

Rapportage

Strategisch Onderzoek 2018

Intro

Floodrisk



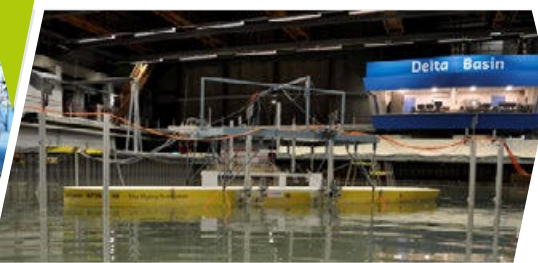
Ecosystems & environmental quality



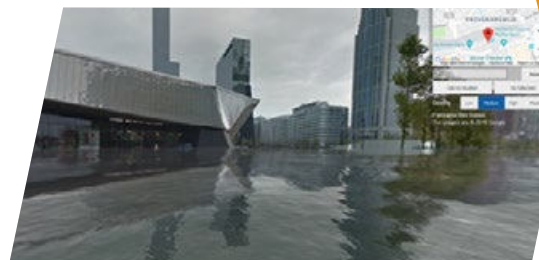
Water & subsoil resources



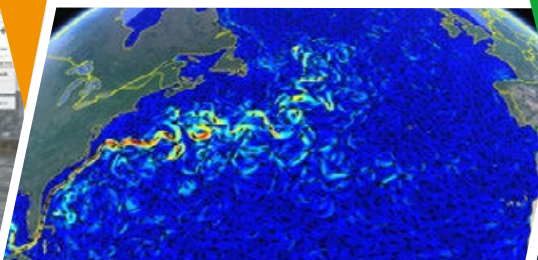
Delta infrastructure



Adaptive delta planning



Enabling technologies



SO Impuls



Trekkers



Intro

De strategie van Deltares is erop gericht om in het totale projectportfolio kennis te ontwikkelen. De missie van Deltares is immers het op topniveau ontwikkelen en toepasbaar maken van kennis op het gebied van water, ondergrond en infrastructuur voor mens, milieu en maatschappij. De middelen voor het Strategisch Onderzoek vervullen daarbij een cruciale rol in het in stand houden en ontwikkelen van de kennisbasis voor de B.V. Nederland. Zij worden bijvoorbeeld ingezet voor het co-financieren van gezamenlijk onderzoek (JIP's, EU projecten), voor het doen van verkenningen, voor het ondersteunen van relevante fundamentele kennisontwikkeling via promotietrajecten en voor het onderhouden van intensieve relaties met universiteiten door deeltijds hoogleraar- en docentschappen. De proef op de som is altijd dat de door ons ontwikkelde kennis- en tools in praktijktoepassingen zijn weg vindt en meerwaarde levert. Wij menen met dit verslag hier een ruim scala aan voorbeelden van te laten zien. Dit verslag is met trots en met plezier samengesteld. Volgens de Strategische Agenda 2018-2021 is de kennisportfolio van Deltares ingedeeld in 6 thema's:

- 1) Flood Risk
- 2) Ecosystems & Environmental Quality
- 3) Water and Subsoil Resources
- 4) Delta Infrastructure
- 5) Adaptive Delta Planning
- 6) Enabling Technologies

In de kabinetsreactie "Impuls voor toegepast onderzoek" is aan de Tweede Kamer aangekondigd dat het kabinet in 2018 de Rijksbijdrage aan Deltares met € 4,2 miljoen wil verhogen. In lijn met onze Strategische Agenda 2018-2021 en de Kennis- en Innovatieagenda's van de relevante departementen en topsectoren is er voor 2018 voor gekozen om deze additionele middelen in te zetten op drie hoofdthema's, met daarin onderscheiden zes SO impuls programma's:

- 1) **Water(veiligheid) en Klimaat**
 - a. *Grenzen aan klimaatadaptatie*
 - b. *Effecten van extreem weer*
- 2) **Duurzame Leefomgeving**
 - a. *Energietransitie en circulaire economie*
 - b. *Gezonde watersystemen*
- 3) **Toekomstbestendige Infrastructuur**
 - a. *Vervangingsopgave*
 - b. *Resilient Infrastructure en bodemdaling*

Dit zijn thema's met een hoge maatschappelijke urgentie, met een indeling in programma's waar Deltares met haar kennis een wezenlijke bijdrage aan kan leveren.

LEESWIJZER

Dit verslag is samengesteld om intern Deltares te delen wat de onderzoeken en ontwikkelingen binnen de thema's en programma's in 2018 hebben opgeleverd. Hiermee hopen we dat de ontwikkelde kennis breder bekend en gebruikt wordt en dat hier binnen Deltares ook beter op kan worden aangesloten.

Het verslag is makkelijk navigeerbaar gemaakt door de knoppen die aan de zijkant en de onderkant te zien zijn. De indeling is dusdanig dat er vanuit deze home pagina naar de diverse thema's en programma gelinkt wordt en dat per thema en programma informatie wordt gegeven over de ontwikkelingen in 2018.

We moedigen iedereen aan om hier kennis van te nemen. Veel leesplezier!

Namens het SO team

Thema Floodrisk

Doel thema

Relevantie thema

Voortgang thema

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Thema's en programma's **in 2018**

Resultaten Strategisch Onderzoek **2018**

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO Impuls

[Home](#)

Thema Floodrisk

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Doel van het thema

Dit thema richt zich op de ontwikkeling en toepassing van kennis om de veiligheid tegen overstromingen te vergroten. Het hoofddoel van het thema is om het verlies aan mensenlevens en de maatschappelijke en economische impact van overstromingsrampen te verkleinen, en handelingsperspectieven te bieden voor de korte en lange termijn. Dit is in toenemende mate een uitdaging omdat door klimaatverandering, economische en demografische groei en de bedreigingen en belangen per jaar toenemen. Het thema heeft een stevige ambitie: wereldleider zijn op het gebied van flood risk door de combinatie van kennis op flood risk management, fysische kennis van waterstanden, golven en waterkeringen en kennis over het voorspellen van extreme omstandigheden, het uitbrengen van waarschuwingen (ook early warning) en hoe te handelen. Het thema speelt een grote rol in de Nederlandse kenniswereld en is ook in het buitenland beeldbepalend voor de BV Nederland. Meerdere themas houden zich bezig met water of waterveiligheid gerelateerde themas. Het thema Flood Risk heeft een meer specifieke focus op waterveiligheid gerelateerd aan rampen of mogelijke rampen en hoe daarna te handelen. Hierin is ook een verbreding ingezet: rampen zijn niet uitsluitend gerelateerd aan overstromingen maar kunnen ook worden veroorzaakt door bijvoorbeeld droogte of andere natural hazards.

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Relevantie

Doel

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Maatschappelijke relevantie van het thema

De relevantie van waterveiligheid is evident. Het staat hoog op de nationale en internationale agenda's. De wereld verandert: steden worden groter, de economie groeit. Tegelijkertijd spelen de effecten van klimaatverandering een steeds grotere rol: versnelde zeespiegelstijging, extremere weersomstandigheden et cetera. Dit resulteert in steeds meer aandacht voor overstromingsrisico's en de (mogelijke) impact van overstromingen.

Internationaal zijn de agenda's van het de Sustainable Development Goals van UN en het Sendai Disaster Risk Reduction Framework dominant. Nationaal spelen de kennis- en innovatie-agenda's van Rijkswaterstaat, DGWB, NKWK waterkeringen en het Deltaprogramma een belangrijke rol.

Nationaal hebben de wateroverlast van 2017 en de droogte in 2018 het omgaan met (mogelijke) rampsituaties nog nadrukkelijker op de agenda gezet. De internationale agenda's streven naar een steeds duurzamer ontwikkeling van de wereld (zie ook de SDG's) en adaptief inspelen op veranderingen van onder meer klimaat. Kleine eilandstaten in ontwikkelingslanden (SIDS, ofwel Small Island Development States) zijn bijzonder kwetsbaar bij klimaatverandering, aangezien de meeste daarvan niet meer dan een paar meter boven de gemiddelde zeewaterstand liggen.

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls

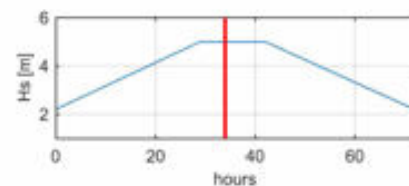
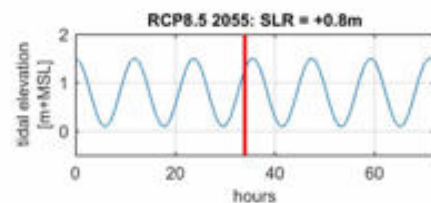
Voortgang/ontwikkelingen

In 2018 heeft het thema waterveiligheid een aantal onderwerpen behandeld (die al een continue ontwikkelingslijn hadden ten opzichte van de voorgaande jaren) in het voorkomen van overstromingen en het beperken van de gevolgen. Hierbij komt geleidelijk de gevolgenkant (schade, slachtoffers) steeds meer in beeld. In Nederland is de implementatie van de nieuwe normering en de daaruit voortvloeiende dijkversterkingsopgave dominant geweest en dat zie je terug in aantal onderzoeksprojecten zoals het NWO-TTW All-Risk project waarbij meer dan 14 PhD studenten en postdocs betrokken zijn. Nieuw in 2018 was het voorspellen en omgaan met wateroverlast (pluvial flooding) en in 2018 is nadrukkelijk de versnelde zeespiegelstijging als mogelijke opgave neergezet en de mogelijke gevolgen voor onze waterkeringen.

In Nederland is de op risico-gebaseerde normering tegen overstromingen op 1 januari 2017 ingevoerd.

Een enorme transitie. Na een stoeve start is de beoordeling van waterkeringen en de bijbehorende kennis inmiddels op stoom gekomen. Tijdens de landelijke beoordelingsdag was te zien dat de kennisvragen zijn verschoven van beoordeling op basis van een kansenbenadering naar ontwerp op dezelfde basis, bijvoorbeeld met hulp van de ontwikkelde probabilistische toolkit (PTK). Dit past in de uitdaging van het HWBP programma om sneller en goedkoper de dijkversterkingsopgave uit te voeren. Eind vorig jaar is de start gemaakt met de ontwikkeling van nieuwe concepten zoals "taai dijken" om aan de kennisvraag van morgen te kunnen voldoen. Zichtbaar wordt dat de inspanningen gericht zijn op het (meer) beheersbaar maken van de versterkingsopgave binnen het HWBP programma.

>>



Computerberekening van de overstroming van een klein eiland



Thema Floodrisk

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

De internationale agenda's streven naar een steeds duurzamer ontwikkeling van de wereld (zie ook de SDG's) en adaptief inspelen op veranderingen van onder meer klimaat. Kleine eilandstaten in ontwikkelingslanden (SIDS, ofwel Small Island Development States) zijn bijzonder kwetsbaar bij klimaatverandering, aangezien de meeste daarvan niet meer dan een paar meter boven de gemiddelde zeewaterstand liggen.

Ten behoeve van het omgaan met pluvial flooding is een eerste AI-model ontwikkeld om de kans op landslides tijdens extreme regenval te voorspellen (in samenwerking met Thema ET).

Daarnaast is er gewerkt aan (instrumenten voor) beleidsondersteuning en decision support tijdens mogelijke rampen. Onder meer de Circle-aanpak om domino-effecten te identificeren in het geval van wateroverlast of overstrooming werd met succes toegepast in casestudy's over de hele wereld.

Tenslotte was in het eerste kwartaal van 2018 de Eemdijkproef veel in het nieuws, een fraai experiment. Deze en andere veldproeven leiden tot grote besparingen door de toepasbaarheid van nieuwe uitvoeringstechnieken aan te tonen. Verdere analyse van de uitgevoerde metingen aan vervormingen en bezwijkgedrag van dijken met constructies kunnen tot verdere optimalisatie van beoordelings- en ontwerpregels leiden. ■

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Samenvatting

Doel

Relevantie

Voortgang

Activiteiten en
resultaten

Samenvatting

Dit thema is uitgewerkt in vier programma's. De namen van een aantal programma's zijn in 2018 aangepast om het doel daarvan helderder te maken. De programma's omvatten zowel nationale als internationale vraagstukken, met uitzondering van het programma future proof dikes dat in belangrijke mate nationaal georiënteerd is. De vier programma's in het thema zijn:

- Flood risk strategies
- Enabling early warning
- Quantifying flood hazards and impacts
- Future proof dikes

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Flood Risk Strategies

In verschillende projecten/kaders is gewerkt aan het in beeld brengen van overstromingsrisico's ten gevolge van klimaatverandering (zeespiegelstijging) voor Small Island Development States (SIDS). Daarbij is ook aandacht geweest voor de impact van mogelijke mitigatie- en adaptatiemaatregelen. Deze activiteiten versterken de informatiebasis en de capaciteit van SIDS voor een effectieve planning van klimaatadaptatie (bijdrage aan SDG 13b). In dat kader was er ook aandacht voor disseminatie van kennis via de Understanding Risk 2018 conference en een workshop bij Deltares voor diplomaten uit SIDS landen.

Op een aantal fronten is gewerkt aan het verbeteren van modellen voor het bepalen van overstromingsschade. Het gaat om de toepassing van machine learning methoden bij multivariabele schademodelen. De methoden zijn met succes toegepast op een aantal case studies: tyfoonschade in de Filipijnen en overstromingsschade in een aantal gebieden in Nederland en Duitsland. Een betere voorspelling van overstromings- en/of windschade draagt bij aan de effectiviteit van noodhulp en daarmee aan het reduceren van het aantal slachtoffers van water-gerelateerde rampen (SDG 11.5)

Op het gebied van kritieke infrastructuur is verder gewerkt aan de Clrcle-tool. De online versie hiervan is gelanceerd tijdens de Understanding Risk 2018 conference in Mexico. Tevens is gewerkt aan het operationaliseren van resilience aan de hand van indicatoren, onder meer in het kader van een case-studie voor Broward County (Florida). Deze ontwikkelingen dragen bij aan SDG 9 ("Build resilient infrastructure").

>>

Lancering van de online Clrcle tool bij de Understanding Risk 2018 Conference



Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Enabling Early Warning

Het "Enabling Early Warning" R&D-programma draagt bij aan de kennisontwikkeling met betrekking tot de 'warme fase' van de overstromingsrisicomanagementcyclus. In die warme fase wordt vaak een "forecast - decision - response"-keten doorlopen. Het R&D-programma ontwikkelt kennis voor de individuele onderdelen daarvan en draagt bij aan de samenhang ertussen. In 2018 is er veel aandacht besteed aan de operationele hoogwatervoorspellingssystemen op mondiale schaal. De schaal waarop deze opereren resulteert in enorme uitdagingen die innovatieve oplossingen afdwingen die vervolgens elders weer toegepast worden. In toenemende mate worden verwachtingen van afvoer en waterstand vertaald naar verwachtingen van 'gevolgen'. Voorbeelden hiervan zijn voorspelling van het aantal getroffen personen, schade en uitval van vitale infrastructures. Om op basis van dit type verwachtingen (maar ook op basis van traditionele verwachtingen) goede beslissingen te kunnen nemen, wordt het "Decision Making in Uncertainty Lab" opgezet. Daarin worden best practices ontwikkeld die rekening houden met onzekerheden in de verwachting en biases in besluitvorming door menselijke actoren. Tenslotte draagt het R&D programma eraan bij dat nieuwe ontwikkelingen op het gebied van Big Data en kunstmatige intelligentie beoordeeld worden op toepassing in Early Warning-systemen.

>>

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Quantifying flood hazards and impacts

Het werkkerrein van dit programma is gefocust op software en instrumenten ten behoeve van de meest optimale fit-for-purpose modellering voor zowel de in Nederland veel voorkomende zandkusten en laaglandrivieren, als ook van koraal- en kiezelkusten, begroeide kusten en hooglandrivieren.

Dit jaar is samen met de U.S. Geological Survey en de University of Western Australia aandacht gegeven aan de toename het overstromingsrisico op kleine eilanden ten gevolgen van zeespiegelstijging. Dit heeft geresulteerd in verbeterde software en modellen. Dit is ook in de media (Volkskrant, Washington Post, VPRO) opgemerkt. Dit werk heeft zich vertaald in opdrachten van de Wereldbank om de effectiviteit van koraalriffen op golfaanval in de Seychellen en het overstromingsrisico in Sao Tome te onderzoeken. Op het gebied van zandige kusten is het Deltares modelinstrumentarium getoetst voor de Nederlandse situatie (voor Rijkswaterstaat) en voor complexe duindoorkraakprocessen door orkanen in de VS voor de Amerikaanse marine die actief gebruik maakt van Deltares software. Deltares participeert in een groot Europees project EUCP waarin de gevolgen van hoge-resolutie klimaatscenario's voor overstroming door regenval en stormvloed worden bekeken.

Daarnaast hebben we een grote ontwikkelgemeenschap opgezet rond het mede door Deltares ontwikkelde duinafslag XBeach en het overstromingsmodel SFINCS. Deltares draagt bij aan de ontwikkeling van "Delft3D-Flexible Mesh" software en de ontwikkeling van de "Generator of Rainfall and Discharge Extremes" (GRADE), waarmee samen met het KNMI en Rijkswaterstaat wordt gewerkt aan het kwantificeren van mogelijke extreem hoge afvoeren voor de Rijn en Maas die in de toekomst kunnen optreden en waar ons land zich op moet voorbereiden.

>>

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Floodrisk

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls

Programma Future Proof Dikes

Het programma Future Proof Dikes ontwikkelt kennis en tools voor beoordelen, ontwerpen en beheren van waterkeringen. De focus in het programma is enerzijds de implementatie van de overstap naar de nieuwe normering op overstromingsrisico's op dijktrajectniveau, en anderzijds de zorgplicht van de beheerder voor waterkeringen.

Samen met waterschappen en het hoogwaterbeschermingsprogramma is gewerkt aan POV's (projectoverstijgende verkenningen). In de POV's zijn in 2018 een aantal Full Scale proeven uitgevoerd (waaronder vernagelingspilot Watergraafsmeer, damwandproef Eemdijk en 2e infiltratieproef Hollandse IJsseldijk), die op zichzelf al leiden tot scherpere rekenmethodieken (nieuwe technieken, meer vervormingen of infiltratie toelaten), die met verdere analyses tot verdere optimalisatie aanleiding kunnen zijn. Het kennisprogramma van Deltares is nauw verbonden met dit soort praktijkgericht onderzoek.

Bewezen sterkte is een ander voorbeeld van een kennisontwikkeling in de POV's die inmiddels is geland in diverse HWBP (Hoogwaterbeschermingsprogramma) projecten. Nieuwe technieken als Verticaal Zandwerend Geotextiel (VZG) en de Grof Zand Barrière (GZB) zijn innovatieve oplossingen tegen pipingproblemen. De Grofzandbarrière heeft daarvoor de Waterinnovatieprijs 2018 gekregen.

>>



Grofzandbarrière wint Waterinnovatieprijs 2018



Thema Floodrisk

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

In het Robamci (Risk and Opportunity Based Asset Management for Critical Infrastructure) project zijn goede stappen gemaakt. In het project is samen met de markt, de waterschappen en met een internationaal consortium gekeken op welke wijze het assetmanagement van waterkeringen, waaronder de investeringsprogramma's, de levensduurbenadering en de zorgplicht kan worden vormgegeven als onderdeel van het integraal ontwerpen ervan. Voorbeeld cases zijn ROBAMCI – waterkeren, pilot HHNK life cycle regionale waterkeringen, Risk Based Inspection Oesterdam, Regionale waterkering Rijnland, EU-FAIR). Het project heeft hier ook een serious game voor ontwikkeld:
<https://www.robamci.nl/referentie-item/serious-game/>.

Daarnaast is het programma betrokken bij / financier van/ mede sturend van een aantal STW projecten waaronder 2 perspectief voorstellen, in totaal ca. 25 PhD's: Allrisk, Safe Levee, Reliable dykes, Piping in Practice, Flow slides. Voor 2019, is het programma aanjager van het nieuw TTW voorstel SafeLanding samen met 7 universiteiten, in het kader van de samenwerking in de gouden driehoek HWBP. ■

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Ecosystems & environment quality

Doel thema

Relevantie thema

Voortgang thema

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

Thema's en programma's **in 2018**

Resultaten Strategisch Onderzoek **2018**

Floodrisk

Water & subsoil resources

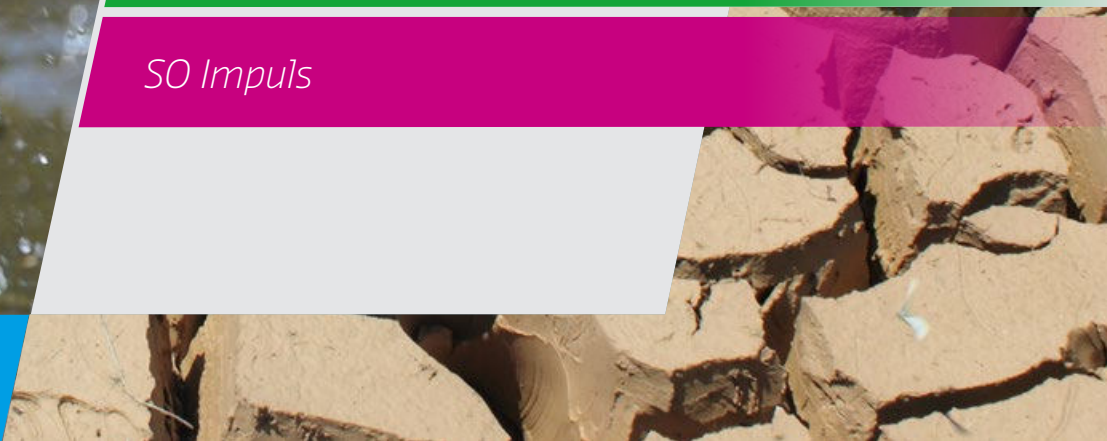
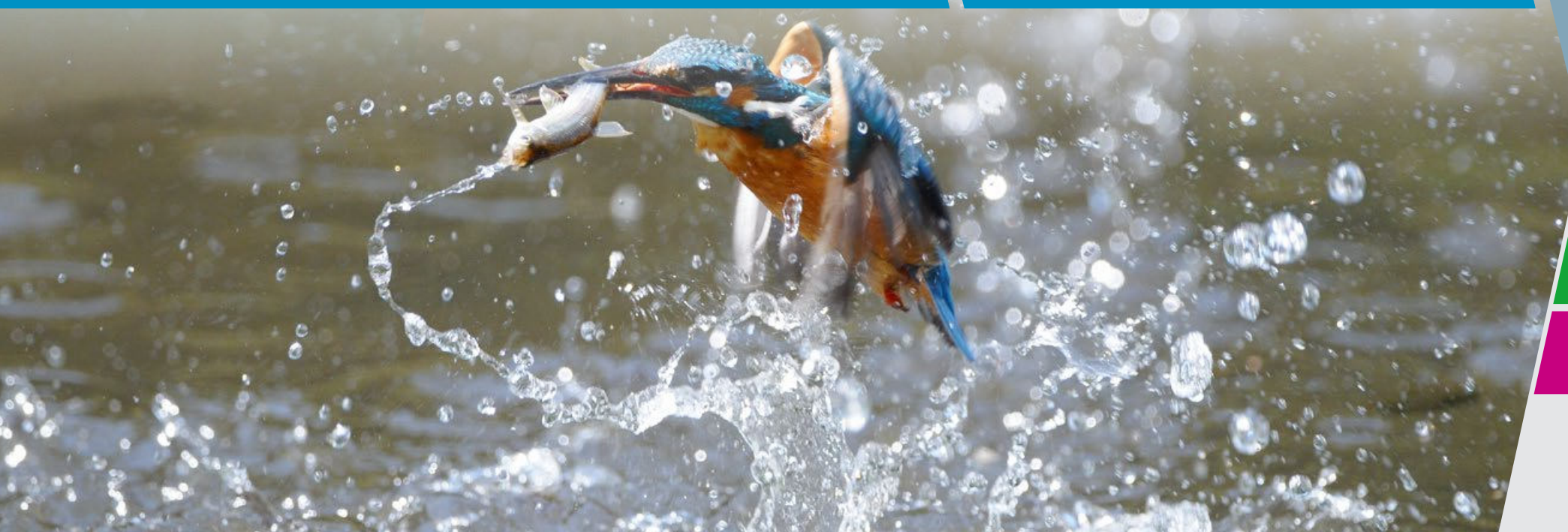
Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO Impuls

[Home](#)



Ecosystems & environmental quality

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls

Wilgenbos tegen verwoestend water

REPORTAGE
DELTA GOOT

Geen aanflits of beton, maar een fluit wilgenbos om de dijken te beschermen. In Delft test 's werelds grootste golfmachine hoeveel de boomstamkanten.

Roel Dijkstra
Delft

Met een fluit stroom staat in het lab van Delft de Deltagoot. Het is een groot, open kanaal met aan de zijkanten een betonnen wal. In de zijkanten hangen er kleine, bewegende modellen van de natuur. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn.



Met een fluit stroom staat in het lab van Delft de Deltagoot. Het is een groot, open kanaal met aan de zijkanten een betonnen wal. In de zijkanten hangen er kleine, bewegende modellen van de natuur. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn.

De wilgen zijn de grootste Deltagoot. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn.

De wilgen zijn de grootste Deltagoot. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn.

Uit de praktijk weten we niets. Geen onderzoeker gaat tijdens een cyclus met meetapparatuur in het bos staan

Stag van Wierboonen
Delft

De wilgen zijn de grootste Deltagoot. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn. Ze zijn gemaakt van papier en zijn zo klein dat ze bijna onzichtbaar zijn.

Doel van het thema

De druk op de ecosystemen en het milieu neemt toe door groei van bevolking en economie. Ook veranderingen in het klimaat hebben een impact op ecosystemen en daarmee ook op de diensten die ecosystemen voor maatschappij leveren. Tegelijkertijd nemen de ambities van overheden voor het verbeteren van de water- en bodemkwaliteit toe en is er een toenemende vraag naar oplossingen die gebruik maken van de natuurlijke processen en structuren van ecosystemen.

Doel van dit thema is het ontwikkelen van duurzame oplossingen voor sedimentbeheer van rivieren en kustwateren, het verbeteren van de kwaliteit van water en bodem, en het herstellen en beschermen van de watergebonden ecosystemen in stroomgebieden, delta's en kustgebieden. Daartoe ontwikkelt het thema kennis over de kwaliteit van water- en bodemsystemen en maakt deze kennis beschikbaar via model- en informatiesystemen voor beleidsmakers, beheerders en gebruikers.

Een artikel uit de Volkskrant over de experimenten met wilgenbossen in de Deltagoot



Ecosystems & environmental quality

Relevantie

Doel

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

(Maatschappelijke) relevantie van het thema

Richtinggevend voor het onderzoek in dit thema zijn de nationale Europese beleidsdoelen ten aanzien van duurzaamheid en het realiseren van gezonde water- en bodemsystemen en de internationale afspraken met betrekking tot Sustainable Development Goals met betrekking tot schoon water, beschermen van ecosystemen, duurzaam gebruik van ecosystemendiensten en natuurlijke oplossingen voor het omgaan met klimaatverandering.

In Nederland is ondanks de al gerealiseerde verbetering van de waterkwaliteit een stevige inspanning nodig om de doelen van de Europese richtlijn KRW (Kaderrichtlijn Water) en KMS (Kaderrichtlijn Mariene Strategie) te realiseren. Meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen, medicijnresten en (micro)plastics vormen een toenemende bedreiging voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater met bijkomende gezondheidsrisico's. Dit heeft geresulteerd in een Delta-aanpak Waterkwaliteit en een daarbij behorende kennisagenda om meer inzicht en kwantitatieve informatie te verkrijgen over de bronnen, transport en gedrag van stoffen en de effecten daarvan op ecosystemen en gevolgen voor de gezondheid.

Door de ingrepen in de rivieren en het landgebruik in stroomgebieden is de sedimentdynamiek van onze delta sterk veranderd. De vorm van de rivierbedding raakt uit balans en de toevoer van sediment naar de estuaria en kustwateren is veranderd. Dit heeft impact op waterveiligheid, scheepvaart en natuur langs de rivieren, alsook op de (natuurlijke) uitwisseling van sediment tussen de Noordzeekust en de Waddenzee.

Als gevolg van een veranderend klimaat, ingrepen in de waterhuishouding en waterkwaliteitsproblemen staat de ecologische veerkracht van de Nederlandse grote wateren onder druk. De opgave is om via inrichting en beheer de ecologische veerkracht te versterken en de ruimtelijke kwaliteit te herstellen en behouden. Bij beleid en maatschappij is behoefte aan 'nature-based' oplossingen.

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Ecosystems & environmental quality

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Voortgang/ontwikkelingen

In 2018 hebben geen grote veranderingen in het thema plaatsgevonden. Een aantal programmalijnen en belangrijke projecten werden in 2018 afgerond. Zo werd de verkenning naar waterkwaliteit en gezondheid afgerond. Ook de Europese projecten Solutions (emerging compounds) en MARS (multiple stress ecosystems) kwamen met de eindresultaten. De Building with Nature projecten Vooroever Houtribdijk en de Hondsbossche Duinen zijn afgerond.

Een beperkt aantal onderwerpen hebben in 2018 extra aandacht gekregen. Op het gebied van nature based solutions is extra aandacht gegeven aan de technische onderbouwing van deze oplossingen door het uitvoeren van experimenten in de Deltagoot naar de golfdempende werking van wilgen op het voorland van een dijk onder extreme golfbelasting. Daarnaast is de wijze van vegetatiemodellering binnen de Deltares software vernieuwd door gebruik te maken van een 'basic model interface' die het mogelijk maakt om ecologische vegetatie-modellen te koppelen aan D-Flow FM, XBeach en SWAN. Verder is onderzoek gestart naar 'governance' en 'finance' vraagstukken van nature based oplossingen.

In 2018 is binnen het thema een start gemaakt met de onderzoeksvragen uit de kennisagenda van de Delta-aanpak waterkwaliteit. Ook is een begin gemaakt met het vernieuwen van het modelinstrumentarium voor waterkwaliteit. Niet alleen wordt er gewerkt aan complexe modellen, maar tevens worden er informatietools ontwikkeld die de effectiviteit van maatregelen in het landelijk gebied gericht op het verbeteren van de waterkwaliteit inzichtelijk maken.

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Ecosystems & environmental quality

Samenvatting

Doel

Relevantie

Voortgang

Activiteiten en
resultaten

Samenvatting

Het thema Ecosystemen en Milieukwaliteit bestaat uit een viertal programma's:

- Understanding System Dynamics: het verkrijgen van inzicht in de wisselwerking van fysische, chemische en ecologische processen in bodem- en watersystemen, alsmede de invloed van klimaatverandering en menselijk handelen hierop.
- Ecosystem Modelling and Monitoring: het ontwikkelen van een nieuwe generatie model- en informatiesystemen en meet- en monitoringtechnieken
- Nature Based Flood Defences: het ontwikkelen van 'building-with-nature' oplossingen voor waterveiligheid, zowel voor zand- en slibkusten als voor rivieren.
- Solutions for Impacted Environments: het ontwikkelen van innovatieve technieken en maatregelen op het gebied van 'circular economy', 'resource efficiency' en 'nature based solutions'.

Daarnaast wordt in het thema een verkenning uitgevoerd naar de invloed van waterkwaliteit op risico's voor gezondheid: Water Quality and Health.

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Ecosystems & environmental quality

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Understanding System Dynamics

Het programma Understanding System Dynamics richt zich op het ontwikkelen en bijeenbrengen van proces- en systeemkennis over sediment (zand en slib), morfologie, water- en bodemkwaliteit en ecologie in stroomgebieden, delta's en kustgebieden. Een van de onderzoekslijnen betreft het vergroten van de kennisbasis over de effecten van klimaatverandering en veranderingen in landgebruik op het ecologisch functioneren van water- en bodemsystemen, specifiek van de effecten van multiple stress en cumulatieve effecten. Het Europese onderzoeksproject MARS heeft geresulteerd in het vergroten van het inzicht naar de effecten van veranderingen in grondwaterhuishouding op de base flow van beken en rivieren en de gevolgen daarvan op de ecologische kwaliteit van deze stromende wateren. Daartoe was in samenwerking met waterschap Vechtstromen binnen het MARS-project een case-studie opgezet. Binnen het door de waterschappen geïnitieerde Lumbricus-project worden de nieuwe inzichten verder opgepakt voor het ontwikkelen van klimaatrobuuste beeksystemen. Binnen het MARS-project zijn ook tools ontwikkeld waarmee de effecten van multiple stress op ecologische kwaliteit kunnen worden vertaald in maatregelen die nodig zijn voor het realiseren van een goede ecologische kwaliteit conform de eisen van de Europese Kaderrichtlijn Water. Deze tool wordt momenteel voor de Nederlandse waterbeheerder verder uitgewerkt naar ecologische sleutelfactoren.

Een andere belangrijke onderzoekslijn betreft het onderzoek naar transport en gedrag van nieuwe stoffen, medicijnresten en (micro)plastics in het oppervlaktewater en de effecten daarvan op ecosystemen en gezondheid. Een ander Europees onderzoeksproject, genaamd SOLUTIONS, heeft onder meer geresulteerd in een modelinstrumentarium waarmee transport en gedrag van nieuwe stoffen, medicijnresten en (micro)plastics kunnen worden beschreven en vertaald naar risico's voor ecosystemen en gezondheid van de mens. Via een aantal workshops met Nederlandse waterbeheerders zijn de resultaten van SOLUTIONS gepresenteerd en heeft dit bijgedragen aan de Delta-aanpak Waterkwaliteit.

>>

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Ecosystems & environmental quality

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Ecosystem Monitoring en Modelling

Binnen het programma Ecosystem Monitoring en Modelling worden kennis, data en modellen samengebracht in informatiesystemen waarmee informatie over water- en bodemsystemen op het gewenste aggregatieniveau en op de juiste tijd- en ruimteschalen kan worden gegenereerd. Een van de onderzoekslijnen heeft betrekking op het benutten van satelliet data (Earth Observation data) voor het monitoren en voorspellen van de waterkwaliteit en de ecologische ontwikkeling van wateren en kustgebieden. Via Europese projecten worden momenteel in samenwerking met eindgebruikers verschillende diensten ontwikkeld. Voor het verkrijgen van inzicht in de ontwikkeling van vegetatie-ontwikkeling in de uiterwaarden van onze grote rivieren en de eventuele risico's voor de hoogwaterveiligheid is een vegetatiemonitor ontwikkeld die online beschikbaar is. Ook hier wordt gebruik gemaakt van satelliet data.

Een andere onderzoekslijn betreft 'citizen science' bij het monitoren van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Daartoe zijn verschillende meettechnieken en apps ontwikkeld waarmee vrijwilligers met een smartphone de waterkwaliteit kunnen meten. Zo is er de nitraat-app die door agrariërs in de Achterhoek wordt gebruikt om de effecten van hun bedrijfsvoering op de waterkwaliteit te monitoren. Ook is er een eerste aanzet van een data-viewer voor de waterkwaliteit: via een i-pad kunnen aan de keukentafel met agrariërs de effecten van emissiebeperkende maatregelen op de waterkwaliteit in beeld worden gebracht.

In kader van de verkenning naar de invloed van waterkwaliteit op gezondheid zijn nieuwe detectiemethoden op basis van DNA-technieken ontwikkeld waarmee in het veld op snelle en goedkope wijze microbiologische verontreinigingen kunnen worden opgespoord. Door de Nederlandse waterschappen worden deze detectiemethoden gebruikt voor het opsporen van E-coli en legionellabacteriën. De nieuwe techniek is uitgebreid voor Leptospirose, een bacterie die via rattenurose in het oppervlaktewater kan worden overgedragen op mensen en de ziekte van Weil kan veroorzaken.

>>

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Ecosystems & environmental quality

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

In de onderzoekslijn modelinstrumentarium voor waterkwaliteit en ecologie is gestart met het modelleren van de effecten van microplastics op het ecologisch functioneren van mariene ecosystemen via de methodiek van dynamic energy budget modelling. De eerste resultaten hiervan zijn gepresenteerd op de International Conference on Plastics in the Marine Environment. Verder wordt HABITAT doorontwikkeld om ecological flows te kunnen beschrijven.

Programma Nature Based Flood Defences

Het programma Nature Based Flood Defences richt zich op het ontwikkelen van 'building-with-nature-oplossingen' voor hoogwaterveiligheid, zowel voor zand- en slibkusten, als voor rivieren. Een belangrijke activiteit die veel nationale en internationale belangstelling heeft gekregen was het experimenteel onderzoek in de Deltagoot naar de golfdempende werking van wilgenbossen onder extreme golven. De proef is uniek in zijn soort, omdat dit de eerste proef is waarin met echte wilgenbomen proeven zijn uitgevoerd met realistische extreme golfscenario's. De resultaten van de proef komen in 2019 beschikbaar en zullen bijdragen aan het beter voorspelbaar en toetsbaar maken van de veiligheid van nature based flood defences volgens de standaarden die we in Nederland voor hoogwaterbescherming gebruiken. Om de interactie tussen vegetatie, golven en hydrodynamica beter te kunnen modelleren, is de vegetatiemodellering binnen de Deltares software vernieuwd waardoor de vegetatiemodellen nu kunnen worden gekoppeld aan hydrodynamische en golfmodellen, zoals D-Flow FM, XBeach en SWAN.

Verder wordt in dit programma onderzoek verricht naar pilot toepassingen van nature based flood defences, zowel nationaal (Hondbossche en Pettemer Zeewering, Marconi-polder) als internationaal (onder andere in Indonesië en bij de Golfkust van Verenigde Staten). De pilotprojecten leveren kennis en inzichten over het ontwerpen van nature based oplossingen gegeven enerzijds de hoogwaterveiligheidseisen en anderzijds het vergroten van de ecologische en ruimtelijke kwaliteit van de primaire keringen.

Een andere onderzoekslijn betreft de governance aspecten van nature based flood defences. Er is een nieuwe workshopmethode ontwikkeld gebaseerd op basis van speltheorie om stakeholders samen te laten nadenken over de meerwaarde van nature based flood defence oplossingen. De methode wordt momenteel ingezet zowel nationaal als internationaal om het draagvlak te versterken voor het inzetten van nature based flood defences bij waterveiligheidsvraagstukken.

>>

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Ecosystems & environmental quality

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Solutions for Impacted Environments

Het programma Solutions for Impacted Environments richt zich op het ontwikkelen van innovatieve technieken op het gebied van 'circular economy', 'resource efficiency' en 'nature based solutions'. Een van de onderzoeksprogramma's betreft het 'bouwen met slib' voor het versterken van het natuurlijk herstel van ecosystemen waarbij slib gebruik wordt als bouwstof voor het ontwikkelen van wetlands. Nieuwe kennis en inzichten over de sterkte-ontwikkeling van slib als bouwstof die we hebben verkregen door onderzoek in het veld en in experimentele faciliteiten is ingebouwd in onze open source softwaremodellen die vervolgens ingezet kunnen worden bij het bepalen van efficiënte en effectieve aanleg van gebieden met behulp van slib. In het kader van de Slibmotor Waddenzee is onderzoek verricht naar de slibdynamiek in de Waddenzee, vooral gericht op het verkrijgen van inzicht op de invloed van wind in de lange termijn transport van slib in de Waddenzee. In het Europees onderzoeksproject NAIAD is een methodiek voor life-cycle costs van nature based oplossingen uitgewerkt en is een financieel raamwerk ontwikkeld voor nature based oplossingen voor waterveiligheid.

Een andere onderzoekslijn richt zich op effectieve maatregelen voor het verbeteren van de waterkwaliteit. In het kader van de Delta-Aanpak zijn verschillende onderzoeksprojecten gestart gericht op het versterken van de kennisbasis voor het realiseren van chemisch schoon en ecologisch gezond water.

De laatste onderzoekslijn die hier genoemd wordt betreft groene bodemsanering met behulp van micro-organismen, schimmels en planten. Door combinatie van laboratoriumonderzoek en pilot-toepassingen in het veld zijn nieuwe technieken ontwikkeld voor de sanering van bodem en grondwater vervuild met chloorethanen, benzine mengproducten en asbest. ■

Floodrisk

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Water & subsoil resources

Doel thema

Relevantie thema

Voortgang thema

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Thema's en programma's **in 2018**

Resultaten Strategisch Onderzoek **2018**

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO Impuls

[Home](#)



Water & subsoil resources

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

Doel van het thema

Doel van het thema is het ontwikkelen van kennis en instrumenten voor het duurzaam beheer van natuurlijke hulpbronnen en het oplossen van knelpunten op het gebied van (grond)water, duurzame energie en grondstoffen. Daarbij ligt het zwaartepunt van het thema bij waterschaarste en waterverdeling in stroomgebieden en delta's. De doelen van het thema sluiten nauw aan bij doelen van SDG 6: water & sanitation en de SDG's op het gebied van Clean Energy en Food security (SDG 7 en 2).

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Dashboard waterloupe



Water & subsoil resources

Relevantie

Doel

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

(Maatschappelijke) relevantie van het thema

Mondiaal neemt de vraag naar water sterk toe en in combinatie met klimaatverandering heeft dit groot effect op de waterbeschikbaarheid en de kans op langdurige droogtes. Het World Economic Forum benoemt de Watercrisis tot een van de grootste risico's voor het komende decennium. Daarbij wordt erkend dat de watercrisis bijdraagt aan de groeiende instabiliteit in de wereld (vluchtelingen, conflictrisico's). Niet alleen de vraag naar water neemt sterk toe, maar ook de vraag naar voedsel en energie; sectoren die sterk verbonden zijn met de beschikbaarheid van water en grondstoffen. Hierdoor ontstaat er een groeiende behoefte aan integrale ("nexus") oplossingen die een rol gaan spelen in de grote maatschappelijke transitie (klimaat & energie, Landbouw, Water en Voedsel en Circulaire economie).

Floodrisk

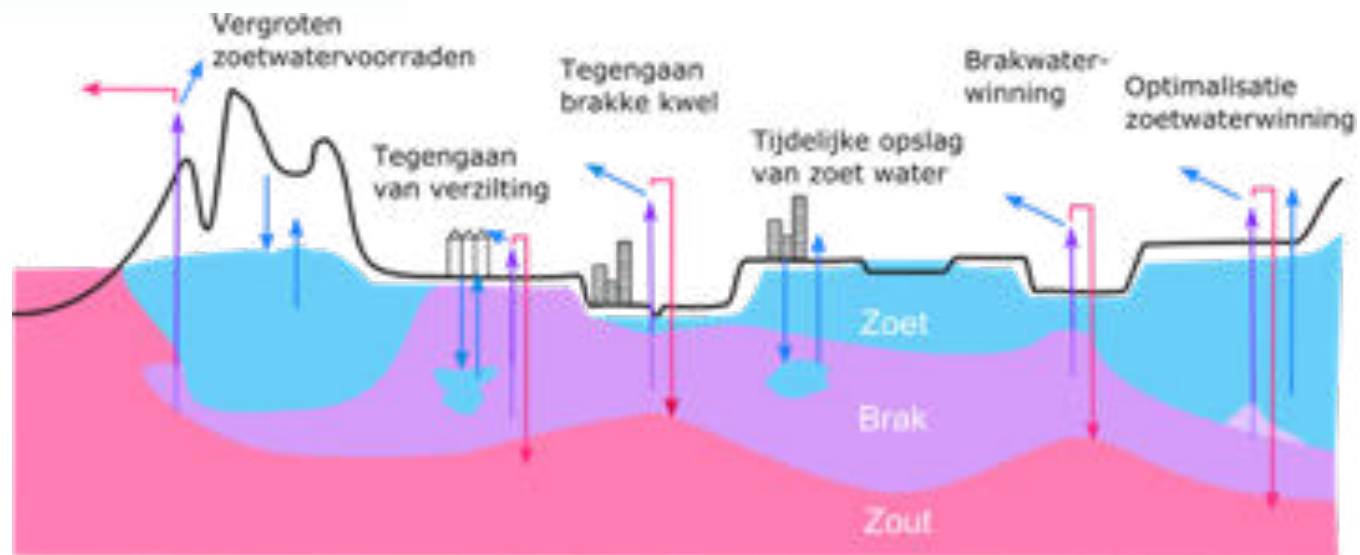
Ecosystems & environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



(maatregelen COASTAR)



Water & subsoil resources

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Voortgang/ontwikkelingen

Puntsgewijs weergegeven is in 2018 nadruk gegeven aan de volgende ontwikkelingen:

- Ontwikkeling van de IWRM (Integrated Water Resources Management) tools tot een geïntegreerd modelinstrumentarium met open databases dat inzicht biedt in waterbeschikbaarheid en waterverdeling in stroomgebieden (RIBASIM (River Basin Simulation), MODFLOW (grondwaterstroming), RTC (Real Time Control) tools, WFLOW (hydrologische modellering))
- Uitbreiding naar mondiale (multiscale) modellen (global RIBASIM, global MODFLOW), bruikbaar voor assessmentstudies, wereld wateratlassen, en dergelijke toepassingen.
- Verdere uitwerking van een risicobenadering voor droogte in Nederland ter onderbouwing van besluitvorming in nauwe samenwerking met het Deltaprogramma.
- Er is een CoP (Community of Practice) voor Collaborative Modelling opgericht en er wordt gewerkt aan een praktijkhandboek voor collaborative modelling.
- Er zijn vervolgstappen gezet bij het ontwikkelen van een causaal model, waarmee de kansen op conflicten (tussen staten of landen) rondom waterverdeling en/of waterschaarste beter kunnen worden voorspeld en waarmee handelingsperspectieven kunnen worden ontwikkeld.
- De samenwerking met de WUR (Wageningen University Research) is geïntensiveerd op de nexus Water en Voedsel, binnen het NKWK (Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat) en bij initiatieven op het gebied van (mondiale) modellering van waterbeschikbaarheid en voedsel.
- Ontwikkeling van een instrumentarium voor het analyseren van de WEF (Water Energy Food) nexus, als basis voor een volledig integrale benadering van water, energie en voedsel en het zoeken naar innovatieve oplossingen: "nexus solutions".
- Er is bijgedragen aan de realisatie van een nationaal expertise centrum Noordzee voor het karteren van de zeebodem.
- Een verkenning van de rol van Deltares bij de transitie naar een circulaire economie heeft plaatsgevonden. Het accent ligt daarbij op het ontwikkelen van integrale concepten en hergebruik van grondstoffen en (grond)water.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Water & subsoil resources

Samenvatting

Doel

Relevantie

Voortgang

Activiteiten en
resultaten

Samenvatting

Binnen dit thema worden de volgende programma's uitgevoerd:

- Exploration of the subsurface: in dit programma worden innovatieve meetmethoden, modellen en systeemkennis ontwikkeld om de ondergrond in kaart te brengen, gericht op duurzaam beheer van verschillende grondstoffen en hergebruik (circulariteit).
- Information Systems for Watersecurity: in dit programma worden softwaretools en informatiesystemen ontwikkeld voor waterschaarste en waterverdeling op verschillende schaalniveaus.
- Water, Energy, Food Nexus: In dit programma worden de onderlinge relaties tussen aanspraken op schaarse voorraden water, energie en voedsel en trade-offs tussen sectoren onderzocht om te komen tot duurzame en betaalbare geïntegreerde oplossingen.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Water & subsoil resources

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Exploration of the Subsurface

In 2018 is het programma "Exploration of the subsurface" getransformeerd naar "subsurface resources in a circular economy". Belangrijkste veranderingen voor het programma zijn het verplaatsen van het onderzoek naar nieuwe technologieën naar het nieuwe onderzoeksthema "Enabling Technologies" en het opstarten van een verkenning naar toepassing van circulaire economie en grondstoffen bij Deltares. De vragen waar het programma zich op richt zijn:

Zijn er voldoende zandvoorraden aanwezig voor de bouw en veiligheid van Nederland?

Is er voldoende zoet grondwater aanwezig voor drinkwater, landbouw en industrie?

Welke alternatieve grondstoffen zijn er voor zand en grondwater?

Gebruiken we grondstoffen circulair en hoe kunnen we dit verbeteren?

Welke nieuwe grondstoffen (biochemie) zijn er en hoe kunnen we deze exploreren en eventueel winnen.

Programma Information Systems for Water Security

In het afgelopen jaar is er gewerkt aan verschillende innovaties, zoals het HERMANA informatiesysteem voor waterbeheerders, de dam resilience tool, de IMPREX (Improving predictions and management of hydrological extremes) risicobenadering droogte en het IWRM framework of analysis and implementation (inclusief een vergelijking met andere aanpakken voor water resources planning). Binnen de onderzoekslijn 'global data(sets) en modellen' was de meeste output in de vorm van (update versies van) modellen, model building scripts en databases die gebruikt (gaan) worden in projecten gerelateerd aan Water, Energy, Food, Peace and Security. Binnen de onderzoekslijn 'D-IWRM platform' is er vooral aan meerdere verkenningen en pilots (impact tool, dashboards, et cetera) die bijdragen aan de ontwikkeling van het D-IWRM platform gewerkt en is gestart met de vernieuwing of realisatie van IMod x en RIBASIM next generation.

>>

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Water & subsoil resources

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Water Energy Food nexus

In 2018 is er doorgewerkt aan de koppeling tussen energiemodellen en hydrologische modellen, onder andere door energiescenario's te koppelen aan RIBASIM. Voor een casus in Ethiopië zijn hiermee beleidsimplicaties voor verschillende energiescenario's doorgerekend.

Ook in de samenwerking met de WUR rond hydrologische en voedselproductie modellen zijn wederom stappen gemaakt. Zo zijn er algoritmes ontwikkeld om bodemvocht beter te kunnen simuleren, zodat de vochtvoorraad voor gewasgroei in hydrologische toepassingen beter bekend is. Bij het WUR congres Water Science for Impact is hierover uitvoerig gerapporteerd.

In het Water, Peace Security project zijn indicatoren ontwikkeld die de relatie tussen waterschaarste en conflictrisico's beter onderbouwen. In de praktijk wordt deze benadering getest in een pilotstudie in Mali. Binnen het programma is veel aandacht voor het vergroten en benutten van de zoetwatervoorraden in de kustzone (polders, duinen, et cetera). Het betreft zowel kennisdissiminatie als doorlopend (PhD) onderzoek en in samenwerking met de TKI's water- en Deltatechnologie is er gewerkt aan nieuwe TKI voorstellen; onder andere in het consortium COASTAR (onderzoek naar grootschalige ondergrondse opslag van zoet water in de kustzone). ■

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Delta infrastructure

Doel thema

Relevantie thema

Voortgang thema

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Thema's en programma's in 2018

Resultaten Strategisch Onderzoek 2018

Floodrisk

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO Impuls

[Home](#)

Delta infrastructuur

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Doel van het thema

Het thema 'Delta Infrastructuur' heeft als doel een concrete bijdrage te leveren aan het optimaliseren van het (voor)ontwerp, de bouw en het onderhoud van infrastructuur in deltagebieden, zoals havens, vaarwegen, kustuitbreidingen, (natte) kunstwerken als sluisen en stuwen, en bouwactiviteiten op, in of met (slappe) grond, zowel onshore als offshore. Hierbij wordt de focus gelegd op toekomstbestendigheid, veiligheid, duurzaamheid, (kosten)efficiency en energiebesparing.



Schaalmodelmetingen in de 'Delta Basin' van Deltares van schepen afgemeerd met nieuwe afmeertechnieken zoals die in de haven van de toekomst ingezet zullen gaan worden.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Delta infrastructuur

Relevantie

Doel

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

(Maatschappelijke) relevantie van het thema

De bestaande infrastructuur moet worden aangepast aan veranderende omstandigheden, zoals klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling. Daarbij speelt de maatschappelijk aanvaarde inpassing van infrastructuur in de omgeving een belangrijke rol, met nieuwe eisen die worden gesteld door inwoners en overheden, zoals een minimale impact op het milieu gedurende de hele levensduur van het object. Hierbij komen ook de kosten en risico's van de aanleg van constructies en het onderhoud van infrastructuur aan de orde. De verdichting van stedelijke gebieden leidt tot meer druk op ondergrondse ruimten en meer interactie tussen bestaande en nieuwe infrastructuren, en daarmee tot nieuwe inpassingsvraagstukken.

Floodrisk

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Delta infrastructuur

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Voortgang/ontwikkelingen

In het kader van de ontwikkeling naar een (meer) duurzame samenleving zijn natuurlijke oplossingen steeds meer geïntegreerd in de diverse onderzoekstrajecten. Zo is er onderzoek gedaan naar natuurvriendelijke bodembescherming voor offshore windmolens, microbiële corrosie en infrastructuur die gedurende de gehele levensduur een minimale impact op de omgeving heeft. De activiteiten op het gebied van asset management zijn verbreed; naast robuustheid tegen extreem weer, klimaatverandering en aardbevingen krijgen bodemdaling en aardverschuivingen (landslides) nu ook meer aandacht. Dit is ingegeven door de wens van beheerders van infrastructuur om 'totaal' ontzorgd te worden. Voor hen is primair van belang dat een object functioneert, ongeacht de bedreiging(en) die doorstaan moeten worden. Daarnaast is er steeds meer aandacht voor de functie van een object binnen het totale netwerk/systeem, nu, maar vooral ook in de toekomst. De omgang met big data is verkend door de toenemende hoeveelheid data, modellen, tools en informatie ten behoeve van het waterbeheer te verwerken in "community models," die als kennisuitwisselingsplatform, onderzoeksinitiator en netwerkstimulator worden gebruikt.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Delta infrastructuur

Samenvatting

Doel

Relevantie

Voortgang

Activiteiten en
resultaten

Samenvatting

Het thema bestaat uit vier programma's, waarin verschillende typen infrastructuren zijn samengebracht, te weten:

- Future-proof coastal infrastructure and offshore renewable energy: ontwikkelt en implementeert kennis en middelen voor het ontwerp en onderhoud van infrastructuur in kust en offshore gebieden.
- Infrastructure for waterborne transport: ondersteunt en verbetert het vervoer over water door middel van veilig en optimaal gebruik van havens, waterwegen en natte kunstwerken.
- Infrastructure for Water and Energy: verbetert en optimaliseert de prestatie, veiligheid en duurzaamheid van infrastructuur voor water en energie.
- Robust and reliable urban infrastructure: draagt bij aan het ontwikkelen van een betrouwbare, robuuste en duurzame infrastructuur in stedelijke gebieden.

Naast deze vier programma's kent het thema een aantal themabrede speerpunten, namelijk (1) Software, (2) Meten en monitoren en (3) Eco-engineering. De belangrijkste ontwikkelingen hierin worden themabreed bepaald. Via Speerpunt 1 en 2 is het thema Delta Infrastructuur verbonden met het thema 'Enabling Technologies'. De activiteiten binnen deze speerpunten worden in samenwerking met dit thema uitgevoerd. Speerpunt 3 is inmiddels in de loop van 2018 volledig geïntegreerd in de bestaande programma's en zal daarom met ingang van 2019 niet meer worden onderscheiden als een apart speerpunt.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Delta infrastructuur

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Future-proof Coastal Infrastructure and offshore renewable energy

In dit programma wordt gewerkt aan methoden en oplossingen voor toekomstbestendige infrastructuur voor kustzones en hernieuwbare energie op zee. Binnen toekomstbestendige kustinfrastructuur zijn diverse methoden verkend om klimaat-gedreven kustveranderingen te analyseren. Er is onder andere gewerkt aan satellietbeelden voor lange termijn kusttrends wereldwijd (resultierend in een high-impact paper in Nature Scientific Reports), numerieke modellen voor voorspellingen van lange termijn kustlijn trends en een verkenning van adaptatiemaatregelen voor 'harde' kustinfrastructuur (dijken, zeeweringen). Hiervoor is samengewerkt met de nieuwe kennisimpulsprogramma's voor klimaatadaptatie en veerkrachtige (resilient) infrastructuur. Daarnaast is er een vervolg geweest van de Joint-Industry-Projecten CoDeS (ontwerptools voor de kust) en CoastalFoam (numerieke methoden voor harde zeeweringen).

Op het gebied van hernieuwbare energie op zee lag de focus naast het verder verlagen van de kosten van offshore wind steeds meer op natuur-inclusief ontwerp, verhogen van werkbaarheid op zee en het creëren van oplossingen voor het verwijderen van windparken aan het eind van hun levensduur. Dit onderzoek gebeurt veelal in samenwerking met TKI Wind-op-Zee (Topsector Energie), collega TO2-instituten en het bedrijfsleven. Naast lopende JIP's op het gebied van bodembescherming (HaSPro), efficiëntere installatietechnieken van monopiles (GDP, SIMON) en detailmodellering van wind-effecten (CHASM), zijn ook nieuwe initiatieven gestart op het gebied van monitoring van kabelinfrastructuur gedurende de levensduur (CALM), natuurvriendelijke bodembescherming (ECO-FRIEND) en (microbiële) corrosie (C-FLO, OPTIMO-CORPUS). De kennis hieruit heeft geleid tot nieuwe en gevalideerde rekenmodellen, richtlijnen en alternatieve installatie-methoden van paalfunderingen, kabels, bodembeschermingen en corrosie-mitigatie-systemen.

Op het grensvlak van coastal en offshore is gewerkt aan de vorming van consortia en onderzoeksinitiatieven rondom energie-eilanden/hubs in de Noordzee. Dit heeft onder andere geresulteerd in een haalbaarheidsstudie voor een energie-eiland voor IJmuiden Ver, voorbereiding voor JIP EnerSeaHub en een aantal verkennende MSc studies.

>>

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Delta infrastructuur

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting



Grootschalige modelproeven in de Deltagoot voor milieuvriendelijke bescherming tegen erosie, gericht op 1. verbetering van de leefgebieden voor bepaalde paraplu diersoorten als de Atlantische kabeljauw en 2. Oesterrifherstel (Europese platte oester, die ooit overvloedig was in de Noordzee en nu vrijwel uitgestorven)

Programma Infrastructure for waterborne transport

Binnen het programma 'Ports and Waterways' is het afgelopen jaar onder andere gewerkt aan het optimaliseren van de belading en vaarplanning van schepen door waterstanden en bodemligging in de rivieren te voorspellen. Dit levert minstens 10% brandstofbesparing op. Verdere optimalisaties worden gezocht in het geautomatiseerd combineren van scheepsbewegingen ('platooning'). Daarnaast is er gewerkt aan de optimalisatie van innovatieve afmeertechnieken die de bewegingen van schepen aan een kade met tot 90% kunnen reduceren. Hiermee wordt de effectiviteit van bestaande havens sterk vergroot, of kunnen meer open afmeerlocaties haalbaar worden omdat schepen minder reageren op inkomende golven. Dergelijke havengebieden zullen minder gevoelig zijn voor sedimentatie en zullen een kleinere impact op het omringende kuststelsel hebben. Dit laatste sluit aan op andere onderzoeksprojecten binnen dit programma, onder andere naar duurzame havens ('Sustainable ports') en de haven van de toekomst ('Port of the Future'). Er is gewerkt

>>

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls

Delta infrastructuur

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

aan nautische kunstwerken, onder andere met betrekking tot de relatie van het object in het systeem. Er is bijvoorbeeld een casus uitgewerkt over toepassing van een methodiek om de functionele levensduur van een object in een systeem te bepalen.

Programma Infrastructure for Water and Energy

Binnen dit programma zijn er in 2018 een tweetal langer lopende projecten afgerond: STOOP (Sensortechnologie Toegepast Op Ondergrondse Pijpleidingen) en D-SHIT (Domestic Slurry Hydraulics In Transport). Met de nieuw ontwikkelde technieken in het STOOP project is het mogelijk om risicokaarten te vervaardigen voor het optreden van mechanische spanningen in ondergrondse leidingen en zijn bestaande modellen voor de interactie tussen grond en leiding gevalideerd en verbeterd. In het D-SHIT project zijn de reologische karakteristieken van domestic slurries in kaart gebracht, zijn er modellen ontwikkeld voor het energieverbruik voor transport van deze slurries en is er een wiskundige beschrijving van de snelheidsvelden tijdens transport ontwikkeld.

Daarnaast zijn er een aantal kleinere projecten uitgevoerd: MoBaMo-BES (model-gebaseerde monitoring van een BodemEnergieSysteem) en Leaky Pipes. Bij MoBaMo-BES is een geconfigureerd prototype van een monitoring systeem ontwikkeld en hebben betrokken adviesbureaus trainingen gevolgd om ermee te werken. Bij Leaky Pipes zijn er voorbereidingen getroffen voor de in 2019 uit te voeren experimenten met tomo-elektrografie in een nieuwe onderzoeksfaciliteit die de universiteit van Sheffield voor dit onderzoek beschikbaar heeft gesteld.

>>

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Delta infrastructuur

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Robust and reliable urban infrastructure

In het programma Urban Engineering is in 2018 gewerkt aan de uitbreiding van de probabilistische Toolkit met twee nieuwe functionaliteiten: DARS (Directional Adaptive Response Surface Sampling) en MWELL. DARS is toepasbaar voor allerlei faalkansproblemen binnen en buiten de geotechniek. Het doel van MWELL is om aan externe opdrachtgevers naast deterministische voorspellingen van verlagingen door bemalingen ook bandbreedtes aan te kunnen geven. Als pilot wordt er voor het A27-project een pompproef nabij het te verbreden tracé bij Utrecht met MWELL nagerekend.

Er is ook gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe rekenmodellen voor betrouwbare stedelijke infrastructuur. De vergelijking van de Plaxis en FlexPDE codes voor bodemdaling bij seizoensgebonden grondwaterstandfluctuaties vergroot het vertrouwen dat beide codes kunnen worden ingezet voor zettings-/deformatieberekeningen in situaties met grondwaterstandsdynamiek. Een verbeterde stabiliteitsanalyse bij oude aardenbanen van ProRail kan een grote besparing op renovatiekosten voor ProRail geven. Kennis die in het kader van de waterveiligheid is opgebouwd is hierbij toepasbaar gemaakt voor toepassing in de spoorwegbouw.

In het kader van omgaan met de hazards bodemdaling, aardbevingen en aardverschuivingen is er een overzicht van verschillende schademechanismen rondom panden op slappe grond ten gevolge van bodemdaling, inclusief een beschrijving, werking schademechanisme en handelingsperspectieven opgesteld. Daarnaast is de kennis van landslides versterkt en in het multi-hazard project voor Albanië opgenomen.

Op het gebied van duurzame infrastructuur is het PLAID-IJzeroer project, waarbij onderzoek gedaan is naar de fysisch-chemische eigenschappen en het gedrag van natuurlijke, waterremmende mengsels bij civieltechnische projecten, in 2018 vervolgd, wat heeft geleid tot een publicatie in het wetenschappelijk tijdschrift Groundwater. ■

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Adaptive delta planning

Enabling technologies

SO impuls



Thema Adaptive delta planning

Doel thema

Relevantie thema

Voortgang thema

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Thema's en programma's **in 2018**

Resultaten Strategisch Onderzoek **2018**

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Enabling technologies

SO Impuls

[Home](#)

Adaptive delta planning

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Doel van het thema

Het thema Adaptive Delta Planning richt zich op het integreren en toepassen van kennis over water, ondergrond en governance (beleid) om duurzame ontwikkeling en inrichting van deltagebieden te ondersteunen. Zowel in het ontwikkelen als het toepassen van onze kennis, methoden en tools streven we een interdisciplinaire aanpak na. Die interdisciplinaire benadering helpt ons om beleidsmakers en opdrachtgevers in de sector zo goed mogelijk te ondersteunen bij het beantwoorden van hun maatschappelijke vraagstukken om zo de gewenste impact te creëren.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls



Adaptive delta planning

Relevantie

Doel

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Maatschappelijke) relevantie van het thema

Het thema Adaptive Delta Planning richt zich op het integreren en toepassen van kennis over water, ondergrond en infrastructuur om duurzame ontwikkeling en inrichting van deltagebieden te ondersteunen en daarmee maatschappelijke impact te creëren. De maatschappelijke relevantie van de ontwikkelde kennis, en het vertalen daarvan in echte handelingsperspectieven, is een van de pijlers van het thema. Deltares-breed wordt voortdurend gewerkt aan het vergroten van de maatschappelijke impact van onze kennisontwikkeling. Vanuit het thema Adaptive Delta Planning willen we een impuls geven aan het begrijpen van de maatschappelijke impact van kennis en innovatie. Naast begrip richten we ons op het ontwikkelen van methoden en tools om de impact gericht te vergroten. Dit werk is sterk gerelateerd aan de uitwerking van de Sustainable Development Goals (SDG's) en het ontwikkelen van de Impact Node voor de Europese Onderzoeksinfrastructuur Danubius-RI.

Floodrisk

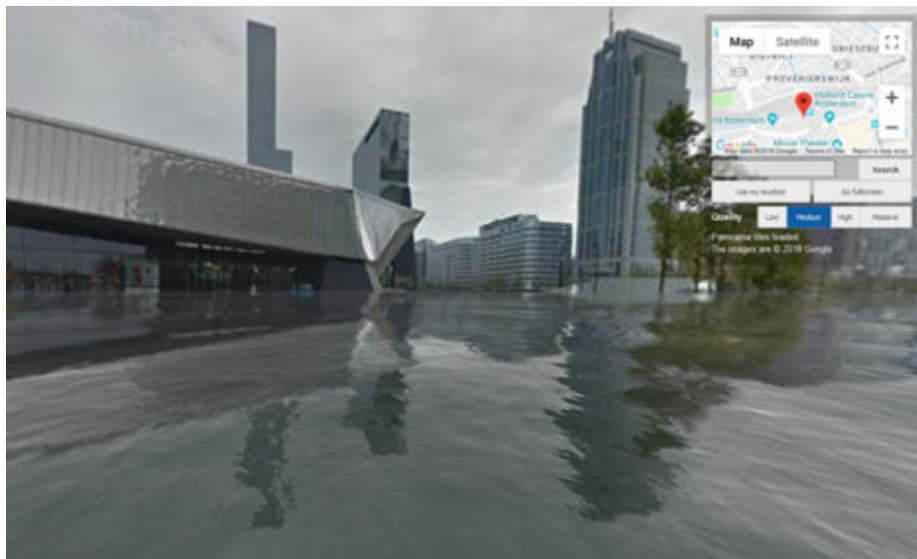
Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls



Screenshot uit 1 van de ontwikkelde hulpmiddelen in de "toolkit for urban resilience": interactief overstromingsmodel uitkomsten kunnen presenteren op iedere willekeurige plek in Google Streetview.



Adaptive delta planning

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Voortgang/ontwikkelingen

Wereldwijd is groeiende aandacht voor het ontwikkelen van beleid en beheer dat gestoeld is op het concept 'ruimtelijke adaptatie'. Een adaptieve aanpak voorziet in een inrichting van onze omgeving die rekening houdt met de toekomst en daarbij helpt bij het leren omgaan met onzekerheden (ook 'deep uncertainty') en verandering. Klimaatbestendig en waterrobuust inrichten maakt (stedelijke) deltagebieden beter bestand tegen hevige regenbuien, periodes van droogte en hitte en de gevolgen van een mogelijke overstroming. Instanties als de Wereldbank en OECD volgen en propageren inmiddels ook deze aanpak. In Nederland moet volgens de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie, het klimaatbestendig en waterrobuust inrichten van gebieden, in 2020 onderdeel zijn van zowel beleid als praktijk. In het stedelijke domein wordt vanuit deze context de stap gezet naar 'resilience' (veerkracht). Invloedrijke programma's als 100 Resilient Cities (Rockefeller Foundation) richten zich nadrukkelijk op het ondersteunen van steden in het vergroten van hun veerkracht. Met het zwaartepunt op de implementatie van (klimaatadaptatie) maatregelen in verstedelijkende delta's, wordt ook aansluiting gezocht bij de Sustainable Development Goals (UNDP), met name de doelen 11 (Sustainable cities and communities) en 13 (Climate action).

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls



Adaptive delta planning

Samenvatting

Doel

Relevantie

Voortgang

Activiteiten en
resultaten

Samenvatting

Het thema Adaptive Delta Planning is onderverdeeld in drie programma's:

- Het Resilient Cities programma richt zich op het volledig inzichtelijk maken van de werking van het stedelijke bio-fysieke systeem en de daarmee samenhangende sociaaleconomische factoren. Met dit inzicht wordt de ontwikkeling, het ontwerp en de implementatie van bouw- en planningsconcepten ondersteund, die de robuustheid en veerkracht van steden vergroten.
- Climate Adaptation: klimaat risico analyse als tool voor het inschatten van de effecten en effectiviteit van adaptatie maatregelen
- Delta governance: Het besturen en inrichten van deltagebieden is een van de complexe vraagstukken van deze tijd. Door de interactie tussen land en water, het intensief gebruik van delta's, de verwevenheid van gebruiksfuncties en de grote schaal waarop dit speelt, is de governance van delta's niet alleen complex, maar ook kennisintensief. Het programma Delta Governance richt zich op het ontwikkelen van tools en methoden gericht op deze complexe vraagstukken vanuit bestuurskundig en economisch perspectief.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls



Adaptive delta planning

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

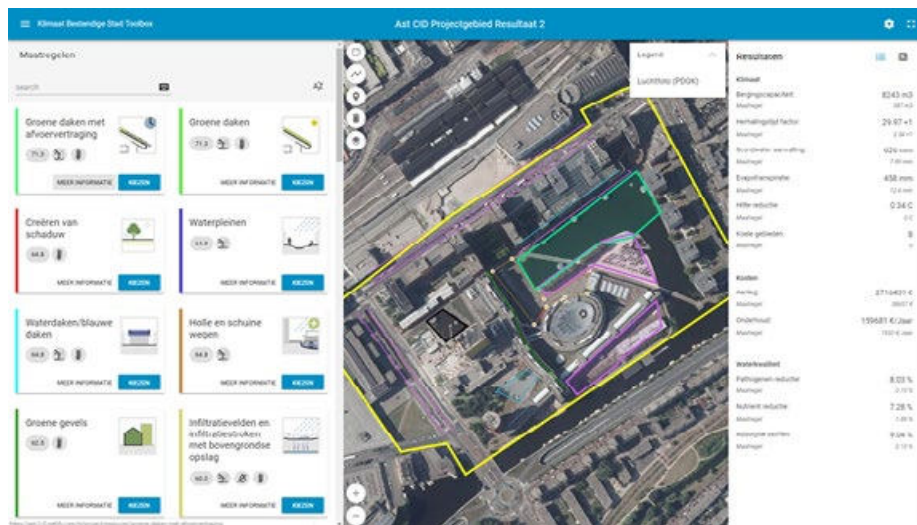
SO impuls

Programma Resilient Cities

Het programma Resilient Cities heeft zich in 2018 gericht op de ontwikkeling van software instrumenten die kunnen worden ingezet in het klimaatadaptatieproces van steden, op onderzoek naar effectieve klimaat adaptatie maatregelen en op het ontwikkelen en implementeren van strategieën waarmee bodemdaling kan worden beheerst. Impact binnen Nederland wordt bereikt door de bijdrage aan de toolontwikkeling in het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat - Klimaatbestendige stad. Deze tools, waar onder de Adaptation Support Tool en de Klimaatschadeschatter, zijn gericht op inzet in het ruimtelijke adaptatie traject dat gemeenten, waterschappen en provincies momenteel doorlopen. De tools zijn 'freeware' en zullen ook worden aangeboden aan universiteiten en hogescholen om lessen over klimaatadaptatie te steunen. Onderzoek naar effectieve maatregelen vindt plaats op verschillende schaalniveaus en in verschillende landen. De context varieert flink. Centraal staat systeembegrip en een integrale onderzoekopzet. Voorbeelden zijn omgaan met bodemdaling, verzilting en overstromingen in de Mekong Delta, bodemdalingsstrategie Gouda, grondwatervoorraad beheer in delta's en regenwater berging in New Orleans. Parallel hieraan is onderzocht welke impact civieltechnische overstromingsmaatregelen hebben op sociale structuren en hoe negatieve gevolgen, zoals onvrijwillige herhuisvesting, kunnen worden voorkomen.

>>

User interface van de Adaptation Support Tool, een mede binnen NKWK KBS open source software instrument waarmee op lokaal schaalniveau adaptatiemaatregelen kunnen worden ontworpen en de effectiviteit ervan kan



worden berekend

Home



Adaptive delta planning

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

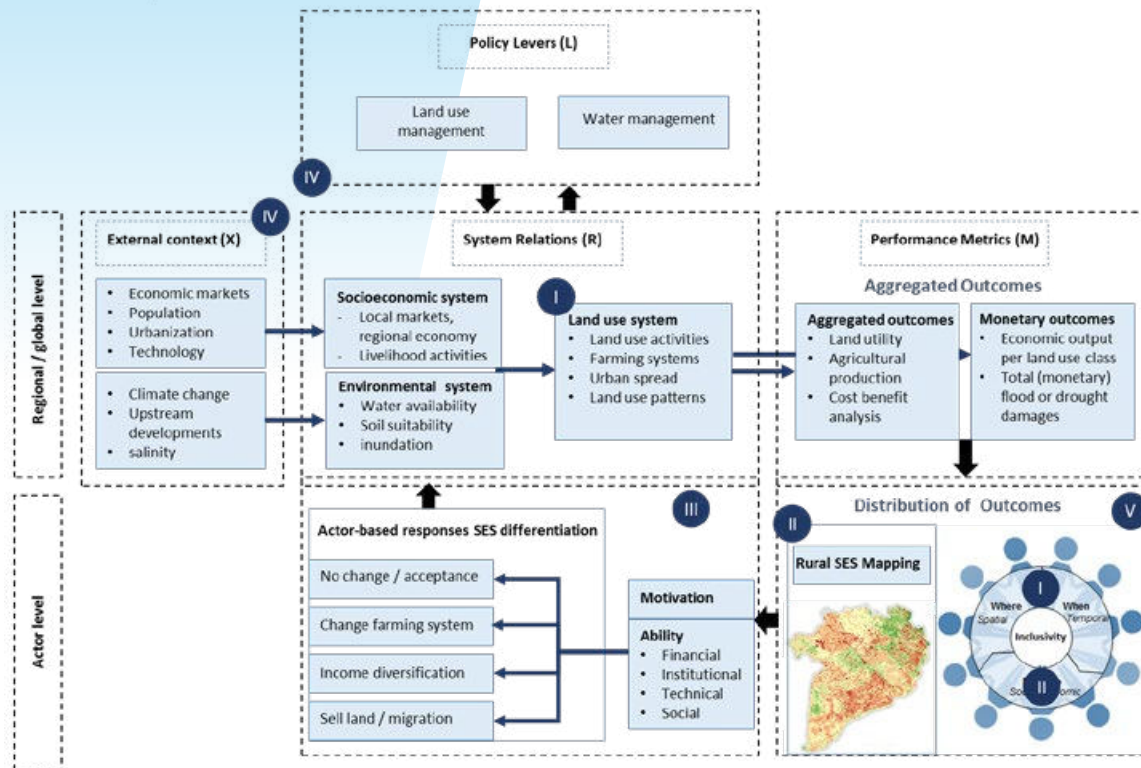
Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls

Conceptual Framework



Programma Climate Adaptation

Het programma Klimaatadaptatie heeft in 2018 een bijdrage geleverd aan projecten op de onderwerpen klimaat risico analyse, economische analyse als basis voor financiering en adaptatie planning. Zo is een project voor de Wereld Bank in Kenya gebruikt om een betere stress test methode te ontwikkelen voor droogte met behulp van 'weather generators'. Er is een nieuwe samenwerking opgestart met de FAO (Food and Agriculture Organization) in Bangkok waarin een instrumentarium wordt gedemonstreerd voor klimaat risico analyse dat gebruik maakt van Deltares globale modellen en data platform. Naast het uitvoeren van stress tests voor investeringen in 'Climate resilient agriculture' is er ook gekeken naar hoe een incrementele kosten analyse gebruikt kan worden om de toegevoegde waarde van investeringen in extra klimaatbestendigheid te bepalen. Dit kan helpen bij het verkrijgen van financiering bij internationale fondsen zoals het Green Climate Fund. De kwantitatieve methoden voor klimaat risico analyse zijn vertaald naar semi-kwantitatieve beoordelingsmethode in projecten in Dubai (het schrijven van een klimaatadaptatiestrategie) en in het GREEN project (inzicht krijgen in de bijdrage van groene infrastructuur aan 'disaster risk reduction'). In het GREENWIN project heeft Deltares bijvoorbeeld

>>

Conceptual framework for inclusivity in the Mekong Delta
(PhD research Maaïke van Aalst)



Home

Adaptive delta planning

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

bijgedragen aan een policy brief over publiek-private verdien modellen voor adaptatie in kustgebieden o.a. gebaseerd op Nederlandse case studies.

In 2018 zijn ook weer nieuwe toepassingen voor adaptatiepaden en knikpunten afgerond en gestart. Zo is er een toepassing op weginfrastructuur in Albanië geweest, is er gestart met de ontwikkeling van een adaptatie/implementatie tool voor overheden in Nederland, Engeland, België en Frankrijk (Star2C) en is het concept van knikpunten in het COACCH project uitgebreid met sociaal-economische knikpunten. In oktober 2018 de CRIDA publicatie verschenen, een handreiking voor het meenemen van klimaat risico's in het waterbeheer een samenwerking tussen AGWA, USACE en Deltares. In 2018 is CRIDA ook toegepast in projecten in Chili's Limari stroomgebied (IWRM) en Guayaquil Ecuador (Urban flood resilience, loopt nog tot begin 2020).

In promotieonderzoeken zijn methoden ontwikkeld voor het beter voorspellen van landgebruiksveranderingen onder invloed van klimaat en beleidsopties (Maaïke van Aalst) en het meenemen van sociale kwetsbaarheid in kosten baten analyse (Jarl Kind).

>>

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls



Adaptive delta planning

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Programma Delta Governance

Delta Governance heeft zich in 2018 gericht op drie onderzoekslijnen. Ten eerste Asset management. In het kader van deze onderzoekslijn is een risicogebaseerde methodiek ontwikkeld voor assetmanagement. Deze methodiek is toegepast binnen de vervanging en renovatie opgave van de natte infrastructuur, waarbij nauw is samengewerkt met overheden en private partijen. De tweede onderzoekslijn heeft zich gericht op Slim Water en Bodembeheer. Hierbij zijn de methoden die voorgaande jaren zijn ontwikkeld (serious game slim watermanagement) verder uitgewerkt en toegepast in een bestuurlijke setting. Belangrijk onderwerp ten aanzien van watermanagement is ook de rol van kennis in bestuurlijke- en besluitvormingsprocessen, wat ook door middel van citizens science/participatieve monitoring wordt vormgegeven. De derde onderzoekslijn – governance analyse en ontwerp - heeft zich in 2018 gericht op het ontwikkelen van governance handelingsperspectieven voor complexe opgaven zoals bodemdaling en klimaatverandering, maar bijvoorbeeld ook de Marker Wadden. ■

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructuur

Enabling technologies

SO impuls



Serious Game slim watermanagement (bron: <http://www.slimwatermanagement.nl/instrumenten/serious-games/>)



Thema Enabling technologies

Doel thema

Relevantie thema

Voortgang thema

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

Thema's en programma's in 2018

Resultaten Strategisch Onderzoek 2018

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

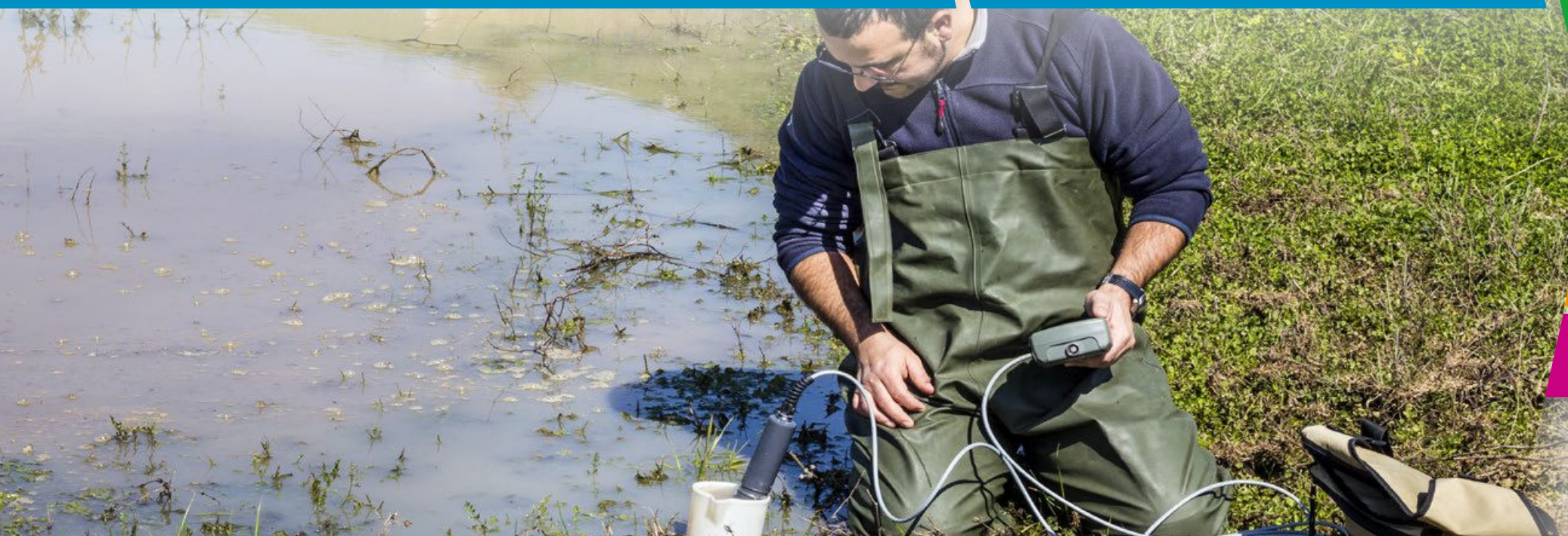
Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO Impuls

[Home](#)



Enabling technologies

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls

Doel van het thema

Dit thema heeft als doel om opkomende technologieën op het gebied van modelleren, data science en monitoring te verkennen en de toepassing en integratie ervan binnen de vijf hoofdthema's van Deltares te stimuleren en te versnellen. Deze nieuwe technologieën hebben de potentie om game changers te zijn voor de water- en civiele sector. We vergroten daarmee onze impact en versnellen innovaties op het gebied van water en ondergrond. Dit past bij wat we willen zijn, een kennisinstituut dat adviseert en maatschappelijke vraagstukken onderzoekt en kennis toepast, daarbij ondersteund door nieuwe technologieën.

Deltares ambieert, om in Nederland en internationaal, een erkende en gewaardeerde speler te zijn in het toepassen van opkomende technologieën in vraagstukken over (de impact van) water en ondergrond.



Drone



Enabling technologies

Relevantie

Doel

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Maatschappelijke) relevantie van het thema

Technologische ontwikkelingen gaan heel snel, er vindt een verregaande digitalisering plaats van de maatschappij. Cloud computing, blockchain, data-gedreven modellering, kunstmatige intelligentie, machine learning, smart sensing, robotica, Internet of Things, citizen science zijn voorbeelden van opkomende sleuteltechnologieën. Deze ontwikkelingen maken nieuwe baanbrekende oplossingen mogelijk voor de maatschappelijke vraagstukken waar we als instituut met onze kennis aan bijdragen.

We zien dat veel stakeholders in de watersector dit willen omarmen om hiermee processen te ondersteunen, de reikwijdte van de taakstelling te vergroten en hiermee onzekerheden in vraagstukken of uitdagingen te verkleinen. Daarbij is behoefte aan samenwerking, omdat het grote uitdagingen betreft, maar tevens omdat de loop van de ontwikkelingen nog niet zeker is. Juist in het opbouwen van kennis en creativiteit, en in het vinden van oplossingen voor water- en bodemvraagstukken die eerder niet mogelijk waren is (internationale) samenwerking een vereiste. Door onze kennis en ons portfolio in het toepassen van de sleuteltechnologieën te vergroten, versterken we de mogelijkheden voor de Nederlandse watersector, en oplossingen voor de grote maatschappelijke vraagstukken op water en ondergrond.

Floodrisk

*Ecosystems &
environmental quality*

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls



Enabling technologies

Voortgang

Doel

Relevantie

Samenvatting

Activiteiten en
resultaten

Voortgang/ontwikkelingen

Dit thema is in 2018 gestart. Met een kerngroep van experts op diverse terreinen zijn de onderwerpen big data, data driven modelling en smart monitoren in rap tempo gaan leven over de volle breedte van Deltares.

Met name in het ontwikkelen van data science (kunstmatige intelligentie, machine learning) vaardigheden en capaciteit is de regie genomen. Hiervoor is een impuls gegeven door een community of practice op te zetten, cursussen te geven en een MSc -programma te starten. In het MSc-programma zijn tien afstudeerders geworven van academische data science opleidingen die hun afstudeerwerk momenteel doen in het toepassingsgebied van Deltares. Ze worden begeleid door experts van Deltares, en worden ook als groep begeleid. Dit resulteert in een impuls van creativiteit in het gebruik van data en data science technieken in de lopende portfolio's van Deltares. In de opleidingsgroep deelt een groep van zo'n 15 data science experts van Deltares in een gestructureerd programma onderling kennis, en worden docenten van universiteiten uitgenodigd om de nieuwste technieken te delen.

Daarnaast is om ideeën vanuit heel Deltares te verzamelen een open call uitgeschreven, waarop 80 voorstellen zijn ingediend. Door samen te werken met de 5 maatschappelijke thema's en de kennisimpulsprogramma's zijn hiervan 20 concrete projecten uitgevoerd waarin scans, een eerste test, een implementatie in een werkveld of een proof of concept van nieuwe technieken op het gebied van monitoring, data science en modelleren zijn uitgevoerd.

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls



Enabling technologies

Samenvatting

Doel

Relevantie

Voortgang

Activiteiten en
resultaten

Samenvatting

Het thema heeft gekozen voor een werkwijze die recht doet aan de flexibiliteit en de snelheid die nodig is om de ontwikkelingen in big data, modelleren en monitoring te benutten. Het thema is een proeftuin voor het scannen, kennismaken, testen en valideren van nieuwe technologieën en technieken die nog niet of slechts beperkt in onze sector worden toegepast. Het thema is daarom niet opgedeeld in programma's. Het wordt aangestuurd door één, divers samengesteld, team dat overzicht houdt over het geheel en richting geeft.

De programmaloze structuur neemt niet weg dat het thema een aantal hoofdonderwerpen kent:

- Big data en data science
- Meten en monitoren
- Software Innovation

Floodrisk

Ecosystems &
environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls



Enabling technologies

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Activiteiten en resultaten

In het eerste jaar van het Thema Enabling Technologies hebben we enerzijds ingezet op het uitbreiden van de kennis in de organisatie op het gebied van data science en het versterken en uitbreiden van onze relaties met partners op dit gebied, en anderzijds hebben we ruimte gegeven aan een scala van studies die uit vanuit de breedte van Deltares in een open call naar voren kwamen.

Als het gaat om big data en data science heeft Deltares in de afgelopen jaren al een portfolio opgebouwd in het gebruik van aardobservatiedata, veelal afkomstig van satellieten. Voortbouwend op deze ervaring hebben we in 2018 toepassingsmogelijkheden van diverse beeldherkenningsalgoritmes op dit type data onderzocht. Er is bijvoorbeeld een studie gedaan naar het wereldwijd herkennen van locaties waar mogelijk aardverschuivingen plaats gaan vinden. Dit is op diverse plekken op de wereld een significant risico. Vroegtijdig risicovolle locaties herkennen voorkomt schade en slachtoffers. Ook is een proof of concept gemaakt van het herkennen van de loop van rivieren, wereldwijd, om hiermee geautomatiseerd modelschematisaties te maken met D-flow FM. Dit leidt in potentie tot een grote versnelling in het maken van modelschematisaties van rivieren, en een hogere betrouwbaarheid voor rivieren waarvan lokaal weinig gegevens beschikbaar zijn.

Een andere mogelijkheid die big data analyses mogelijk maken, is een groter en integraler inzicht in een systeem. Dat kan door diverse bronnen van gegevens, over verschillende aspecten van een systeem of een gebied, met elkaar te combineren en daar geavanceerde data-analyses op toe te passen. In samenwerking met het Rode Kruis is bijvoorbeeld een studie gestart om met zo'n aanpak informatie te verwerven waarmee inzet van hulpactiviteiten in crisissituaties geprioriteerd kan worden. Als pilot is een gebied in de Filipijnen gebruikt, waarvoor satellietgegevens over het natuurlijkgebied, landgebruik en bebouwing zijn gecombineerd met lokale gegevens over bijvoorbeeld type bebouwing en economische situatie. Het resultaat is zodanig dat het in 2019 waarschijnlijk een vervolg krijgt met een toepassing in Bangladesh. Ook een PhD-studie op dit onderwerp wordt gesteund vanuit het thema Enabling Technologies.

>>

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls



Enabling technologies

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Er is een technologie scan uitgevoerd op de blockchain technologie – met de vraag op welke manier deze techniek van toegevoegde waarde is voor de water- en bodemsector. Een pilot met een concreet gebouwde blockchain is uitgevoerd naast een bestaand project voor de Gemeente Gouda. Via een blockchain zijn actuele meetgegevens over grondwaterstanden aan alle stakeholders beschikbaar gesteld. Dit leidt tot een groter draagvlak van de basisinformatie onder de stakeholders en een groter vertrouwen in de uitgevoerde analyses.

Op het gebied van innovaties in meten en monitoren maken we onderscheid tussen instrumenten die meer en nauwkeuriger kunnen meten, en de meetinfrastructuur die meer en nauwkeuriger meten mogelijk maakt (zoals robotica en de dronetehnologie).

Een van de ontwikkelingen die momenteel snel gaan is het meten met glasvezelkabels. Diverse marktpartijen bieden deze manier van meten voor diverse doeleinden aan. Het is vaak nog een grote uitdaging om goed te begrijpen wat er met deze kabels precies gemeten wordt en met welke nauwkeurigheid hier informatie uit kan worden afgeleid. Om op dat punt kennis te ontwikkelen is een studie uitgevoerd naar het meten van consolidatie van sliblagen met behulp van glasvezel.

Een hele nieuwe ontwikkeling in de meetinfrastructuur voor aardobservatie is de zogenaamde HAPS, de High Altitude Pseudo Satellite. De ontwikkelingen rondom HAPS zijn verkend, én de toepassingsmogelijkheden ervan. Het gaat om een heel nieuw soort vliegend platform voor monitoring van een groot gebied. Een HAPS beweegt zich op zo'n 20 km hoogte, waar de windsnelheid heel laag is, zodat de platforms lange tijd stil boven een gebied kunnen hangen. Toepassingsmogelijkheden zijn bijvoorbeeld monitoring van de situatie in een crisissituatie. Deze eerste studie krijgt mogelijk een vervolg in samenwerking met Airbus en andere partijen.

De nieuwste ontwikkelingen op het gebied van drones en zwermen van drones zijn verkend in een workshop met experts en studenten van de TUD, twee waterschappen en een startup op dit gebied. Met name de toepassing van meerdere drones die onderling contact met elkaar hebben, als meetplatforms, lijkt interessante mogelijkheden te bieden voor bijvoorbeeld dijkbewaking en waterkwaliteitsmetingen. De samenwerking tussen de aanwezige partners is voor iedereen waardevol, en wordt komend jaar voortgezet.

>>

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls



Enabling technologies

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Voortgang

Samenvatting

Op het gebied van innovaties in software is in 2018 gewerkt op zowel het nauwkeurig modelleren op kleine schaal, als heel grootschalig modelleren.

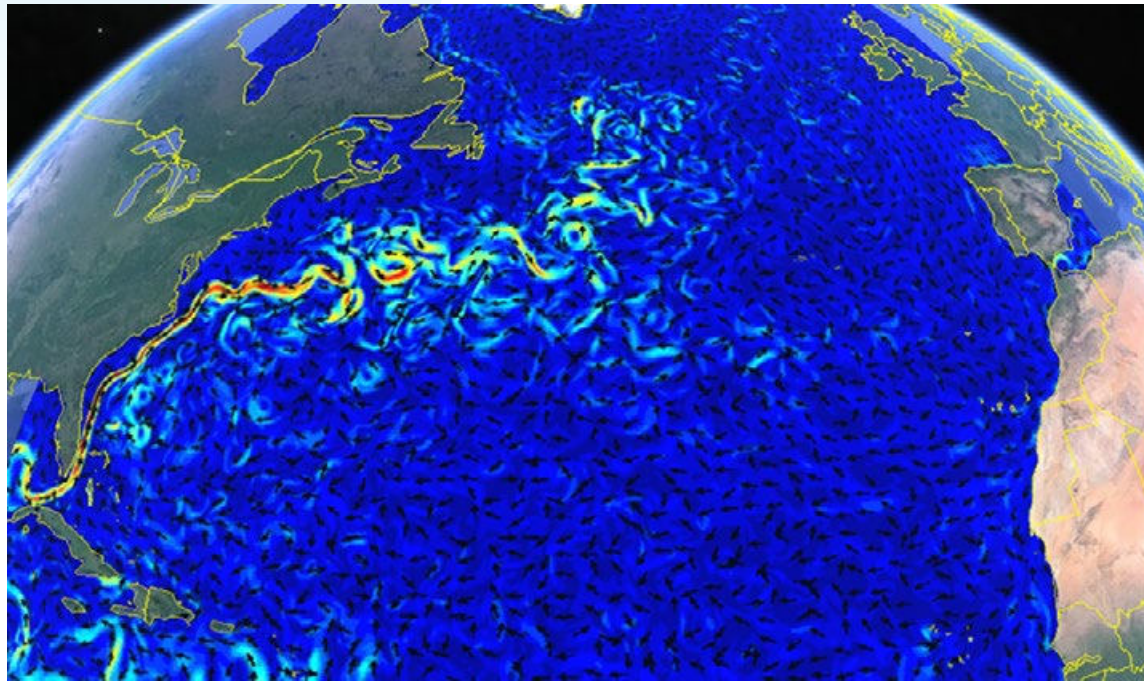
Op kleine schaal is gewerkt aan de ontwikkeling Anura3D, een modelleeraanpak waarmee bijvoorbeeld de vervorming van een dijk nauwkeurig beschreven kan worden. Wat gebeurt er bijvoorbeeld precies bij een dijkfalen?

Ook het modelleren van overstromingen op kleine schaal, in bijvoorbeeld stedelijk gebied, is verder

ontwikkeld – inclusief de gevolgen van een overstroming of wateroverlast, en de visualisatie ervan.

Aan de andere kant van het spectrum is verder ontwikkeld aan het wereldwijde stromings- en golfmodel van Deltares. Er is gewerkt aan toepassing van dit model voor het beschrijven en voorspellen van het transport van plastics.

De ontwikkelingen op het gebied van big data analyses en snel groeiende modelschematisaties vergen een steeds grotere rekenkracht. Dit maakt dat het, ook in het kader van enabling technologies, belangrijk is om de ontwikkelingen te volgen op het gebied van high performance computing. Sinds 2018 wordt een PhD-traject gesteund waarin onderzocht wordt hoe de grootste en nieuwste computers effectief gebruikt kunnen worden voor het type modellen dat gebruikt wordt voor water- en ondergrondvraagstukken. Hiervoor wordt onder andere samengewerkt met de USGS (United States Geological Survey). ■



Global tide and surge model

Floodrisk

Ecosystems & environmental quality

Water & subsoil resources

Delta infrastructure

Adaptive delta planning

SO impuls



SO Impuls programma's

In de kabinetsreactie "Impuls voor toegepast onderzoek" is aan de Tweede Kamer aangekondigd dat het kabinet in 2018 de Rijksbijdrage aan Deltares met € 4,2 miljoen wil verhogen. In lijn met onze Strategische Agenda 2018-2021 en de Kennis- en Innovatieagenda's van de relevante departementen en topsectoren is er voor 2018 voor gekozen om deze additionele middelen in te zetten op drie hoofdthema's, met daarin onderscheiden zes SO impuls programma's:

1) Water(veiligheid) en Klimaat

- a. *Grenzen aan klimaatadaptatie*
- b. *Effecten van extreem weer*

2) Duurzame Leefomgeving

- a. *Energietransitie en circulaire economie*
- b. *Gezonde watersystemen*

3) Toekomstbestendige Infrastructuur

- a. *Vervangingsopgave*
- b. *Resilient Infrastructure en bodemdaling*

Dit zijn thema's met een hoge maatschappelijke urgentie, met een indeling in programma's waar Deltares met haar kennis een wezenlijke bijdrage aan kan leveren.

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Gezonde watersystemen

Doel van het programma

Relevantie van het programma

Activiteiten en resultaten

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructuur en bodemdaling

Gezonde watersystemen

Doel

Relevantie

Activiteiten en resultaten

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Doel van het programma

Zonder gezond en schoon water kan het leven op aarde zoals we dat nu kennen niet bestaan. Schoon water is nodig voor drinkwater en voedselproductie, maar ook voor recreatie, onderwater natuur en biodiversiteit. Ondanks een verbetering in de afgelopen decennia is de kwaliteit van het Nederlandse water nog niet op orde. Chemische stoffen vervuilen het water waardoor niet overal de waterkwaliteitsdoelen worden behaald. Daarbij komt dat de chemische druk verandert; er worden steeds nieuwe stoffen aangetroffen waarvan de effecten voor gezondheid en ecologie nog onbekend zijn. Denk aan medicijnresten, (micro)plastics of bestrijdingsmiddelen. In de vorige eeuw zijn de grote wateren van Nederland ingrijpend aangepast ten behoeve van de veiligheid en welvaart (dijken, dammen, inpolderingen en vaargeulverruiming). De wateren reageren nog steeds op de effecten van die ingrepen, met andere woorden: de wateren zijn ecologisch gezien nog niet in balans.

Kortom, voor een gezond en schoon watersysteem is in Nederland nog een inspanning te leveren. Dit programma levert kennis die nodig is om de vitale functies van een gezond watersysteem te creëren en te behouden. Deltares komt met oplossingen voor nieuwe inrichtingsconcepten van het watersysteem. Het complex aan stressfactoren vraagt om integrale kennis van de systemen in de keten van ecologie, waterkwaliteit, sediment, morfologie en hydrodynamica. In dit programma wordt deze integrale kennis ontwikkeld en gedeeld

Marker Wadden.



Gezonde watersystemen

Relevantie

Doel

Activiteiten en
resultaten

Maatschappelijke) relevantie van het programma

Dit programma richt zich op de (beleids)opgave die Nederland heeft rond het realiseren van chemisch schoon en ecologisch gezond water voor natuur en duurzaam gebruik, het vergroten van de ecologische veerkracht van grond- en oppervlaktewatersystemen, duurzaam sedimentbeheer en het ontwikkelen van 'nature-based' oplossingen ter versterking van bovenstaande opgaven

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Gezonde watersystemen

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Maatschappelijk en beleidsmatig is er steeds meer zorg over de toenemende druk van chemische stoffen zoals medicijnresten, (micro)plastics en bestrijdingsmiddelen. De herkomst, emissieroutes en risico's voor mens en ecosysteem zijn onvoldoende in kaart gebracht. Daarom is een kaart gemaakt van de toxische effecten veroorzaakt door de aanwezigheid van chemische stoffen op organismen in het water. De kaart presenteert de veel gebruikte ecotoxicologische indicator, msPAF. Het maken van deze kaarten was mogelijk door kennis, ontwikkeld binnen het 4 jarige FP7 project SOLUTIONS, geschikt te maken voor de Nederlandse situatie. De modellering waarmee de kaarten zijn gemaakt is vernieuwend omdat i) de berekeningen tijdsafhankelijk zijn en ii) de schematisatie naast oppervlaktewater ook het ondiepe grondwater beschouwt. De eerste resultaten laten zien dat de ecotoxicologische risico's in Nederland in veel wateren hoger zijn dan een door het beleid aanvaardbaar geacht niveau. De modellering wordt verder geperfectioneerd zodat we de vraag kunnen beantwoorden of er ingegrepen moet worden, en zo ja, hoe en waar?

Voor het vergroten van het integraal begrip van de watersystemen is gewerkt aan verbeteringen van het model instrumentarium voor waterkwaliteit en ecologie. In 2018 is een nieuwe emissiemodule ontworpen in co-creatie met de markt. Eerste stap bij de aanpak van een waterkwaliteit- of gezondheidsprobleem in het watersysteem, is het krijgen van een kwantitatief beeld van de emissies van de stoffen die het probleem veroorzaken. Hiervoor was nog geen consistente, goed toepasbare en beschreven tool voor. Deze tool is er nu (D-Emissions) en deze wordt in verschillende regio's toegepast.

Samen met het NIOO is een plan gemaakt voor meer consistentie in de algenmodellering. Voor het eerst zijn verschillende algen modellen goed met elkaar vergeleken. Conclusie is dat één model voor algenmodellering niet haalbaar is, maar dat we moeten bewegen naar een scala van modellen die we kunnen toepassen afhankelijk van de vraag. Samenwerking met het academische circuit blijft essentieel om de nieuwste kennis in modellen voor waterbeheerders toe te passen.

>>



Gezonde watersystemen

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

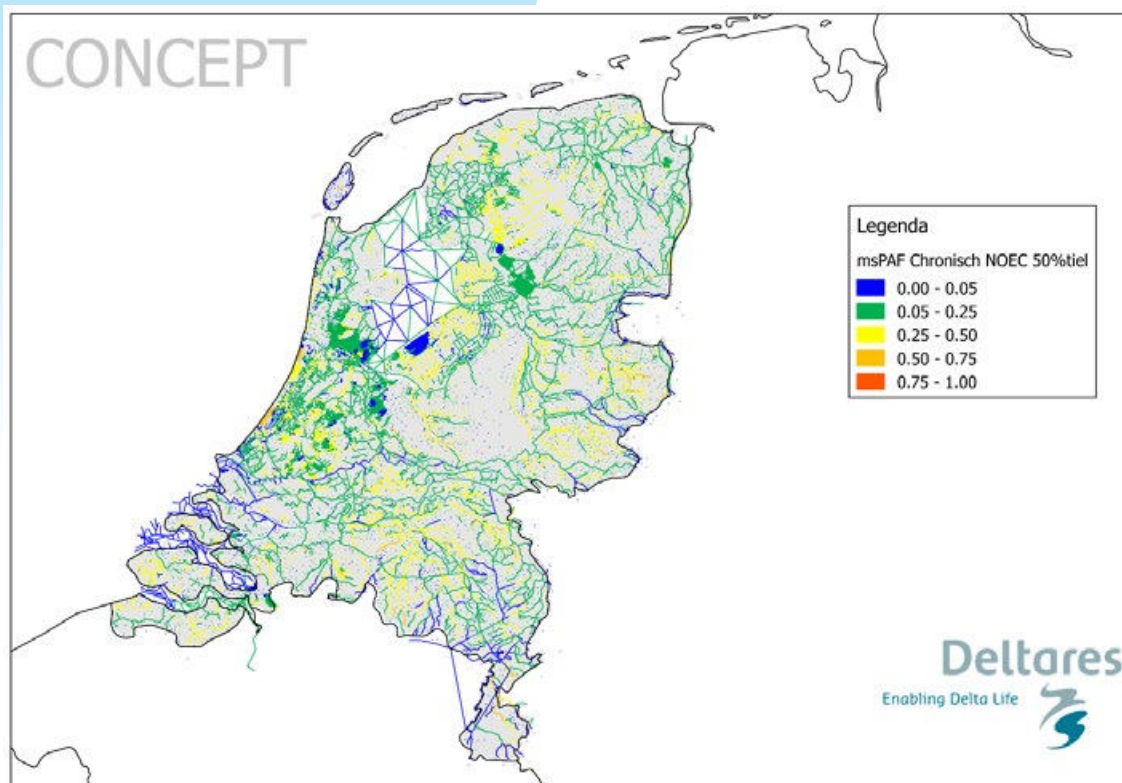
Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructuur en bodemdaling



en in Nederland (KRW, N2000, PAGW of het Deltaprogramma) en dering is het belangrijk om te kunnen voorspellen welke habitats vij extra zandsuppletie wel voldoende leefgebied voor macrofauna waterplanten als je slib verwijderd? In het programma hebben we model Habitat. De uitkomsten laten zien dat er naast technische is om een accurate voorspelling te doen van de effecten van sising link is informatie over 'response curves'. Grofweg geeft deze een soort en de blootstelling aan een stressor. Hier wordt in 2019

voor de kwaliteit van het Nederlandse watersysteem. Er chemische en ecologische kwaliteit van grondwater, zoete laan op basis van monitoringsdata over de laatste 50 jaar. Alle or extremen en veranderingen die gerelateerd zijn aan de NW erlichamen die zijn gekoppeld aan Rijn en Maas gedragen zich invloede wateren (plassen en beken). Een ander effect is dat

>>

Afgebeeld is een indicator –msPAF– voor cumulatieve effecten van 11 stoffen op het aquatisch ecosysteem. De resultaten moeten gezien worden als een 'proof of concept': het is mogelijk dit soort kaarten te maken, maar verbeteringen moeten nog doorgevoerd worden.

Home



Gezonde watersystemen

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

de winter versterkt optreedt en zorgt voor een vervroeging van de start van het voorjaar en een verlenging van het seizoen voor bepaalde ecologische processen (timing van vispaai, lengte en sterkte van algenbloei).

Ook willen we graag inzicht in de effecten van sediment-onbalans op ecologie en waterkwaliteit. En hoe zetten we sedimentbeheer in ten behoeve van ecologie en natuurherstel? Eén activiteit van dit programma is het visualiseren van trends van afgelopen 10 jaar waar sedimentatie en waar erosie optreedt in het rivierengebied. Dit was nog niet eerder gedaan. De kaarten geven een aantal verrassingen en inzichten waar kansen en oplossingen liggen. Deze kaarten bespreken we in 2019 met waterbeheerders en zo willen we de discussie aangaan over toekomstbestendige inrichting van het rivierengebied. De kaarten zijn voor iedereen beschikbaar en te vinden op <http://www.openearth.nl/sediment-kansenkaart/>. ■

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling





Grenzen aan klimaatadaptatie

Doel van het
programma

Relevantie van het
programma

Activiteiten en
resultaten

Gezonde watersystemen

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructuur en bodemdaling

Grenzen aan klimaatadaptatie

Doel

Relevantie

Activiteiten en resultaten

Doel van het programma

In het Impulsprogramma Water en Klimaat – Grenzen en kansen aan klimaatadaptatie is onderzoek gedaan naar condities waarin bestaande adaptatie strategieën niet langer houdbaar kunnen zijn. Hierbij is onderzoek gedaan naar de robuustheid van de Nederlandse Delta onder extreem versnelde zeespiegelstijging. Voorspellingen van zeespiegelstijging hebben momenteel zeer grote bandbreedte. Dit bemoeilijkt het ontwerpen en plannen van adaptieve maatregelen. Er zijn (nationale) consortia opgezet waarin gekeken gaat worden hoe deze projecties beter aan kunnen gaan sluiten bij adaptieve strategieën en of het mogelijk is om vroegtijdig tipping points (kantelpunten) te identificeren. Zeespiegelstijging en klimaatverandering zijn fenomenen die zich voltrekken in een systeem dat grote variaties kent (het verschil tussen eb en vloed is bijvoorbeeld vele malen groter dan zeespiegelstijging). In het impuls programma wordt deze natuurlijke variabiliteit verder onderzocht voor extreme rivier afvoeren en getijde niveaus.

Gezonde watersystemen

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Grenzen aan klimaatadaptatie

Relevantie

Doel

Activiteiten en
resultaten

Gezonde watersystemen

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

(Maatschappelijke) relevantie van het programma

Nederland is een delta die deels onder het gemiddelde zeeniveau ligt. Onder de huidige klimaatcondities is de Nederlandse Delta er op ingericht om genoeg zoetwater te hebben en niet te overstroomd tijdens stormen of tijdens extreme rivier- of regenbuien. Echter, als het klimaat verandert, kan de inrichting met de huidige maatregelen niet meer voldoen. Omdat het implementeren van alternatieve maatregelen tijd kost is het noodzakelijk om tijdig te weten aan welke toekomstige condities Nederland zich moet aanpassen en welke consequenties toekomstige condities en maatregelen kunnen hebben voor de Nederlandse Delta. Deze kennis is ook relevant bij beslissingen die in de (nabije) toekomst genomen moeten worden, hierbij kan gedacht worden aan het verplaatsen van zoetwaterinnamepunten voor drinkwatervoorziening, of het aanpassen van dammen, dijken en beweegbare keringen die overstrooming tegen moeten gaan.



Still uit een voorlichtingsfilm die de mogelijke consequentie van versnelde zeespiegelstijging laat zien

Grenzen aan klimaatadaptatie

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Het impulsprogramma Water en Klimaat – Grenzen en kansen voor klimaat adaptatie heeft zich toegespitst op de vraag hoe Nederland en andere Delta's zich kunnen aanpassen aan veranderingen die deze eeuw te verwachten zijn ten gevolge van klimaatverandering. Gegeven de huidige wetenschappelijke ontwikkelingen en omdat een gedeelte van Nederland nu al onder zeeniveau ligt, heeft het onderzoek zich dit jaar gericht op extreme zeespiegelstijging. Een van de aspecten waarnaar gekeken is, is of en hoe het verschil tussen eb en vloed beïnvloed wordt door een hoger zeeniveau. Hieruit blijkt dat laag- en hoogwaterniveaus niet evenredig veranderen met het stijgend zeeniveau en dat het getijdenvenster (het verschil tussen eb en vloed) kan veranderen. Dit is relevant voor bijvoorbeeld overstromingsrisico's, navigatie van schepen en de mogelijkheid van ontwatering.

Daarnaast is er aansluiting gezocht bij (inter)nationale onderzoeksinspanningen naar zeespiegelstijging, zodat Deltares de brug kan slaan tussen zeespiegelonderzoeken en het identificeren van knikpunten (tipping points) in adaptatiestrategieën. Voorspellingen van zeespiegelstijging hebben een erg grote bandbreedte. In overleg met een consortium wil Deltares ervoor zorgen dat in toekomstig onderzoek de resultaten inpasbaar zijn in het construeren van adaptive pathways. Daarnaast heeft Deltares, na de uitkomst van het onderzoek naar extra versnelde zeespiegelstijging, aandacht besteed aan het toelichten van deze resultaten in de media, publieke lezingen en is er een voorlichtingsfilm gemaakt.

>>



Grenzen aan klimaatadaptatie

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

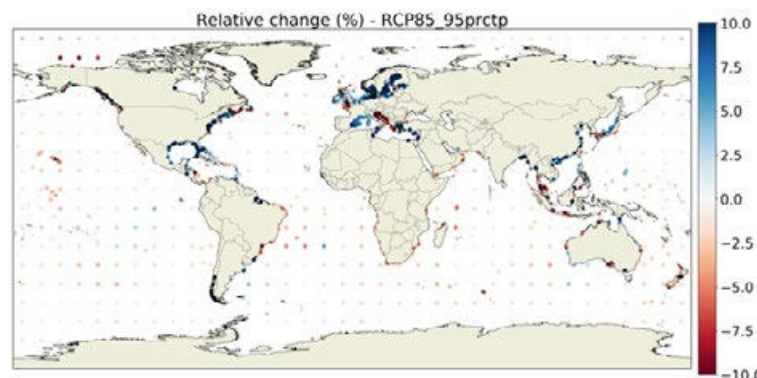
Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructuur en bodemdaling

De robuustheid van Nederland is verder onderzocht door te kijken naar de mate van zoutwaterindringing en de mogelijkheid om de zandige kust van Nederland mee te laten groeien met zeespiegelstijging. Momenteel worden erosieverliezen gecompenseerd met zandsuppleties op het strand of op de vooroever. Onder natuurlijke wind- en golfprocessen wordt dit gesuppleerde zand naar de duinen vervoerd. Voor deze adaptatiestrategie is de snelheid waarmee de zeespiegel gaat stijgen van belang. Eerste inschattingen laten zien dat als de zeespiegel harder dan 12 mm/jaar gaat stijgen, deze adaptatiestrategie niet meer afdoende zou kunnen zijn. Verder onderzoek, dat onder andere is gedefinieerd in NWO-onderzoeksvorstellen, zou moeten laten zien waar deze grens precies ligt en hoe met alternatieve adaptatiestrategie de Nederlandse, zandige kust stevig genoeg kan blijven om als primaire kering te dienen tegen overstroming, tijdens stormen. ■



Relatief verschil tussen gemiddeld hoogwater voor huidige zeeniveaus en voor een extreem zeespiegelstijgingsscenario. Op sommige locaties stijgt dit vloedniveau meer dan alleen de zeespiegelstijging.



Effecten van extreem weer

Doel van het programma

Relevantie van het programma

Activiteiten en resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Effecten van extreem weer

Doel

Relevantie

Activiteiten en resultaten

Doel van het Programma

Het programma 'effecten van extreem weer' heeft als belangrijkste doel om kennis en tools voort te brengen waarmee wereldwijd een vroegtijdig inzicht in timing, omvang en vooral de gevolgen van extreme klimaat-gerelateerde natuurrampen verkregen kan worden.

De ambitie is om te komen tot een veel betere voorspelling en beschrijving van de mogelijke gevolgen van extreme gebeurtenissen. Denk hierbij aan de (indirecte) gevolgen voor mensen (slachtoffers, evacuaties, gezondheid), economie, infrastructuur (ziekenhuizen, wegen, riolering) en leefomgeving (verontreiniging, landschapsverandering). In het programma wordt integraal gekeken naar de multi-hazards die voorkomen tijdens de extreme gebeurtenissen (bijvoorbeeld orkaanwind in combinatie met regenval en stormopzet en stormgolven). Dit moet leiden tot betere ondersteuning van beslissingen tijdens en na crisissituaties. Tevens levert het inzichten op die essentieel zijn bij het maken van beleid voor mitigerende maatregelen.

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Effecten van extreem weer

Relevantie

Doel

Activiteiten en
resultaten

(Maatschappelijke) relevantie van het programma

Klimaatverandering en schaarste aan grondstoffen vormen de komende decennia wereldwijd een grote bedreiging voor de welvaart en ons welzijn. Het is duidelijk dat de vigerende aanpak van deze problemen niet meer werkt en als reactie daarop groeit het besef dat er radicale veranderingen nodig zijn. Zowel op Europees, nationaal als decentraal niveau wordt dit beleidsmatig vertaald naar de wens om een aantal transities te bewerkstelligen. De transities naar een duurzame energievoorziening en een circulaire economie staan in dit thema centraal. Om deze transities succesvol te doorlopen zullen technologie ontwikkeling en sociale innovatie hand in hand moeten gaan. Hiervoor is integrale kennisontwikkeling nodig, waarbij natuurwetenschappelijke kennis en sociaal wetenschappelijke kennis op het werkkterrein van Deltares (water- en bodemsystemen) bij elkaar komen.

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Effecten van extreem weer

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Energietransitie en circulaire economie

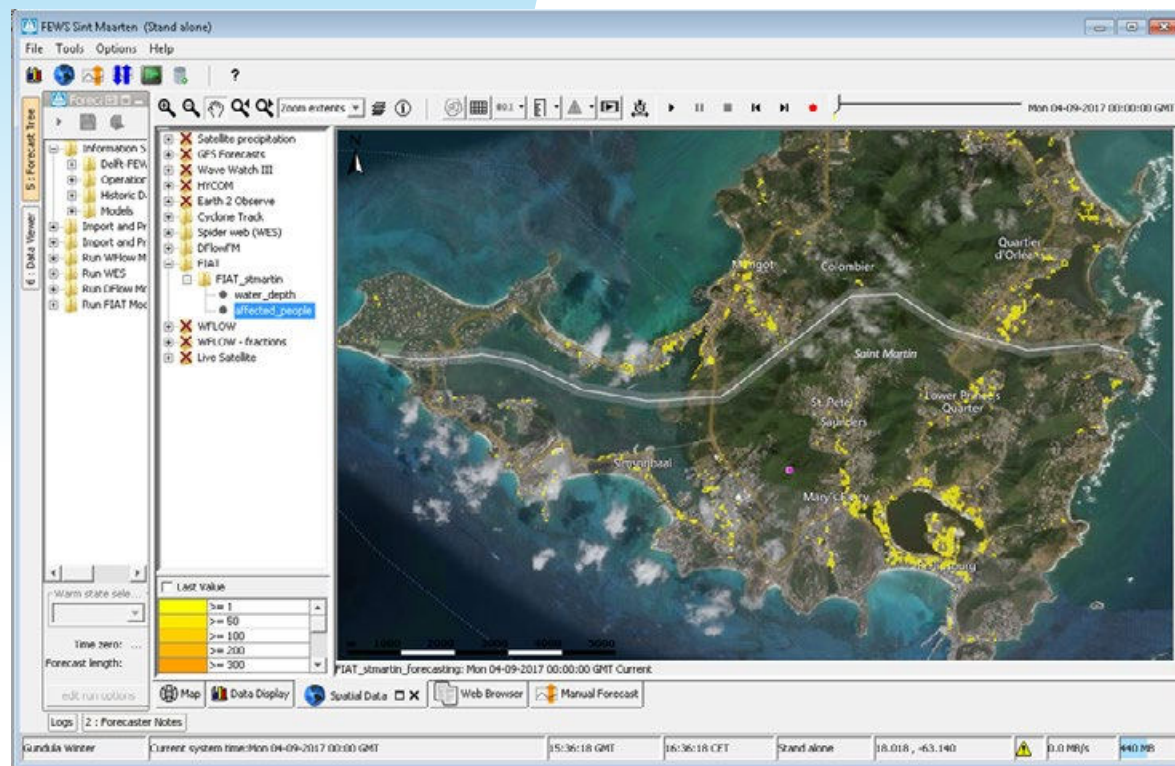
Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Voor snelle interventies en crisismangement bij rampen is een vroegtijdig inzicht in timing, omvang en intensiteit van rampen van groot belang. In grote delen van de wereld ontbreken de middelen om dergelijke snelle schattingen te maken. De onderzoeklijn 'effecten van extreem weer' heeft de focus op vier onderwerpen, die te maken hebben met het in kaart brengen van de gevolgen van extreem weer in Nederland, het snel kunnen voorspellen van impacts van extreem weer wereldwijd, het monitoren van zoetwaterbeschikbaarheid en daar aan gekoppelde kans op conflicten en de kans op landslides door extreme regenval.

Snelle voorspelling van gevolgen van extreem weer
In dit programma ontwikkelen wij een systeem van modellen, datasets en methoden waarmee overal ter wereld snel voorspellingssystemen opgezet kunnen worden die kwantitatieve informatie kunnen geven over de gevolgen van extreem weer. Met dit systeem worden met enkele 'drukken op de knop' gegevens ingevoerd in de modellen waar de impact mee voorspeld kan worden. We hebben dit systeem in 2018 aan een eerste test onderwerpen door middel van een casestudy van Sint Maarten tijdens Orkaan Irma.



Voorspelling overstrooming en population at risk op Sint Maarten tijdens Orkaan Irma, op basis van snelle FEWS (FEWS Accelerator)

>>



Effecten van extreem weer

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Energietransitie en circulaire economie

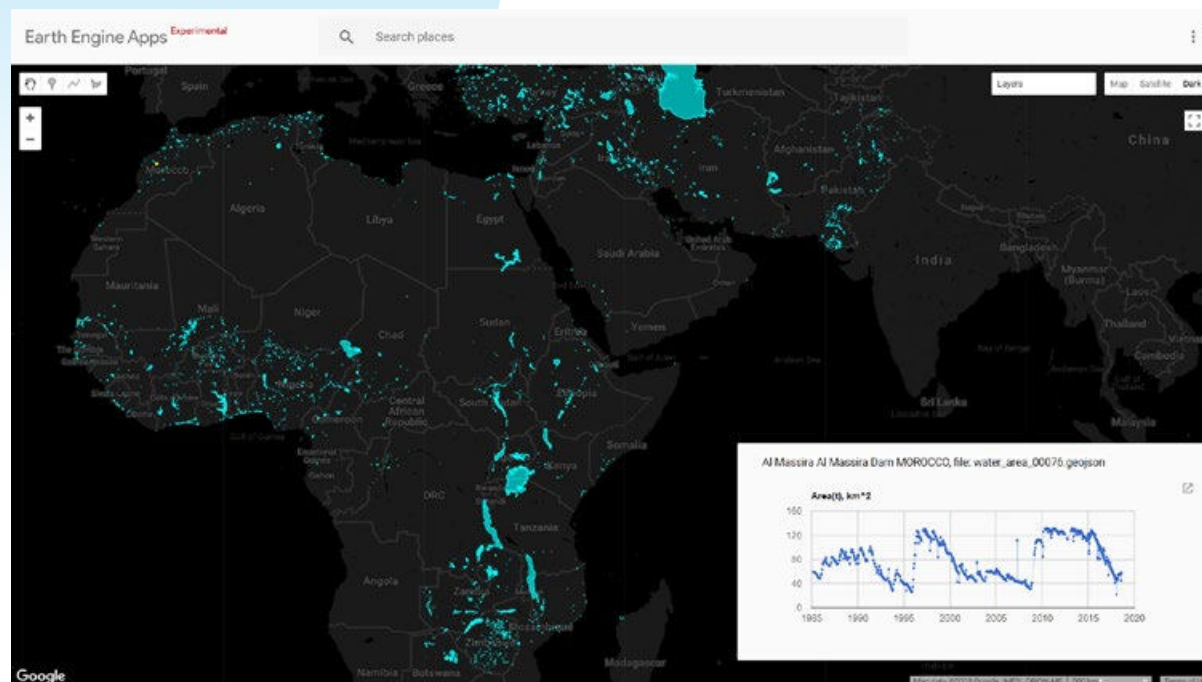
Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Wereldwijde monitoring oppervlaktewater en conflict indicatoren

De waterschaarste in Kaapstad is een voorbeeld van de problemen die op veel plekken op de wereld kunnen ontstaan door klimaatverandering. In veel van deze gebieden zal het monitoren van zoetwater voorraden van essentieel belang zijn om mogelijke sociale ontwrichting en conflicten tijdig te signaleren en waar mogelijk te voorkomen. In dit programma gaan wij ons richten op het mondiaal monitoren van oppervlaktewater reservoirs op basis van satelliet systemen. We koppelen deze en andere gegevens over waterbeschikbaarheid aan indicatoren voor maatschappelijke conflicten. Op deze manier kunnen wereldwijd locaties geïdentificeerd worden waar een verhoogde kans op conflicten is als gevolg van beperkte waterbeschikbaarheid.

>>



Waterbeschikbaarheid in reservoirs in Afrika en het Midden-Oosten; afgeleid op basis van wereldwijde monitoring met satellietbeelden. Inzet: fluctuatie van de waterbeschikbaarheid in de tijd voor een reservoir in Marokko.

Home



Effecten van extreem weer

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Fysisch reële scenario's en gevolgen van extreme weer in Nederland

Klimaatprojecties laten zien dat in de toekomst waarschijnlijk meer kans is op extreme weercondities in Nederland. In deze activiteit hebben we fysisch reële scenario's ontwikkeld van zeer extreme weerscondities. In het vervolg brengen we daarvan de gevolgen voor de Nederlandse samenleving in termen van schade, slachtoffers en ontwrichting in kaart brengen. Dit geeft een goed beeld van wat Nederland mogelijk allemaal te verduren krijgt als er daadwerkelijk een dergelijke extreme gebeurtenis plaats vindt.

Voorspellingsmodel voor aardverschuivingen

De meeste aardverschuivingen ('landslides') worden veroorzaakt door overvloedige regenval. Wereldwijd veroorzaken deze jaarlijks grote aantallen slachtoffers en maatschappelijke disruptie. Om de schadelijke gevolgen te beperken is het van belang om tijdig te kunnen waarschuwen voor (de kans op) optreden. Het ontstaan van aardverschuivingen is echter een complex proces waarop meerdere factoren van invloed zijn. Om het optreden van een aardverschuiving te voorspellen volstaat het daarom niet om alleen de neerslag te monitoren. Om een goed beeld te krijgen van de oorzaken, en daarmee voorspellende factoren, hebben we een database opgesteld van 11.000 gebeurtenissen wereldwijd over de afgelopen decennia. Op basis van deze database hebben we door middel van 'machine learning' bepaald welke combinaties van factoren gezamenlijk aanleiding geven tot een verhoogde kans op optreden van aardverschuivingen. ■



Energietransitie en de circulaire economie

Doel van het
programma

Relevantie van het
programma

Activiteiten en
resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructuur en bodemdaling

Energietransitie en circulaire economie

Doel

Relevantie

Activiteiten en resultaten

Doel van het programma

Het meerjarige programma Vervangingsopgave van de Natte infrastructuur is gericht op het versterken van de kennisbasis rond deze vervangingsopgave. De hoogstaande kennis die was opgebouwd ten tijde van aanleg van de (grote) natte kunstwerken in Nederland (de stuwen op de Maas en Nederrijn, de Afsluitdijk, Stormvloedkeringen) is door natuurlijk verloop in de loop der jaren verwaterd. Het overkoepelend doel van het programma is om, anticiperend op de noodzakelijke vervanging van vele kunstwerken, de nog beschikbare kennis te remobiliseren en daarnaast moderne kennis en kennismiddelen te ontwikkelen.

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Energietransitie en circulaire economie

Relevantie

(Maatschappelijke) relevantie van het programma

Klimaatverandering en schaarste aan grondstoffen vormen de komende decennia wereldwijd een grote bedreiging voor de welvaart en ons welzijn. Het is duidelijk dat de vigerende aanpak van deze problemen niet meer werkt en als reactie daarop groeit het besef dat er radicale veranderingen nodig zijn. Zowel op Europees, nationaal als decentraal niveau wordt dit beleidsmatig vertaald naar de wens om een aantal transitie te bewerkstelligen. De transitie naar een duurzame energievoorziening en een circulaire economie staan in dit thema centraal. Om deze transitie succesvol te doorlopen zullen technologie ontwikkeling en sociale innovatie hand in hand moeten gaan. Hiervoor is integrale kennisontwikkeling nodig, waarbij natuurwetenschappelijke kennis en sociaal wetenschappelijke kennis op het werkkterrein van Deltares (water- en bodemsystemen) bij elkaar komen.

Doel

Activiteiten en resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling



Energietransitie en circulaire economie

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

• **Toolbox RTC 2.0**

Voor de optimale inzet van duurzame bronnen in het elektrische en thermische deel van het energiesysteem is het essentieel dat vraag en aanbod van energie in real-time goed op elkaar worden afgestemd. De Real-Time open source Control Toolbox van Deltares (RTC), ontwikkeld voor operationeel waterbeheer, is in potentie prima geschikt voor optimalisatie van environmental systems. Doel van het project RTC 2.0 was om een software applicatie te ontwikkelen die operationeel ingezet kan worden, onder andere door verbeteren van de stabiliteit en de performance van het model.

Naast deze optimalisatiestap is gewerkt aan een RTC Tools prototype voor operationele optimalisatie van een warmtenet met temperatuur-gelimiteerde bronnen. Er zijn scenario's uitgewerkt en geanalyseerd voor variatie in zon-instraling, ventilatie, kostenprofielen van verschillende warmtebronnen, warmte-opslag in de thermische massa van gebouwen en natuurlijk variatie in temperatuur en capaciteit van bronnen en afgiftesystemen. De scenario's laten zien dat er 50% op het gevraagde warmtevermogen bespaard kan worden door de thermische massa van het gebouw goed te benutten, waarmee dergelijke optimalisaties zeer nuttig zijn voor het inpassen van duurzame bronnen in de toekomstige warmtevoorziening.

• **TEO/Warmtenetten**

- TEO (thermische energie uit oppervlaktewater) wordt al op verschillende plekken succesvol toegepast. Het is een eenvoudig principe en 'proven technology'. Echter, de voorbeeldprojecten vinden plaats op lokaal schaalniveau: een gebouw of een huizenblok. Er is nu een beleidsurgentie om van deze kleinschalige initiatieven te komen naar een structureel TEO-transitiepad op stedelijk, regionaal en landelijk niveau, waarin wordt aangegeven waar en onder welke condities TEO wel en niet toegepast zou kunnen worden. Deze schaaalsprong roept de volgende twee hoofdonderzoeksvragen voor het SO impulsproject op:
- Hoe ziet het grootschalig toepassen van TEO in combinatie met warmtenetten en grootschalige (ondergrondse) opslag er technisch en ruimtelijk uit en wat is de bijdrage aan CO2-reductie?
 - Hoe zou het TEO-transitiepad uitgerold kunnen worden in de tijd, welke keuzen moeten daarin gemaakt worden en wat zijn de afwegingen die daar een rol in spelen?

>>



Energietransitie en circulaire economie

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

De resultaten van 2018 zijn:

1. Rapport Nationale potentie Aquathermie in samenwerking met Civil Engineering Delft en Stowa.
2. Hoge resolutie kaarten met TEO-potentie en onderliggende kaarten
3. GIS Tool over landelijke TEO-potentie. Deze data is inmiddels ook gedeeld met Civil Engineering Delft, Provincie Zuid Holland en Liander.
4. De SO-impuls heeft daarnaast een directe bijdrage geleverd aan de totstandkoming van de Green Deal Aquathermie (penvoerder Unie van Waterschappen, STOWA en RWS). Ten behoeve van de Green Deal is een kennisagenda Aquathermie opgesteld. Alle eindproducten zijn beschikbaar gemaakt via onze website: <https://www.deltares.nl/nl/potentie-thermische-energie-uit-oppervlaktewater-teo/>.

• **Energiewinning op zee**

De geplande grootschalige uitrol van offshore wind kan leiden tot veranderingen in het fysische en ecologische functioneren van de Noordzee en eventueel tot verandering in windklimaat. Naar deze onderwerpen zal veel onderzoek verricht gaan worden om het systeem en de effecten beter te leren begrijpen. De basis voor dit onderzoek is het nieuwe hydrodynamische model van de Noordzee (3D DCSSM-FM). In 2018 is geïnvesteerd in het op orde maken van de randvoorwaarden van het model en het aanleggen van noodzakelijke koppelingen met waterkwaliteitsmodellering (inclusief slib) en windmodellen (Whiffle).

>>



Energietransitie en circulaire economie

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

• Nexus scenarios

Doel van dit project is zicht krijgen op de implicaties van energie scenario's (vraag en aanbod) ten aanzien van water beschikbaarheid. Op basis van een koppeling tussen water en energie modellen, respectievelijk RIBASIM en TIAM-ECN (Times Integrated Assessment Model). De resultaten van deze studie geven kwantitatief weer dat de keuze voor een bepaalde energieproductie methode effecten heeft op toekomstige water tekorten. Daarbij zijn de volgende stappen gezet:

- Koppeling RIBASIM / TIAM-ECN (ontwikkeling van een prototype)
- Beleidsimplicaties van verschillende energie scenario's op basis van een toepassing van de RIBASIM/ TIAM-ECN koppeling op een case study in Ethiopië.
- Ontwikkeling Global RIBASIM afstemmen op behoeften met betrekking tot het modelleren van energie scenario's.

• Verkenning energy piles

Doel van het SO project was het verzamelen van 'state of the art' kennis van energiepalen, het verkennen van de markt voor energiepalen en het bedenken van producten en diensten die Deltares kan leveren om de toepassing van energiepalen in Nederland te bevorderen.

Deze verkenning laat zien dat voordeel van energiepalen is dat ze geen extra ruimtebeslag vragen en dat de meerkosten beperkt zijn. Nadeel is dat de palen alleen voor nieuwbouw toepasbaar zijn en dat de aanleg van de fundering complexer is. Daarnaast ontbreekt in Nederland bij veel bouwbedrijven de ervaring met de aanleg van deze energieconstructies en zijn er geen geotechnische richtlijnen die de draagkrachtsverandering door temperatuurswisselingen beschrijven.

Er wordt bij het vervolg op dit project aansluiting gezocht bij het NWO project 'energie palen in Nederland' waarin fundamentele kennis van het grondgedrag rond de palen wordt ontwikkeld. Deltares kan die kennis vertalen in een tool (bijvoorbeeld binnen D-Foundations) waarmee de ingenieurspraktijk dergelijke funderingen en warmtesystemen kan ontwerpen.

>>



Energietransitie en circulaire economie

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

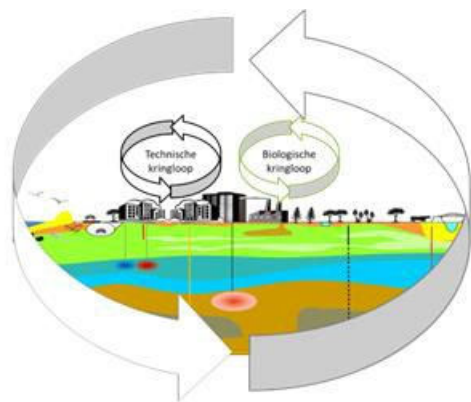
• Circulaire economie

Het doel van dit project was tweeledig:

- Circulaire Economie uitwerken voor het bodem-water-sediment systeem;
- het maken en toetsten van een eerste opzet voor een CE scan methodiek.

Circulaire economie wordt gezien als een van de belangrijkste manieren om invulling te geven aan een duurzamer toekomstscenario omdat het principe direct inhaakt op het verbruik en gebruik van onze (eindige) hulpbronnen. Op dit moment wordt in het denken over Circulaire Economie voornamelijk gefocust op het industriële ecosysteem en de technische kringloop (zie ook <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/infographic>). Daarin gaat het vooral over materialen en producten. Maar onze economie heeft ook een sterke link met terrestrische, zoetwater en mariene ecosystemen, dat wil zeggen de biologische kringloop. Deze ecosystemen/kringlopen leveren grondstoffen voor het industriële ecosysteem/de technische kringloop.

Met de CE scan methodiek kan een project “gescand” worden op circulaire economie of de potentie voor circulaire economie aan de hand van een aantal indicatoren. In 2018 is een eerste opzet en validatie van deze methodiek gedaan, gericht op een CE scan die aansluit op natuurlijke systemen en gebiedsprocessen, door te kijken naar het circulair gebruik van land en het bodem-water-sedimentsysteem en de goederen en diensten die zij leveren in brede zin. Hierbij kijken we niet alleen naar materialen die nu of in de toekomst schaars zijn of worden maar maken we nadrukkelijk de koppeling tussen circulaire economie en ruimte. De schaal (ruimte en tijd) speelt hierbij een belangrijke rol. ■



Bodem als niet-hernieuwbare hulpbron. (In Bodem nummer 01, februari 2018, blz. 10-12, Breure Ton, Johannes Lijzen, Linda Maring (Deltares), Michiel Rutgers (2018))





Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Doel van het
programma

Relevantie van het
programma

Activiteiten en
resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Resilient infrastructuur en bodemdaling

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Doel

Doel van het programma

Het meerjarige programma Vervangingsopgave van de Natte infrastructuur is gericht op het versterken van de kennisbasis rond deze vervangingsopgave. De hoogstaande kennis die was opgebouwd ten tijde van aanleg van de (grote) natte kunstwerken in Nederland (de stuwen op de Maas en Nederrijn, de Afsluitdijk, Stormvloedkeringen) is door natuurlijk verloop in de loop der jaren verwaterd. Het overkoepelend doel van het programma is om, anticiperend op de noodzakelijke vervanging van vele kunstwerken, de nog beschikbare kennis te remobiliseren en daarnaast moderne kennis en kennismiddelen te ontwikkelen.

Relevantie

Activiteiten en resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Resilient infrastructuur en bodemdaling



Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Relevantie

Doel

Activiteiten en resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Resilient infrastructure en bodemdaling

(Maatschappelijke) relevantie van het programma

Nederland staat voor een zeer grote vervangingsopgave van de natte en droge infrastructuur. Een groot deel van de (vaar)wegen, tunnels, aquaducten, dammen, dijken, kribben, sluizen, riolering en andere bouwwerken ligt er al tientallen jaren. Als gevolg van veroudering, klimaatverandering, ander gebruik en andere regelgeving zijn deze dringend aan vervanging, verbetering of renovatie toe. In totaal is in de periode tot 2030 circa € 250 miljard nodig voor rijkswegen, spoorwegen, gemeentelijke infrastructuur, waterveiligheid en ondergrondse infrastructuur.

Infrastructurele objecten maken een onderdeel uit van een nationaal of regionaal multifunctioneel netwerk. Veel objecten hebben functies in meerdere netwerken. De objecten in deze netwerken zijn veelal ook in relatief korte periode gebouwd, zoals de stuwen en sluizen in de Maas rond 1930. Het moment van vervanging van de objecten is hét moment om de functionaliteit van de netwerken te moderniseren. Daarbij wordt opnieuw 50 tot 100 jaar vooruit gekeken om ze weer voor lange tijd functioneel te maken. De stijgende zeespiegel zorgt in combinatie met een deels slappe bodem en bodemdaling voor een extra uitdaging voor aanleg en het beheer en onderhoud van de infrastructuur en bebouwing in de delta Nederland.



Aanleg nieuwe zeesluis IJmuiden: noodzakelijke technische renovatie gekoppeld aan nieuwe functie-eisen (grotere schepen) (Bron bovenste foto: Rijkswaterstaat)



Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Resilient infrastructuur en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

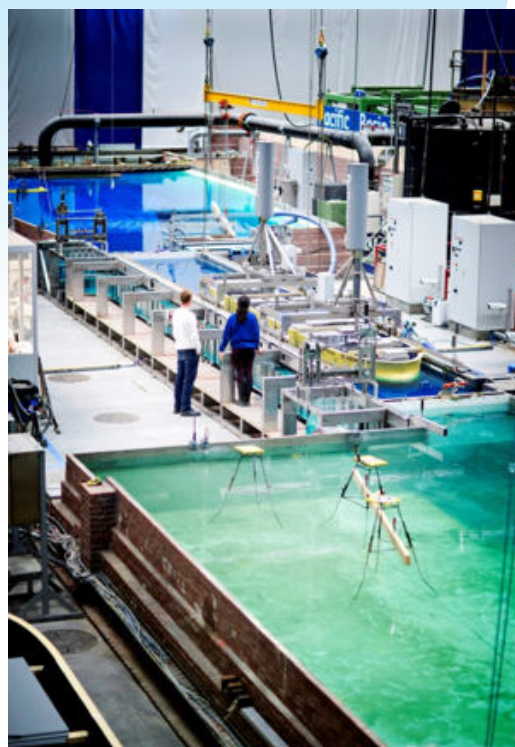
Om deze vervangingsopgave (economisch) optimaal en functie- en toekomstbestendig uit te kunnen voeren zijn aantal majeure ontwikkelingen nodig.

Eenzijds is het van belang om de relatie tussen het functioneren van het netwerk en het functioneren van het object, zowel fysiek als qua normen en eisen, in beeld te brengen. Dit geeft inzicht in de kritische objecten en onderdelen voor de verschillende functies van het netwerk, en daarmee op de prioritering in de vervangingsopgave. Deze generieke component in het onderzoek is toepasbaar voor alle soorten infrastructuur waar de veroudering en vervangingsopgave speelt.

Anderzijds dient specifieke kennis over de veroudering van de infrastructuur te worden ontwikkeld, zodat meer zicht ontstaat op de werkelijke (technische en functionele) restlevensduur van individuele objecten, en de functionele restlevensduur van het volledige netwerk. Dit geeft inzicht in wanneer welke vervangingen nodig zijn. Op het gebied van de technische levensduur besteedden we in 2018 aandacht aan de stalen damwanden en de bodembescherming bij stuwen. De komende jaren zullen andere onderwerpen aan de orde komen.

Om de kennisontwikkeling rond de vervangingsopgave over meerdere jaren vorm te geven zal in 2018 ook aandacht worden besteed aan de planvorming van het onderzoek. Daarbij zoeken we naar samenwerkingsverbanden met andere kennisinstututen (zoals TNO, Marin, et cetera), universiteiten in Nederland en het buitenland en de adviesbureaus. Daarbij vindt vanzelfsprekend afstemming plaats met Rijkswaterstaat en de Waterschappen.

Het ontwikkelen van kennis, methoden en instrumenten zal erop worden gericht om kennis, informatie en handelingsperspectief te genereren ten behoeve van het nemen van de cruciale beslissingen over de aanpak en uitvoering van vervangingsopgaven.



Onderzoek nieuwe zeesluis IJmuiden



Resilient infrastructure en bodemdaling

Doel van het programma

Relevantie van het programma

Activiteiten en resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Resilient infrastructure en bodemdaling

Resilient infrastructuur en bodemdaling

Doel

Relevantie

Activiteiten en resultaten

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Doel van het programma

Doel van het programma

Het SO-impulsprogramma Resilient Infrastructuur en Bodemdaling heeft tot doel om de kennisbasis op dit kennisgebied te versterken. Dit heeft zich geuit in de volgende ontwikkelingen:

- Bodemdaling is een belangrijke maar vaak nog onderschatte bedreiging. Innovatieve technieken om bodemdaling beter te kunnen monitoren en effecten van maatregelen te kunnen vaststellen zijn onderzocht. Daarnaast is een nieuwe nationale bodemdalingskaart opgesteld van Nederland.
- Er is een verbeterd inzicht in de effecten van extreem weer op infrastructuur ontwikkeld. Om de risico's door extreem weer en klimaatverandering goed te kunnen vaststellen is een gedegen inzicht nodig in hoe extreem weer aangrijpt op de infrastructuur en netwerken. In dat kader is gekeken naar effecten van klimaatverandering op geotechnische constructies, is vastgesteld onder welke omstandigheden meer of minder wateroverlast te verwachten is en is bekeken hoe lessen uit de droge infrastructuur ingezet kunnen worden bij vaarwegen.
- Klimaatverandering is erg onzeker. Om over- of onderinvesteringen te voorkomen is adaptief (uitbreidbaar) bouwen een kansrijke optie. Dit concept is nader onderzocht voor natte infrastructuur.
- Door tools te ontwikkelen voor risicoanalyses zijn opgedane kennis en methoden uit eerdere onderzoeken vastgelegd en kunnen deze beter worden benut in komende projecten.



Resilient infrastructuur en bodemdaling

Relevantie

Doel

Activiteiten en resultaten

(Maatschappelijke) relevantie van het programma

Infrastructuur en netwerken vormen de ruggengraat van de samenleving. De maatschappij, industrie en overheden zijn afhankelijk van veilig en betrouwbaar gebruik van deze infrastructuur. Door de groeiende bevolking en economie en de alsnog complexere infrastructuur die daarvoor nodig is neemt de afhankelijkheid van de infrastructuur alleen maar verder toe. Een kleine verstoring kan grote maatschappelijke gevolgen hebben, tot maatschappelijke ontwrichting aan toe. Het is daarom noodzakelijk goed te kijken naar de kwetsbaarheid van de infrastructuur.

Extreem weer is een dergelijke stressfactor die vaak invloed uitoefent op de beschikbaarheid van de infrastructuur. Door klimaatverandering wordt bovendien verwacht dat extremen in de toekomst nog extremer worden en frequenter zullen voorkomen. De risico's door bijvoorbeeld wateroverlast en hitte worden daardoor groter. De zeespiegel stijgt en de bodem daalt in Nederland waardoor risico's door overstromingen en droogteschade aan de infrastructuur stijgen.

In toenemende mate lopen de kosten voor het repareren van bodemdalingsschade op. Het Planbureau voor de Leefomgeving heeft in 2016 berekend dat tot 2050 de totale schade kan oplopen tot 22 miljard euro, waarbij een belangrijk deel bestaat uit schade aan infrastructuur. Tegelijkertijd is ook duidelijk geworden dat een aanzienlijk deel van deze kosten vermijdbaar zijn met een ander beleid ten aanzien van bodemdaling.

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur



Resilient infrastructure en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

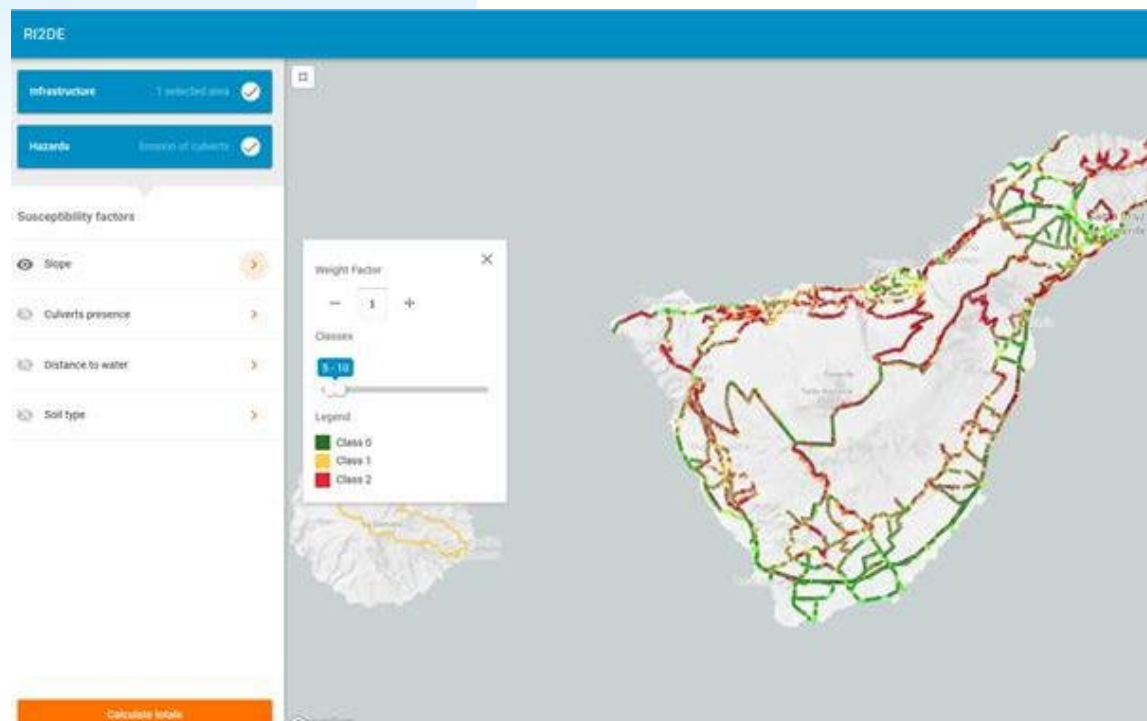
Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Activiteiten en resultaten

Tijdens de kennisimpuls is begonnen met de ontwikkeling van twee tools op het gebied van risicoanalyse en adaptatie. Dit zijn RI2DE (Risk Indicators for Infrastructure in Data scarce Environments) en RA2CE (Risk Assessment and Adaptation for Critical InfrastructureE). Met RI2DE kunnen via een web-omgeving wereldwijd kwetsbaarheidskaarten van infrastructuur gemaakt worden, ook (juist) als er geen informatie van de hazard zelf aanwezig is. Verschillende databronnen worden daarvoor slim met elkaar gecombineerd. Eind 2018 kan voor wegen de kwetsbaarheid voor erosie in beeld gebracht worden en is de tool zo opgezet dat dit voor andere infrastructuren en bedreigingen kan worden uitgebreid. Van RA2CE is een prototype ontwikkeld waarmee schade aan lijninfrastructuur kan worden berekend met als input schadefuncties en kaarten van de bedreigingen. De al bestaande tool FIAT voor gebiedsanalyses is hiervoor gebruikt en geschikt gemaakt om ook de schade voor lijninfrastructuur vast te stellen.

>>

Met toolontwikkeling worden kennis en methoden vastgelegd. De figuur laat een printscreen zien van de RI2DE (Risk Indicators for Infrastructure in Data scarce Environments) tool zien.



Home



Resilient infrastructuur en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

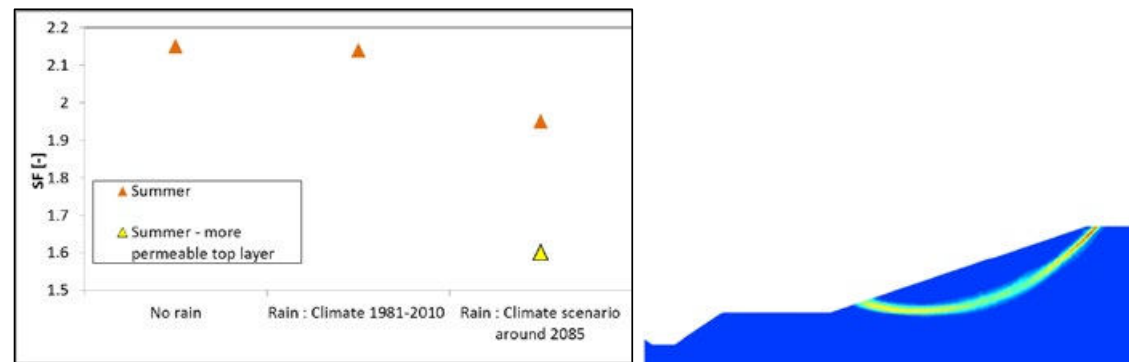
Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

Hoogte-informatie van lijninfrastructuur is erg belangrijk om de risico's door natuurlijke bedreigingen als overstromen goed te bepalen. In veel gebieden is deze informatie echter onvoldoende nauwkeurig bekend. Er zijn twee methodes onderzocht om hoogte-informatie nauwkeuriger te verkrijgen. Met 'Near real-time data processing and classification of massive point clouds using Machine Learning' bleek dit goed mogelijk en kon van een gebied bovendien automatisch worden vastgesteld wat het ruimtegebruik was. Met de ParTerra (Participatory Terrain Model) tool zijn verschillende open databronnen gecombineerd zoals openstreetmap en wereldwijd beschikbare DEMs (Digital Elevation Model) en bleek het mogelijk om kenmerken als viaducten, taluds en tunnels in een DSM en DTM (Digital Surface/Terrain Model) te vatten.

Met een numeriek model is in beeld gebracht dat langdurige droogte, gevolgd door intense neerslag, leidt tot een significante afname van de stabiliteit van taluds. Op deze manier is het nu voor het eerst mogelijk om de effecten van klimaatverandering op sterkte en stabiliteit van geotechnische constructies kwantitatief in beeld te brengen.

>>



Resultaten in termen van veiligheidsfactor voor de stabiliteit van een talud in de zomer in het huidige en toekomstige klimaat (links). Rechts het schuifvlak dat ontstaat.



Resilient infrastructuur en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Wateroverlast is in Nederland een van de grootste bedreigingen voor infrastructuurnetwerken. Er zijn de laatste jaren grote stappen gezet in krachtige modellen die wateroverlast in beeld kunnen brengen. Nadeel is dat deze modellen veel informatie nodig hebben die niet altijd beschikbaar is. Ook de modellering kost relatief veel tijd. Daarom is binnen de kennisimpuls gewerkt aan het geautomatiseerd in kaart brengen van kenmerken in de buitenruimte met het oog op het scannen van kwetsbare locaties voor wateroverlast en het visualiseren van deze data in combinatie met andere (dynamische) kaartlagen.

Er is gewerkt aan een adaptieve aanpak voor het ontwerp van zeedijken. Daarvoor zijn de meest veelbelovende concepten voor een adaptief ontwerp geïdentificeerd en zijn deze weergegeven in kwantitatieve adaptatiepaden, waarin verschillende zeespiegelstijging scenario's worden meegenomen.

Veel kennis over klimaatadaptatie is de laatste jaren ontwikkeld voor weginfrastructuur. Met de kennisimpuls is verkend hoe die kennis toegepast kan worden bij vaarwegen. In de uitgevoerde verkenning is een start gemaakt met de analyse van de robuustheid (resilience) van de natte transportketen, waarin vooralsnog de focus is gelegd op de Nederlandse situatie. Naast het identificeren en categoriseren van inhoudelijke aspecten bleek ook het projectproces zelf zeer waardevol, waarin de verschillende experts tijdens meerdere discussiemeetingen elkaar hebben geïnformeerd over ieders expertisegebied.

>>

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur



Resilient infrastructuur en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

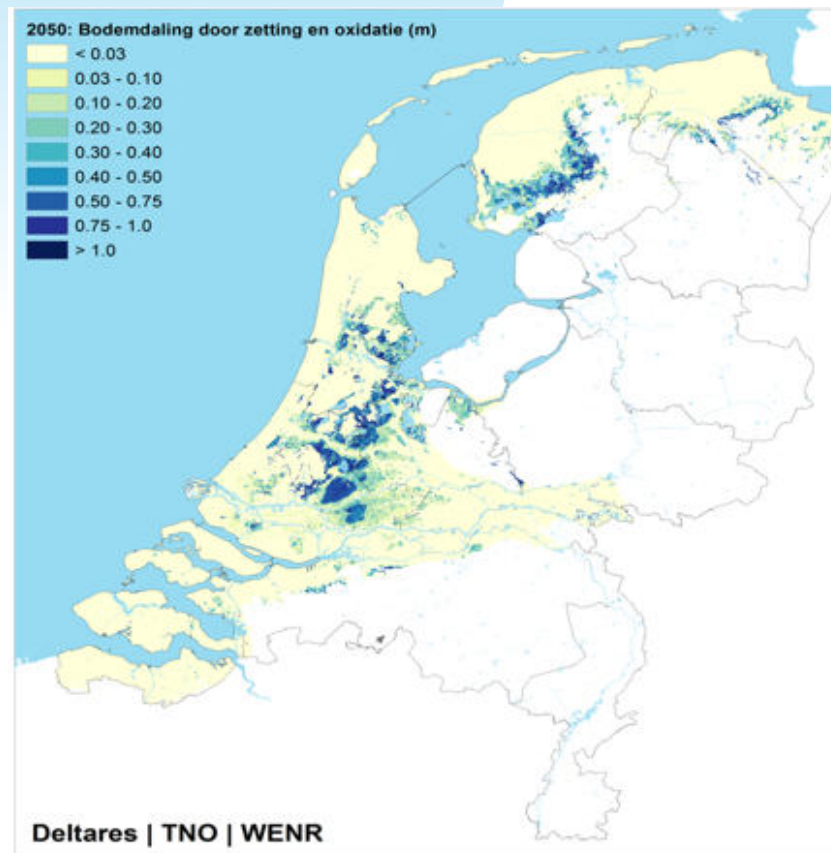
Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur

De bestaande spreadsheet rekentool voor productie van regionale en nationale bodemdalingskaarten is omgevormd tot een moderne modelleromgeving genaamd Atlantis. Atlantis is modulair, uitbreidbaar en spectaculair sneller. Met Atlantis kan de snel ontwikkelende kennis over bodemdalingsprocessen en datasets efficiënt worden verwerkt en kunnen de nationale bodemdalingsprognoses regelmatig worden geüpdated. Met Atlantis is een nieuwe versie (2018) van de nationale bodemdalingvoorspellingskaart gemaakt (zie figuur).

>>

Voorspelde bodemdaling (in meters, cumulatief) in de periode 2015-2050 door veenoxidatie en compactie in klei- en veengebieden, bij gelijkblijvend beleid en zonder reducerende maatregelen. De invloed van opwarming van het klimaat is hierbij niet meegenomen.



Resilient infrastructuur en bodemdaling

Activiteiten en resultaten

Doel

Relevantie

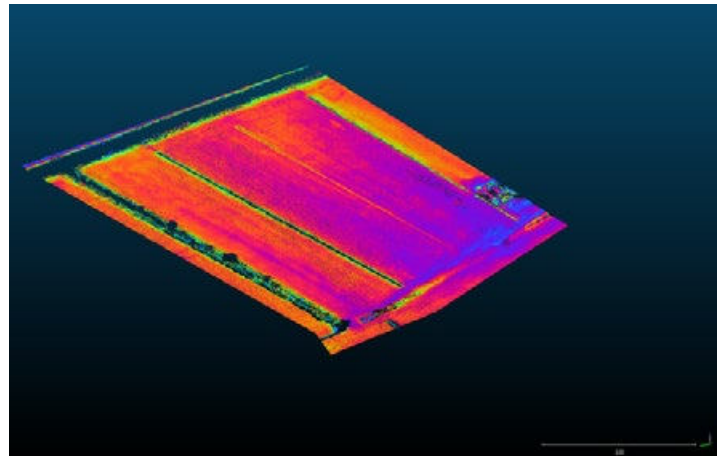
Gezonde watersystemen

Grenzen aan klimaatadaptatie

Effecten van extreem weer

Energietransitie en circulaire economie

Vervangingsopgave Natte infrastructuur



Om bodemdaling in veenweidegebied vlakdekkend te meten worden twee experimentele meettechnieken de komende 5 jaar toegepast, te weten met (1) LiDAR bevestigd aan drone en vliegtuig, en (2) InSAR. Het meetnetwerk voor de LiDAR metingen is geïnstalleerd en er zijn 2 meetcampagnes met drone en vliegtuig uitgevoerd. Het basisstation voor InSAR metingen wordt begin 2019 geïnstalleerd, waarna ook met deze methode gemeten kan gaan worden. ■

Combineren van verschillende meettechnieken voor monitoren bodemdaling: a) het basisstation met reflectoren en GPS voor InSAR metingen, b) drone met laser scanner eraan bevestigd voor LiDAR metingen, c) resultaat van LiDAR metingen voor één van de percelen in het onderzoeksgebied.





Trekkers thema's en impuls programma's 2018

Thema 01 Flood risk - *Jan-Aart van Twillert*

Thema 02 Ecosystems and environmental quality - *Harm Duel*

Thema 03 Water and subsoil resources - *Hans Vissers*

Thema 04 Delta infrastructure - *Peter van den Berg*

Thema 05 Adaptive delta planning - *Henriette Otter*

Thema 06 Enabling technologies - *Hanneke van der Klis*

SO Impuls programma's

- SO coördinatie - *Peter van den Berg en Gerard Blom*
- Gezonde watersystemen - *Sacha de Rijk*
- Grenzen aan adaptatie - *Marjolein Haasnoot*
- Effecten van extreem weer - *Ferdinand Diermanse*
- Energietransitie en circulaire economie - *Hans Vissers*
- Vervangingsopgave - *Erik Ruijgh*
- Resilient infrastructure en bodemdaling - *Thomas Bles*