



## Deel 2: uitwerking onderzoeksprogramma's



## Lange termijn delta ontwikkelingen

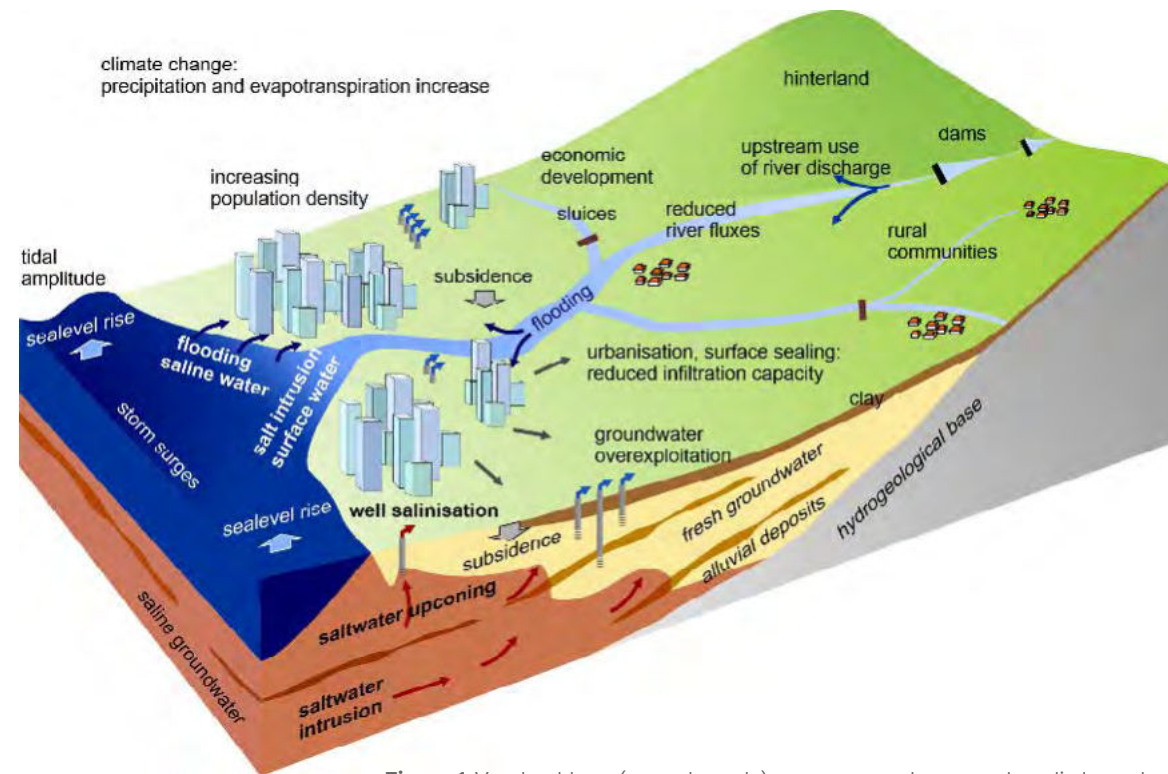
### Gebiedsopgave

### De kern van dit programma

In dit programma worden lange termijn ontwikkelingen op water en ondergrond op delta-schaal onderzocht, met als doel de lange termijn ontwikkeling van de delta's en de gevolgen voor de mens in kaart te brengen en te duiden. Het ingewikkelde samenspel tussen mens en natuur leidt op lange termijn tot grote veranderingen van de leefbaarheid en ecologische kwaliteit van de vele drukbevolkte deltagebieden op onze planeet. Of het nu gaat om bodemdaling, zeespiegelstijging, verzilting, verdroging of kustontwikkeling: de lange termijn fysische kenmerken van delta's hangen, naast klimatologische veranderingen, nauw samen met de hedendaagse menselijke exploitatie, en bepalen het toekomstige draagvlak van het gebied (Figuur 1) en welke keuzes we in het hier en nu moeten maken om de delta's leefbaar te houden.

Het programma lange termijn delta ontwikkelingen draagt bij aan deze uitdaging, door de methodieken te ontwikkelen of verbeteren die fysische verandering van het systeem in kaart kunnen brengen, de gevolgen voor de functies bepalen en deze zo te communiceren, dat dit tot een helder handelingsperspectief leidt voor de betrokken stakeholders. Hiermee is het programma een van de belangrijke pijlers van het Deltares-missiegebied "Toekomstige Delta's".

We willen de grote inherente onzekerheid over die ontwikkelingen hanteerbaar maken door goed gekozen scenario's en storylines op te stellen. Lange termijn delta-ontwikkeling kan, door de lange tijdschaal en diversiteit aan veranderingen, een abstract toekomstbeeld geven. Doormiddel van storylines kan een scala aan toekomsten geschetst worden, dit kan handvaten bieden voor de keuzes in het hier en nu. We leggen de nadruk op fysische processen en hun drivers die op termijn van 50-100 jaar het karakter van de delta ingrijpend beïnvloeden. Ook onderzoeken we de gevolgen van deze veranderingen voor de menselijke en ecologische perspectieven in de deltagebieden. De delta's die we onderzoeken zijn van betekenis voor Nederland, de wereldwijde activiteitenportefeuille van Deltares, en variëren in complexiteit en de reikwijdte van het huidige kennisniveau. Daarmee verkennen we welke informatie van belang is voor een gedegen duiding van lange termijn delta-ontwikkelingen en kunnen we gericht de juiste modellen en methodieken ontwikkelen om de relevante fysische veranderingen te kwantificeren, de gevolgen in kaart te brengen en een handelingsperspectief te bieden.



Figuur 1 Voorbeeld van (veranderende) processen en hun oorzaken die lange termijn gevolgen hebben voor een delta.

### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

We onderscheiden 3 gerelateerde programmalijnen (Figuur 2):

**(A) Duiding en disseminatie:** de kennis en methodieken die in het programma worden ontwikkeld worden gebruikt om de lange termijn delta ontwikkelingen en de gerelateerde gevolgen voor mens en natuur in kaart te brengen. Doel van deze lijn is om de uitkomsten in bruikbare indicatoren te vangen om zo de verschillende gevolgen in perspectief te kunnen plaatsen en handvaten te geven voor welke keuzes in het hier en nu gemaakt kunnen worden

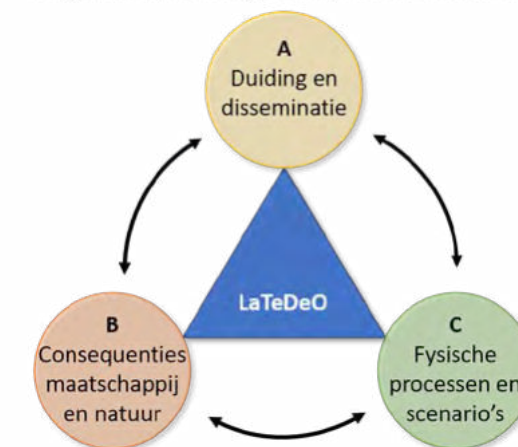
om de delta's op lange termijn leefbaar te houden. Hiermee dragen we bij aan (inter)nationale onderzoekagenda's en faciliteren de doorvertaling van wetenschappelijke resultaten naar de praktische toepassingen.

**(B) Consequenties voor maatschappij en natuur:** de maatschappelijke en ecologische gevolgen van veranderingen worden beschreven op de grote ruimtelijke en temporele schaal van de delta, met indicatoren en bijbehorende signaalwaarden die niet alleen fysische maar ook socio-economische en ecologische ken-

merken beschrijven. Daarvoor willen we samenwerken met een brede groep specialisten in ecologische, sociale en socio-economische disciplines;

**(C) Fysische processen en scenario's:** we gebruiken de kernexpertise van Deltares om modellen, data en scenario-tools te verbeteren, ontwikkelen en te combineren die de lange termijn veranderingen in oorzaken (klimaat, menselijke activiteiten) en fysische, ecologische en socio-economische gevolgen in kaart kunnen brengen. We concentreren ons hierbij op terreinen die relevant zijn voor de duiding en definitie van indicatoren voor geselecteerde delta's (zie ook Figuur 1).

Programmalijnen Lange Termijn Delta Ontwikkeling



Figuur 2 Programmalijnen in het SO programmaw Lange Termijn Delta Ontwikkelingen. Programmalijnen A, B en C zijn aan elkaar gelinkt en kunnen iteratief doorlopen worden, om inzicht in lange termijn delta ontwikkeling te verbeteren.

### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doel 1</b>	Het inzicht in lange termijn delta ontwikkeling verbeteren.  Het iteratief doorlopen van de 3 programmalijnen, geeft (verbeterd) inzicht in de lange termijn respons van delta's en de gevolgen voor menselijk gebruik en natuur.
<b>Doel 2</b>	Kwalificeren en beschrijven van "existentiële" drivers, impacts en kennishiaten voor belangrijke delta's en voor verschillende tijdsvensters (2050/2100)
<b>Doel 3</b>	Vergroten van inzicht (en waar mogelijk verkleinen van onzekerheden) voor de "existentiële" drivers (bv extreem water, meegroeivermogen van estuaria onder SLR; bodemdaling), oa door verbeterde (gekoppelde) modellen voor specifieke delta's en procesmatige kwantificering van systeem-responses.
<b>Doel 4</b>	Inrichten van een samenhangende grafische presentatie van systeemrespons en impacts van bestaande delta-verkenningen.
<b>Doel 5</b>	Beschrijven, testen en evalueren van integrale fysische/ socio-economische impact indicatoren die een maatschappelijke trade-off of dilemma uitdrukken

### De activiteiten in 2021

De activiteiten die we in 2021 zullen opstarten en uitvoeren zijn:

- bepaling van de huidige nullijn van systeemtoestand en drivers van de Nederlandse Delta aangevuld met internationale delta's met een betekenis voor Nederland en Deltares en met een diversiteit in beschikbare informatie en belangrijkste delta-kenmerken. In 2021 ligt de nadruk op de inventarisatie van informatiebronnen die nodig zijn voor een goede duiding van lange termijn Delta ontwikkelingen. Initiële verkenningen van de Rijn/Maas-delta, en deltagebieden in Egypte, Bangladesh, Vietnam, Myanmar en Californië liggen voor de hand, hiermee wordt een breed scala aan stadium van economische en fysische ontwikkeling en databeschikbaarheid opgespannen;
- verbinden en aggregeren van resultaten van bestaande studies en programma's, en leveren van randvoorwaarden voor deelgebied-studies en andere programma's
- verbeteren van de modellen voor de fysische respons op klimaatverandering en andere fysieke responses (bv grondwateronttrekking);
- uitzetten van onderzoek naar fysische processen, impacts en indicatoren die bepalend zijn voor de lange termijn ontwikkeling van die desbetreffende delta's ;
- verzamelen, schrijven en updaten van "delta-verhalen" (in pitches, rapporten, assessments, video's, kaartverhalen, blogs, policy briefs<sup>1</sup> en andere vormen) ;
- communiceren over output van IPCC AR6, Kennisprogramma ZSS en andere relevante activiteiten

We zullen actief interactie onderhouden met andere Deltares SO-lijnen en activiteiten die LaTeDeO informatie gebruiken of toeleveren.

<sup>1</sup> Voor de Mekong zijn er drie policy briefs gemaakt, en ook voor andere deltaplannen zijn daar ideeën over.  
Verder is er bijv in Science een policy forum: <https://www.sciencemag.org/journal-department/policy-forum>



Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

Omschrijving	
<b>KIA Topsectoren</b>	Missie F: Nederland blijft de best beschermde delta, ook na 2100: niet alleen voor Nederland, maar ook voor andere delta's inventariseert LaTeDeO lange termijn randvoorwaarden en (korte termijn) strategische beslissingen die daar invloed op hebben
<b>UNFCCC Parijs akkoord</b>	LaTeDeO schetst randvoorwaarden voor verschillende implementatie-niveau's van het Parijs-akkoord, en ontwikkelt indicatoren die de voortgang van de doelstellingen van dat akkoord kunnen monitoren: niet alleen de mondiale opwarming, maar ook de nationale/regionale ambities op gebied van emissie-beperking en adaptatie aan een veranderend klimaat
<b>EU Mission on Climate Adaptation and Societal transition</b>	Het SO programma bevat veel ingrediënten die in de visie van deze EU missie een prominente rol spelen: bevorderen van een duurzame wereld, een sterke nadruk op participatie met belanghebbenden, ontwikkelen van kennis en services die klimaatadaptatie en maatschappelijke transitie (energie, landbouw, mobiliteit) ondersteunen
<b>Deltares-Missie: Future Deltas</b>	<p>Het te programmeren onderzoek beschrijft de hydro(geo)logische, morfologische, (geo)chemische en ecologische systeemprocessen als gevolg van klimaatverandering en zeespiegelstijging, de veranderingen in afvoer van (grond)water en sediment en bodemdaling, en de maatschappelijke impact die deze veranderingen zullen hebben. Deze beschrijvingen stellen we op voor verschillende tijdstappen in lange termijn verkenningen. De veranderingen en de maatschappelijke reactie daarop kunnen worden vertaald in toekomstbeelden. Centraal staan systeemprocessen in delta's en kustgebieden op de lange tijdschaal en de veranderingen in het fysieke systeem in samenhang met sociaal-economische ontwikkelingen (inclusief voedsel- en energievoorziening). Specifieke vragen zijn onder meer: Hoe verlopen deze ontwikkelingen in de tijd? Hoe kunnen we de signalen van systeemveranderingen meten? Kunnen delta's meegroeien met een versnelde zeespiegelstijging? In welke mate bepalen menselijke activiteiten (bijv. grondwater en zand overexploitatie) de leefbaarheid van de delta's van de toekomst?</p> <p>Op basis van inzicht in de mogelijke veranderingen op de lange termijn en de onzekerheden hierin (dit programma) kunnen adaptatiestrategieën worden ontwikkeld die beschrijven welke maatregelen nu en in de toekomst nodig en effectief zijn om de delta's op de lange termijn leefbaar, veilig en veerkrachtig te houden (samenwerking met andere programma's).</p>
<b>Deltares-Missie Safe deltas</b>	<p>Van toepassing voor sommige kenmerken van delta's</p> <p>LaTeDeO richt zich met name op missiegebied Future Delta's. Echter, verbinding met en onderzoek binnen de kaders van de andere missiegebieden vindt ook plaats om lange termijn ontwikkelingen op deltaschaal te koppelen aan huidige ontwikkelingen.</p>
<b>Deltares-Missie Sustainable deltas</b>	<p>Van toepassing voor sommige kenmerken van delta's</p> <p>LaTeDeO richt zich met name op missiegebied Future Delta's. Echter, verbinding met en onderzoek binnen de kaders van de andere missiegebieden vindt ook plaats om lange termijn ontwikkelingen op deltaschaal te koppelen aan huidige ontwikkelingen.</p>



## Output en Impact

Enkele meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output (zie subdoelen)	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Publicatie (artikel/kaartverhaal/white paper/pitch) over lange termijn grootschalige ontwikkelingen van delta's en hun drivers	Start van awareness van delta-stakeholders; bijdrage aan Deltares capacity-statement; voorstudie van grotere/(inter)nationale onderzoeken; aansturing van gebiedsopgaves-programma's in SO
<b>Output 2</b>	Samenhangende grafische presentatie (start van een dashboard voor lange termijn delta-ontwikkelingen)	Bijdrage aan Deltares capacity-statement; homogene presentatie van informatie; vormgeven van een verzamelplaats van output van andere SO programma's gerelateerd aan lange termijn delta ontwikkeling
<b>Output 3</b>	Gevoeligheids-studie naar impact-indicatoren	Methode-ontwikkeling voor maatschappelijke impact; integratie van verschillende fysische en socio-economische aspecten; wetenschappelijke output en discussiemateriaal voor stakeholder dialogen
<b>Output 4</b>	IPCC communicatielijn	Centraal aanspreekpunt voor duiding van klimaatverandering op delta's; voeding van Deltares-projecten met klimaatinformatie (context van lange termijn ontwikkelingen)
<b>Output 5</b>	Modelconfiguraties en exercities	Verkenning van nulde/eerste orde drivers en impacts; nieuwe wetenschappelijke output; opzetten/verbeteren (open source) modellen voor o.a. bodemdaling, verzilting grond- en oppervlaktewater en meegroei intergetijdengebieden voor verschillende delta's

## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	Verschillende onderdelen van Wageningen University & Research (o.a. Wageningen Marine Research, Wageningen Agrotechnology & Food Sciences, Wageningen Environmental Sciences), NIOZ, TNO
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	(Inter)nationale kennisinstellingen op gebied van socio-economische impactindicatoren  TU Delft, Universiteit Utrecht, Vrije Universiteit Amsterdam, Leiden University, Hogeschool Zeeland, World Resources Institute  Dhaka University, Ho Vhi Min University, Uni Berkeley, Uni Padua
<b>Overheid</b>	Nationale en internationale beheersorganisaties van delta's op het niveau van masterplanning  KNMI, Rijkswaterstaat, PBL, GIZ
<b>Markt</b>	Adviesbureaus: RoyalHaskoningDHV, Arcadis, Witteveen&Bos, Sweco
<b>Overig, indien van toepassing</b>	US Geological Survey, BGRM, BGS, BGR, Internationale kennisinstellingen op gebied van socio-economische impactindicatoren



## Zeeën en kustgebieden

### Gebiedsopgave

#### De kern van dit programma:

Zeeën, en voor Nederland specifiek de Noordzee, zijn belangrijk voor voedselvoorziening, energietransitie, zandwinning, transport over water en recreatie. De kustgebieden, die de zeeën verbinden met land, zijn van grote economische en ecologische betekenis. Zowel op zee als in de (vaak smalle) kustzones beïnvloeden de gebruiksfuncties elkaar en is er een groeiende behoefte aan een integrale kennis en tools om de diverse functies optimaal te combineren.

Dit programma richt zich de komende jaren specifiek op het ontwikkelen en toepassen van verdiepende en integrale (systeem) kennis en instrumenten op basis waarvan stakeholders keuzes kunnen maken over de toekomstige inrichting, gebruik en beheer van zeeën en kustgebieden. Naast de ontwikkeling van fundamentele proceskennis, data, en modelinstrumenten zijn ook focus gebieden nodig om toepassingen te kunnen testen, in samenwerking met relevante stakeholders. Daarom worden twee specifieke gebieden uitgelicht: de casus Noordzee, in het kader van het Noordzeeakkoord, en de kustzone van kleine eilanden (Small Island Developing States, SIDS), als een proeftuin voor de effecten van overexploitatie, klimaatverandering en sociaaleconomische druk in een beperkte ruimte.

De integratie van systeemkennis richt zich op het combineren van data en kennis van verschillende kust- en marine subsystemen en processen met de focus op het integreren van morfologische kust(verandering), hydro(geo)logische bodemgesteldheid, overstromingen en grondwaterkwaliteit. De instrumentontwikkeling

focust zich op 1) remote sensing (EO) technieken, 2) geïntegreerd modelleren van water, bodem en ondergrond, en 3) multidisciplinaire informatiesystemen, zoals community modellen en decision support tools. De ontwikkelde kennis en tools worden toegepast voor het ontwikkelen van innovatieve integrale oplossingen voor huidige en toekomstige bedreigingen voor inrichting en beheer van een duurzame, veerkrachtige en leefbare zee en kust.

In 2021 start het programma met de integratie van bestaande kennis en tools. Er wordt een aanzet gegeven voor de ontwikkeling van een geïntegreerde model omgeving met enkele aansprekende geïntegreerde (demo) toepassingen (flooding, grondwater en kustmorfologie), de oplevering van een eerste versie van het Noordzee Community model en van een (globale en lokale) beoordeling van gevaren en mogelijke oplossingen voor SIDS-landen met een doorkijk naar andere kustgebieden in de wereld.

#### De belangrijkste doelen van dit programma zijn:

Omschrijving	
<b>Doelstelling</b>	Het doel van het programma is om de gebiedsopgave van de ruimtelijke inpassing en keuzes van water, energie, voedsel, biodiversiteit en grondstoffen mogelijk te maken door het toepassen van verdiepende en integrale kennis op de watersystemen zeeën en kustgebieden, met focus op integrale systeemkennis.
<b>Subdoel 1</b>	<b>Integratie van systeemkennis</b> van verschillende kust- en marine subsystemen en processen met de focus op het integreren van morfologische kust(verandering), hydro(geo)logie bodemgesteldheid, overstromingen en grondwaterkwaliteit.
<b>Subdoel 2</b>	<b>Ontwikkeling van integrale modellen, data-model integratie, meetsystemen en decision support systems</b> voor het signaleren, monitoren en voorspellen van huidige en toekomstige veranderingen van kust- en zeesystemen en de effecten van menselijke ingrepen.
<b>Subdoel 3</b>	Verkennen, toetsen en testen van innovatieve <b>integrale conceptuele oplossingen</b> voor huidige en toekomstige bedreigingen voor inrichting en beheer van een duurzame, veerkrachtige en leefbare zee en kust.

Tabel 1.

De beoogde programmalijnen zijn:

	Omschrijving
Lijn1	Kennisintegratie gericht op de 'transportpaden' tussen kustzone en zee voor grondstoffen (bijv. grondwater (drinkwater en verzilting) en sediment) en vervuilers (bijv. nutriënten).
Lijn2	Integreren van geo-hydro-eco-morfologische kennis in instrumenten die de duurzame inrichting, gebruik en beheer van zeeën en kust ondersteunen. Dit bevat proces-gebaseerde en Community modellen (hydro, eco, morfo, waq, infra), en tools voor optimale MSP <sup>2</sup> en ICZM <sup>3</sup> , met de Noordzee als proeftuin.
Lijn3	Kwantificeren van de gevolgen van bestaande en toekomstige trends (klimaat- en socio-economische veranderingen) op de leefbaarheid van kustzone, met SIDS landen als proeftuin.
Lijn4	Ontwikkelen van integrale conceptuele oplossingen voor een toekomstbestendige inrichting van marine en kustzones wereldwijd en met SIDS en Noordzee als proeftuin. Dit omvat het gebruik van green, gray en hybride oplossingen, inclusief de ontwikkeling van oplossingen in de beperkte ruimte. Modellen, decision support tools gecombineerd met remote sensing (lijn 2) worden gebruikt als ontwerpinstrument.

Tabel 2.

<sup>2</sup> MSP: Marine Spatial Planning  
<sup>3</sup> ICZM: Integrated Coastal Zone Management

Dit programma draagt met name bij aan de volgende missie/agenda's:

	Omschrijving
Missie/agenda1	<i>Future Deltas</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understand, model and project physical changes of the shape and constitution of deltas due to sea level rise and sediment transport at decadal time scales under scenarios of changing external conditions, essential for delta persistence around the world</li> <li>Translate states of the delta under future scenarios to impacts on food and water security, on biodiversity and ecosystem resilience, and on exposure of people and infrastructure</li> </ul>
Missie/agenda3	<i>Safe Deltas</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Development of tools, approaches and software to support implementation of risk-based decision making by public and private organizations to ensure safety, equity and sustainability of population and environment</li> </ul>
Missie/agenda	<i>Sustainable Deltas</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantify cycles of water, soil and nutrient fluxes in delta river systems to monitor and support a circular delta economy</li> </ul>
Externe agenda's	<i>Resilient Infrastructure</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Develop methods to support adaptive and future-proof networks and infrastructure enabling sustainable livelihood conditions in urbanized rivers and deltas</li> <li>Facilitate implementation of innovative combined green and grey design and construction methods while optimizing between requirements for adaptation and nature.</li> </ul>
Externe agenda's	<ul style="list-style-type: none"> <li>MMIP E1 (Duurzame Noordzee); en specifiek de deelprogramma's: 1) Monitoring, modellering, data- en informatiemanagement en afwegingskaders voor menselijk medegebruik binnen de draagkracht van het Noordzee ecosysteem en de gevolgen van klimaatverandering; 2) Natuurvriendelijke aanleg van grootschalige bouwwerken voor energieproductie en stimulering van natuur hierbinnen; 4) Vermindering van afval in zee.</li> <li>NZA - Noordzee akkoord en specifiek Appendix 2: Monitoring and research met als focus een integraal en systematisch monitoringsprogramma dat zich richt op de fysische, chemische en biologische basisparameters voor het functioneren van het ecosysteem.</li> <li>MMIP 1 Hernieuwbare elektriciteit op zee met specifieke aandacht voor de deelprogramma's: Kostenreductie en optimalisatie, Integratie in het energiesysteem, en Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use).</li> <li>MMIP E1 (Duurzame Noordzee); en specifiek de deelprogramma's: 1) Monitoring, modellering, data- en informatiemanagement en afwegingskaders voor menselijk medegebruik binnen de draagkracht van het Noordzee ecosysteem en de gevolgen van klimaatverandering; 2) Natuurvriendelijke aanleg van grootschalige bouwwerken voor energieproductie en stimulering van natuur hierbinnen; 4) Vermindering van afval in zee.</li> <li>NZA - Noordzee akkoord en specifiek Appendix 2: Monitoring and research met als focus een integraal en systematisch monitoringsprogramma dat zich richt op de fysische, chemische en biologische basisparameters voor het functioneren van het ecosysteem.</li> </ul>





<b>Externe agenda's</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMIP 1 Hernieuwbare elektriciteit op zee met specifieke aandacht voor de deelprogramma's: Kostenreductie en optimalisatie, Integratie in het energiesysteem, en Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use).</li> <li>• Nova Delta (TKI Deltatechnologie proeftuin) beoogt een integrale benadering voor de Noordzee, zowel in relatie met de kust als het achterland, dit is een belangrijke voorwaarde voor toekomstig handelen met betrekking tot de inrichting van de Noordzee. Nova Delta ziet de volgende relevanten projecten: klimaatadaptatie, energietransitie, Schiphol op Zee, zandwinning industrie. • Digishape (TKI Deltatechnologie proeftuin) probeert met behulp van data science en digitalisering innovatieve oplossingen te vinden voor concrete wateropgaven. Daarnaast zoekt Digishape naar nieuwe geavanceerde technieken om data in te winnen of te verwerken</li> <li>• SDGs 13 ("Climate Action") en vooral Target 13.1 ("Strengthen resilience and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters in all countries") en Target 13.b ("Promote mechanisms for raising capacity for effective climate change-related planning and management in least developed countries and small island developing States, including focusing on women, youth and marginalized communities").</li> <li>• SDG 14 ("Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development") en vooral Target 14.1 ("Prevent and significantly reduce marine pollution of all kinds, in particular from land-based activities, including marine debris and nutrient pollution"); Target 14.2 ("By 2020, sustainably manage and protect marine and coastal ecosystems to avoid significant adverse impacts, including by strengthening their resilience, and take action for their restoration in order to achieve healthy and productive oceans"); Target 14.5 ("By 2020, conserve at least 10 per cent of coastal and marine areas, consistent with national and international law and based on the best available scientific information"); Target 14.7 ("By 2030, increase the economic benefits to small island developing States and least developed countries from the sustainable use of marine resources, including through sustainable management of fisheries, aquaculture and tourism"); Target 14.a ("Increase scientific knowledge, develop research capacity and transfer marine technology, taking into account the Intergovernmental Oceanographic Commission Criteria and Guidelines on the Transfer of Marine Technology, in order to improve ocean health and to enhance the contribution of marine biodiversity to the development of developing countries, in particular small island developing States and least developed countries")</li> <li>• Paris agreement: Support the efforts of developing countries to build clean, climate-resilient futures; Enhancing adaptive capacity, strengthening resilience and reduction of vulnerability to climate change; Develop approaches to help vulnerable countries cope with the adverse effects of climate change.</li> <li>• The Sendai Framework and in particular Action 1 (Understanding disaster risk)</li> </ul>
-------------------------	--

### Output en Impact

Enkele meest in het oog springende concrete (tussen-) producten voor 2021 zijn:

Tabel 3.

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Eerste versie van een Noordzee Community model (3D Flexible Mesh) waarin data van hydrodynamica, morfologie, geologie, ecologie, waterkwaliteit en infrastructuur wordt gecombineerd (Lijn 2).	<p><u>Maatschappelijk</u></p> <p>Multi-thematisch informatiesysteem ter ondersteuning van stakeholders betrokken bij het gebruik en inrichting van de Noordzee.</p> <p><u>Wetenschappelijk:</u></p> <p>Een centrale informatie hub voor model resultaten en observaties van de Noordzee ter stimulatie van de samenwerking tussen de NZ kennisinstellingen.</p>
<b>Output 2</b>	Kwantitatieve beoordeling van gevaren en risico's voor SIDS-landen op wereldschaal (Lijn 3) en beoordeling van mogelijke oplossingen met een SIDS-land als pilotcase (Lijn 4).	<p><u>Maatschappelijk</u></p> <p>1) Identificatie van SIDS met grote impact van klimaat en sociaaleconomische veranderingen en mogelijke gevolgen (bijv. migratie)</p> <p>2) Ondersteuning van lokale overheden van SIDS-landen en ontwikkelingsbanken bij het beoordelen van mogelijke oplossingen</p> <p>3) Wetenschappelijke ondersteuning bij het duurzamer en efficiënter maken van investeringen in SIDS-landen</p> <p><u>Wetenschappelijk</u></p> <p>1) Modelling framework (Delft3D-FM + XBeach + SFINCS + Seawad) voor geïntegreerde analyse van kustgevaren, risico's en oplossingen in SIDS-landen op lokale en mondiale schaal, inclusief klimaatverandering</p> <p>2) Drie tijdschriftpublicaties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale beoordeling van gevaren en risico's in SIDS-landen</li> <li>• Globale beoordeling van oplossingen in SIDS-landen</li> <li>• Ontwerp en testen van mogelijke oplossingen in één pilotcase</li> </ul> <p>3) Webportaal om resultaten op wereldschaal te delen.</p>
<b>Output 3</b>	Geïntegreerd (EO-) data-model assimilatie systeem voor een geïntegreerde beoordeling van kust- en mariene problemen en oplossingen (o.a. ShorelineS met satelliet afgeleide kustlijnen; overstromingen en grondwater (FM, XBeach en Seawat) (Lijn 1, Lijn 3 en Lijn 4).	<p><u>Maatschappelijk:</u></p> <p>Ondersteunen van stakeholders bij een geïntegreerde beoordeling van kust- en mariene problemen en oplossingen om 1) de veerkracht te vergroten en 2) mogelijke ecologische effecten te verminderen.</p> <p><u>Wetenschappelijk:</u></p> <p>Geïntegreerd data-model assimilatie systeem voor de beoordeling van kust- en mariene problemen en oplossingen.</p>

Tabel 4.



## Samenwerkingen

Onderstaande lijst geeft de belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken.

Type partner	
<b>TO2</b>	NIOZ, TNO, WUR, Clingendael
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	NL Universities (TU Delft, WUR, VU Amsterdam), IHE, University Western Australia,
<b>Overheid</b>	North Sea: IenW, RWS, EZK, LnV EU United Kusten: IenW (KPP, SPA) RVO Government of Marshall Islands, Government of Sao Tome
<b>Markt</b>	Dredgers / Contractors, World Bank, Asian Development Bank, Inter-American Development Bank, African Development Bank, UNDP
<b>Overig, indien van toepassing</b>	SPC, SPREP, CDEMA, USGS, NOAA, GNS Science, JRC, Global Commission on Adaptation

Tabel 5.

## Rivieren, grote wateren en landelijk gebied

*Gebiedsopgave*

### De kern van dit programma:

Binnen dit programma richten we ons op het aanreiken van integrale systeemkennis voor beheer en beleid van rivieren, estuaria, meren en landelijk gebied, zodanig dat de veerkracht van deze systemen behouden blijft of wordt vergroot. Alleen in een veerkrachtig bodem-water-sediment-systeem, waarvan de systeemwerking gekend en begrepen is, kunnen verschillende functies (scheepvaart, hoogwaterveiligheid, delfstofwinning, voedselproductie, zoetwatertoevoer, energiewinning....) worden vervuld en diensten en waarden (CO2 opslag, natuur- en recreatiewaarde...) naast elkaar worden gebruikt, zonder dat dit tot een achteruitgang (degradatie) van dit systeem leidt. Aandachtsgebieden zijn het omkeren, voorkomen en tegengaan van degradatie van bodem, water en land (denk aan wateroverlast en -tekort, verzilting, verslechtering waterkwaliteit, ongewenste morfologische ontwikkeling, afname biodiversiteit, bodemdaling en oxideren van veenweidegebieden).

Voor ondersteuning van beleid, planning, implementatie van maatregelen en beheer worden integrale afwegingsmethodieken voor inrichting- en beheerconcepten ontwikkeld en toegepast om de impact op ecologie, economie en mens te bepalen, waarbij de integrale werking van het fysisch, ecologisch en bestuurlijke systeem als uitgangspunt/basis wordt genomen. Daarnaast wordt gekeken hoe individuele opgaven en oplossingen samen kunnen worden gebracht tot meervoudige oplossingen met voorkomen of vermindering van trade-offs.

In de aankomende jaren passen we nieuwe kennis toe op de cases Rijn-Maasdelta, waar relevant inclusief de bovenstrooms gelegen stroomgebieden), Waddenzee en Bangladesh, op een tijdschaal van decennia. In de Rijn-Maasdelta speelt o.a. de integrale afweging met betrekking tot vergroting van de afvoercapaciteit voor waterveiligheid, vasthouden en verdelen van water in tijden van droogte, verzilting, het stoppen van erosie van zomerbed en problematiek rondom de degradatie van de bodem in het omringende (landelijke) gebied. In de Wadden wil men de biodiversiteit vergroten en overgangen van het Wad verzachten, liggen dijkversterkingsopgaven en wil men grip hebben op de slibproblematiek. Bangladesh is een morfologisch zeer dynamisch deltagebied, met bijbehorende uitdagingen voor waterveiligheid, gebiedsontwikkeling en scheepvaart, en spelen o.a. waterbeschikbaarheid en -kwaliteitsvraagstukken.

In 2021 ontwikkelen we methoden om de veerkracht van systemen op een integrale manier te beoordelen. We hebben meer inzicht en overzicht van de genoemde cases. Ook beschikken we over een aantal inspirerende voorbeelden van meervoudige oplossingen.





### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Ontwikkelen van integrale, klimaatadaptieve en toekomstbestendige inrichtings- en beheerconcepten van stroomgebieden (rivieren), estuaria, grote wateren en omliggend landelijk gebied.
<b>Subdoel 1</b>	Vergroten en toepassen van inzicht in systeemwerking voor gericht identificeren van kansrijke oplossingen, het afschatten/kwantificeren van effecten (+ trade-offs) en het behouden/vergroten van veerkracht van het systeem.
<b>Subdoel 2</b>	Ontwikkelen van strategieën en afwegingsmethodieken voor integrale meervoudige oplossingen voor de maatschappelijke opgaven en missies middels integrale systeemkennis.
<b>Subdoel 3</b>	Kennis en tools op orde (data, modellen, tools, instrumentarium) én toegepast op estuaria en stroomgebieden en specifiek voor de casegebieden.

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmaliijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	<b>Ontwikkelen integrale systeemkennis en interactie van processen</b> (cases, tools, data, morfologie, vertroebeling, ecologie, waterkwaliteit, -kwantiteit, en – veiligheid, en relatie met omliggend landelijk gebied). Systeemkennis is nodig voor het gericht zoeken naar oplossingen, inschatten van systeemeffecten, en bij het kunnen maken van gedragen afwegingen.
<b>Lijn2</b>	<b>Integrale afwegingen (veerkracht, governance):</b> deze lijn richt zich op het ontwikkelen van methoden ten behoeve van integrale afwegingen. Denk hierbij aan methoden om de veerkracht van stroomgebieden en estuaria in relatie tot de vele opgaven in zo'n gebied integraal in kaart te brengen. De Rijn-Maasdelta zal hierbij worden gebruikt als voorbeeld van een sterk gereguleerd riviersysteem. De case Bangladesh dient als voorbeeld van een natuurlijker riviersysteem en omliggend gebied waarop de druk steeds meer toeneemt.
<b>Lijn3</b>	<b>Slimme, meervoudige oplossingen,</b> combineren van oplossingen (trade-offs) 'Van trade-offs naar benefits'. Bij deze lijn gaat het om het identificeren van oplossingen die meerdere doelen dienen. Men kan hierbij denken aan nature based solutions die de waterveiligheid vergroten, maar ook kansen bieden voor natuur. Het kan echter ook gaan om oplossingen die bijdragen aan het vergroten van de werkgelegenheid, vermindering van armoede, of andere sociaaleconomische aspecten.

Tabel 2.

Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
Missie/agenda1	<p><b>Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's):</b></p> <p><b>C. Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied</b></p> <p><b>E. Duurzame en veilige Noordzee en andere wateren</b></p> <p>Dit SO programma draagt bij aan klimaatbestendige en duurzame inrichting en beheer van stroomgebieden en estuaria, inclusief het omringende landelijk gebied.</p> <p>(Zie Kennis en Innovatieagenda Landbouw, Water, Voedsel 2020 – 2023; <a href="https://kia-landbouwwatervoedsel.nl/">https://kia-landbouwwatervoedsel.nl/</a>)</p>
Missie/agenda2	<p><i>EU Mission areas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Adaptation to climate change including societal transformation</b></li> <li>• <b>Healthy oceans, seas, coastal and inland waters</b></li> <li>• <b>Soil health and food</b></li> </ul>
Missie/agenda3	<p><i>European Green deal:</i></p> <p><b>Achieving climate neutrality, Transformation agriculture and rural areas, Biodiversity strategy 2030, (Zero pollution ambition)</b></p>
Missie/agenda4	<p><b>SDG, main focus op:</b></p> <p><b>13. Climate action</b></p> <p><b>15. Life on land</b></p> <p><b>17. Partnership for the goals</b></p> <p>Dit SO programma draagt in het bijzonder bij aan behoud, herstel en het duurzaam gebruik van terrestrische en inlandse zoetwaterecosystemen en hun diensten waarborgen), het tegengaan van landdegradatie en het behouden of vergroten van de biodiversiteit. Tegelijkertijd het omgaan met klimaatverandering een belangrijk aspect en het koppelen van de verschillende doelstellingen, en tegengaan van trade-offs.</p>
Duurzame delta's	<p>Programma is gericht op een veerkrachtig bodem-water-sediment-systeem, zodat verschillende functies worden vervuld en diensten en waarden naast elkaar worden gebruikt, zonder dat dit tot een achteruitgang van dit systeem leidt.</p>
Toekomstige delta's	<p>Het programma richt zich op het identificeren van kansrijke oplossingen, het afschatten/kwantificeren van effecten (+ trade-offs) en het behouden/vergroten van veerkracht van het systeem voor nu en in de toekomst.</p>

Tabel 3.

Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	<p>Methode voor het integraal afwegen van functies voor beleidsbeslissingen toegepast op de Rijn-Maasdelta en/of Bangladesh</p>	<p>Kwantificeren van <i>resilience</i> voor verschillende oplossingsrichtingen en ondersteuning van discussie tussen stakeholders om te komen tot breed gedragen integrale oplossingen.</p>
<b>Output 2</b>	<p>Methode voor het integraal afwegen van functies voor uitvoeringsprojecten toegepast op water(kerende) landschappen (ZW Delta, Waddenzee, Waal en IJssel)</p>	<p>Combinatie(s) van verschillende maatschappelijke opgaven in een integraal plan met oog voor waarde-creatie, economische ontwikkeling, win-win situaties.</p>
<b>Output 3</b>	<p>Community-model (data en kennis van hydrodynamica, morfologie, geologie, ecologie, waterkwaliteit, infra) voor de Waddenzee en/of Bangladesh</p>	<p>Vergroten systeeminzicht, ontsluiten kennis voor intern en extern gebruik.</p>

Tabel 4.



## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	WenR, TNO, EEA, ...
<b>Universiteiten/ hogescholen</b>	TU Delft, EUR, WUR, ...
<b>Overheid</b>	MinIenW (DGWB en Rijkswaterstaat), waterschappen, provincies, EC,
<b>Markt</b>	Ir-bureaus, aannemers, landschapsarchitecten,...
<b>Overig, indien van toepassing</b>	NGO's (o.a. LTO, It Fryske Gea, Waddenvereniging, Natuurmonumenten, WNF), Wereldbank, Asian Development Bank, ...

Tabel 5.

## Veerkrachtige steden

### Gebiedsopgave

### De kern van dit programma:

Het werkterrein van dit programma is de stedelijke omgeving en de interactie tussen stad en regio.

Wereldwijd veranderen delta's, grotendeels als gevolg van de steeds snellere verstedelijking. Door migratie, bevolkingsgroei en economisch groei breiden steden steeds verder uit en ontstaan nieuwe steden. Zowel bestaande als nieuwe steden staan voor enorme uitdagingen.

Om veerkrachtig te zijn moeten de stad aangepast kunnen worden aan optredende klimaatverandering zodat het een aantrekkelijke woonplaats blijft en snel kunnen herstellen na rampen. Daarom is het programma gericht op het ontwikkelen van kennis en instrumenten om steden te ondersteunen bij:

- het aanpakken van uitdagingen als klimaatverandering (droogte en wateroverlast), zeespiegelstijging en bodemdaling
- het robuust en aantrekkelijk inrichten van de stad om de veerkracht en de leefkwaliteit te vergroten
- het duurzaam beheer van water en ondergrond.

Het programma ondersteunt projecten gericht op:

- het inzichtelijk maken van de werking en functie van het stedelijke water- en ondergrondsysteem binnen de context van de stad als geheel.
- de wisselwerking tussen sociaal-economische aspecten en veranderingen in het water- en ondergrondsysteem.

- de relatie van het stedelijke water- en ondergrondsysteem met het regionale (water en infrastructuur) systeem.

De hoofddoelstelling van het programma is: Ontwikkelen van informatie, hulpmiddelen en handelingsperspectieven die bijdragen aan het integraal oplossen van de problemen waarmee steden wereldwijd, als gevolg van klimaatveranderingen, worden geconfronteerd en die de veerkracht van steden versterken door ze veiliger, gezonder, aantrekkelijker, productiever en duurzamer te maken.

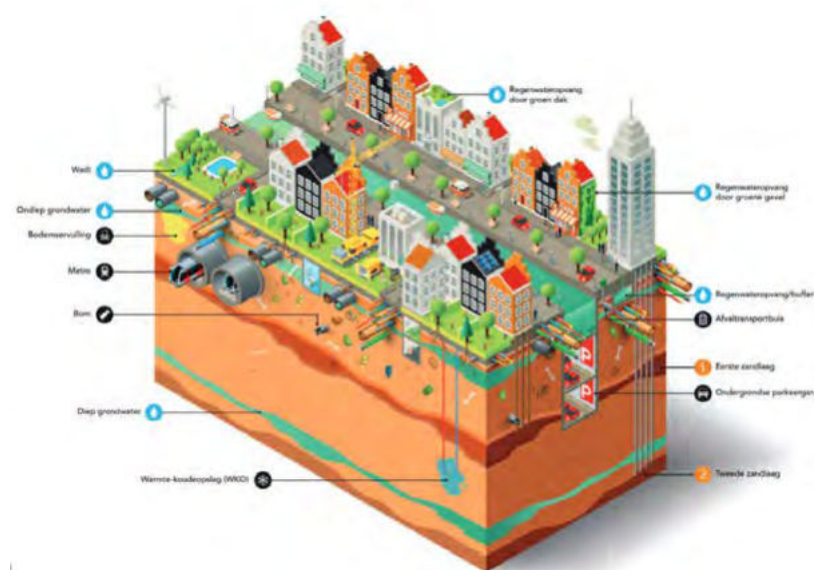
Dit doel wordt bereikt door antwoorden te vinden op de volgende overkoepelende vragen:

- Wat zijn geschikte methodes om inzicht in de werking van het stedelijk systeem te krijgen en integraal en participatief systeemontwerpend denken mogelijk te maken?
- Wat zijn de exacte, gekwantificeerde risico's waarmee een bepaalde stad wordt geconfronteerd, in termen van gevaren, blootstelling, impact en kwetsbaarheid?
- Welke technieken en oplossingen voor duurzame en veerkrachtige verstedelijking zijn, gezien alle relevante trends en werkingen in het stedelijke systeem, het kosten-effectiefst in een bepaalde omgeving?
- Welke (sociaaleconomische) voordelen worden bereikt wanneer de stedelijke ontwikkeling afgestemd wordt op de eigenschappen van het water- en ondergronds systeem?
- Hoe kunnen negatieve effecten van maatregelen op gemeenschappen voorkomen of compenseren worden?
- Wat is nodig om de stap van ontwerp naar implementatie en beheer te maken?



De ambitie van het programma is: Steden ondersteunen om veerkrachtiger en toekomstbestediger te worden en hun doelstellingen te realiseren op het gebied van economisch welzijn en welzijn voor korte en lange termijn:

- Duurzame, compacte steden met een optimaal functionerend water- en ondergrond systeem, goede bereikbaarheid en gezonde leefomgeving
- Een duurzaam gedreven, circulaire economie en energievoorziening
- Een klimaatbestendige stad met CO2 vrije bouw en emissieloze mobiliteit
- Veilige en effectief beheerde assets.



Bron: DenkDieper! Toekomst van de Amsterdamse ondergrond, Gemeente Amsterdam, 2019



Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Vergroten van inzicht in de werking van het stedelijke water- en ondergrondsysteem op verschillende schaalniveaus (straat, buurt, wijk stad), zodat steden efficiënte maatregelen kunnen nemen om veerkrachtiger te worden. Het gaat zowel om kennis over de werking van het systeem zelf, als om de interactie tussen het systeem en alle fysieke (infrastructuur, gebouwen, energie), ecologische en sociaaleconomische elementen in een stad: het stedelijk systeem als geheel.
<b>Subdoel 1</b>	Ontwikkeling van handelingsperspectief dat bruikbaar is bij (kosten)efficiënte aanpak (planning en realisatie) van stedelijke opgaven zoals klimaatadaptatie en energietransitie, in combinatie met verbeteren van leefbaarheid, bereikbaarheid en gezonde verstedelijking
<b>Subdoel 2</b>	Het vergroten van inzicht in de daadwerkelijke kwantitatieve effectiviteit van maatregelen die beogen steden klimaatbestendiger te maken en de herstelkracht na rampen vergroten.
<b>Subdoel 3</b>	Het ontwikkelen van hulpmiddelen (tools, methodes, etc.) voor steden voor het realiseren van de noodzakelijke maatregelen in combinatie met de overige stedelijke opgaves (energietransitie, verdichting, bereikbaarheid, leefbaarheid)
<b>Subdoel 4</b>	Het vergroten van de toepassing van Deltares stedelijke toolbox (analysemethoden, softwaretools, gegevensuitwisselingsprotocollen) voor het verminderen van water en ondergrond gerelateerde problemen en vergroten van de veerkracht van de stad.

Tabel 1.

Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	<p><b>Systeemanalyse en -begrip</b></p> <p>Inzicht genereren en overdragen m.b.t. het functioneren van het stedelijke water- en ondergrondsysteem, inclusief (ondergrondse) infrastructuur.-Begrijpen van relaties tussen water en ondergrond en alle andere fysieke (infrastructuur, gebouwen, energie), ecologische en sociaaleconomische elementen in een stad: het stedelijk systeem als geheel.</p>
<b>Lijn2</b>	<p><b>Maatregelen maken, meten en monitoren</b></p> <p>Inzicht verkrijgen in de effectiviteit van maatregelen voor het verbeteren en veerkrachtiger maken van het stedelijke water- en ondergrondsysteem door:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het benutten van de fysieke experimenteerruimte in de stad (living labs).</li> <li>- Het verzamelen van kwantitatieve gegevens over effectiviteit van maatregelen</li> </ul>
<b>Lijn3</b>	<p><b>Planning, realisatie en beheer</b></p> <p>Het ontwikkelen van methodes en tools om de stap te maken van ontwerp naar inpassing en realisatie en beheer van maatregelen voor een veerkrachtige stedelijke omgeving. De implementatie moet hierbij afgestemd worden op andere stedelijke opgaves zoals energietransitie, bouwopgave, etc.</p>
<b>Lijn 4</b>	<p><b>Software ontwikkeling</b></p> <p>Tool ontwikkeling t.b.v. system begrip, het afwegen van maatregelen , implementatie en beleid en beheer. Deze lijn staat ten dienste van de andere lijnen beoogt het op op orde krijgen en houden van de urban software en tools.</p>

Tabel 2.

Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1</b>	<p>KIA 1 Landbouw Water Voedsel à</p> <p>Missie C Klimaatbestendig landelijk en stedelijke gebied à</p> <p>MMIP C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied à</p> <p>Deelprogramma's:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klimaatadaptieve systeemkennis bodem – water – atmosfeer</li> <li>2. Vergroten regionale waterzelfvoorzienendheid</li> <li>3. Landgebruik op basis van water- en bodemgeschiktheid</li> <li>4. Omgaan met (extreme) droogte</li> </ol>
<b>Missie/agenda2</b>	<p>SDG 11: SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 11: Sustainable cities and communities à Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable</p> <p>SDG 6: Schoon water en sanitair Use all opportunities to improve water supply and sanitation systems</p> <p>raakvlakken met SDG 3, 7, 8, 9, 10?</p>
<b>Missie/agenda3</b>	<p>UN Habitat Agenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduced spatial inequality and poverty in communities across the urban-rural continuum</li> <li>• Enhanced shared prosperity of cities and Regions</li> <li>• Strengthened climate action and improved urban environment</li> <li>• Effective urban crisis prevention and response</li> </ul>
<b>Missie/agenda4</b>	<p>KIA 2 Energietransitie en Duurzaamheid:</p> <p>Missie B: Co2 vrije gebouwde omgeving</p> <p>Missie C: 80% circulaire grondstoffen</p>
<b>Missie/agenda5</b>	<p>Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030</p> <p>A. Reduce disaster mortality</p> <p>B. Reduce number of affected people</p> <p>C. Reduce direct economic loss</p> <p>D. Reduce disaster damage to critical infrastructure and disruption of basic services</p>
<b>Toekomstige delta's en veerkrachtige infrastructuur</b>	<p>Het programma richt zich op het ondersteunen van steden om veerkrachtiger en toekomstbestediger te worden en hun doelstellingen te realiseren op het gebied van economisch welzijn en welzijn voor korte en lange termijn</p>

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Voorbeelden van integrale stedelijk watermodellen (riolering-oppervlaktewater) en de daarop gebaseerde analyse van de werking van het stedelijk watersysteem	Beter begrip van het stedelijk watersysteem en als gevolg daarvan inzicht in efficiëntere aanpassingsmogelijkheden van dit systeem om in te spelen op klimaatverandering en verstedelijking.
<b>Output 2</b>	Meetmethoden voor, en kwantitatieve data over, het daadwerkelijk presteren van groen/blauwe klimaat adaptatiemaatregelen in stedelijk gebied, welke door overheden en private partijen vertaald worden naar business cases (kosten/baten).	Versnelling van stedelijke adaptatie door verlagen van een prominente hindernis: niet willen investeren in adaptatie, of het uitstellen van besluiten hierover, omdat er geen bewezen maatregelen zijn en daardoor zekerheid ontbreekt over het rendement van de investering.  Inzicht in welke kenmerken van het stedelijke water- en bodemsysteem invloed hebben op de effectiviteit van maatregelen
<b>Output 3</b>	Rekenmodel relatie schade en bodemdaling, inclusief kosten (fragility curves). Bepaling schade op basis van satellietmetingen.	Lange termijn inschatting voor het gedrag van huizen met zakkende funderingen en business case voor maatregelen
<b>Overige</b>	Update D-series voor effecten maatregelen en aanleg en levensduurbeoordeling van infrastructuur.	

Tabel 4.

## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	TNO, WEnR
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	TU Delft, Universiteit Utrecht, Universiteit Twente  Hogeschool van Amsterdam, Hanzehogeschool Groningen, Hogeschool Rotterdam, Vlissingen  Internationaal: Universiteiten Pavia, Salerno,
<b>Overheid</b>	Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie, Provincie Zuid-Holland, Gemeente Gouda,
<b>Markt</b>	Tauw, Sweco, TKI partners van D-HYDRO ontwikkelingen
<b>Overig, indien van toepassing</b>	Global Center on Adaptation (GCA), RIVM, PBL, STOWA, RIONED, Wereldbank, Asian Development Bank, C40, Global Resilient Cities Network (GRCN)

Tabel 5.



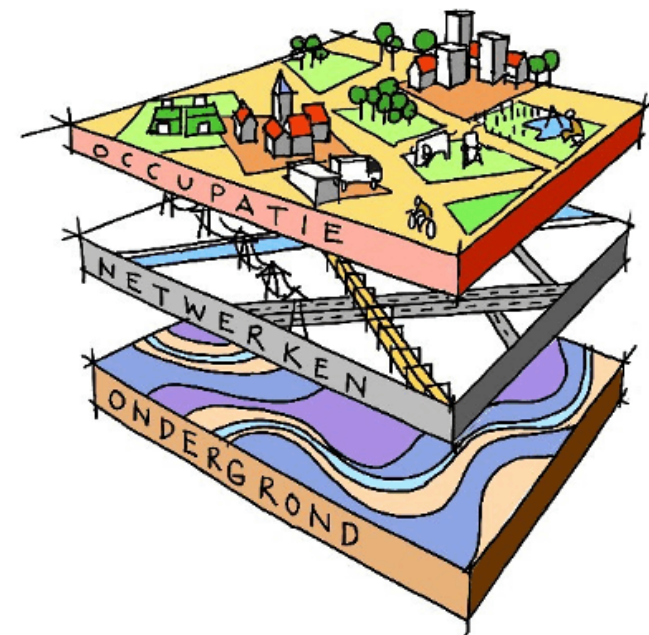
## Infrastructuursystemen

### Gebiedsopgave

Het programma infrastructuursystemen houdt zich bezig met lijninfrastructuur dat onderdeel is van infrastructuurnetwerken en –systemen zoals havens of het transportsysteem. Specifiek kijken wij naar havens, vaarwegen, (spoor)wegen en leidingen. Het programma richt zich op een optimale inpassing van deze infrastructuur in enerzijds het complexe bodem- en watersysteem en anderzijds de bebouwde omgeving waarin de infrastructuur zich bevindt. Hierbij richten we ons op ontwerp, aanleg, gebruik en onderhoud van de (lijn)infrastructuur met aandacht voor betrouwbaarheid, veiligheid en duurzaamheid. Daarnaast kijken we naar de impact van externe veranderingen op de infrastructuur zoals klimaatverandering, socio-economische en technologische ontwikkelingen. We brengen de 'resilience' (veerkracht en robuustheid) van de infrastructuur in beeld onder normale en extreme omstandigheden, zowel voor de huidige situatie als in de toekomst.

In planologische processen wordt veelal de onderstaande lagenbenadering gehanteerd. Kort samengevat richt het programma infrastructuursystemen zich op de netwerklaag met de daarbij behorende inpassing in de ondergrondlaag en occupatielaag, met inachtneming van externe veranderingen/bedreigingen. De maatschappij heeft baat bij de diensten die de infrastructuur biedt voor gebruikers. Aanleg en instandhouding brengt echter ook kosten met zich mee. Hetzij direct in de vorm van de financiële investering die nodig is, hetzij indirect in de vorm van negatieve effecten voor de maatschappij en de natuur. Hierin moet een balans worden gevonden; het ambitieniveau voor functioneren van de infrastructuur moet afgestemd zijn op een analyse van de positieve baten en negatieve effecten. Zo wordt een handelingsper-

spectief geboden aan beheerders en overheden om te verzekeren dat infrastructuursystemen nu en in de toekomst de gewenste mate van resilience hebben om diensten te kunnen (blijven) leveren aan de maatschappij.



**Figuur 1:** Het lagenmodel (tekening Peter Dauvellier), zoals in de tachtiger jaren ontwikkeld voor de ruimtelijke ordening op basis van ideeën van McHarg (1969) en o.a. toegepast door De Hoog, Sijmons & Verschuren voor het Metropolitane Debat (1998). Bron: Van Schaick & Klaassen (2011)

4 Schaick, J. van en Klaassen, I., The Dutch Layers Approach to Spatial Planning and Design: A Fruitful Planning Tool or a Temporary Phenomenon?, *European Planning Studies*, 2011, 19 (10), 1775-1796

Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	<p>Belangrijke trends waar het programma infrastructuursystemen op moet voorbereiden zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) verstedelijking en intensivering van het gebruik van de infrastructuur;</li> <li>b) (energietransitie), duurzaamheid, circulariteit en flexibiliteit;</li> <li>c) druk door verandering van het klimaat en</li> <li>d) onderlinge afhankelijkheid van netwerken en complexiteit van de daarbij behorende keuzes.</li> </ul> <p>Binnen deze context is het hoofddoel:</p> <p>“Het kwantificeren en optimaliseren van resiliënce van infrastructuursystemen om een gewenst dienstenniveau te kunnen bieden aan de maatschappij nu en in de toekomst, met een optimale inpassing van infrastructuursystemen in het water- en bodemsysteem enerzijds en de bebouwde omgeving anderzijds.”</p>
<b>Subdoel 1</b>	Definiëren en kwantificeren van resiliënce van infrastructuurnetwerken en -systemen zowel op het niveau van de individuele elementen van de lijninfrastructuur als op het niveau van het systeem.
<b>Subdoel 2</b>	Integrale afweging van strategieën en maatregelen mogelijk maken om de resiliënce van infrastructuursystemen te behouden/vergroten, rekening houdend met klimaatverandering, technologische en socio-economische ontwikkelingen. Het gaat daarbij om effectiviteit (de infrastructuur moet doen waar het voor aangelegd is/wordt), betrouwbaarheid en maatschappelijke kosten en baten.
<b>Subdoel 3</b>	Optimaliseren van de inpassing, aanleg, onderhoud en gebruik van lijninfrastructuur in de omgeving met een focus op betrouwbaarheid, levenscycluskosten (en baten) en duurzaamheid (emissies en impacts op de bebouwde omgeving en natuur).
<b>Subdoel 4</b>	Onderhouden en versterken van de kennisbasis voor lijninfrastructuursystemen. Hierbij doelen we op de fysische kennis, data, modellen en faciliteiten die nodig is om de interactie van lijninfrastructuur met water- en bodemsystemen en de bebouwde omgeving te begrijpen en kwantificeren.

Tabel 1.



## Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
Lijn1	<p><b>Vaststellen van de resilience van infrastructuursystemen:</b></p> <p>Deze lijn richt zich op het ontwikkelen van kennis, raamwerken en tools om de impact die externe veranderingen/bedreigingen hebben op infrastructuursystemen te kwantificeren. Hierbij kijken we zowel naar de (directe) fysieke schade als de (indirecte) schade en cascade-effecten voor gebruikers als gevolg van onderbrekingen van het infrastructuursysteem. Er is expliciet aandacht voor veranderingen in de toekomst (waaronder klimaatverandering en veranderingen in gebruik) om zowel inzicht te krijgen in het huidige als het toekomstige niveau van resilience.</p>
Lijn2	<p><b>Afwegingskaders en handelingsperspectief voor resiliënt infrastructuursystemen:</b></p> <p>Deze lijn richt zich op ontwikkeling van methoden en technieken voor het identificeren en afwegen van maatregelen om de resilience van infrastructuursystemen (lijn 1) aan te sluiten op het beoogde ambitieniveau, ofwel het gewenste niveau van resilience. Hierbij gaat het om opties als het versterken, aanpassen of verplaatsen van de infrastructuur, veranderingen in het gebruik en/of het mitigeren van de bedreiging/verandering die het functioneren van het systeem beïnvloedt. In de afweging van maatregelen richten we ons bovendien op de kennisontwikkeling voor het kwantificeren van aspecten zoals duurzaamheid, kosteneffectiviteit, onzekerheid en flexibiliteit. In het handelingsperspectief beschouwen we alle fases van de "Disaster Risk Management" (DRM) cyclus met zowel structurele als niet-structurele maatregelen en expliciete aandacht voor onzekerheden.</p>
Lijn3	<p><b>Ontwerp, aanleg en onderhoud van (lijn)infrastructuur in water &amp; ondergrond:</b></p> <p>Deze lijn richt zich op het inpassen, aanleggen en onderhouden van (lijn)infrastructuursystemen in/op water en ondergrond. Hierbij kijken we naar aspecten als veiligheid, kosteneffectiviteit, betrouwbaarheid en duurzaamheid. Het kan hierbij gaan om de aanleg van nieuwe (lijn)infrastructuur vanuit een marktbehoefte of om het infrastructuursysteem meer resiliënt te maken (lijn 2). Dit vergt een inpassing in zowel het bodem- en watersysteem als een inpassing in de door de mens gemaakte omgeving. Positieve effecten moeten worden omarmd en versterkt; negatieve effecten moeten tot een acceptabel niveau worden teruggebracht.</p>
Lijn 4	<p><b>Onderhouden van de "fysische" kennisbasis voor lijninfrastructuur:</b></p> <p>Deze lijn richt zich op het onderhouden van de kennisbasis voor interactie tussen lijninfrastructuur en water-/bodemsystemen en de bebouwde omgeving. Deze kennis is cruciaal om ontwerp en aanleg te optimaliseren en een goede analyse te kunnen maken van de resilience van een infrastructuursysteem onder invloed van veranderingen/bedreigingen vanuit de omgeving. Deze kennisbasis bevat bijvoorbeeld kennis over de sterkte van de ondergrond in relatie tot infrastructuur, stroming (en druk) door leidingen en waterlopen en sedimentatie/sedimenteigenschappen in relatie tot baggeronderhoud.</p>

Tabel 2.





Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Deltares missiegebieden</b>	Dit programma richt zich met name op de Deltares missiegebieden Veilige delta's en Veerkrachtige Infrastructuur: Het programma kijkt naar (lijn)infrastructuur met aandacht voor betrouwbaarheid, veiligheid en duurzaamheid. We brengen de 'resilience' (veerkracht en robuustheid) van de infrastructuur in beeld onder normale en extreme omstandigheden, zowel voor de huidige situatie als in de toekomst.
<b>Sustainable development goals</b>	SDG1 – no poverty: infrastructuur staat aan de basis en werkt als katalysator voor gebiedsontwikkeling. Door infrastructuur resiliënt en duurzaam te maken kunnen ook arme gebieden zich gaan ontwikkelen  SDG9 – industries, innovation and infrastructure: we werken mee aan ontwikkeling van betrouwbare infrastructuur met acceptabel serviceniveau, ook tijdens momenten dat er stress wordt uitgeoefend op de infrastructuur  SDG11 – sustainable cities and communities: we dragen bij aan betrouwbare en beschikbare transport infrastructuur voor iedereen  SDG13 – climate action: Met het bieden van een resiliënt handelingsperspectief worden de gevolgen van klimaatverandering op infrastructuur en de gebruikers van de infrastructuur verkleind
<b>Sendai</b>	Oppedane kennis en tooling draagt bij aan prioriteit 3: "Investing in disaster risk reduction for resilience" en target d van het Sendai framework, om de schade aan vitale infra en verliezen door verminderd gebruik van deze infra door rampen substantieel te verminderen.
<b>KIA 1 Landbouw, water en voedsel</b> <b>Missie C: klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied</b>	Dit programma draagt bij aan de volgende deelprogramma's van missie C1: 1. Klimaat-adaptieve gebiedsgerichte systeemkennis bodem – water – atmosfeer, 3. Landgebruik op basis van water- en bodemgeschiktheid; en 4. Natuur als buffer voor klimaatextremen  door de daarvoor benodigde kennis toepasbaar te maken voor infrastructuursystemen
<b>KIA 1 Landbouw, water en voedsel</b> <b>Missie F Nederland best beschermde delta</b>	Dit programma draagt bij aan de volgende deelprogramma's van missie F: Missie F1: Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer en F2 Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen  door doorontwikkeling van tools t.b.v. kwantitatieve informatie over resilience voor afwegingen en duurzame oplossingen
<b>KIA 2 Energietransitie en Duurzaamheid</b> <b>Missie D: emissieloze mobiliteit in 2050</b>	Dit programma draagt bij door de ontwikkeling van tools en technieken voor integrale afwegingen op basis van kwantitatieve informatie gericht op resilience en duurzaamheid en concrete tools voor de aanleg en onderhoud van duurzame infrastructuur.

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Joint Industry Project (JIP) PRISMA II gericht op nieuwe kostenefficiënte en duurzame onderhoudsbaggerstrategieën voor havens en vaarwegen.	De kennisontwikkeling belandt in software tools om de effecten van baggerstrategieën te kwantificeren. Deze tools kunnen worden gebruikt door havenautoriteiten en aannemers om hun baggeronderhoud te optimaliseren in termen van kostenbesparingen en reductie van CO <sub>2</sub> emissies.
<b>Output 2</b>	De verschillende modules van de risicoanalyse tool RA2CE zijn als een integrale tool-chain toepasbaar voor wegennetwerken zodat prioritering van hotspots mogelijk is op basis van een kwantitatieve afweging van schade aan het wegennetwerk en verstoringen voor gebruikers.  Een koppeling met de probabilistic toolkit, ontwikkeld in het kader van Robamci, is onderzocht om onzekerheden expliciet mee te kunnen wegen.	Netwerkbeheerders krijgen snel inzicht in de mate van resilience van hun netwerk en kunnen dit gebruiken om fact based een ambitieniveau vast te stellen. Updates van de resilience assessment zijn eenvoudiger uit te voeren, zodat een periodieke controle op de resilience efficiënt wordt uit te voeren. Beschikbaarheid van de tool maakt het mogelijk om kwantitatieve analyses te maken richting een onzekere toekomst met technieken zoals robust decision making, zodat een effectieve adaptatiestrategie ontwikkeld kan worden.

Tabel 4.

## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Vul svp tabel 5 in

Type partner	
<b>TO2</b>	TNO, Marin
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	TUD, TU/E, Universiteit Twente
<b>Overheid</b>	Rijkswaterstaat, ProRail, leidingbeheerders, Next Generation Infra
<b>Markt</b>	Havenautoriteiten (zoals HbR), aannemers/industrie, IR bureaus
<b>Overig, indien van toepassing</b>	Wereldbank, SmartPort, PIANC/PIARC/CEDR/CEDA/NSTT

Tabel 5.

## Vervangings- en renovatieopgave

### Maatschappelijke opgave

#### De kern van dit programma:

Een groot deel van de fysieke infrastructuur is in de loop van de 20e eeuw aangelegd, en aan het einde van de levenscyclus. De kern van dit onderzoeksprogramma is het voor (water)beheerders behapbaar maken van de resulterende vervangings- en renovatieopgave richting toekomstbestendige infrastructuur. Essentieel hierin is de relatie tussen de prestatie van de infrastructuur als geheel en de prestatie van een object dat daar deel van uitmaakt. Ondanks dat het inzicht vanuit de aanleg, beheer en onderhoud in de (constructieve) staat van grote waarde is, focust het onderzoek in dit programma zich op de overgang van (verlengde) bestaande naar nieuwe levenscyclus. De ambitie is om beheerders bij investeringsbeslissingen over hun assets (met een focus op natte kunstwerken) met de meest recente civieltechnische en/of feitelijke kennis te ondersteunen.

Hoe we dat doen? We richten ons op het verkrijgen, vastleggen en verspreiden van hydraulische en civiel-technische kennis, en de ontwikkeling van toepasbare methodes en tools, zodat waterbeheerders de vervanging of renovatie zo goed mogelijk kunnen uitvoeren. Daarvoor werken we samen met TNO, Marin, RWS en mogelijk Waterschappen en NLingenieurs in het Kennisprogramma Natte Kunstwerken, en vormen daarmee de NKWK-onderzoekslijn Toekomstbestendige Natte Kunstwerken. In het buitenland werken we daarvoor samen met waterbeheerders en kennispartijen (BAW, Borgerhout, ACP), o.a. in het kader van PIANC, en streven we naar deelname in een EU R&D programma.

Gezien de actuele maatschappelijke relevantie en urgentie van de vervangings- en renovatieopgave verloopt de ontwikkeling van fundamentele kennis parallel aan de praktijktoepassing. We werken samen met RWS/Stowa/Provincies en Universiteiten aan een integrale programmering om fundamenteel en praktisch onderzoek zo goed mogelijk af te stemmen.

#### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Een generiek afwegingskader voor de afweging van mogelijke maatregelen voor de overgang van een bestaande naar een nieuwe levenscyclus van een object in de fysieke infrastructuur in het algemeen, met een praktische focus op de natte kunstwerken. Via dit generieke afwegingskader is het mogelijk de (civiel)technische kennis en kunde van Deltares op een passende wijze te koppelen aan beleidsmatige beslissingen bij waterbeheerders.

Tabel 1.

## Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	<p><b>Technische levensduur</b></p> <p>Het programma zet de komende periode in op de verbreding van de (fundamentele) kennis bij verschillende relevante degradatieprocessen (bv. trillingen van beweegbare constructies, corrosie van stalen damwanden, erosie van bodemverdediging, etc). Het doel is om een compleet beeld van de kennisbasis te schetsen, en vervolgens een verdere verdiepingsslag voor kennisontwikkeling te maken voor de meest relevante degradatieprocessen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• het programma draagt bij aan de ontwikkeling van relevante inspectietechnieken om de huidige staat inclusief degradatie tot nu toe in kaart te brengen;</li> <li>• het programma draagt bij aan de ontwikkeling van (fundamentele) kennis en het afleiden van degradatiefuncties (tools), om daarmee de restlevensduur van de (civiele constructie in de) infrastructuur te kunnen bepalen.</li> </ul>
<b>Lijn2</b>	<p><b>Functionele levensduur</b></p> <p>De functionele levensduur van de (natte) infrastructuur is direct gerelateerd aan de functies van de objecten in de verschillende netwerken die gezamenlijk het volledige watersysteem vormen. Externe ontwikkelingen (klimatologische, sociaal-economische en beleidsmatige) kunnen leiden tot veranderingen in de leverbare prestaties. Verder kunnen de ontwikkelingen aanleiding geven om andere eisen aan de natte infrastructuur te willen stellen. Beide veranderingen kunnen leiden tot het einde van functionele levensduur.</p> <p>Om het einde van de functionele levensduur van een object te kunnen voorspellen draagt het programma bij aan de ontwikkeling van een conceptueel raamwerk – op basis hiervan moet inzicht worden gekregen in de combinatie van technische en functionele einde levensduur – en een samenhangende set van praktische tools.</p>
<b>Lijn3</b>	<p><b>Integrale afweging</b></p> <p>Op basis van het inzicht in de technische en functionele levensduur zijn er verschillende opties voor een (water)beheerder om toe te werken naar een toekomstbestendig netwerk. Naast vervanging en renovatie kan ook nog aan levensduur-verlengde maatregelen voor de (multi-functionele objecten in de) infrastructuur worden gedacht.</p> <p>Het programma draagt bij aan een integraal kader waarmee een (water)beheerder de toekomstbestendigheid van verschillende opties kan afwegen.</p>
<b>Lijn4</b>	<p><b>Assetmanagement / Economische levensduur</b></p> <p>De technische en functionele levensduur zijn van invloed op het juiste moment waarop een maatregel (waaronder renovatie of vervanging) richting een nieuwe levenscyclus van een object kan plaatsvinden. Ook de economische levensduur speelt in deze afweging een rol. Alleen al om ervoor te zorgen dat investeringen gedurende de bestaande levenscyclus optimaal te benutten. Voor de prioritering / planning van de renovatie cq. vervanging van een object zal verder de rol van dat object in een netwerk/systeem worden beschouwd.</p> <p>Het programma draagt bij aan de ontwikkeling van een integraal instrumentarium om de kennis over technische en functionele levensduur te combineren met (bestaande) asset management systemen en kennis over economische levensduur, om daarmee prioritering en planning van vervangingsopgave voor beheerders te ondersteunen.</p>





## Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/ agenda1</b>	<p><b>Deltares missies</b></p> <p><u>Primair:</u> Veerkrachtige delta's / resiliënt infrastructuur Hoe gaan we onze infrastructuur zo beheren, onderhouden, vervangen, renoveren en nieuw bouwen dat deze de vereiste of toekomstig gewenste functionaliteit houdt of krijgt. Kunstwerken hebben functies ten behoeve van diverse economische sectoren (scheepvaart, landbouw, industrie, recreatie)</p> <p><u>Secundair:</u> Duurzame delta's / Sustainable deltas / Veerkrachtige steden Kunstwerken hebben de kerntaken voldoende water en schoon en gezond water Veilige delta's / Safe deltas Kunstwerken hebben de functie waterveiligheid</p> <p><u>En een sterke link met:</u> Toekomstige delta's / Future deltas Welke impact hebben veranderingen op de lange termijn op kunstwerken en de vervangingsopgave</p>
<b>Missie/ agenda2</b>	<p><b>Nationale agenda's</b></p> <p><u>Primair:</u> VenR van I&amp;W, waterschappen, provincies, gemeenten, netwerkbedrijven, ... <u>Secundair:</u> het mogelijk maken van de uitvoering van doelen en strategieën zoals gesteld in het DPZW, DPRA, KRW, HWBP richting een toekomstbestendig netwerk door kennisontwikkeling op het gebied van infrastructuur voor haalbaarheid en uiteindelijke implementatie van maatregelen en voor een integrale afweging tussen de verschillende opgaven m.b.t. de draaiknoppen van het systeem (b.v. natte kunstwerken)</p> <p><u>Nationaal groeifonds:</u> dit programma sluit aan bij de 3 investeringsterreinen van het groeifonds: kennisontwikkeling, fysieke infrastructuur en onderzoek, ontwikkeling &amp; innovatie.</p> <p><u>Topsectoren:</u> dit programma draagt bij aan het Thema Landbouw, water en voedsel en specifiek de missie: F. Nederland de best beschermde en leefbare delta;</p>
<b>Missie/ agenda3</b>	<p><b>Internationale agenda's</b></p> <p><u>Europese Green Deal:</u> Europa klimaatneutraal maken voor 2050 op een kosten efficiënte manier vraagt om slimme vervanging en renovatie van infrastructuur in de komende decennia: in samenwerking met andere programma's draagt dit programma bij aan het Build Back Better principe.</p> <p><u>EU mission areas:</u> A. Adaptation to Climate Change</p> <p><u>Sustainable Development Goals:</u> 9. Industry, innovation and infrastructure; 11. Sustainable cities and communities; 6. Clean water and sanitation;</p> <p>Sendai: 3. Investing in disaster risk reduction for resilience through structural and nonstructural measures. 4. Enhancing disaster preparedness for effective response and to 'Build Back Better' in recovery, rehabilitation and reconstruction.</p> <p><u>Habitat:</u> Risk reduction and rehabilitation and urban planning</p>

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b> <b>KpNK-2</b>	In 2021 starten we KpNK-2: een samenwerking van Deltares met TNO, Marin, RWS, Waterschappen en NL-Ingenieurs. We ontwikkelen samen een breed scala aan tools en kennis rond de Vervangingsopgave van Natte Kunstwerken, die oa. via een website ( <a href="https://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl/">https://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl/</a> ) toegankelijk is. Het gaat daarbij bv. om kennis over trillingen, bodembescherming bij stuwen, corrosie van damwanden en functionele levensduur.	Met de ontwikkeling van noodzakelijk kennis rond de Vervangingsopgave van de Natte Kunstwerken draagt Deltares bij aan het behapbaar maken van deze maatschappelijke opgave ('flatten the curve').
<b>Output 2</b> <b>Zoutin- dringing</b>	In het recente verleden is veel onderzoek uitgevoerd rond dichtheidsstroming in zeesluizen, zowel irt. zoutindringing als krachten op schepen. Ook in 2021 verwachten we weer projecten op dit gebied (ACP, Terneuzen, Kornwerderzand, bijdrage aan NWO-programma SALTIsolutions). In het kader van dit SO-programma bundelen we onze kennis uit deze projecten in gevalideerde software (ZSF- zeesluisformulering), publicaties en een PIANC working group.	Bij de renovatie en/of nieuwbouw van zeesluizen wordt gebruik gemaakt van de state-of-the-art kennis rond dichtheidsstroming, en de gevolgen daarvan voor zoutindringing en krachten op schepen.
<b>Output 3</b> <b>Afweging- skader</b>	Bij de vervanging van infrastructuur (waarbij we in dit programma de focus leggen op de natte kunstwerken) wordt een afweging gemaakt tussen de technische levensduur, de functionele levensduur en de economische levensduur. Deltares voert (in SO-kader, maar ook in het KPP en andere projecten) allerlei onderzoek uit naar deelaspecten van deze afweging. In het kader van dit SO-programma brengen we de resultaten van deze projecten samen in een integraal afwegingskader. Hiervoor ontwikkelen we in 2021 de eerste versie van interactief tool (mede op basis van bestaande tools uit bv. Robamci en Adaptation Catalyst)	Bij de besluitvorming rond de Vervanging en Renovatie van Infrastructuur worden de technische, functionele en economische levensduur van bestaande infrastructuur in onderlinge samenhang meegewogen.
<b>Impact 1</b>	We dragen bij aan het versterken van de rol van Deltares in het veld van fundamenteel onderzoek, toegepast onderzoek, beheer- en beleid en daadwerkelijke implementatie door het bedrijfsleven. Om zo bij te dragen aan onderzoek maar ook aan de doorvertaling naar innovaties. Voor 2021 hebben we een focus op nieuwe samenwerkingen met universiteiten en waterschappen en oriënteren we ons op de mogelijkheden van de EU. De output bestaat uit nieuwe samenwerkingsverbanden en verbreding van het portfolio.	Langere termijn: succesvolle implementatie van innovaties door samenwerking in het hele veld.

Tabel 4.



## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
TO2	TNO, Marin
Universiteiten/hogescholen	TU-Delft, TU-Eindhoven, TU Twente, RWTH-Aachen
Overheid	RWS, Waterschappen (incl. STOWA), BAW
Markt	NLingenieurs, Arcadis, Witteveen+Bos, RHDHV
Overig, indien van toepassing	ACP (Autoridad del Canal de Panama), PI-ANC

Tabel 5.

## Hoogwaterbescherming

### Maatschappelijke opgave

#### De kern van dit programma:

Dijken, dammen en duinen met hun natuurlijke of stedelijke omgeving leveren in Nederland en andere delta's de bescherming tegen overstromingen. Door klimaatverandering, bodemdaling, toename van de bevolking en economische waarde zijn zowel in Nederland als daarbuiten komende decennia forse investeringen met een grote omgevingsimpact nodig om delta's veilig en leefbaar te houden. Deze maatschappelijke opgave is de focus voor het programma Hoogwaterbescherming.

Het programma Hoogwaterbescherming draagt bij aan de overkoepelende missie dat Nederland 's werelds best beschermde én leefbare delta is en blijft (Missie F van de Kennis en Innovatie-agenda Landbouw, Water en Voedsel). Binnen het Deltares onderzoeksprogramma wordt missie F vooral ingevuld in het missiegebied Safe Deltas waar dit programma een belangrijke bijdrage in heeft. In het programma Hoogwaterbescherming ontwikkelt Deltares, samen met externe partijen, tools en methodieken voor inzicht in de bijdrage van waterkeringen aan de veiligheid tegen overstromen. Met deze gereedschappen kunnen stakeholders beoordelen hoe goed gebieden beschermd zijn tegen hoog water en golven én maatregelen afwegen en ontwerpen om de gewenste bescherming te realiseren en te onderhouden.

De overstromings-risicobenadering is uitgangspunt van het programma hoogwaterbescherming met aandacht voor kansen op én gevolgen van een overstroming. De focus ligt daar bij op het bepalen van de kans op een overstroming en het bedenken, afwegen en ontwerpen van een breed scala aan waterkerende oplossingen. Software, veldmetingen en onderzoek in onze unieke faciliteiten (golfgoot, geocentrifuge, modelhallen en laboratoria) zijn hierbij belangrijke kennismiddelen. Tevens is er een sterke aansluiting op het nationale en internationale kennisnetwerk op dit gebied.

Het programma zoekt naast focus en verdieping ook verbreding onder het Deltares initiatief van waterveiligheidslandschappen, vanuit het besef dat er meer natuurlijke, constructieve en omgevings-mogelijkheden zijn om overstromingsrisico's te reduceren. Daarbij kunnen de waterkeringen, de waterkeringszone en de verdere omgeving in voor- en achterland ook bijdragen aan duurzaamheidsdoelstellingen en omgevingskwaliteit.



### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Het aanleveren van strategie, kennis, modellen, methodes en instrumenten waarmee de verantwoordelijke organisaties de veiligheid tegen overstromingen kunnen bepalen en deze vervolgens op het gewenste niveau kunnen brengen. In delta's, kust- en stroomgebieden en zowel nu als op de lange termijn.
<b>Subdoel 1</b>	Aanreiken van strategieën en van nieuwe of verbeterde methodes en modellen voor de bepaling van de kans op een grootschalige overstroming door het falen van een waterkering, zodat deze kans beter en sneller kan worden ingeschat.
<b>Subdoel 2</b>	Aanreiken van strategieën en van nieuwe kennis en methodes waarmee bij het ontwerpen en uitvoeren van waterkeringsversterkingen goedkopere, duurzamere en beter op de omgeving aansluitende oplossingen kunnen worden ontwikkeld, afgewogen, ontworpen en uitgevoerd.
<b>Subdoel 3</b>	Verdiepen van de relevante fundamentele kennis over eigenschappen of gebeurtenissen die van invloed zijn op de veiligheid door middel van de inzet van de unieke onderzoeksfaciliteiten van Deltares en een internationale kennisuitwisseling
<b>Subdoel 4</b>	Verbinden van de kennis en aanpak rondom waterkeringen met de overstromings-risicobenadering (andere oplossingen om dit risico terug te brengen), eco-systeemoplossingen (mainstreamen Nature Based Solutions), gebiedsaspecten (watersysteem en ruimtelijke inrichting) en andere maatschappelijke opgaven (bijvoorbeeld bouwopgave) die ofwel invloed kunnen hebben op de veiligheid of gebruik kunnen maken van waterkeringen om hun opgave te realiseren

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmaliijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	Verbetering kennis overstromingskansen met accent op de taken van IenW, Rijkswaterstaat en waterschappen ten aanzien van het beoordelen van waterkeringen en het concept faalpaden. Het accent ligt hier op samenwerking Rijkswaterstaat met BOI en Kennis voor Keringen.
<b>Lijn2</b>	Vergroten en optimaliseren van de gereedschapskist voor het ontwerpen en uitvoeren van de versterkingsopgave van waterkeringen, zodat deze beter passen binnen budget, planning, landschap en duurzaamheidsdoelstelling. Het accent ligt hierbij op samenwerking met HWBP (Kennis en Innovatie agenda), waterschappen en adviesbureaus (de versterkingspraktijk en de relatie met assetmanagement).
<b>Lijn3</b>	Verdiepen en verspreiden van de kennis door middel van inzet van software, AI, ET (emerging technologies), de unieke faciliteiten van Deltares en kennisnetwerken. Het accent voor kennisnetwerken ligt op samenwerking met andere kennisinstellingen zoals universiteiten, TNO en internationale partners en commissies.
<b>Lijn 4</b>	Verbinden van kennis voor hoogwaterbescherming met risicobenadering, NBS, gebiedskwaliteit, andere maatschappelijke opgaven en lange termijn adaptatie door middel van het concept waterveiligheidslandschappen.

Tabel 2.

### Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missiegebied Veilige delta's</b>	Dit programma draagt direct bij aan het doel om de Nederlandse delta de best beschermde delta laten blijven met inpassing van waterkeringen in een multi-functioneel andschap
<b>Missiegebied Veerkrachtige Infrastructuur</b>	Dit programma draagt bij aan de vraag hoe we onze waterkeringsinfrastructuur zo kunnen ontwerpen en bouwen dat deze zijn vereiste functionaliteit behoudt in de komende 50 jaar.
<b>Maatschappelijke missies, thema Landbouw, water en voedsel</b>	F: Nederland best beschermde delta, ook na 2100: <ul style="list-style-type: none"> <li>- verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer</li> <li>- aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen</li> </ul>
<b>Sustainable Development Goals</b>	13 Climate action
<b>Sendai</b>	3: Investing in disaster risk reduction for resilience through structural and nonstructural measures  4: Enhancing disaster preparedness for effective response and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction
<b>Parijs akkoord</b>	Enhancing adaptive capacity, strengthening resilience and reduction of vulnerability to climate change
<b>EU mission areas</b>	Adaptation to Climate Change

Tabel 3.





### Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Handreikingen en instrumenten voor de waterveiligheidsbeoordeling en voor het beoordelen en ontwerpen van waterkeringen.	De Nederlandse waterkeringensector (Overheden, kennisinstellingen en marktpartijen) kan navolgbaar en efficiënt het overstromingsrisico bepalen met gevalideerde tools en methodieken.
<b>Output 2</b>	De versterkingsopgave voor hoogwaterveiligheid wordt ondersteund met gevalideerde software tools en nieuwe of geoptimaliseerde versterking-smethodieken.	De maatschappelijke opgave voor versterkingen wordt efficiënter en effectiever ontwerpbaar, uitlegbaar naar omgeving (burgers) en uitvoerbaar.
<b>Output 3</b>	Strategieën en aanpakken voor hoogwaterveiligheid met de verbinding naar de ruimtelijke opgaven.	Waterveiligheid als ordenend principe in de ruimtelijke opgaven komt tot stand in samenwerking met Rijk, waterschappen, provincies en gemeenten.

Tabel 4.

### Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	TNO, WUR
<b>Universiteiten/ hogescholen</b>	TU Delft, UTwente, UU, WU, RUG, Universiteit Gent, UTAH university
<b>Overheid</b>	DGWB/RWS-WVL (BOI) HWBP en Waterschappen (KIA en dijkversterking-projecten) Delta programma/WS/provincies/gemeenten (waterveiligheidslandschappen)
<b>Markt</b>	Diverse ingenieursbureaus en aannemers
<b>Overig, indien van toepassing</b>	ENW-Techniek en ENW-Kust Internationaal: TC201 Levees (voorzitterschap), ICOLD TC levees (member), ICOLD EU WG Levees (member), FloodRisk (co-organisator), Internationale samenwerkingspartners: USACE, EA, HRWallingford, IRSTEAM

Tabel 5.

### Waterbeschikbaarheid

*Maatschappelijke opgave*

#### De kern van dit programma:

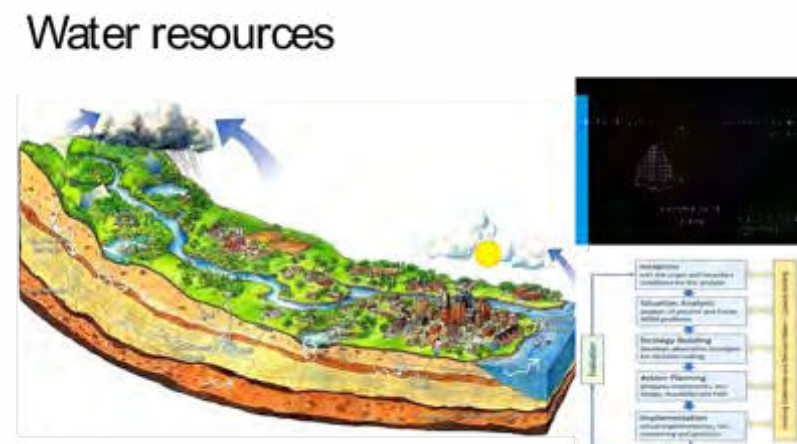
Het programma Waterbeschikbaarheid/Water resources gaat over waterbeschikbaarheid van zoetwater (grondwater en oppervlaktewater) in een veranderende wereld. Dit omvat het mogelijk maken van enerzijds de analyse van waterschaarste en anderzijds van planning en besluitvorming over watervraag en waterverdeling. Het doel is om problemen (als gevolg) van watertekorten voor sectoren en maatschappij te verminderen door het helpen inzichtelijk maken van trade-offs en het aandragen van oplossingen die klimaatbestendig, economisch veerkrachtig, ecologisch verantwoord en maatschappelijk inclusief zijn voor besluitvorming en implementatie door beleidsmakers. Het onderzoek richt zich op het kwantificeren van waterbeschikbaarheid, Integrated Water Resources Management (IWRM), management van waterschaarste- en droogte en de relatie tussen waterbeschikbaarheid en voedsel- en energiezekerheid, inclusief de relatie met vrede. Het programma ondersteunt de ontwikkeling van data, modellen en tools ten behoeve van de analyse van waterbeschikbaarheid, en bevordert de participatie van stakeholders.

Voor 2021 zijn de ambities van het programma:

- Deltares is mede agenderend in de Nederlandse maatschappelijke dialoog op het gebied van droogte en waterschaarste met als doel het toewerken naar een waterrobuust Nederland in 2050 (ref. MMIP Landbouw, water en voedsel, duurzame inrichting landelijk en stedelijk gebied).



- Deltares draagt als nationaal en internationaal gerenommeerd instituut met het verder ontwikkelen van IWRM als aanpak en het toepassen van BlueEarth digital environment als instrument in IWRM projecten bij aan integraal beheer van waterhulpbronnen op alle niveaus, ook via grensoverschrijdende samenwerking (ref. SDG 6.4 en 6.5).
- Deltares voedt internationale organisaties met policy briefs die duiding geven aan problematiek en oplossingsrichtingen omtrent waterbeschikbaarheid en watergebruik in een veranderende wereld (ref. int. agenda's zoals Sendai Framework).



### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Het programma ontwikkelt kennis, methodieken en tools voor het kwantificeren van waterbeschikbaarheid, (gevolgen van) watertekorten voor sectoren en maatschappij en voor het aandragen van oplossingen die klimaatbestendig, economisch veerkrachtig, ecologisch verantwoord, en maatschappelijk inclusief zijn en het ondersteunen van besluitvorming daarover.
<b>Subdoel 1</b>	Deltares is mede agenderend in de Nederlandse politieke arena op het gebied van droogte en waterschaarste met als doel het toewerken naar een waterrobuust Nederland in 2050 (ref. KIA Landbouw, water en voedsel, Missie C Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied, met name MMIP C1).
<b>Subdoel 2</b>	Deltares draagt als nationaal en internationaal gerenommeerd instituut - met het verder ontwikkelen van IWRM als aanpak en het toepassen van instrumenten zoals BlueEarth digital environment in IWRM projecten - bij aan integraal beheer van waterhulpbronnen op alle niveaus, ook via grensoverschrijdende samenwerking (ref. SDG 6.4 en 6.5).
<b>Subdoel 3</b>	Deltares voedt internationale organisaties met policy briefs die duiding geven aan problematiek en oplossingsrichtingen omtrent waterbeschikbaarheid en watergebruik in een veranderende wereld. (Drought and water scarcity in Sendai Framework, Paris Agreement en andere (inter)nationale agenda's)

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	Het ontwikkelen van kennis en tools voor het <u>gekwantificeerd in beeld brengen van de huidige en toekomstige beschikbaarheid van grond- en oppervlaktewater en het verantwoord gebruik van water nu en in de toekomst</u> , van lokaal, stroomgebied tot mondiaal niveau. De ontwikkeling wordt gerealiseerd vanuit een visie op een samenhangend modelinstrumentarium, inclusief voldoende aandacht voor gestandaardiseerde model-aansturing en data-uitwisseling, en in nauwe samenhang met BlueEarth en andere ontwikkelingen in de kennisbasis.
<b>Lijn2</b>	Het ontwikkelen van methodieken gericht op <u>strategieën/handlingsperspectieven</u> voor het omgaan met schaarste aan (zoet)water en het uitwerken van oplossingen als waterretentie, waterverdeling, reservoirbeheer, hergebruik van water, ontzilting, verminderen van de watervraag, etc.
<b>Lijn3</b>	In beeld brengen van de <u>impact</u> van waterschaarste en oplossingen (zie 1. en 2.); niet alleen voor het watersysteem, maar ook op economische sectoren, maatschappij en natuur, in samenwerking met andere SO-programma's en in samenwerking met andere relevante partijen, ten behoeve van besluitvorming daarover.

Tabel 2.



### Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie-gebied Duurzame Delta's</b>	Ontwikkelen van kennis en methodieken om om te gaan met waterschaarste en waterverdeling ten einde dichtbevolkte deltagebieden leefbaar te houden en tegelijkertijd ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen ook voor de volgende generaties te behouden.
<b>Missie/agenda SDG</b>	SDG 6 Clean water and sanitation, met name 6.5 integrated water resources management op alle schaal-niveaus, en 6.4 efficiënter en duurzaam watergebruik over alle sectoren.
<b>Missie/agenda NL: KIA LWV</b>	NL: KIA Landbouw, water en voedsel, thema C Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied; Nederland is in 2050 klimaatbestendig en robuust, met name MMIP C1
<b>Missie/agenda Sendai</b>	Drought and water scarcity in Sendai Framework, Paris Agreement en andere (inter)nationale agenda's

Tabel 3.

### Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Bijdrage aan NL Later studie via verdiepende studies naar kwetsbaarheid van NL ten aanzien van droogte en het in beeld brengen van innovatieve oplossingen.	Deltares is mede agenderend in NL politieke arena op het gebied van droogte en waterschaarste.
<b>Output 2</b>	Toepassing van BlueEarth in meerdere IWRM projecten in verschillende delta's in de wereld.	Deltares wordt gezien als gerenommeerd instituut op het gebied van kwantitatieve analyses binnen IWRM projecten, die bijdrage leveren aan het bereiken van SDG 6.
<b>Output 3</b>	Meerdere policy briefs voor internationale organisaties over het onderwerp waterbeschikbaarheid en watergebruik in een veranderende wereld	Deltares is voedend in de (onderbouwing van) internationale agenda's die gericht zijn op het terugdringen van het aantal mensen die te maken hebben met waterschaarste in een veranderende wereld. (Drought and water scarcity in Sendai Framework, Paris Agreement en andere (inter)nationale agenda's )

Tabel 4.

### Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	WUR, TNO
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	TUD, UU, UT
<b>Overheid</b>	Nederlandse ministeries en onderzoeksinstituten (PBL, KNMI)
<b>Markt</b>	NL ingenieurs, IWMI, IFI's (WB, ADB, GCF)
<b>Overig, indien van toepassing</b>	Internationale instituten en organisaties: WMO-IHP (IDMP), GWP, UN organizations

Tabel 5.



## Natuurrampen

*Maatschappelijke opgave*

### De kern van dit programma

Every year, natural hazards resulting from extreme events kill approximately 90,000 people and affect close to 160 million people worldwide. With climate change, population growth and increasing areas of human habitation, this number is expected to increase in the coming decades (WRI, 2020). The “Natural Hazards” research program aims to help reduce the consequences of extreme events worldwide through: 1) better understanding and statistical description of extreme events (sources) and the mechanisms of the resulting natural hazards (pathways); 2) the provision of (remotely-sensed) data, models and tools to predict sequential and concurrent natural (compound) hazards within the framework of multi-hazard analysis to enable the accurate assessment of the risk of these hazards; and 3) understanding and developing methods for prevention and reduction of natural hazards.

Within the Dutch context, research in this program will primarily focus on understanding, quantifying, and measures to prevent (or mitigate) marine, fluvial and pluvial flooding to ensure that the Netherlands remains in the world's safest delta coming century (Mission F2 of the Dutch KIA LWV). In an international context, this program will address flooding, event-driven erosion, landslide and wind compound hazards resulting from extreme meteorological and geological events such as tropical cyclones and tsunamis, alongside locally-appropriate (feasible, effective and acceptable) physical measures to mitigate these hazards (source and pathway). In this, the program directly supports the Sendai

Framework (priorities 1 and 4) for Disaster Risk Reduction, UN SDG Targets 11.4, 11.5 and 13.1, UNFCCC (Paris Agreement) Article 8, and the UN Habitat Agenda (Disaster prevention, mitigation and preparedness), and the EU Mission “Accelerating the Transition to a Climate Prepared and Resilient Europe”. The program supports the Deltares Mission Areas Safe Deltas and Future Deltas and has strong collaborative research links with Deltares Research Programs Risicomanagement (methodologies for impact assessment of natural hazards), Waterbeschikbaarheid (drought risk assessment), Hoogwaterbescherming (hazard prevention measures), and the five Gebiedsopgave programs (prediction of current and future hazards).

### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Providing knowledge and tools for mitigating extreme natural multi-hazards
<b>Subdoel 1</b>	Capacity-building and knowledge development on natural multi-hazards through collaboration with well-known (international) players, with particular focus on landslide, wind, and compound hazards.
<b>Subdoel 2</b>	Development of a computational framework for multi-hazards analysis (GHIRAF)
<b>Subdoel 3</b>	Push forward Deltares' national and international position in quantifying the effect of physical hazard reduction and mitigation measures

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	Understanding natural hazards  [Develop knowledge on sources and pathways of multi-hazards (compound flooding, event-driven erosion, landslide and wind hazards) caused by extreme hydro-meteorological and geological events in current and future climate and build capacity in these fields.]
<b>Lijn2</b>	Data, tools and models for the quantification of natural multi-hazards.  [Development of a computational framework (GHIRAF) to quantify multi-hazards (flooding, event-driven erosion, landslides and wind), including: 1) the development of (remote-sensing) monitoring techniques for data acquisition and the development of data processing tools; 2) the development of model accelerators to facilitate multi-hazard assessment (e.g., DelftDashboard, HydroMT, GLOFRIM); 3) the development of tools to describe hazard sources in a multi-hazard environment (e.g., TCWise, tsunami-toolbox, rainfall generator); and 4) the development and validation of (multi-) hazard models to quantify local hazards and the effectiveness of measures (e.g., landslide hazard assessment tool, XBeach, SFINCS, WFLOW, BeWare).
<b>Lijn3</b>	Locally-appropriate physical measures to prevent or mitigate natural hazards.  [Develop knowledge, tools and models to quantify the effectiveness of physical (nature-based and hybrid) measures at preventing or mitigating local flooding, event-driven erosion and landslide hazards]

Tabel 2.





Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Deltares Mission Area "Safe Deltas"</b>	<p>This program will support the following Mission Area objectives:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of tools, approaches and software to support implementation of risk-based decision making by public and private organizations to ensure safety, equity and sustainability of population and environment</li> <li>• Incorporation of non-stationary boundary conditions and complex compound (marine, pluvial and fluvial) drivers of risk into disaster risk reduction tools</li> </ul>
<b>Deltares Mission Area "Future Deltas"</b>	<p>This program will support the following Mission Area objective:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Translate states of the delta under future scenarios to impacts on food and water security, on biodiversity and ecosystem resilience, and on exposure of people and infrastructure</li> </ul>
<b>KIA LWV</b>	<p>This program will primarily support the following mission of the Kennis en Innovatie Agenda Landbouw, Water, Voedsel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "Nederland best beschermde delta" Mission F.2 ("Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen"). In particular, this program will support the analysis of extreme conditions in the future (Program line 1) and the development of measures to limit natural hazards (Program line 3).</li> </ul> <p>The program will also support</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mission E3 (providing information on extreme events on system behaviour, Program lines 1 and 2),</li> <li>• Missions C1 and C3 (providing quantitative information on extreme [rainfall] conditions in rural and urban areas, Program lines 1 and 2)</li> </ul>
<b>International</b>	<p><b>UN SDGs</b></p> <p>The program directly supports two UN SDGs: Goal 11 on Sustainable cities and communities and Goal 13 on Climate action. In particular, following sub-goals are of interest:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11.4- "Strengthen efforts to protect and safeguard the world's cultural and natural heritage"</li> <li>• 11.5- "Significantly reduce the number of deaths and the number of people affected and substantially decrease the direct economic losses relative to global gross domestic product caused by disasters, including water-related disasters, with a focus on protecting the poor and people in vulnerable situations"</li> <li>• 13.1- "Strengthen resilience and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters in all countries"</li> <li>• 13.3- "Improve education, awareness-raising and human and institutional capacity on climate change mitigation, adaptation, impact reduction and early warning"</li> </ul> <p><b>Sendai</b></p> <p>Two "Priorities for Action" from the Sendai framework:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [1] Understanding disaster risk. "Such knowledge can be leveraged for the purpose of pre-disaster risk assessment, for prevention and mitigation and for the development and implementation of appropriate preparedness and effective response to disasters."</li> <li>• [4] Enhancing disaster preparedness for effective response, and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction. "Knowing the hazard and its consequences will aid better planning for preparedness and effective response."</li> </ul>



<p><b>UNFCCC (Paris Agreement)</b> Article 8: Cooperation on “Loss and Damage”: natural events and risk assessment</p> <p><b>UN Habitat agenda</b> In particular with respect to the theme: “Sustainable human settlements development in an urbanizing world” with the following goals:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Environmentally sustainable, healthy and liveable human settlements (Action 136 (c) “Ensure adequate research to assess how and to what extent women and children are particularly susceptible or exposed to environmental degradation and hazards ...”);</li><li>• Disaster prevention, mitigation and preparedness, and post-disaster rehabilitation capabilities.</li></ul> <p><b>EU Mission “Accelerating the Transition to a Climate Prepared and Resilient Europe”</b> By helping efforts to “Prepare Europe to deal with climate disruptions, assisting citizens, communities and regions in better understanding, preparing for and managing climate risks such as heatwaves, forest fires, droughts, floods, storms, and diseases”. Specifically, the program will help the Mission by preparing communities for climate change by “foster[ing] a better understanding of climate risk exposure, providing access to fast track climate risk assessments and strengthening existing early warning systems”.</p>
---

Tabel 3.

### Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	<p>Resulting from Program line 2</p> <p>1- Vision document on computational multi-hazard analysis around the GHIRAF framework in collaboration with the Risk management Program</p> <p>2 – Bathymetric, topographic, lithographic and optical and radar data as well as event inventories from remote sensing to support flooding, event-driven erosion and landslide hazard assessment in GHIRAF</p> <p>3- Tools to describe hazard sources in a multi-hazard environment, including development and further validation of TCWise (rainfall and wind damage), extreme rainfall estimators.</p> <p>4- Model accelerators to facilitate multi-hazard modelling, including HydroMT and Delft Dashboard</p> <p>5 – Development of a new model to describe rainfall-induced landslide hazards and improvement and validation of event-driven erosion (XBeach) and compound flooding (SFINCS) models.</p>	<p>The framework and underlying data, tools and models will allow simple multi-hazard risk assessments to be carried out anywhere in the world in minutes to hours, and more detailed assessments to be carried out more accurately and efficiently. The framework combines globally-available data, model accelerators, hazard models, and impact models to quantify (compound) flooding, erosion, landslide and wind hazards and impacts. The GHIRAF framework supports the BlueEarth concept</p>
<b>Output 2</b>	<p>Scientific publications resulting from Program lines 1, 2 and 3</p> <p>Expected four to six publications on natural hazards and physical mitigation methods, including topics on flash floods, extreme rainfall, coastal erosion, nature-based hazard reduction and landslides.</p>	<p>Enhancing visibility of Deltares as world-expert in natural hazard quantification</p>
<b>Output 3</b>	<p>Network development (Program line 1)</p>	<p>New and/or strengthened partnerships with academic, commercial and humanitarian sector partners, expressed in joint research proposals (likely post 2021 due to timeframe), participation in international networks / working groups on natural hazards, and MoUs.</p>

Tabel 4.



## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MARIN</li> </ul>
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VU Amsterdam (IVM)</li> <li>TU-Delft</li> <li>TU Darmstadt (Germany)</li> <li>NTNU (Norway)</li> <li>University of Salerno (Italy)</li> <li>ITC</li> <li>UC Irvine (USA)</li> <li>LEGOS/IRD (Frankrijk)</li> <li>WUR</li> <li>University of Twente</li> <li>University of Western Australia (UWA)</li> <li>Griffith University (Australia)</li> <li>National University of Singapore (NUS)</li> </ul>
<b>Overheid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RWS/WVL&amp;BOIRVO</li> <li>DRR-Team</li> </ul>
<b>Markt</b>	Active national and international companies who can help us reaching the goals of the program.
<b>Overig, indien van toepassing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KNMI</li> <li>USGS (USA)</li> <li>NASA (USA)</li> <li>CNR (Italy)</li> <li>Norwegian Geotechnical Institute (NGI)</li> <li>World Meteorological Organization (WMO)</li> <li>United Nation World Food Program (WFP)</li> <li>Green Climate Fund</li> <li>Red Cross (510)</li> <li>Space4Impact (Switzerland)</li> <li>Naval Research Laboratory (USA)</li> <li>UK Met Office</li> <li>ECMWF</li> </ul>

Tabel 5.

## Gezonde ecosystemen

Maatschappelijke opgave

### De kern van dit programma

De druk op de ecosystemen neemt toe door groei van de bevolking en economie. Ingrepen en menselijke activiteiten in water- en bodemsysteem belasten de ecologische veerkracht van rivieren, meren, estuaria, kustwateren en grondwater. Meststoffen en milieuvreemde stoffen zoals gewasbeschermingsmiddelen, medicijnresten en (micro)plastics vormen een toenemende bedreiging voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Hierdoor staan ook de diensten die ecosystemen voor de maatschappij leveren onder druk. Daarbij is ook de humane gezondheid op een directe en indirecte wijze afhankelijk van de kwaliteit en functioneren van ecosystemen. Om tot gezondere ecosystemen voor mens en natuur te komen is inzicht en informatie nodig over inrichting en beheer van ecosystemen, en kennis over bronnen, transport en gedrag en impact van stoffen. Het complex aan stressfactoren vraagt om integrale kennis van de systemen in relatie tot de ontwikkelingen en menselijke activiteiten, in de keten van ecologie, waterkwaliteit, ondergrond, hydrologie, sediment, morfologie en hydrodynamica. Voor onderbouwing en ontwerpen van duurzame oplossingen voor gezonde ecosystemen is deze kennis noodzakelijk.

In dit programma ontwikkelen we systeemkennis en maken we deze hanteerbaar voor het vinden van antwoorden op hedendaagse complexe vraagstukken met behulp van instrumentarium, scenario's, ontwerp van oplossingen en inrichtingsconcepten. Hiermee kunnen handelingsperspectieven gezocht worden en advies gegeven worden bij besluitvorming.



Het programma gaat over kennis van het ecologisch en chemisch functioneren van water- en bodemsystemen, de invloeden van klimaatverandering en menselijke ingrepen daarop en de wisselwerking tussen ecosystemegezondheid en menselijke gezondheid. Daarbij gaat het over kennis voor het ontwerpen van herstelmaatregelen en het inzichtelijk maken van de toestand en trends met meetmethoden, data-analysetechnieken, modelinstrumenten en informatiesystemen. Door het maken en analyseren van scenario's schetsen we de toekomstige trends van ecologische veerkracht en waterkwaliteit. Bovendien bieden de scenario's inzicht welke ecosystemendiensten nog mogelijk zijn bij welke ontwikkelingen en keuzes van maatregelen.





Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	<p>Het ontwikkelen en hanteerbaar maken van systeemkennis voor het vinden van antwoorden op de hedendaagse complexe vraagstukken op gebied van ecologie en waterkwaliteit met behulp van instrumentarium, scenario's, ontwerp van oplossingen en inrichtingsconcepten. Met deze kennis kunnen handelingsperspectieven en adviezen gegeven worden bij besluitvorming.</p> <p>De prioriteiten die we hierbij voor de komende jaren zien, zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inzichtelijk maken van de relatie tussen het functioneren van ecosystemen en de gevolgen daarvan op humane gezondheid.</li> <li>• Het ontwikkelen van een geïntegreerd modelinstrumentarium voor het verkennen van scenario's en duiden van de impact op natuur en mens.</li> <li>• Antropogene stoffen, zoals opkomende stoffen en plastics: kennis, instrumenten en oplossingen om te prioriteren welke stoffen waar en hoe aan te pakken</li> <li>• Reductie van broeikasgasemissies door verandering in waterbeheer en bijdragen aan vastlegging van broeikasgas en negatieve emissies door ingrepen in het water en bodemsysteem (land, water, oceaan).</li> </ul>
<b>Subdoel 1</b>	<p>Ontwikkeling van een samenhangend instrumentarium voor de analyse, simulatie en monitoring van processen in water- en bodemsystemen. Dit instrumentarium is gebaseerd op de nieuwste kennis en inzichten op het gebied van de processen die aquatische ecologische kwaliteit, waterkwaliteit en ecosysteem gezondheid beïnvloeden op relevante tijd- en ruimteschalen. Het instrumentarium levert kennis en inzichten op, waarmee we overheden, bedrijfsleven en kennisinstellingen ondersteunen bij complexe maatschappelijke vraagstukken. Nieuwe digitale technologieën maken het mogelijk om onze systeemkennis te vergroten en over te dragen aan stakeholders. Voorbeelden: een geïntegreerd Noordzee modelinstrumentarium (link met het programma Zeeën en kustgebieden) of een geïntegreerd Habitat model.</p>
<b>Subdoel 2</b>	<p>Het toepasbaar maken van innovatieve inrichtingsconcepten en oplossingen voor de praktijk met desk- lab- en veldstudies. We zetten in op ontwikkeling van kennis en tools in het lab en in het veld en dragen bij aan pilots en proeftuinen om zo beter bij de praktijk en toepassing van kennis betrokken te zijn. Voorbeelden: TKI-PAGW proeftuin, Griftpark, BlueCan, Kleirijperij of Marker Wadden.</p>
<b>Subdoel 3</b>	<p>Binnen Deltares via afdelingen, regio's en overlegstructuren (WWKM; Plastics lunch; Castel lunch; vieze stoffen overleg; EU desk). Structuur van werken is volgens een uitvoeringsstrategie voor een portfolio voor meerdere jaren die beantwoordt aan de kern van het programma. Er worden portfolio-uitvoeringsstrategieën opgesteld worden voor verschillende onderwerpen (zoals Emission models; Plastics; Anthropogenic substances; Water &amp; Health).</p>

Tabel 1.



Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	<p><b>Systeemkennis</b></p> <p>Het ontwikkelen van kennis over processen in het water en de bodem met betrekking tot waterkwaliteit, ecologie, ondergrond en sediment, in relatie tot emissies, klimaatverandering, duurzaam gebruik van ecosystemen en de impact op de gezondheid van mens en natuur.</p> <p>Projectvoorbeelden: One HealthPact (NCOH); STW Water tagging; H2020 Marie Curie mixotrophie; Green deal antropogene stoffen en zero pollution; NUS Singapore AIOs plastics; Urban Pulse II; ITN P-trap; ITN Microplast; NWA Orc Mission Microplastics; SUSPECT emerging compounds; KIMA (Kennis en Innovatie programma Marker Wadden), Kennisimpuls waterkwaliteit, PAGW proeftuin.</p>
<b>Lijn 2</b>	<p><b>Oplossingen en inrichting</b></p> <p>Het uitwerken van oplossingen voor ecologische en waterkwaliteitsvraagstukken en de wisselwerking hiervan met grootschalige, lange termijn ontwikkelingen zoals klimaatverandering en maatschappelijke ontwikkelingen. Hierbij horen groene saneringen, methoden om broeikasgassen vast te leggen en innovatieve inrichtingsconcepten.</p> <p>Projectvoorbeelden: GHG reductie van emissies door verandering in waterbeheer en bijdragen aan negatieve broeikasgas emissies door ingrepen in het water en bodemsysteem (land, water, oceaan)</p> <p>Projectvoorbeelden: BlueCan, PAGW-proeftuin, CO2Action; C2Ocean NWA, Blue Carbon programma; TTW Mangroves and Mussels; Duurzaam CO2 afvangen; Interreg RESANAT; H2020 Sustabiome; H2020 MAELSTROM plastics.</p>
<b>Lijn3</b>	<p><b>Instrumentarium</b></p> <p>Het ontwikkelen van een samenhangend instrumentarium voor het diagnosticeren en simuleren van processen in water en de impact op ecosystemen en gezondheid. Het instrumentarium bestaat uit simulatiesoftware, data science technieken en meet- en monitoringstechnieken.</p> <p>Projectvoorbeelden: World water quality assessment UN; Noordzee geïntegreerd modelinstrumentarium, H2020 E-shape; H2020 SHARE microplastics; Zon op Water instrumentarium.</p>
<b>Lijn4</b>	<p><b>Scenario's en verkenningen</b></p> <p>Het analyseren van de impact van toekomstscenario's (klimaatverandering, ruimtelijke ontwikkelingen) op ecosysteemdiensten en gezondheid van mens en natuur. Het verkennen van de invloed van innovatieve oplossingsrichtingen op de middellange en lange termijn ontwikkeling van ecosystemen.</p> <p>Projectvoorbeelden: Indicator Grijs grondwater; generiek Noordzee model; OHPACT (NWA project op toekomstscenario's voor muggengerelateerde vectorziekten); EEA indicators; Vitens flexibele winningen toekomst; Algae forecasting NWO; WOZEP toekomstscenario's offshore wind; FutureMARES scenario's duurzame oogst en natuurherstel onder klimaatverandering.</p>

Tabel 2.

Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1 - Global</b>	<p>SDG's: specifiek: 3 good health and wellbeing; 6 Clean water and sanitation; 7 Affordable and clean energy; 9 Industry, innovation and infrastructure; 11 Sustainable cities and communities; 13 Climate action; 14 Life below water; 15 Life on land</p> <p>Parijsakkoord COP21</p> <p>UN-ECE/WHO protocol on Water &amp; Health</p>
<b>Missie/agenda2 - EU</b>	<p>Mission Areas: C. Healthy Oceans and Natural Waters en E. Soil Health for sustainable food. Specifiek: EU Water Framework Directive, EU Marine Strategy Framework Directive, EU Green Deal, EU non-toxic Environment Strategy</p>
<b>Missie/agenda3 - Nationaal</b>	<p>NL Maatschappelijke missies; Specifiek: Thema Landbouw, water en voedsel (i.h.b. C. Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied; E. Duurzame en veilige Noordzee, oceanen en binnenwateren) en Thema Energie en Duurzaamheid</p>
<b>Toekomstige delta's</b>	<p>Welke invloed hebben toekomstige veranderingen op de ontwikkeling en kwaliteit van ecosystemen en randvoorwaarden voor biodiversiteit</p>
<b>Duurzame delta's</b>	<p>Schoon en gezond water voor mens en natuur, minimaliseren van de impact van energietransitie en voedselbeschikbaarheid op water- en bodemkwaliteit en ecosystemen</p>

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Bijdrage aan de World Water Quality Assessment die door de United Nations is geïnitieerd: modellering van de waterkwaliteit op mondiale schaal, voor toxische stoffen en plastics.	De World Water Quality Assessment geeft inzicht in de waterkwaliteitsproblematiek op wereldschaal en de impact op ecosystemen en gezondheid.  We werken samen met internationale partners die elk een deel van de problematiek met hun modelinstrumentarium in kaart brengen.  Het rapport wordt op de 5e Sessie van de United Nations Environment Assembly in 2021 gepresenteerd. De Assessment ondersteunt het halen van SDG 6.
<b>Output 2</b>	Deltares wil in 2021 van het project BlueCan omzetten naar een breder programma waar toegepast en fundamenteel onderzoek bij elkaar komen. Het programma wil de belangrijkste vragen beantwoorden die er zijn rond water en de koolstofcyclus. Het programma wil een impuls geven aan de kennisontwikkeling zodat sneller duidelijk wordt wat de omvang van het probleem is en wat de mogelijkheden zijn om een duurzame watersector te bereiken. Ook het verbinden van het klimaatdossier met het waterkwaliteitsbeleid staat centraal in het programma.	Het programma duurt 5 jaar en verbindt mensen en organisaties, er zit energie en enthousiasme bij de trekkers en deelnemers van het programma. Het programma wil kennisontwikkeling toevoegen aan toekomstige projecten en kennisuitwisseling tussen projecten bevorderen. Het programma verbindt wetenschappelijke kennis met de praktijk van waterbeheerders, natuurbeheerders en bedrijfsleven.
<b>Output 3</b>	Voorstel EU Green Deal met betrekking tot antropogene stoffen en zero pollution.	Onderdeel van de toolbox prioritering antropogene stoffen: Deltares kennis inzetten voor de green deal doelen.
<b>Output 4</b>	Verbeterde methode om antibioticaresistentie (AMR) in oppervlaktewater te bepalen, inzicht in verspreiding van bacteriën en AMR via water van en naar ziekenhuizen.	Meer kennis over de relatieve bijdrage van verschillende bronnen van AMR in diverse settings; ontwikkeling van universele AMR monitoringstrategie voor mens en omgeving ter ondersteuning van preventieve maatregelen; versterkte samenwerking met medische partners.

Tabel 4.



## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale

Type partner	
<b>TO2</b>	WUR-instituten (WMR, WEnR en WEcR), TNO en MARIN.
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	NIOZ, NIOO, UvA, RUG, UU, WUR, TUD, Hogeschool Zeeland, AERES, Saxion, Erasmus MC, LU, Radboud Universiteit
<b>Overheid</b>	Ministeries (IenW, EZK, LNV), RWS-WVL, RWS-GPO, waterschappen, provincies, gemeenten, PBL, KNMI, RIVM, EU-DGs
<b>Markt</b>	Adviesbureaus, baggeraars, aquacultuur, recreatiesector, technologie leveranciers, energiesector, drinkwaterbedrijven en andere industrie die water gebruikt. Nederland, Europe, SE Asia, USA and Canada, Australie, Nieuw Zeeland en Africa,
<b>Overig, indien van toepassing</b>	KWR, NCOH, EcoShape, diverse NGOs (NM en WNF), UN-wqa-partners, EMODnet, Worldbank

Tabel 5.

partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

## Energietransitie

*Maatschappelijke opgave*

### De kern van dit programma

Een van de grootste mondiale uitdagingen is de energietransitie. Het programma Energietransitie beoogt met kennis, systeem- en procesinnovaties de duurzame energietransitie te faciliteren en te versnellen. Met onze systeemkennis van water- en ondergrond, infrastructuur en technologieën en sociaal-economische kennis helpen we om (inter)nationale en regionale ambities waar te maken. Uitgangspunt hierbij is betaalbare, betrouwbare, praktisch uitvoerbare en maatschappelijk aanvaardbare oplossingsrichtingen en technologieën. Het programma neemt alle onderdelen van het kennis- en innovatieproces in beschouwing: systeemanalyse, ontwerpaspecten, meten en monitoren, modelleren, handelingsperspectieven, implementatie en effecten.

In de komende jaren richt het programma zich op:

- Duurzame energiediensten in de vorm van warmte uit water en bodem geïntegreerd in collectieve warmtenetten.** Het betreft winning, opslag en transport van warmte en koude. Het gaat met name om aquathermie en warmtekoude opslag. De versnelling gaat over geïntegreerde warmtesystemen met aansluiting van meerdere duurzame energiebronnen en laag- en hoog-thermische opslag. Slimme sturing is daarbij cruciaal. Besparing heeft ook aandacht.
- Duurzame energiediensten in de vorm van elektriciteit vanuit water en bodem: grootschalige windenergie, zon op water, waterkracht en waterstof.** Het betreft infrastructuur, conversie, transport en opslag. Onze kennis, tools en modellen richten zich op kostenefficiëntie, technische optimalisatie, voorspelba-

re productie en beperking van risico's.

- Ruimtelijke en ecologische gevolgen en medegebruik.** Inzicht in ruimtelijke en ecologische gevolgen van grootschalige toepassing van energiediensten in water en bodem (aquathermie, geothermie, zonne- en windenergie, waterkracht, warmtekoudeopslag, hoogtemperatuuropslag), afwegingen voor multifunctioneel gebruik en het versterken van biodiversiteit. Ook is er aandacht voor de implementatie wet- en regelgeving.
- Systeemintegratie en ondersteuning opschaling.** Het betreft ontwikkeling van integrale modellen van water- en ondergrondsysteem en integratie van warmte- en elektriciteitssystemen ter ondersteuning van de verdere opschaling van winning en opslag van energie, én het ontwikkelen van transitiepaden en beslissingsondersteunende instrumenten die bijdragen aan verantwoorde keuzes en afwegingen in het energiebeleid.
- Integratie energietransitie met andere opgaven en transities.** Integratie zal vorm krijgen door uitwerking van gebiedsgericht opgavengestuurd werken. Daarmee draagt het bij aan omge-



vingsbeleid.

Figuur 1. Impressie van Deltares en de energietransitie





Wat zijn de belangrijkste doelen van dit  
 Wat zijn de belangrijkste doelen van dit

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Het programma Energietransitie beoogt met kennis, systeem- en procesinnovaties de duurzame energietransitie van Nederland, en mogelijk Europa en daarbuiten, te faciliteren en te versnellen.
<b>Subdoel 1</b>	<p>Ontwikkelen van tools en instrumenten waarmee aquathermie als volwaardig alternatief in de Regionale Energiestrategieën en warmtetransitieplannen kan worden meegenomen en waarmee opschalingsroutes kunnen worden verkend.</p> <p>Ontwikkelen van een shortlist van pilots voor geïntegreerde, collectieve warmtenetten met aansluiting van meerdere duurzame energiebronnen en laag- en hoog-thermische opslag op basis van slimme sturing met partners in de warmtewaardeketen.</p> <p>*Subdoelen zijn gekoppeld aan het programma WarmingUP</p>
<b>Subdoel 2</b>	<p>Ontwikkeling van kennis, tools en modellen voor innovatieve, kosteneffectieve, risicobewuste, milieuvriendelijke en circulaire toepassing van offshore wind infrastructuur (bv funderingen, elektriciteitskabels, transformatorstations) en waterkracht.</p> <p>*Subdoel is deels afhankelijk van honorering subsidievoorstellen (m.n. TKI, HER+, MOOI tenders), die in voorbereiding zijn.</p>
<b>Subdoel 3</b>	<p>Vergroten van inzicht in de gevolgen van grootschalige toepassing van energiediensten (aquathermie, geothermie, zonne-energie en eventueel waterkracht) inclusief de ecologische effecten op het bodem- en watersysteem met aandacht voor de wet- en regelgeving bij implementatie.</p> <p>*Subdoel is deels afhankelijk van honorering MOOI tenders, die in voorbereiding zijn.</p>

Tabel 1.

programma?

Wat zijn de beoogde programmaliijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn 1</b>	<b>Duurzame energiediensten</b> in de vorm van <b>warmte</b> uit water en bodem geïntegreerd in collectieve warmtenetten, met focus op aquathermie en opslag van warmte
<b>Lijn 2</b>	<b>Duurzame energiediensten</b> in de vorm van <b>elektriciteit</b> vanuit water en bodem: windenergie, zon op water, waterkracht en opslag van waterstof
<b>Lijn 3</b>	<b>Ruimtelijke en ecologische gevolgen en medegebruik.</b> Inzicht in gevolgen van grootschalige toepassing energiediensten: aquathermie, geothermie, zonne- en windenergie, waterkracht, warmtekoeldeopslag, hoogtemperatuuropslag.
<b>Lijn 4</b>	<b>Systeemintegratie en ondersteuning opschaling</b> (in voorbereiding)
<b>Lijn 5</b>	<b>Integratie energietransitie met andere opgaven en transities</b> (in voorbereiding)

Tabel 2.



## Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1</b>	<p><b>Integrale Kennis en Innovatie Agenda voor Klimaat en Energie: Energietransitie en Duurzaamheid</b> (van EZK; valt onder het Klimaatakkoord, is uitwerking van het <b>Parijs Akkoord</b>)</p> <p>De ambitie is om ons te richten op de volgende missies uit de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's:</p> <p>Missie A. Een volledig CO2-vrij elektriciteitssysteem in 2050</p> <p>Missie A1. Hernieuwbare elektriciteit op zee</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMIP 1, Hernieuwbare elektriciteit op zee</li> <li>• MMIP 8 Elektrificatie en radicaal vernieuwde processen</li> <li>• MMIP 13 Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem</li> </ul> <p>Missie A2. Hernieuwbare elektriciteit op land</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMIP 2 Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land</li> <li>• MMIP 13 Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem</li> </ul> <p>Missie B. Een CO2 vrije gebouwde omgeving</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMIP 3 Versnelling van energierenovaties-in-de-gebouwde-omgeving</li> <li>• MMIP 4 Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving inclusief glastuinbouw</li> <li>• MMIP 5 Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving</li> <li>• MMIP 13 Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem</li> </ul> <p>Missie C. In 2050 zijn grondstoffen, producten en processen in de industrie netto klimaatneutraal en voor tenminste 80% circulair</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMIP 6 Sluiting van industriële ketens</li> <li>• MMIP 7 Een CO2-vrij industrieelwarmtesysteem</li> <li>• MMIP 8 Elektrificatie en radicaal vernieuwde processen</li> <li>• MMIP 13 Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem</li> </ul>
<b>Missie/agenda2</b>	<p><b>Kennis en Innovatie Agenda: Landbouw Water Voedsel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Missie C: Klimaatbestendig landelijk en stedelijke gebied</li> <li>• Missie E: Duurzame en veilige wateren</li> </ul>
<b>Missie/agenda3</b>	<b>Green Deal Europa</b>
<b>Missie/agenda4</b>	<p><b>Sustainable Development Goals</b></p> <p>SDG 7: Verzekeren toegang tot betaalbare, betrouwbare, duurzame en moderne energie voor iedereen</p> <p>(En verbonden aan SDG 6, 9, 11, 13, 14 en 15)</p>
<b>Duurzame delta's</b>	Het programma Energietransitie beoogt met kennis, systeem- en procesinnovaties de duurzame energietransitie te faciliteren en te versnellen
<b>Veerkrachtige infrastructuur</b>	Integratie met andere opgaven (gebiedsgericht opgavengestuurd werken).

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<p><b>Output 1</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• design en sturingstoolkit voor slimme, geïntegreerde, collectieve warmtenetten</li> <li>• ontwerprichtlijnen voor groot-schalige, efficiëntere en kosteneffectieve aanleg warmtenetten</li> <li>• potentiekaarten, masterplannen, technische configuraties aquathermie</li> <li>• tool voor gedragen keuzes en opschalingsroutes</li> <li>• lokale arrangementen voor organisatie en financiering</li> </ul>	<p><i>Maatschappelijke impact:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• We ontwikkelen met partners uit de warmtewaardeketen tools en instrumenten voor ontwerp en aansturing, aanleg en beheer van collectieve warmtesystemen, die gevoed worden met duurzame bronnen en die mogelijkheden biedt voor seizoensopslag (eind 2021 veel conceptproducten, eind 2022 definitief en met toepassing in pilot-gebieden). Samenwerking krijgt vooral vorm door het consortium WarmingUP.</li> <li>• Bij brede toepassing zullen onze resultaten zorgen voor een versnelling van de warmtetransitie en een CO2 vrije gebouwde omgeving (bijdrage aan het bereiken van tussendoelen in 2030: 200.000 bestaande woningen/jaar van aardgas af; 1,5 mln. woningen en 15% van de u-bouw en maatschappelijk vastgoed, aardgasvrij; minimaal 20% van het lokale energiegebruik (incl. EV) binnen de gebouwde omgeving duurzaam opgewekt). Onze kennisdisseminatiepartners helpen ons om de kennis te laten landen in grote landelijke netwerken.</li> <li>• Draagt ook bij aan KIA LWV – “Veilige en duurzame wateren” door hanteren van “precautionary principle” bij koudelozingen agv aquathermie en “Klimaatbestendig landelijk en stedelijke gebied” door de mogelijkheden voor integratie van aanleg warmtenetten en oplossingen voor klimaatadaptatie te integreren.</li> <li>• Valt samen met doelen voor Parijs Akkoord en SDG 7</li> </ul> <p><i>Wetenschappelijke impact:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• artikelen van PhD-ers en PhEng-ers</li> </ul>
<p><b>Output 2</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapportages over het voorkomen van breuken in kabels en leidingen. Het transport van windenergie gaat via elektriciteitskabels die net onder de zeebodem lopen. Veranderingen in de bodem leggen de kabels bloot en maken ze kwetsbaar. 70% van de verzekeringsclaims in de offshore windenergie komen hieruit voort. Als initiatiefnemer en coördinator van het JIP Cable Lifetime Monitoring programma onderzoekt Deltares hoe breuken in kabels en leidingen kunnen worden voorkomen.</li> <li>• Funderingen van offshore-windturbines (OWT's) tellen ongeveer 25% van de kosten van zo'n OWT en met de toename van hun grote van die turbines, is er behoefte aan innovatieve en kosteneffectieve funderingssinstallatiemethoden. Deltares werkt samen met partners aan enkele projecten met betrekking tot innovatieve installatiemethoden voor monopiles (en decommissioning). De werkzaamheden resulteren in het testen en valideren van nieuwe concepten, waarbij de mogelijke risico's en de mogelijke impact op de omgeving worden gekwantificeerd.</li> </ul>	<p><i>Maatschappelijke impact:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het beperken van kabelfalen en nieuwe installatietechnieken voor funderingen dragen bij aan het behalen van de nationale doelstelling van 11 gigawatt aan betrouwbaar en duurzaam opgewekte windenergie in 2030 tegen lage maatschappelijke kosten. En draagt bij aan het realiseren van een volledig CO2 vrij elektriciteitssysteem. In 2030: wordt er minimaal 49 TWh elektriciteit opgewekt met wind op zee.</li> <li>• Valt samen met doelen voor Parijs Akkoord en SDG 7</li> </ul> <p><i>Wetenschappelijke impact:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artikelen (bv elke JIP levert 1 tot 3 artikelen)</li> </ul>
<p><b>Output 3</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapporten over optimale sturing van waterkrachtcentrales, waarin de hydrologie en energieprijzen integraal geoptimaliseerd worden ism waterkrachtbedrijven in Noord-Amerika en/of Oostenrijk.</li> </ul>	<p><i>Maatschappelijke impact:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze integratie is nodig om de toenemende productie van variabele elektriciteit zoveel mogelijk op te vangen met bestaande waterkracht-installaties.</li> </ul>

Tabel 4.



## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	TNO, KWR Water Research, MARIN
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	Erasmus Universiteit Rotterdam, Saxion Hogescholen, TU Delft, TU Eindhoven en Universiteit Utrecht, Wageningen Research
<b>Overheid</b>	Partijen in de watersector (RWS, STOWA en UvW), diverse gemeenten en regio's, TKIs en RVO, EZK, BZK, I&W, PBL, ECW, prov ZH
<b>Markt</b>	Warmtebedrijven (Eneco, Ennatuurlijk, HVC, SVP en Vattenfall), Netbedrijven (Capturam, Enpuls, Firan en NetVerder), Partijen in bodemenergie (BodemenergieNL, EBN, Engie, Huisman en Shell), DNV GL, Brem funderingstechniek, Van den Hoek Photonics, O-PAC, Berenschot, Adviesbureaus, installatiebedrijven
<b>Overig, indien van toepassing</b>	Kennisdisseminatiepartijen als Stichting Warmtewetwerk, Netwerk Aquathermie en Platform Geothermie, bewonerscollectieven, living labs

Tabel 5a. Belangrijkste Nederlandse partners

Type partner	
<b>TO2</b>	nvt
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	Bremen universiteit, ...
<b>Overheid</b>	EU, UAE overheid, Saudi overheid
<b>Markt</b>	Offshore aannemers (DEME Group, Jan de Nul, Boskalis Westminster, van Oord), Offshore developers (Vattenfall SN, Orsted, RWE Germany, Shell), OME (IC IQIP, CAPE Holland), Netbeheerders (State Grid Corporation of China, National Grid UK, Iberdrola), Adviesbureaus (Marlinks, Primo Marin) en Verzekeraars (AXA, Delta Lloyd), Hydropower-bedrijven, Salto Grande (Uruguay), Tres Marias Dam (Brazilië), GRDA TVA (USA), BC Hydro (CA), Verbund (AUT)
<b>Overig, indien van toepassing</b>	ICOLD, IHA, EWEA

Tabel 5b. Belangrijkste buitenlandse partners

## Duurzaam

*Methodologische opgave*

### De kern van dit programma

Gezonde ecosystemen zijn essentieel voor het duurzaam leefbaar en veilig houden van deltagebieden. Ze vormen een onmisbare bron van cruciale grondstoffen voor onze samenleving als zand, slib, grondwater en oppervlaktewater. En ecosystemen bieden bescherming tegen extreme omstandigheden zoals stormen en droogte, ook wel nature-based solutions. Economische, maatschappelijke en klimaatontwikkelingen maken dat ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen onder druk staan, waardoor beschikbaarheid van grondstoffen in gevaar komt en de levering van cruciale ecosysteemdiensten zoals veiligheid tegen overstromingen in het geding is.

Duurzaamheid staat nationaal en internationaal hoog op agenda's. Veel overheden hebben de ambitieuze transitie ingezet naar een duurzamere circulaire economie, met klimaatneutraal en circulair beheer en gebruik van grondstoffen en natuurlijke systemen als centrale elementen. De Nederlandse overheid wil in 2050 100% circulair zijn, en 50% in 2030. Nature-based solutions worden overal gepromoot als antwoord op veranderende klimaatomstandigheden. Tegelijkertijd zien we dat de meerwaarde van nature-based solutions vaak onbenut blijven en dat overheden worstelen met het waarmaken van duurzaamheidsambities. Het programma 'duurzaamheid' richt zich op duurzaam en efficiënt beheer en gebruik van water-gerelateerde ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen in delta's, en het ontwikkelen van duurzame, circulaire en nature-based oplossingen (inclusief hybride oplossingen) voor het inrichten van veilige en veerkrachtige delta's.



We ontwikkelen beoordelingskaders om circulariteit en duurzaamheid onderdeel te maken van planvorming, ontwerp en besluitvorming. Hieronder valt het kwantificeren van grondstofcycli, het 'scoren' van circulaire, duurzame en nature-based alternatieven op bijvoorbeeld het bereiken van SDG's doelen, en het afwegen van risico's. We werken aan oplossingen en strategieën voor het duurzaam beheer van ecosystemen, slim (her)gebruik van grondstoffen, en duurzame, nature-based solutions voor de inrichting van een veilige en veerkrachtige delta. We zetten in op methodes en instrumenten die implementatie en mainstreamen van een duurzame oplossingen en strategieën mogelijk maken. We bouwen aan een inclusieve, multi-stakeholder aanpak, een landschapsbenadering en duurzame business cases.

### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Bijdragen aan duurzaam beheer en gebruik van ecosystemen en implementatie van duurzame oplossingen en strategieën voor leefbare en veilige deltagebieden met een veerkrachtige infrastructuur.
<b>Subdoel 1</b>	Ontwikkeling van oplossingen, strategieën en beoordelingskaders voor duurzaam beheer van ecosystemen om het natuurlijke systeem te beschermen en versterken, de levering van cruciale ecosysteemdiensten te optimaliseren en de beschikbaarheid van natuurlijke hulpbronnen te waarborgen.
<b>Subdoel 2</b>	Bijdragen aan het op grote schaal mogelijk maken en mainstreamen van duurzame oplossingen en strategieën .
....	

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>  <b>Beoordelingskaders voor duurzaamheid</b>	<p>Het mogelijk maken van oplossingen en strategieën voor duurzaam beheer van ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen en duurzame oplossingen voor een veilige delta met veerkrachtige infrastructuur vraagt om passende beoordelingskaders die het mogelijk maken om deze duurzame alternatieven op een eerlijke wijze te kunnen vergelijken met hun minder duurzame concurrenten. Duurzame alternatieven zijn relevant voor maatschappelijke doelstellingen gerelateerd aan circulariteit, klimaat en SDG's. Echter op dit moment is dit nog maar beperkt inzichtelijk te maken. Deze lijn richt zich op het ontwikkelen van passende beoordelingskaders om de bijdragen van duurzame oplossingen en strategieën aan maatschappelijke doelen (waar mogelijk kwantitatief) inzichtelijk te maken.</p> <p>Ambities:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beoordelingskaders brengen zo veel mogelijk kwantitatief effecten en effectiviteit van duurzame oplossingen en beheermaatregelen in beeld. Hiermee wordt de besluitvorming ondersteund en worden de bijdragen aan maatschappelijke doelstellingen zoals circulariteit, klimaatdoelen en SDG's helder gemaakt.</li> <li>• Naast effecten van maatregelen geven kaders inzicht in de risico's van oplossingsrichtingen.</li> <li>• Beoordelingskaders doen recht aan de typische eigenschappen van duurzame oplossingen en doen recht aan onder meer natuurlijke dynamiek en grotere tijd- en ruimteschaal. Een life-cycle benadering kan hierbij zinvol zijn.</li> <li>• Kennis en kwantificering van CO2 emissies in relatie met natuurlijke systemen (bijv. van sediment of wateren). Bijvoorbeeld het vastleggen van CO2, bijv. mangroven of wetlands.</li> </ul> <p>Tools, producten en projecten (niet uitputtend):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulair gebruik van baggermateriaal</li> <li>• Portfolio succesverhalen circulaire systemen</li> <li>• Kwantificeren NBS effectiviteit mbt SDG's (voortzetting SO2020) en nexus-doelen (H2020proposal REXUS)</li> <li>• koppeling met IRM</li> </ul>
<b>Lijn2</b>  <b>Ontwikkelen, testen, demonstreren en verbeteren van duurzame beheermaatregelen en oplossingen</b>	<p>Lijn 2 richt zich op het ontwikkelen, testen, demonstreren en verbeteren van oplossingen en strategieën voor duurzaam beheer van ecosystemen, om ecosystemen te beschermen en versterken, de levering van cruciale ecosysteemdiensten te optimaliseren en tegelijkertijd de beschikbaarheid van natuurlijke hulpbronnen te waarborgen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepten voor duurzaam (grond-)water- en sedimentbeheer, waaronder duurzame bagger strategieën en grondverzet en het nuttig toepassen van (gebaggerd) sediment (zand en slib) voor herstel van natuurlijke systemen</li> <li>• Methodes om huidige en toekomstige beschikbaarheid van, en vraag naar grondstoffen te kwantificeren (meten, modelleren); begrip van randvoorwaarden van natuurlijk systeem voor 'levering' van grondstoffen – wat is de draagkracht van het systeem</li> </ul>





	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkelen en testen van circulaire alternatieven voor het gebruik van zand, sediment en grond- en oppervlaktewater;</li> <li>• Kwantificeren van functionaliteit en het gedrag van NBS onder extreme omstandigheden (bijv. mede aan de hand van experimentele proeven in o.a. de deltagoot) en natuurlijke (seizoen) dynamieken;</li> <li>• Risicogevoeligheid van dynamische systemen kwantificeren (definitie van risico af te stemmen, niet alleen maar technische risico, maar ook financiële, politiek, imago...etc)</li> </ul> <p>Tools en projecten (niet uitputtend)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effectief hergebruik van gebiedseigen materiaal voor dijkbouw (bijv. Kleirijperij, Brede Groene Dijk en Meegroeidijk) of landaanwinning (NUS);</li> <li>• Mangroves onder extreme omstandigheden;</li> <li>• Vegetatie-sediment-stromingsinteractie modellering (ism o.a. TUDelft en KICT – river experiment center)</li> <li>• Grondwaterbeschikbaarheid; verkenning naar combineren van technologieën (MAR+ATES)</li> <li>• Hergebruik slib voor landaanwinningsmethoden - veldexperimenten (NUS)</li> <li>• Geotools voor zeebodem classificatieBlueSeas – Development of a Sustainable Circular Blue Carbon Economy (biofuels from aquatic biomass)</li> <li>• Methodes voor maatregel-analyses tbv klimaatrobuste catchments en duurzaam rivierbeheer</li> </ul>
<p><b>Lijn3</b></p> <p><b>Implementatie van duurzame beheermaatregelen en oplossingen</b></p>	<p>Implementatie van duurzame oplossingen blijft achter bij de kennisontwikkeling en de maatschappelijke opgaven. Deze programmalijn zet in op het ondersteunen van grootschalige implementatie en mainstreamen van duurzame oplossingen en beheermaatregelen.</p> <p>Ambities:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Knelpuntanalyse</b> van de transitie naar duurzame beheer en oplossingen</li> <li>• <b>Inclusiviteit en multi-stakeholder benadering</b> NBS zijn multifunctioneel en verbonden met het lokaal sociaalecologisch systeem. Implementatie is afhankelijk van samenwerking tussen meerdere partijen, en betrokkenheid van lokale gemeenschappen. Een NBS oplossing is daarmee inherent inclusief. Ook circulaire maatregelen gericht op duurzamer gebruik en beheer van natuurlijke hulpbronnen vraagt om betrokkenheid van stakeholders over de gehele keten van grondstoffen. – Een dergelijke ketenbenadering vraagt vaak om samenwerking met meer partijen dan bij ‘eenvoudig’ grondstofgebruik. Samenwerking is nodig zowel in de ontwerp fase als tijdens de fase van beheer en monitoring die een adaptieve multi-stakeholder aanpak vraagt. We werken aan benaderingen gericht op het vinden van win-win oplossingen en samenwerking tussen betrokken partijen (principes uit o.m. cooperative game theory en mutual gains). Gezamenlijk leren, kennis delen en ontwikkelen, tussen stakeholders, experts en lokale gemeenschappen is een fundamenteel onderdeel van deze aanpak.</li> <li>• <b>Landschapsbenadering</b> Een van de knelpunten mbt NBS implementatie is een focus op een ‘functie’ (bijvoorbeeld veiligheid of een geïsoleerd onderdeel van een landschap (bijvoorbeeld een dijk). Een transitie richting NBS vraagt een verschuiving van een mono-functioneel perspectief naar integraal perspectief waar het landschap en de onderliggende ecologische processen worden meegenomen als basis voor een ontwerp. Bij circulaire oplossingen voor natuurlijke grondstoffen als zand is het met name uitdagend om een overzicht te krijgen van de verschillende gebruikers in het gehele systeem, op een grotere tijd- en ruimteschaal.</li> <li>• <b>De duurzame business case</b> Wat maakt het zinvol om een duurzame en/of NBS oplossing te implementeren? Denk aan de barriers en enablers van EcoShape. Dit bevat, maar gaat verder dan, een economische analyse.</li> <li>• <b>Het creëren van een community</b> Binnen en buiten Deltares</li> </ul> <p>Tools en projecten (nog niet volledig):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HWBP innovatieproject Natuurlijk Bouwen gericht op verbinden NBS kennis met praktijk vragen en ontwikkelen van toepasbare kennis</li> <li>• Living Dikes voorstel PhD ‘Designing a space for managing monitoring and joint learning</li> <li>• Methodiek ‘meerwaarde van samenwerking’</li> <li>• Soil Mission Support H2020 – roadmap voor kennisontwikkeling op effectief gebruik van grondwater en grondstoffen in de ondergrond.</li> <li>• Climate KIC Act on NBS mainstreaming van NBS in de stad</li> <li>• Initiatief tot vorming TKI op gebied van zand in de Noordzee</li> <li>• Initiatief tot vorming TKI op gebied van NBS in de stad</li> <li>• Initiatief tot vorming TKI op gebied van circulair gebruik bagger uit havens</li> </ul>

Tabel 2.



Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Deltares missie gebied 'Duurzame Delta's'</b>	<p><b>Beoordelingskaders en tools, met subdoelen voor NBS en circulair</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verkenningen naar effecten van winning en gebruik,</li> <li>• kwantificeren van grondstof cycli,</li> <li>• ontwikkeling en toetsen circulaire systemen,</li> <li>• strategieën voor klimaat neutraal en efficiënt beheer van bodem, water en sediment;</li> <li>• beoordelingskader dat ook natuurwaarde optimaliseert;</li> <li>• instrumenten om voortgang van SDGs te monitoren</li> </ul>
<b>Deltares Missiegebied 'Veilige Deltares'</b>	<p><b>Ontwerp &amp; techniek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• methoden voor risico afweging en besluitvorming voor bescherming tegen extreme natuurverschijnselen, inclusief onderliggende kwantificering</li> </ul>
<b>'Deltares missiegebied 'veerkrachtige infrastructuur'</b>	<p><b>Grootschalige Implementatie en mainstreaming</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• criteria voor ontwerp en toetsing toekomstbestendige infra werken;</li> <li>• life-cycle based vergelijkingsmethoden voor infra ontwerpen;</li> <li>• infra functionaliteit monitoringssystemen;</li> <li>• faciliteren van implementatie van innovatieve groen/grijze infra;</li> <li>• knelpunten detecteren van transitie naar toekomstbestendige infra),</li> </ul>
<b>KIA LWV</b>	<p><b>Missie C:</b> C1 Klimaatbestendig landelijk gebied: voorkomen van wateroverlast en watertekort.</p> <p><b>C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied</b></p> <p><b>Missie E:</b>E1 Duurzame Noordzee</p> <p><b>E3: Duurzame rivieren, meren en intergetijdenge-bieden</b></p> <p><b>F1 Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoe-ringsprojecten waterbeheer F2: Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen</b></p>
<b>KIA Energietransitie en duurzaamheid</b>	<p>Netto klimaatneutrale grondstoffen en processen en ten minste 80% circulariteit in de industrie in 2050;</p>



<b>International</b>	<p>UN SDGs</p> <p>Het programma draagt direct bij aan de SDG doelen:</p> <p>6 (clean water and sanitation) 6.5 By 2030, implement integrated water resources management at all levels, including through transboundary cooperation as appropriate</p> <p>6.6 By 2020, protect and restore water-related ecosystems, including mountains, forests, wetlands, rivers, aquifers and lakes</p> <p>9.4 By 2030, upgrade infrastructure and retrofit industries to make them sustainable, with increased resource-use efficiency and greater adoption of clean and environmentally sound technologies and industrial processes, with all countries taking action in accordance with their respective capabilities</p> <p>11 (sustainable cities and communities),</p> <p>11.B By 2020, substantially increase the number of cities and human settlements adopting and implementing integrated policies and plans towards inclusion, resource efficiency, mitigation and adaptation to climate change, resilience to disasters, and develop and implement, in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, holistic disaster risk management at all levels</p> <p>12.2 By 2030, achieve the sustainable management and efficient use of natural resources</p> <p>12.6 Encourage companies, especially large and transnational companies, to adopt sustainable practices and to integrate sustainability information into their reporting cycle</p> <p>13 (Climate action)</p> <p>13.1 – strengthen resilience and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters in all countries’</p> <p>13.3 ‘Improve education, awareness-raising and human and institutional capacity on climate change mitigation, adaptation, impact reduction and early warning</p> <p>14.2 By 2020, sustainably manage and protect marine and coastal ecosystems to avoid significant adverse impacts, including by strengthening their resilience, and take action for their restoration in order to achieve healthy and productive oceans</p> <p>15.1 By 2020, ensure the conservation, restoration and sustainable use of terrestrial and inland freshwater ecosystems and their services, in particular forests, wetlands, mountains and drylands, in line with obligations under international agreements</p> <p><b>15.9</b> By 2020, integrate ecosystem and biodiversity values into national and local planning, development processes, poverty reduction strategies and accounts</p> <p><b>15.A</b> Mobilize and significantly increase financial resources from all sources to conserve and sustainably use biodiversity and ecosystems</p> <p>Sendai</p> <p>4. to build back better in recovery, rehabilitation and reconstruction</p> <p>UNFCCC (Paris agreement)</p> <p>UN Habitat agenda</p> <p>EU Mission ‘accelerating the transition to a climate prepared and resilient europe’</p> <p>EU green deal topics 1.3, 7,</p>
----------------------	---

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b> (mbt lijn 1)	1 <sup>e</sup> concept circulair tool voor sediment 1 <sup>e</sup> tool voor hergebruik van sediment op een dijk Knelpunten NBS in de stad Papers onzekerheden NBS Paper Enablers for NBS	Kennisontwikkeling: nieuwe instrumentaria ontwikkelen waarmee stakeholders aan de slag kunnen Kennisdeling: ervaringen delen over beoordelingskaders met besluitvormers Inspiratie: delen van lessen met geïnteresseerde partijen; oproep tot toepassen tools Samenwerking: bijdragen aan community ontwikkeling rond NBS en CE
<b>Output 2</b> (mbt lijn2)	Ecoshape projecten resultaten NUS landaanwinning met slib presentaties / papers GeoTool classification workshop / memo Paper vegetatie-flow-morphology modelling ism KICT	Kennisontwikkeling: nieuwe / betere oplossingen ontwikkelen en testen; praktijk ervaring opdoen Kennisdeling en inspiratie: ervaringen delen over duurzame oplossingen; oproep tot samenwerking en toewerken naar toepassing op grotere schaal Samenwerking: uitwisseling met partijen over ontwikkeling van duurzame oplossingen
<b>Output 3</b> (mbt lijn 3)	'Act on NBS' workshops over implementatiekansen in Europese steden resulterend in wetenschappelijke publicatie Opzet kennisinitiatief Zand in de Noordzee – circular sand management Opzet NBS-internationale community binnen IAHR Uitwerking en toepassing duurzaam & inclusieve aanpak Actieplan implementatie NBS in hoogwaterbescherming NL (ism HWBP)	Kennisdeling en inspiratie: ervaringen delen over knelpunten en implementatiekansen NBS Samenwerking: aanzet tot samenwerkingsinitiatieven op het gebied van circulair beheer van zand, NBS in de stad

Tabel 4.

## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	WEnR IMARES
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	Technische Universiteit Delft Universiteit Utrecht Wageningen Universiteit Twente Universiteit NIOZ National University Singapore
<b>Overheid</b>	Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) RWS/WVL Diverse waterschappen
<b>Markt</b>	Ecoshape 3.0 – consortium partijen Havenbedrijven (o.a. Rotterdam, Venetie, Hong-Kong ...) Verschillende internationale en nationale consultant partijen met wie we portfolio op dit onderwerp ontwikkelen
<b>Overig, indien van toepassing</b>	WWF/TNC/Wetlands International ADB/WB/IDB IUCN/UNEP USACE, ERDEC KICT IAHR/CEDA/PIANC

Tabel 5.

## Risicoanalyse en -management

*Methodologische opgave*

### De kern van dit programma:

Dit methodologische programma behelst de fundamentele en kwantitatieve analyse van risico's, het ontwikkelen van (probabilistische) technieken die toegepast kunnen worden in projecten waar risicobeheersing aan de orde is, en het doorontwikkelen van risicomangement frameworks, zowel voor natuurrampen als infrastructuurle werken. Hiermee levert het programma een belangrijke bijdrage aan de Deltares missiegebieden 'Veilige Delta's', 'Veerkrachtige Infrastructuur' en 'Toekomstige Delta's'. Risicomangement speelt een belangrijke rol bij de veilige en duurzame inrichting van deltagebieden, en is daarmee relevant voor veel Deltares projecten. De kansen op en gevolgen van ongewenste disruptieve gebeurtenissen (zoals overstromingen, andere klimatologische gebeurtenissen of uitval van kritieke infrastructuur) moeten zoveel mogelijk gereduceerd worden. Tegelijkertijd moeten maatregelen daartoe binnen de grenzen van maatschappelijk acceptabele kosten en schaarse ruimte uitgevoerd kunnen worden. Het is daarom van groot belang om kennis te hebben van bestaande risico's en mogelijke maatregelen om deze te reduceren.

Risico's worden gekwantificeerd met een verscheidenheid aan probabilistische tools. Deze tools bieden handvatten om zowel risico's als de effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. De tools kwantificeren de kans op optreden van gebeurtenissen ('faalkansanalyse') en de gevolgen met betrekking tot slachtoffers, economische schade, functioneren van (kritieke) infrastructuur, indirecte schade, sociale ontwrichting en het wegvallen van

basisvoorzieningen. De combinatie van kansen en gevolgen resulteren in relevante indicatoren voor het risico.

Faalkansanalyse biedt belangrijke voordelen bij het beoordelen van bestaande en ontwerp van nieuwe infrastructuur. Zo kan de kans op falen of niet-beschikbaarheid scherper worden beoordeeld en kan de levensduur op een verantwoorde manier worden verlengd, leidend tot significante besparingen. Bij ontwerp en bouw van nieuwe infrastructuur kunnen risicoanalyse en -management tot veiligere en kosten-effectievere oplossingen leiden. Voor het omgaan met risico's in beleid en bestuur zijn en worden diverse internationaal erkende Disaster Risk Reduction Frameworks ontwikkeld. Momenteel is versterking van de verbinding met 'resilience' en 'social inclusiveness' een belangrijke speerpunt.

Dit programma levert essentiële bouwstenen voor onderzoeksgebieden zoals Hoogwaterbescherming, Natuurrampen, Infrastructuurle Netwerken, de Vervangingsopgave en Waterbeschikbaarheid.

### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Het ontwikkelen van nauwkeurige, robuuste en efficiënte methoden en tools voor kwantitatieve risicoanalyse en risicomangement.
<b>Subdoel 1</b>	Het ontwikkelen van kwantitatieve risicoanalysemethoden en tools voor natuurrampen.
<b>Subdoel 2</b>	Het ontwikkelen van betrouwbaarheidsanalyses voor (kritieke) infrastructuur.
<b>Subdoel 3</b>	Het ontwikkelen van methoden en tools voor het bepalen van mogelijke gevolgen van en kwetsbaarheid voor natuurrampen en falen van (kritieke) infrastructuur.
<b>Subdoel 4</b>	Het opstellen en uitwerken van kwantitatieve methoden voor risicomangement frameworks.

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	Risicoanalyses voor natuurrampen (bv. overstromingen, wind, aardverschuivingen, droogtes) en waterbeschikbaarheid
<b>Lijn2</b>	Betrouwbaarheidsanalyses voor (kritieke) infrastructuur (bv. dijken, kademuren, havendammen, baanlichamen, lijninfrastructuur).
<b>Lijn3</b>	Risicomangement frameworks (bv. disaster risk cycle, resilience, social inclusiveness, adaptation pathways, criticality analysis, optimalisatie technieken, risicoperceptie).

Tabel 2.





Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1</b>	<p>KIA Landbouw, Water, Voedsel - Missie F: Nederland is en blijft de best beschermde delta ter wereld, ook na 2100.</p> <p>MMIP F1 Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer</p> <p>Nederland is op dit moment het best beschermde deltagebied ter wereld, met de ambitie om dat ook te blijven. Een 100% veilige delta is een mooi streven, maar onbereikbaar. De (versterkende) maatregelen die de veiligheid waarborgen moeten kosteneffectief worden uitgevoerd om de totale investering voor een toekomstig veilige delta beheersbaar te houden. Daarom is het van groot belang om te weten waar de grootste risico's liggen, welke maatregelen er beschikbaar zijn om de risico's te reduceren, welke maatregelen economisch aantrekkelijk zijn en voor minimale sociale disruptie zorgen, en wat de gevolgen zijn als het onverhoopt toch ergens mis gaat.</p>
<b>Missie/agenda2</b>	<p>KIA Landbouw, Water, Voedsel - Missie C: Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied.</p> <p>MMIP C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied</p> <p>De ambitie binnen dit MMIP is om de gebouwde omgeving klimaatbestendig en waterrobuust te maken. Om dit voor stedelijke infrastructuur te bereiken</p> <p>binnen grenzen van budget, tijd en maatschappelijke acceptatie vraagt om scherpe keuzes. Waar zien we noodzaak om extra robuustheid in te bouwen en waar kunnen we eventueel met minder toe? Om dergelijke keuzes te maken is het van belang om grip te hebben op bestaande en toekomstige (klimaat)risico's en om een afwegingskader te hebben waarin rekening gehouden wordt welke risico's we maatschappelijk acceptabel vinden.</p>
<b>Missie/agenda3</b>	<p>KIA Landbouw, Water, Voedsel - Missie C: Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied.</p> <p>MMIP C1 Klimaatbestendig landelijk gebied: voorkomen van wateroverlast en watertekort</p> <p>Recent is extreme droogte een relevant thema in landelijk gebied met significante impact op onder andere binnenvaart, landbouw en zoet-watervoorziening. Lange periodes van droogte zijn extreme gebeurtenissen waarbij risico-gebaseerd denken aan de basis moet liggen van integrale aanpak. Binnen dit programma worden tools ontwikkeld die daaraan bijdragen.</p>

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Programmalijn 1: Uitbreiding van de Flood Impact Assessment Tool (FIAT) waarmee op objectniveau (gebouwen) schades bepaald kunnen worden en waarmee eenvoudig kosten-batenanalyses uitgevoerd kunnen worden (FIAT-BCA)	Snellere en nauwkeurigere inschatting van de gevolgen van overstromingen in termen van o.a. kosten en slachtoffers. De verbeterde tool opent wederom nieuwe mogelijkheden in grootschalige overstromingsrisicoanalyses. De verbeterde methodiek is met aanpassingen ook overdraagbaar op andere risico's.
<b>Output 2</b>	Programmalijn 2: Methodes en tools ter beoordeling van de betrouwbaarheid van infrastructuur assets, incl. efficiënte verwerking van metingen en monitoring-data: o.a. de Nationale Praktijk Richtlijn (NPR) Kademuren en nieuwe modules voor reliability updating in de Probabilistic Toolbox (gebaseerd op meta-modeling).	Veilig verlengen van de restlevensduur van infra-assets door reduceren onzekerheden, en daarmee kostenbesparingen door uitstellen van kostbare maatregelen.  Betere risico-gestuurde prioritering van te verbeteren assets en van mogelijke maatregelen in termen van kosteneffectiviteit in relatie tot de vereiste betrouwbaarheid of performance.
<b>Output 3</b>	Programmalijn 3: Handleiding voor het meenemen van 'resilience' en 'social inclusiveness' in de afweging van maatregelen voor het beheersen van risico's.	Vergroten veiligheid tegen maatschappelijk acceptabele kosten, kennis voor hulp bij humanitaire rampen (bijv. Rode Kruis), Veiliger bouwen, meer nadruk op 'social inclusiveness' bij beoordelen risico's.

Tabel 4.

## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	TNO
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	TU Delft, VU, National Taiwan University, NUS, 4TU resilience network (samenwerking van 4 Technische universiteiten)
<b>Overheid</b>	Hoogwaterbeschermingsprogramma (dijkversterkingen)  RWS WVL (beoordeling waterkeringen) / RWS GPO (vervangingsopgave)  Staf Deltacommissaris (risico's future deltas)  Gemeente Amsterdam (kademuren etc)  United States Geological Survey (USGS), United States Army Corps of Engineers (USACE)  Waterschappen i.r.t. dijkversterkingen en droogterisico's  KNMI  Wereldbank
<b>Markt</b>	Port of Rotterdam, ProRail, ingenieursbureaus (RHDHV, Witteveen en Bos, Arcadis, etc.), aannemers/baggers (Van Oord, Boskalis, DEME)
<b>Overig, indien van toepassing</b>	Adviesteam dijkontwerp, Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW), Joint Committee on Structural Safety (JCSS), ISMGE-TC304 Risk Management in Geotechnical Engineering, Rode Kruis

Tabel 5.



## Operationele informatie (real-time information)

*Methodologische opgave*

### De kern van dit programma

In dit programma draait het om operationele informatie over water en ondergrond voor crisismanagers en waterbeheerders. Daarmee draagt het bij aan de missiegebieden Veilige delta's en Duurzame delta's.

Operationele informatie komt tot stand op basis van modelgegevens en actueel beschikbare data, waarbij de uitdaging is deze optimaal met elkaar te combineren. Om van meerwaarde te zijn bij het ondersteunen van beslissingen is het daarnaast nodig dat de informatie is toegesneden op de behoefte van de gebruiker. Het programma maakt daarbij onderscheid in drie soorten toepassingsgebieden:

1. Het reduceren van de effecten van overstromingen vanuit rivieren en aan de kust, van wateroverlast en van milieu-incidenten. Bij deze toepassingen zijn de tijdschalen relatief kort: uren tot dagen. Voor de crisisbeheersing is daarom de snelle beschikbaarheid van nauwkeurige verwachtingen van belang, zodat tijdig gewaarschuwd kan worden en gepaste maatregelen mogelijk zijn. Na het optreden van een event is behoefte aan informatie voor het effectief bestrijden van (de gevolgen van) het event het bespoedigen van herstel.
2. Het reduceren van de effecten van droogte en verzilting. Voor deze toepassingen zijn de tijdschalen relatief lang: weken tot maanden. Anticiperende maatregelen zijn in dit geval gestoeld op kansverwachtingen, blootstelling en kwetsbaarheid voor droogte of verzilting. Tijdens en na het event is behoefte aan informatie en handelingsperspectief voor het effectief beheersen van de negatieve effecten en het bespoedigen van herstel.

3. Het optimaliseren van het dagelijks beheer onder normale omstandigheden. Daarbij is de uitdaging het maken van kwantificeerbare afwegingen tussen onderling conflicterende belangen, bijvoorbeeld die op het gebied van energievoorziening, landbouw, natuur, waterkwaliteit en scheepvaart.

De ambitie van het programma is om de positie van Deltares op het vlak van real-time informatie, voorspellen en early-warning te versterken en uit te bouwen.

### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Het verbeteren van operationeel waterbeheer en crisismanagement door gebruikers te voorzien van op hen toegesneden informatie over water en ondergrond. Deze informatie komt tot stand door de optimale integratie van modellen en actueel beschikbare data.
<b>Subdoel 1</b>	Het reduceren van de effecten van watercrises die zich voordoen op tijdschalen van uren tot dagen, waaronder overstromingen, wateroverlast en milieu-incidenten. Deltares is wereldwijd toonaangevend op dit vlak en blijft dit.
<b>Subdoel 2</b>	Het reduceren van de effecten van watercrises die zich voordoen op tijdschalen van weken tot maanden, waaronder droogte, laagwater, grondwater en verzilting. Deltares heeft kennis op onderdelen en wordt wereldwijd toonaangevend.
<b>Subdoel 3</b>	Het optimaliseren van het dagelijks beheer onder normale omstandigheden. Deltares wordt een herkenbare kennispartner.

Tabel 1.

### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	Tailored real-time information in support of sector-specific decision making, before, during and after an event. (draagt bij aan alle doelen)
<b>Lijn2</b>	Data driven and hybrid systems for forecasting and real-time information. (draagt bij aan alle doelen)
<b>Lijn3</b>	Enriching global data to provide locally relevant operational information anywhere. (draagt vooral bij aan sub-doelen 1 en 2)
<b>Lijn 4</b>	Quantitative methods for multi-objective decision problems. (draagt vooral bij aan sub-doelen 2 en 3)

Tabel 2.



Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1</b>	Veilige delta's
<b>Missie/agenda2</b>	Duurzame delta's
<b>Missie/agenda3</b>	<p>SDG 6 (clean water and sanitation). More specifically, the following sub-goals are relevant for our program:</p> <p>6.1 By 2030, achieve universal and equitable access to safe and affordable drinking water for all.</p> <p>6.4 By 2030, substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of fresh-water to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from water scarcity.</p> <p>6.5 By 2030, implement integrated water resources management at all levels, including through transboundary cooperation as appropriate.</p> <p>6.B Support and strengthen the participation of local communities in improving water and sanitation management.</p>
<b>Missie/agenda4</b>	<p>Sendai Priority 4 (Enhancing disaster preparedness for effective response and to “Build Back Better” in recovery, rehabilitation and reconstruction.) More specifically, the following sub-goals are relevant for our program:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- At local to national level: To invest in, develop, maintain and strengthen people-centered multi-hazard, multisectoral forecasting and early warning systems, disaster risk and emergency communications mechanisms, social technologies and hazard-monitoring telecommunications systems; develop such systems through a participatory process; tailor them to the needs of users, including social and cultural requirements, in particular gender; promote the application of simple and low-cost early warning equipment and facilities; and broaden release channels for natural disaster early warning information;</li> <li>- At regional tot global level: To promote the further development of and investment in effective, nationally compatible, regional multi-hazard early warning mechanisms, where relevant, in line with the Global Framework for Climate Services, and facilitate the sharing and exchange of information across all countries.</li> <li>- To support, as appropriate, the efforts of relevant United Nations entities to strengthen and implement global mechanisms on hydrometeorological issues in order to raise awareness and improve understanding of water-related disaster risks and their impact on society, and advance strategies for disaster risk reduction upon the request of States;</li> </ul>
<b>Missie/agenda5</b>	MMIP C (klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied), E (Duurzame en veilige Noordzee, oceanen en binnenwateren) en F (Nederland best beschermde delta, ook na 2100). In de komende maanden werken wij dit verder uit.

Tabel 3.



## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Showcase of data driven or hybrid system for forecasting / real-time information, incorporated in GIRAPHE. (Gekoppeld aan lijn 1)	t.b.d.
<b>Output 2</b>	Bijdrage aan nieuwe releases van Delft-FEWS, RTC-Tools en Open-DA. (Gekoppeld aan alle lijnen.)	Het borgen van ontwikkelde kennis is software welke wereldwijd ingezet wordt voor real-time informatie systemen.
<b>Output 3</b>	Global hydrological drought forecasting system draait operationeel bij Deltares, en resultaten worden beschikbaar gesteld via BlueEarth Data. (Gekoppeld aan lijn 3.)	Signaleren van droogte en watertekort problemen voor de wereld
<b>Output 4</b>	Global voorspelsystemen voor hoogwater leveren lokaal relevante informatie op, welke beschikbaar wordt gesteld via BlueEarth Data. (Gekoppeld aan lijn 1 en 3.)	t.b.d.
<b>Output 5</b>	Showcase application for end-to-end forecasting and decision making (Gekoppeld aan lijn 2.)	t.b.d.
<b>Output 6</b>	Prototype voor de vervanging van het Distributie Model voor de grootschalige waterverdeling in Nederland. (gekoppeld aan lijn 4)	t.b.d.
<b>Output 4</b>	10 publicaties (inclusief conference papers)	Het borgen van kennis in wetenschappelijke community.

Tabel 4.

## Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee we willen (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	MARIN, NLR, TNO
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	UU, TU Delft, WENR, ECMWF, E-Science Centre
<b>Overheid</b>	RWS (incl. LC's), waterschappen, buitenlandse overheden, EC, hydropower
<b>Markt</b>	Wereld Bank, (her)verzekeraars, hydropower
<b>Overig, indien van toepassing</b>	NGO's

Tabel 5.



## Adaptatie en implementatie

*Methodologische opgave*

### De kern van dit programma

Adaptation and implementation processes are complex and require continuous support and improvement to provide their intended results. An ever-evolving understanding on “how to get things done better?” is needed.

The objective of this program is supporting our clients to improve implementation and adaptation efforts by developing practical methods and tools. In addition, the program will explicitly address the ways to define, increase and assess the societal impact of applied research.

For the purposes of this program, we understand adaptation as the adjustment of institutional and natural systems to actual or expected climate and socio-economic developments in order to manage risks as maximize benefits; and implementation as the process of putting a decision or plan into effect.

The program utilizes the concept of the solution space as the area within which opportunities and constraints determine why, how, when and who implements initiatives and adaptation efforts.

This program will focus on answering the following questions, that relate to phases in the planning cycle:

- i) How to map the solution space to inform adaptation and implementation?
- ii) How to close the implementation gap, including for adaptation efforts?

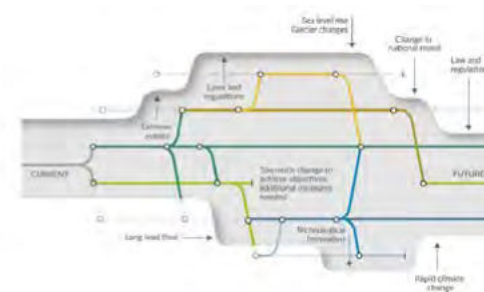
- iii) How to monitor the implementation progress and adaptation needs to support timely implementation and reassessment?  
and
- iv) How to increase societal impact of applied research?

As the solution space and implementation gap are shaped by bio-physical, socio-economic, financial and institutional dimensions in a given moment in time, this program will answer the above questions through a biophysical, institutional, socio-economic, financial and improved planning lens. The conceptual framework is presented as a Matrix below.

This methodological program will cooperate with other programs to test and apply methods to specific topics and areas.

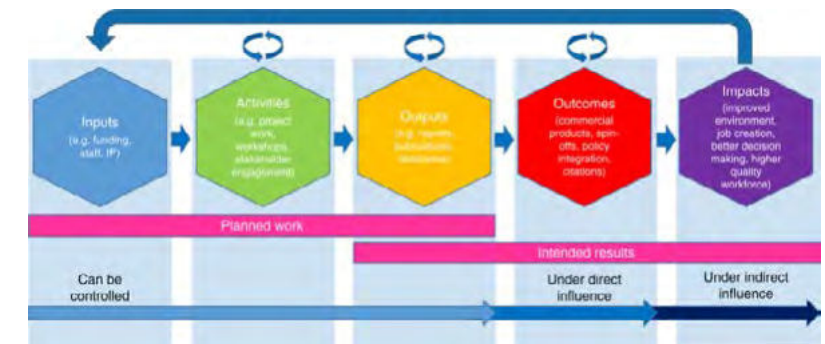
### Solution space

Fig. 1 Conceptualisation of the solution space (grey area), possible shaping actions, changes and shocks (arrows), and alternative adaptation pathways in the solution space (coloured lines). A changing solution space can indicate that adaptation options and pathways become available, thus opening up the solution space (full colour), or becoming unavailable/not possible to implement and thus closing down the solution space (transparent)



Haasnoot, M., Biesbroek, R., Lawrence, J., Muccione, V., Lempert, R., Glavovic, B. (2020) Defining the solution space to accelerate climate change adaptation, *Regional Environmental Change* 20:37, <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01623-8>

### Research impact



Fryirs, K. A., Brierley, G. J., & Dixon, T. (2019). Engaging with research impact assessment for an environmental science case study. *Nature communications*, 10(1), 1-10.

## Adaptation and Implementation Conceptual Matrix, including challenges addressed by the SO lines and possible results in terms of tools/methods

	Research Questions			
<b>Research Disciplines</b>	How to map the solution space to inform adaptation and implementation?	How to close the implementation gap, including for adaptation efforts?	How to monitor the implementation progress and adaptation needs to support timely implementation and reassessment?	How to increase the societal impact of Deltares' applied research?
<b>Institutional</b>	Challenge: Better understanding the Institutional Framework and mapping gaps and opportunities. Method: Institutional Framework Analysis for Hydro-Climatic Risk Management	Challenge: Strengthening the Institutional Framework Method: Institutional Strengthening Options Analysis	Challenge: Better understanding the performance of an existing institutional framework and mainstream improvements and lessons learned Method: Program Performance Review methodologies and feedback loops	Insight in ways of increasing knowledge impact of Deltares methods, tools and research output (by creating an applied theory of change on impact). Identifying institutional obstacles to implementation
<b>Social</b>	Challenge: Accounting for long-term benefits, assessing distribution of impacts over societal groups Method: Socially Inclusive Flood Risk Mapping Tools; Using open data/EO to identify different societal groups	Challenge: increase ownership and willingness to implement Method: Participatory planning and modelling processes	Challenge: Mainstreaming Social inclusion into existing systems Methods: Social Inclusion in Flood and Drought management (cont.)	Develop and test methods to assess human responses and social inclusiveness of water and subsurface related risks and measures
<b>Economic</b>	Challenge: Fully accounting for adaptation and implementation efforts. Method: Evaluation on cost/benefit inclusiveness, well-being, including 2nd order impacts: social unrest, conflict, migration	Challenge: Mainstream economic analysis into decision-making Method: Improved CBA methodologies for NBS, social inclusion, risk management	Challenge: Mainstreaming adaptation and implementation considerations into programs Methods: Economic assessment	
<b>Financial</b>	Investment Policy and financial Sustainability	Identifying investment pathways	Identifying financial obstacles to implementation	
<b>Planning</b>	Challenge: Better understanding the planning context for improved adaptation and implementation Method: Extended Situation Analysis Identify signals to inform decision making together with long term delta development	Challenge: closing the planning implementation gap Method: Extended Implementation Arrangements, Participatory Investment Programming	Challenge: Incorporating Lessons Learned in each planning loop Method: Planning Process Assessment	
<b>Hydro-climatic Analysis</b>	Challenge: Prepare Hydro-climatic analysis <i>fit for purpose</i> Methods: Participatory modelling, Dashboards, socially inclusive flood risk mapping	Challenge: Mainstream Analysis results into concrete actions Method: Results packaging	Challenge: Continuous improvement of hydro-climatic analysis Method: Consumer Satisfaction Surveys	Identifying factors influencing the uptake of technical information. Exploring the application of visually attractive dashboards to increase access, understanding and application of information



Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling 1</b>	<b>Better mapping of the solution space, understood as the area within which opportunities and constraints determine why, how, when and who implements activities and adaptation efforts.</b>
Objective	
Subdoel 1.1	Improved understanding of what is in the solution space including options and pathways to adaptation.
Subdoel 1.2	Better map the Institutional and socio-economic dimensions of the solution space
Subdoel 1.3	Better linking crisis management with long term adaptation and implementation needs.
Subdoel 1.4	Better map the Planning dimensions of the solution space
<b>Objective 2</b>	<b>Proactive closing of the implementation gap, including for adaptation efforts and implementation and decision-making processes.</b>
	Better address the <i>Hydro-Climatic dimensions</i> of the implementation gap. (technical knowledge)
	Better address the <i>Institutional dimensions</i> of the implementation gap.
	Better address well-being and inclusiveness to enhance implementation. (socio-economic aspects)
	Better address the <i>Planning dimensions</i> of the implementation gap.
<b>Objective 3</b>	<b>Efficient monitoring of implementation and adaptation efforts for continuous systemic improvement</b>
	Enhanced monitoring of the bio-physical elements of adaptation and implementation
	Enhanced support for Institutional systems Improvement
	Enhanced support for Socio-Economic and Financing systems Improvement
	Enhanced support for continuous improvement in planning systems
<b>Objective 4</b>	Understanding and increasing impact of applied research.
	Enhanced understanding of the current theory of changes when it comes to the societal impact of applied research.
	Enhanced support for continuous improvement on impact for the way we develop, manage, apply our tools/methods.
	Develop and test methods to increase planning and policy implementation (e.g. by identifying finance mechanisms or institutional frameworks)

Tabel 1.



### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

The Table above describes in more detail the type of products expected by each line

	Omschrijving
<b>Lijn1 – Mapping the solution space</b>	<p>How to better map solutions for improved implementation and adaptation efforts?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Project: How do you define the solution space (grey area) à methodology of designing solution space</li> <li>Product: Extended Situation Analysis, Institutional Framework Analysis for Hydro-Climatic Risk Management, Socially Inclusive Flood Risk Management Tools Methodology on how to map the solution space of a specific challenge</li> </ul>
<b>Lijn2 – Closing the implementation gap</b>	<p>How to close the implementation gap, including for adaptation efforts?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Project: Additional deliverables to and/or fine-tuned packaging of existing projects</li> <li>Product: Extended Implementation Arrangements Methodology, Participatory Investment Programming, ICZM Planning Methodology</li> </ul>
<b>Lijn3 – Monitoring implementation and adaptation</b>	<p>How to monitor the implementation progress and adaptation needs to support timely implementation and reassessment?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Project: pm</li> <li>Product: Social Inclusion in Flood and Drought management (cont.)</li> </ul>
<b>Lijn 4 – Societal impact</b>	<p>How to increase societal impact of applied research?</p> <p>Increase and guarantee high impact of applied research by developing methods and tools on understanding and increasing impact. By doing so incorporating the journey to impact in the way we develop, and manage our knowledge/tools&amp;methods, their development and the way they are applied/used.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Project: develop and test methods to increase impact through (one of ) the three types of societal impact (social inclusiveness, knowledge uptake, implementation). this research line would work very much 'embedded' in larger – and preferably more than 2 year - research and applied projects and programmes. Thus understanding impact and also increasing impact, also for Deltares. Specifically mission driven projects both national and international (Horizon Europe). A specific dedicated project is the Danubius-RI impact node.</li> <li>Products:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Methodology to understand and construct the theory of change on impact of the project or program level.</li> <li>Tools to monitor <i>and</i> influence impact – create a setting to enhance.</li> <li>Service/training aimed at assisting projects and program on increasing their impact.</li> </ul> </li> </ul>

Tabel 2.

### Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1</b>	<b>Future deltas</b> – by developing methods to adaptively plan for (inherently uncertain) environmental and societal change
<b>Missie/agenda2</b>	<b>Sustainable deltas</b> – by developing methods to assess economic and social implications of innovative solutions/plans/strategies, and by considering institutional and financial aspects of sustained implementation
<b>Missie/agenda3</b>	<b>Safe deltas</b> – by developing knowledge on human responses to natural disasters and ways to influence these responses....
....	

Tabel 3.



### Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	Contribution on solution space and adaptive planning to IPCC AR6	High level visibility of Deltares research on adaptive planning
<b>Output 2</b>	<p>Scientific papers on institutional aspects of adaptation and implementation (e.g. Institutional Assessment tool for better managing Hydro Climatic Risks)</p> <p>Guidance documents on social inclusion, institutional framework assessment, financial arrangements, etc</p> <p>Involvement in GCA Adaptation summit or other major conference?</p>	Position Deltares as a leader on Institutional Aspects of Hydro-Climatic Risk Management
<b>Output 3</b>	<p>Integrated methodology for Investment Planning for Climate Resilient Development (draft)</p> <p>Embedded methodology to understand and construct the theory of change on impact of the project or program level.</p>	Demonstrating internally and externally that we are aware of our potential societal impact and are actively working on increasing it, inspiring others to do the same, while asking for feedback to strengthen our approach

Tabel 4.

### Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee je wilt (blijven) samenwerken

Type partner	
<b>TO2</b>	TNO, WEnR
<b>Universiteiten/hogescholen</b>	TU Delft, EUR, Universiteit Twente, RU, UU, Universiteit Leiden, Rathenau Instituut
<b>Overheid</b>	Staf Deltacommissaris, Provinces, Waterboards
<b>Markt</b>	Consultants (Tauw, Witteveen + Bos, RHDHV, Antea Group)
<b>Overig, indien van toepassing</b>	OECD, GCA
<b>International Financing Institutions</b>	<b>World Bank, GCF</b>

Tabel 5.



## Sleuteltechnologieën (Enabling Technologies)

### De kern van dit programma

De oplossingen die nodig zijn om delta's leefbaar te houden vragen om een groot innovatief en adaptief vermogen van ons allemaal. Technologische ontwikkelingen bieden kansen om tot nieuwe oplossingen te komen. Enabling Technologies heeft als doel om sleuteltechnologieën in data science, modelleren en (remote) sensing in te zetten voor onze missie enabling delta life. Dit bereiken we door zelf als instituut een breder scala aan technologieën te benutten, en door in samenwerkingen en netwerkverband de digitalisering van de watersector te versnellen en versterken.

Onze ambitie is om technologische doorbraken tot stand te brengen, door het vertalen van sleuteltechnologieën naar de water- en ondergrondpraktijk. Dan doen we op drie niveaus. We scannen specifieke technologieën, vaak vanuit andere disciplines, op hun toepassingsmogelijkheden in onze missiegebieden. Daarnaast implementeren we kansrijke technologieën in concrete toepassingen en werkvelden en zorgen we hier voor kennis-overdracht naar een brede groep van experts in de sector. Tenslotte willen we een leidende rol hebben in de digitalisering van de water- en ondergrondsector, via daarvoor bestaande en op te richten netwerken en samenwerkingsverbanden.

In 2021 ligt de focus vanuit Enabling Technologies, wat betreft specifieke technologieën, op AI algoritmes om aardobservatie-data geavanceerd te benutten, en op het combineren van ruimtelijke en in situ data om modellen en voorspellingen

betrouwbaarder te maken. Daarnaast is een focus op het verkennen van datafusie technieken en digital twins, van dataverzameling en -assimilatie uit experimenten en het gebruik van autonome platforms voor monitoring. In de maatschappelijke opgaven infrastructuur systemen, waterbeschikbaarheid (droogte), in de vervangings- en renovatieopgave en de energietransitie willen we met hulp van sleuteltechnologieën nieuw perspectief bieden. Bovendien zullen verbindingen met de andere programma's (gebiedsopgaven en methodologische opgaven) leiden tot nieuwe connecties. Om onze rol in de digitalisering van de water- en ondergrondsector te benutten en verder te versterken zetten we ons actief in om het netwerk DigiShape verder te laten groeien, en de samenwerking met de NL AI Coalitie tot stand te brengen.

Voor de keuzes van activiteiten die we vanuit Enabling Technologies maken hebben we voor ogen dat we op twee manieren het werk van en vanuit Deltares beïnvloeden. Enerzijds zijn we ondersteunend aan het werk dat vanuit de missiegedreven programma's wordt gedaan, we zorgen voor kennis en een kennisnetwerk op het gebied van sleuteltechnologieën. Anderzijds dagen we de programma's uit om de aanpak en gebruikte methoden uit te breiden of te herzien en snelle en efficiënte oplossingen voor specifieke problemen/vraagstukken in te zetten.

### Wat zijn de belangrijkste doelen van dit programma?

	Omschrijving
<b>Doelstelling</b>	Toepasbaarheid verkennen of vergroten van sleuteltechnologieën
<b>Subdoel 1</b>	AI algoritmes beschikbaar maken t.b.v. gebruik aardobservatiedata
<b>Subdoel 2</b>	Tech scan datafusie technieken
<b>Subdoel 3</b>	Datasets en data-assimilatie uit fysieke experimenten
<b>Subdoel 4</b>	Tech scan en position paper Digital Twins
<b>Subdoel 5</b>	Gebruik van autonome platforms voor monitoring
<b>Doelstelling</b>	Het verder helpen van specifieke opgaves door inzet van sleuteltechnologieën
<b>Subdoel 1</b>	Impuls aan Infrastructuur systemen
<b>Subdoel 2</b>	Impuls aan Waterbeschikbaarheid (droogte)
<b>Subdoel 3</b>	Impuls Vervangings- en renovatieopgave
<b>Subdoel 4</b>	Impuls Energietransitie
<b>Doelstelling</b>	Netwerk digitalisering watersector versterken
<b>Subdoel 1</b>	Versterken van het netwerk DigiShape, en het leggen van de verbinding tussen DigiShape en de NL AI Coalitie
<b>Subdoel 2</b>	In de KIA sleuteltechnologieën de rol invullen van het toepassen van sleuteltechnologieën op het gebied van data science en (remote) sensing

Tabel 1.



### Wat zijn de beoogde programmalijnen?

	Omschrijving
<b>Lijn1</b>	<p><u>Data Science</u></p> <p>In deze lijn scannen we voortdurend ontwikkelingen in data science die de potentie hebben om onze impact in de missiegebieden te vergroten, met hackatons en pilots. Voor Deltares heeft deze lijn als doel om het werk vanuit de missiegebieden te ondersteunen met kennis en tools o.g.v. AI, machine learning.</p>
<b>Lijn2</b>	<p><u>Future sensing</u></p> <p>Meet- en monitortechnologie helpt om fysieke systemen te begrijpen en (data-)modellen valideren en verbeteren, door modelcalibratie, lange-termijn trends te monitoren en databronnen beschikbaar te maken. Deze programmalijn scant en valideert nieuwe ontwikkelingen o.g.v. monitoring en monitoringsplatforms, en o.g.v. het verwerken van data voor modellering.</p>
<b>Lijn3</b>	<p><u>Future modeling</u></p> <p>In deze lijn verkennen we technieken om fysieke processen te modelleren die naar verwachting over 5 tot 10 jaar gangbaar zijn. Onder invloed van ontwikkelingen in data science, cloud services, visualisatie, high performance computing veranderen de mogelijkheden om fysieke processen te modelleren. De mogelijkheden en consequenties verkennen we door scans en pilots uit te voeren.</p>
<b>Lijn4</b>	<p><u>Earth observation</u></p> <p>Binnen het aandachtsgebied van de eerste drie programmalijnen, in hun onderlinge samenhang, heeft remote sensing een bijzondere rol. De kennis en het portfolio dat Deltares al heeft in impactvolle toepassingen van deze technologie in de missiegebieden versterken we verder. Belangrijke drijfveren zijn de behoefte aan consistente en frequente data voor monitoring en rapid response, snelle ontwikkeling in beschikbaarheid van aardobservatiedata en de mondiale dekking van deze data.</p>
<b>Lijn5</b>	<p><u>Implementatie in missiegebieden</u></p> <p>De meerwaarde van Enabling Technologies in het SO programma van Deltares zit in de implementatie van nieuwe technologieën in de missiegebieden. Dit vergt expliciete energie in de onderlinge samenwerking, en het opzetten van projecten waarin ET impactvol wordt ingezet op concrete vraagstukken.</p>

Tabel 2.



## Aan welke missie/agenda's draagt dit programma met name bij?

	Omschrijving
<b>Missie/agenda1</b>	<b>Infrastructural systems</b> - The economy and population in delta and coastal areas will grow strongly in the coming decades. Infrastructure makes this economic development and prosperity possible. At the same time functioning is under pressure from climate change, subsidence, extreme weather and man-made hazards. For determining the reliability and availability of infrastructure by quantifying the vulnerabilities and the impact of threats analysis at system level provide insight into the vulnerability of a transport system in order to better indicate where measures need to be taken. Techniques such as advanced calculation models, sensors and remote sensing are needed, as well as scale and practical studies for validation.
<b>Missie/agenda2</b>	<b>Infrastructural renewal and renovation</b> - Due to the aging of the infrastructure there is an extensive task for renovation, maintenance and life extension of the available infrastructure. The replacement task is important. This program focuses on the acquisition, recording and dissemination of knowledge, and the development of applicable methods and tools, so that water and infrastructure managers can complete the replacement and renovation tasks as effectively as possible. It includes making maximum use of existing infrastructure, studying aging processes. Concepts such as proven strength, model development, sensoring and monitoring for smart management of the task are crucial for this.
<b>Missie/agenda3</b>	<b>Water resources</b> - The availability of water is one of the greatest challenges for the coming decades: worldwide a billion people are affected by water scarcity. The water scarcity is on the one hand the result of a declining supply of fresh produce due to a changing climate and on the other hand the result of a strongly increased demand as a result of growing world population and economic developments. This program is aimed at mapping the current and future availability of (ground) water from local to global, and elaborating action perspectives by developing solutions for water retention, water distribution, reservoir management, water reuse, desalination, water demand, etc. It therefore includes the development of hydrological process knowledge of surface and groundwater, statistics of observations, quantifying the consequences of water shortage with process-based and / or data-driven models.
<b>Missie/agenda4</b>	<b>Ecosystems and health</b> - As a result of population growth, a changing climate and interventions in water management, the ecological resilience of rivers, lakes, estuaries and coastal waters is under pressure, and thus also the services that eco-systems provide for society. Based on substantive knowledge and quantitative information about the sources, transport and behavior of substances, their effects on ecosystems and the consequences for (public) health, this program elaborates (including nature-based) solutions. to strengthen ecological resilience through design and management and to restore and maintain spatial quality. Remote-sensed data, modeling with process-based and / or data-driven models can be of use for that.
<b>Missie/agenda5</b>	<b>Energy transition</b> - The energy transition is a major social issue worldwide. The program focuses on research into the potential of sustainable energy services from water and soil, various aspects of offshore wind, the effects of large-scale applications of new or existing energy systems (and associated technologies) on water, soil and ecosystems, and the development of integrated models, transition paths and decision support tools that contribute to responsible choices. Model development, sensoring and monitoring for smart management are crucial for this.
<b>Missie/agenda6</b>	<b>Risk management</b> - Risk management plays an important role in extreme events (disaster risk reduction), infrastructure work (construction risks) and environmental problems (environmental and public health risks). However, these frameworks are still under development, especially the connection with resilience. In addition, the development of probabilistic tools is needed to be able to quickly determine risks and their reduction. Currently, outdated computing techniques, software and methods are often used that need to be modernized, especially with regard to probabilistics. Model development, sensoring and monitoring and data-driven models can give this an impulse.

Tabel 3.

## Output en Impact

Enkele voor het programma meest in het oog springende concrete (tussen-) producten/resultaten voor 2021 + beoogde outcome en impact (wetenschappelijk en/of maatschappelijk)

	Wat is de output	Wat is de (beoogde) outcome en impact
<b>Output 1</b>	2 samenwerkingsprojecten waarin ET met impact wordt toegepast – gepresenteerd in verschillende vorm (proposal, hackathon, of een andere vorm) met medewerking van partners en/of stakeholders	Vergroten van impact door inzet van ET. En concreet maken van de toepassingsmogelijkheden zijn van ET.
<b>Output 2</b>	2 case studies van ET uitlichten – gepresenteerd in verschillende vorm (verhaal, podcast, of een andere vorm)	Aantonen van de meerwaarde van Enabling Technologies in specifieke vraagstukken

Tabel 4.



### Samenwerkingen

De voor het programma belangrijkste nationale en internationale partners waarmee je wilt (blijven) samenwerken

Type partner	
TO2	Marin, NLR, TNO
Universiteiten/ hogescholen	TUD, TU/e, Universiteit Utrecht
Overheid	Rijkswaterstaat, Waterschappen, ProRail
Markt	Ingenieursbureaus, aannemers, MKB
Kennisnetwerken	Imec, ESA, DigiShape (kennisnetwerk), NL AI Coalitie

Tabel 5.





Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme innovaties, oplossingen en toepassingen voor mens, milieu en maatschappij. Deltares heeft vestigingen in Delft en Utrecht.

Deltares  
Postbus 177  
2600 MH Delft

T 088 335 8273  
F 088 335 8582  
[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)