeel te maken.





Koen van Gerven

“Innovatie gaat met vallen en opstaan”

“Veiligheid kost geld. Innovatieve technieken zoals Verticaal Zanddicht Geotextiel (VZG) of een Grofzandbarrière (GZB) als pipingmaatregel blijken veel goedkoper en minder ruimtenemend dan de traditionele aanpak. Dergelijke innovatie gaat wel met vallen en opstaan. Alleen door elkaar de ruimte te geven, met elkaar de dialoog aan te gaan en samen naar oplossingen te zoeken, kan een goed eindresultaat worden bereikt.”

“VZG is een kunstmatige filter. Het geotextiel wordt verticaal aangebracht aan de binnenzijde van de dijk op de overgang van de deklaag van klei naar de zandlaag. Wellen die ontstaan en zand meevoeren, kunnen zich niet ontwikkelen omdat ze doodlopen tegen het geotextiel. Het geotextiel houdt het zand tegen en laat het (kwel)water vrij doorstromen.”

VZG op grote schaal bij een echte dijk

“Uit eerdere proeven in het laboratorium en bij de IJkdijk bleek dat VZG een effectieve oplossing is tegen piping. Maar met deze testen was het geotextiel nog niet maakbaar op grotere schaal bij een echte dijk. Waterschap Rivierenland besloot om VZG toe te passen in vier pilots van ieder circa 500 meter in de lopende dijkversterking

nieuwe technieken

Filterschermen

tussen Hagestein en Opheusden. De aannemers Van den Herik en Cofra (onderdeel van Boskalis) hebben ieder twee trajecten gerealiseerd.”

- Cofra werkt met een HDPE-frame met daarin een bevestigd geotextiel dat als een verticaal geschakelde serie 'horren' in de bodem wordt gedrukt, grofweg zoals damwanden worden aangebracht.
Voordeel: flexibel (scherpe bochten mogelijk) en aanbrengen tot grote diepte.
- Van den Herik werkt met een diepvreesmachine waarmee een sleuf wordt gegraven tot de gewenste diepte. Direct hierachter volgt een glijbekisting waarin het doek wordt opgespannen. Daarbij wordt nieuw filterzand aan de onderkant en zwelklei aan de bovenkant van het doek aangebracht. Ook wordt gelijk een glasvezelkabel meegetrokken waarmee monitoring kan worden verricht.
Voordeel: snel en effectief.

Realtime monitoring

“Inmiddels is er een nieuw VZG-project van circa 1.200 meter bij Waterschap Rijn & IJssel: het voorpand van het Twentekanaal. Bij de pilots van Waterschap Rivierenland

lag de nadruk op het op de juiste diepte, onbeschadigd en schoon aanbrengen van het VZG. Bij het project dijkversterking Twentekanaal ligt de nadruk op het realtime monitoren van de aanleg. Hiermee wordt het aanbrengproces gecontroleerd en vastgelegd voor de toekomst. Daarnaast worden als onderdeel van de pilot de aansluitingen op kunstwerken ontwikkeld.”

GZB: kracht van de eenvoud

“De Grofzandbarrière (GZB) is een doorontwikkeling van het VZG. Deltares heeft de GZB bedacht. Bij een GZB wordt er gebruik gemaakt van een natuurlijk materiaal in plaats van kunststof. Bij deze innovatie gaat het dus echt om de kracht van de eenvoud! De GZB is in feite een grondverbetering, het is een aangebrachte verticale laag zand met een grotere korrel. De mate van samenstelling van de GZB bepaalt de sterkte. De ontwikkeling van GZB is nog pril,

er zijn diverse laboratoriumproeven gedaan die veelbelovend zijn. Afgelopen maanden is de Grofzandbarrière ook beproefd in de Deltagoot van Deltares. Daar bezweek de GZB pas in laat stadium, wat laat zien dat deze barrière echt flinke waterdrukken kan weerstaan.”

Hoe verder ...

“Het is belangrijk is dat er de komende jaren een methode wordt ontwikkeld waarmee kan worden gevolgd hoe het lange termijn gedrag van de GZB zal zijn. Met onze ervaringen kunnen VZG en GZB als innovatieve maatregelen ook goede exportproducten worden. Langs de Mississippi in Amerika en de Po in Italië zijn vele pipinglocaties bekend. Een van de dijken in New Orleans is in 2005 hoogstwaarschijnlijk door piping bezweken. Deze maatregelen kunnen dus echt het verschil maken!”

Koen van Gerven is als technisch manager betrokken geweest bij de voorbereiding en realisatie van de vier VZG pilotlocaties en de realisatie van het VZG binnen het project Dijkversterking Twentekanaal. Hij coördineert de GZB-proeven die Deltares uitvoert en stemt de resultaten af met het deskundigenteam van de pov Piping. Daarnaast is hij Technisch Manager van het project Dijkversterking Gameren, de beoogde locatie voor de eerste pilot met GZB in een primaire waterkering.



Kees Dorst

“Van klei van 1 meter naar **Geo Clay Liner** van 1 centimeter”

“Voorlandverbetering kwam normaliter tot stand door klei aan te brengen in een laagdikte van ongeveer 1 meter. Geo Clay Liners (GCL) of bentonietmatten zijn slechts 1 centimeter dik. Ze hebben dezelfde kd-waarde, maar een veel hogere k-waarde dan klei. In deze verkenning onderzochten we de inzet van GCL's in de voorlandenverbetering.”

“Uit de verkenning blijkt: in vergelijking met klei hoeven we minder diep te ontgraven om de mat te kunnen plaatsen en blijft er geen grond over. Het blijkt een eenvoudigere, goedkopere, minder omvangrijke en duurzamere voorlandverbetering. Met veel minder energie en CO₂ uitstoot en minder hinder door kortere uitvoeringstijd en minder transportbewegingen.”

Geaccordeerde aanpak

“GCL's zijn veel toegepast in met name Duitsland, voor het afdichten van stortplaatsen en zijn in die functie uitgebreid getest. De toepassing als voorlandverbetering is nagenoeg hetzelfde. Deltares heeft de uitgebreide testrapporten, uitvoeringsinstructies en andere documentatie van de GCL's van firma NAUE GmbH & Co beoordeeld en heeft de toepassing als voorlandverbetering van deze producten geaccordeerd.”

Aandachtspunten zijn uitvoering, maatregelen tegen doorworteling en graverijen. Met een in Duitsland algemeen geaccepteerde eisenlijst voor toepassing van GCL's, de BRAD16, is dit product uit te vragen.”

GCL op dijken

“In Duitsland worden de GCL's ook al geruime tijd toegepast op dijken als alternatief voor een kleilaag. Er loopt een onderzoek bij Waterschap Limburg in samenwerking met NAUE GmbH & Co om dit ook in Nederland te kunnen doen. Voordelen zijn evident: er zijn dan nauwelijks eisen te stellen aan de grond die wordt toegepast. Zo kan veel meer gebiedseigen grond met veel minder grondonderzoek worden toegepast. Toepassing geeft ook aanzienlijke kosten- en duurzaamheidsbesparingen.”

Hoe nu verder ...

“De toepassing als voorlandverbetering blijkt zeer acceptabel in waterkerend Nederland. De toepassing op dijken vergt nog wat meer overtuiging en onderzoek. Ook andere afdichtingstechnieken die bekend zijn uit bijvoorbeeld de afdichting van stortplaatsen kunnen worden ingezet.”



KEES DORST, IS INNOVATIE-
BEGELEIDER VAN NAUE GMBH & CO.
ZIJN STREVEN IS OM DE GCL'S IN
NEDERLAND TOEGEPAST TE KRIJGEN.





Piping en macrostabiliteit

Al vele jaren aanjager van drainagetechnieken bij dijken is **Henk Senhorst** (Rijkswaterstaat). “Ons doel is om drainagetechnieken als serieuze optie te plaatsen naast maatregelen als versterking in grond, damwanden of geotextiel. De impact en kosten van de meer gangbare technieken heb je meestal goed in beeld. Drainagetechnieken zijn lastiger om in te schatten. Daarom vermoeden wij dat deze drainagetechnieken in de verkenningsfase vaak al sneuvelen. Dat is zonde, want op sommige specifieke locaties biedt deze techniek echt meerwaarde. Juist wanneer een dijk zowel met piping als met macrostabiliteit te maken heeft. Of als er veel bebouwing bij de dijk staat.”

Hendrik Meuwese

“Doe de quickscan en verken drainage als extra oplossingsmogelijkheid”

“Drainagetechnieken zijn gangbaar in de geohydrologische wereld, bijvoorbeeld voor bronbemaling en drinkwaterwinning. Dijkwerkers kennen de techniek van enkele projecten, zoals Jaarsveld, de Spijkse Dijk en SLA. Dankzij de **pov Piping** is bestaande geohydrologische kennis beter onder de aandacht gekomen. Nu kunnen dijkwerkers drainagetechnieken makkelijker toepassen als extra oplossingsmogelijkheid (met minimale impact op het ruimtebeslag) in dijkversterkingsopgaven.”

“Om te komen tot de handreiking drainagetechnieken (op verzoek van de **pov Piping** en pov Macrostabiliteit) organiseerden we workshops bij verschillende waterschappen. Deze werkvorm én locaties zorgden voor een grote betrokkenheid van verschillende disciplines. Het was de basis van de opzet van de handreiking en vormde de start voor de opzet van drainage quickscan-tool. Deze online tool geeft een eerste indruk van de toepassing van een drainagesysteem voor een specifieke dijklocatie. De tool berekent het debiet dat

uit een drainagesysteem kan komen en de kosten van aanleg (en beheer). De tool is bedoeld om in de verkenningsfase van een dijkversterkingsproject een beeld te krijgen van de inzetbaarheid van een drainagesysteem.”

HENDRIK MEUWESE IS PROJECTLEIDER EN SENIOR GEOHYDROLOGISCH EXPERT BIJ WITTEVEEN + BOS.

A woman with blonde hair, wearing a dark blue jacket and a matching scarf, is sitting in a lush green field. She is smiling and looking towards the camera. The background shows a grassy hill under a cloudy sky. The image is split vertically, with the left side showing the woman and the right side showing a solid teal background with text.

POV Piping is onderdeel van het
Hoogwaterbeschermingsprogramma

pov-piping.nl