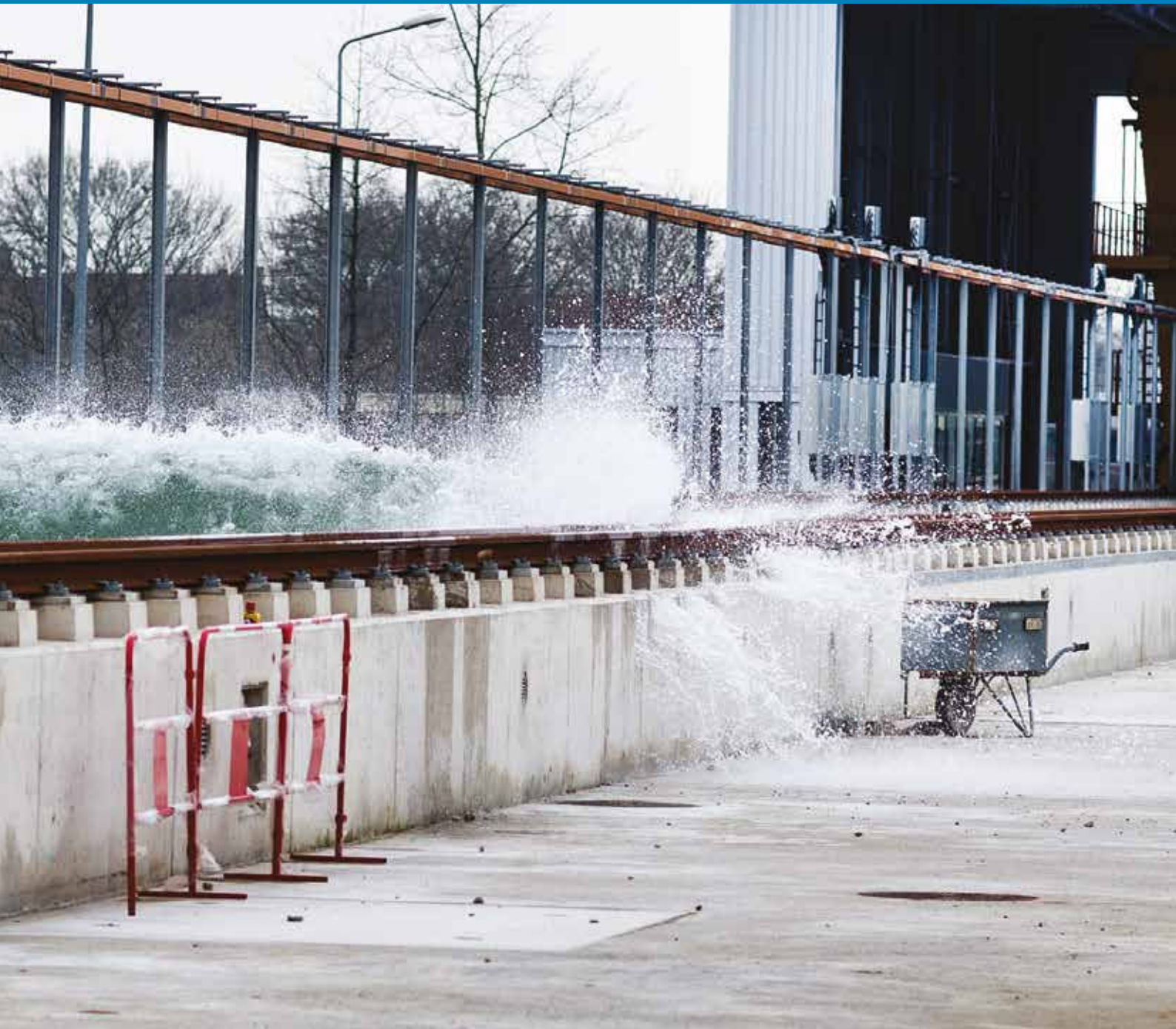


 Deltares Strategisch Onderzoek
Activiteitenplan 2020





Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | De onderzoeksprogrammering van Deltares | 6 |
| 1.1 | Inleiding | 7 |
| 1.2 | Missiegedreven onderzoek wereldwijd, in Europa en in Nederland | 8 |
| 1.3 | De missiegebieden en Strategische Kennisbasis van Deltares | 12 |
| 1.4 | Strategisch Onderzoek bij Deltares | 16 |
| 1.5 | Onderzoek in Nederland en in het buitenland | 17 |
| 1.6 | Samenwerking | 18 |
| 2 | Missiegebieden en Strategische Kennisbasis | 20 |
| 2.1 | Future Deltas | 21 |
| 2.2 | Sustainable Deltas | 27 |
| 2.3 | Safe Deltas | 33 |
| 2.4 | Resilient infrastructure | 39 |
| 2.5 | Strategische Kennisbasis | 45 |
| 2.5.1 | Kennisfaciliteiten en sleuteltechnologieën | 46 |
| 2.5.2 | Langetermijn kennisbasis | 52 |



| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | Integraal opgavengestuurd programmeren | 54 |
| 3.1 | Inleiding | 55 |
| 3.2 | Duurzame watersystemen | 56 |
| 3.2.1 | Noordzee | 56 |
| 3.2.2 | Rivieren | 58 |
| 3.2.3 | Deltawateren | 62 |
| 3.3 | Energietransitie | 64 |
| 3.4 | Vervangingsopgave | 67 |
| 3.5 | Zeespiegelstijging | 69 |
| 3.6 | Waterkeren | 71 |
| 4 | Inhoudelijke en financiële kaders | 74 |
| 4.1 | Introductie en toelichting financiën | 75 |
| 4.2 | Economische en niet-economische activiteiten | 75 |
| 4.3 | Inzet op topsectoren en missiegedreven onderzoek | 75 |
| 4.4 | Inzet op langetermijn kennisbasis | 77 |
| 4.5 | Inzet op samenwerking met private partijen | 77 |
| 4.6 | Kennisdisseminatie | 78 |
| | BIJLAGE 1. Kerninformatie van de 24 onderzoeksprogramma's | 82 |

Hoofdstuk 1



De onderzoeksprogrammering van Deltares

1.1 | Inleiding

Deltares is een organisatie voor toegepast onderzoek rond maatschappelijke vraagstukken over water, ondergrond en infrastructuur. Deltares ontwikkelt daarover kennis en maakt die kennis toepasbaar. De missie van Deltares, 'Enabling Delta life', vat dat samen.

Onze missie is urgenter dan ooit en dat zal in de komende decennia niet veranderen, want de delta's, waaronder we in dit activiteitenplan ook de daaraan gekoppelde stroomgebieden en kustgebieden verstaan, veranderen wereldwijd. Ze veranderen door migratie en bevolkingsgroei, door economische groei, door geopolitieke verschuivingen en zeker ook door klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling. Voor ons als onderzoeksinstituut is het dan ook belangrijk goed in kaart te brengen hoe delta's kunnen veranderen door al deze invloeden. Alleen als we de mogelijke veranderingen goed beschrijven in langetermijnscenario's kunnen we de juiste afwegingen maken hoe te handelen om delta's leefbaar, veilig en veerkrachtig te houden. Voorbeelden van grote uitdagingen waar Deltares een bijdrage kan leveren zijn de leefbaarheid van steden en landelijk gebied, het duurzaam gebruik en beheer van water, het terugdringen van emissies, de energietransitie en de ontwikkeling van een circulaire economie.

Onze missie houdt in dat we integrale benaderingen nastreven. We zijn ons ervan bewust dat onze expertise over water, ondergrond en infrastructuur een schakel vormt in een keten. De opgaven waar we aan werken zijn complexer geworden, er zijn vaak meerdere

ministeries en bestuurslagen bij betrokken en een integrale, gebiedsgerichte aanpak wordt urgenter. We werken daarom op veel gebieden samen, met veel verschillende partners.

Als onafhankelijk kennisinstituut verbinden we de werelden van wetenschap, toegepast onderzoek, overheid en bedrijfsleven. Onze inbreng varieert van verdiepend strategisch en toegepast onderzoek, specialistisch advies tot kennisborging en -deling. Dat laatste is terug te zien in ons motto 'dare to share'. We werken mee aan het opstellen van kennisprogramma's. In bestaande netwerken en overlegorganen stellen we de impact vast van de opgaven op de benodigde kennisontwikkeling, het beheer en het beleid. Op basis van onze kennis en onafhankelijkheid signaleren we toekomstige knelpunten, ontwikkelen we oplossingen en gaan we daarover in gesprek met de verantwoordelijke overheden en organisaties.

Dit activiteitenplan schetst de hoofdlijnen van het Strategisch Onderzoek (SO) dat Deltares in 2020 gaat uitvoeren. Strategisch Onderzoek is gericht op de langere termijn. Het is essentieel voor het in stand houden en ontwikkelen van onze kennis. Het SO wordt gefinancierd met instituuatssubsidie van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK).

De opzet van dit activiteitenplan wijkt enigszins af van die van eerdere jaren. Dat komt door de beweging die we hebben ingezet om ons onderzoek nadrukkelijk te verbinden aan de mondiale, Europese en Nederlandse doelstellingen en missies. Als eerste stap hebben we die agenda's en missies geclusterd en gekoppeld aan vier nieuwe missiegebieden van Deltares. Deze worden in paragraaf 1.3 beschreven.

1.2 | Missiegedreven onderzoek wereldwijd, in Europa en in Nederland

De noodzaak om snel oplossingen te vinden voor de internationale uitdagingen op het gebied van water, bodem en infrastructuur neemt toe. Een goede onderlinge afstemming van de inspanningen die daartoe vanuit diverse overheden, onderzoeksinstituten en private partijen worden geleverd helpt daarbij.

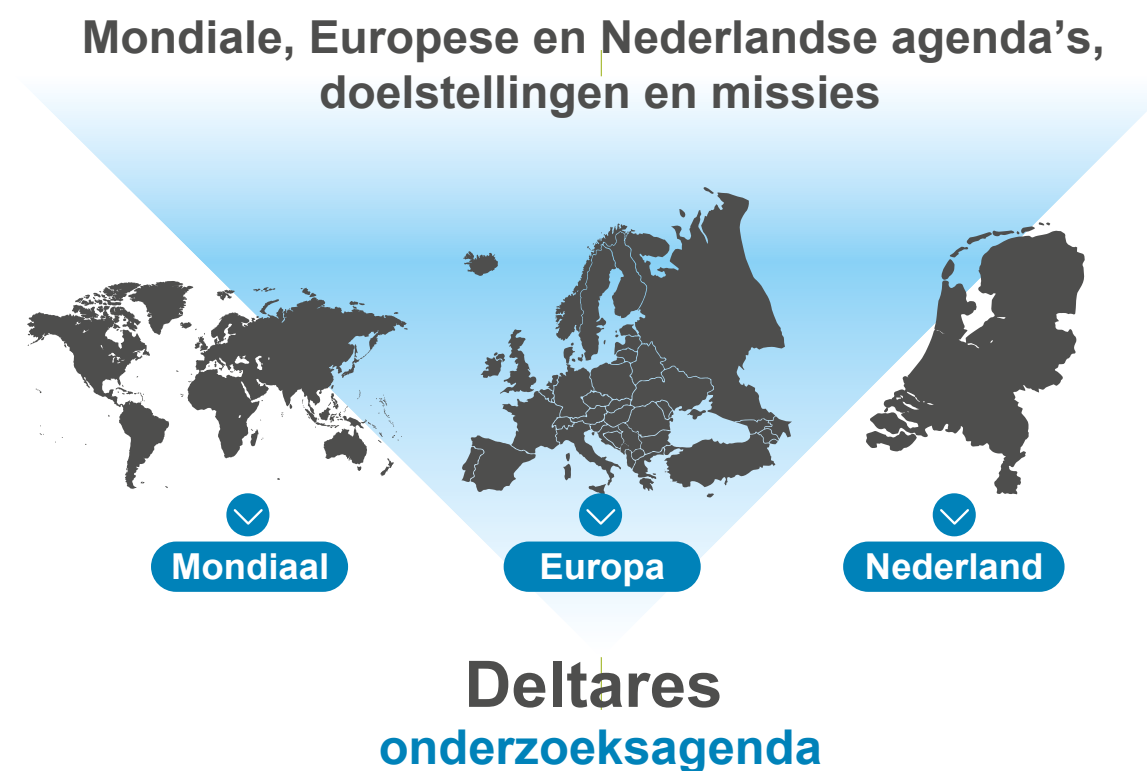
LEESWIJZER

In paragrafen 1.2 en 1.3 van dit hoofdstuk komt aan de orde hoe de maatschappelijke uitdagingen en missies hun weerslag vinden in de missiegebieden van Deltares en in het onderzoek waar Deltares aan werkt. Paragrafen 1.4 en 1.5 beschrijven de context waarin het SO gestalte krijgt, in Nederland en daarbuiten.

De inhoud van de nieuwe missiegebieden van Deltares en de verbindingen die ze leggen tussen de mondiale, Europese en Nederlandse missies enerzijds en onze onderzoeksprogramma's anderzijds vormen het onderwerp van de paragrafen 2.1 t/m 2.4. Een overzicht en een korte kenschets van de onderzoeksprogramma's is te vinden in bijlage 1. De Strategische Kennisbasis omvat onze Kennisfaciliteiten en de langetermijn kennisbasis. De programmering hiervan en een toelichting op de belangrijke ondersteunende en inspirerende rol die ze spelen voor de onderzoeksprogramma's komen aan de orde in paragraaf 2.5.

De maatschappelijke uitdagingen en doelstellingen waar Deltares aan werkt raken meerdere thema's en sectoren. Om tot integrale en robuuste oplossingen te komen zal in toenemende mate sector overstijgend moeten worden gewerkt. Samen met de Rijksoverheid, andere overheden, TO2-instituten en private partijen werken we hieraan. Een zevental voorbeelden van deze integrale opgaven wordt uitgewerkt in hoofdstuk 3.

Hoofdstuk 4 tenslotte geeft een overzicht van de meest actuele financiële kentallen van het Activiteitenplan 2020.



Figuur 1.1 | Doorwerking van de mondiale, Europese en nationale missies en onderzoeksagenda's in de onderzoeksagenda van Deltares.

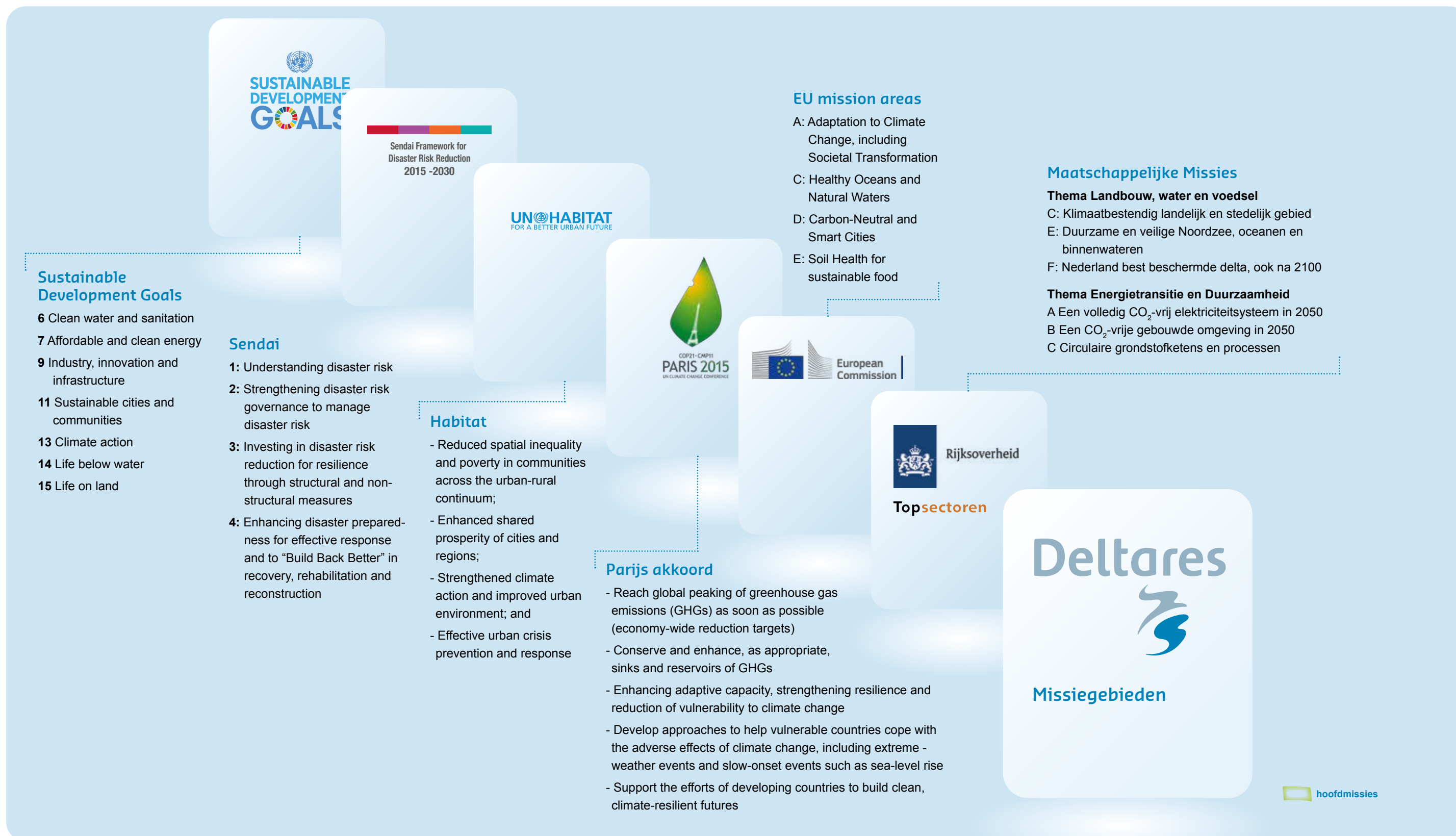
Daarom zijn de laatste jaren steeds meer maatschappelijke agenda's, zowel in Nederland als daarbuiten, geformuleerd in termen van missies. Deltares laat die aanpak doorwerken in de eigen onderzoeksagenda. Figuur 1.1 geeft schematisch weer hoe we dat zien.

We onderscheiden drie niveaus van agenda's met bijbehorende doelstellingen of missies: mondiaal, Europees en nationaal.

Op mondiaal niveau zijn voor Deltares relevant: de Sustainable Development Goals (SDG's) van de VN, het Sendai Framework voor Disaster Risk Reduction, het klimaatakkoord van de

klimaatconferentie van Parijs 2015 (COP21) en het HABITAT-programma van de VN, dat staat voor het implementeren van de New Urban Agenda (Habitat III) en SDG 11.a.

Op Europees niveau zijn de Societal Challenges en Key Enabling Technologies van de EU relevant. Als richtlijn voor de programmering van het Horizon 2020-onderzoeksprogramma heeft de Europese Commissie vijf Europese Mission Areas gedefinieerd, waarvan er vier van belang zijn voor Deltares (zie figuur 1.2). De intentie van de EC is om onder deze Mission Areas concretere missies of doelstellingen te formuleren, maar deze zijn nog niet beschikbaar.



Figuur 1.2 | Schematisch overzicht van de voor Deltares meest relevante nationale en internationale agenda's en missies en van de manier waarop die verbonden zijn met de missiegebieden van Deltares. De missiegebieden worden in par. 1.3 toegelicht.

In Nederland is de missiegedreven aanpak het afgelopen jaar nadrukkelijk naar voren gekomen in het Missiegedreven Innovatiebeleid van het ministerie van EZK. Daarin zijn voor vier maatschappelijke thema's de missies vastgesteld waar het innovatiebeleid de komende jaren aan zal werken. Van die vier zijn er voor Deltares twee van bijzonder belang: 'Energietransitie en Duurzaamheid' en 'Landbouw, Water en Voedsel'. Een vijfde categorie, de sleuteltechnologieën, vult de vier maatschappelijke thema's aan. Deltares is actief in de categorie sleuteltechnologieën als gebruiker, in veel mindere mate als ontwikkelaar. Vanuit Nederland is verder ook de Internationale Water Ambitie van de Nederlandse departementen relevant.

Een belangrijk aspect van het Nederlandse missiegedreven onderzoek is dat er gezamenlijke, langetermijndoelen worden afgesproken, die focus aanbrengen in de R&D-inspanning van bedrijven, overheden en kennisinstellingen. Deze doelen nopen tot samenwerking tussen sectoren (cross-overs) en disciplines in de kennisketen.

Met het formuleren van de 25 missies heeft de rijksoverheid een aanzet gegeven voor de nieuwe generatie Kennis- en Innovatie-agenda's en -convenanten (KIA's/KIC's). Deze nieuwe generatie KIA's kent een looptijd van vier jaar (2020-2023) en is niet meer sectoraal georiënteerd, maar ontwikkeld langs de lijnen van de vier maatschappelijke thema's plus de sleuteltechnologieën.

1.3 | De missiegebieden en Strategische Kennisbasis van Deltares

In 2019 hebben we een start gemaakt met het proces om de relevante agenda's en missies een centrale plaats te geven in en als startpunt te nemen bij de invulling van de onderzoeksprogramma's van het Strategisch Onderzoek. Vanuit het perspectief van water, bodem, en infrastructuur doen we dit via vier zogeheten missiegebieden, waarin we onze bijdragen aan de internationale en Nederlandse missies beschrijven: Future Deltas, Sustainable Deltas, Safe Deltas en Resilient Infrastructuur.

In de vier missiegebieden van Deltares staan hoofdvragen en missies centraal waaraan we met het geprogrammeerde onderzoek in de programma's zullen bijdragen.

In missiegebied **Future Deltas** richten we ons op de verre toekomst. De hoofdvraag is: hoe gaan delta's, en de daaraan gekoppelde kustgebieden en stroomgebieden, zich ontwikkelen als gevolg van veranderingen in de aanvoer van water en sediment, stijgende zeespiegel en dalende bodem, maar ook als gevolg van verandering in bevolkingsomvang, economische ontwikkeling en nieuwe technologie? Door deze processen en ontwikkelingen in langetermijnsenario's goed te beschrijven, kunnen ondanks de onzekerheden de juiste afwegingen worden gemaakt hoe nu moet worden gehandeld om delta's, alsook kustgebieden en stroomgebieden, veilig en veerkrachtig te houden. Deze kennis is essentieel om Nederland ook op de lange termijn de best beschermde delta ter wereld te laten blijven.

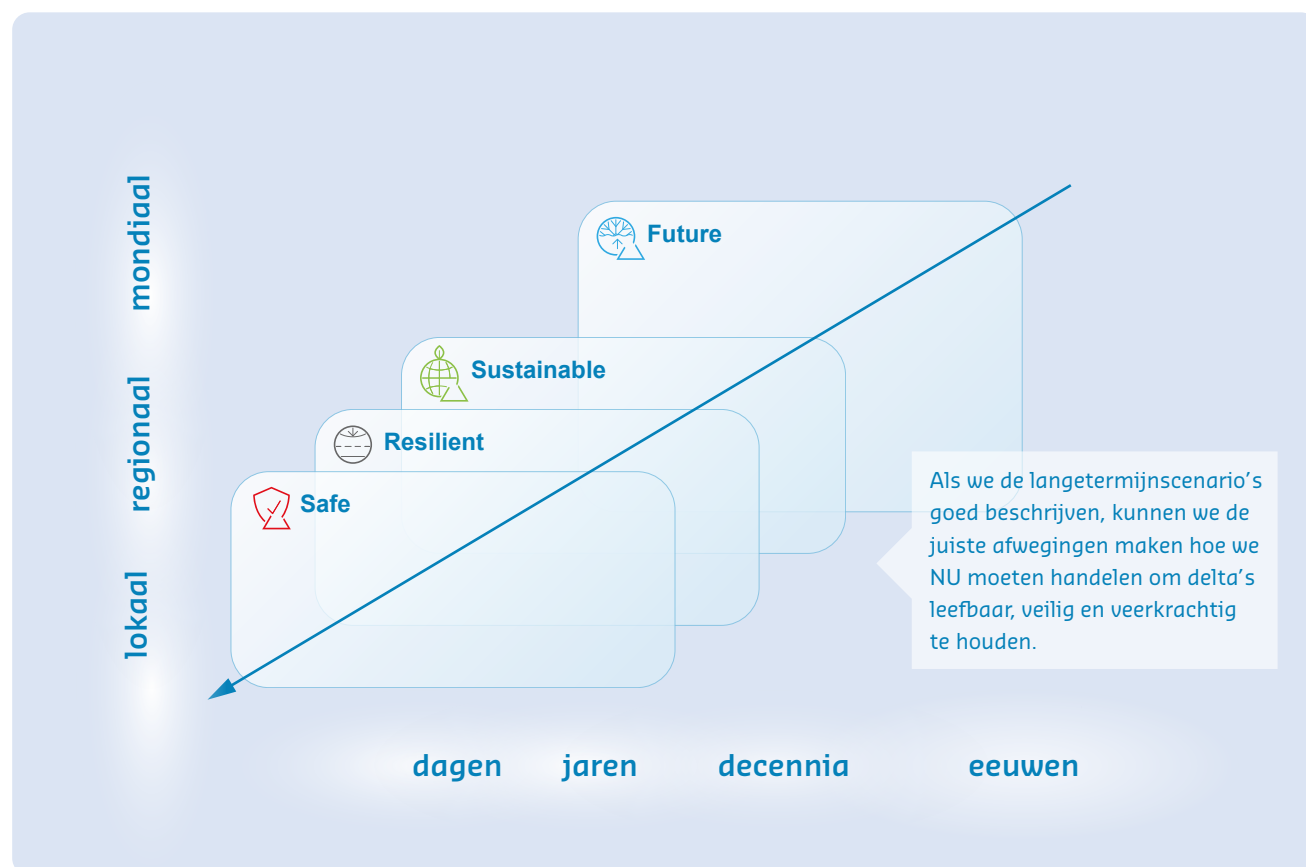


Figuur 1.3 | De vier missiegebieden en Strategische kennisbasis van Deltares

We willen deze kennis ook inzetten om eraan bij te dragen dat ook elders in de wereld handelingsperspectieven voorhanden zijn en de juiste maatregelen worden genomen.

In missiegebied **Sustainable Deltas** richten we ons op de hoofdvraag: welke handelingsperspectieven kunnen we ontwikkelen die ervoor zorgen dat ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen in de verstedelijkende delta's ook voor toekomstige generaties beschikbaar zijn. Water en bodem spelen een belangrijke rol bij de missies op het gebied van energietransitie en duurzame voedselproductie. Via dit missiegebied dragen we bij aan het inrichten en beheren van water op zo'n manier dat energie duurzaam kan worden opgewekt en voedsel duurzaam geproduceerd.

In missiegebied **Safe Deltas** richten we ons op de hoofdvraag: welke handelingsperspectieven kunnen we ontwikkelen om de groeiende bevolking en economie te beschermen tegen extreme gebeurtenissen als gevolg van klimaatverandering en geologische extremen. Het missiegebied richt zich op het bepalen, voorspellen en beheersen van de risico's, crisismanagement en rampenbeheersing bij extreme natuurschijnselen zoals droogte, wateroverlast, overstromingen, extreme erosie en aardverschuivingen. Ook gevolgen van geologische extremen vallen hieronder, zoals tsunami's en aardbevingen als gevolg van bodemdaling. De infrastructuur die we nodig hebben voor het functioneren van een duurzame en klimaatbestendige wereld alsook voor de bescherming



Figuur 1.4. | De vier missiegebieden van Deltares met indicaties van de tijd- en ruimteschaal waarop de nadruk ligt.

tegen extreme gebeurtenissen staat centraal in missiegebied **Resilient Infrastructuur**. De hoofdvraag hier is: hoe kunnen we onze infrastructuur veerkrachtig maken, zodanig dat deze haar functionaliteit kan behouden in de komende decennia en kan worden aangepast aan een veranderend klimaat of veranderende randvoorwaarden vanuit bodem en water.

De vier missiegebieden staan niet los van elkaar. De toekomstverkenningen in missiegebied Future Deltas geven kaders of richting aan van robuuste, toekomstbestendige oplossingen van actuele beleidsvoornemens en maatregelen voor maatschappelijke vraagstukken. Die oplossingen worden uitgewerkt in Sustainable Deltas, Safe Deltas

of Resilient Infrastructuur. Afhankelijk van de vraagstukken zullen deelvragen in samenhang in de verschillende laatstgenoemde missiegebieden worden opgepakt.

Gezamenlijk dekken de vier missiegebieden het domein van de deltatechnologie af. Daarbij hanteren ze uiteenlopende (maar wel gedeeltelijk overlappende) schalen van tijd en ruimte, zoals indicatief aangegeven in figuur 1.4.

We bereiken de impact die we nastreven allereerst met ons belangrijkste kapitaal, ca 830 hoog gekwalificeerde medewerkers. We werken voortdurend aan het ontwikkelen van onze **Strategische Kennisbasis**. Deze bestaat uit twee onderdelen, de **Kennisfaciliteiten** en de

Langetermijn kennisbasis. In de Kennisfaciliteiten horen onze software, data, technologieën, laboratoria en experimentele faciliteiten. In de langetermijn kennisbasis wordt de actieve samenwerking met universiteiten onderhouden en vindt matching van onderzoeksprogramma's plaats vanuit bijvoorbeeld EU en NWO.

De nieuwe benadering volgens de missiegebieden van Deltares zal enkele jaren nodig hebben om volledig zijn beslag te krijgen. De belangrijkste verschuivingen die in

2020 al zichtbaar zijn ten opzichte van de eerdere programmering zijn:

- de grotere aandacht voor de langetermijnveranderingen die richtinggevend worden voor de korte termijn. Dit wordt vooral in het missiegebied Future Deltas geadresseerd;
- de grotere aandacht voor droogte en voor de potentie en consequenties van opslag van energie in bodem en water in het licht van de energietransitie; alsmede de aandacht voor de stabiliteit van de te bouwen infrastructuur voor wind op zee. Het eerste onderwerp



De vijf TO2-instituten, organisaties voor toegepast onderzoek, ontvangen jaarlijks een rijksbijdrage. Het **Strategisch Onderzoek (SO)** van Deltares wordt gefinancierd met deze instituutssubsidie van het ministerie van EZK. De strategische onderzoeksagenda en de daaruit voortvloeiende voorgenomen activiteiten toetsen we bij verschillende klankborden (netwerk van maatschappelijke partners) waarvan de ministeries (met name het ministerie van EZK en het ministerie van IenW) en de Topsectoren (met name de Topsector Water & Maritiem en de Topsector Energie) de belangrijkste vormen.

Onder de Topsectoren voert Deltares **TKI (Topconsortia voor Kennis en Innovatie)** projecten uit, dat doen we in de gouden driehoek in publiek-private samenwerkingsprojecten die erop gericht zijn om vernieuwende producten en diensten op de markt te brengen en de concurrentiekracht van ons land te versterken. Binnen de Topsectoren wordt steeds meer samengewerkt aan **proeftuinen**, waarin innovatieve inrichtingsconcepten (gebiedsgerichte integrale inpassing in onze watersystemen) worden gedemonstreerd, getest en verbeterd. De proeftuinen vormen internationale iconen: nieuwe oplossingen worden wereldwijd onder de aandacht gebracht en de samenwerkingsverbanden zijn een kristallisatiepunt van kennis, onderwijs en innovatie.

In opdracht van het ministerie van IenW voert Deltares een **Kennisprogramma Primaire Proces (KPP)** en **Specialistische Adviezen (SPA)** uit. Voor zijn taakuitvoering hecht het ministerie groot belang aan dit toegepaste onderzoek, waarbij continuïteit, beschikbaarheid en structurele kennisontwikkeling ten behoeve van de uitvoering en verbetering van het primaire proces van het ministerie centraal staat.

Internationaal werkt Deltares aan projecten onder **Europese en mondiale programma's**. Bij een groot deel van de EU – projecten doen we dat samen met één of meerdere Nederlandse TO2-instituten, ministeries, andere overheden of bedrijven.

wordt in het missiegebied Future Deltas geadresseerd, het tweede in het missiegebied Sustainable Deltas en het laatste in het missiegebied Resilient Infrastructure;

- de grotere aandacht voor het geïntegreerde risico van extreme natuurverschijnselen in kust- en riviergebieden. Deze worden met name in het missiegebied Safe Deltas geadresseerd;
- het geïntegreerd beschouwen van ecologische en harde infrastructurele oplossingen. Dit wordt in het missiegebied Resilient Infrastructure geadresseerd.

Dit gaat, verhoudingsgewijs, ten koste van de aandacht voor de klassieke nationale waterveiligheid waarin de aandacht vooral uitgaat naar belasting vanuit het water en sterkte van de keringen. Ook wordt minder aandacht besteed aan het object en meer aan het systeem van de infrastructuur. Omdat de financiële ruimte voor het SO veel groter is geworden, is dit nadrukkelijk een relatieve verschuiving.

1.4 | Strategisch Onderzoek

Het Strategisch Onderzoek (SO) van Deltares is gericht op de langere termijn en is daarmee

essentieel voor de instandhouding en ontwikkeling van onze kennis. Het SO biedt enerzijds de mogelijkheid meerjarig te programmeren, en zorgt anderzijds voor vernieuwing van de portfolio's door in te spelen op nieuwe trends en bijbehorende kennisvragen. Het SO-budget wordt ook ingezet als co-financiering bij onder andere relevante EU-, NWO/TTW- en PPS-projecten, waardoor samenwerking en interdisciplinaire kennis wordt versterkt in de keten van wetenschap tot praktijktoepassing.

Het SO heeft een tijdshorizon van gemiddeld vier jaar, waarbij jaarlijks ongeveer 25% van het budget nieuw geprogrammeerd wordt. Het onderzoek is georganiseerd in 24 onderzoeksprogramma's (stand van zaken najaar 2019). In Bijlage 1 is de kerninformatie daarvan opgenomen. Het onderzoek draagt bij aan de missie en de strategische doelen van Deltares, die zijn uitgewerkt in de Onderzoeksagenda Deltares 2018 – 2021. Deze meerjarige onderzoeksagenda is in nauw overleg met overheid, kennispartners en private partijen opgesteld. In de onderzoeksagenda voor de volgende periode, 2021-2024, zal de aanpak volgens de missiegebieden verwerkt worden.

Het grootste deel van het SO-budget zal worden geprogrammeerd op onderzoek dat past binnen de missies van de maatschappelijke thema's Energie en Duurzaamheid, Landbouw, Water en Voedsel en Sleuteltechnologieën.

In samenwerking met het ministerie van IenW wordt ingezet op een sterke verbinding en synergie tussen strategisch onderzoek (SO), toegepast onderzoek (KPP en SPA) en samenwerking in Topsectorenverband (TKI, proeftuinen) (zie kader). Hiervoor zijn binnen de SO-onderzoeksprogramma's zeven integrale opgaven geïdentificeerd. In hoofdstuk 3 worden deze verder toegelicht.

De Kennisfaciliteiten en de langetermijn kennisbasis vormen samen de Strategische Kennisbasis, het tweede onderdeel van het SO. Dit komt aan de orde in paragraaf 2.5. Voor Nederland is de samenwerking in NKWK-verband belangrijk. Deltares levert een bijdrage aan de governance van dit onderzoeksprogramma en participeert in bijna alle 15 onderzoeklijnen, waarbij SO-budget als matching wordt ingezet. Dit gebeurt ook voor Europese activiteiten (zie par. 1.5).

1.5 | Onderzoek in Nederland en in het buitenland

Nederlandse kennis van water en ondergrond wordt wereldwijd ingezet. Voor Deltares zijn daarom internationale netwerken, missies (bijvoorbeeld SDG's) en projecten in het buitenland van groot belang. Deltares voert onderzoek uit ter ondersteuning van de Nederlandse positie (vooral die van het



ministerie van IenW) in internationale fora, zoals bijv. HELP (High Level Leaders and Experts Panel) Water and Disasters, de Delta Coalition, de Delta Alliance, de Global Commission and Center on Adaptation en Water as Leverage. Projecten en opdrachten uit het buitenland dragen in belangrijke mate bij aan de ontwikkeling van kennis die relevant is voor Nederland. Samenwerking met wetenschappers uit het buitenland in onderzoeks- en adviesprojecten is nodig voor de ontwikkeling en het in stand houden van een internationale toppositie. Ook bevorderen we door onze kennis internationaal in te zetten en beschikbaar te maken de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven. Deltares zoekt internationaal actief de samenwerking op om kennis te ontwikkelen.

Deltares is partner in diverse Europese onderzoeks- en innovatieprojecten en kennisnetwerken. Matching vanuit SO is een middel om daaraan deel te kunnen nemen. Deze projecten fungeren als multiplier op de SO-middelen, waardoor meer kennis beschikbaar komt tegen gedeelde kosten.



In het geval van Horizon 2020 draagt de Europese Commissie ongeveer de helft van de kosten. Door internationale samenwerking wordt de kennis gezamenlijk ontwikkeld en heeft Deltares toegang tot aanvullende relevante kennis.

1.6 | Samenwerking

We hebben in Nederland een schat aan ervaring in samenwerking met kennisinstellingen, bedrijven, maatschappelijke organisaties en overheden. Gezamenlijk beschikken we over een enorme hoeveelheid kennis en zijn we op veel gebieden internationaal toonaangevend in het bieden van handelingsperspectief en in het ontwikkelen van innovatieve oplossingen en maatregelen. Door het bundelen van onze krachten zijn we in staat om de uitdagende opgaven van vandaag en morgen te lijf te gaan en de gestelde missies te bereiken. Geen enkele partij kan dat alleen.

De gezamenlijke aanpak leidt tot een steeds meer cross-sectorale vorm van samenwerking, met meer samenwerking 'in de keten' tussen kennis (collega-TO2-instituten, universiteiten en hogescholen, rijkskennisinstellingen (RKI's)), overheid en bedrijfsleven waaronder het MKB, zowel nationaal als internationaal: van

wetenschappelijk onderzoek naar praktijk. Het streven is om de krachten te bundelen en te zorgen voor vroegtijdige betrokkenheid van bedrijven en overheden om innovaties en maatregelen te realiseren en te implementeren.

Dit betekent dat we de samenwerking met collega TO2-instituten verder versterken. De hoofdthema's waarbinnen de TO2-instituten samenwerken zijn beschreven in het Strategisch Kader 2018-2021 van de TO2-federatie ('De motor van vitaal innovatie-ecosysteem'). Voorbeelden zijn onderzoek op het gebied van de energietransitie (met TNO/ECN), op het gebied van landbouw, water en voedsel (met Wageningen Research) en op het gebied van infrastructuur (met TNO en MARIN). Op het gebied van de 'enabling technologies' wordt samengewerkt met alle TO2-instituten.

Voorbeelden van partijen waar we op strategisch niveau internationaal mee samenwerken zijn de NUS (Singapore), de OECD, IFI's, de NWS en USGS (beide VS).

In hoofdstuk 2 wordt bij de uitwerking van de plannen voor de missiegebieden uitgebreider ingegaan op de samenwerking, nationaal en internationaal.



Hoofdstuk 2



Missiegebieden en Strategische Kennisbasis

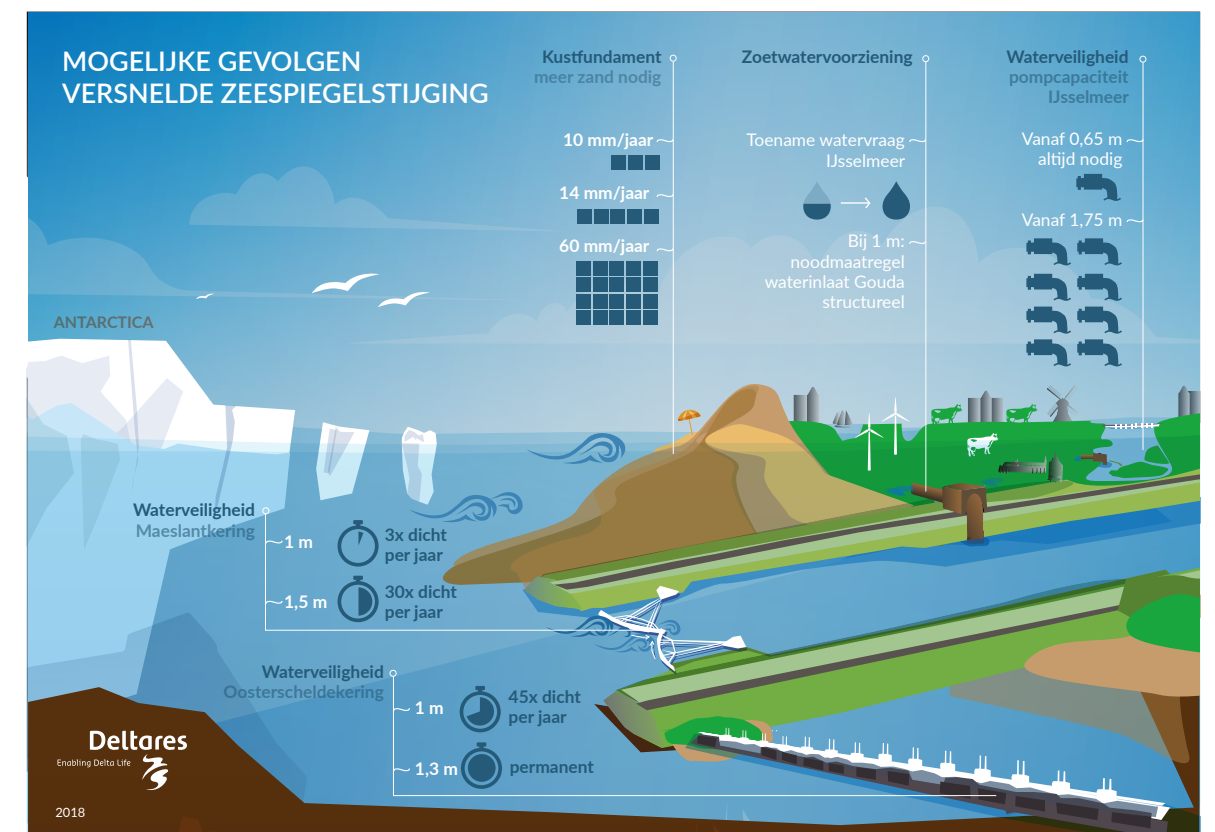


2.1 | Future Deltas

Waar gaat missiegebied Future Deltas over?

In missiegebied Future Deltas verkennen we de verre toekomst, de generatie van onze kleinkinderen en de daarop volgende generaties. De hoofdvraag is: hoe ontwikkelen delta's en de daaraan gekoppelde stroomgebieden en kustgebieden zich op de lange termijn onder invloed van klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling, maar ook onder invloed van mogelijke maatschappelijke, economische en technologische ontwikkelingen? Het te programmeren onderzoek beschrijft de geohydrologische, morfologische, geochemische en ecologische systeemprocessen als gevolg van klimaatverandering en

zeespiegelstijging, de veranderingen in afvoer van water en sediment en bodemdaling, en de maatschappelijke impact die deze veranderingen zullen hebben. Deze beschrijvingen stellen we op voor verschillende tijdstappen in langetermijnverkenningen. De veranderingen en de maatschappelijke reactie daarop kunnen worden vertaald in toekomstbeelden. Op basis van inzicht in de mogelijke veranderingen op de lange termijn en de onzekerheden hierin 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. Samengevat: wat moeten we doen om klaar te staan voor de toekomst.



Wat zijn de doelen van missiegebied Future Deltas?

Met missiegebied Future Delta's willen we antwoord geven op de volgende hoofdvragen:

Hoe ontwikkelen delta's wereldwijd zich op de lange termijn onder invloed van klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en de maatschappelijke, economische en technologische transities?

Centraal staan systeemprocessen in delta's (alsook in stroomgebieden en kustgebieden) op de lange tijdschaal en de veranderingen in het fysieke systeem in samenhang met sociaal-economische ontwikkelingen. 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?
- Welke toekomstbeelden zijn er voor een leefbare, veilige en veerkrachtige delta?
- Zijn er grenzen aan adaptatie?

Wat zijn de omstandigheden waaronder we de delta's (alsook kustgebieden en stroomgebieden) leefbaar, veilig en veerkrachtig moeten houden en welke adaptatiestrategieën zijn dan mogelijk?

Meer specifiek gaat het hierbij om de vragen:

- Wat zijn de langetermijnontwikkelingen in de beschikbaarheid van natuurlijke

hulpbronnen (water, ecosystemen/natuur, grondstoffen, energie, voedsel en ruimte) in een leefbare delta?

- Wat betekenen de langetermijnontwikkelingen voor de beslissingen over investeringen in de infrastructuur die we de komende decennia gaan nemen. Dit vraagt om benaderingen voor 'decision making under deep uncertainty'.
- Met welke klimaatvariabiliteit krijgen we in de toekomst te maken en met welke extremen?
- Wat is nu nodig om in de toekomst te kunnen omgaan met extreme droge perioden?
- Wat betekenen toekomstige extremen voor het leven in verstedelijkte delta's, zoals (tropische) stormen die kustgebieden kunnen teisteren of extreme neerslag waarmee stroomgebieden en steden te maken kunnen krijgen.

Meest relevante trends en ontwikkelingen

De relevante trends voor dit missiegebied zijn klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling. Wat deze trends voor de toekomst betekenen is onzeker, door onzekerheid over de vraag of en hoe deze trends doorzetten en over hun impact. Zo is er onzekerheid over toekomstige zeespiegelstijging. De afgelopen jaren zijn de aanwijzingen sterker geworden dat de zeespiegel mogelijk sneller kan gaan stijgen dan tot nog toe is aangenomen. Dit is ingegeven door recente inzichten over het mogelijk versneld afbreken en smelten van het landijs op Antarctica. Of dit zal gebeuren is nog onzeker en daarbij komt dat de mate waarin de zeespiegel extra zal stijgen niet overal op de aardbol gelijk is. Het is nog onvoldoende

duidelijk wat dit voor Nederland kan gaan betekenen. De extra versnelde zeespiegelstijging kan in Nederland zeer ingrijpende gevolgen hebben, onder meer voor het kustfundament (inclusief de Wadden en zuidwestelijke delta), de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening.

Recente droogte in Europa heeft aangegeven dat er grote onzekerheden zijn over de extremen in de toekomst.

Er is een wereldwijde trend van toenemende urbanisatie van delta's en kustgebieden. Naast de gevolgen van veranderend klimaat en een versneld stijgende zeespiegel, vormt bodemdaling een bedreiging voor de toekomstbestendigheid van deze gebieden, waarbij in veel gevallen de ruimte voor aanpassen beperkt is. In toenemende mate is er behoefte aan het ontwikkelen van adaptatiemaatregelen die delta's onder invloed van klimaatverandering en zeespiegelstijging leefbaar houden. Het gaat dan om het identificeren van omslagpunten, adaptatiepaden en signalen die adaptatie noodzakelijk maken, dan wel kansen bieden voor adaptatie.

Relevante agenda's

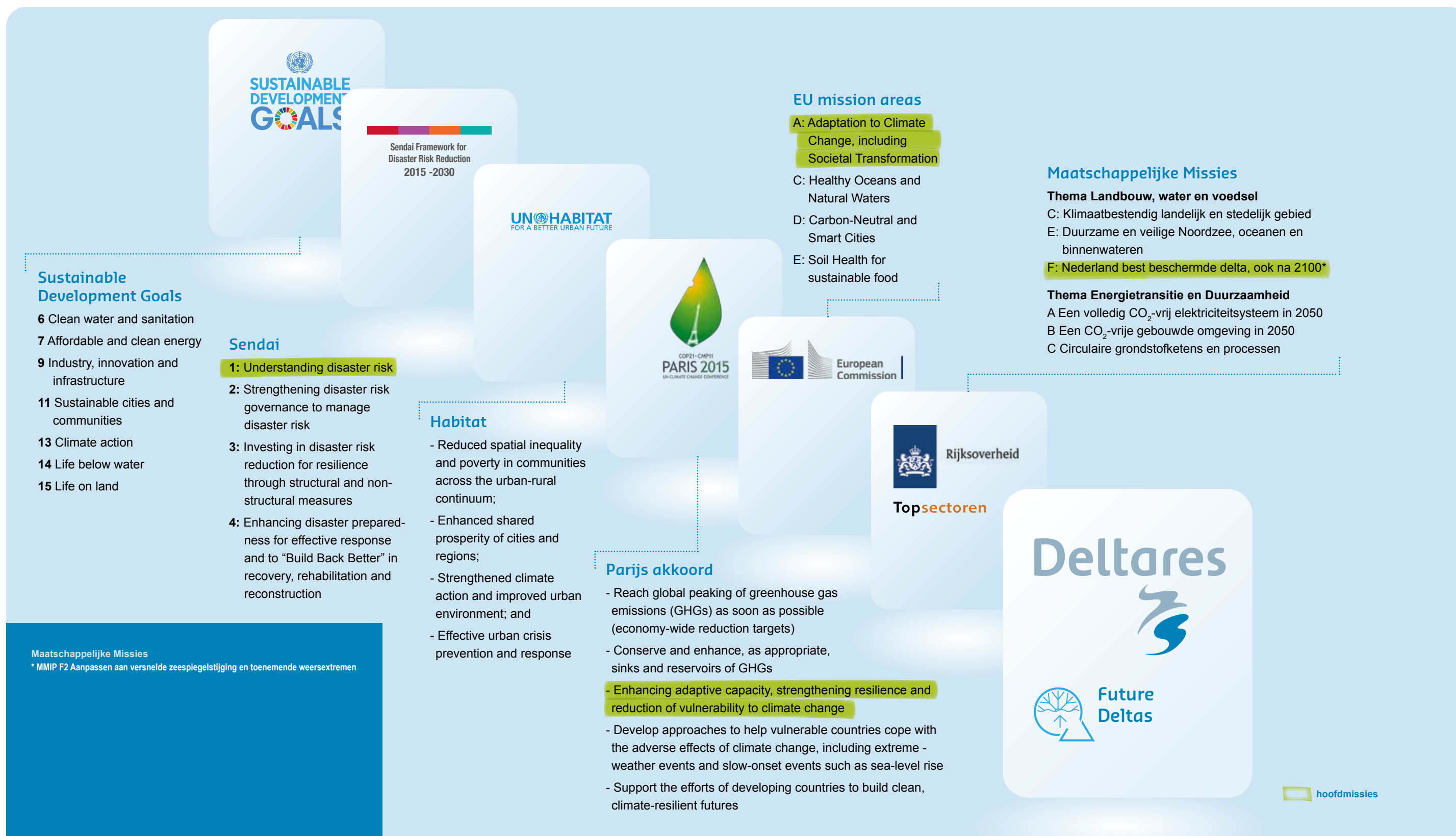
Het onderzoek dat bijdraagt aan missie-

gebied Future Deltas signaleert en agendeert nieuwe ontwikkelingen als gevolg van een verbeterd inzicht in de veranderingen als gevolg van klimaatverandering, zeespiegelstijging en bodemdaling. Daarbij fungeren diverse agenda's en missies als bron (in figuur 2.1 aangegeven in groen).

Op nationaal niveau is de missie dat Nederland de best beschermde delta van de wereld moet blijven richtinggevend voor de vraagstukken die in Future Deltas worden geagendeerd. Het zwaartepunt ligt bij LWV-F: Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen, van de KIA Landbouw Water Voedsel.

Op Europees niveau is de missie Adaptation to Climate Change, including Societal Transformation richtinggevend. Het klimaatakkoord van Parijs is richtinggevend voor nationale en Europese missies met betrekking tot klimaatvraagstukken. Maatregelen zijn gericht op het realiseren van 'climate resilient futures' door zowel het reduceren van emissies van broeikasgassen, als het vergroten van adaptief vermogen (adaptive capacity), het versterken van de veerkracht (resilience)





Figuur 2.1 | Missiegebied Future Deltas: de meest relevante onderdelen van de externe agenda's, missies en doelen (in groen aangegeven).

en het verminderen van de kwetsbaarheid (vulnerability). In relatie hiermee zijn ook de internationale agenda's Sendai en SDG's van belang, maar gezien vanuit een veranderend klimaat in een langetermijnperspectief.

De impact van de producten van het onderzoek in dit missiegebied is anders dan die in de andere missiegebieden. Het missiegebied Future Deltas is vooral agenderend van aard en heeft een sterkere onderzoekscomponent terwijl de andere missiegebieden meer gericht zijn op een maatschappelijke vraag.

Selectie van de initiatieven en producten van Future Deltas in 2020

- Ontwikkeling van instrumenten waarmee de gevolgen van zeer grote zeespiegelstijging en klimaatverandering in beeld kunnen worden gebracht teneinde ons inzicht in grenzen en kansen voor adaptatie aan versnelde zeespiegelstijging in Nederland te vergroten.

- Ontwikkeling van tools voor berekening van toekomstige overstromingen in landelijke gebieden, steden en op kusten door verandering in lokale extreme neerslag, stormen en klimaat.
- Beschrijven en modelleren van de ontwikkeling op de (middel)lange termijn van water- en bodemsystemen aan de hand van fysische, biogeochemische en ecologische sleutelprocessen. Onderzoek naar de grenzen aan de leefbaarheid van delta's onder klimaatverandering en zeespiegelstijging.
- Testresultaten van innovatieve meettechnieken voor uitstoot van broeikasgassen in veengebieden, doorontwikkeling van bodemdalingsmodellen; uitwerken van schadefuncties van bodemdaling met betrekking tot infrastructuur, uitmondend in een eerste uitwerking van een adaptatiepadenmethodiek voor bodemdaling
- Het ontwikkelen van wereldwijde data- en

modelsystemen, informatiesystemen en platforms voor (langetermijn)projecties van overstromingen, droogtegebeurtenissen, beschikbaarheid van grondwater, waterkwaliteit, ecosystemen en gezondheidsrisico's. Dit is van belang voor diverse SDG's. Opstarten van het Blue Earth Initiatief en eerste ontwerp van Blue Earth Platform (zie par. 2.5.1, onder het kopje Datafaciliteiten).

- Mitigatiestrategieën: verkennen van de mogelijkheden voor grootschalige vastlegging van CO2 in water en bodem.
- Verkennen van oplossingsrichtingen en adaptatiepaden voor klimaatverandering en versnelde zeespiegelstijging: hoe kunnen we gegeven die veranderingen blijven wonen, werken en recreëren in delta's.
- Monitoring van drivers van veranderingen in het fysieke systeem: ontwikkeling van methoden voor het signaleren van veranderingen.

Samenwerking

In het kader van de vragen in Future Deltas staat de samenwerking met meteorologische instituten (zoals KNMI), internationale organisaties (UN-organisaties, IPCC), kennisinstellingen, denktanks en datatechnologiebedrijven centraal. Voorbeelden van nationale samenwerking met KNMI en Nederlandse kennisinstellingen zijn de toekomstverkenningen voor de staf Deltacommissaris die we doen over de gevolgen van klimaatscenario's

en zeespiegelstijging. In Europees kader wordt samengewerkt met internationale kennisinstellingen over de gevolgen van de klimaatverandering en mogelijke handelingsperspectieven, zoals in het Europese project RECEIPT. In internationaal kader dragen we in samenwerking met internationale instituten bij aan IPCC-rapportages.

2.2 | Sustainable Deltas

Waar gaat missiegebied Sustainable Deltas over?

In missiegebied Sustainable Deltas staat het streven naar duurzaamheid centraal, waarbij duurzaamheid breed wordt opgevat: ecologisch (gezonde ecosystemen, verantwoord omgaan met hulpbronnen), economisch (welvaart, green growth) en sociaal (welzijn, inclusiviteit, equity); kortom de drie P's (people, planet, prosperity).

In dit missiegebied staan vraagstukken centraal omtrent de zoetwatervoorziening van Nederland, de delta-aanpak waterkwaliteit, ecologische veerkracht grote wateren, integraal rivierbeheer, de energietransitie, de overgang naar een meer circulaire economie en klimaatbestendige inrichting van landelijk en stedelijk gebied. In de komende decennia moeten we met nieuwe oplossingen komen. Daarbij kunnen we mogelijk gebruik maken van natuurlijke processen en structuren ('nature based solutions', bouwen met natuur). Veel van deze (ruimtelijke) opgaven komen bij elkaar op lokaal niveau. De proeftuin 'Klimaatadaptatie' van



de Topsector Water en Maritiem sluit hierop aan. We verwachten dat de transities grote invloed gaan hebben op ons water en sediment, op de ondergrond, op de veerkracht van steden (urban resilience) en op het beheer van de zee en de kustgebieden. Denk hierbij aan de systeemeffecten die grootschalige windenergie op zee met zich mee kan brengen. Water en ondergrond kunnen benut worden om de transities mogelijk te maken. Grondwaterbeheer kan positief bijdragen aan de warmtetransitie, het tegengaan van bodemdaling en verdroging en aan duurzame voedselproductie. Daarbij gaat het niet alleen om technisch-inhoudelijke vraagstukken maar

ook om vragen omtrent governance, financiering en impact: breed gedeelde levenskwaliteit (social equity), welvaart voor een ieder, alsmede ecologische en ruimtelijke kwaliteit. Een belangrijke component hierbij is de samenhang van de verschillende vraagstukken (nexusbenadering) en het integrale beheer van water en bodem voor allerlei verdelingsvraagstukken. Op het internationale speelveld moeten we begrijpen welke rol water en bodem spelen in 'energy and food security' op verschillende schaalniveaus, van lokaal, regionaal/stroomgebieden tot globaal. We moeten ook begrijpen hoe klimaatadaptatie en -mitigatie leidt tot



interventies in land- en waterbeheer, wat de impact is op ecosystemen en ecosysteemdiensten, en hoe de relatie tussen water en gezondheid is (waterkwaliteit, zoönosen¹). Inzicht in de sociale afhankelijkheid van land en water is van belang om te begrijpen wat de sociale gevolgen zijn van grotere zelfvoorziening (energie, voedsel, grondstoffen) of het juist meer importeren. Daarbij komen ook grote vraagstukken aan de orde zoals geopolitieke gevolgen (denk bijv. aan klimaatvluchtelingen), inclusiviteit, toegang tot schaarse grondstoffen en vermindering van de afhankelijkheid van andere landen.

Wat zijn de doelen van missiegebied Sustainable Deltas?

De hoofdvraag is hoe we de delta's duurzaam leefbaar kunnen houden ondanks klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling, bevolkingsgroei, economische ontwikkelingen en verstedelijking. Met als belangrijke nevenvragen:

- Hoe kunnen dichtbevolkte deltagebieden klimaatbestendig worden ingericht en beheerd zodat miljoenen mensen daar welvarend en gezond kunnen leven, wonen en werken?
- Hoe zorgen we er voor dat de ecosystemen en natuurlijke hulpbronnen ook voor de volgende generaties beschikbaar zijn?
- Hoe kunnen we water- en bodemsystemen zo inrichten en beheren dat energie duurzaam kan worden opgewekt en voedsel duurzaam geproduceerd?

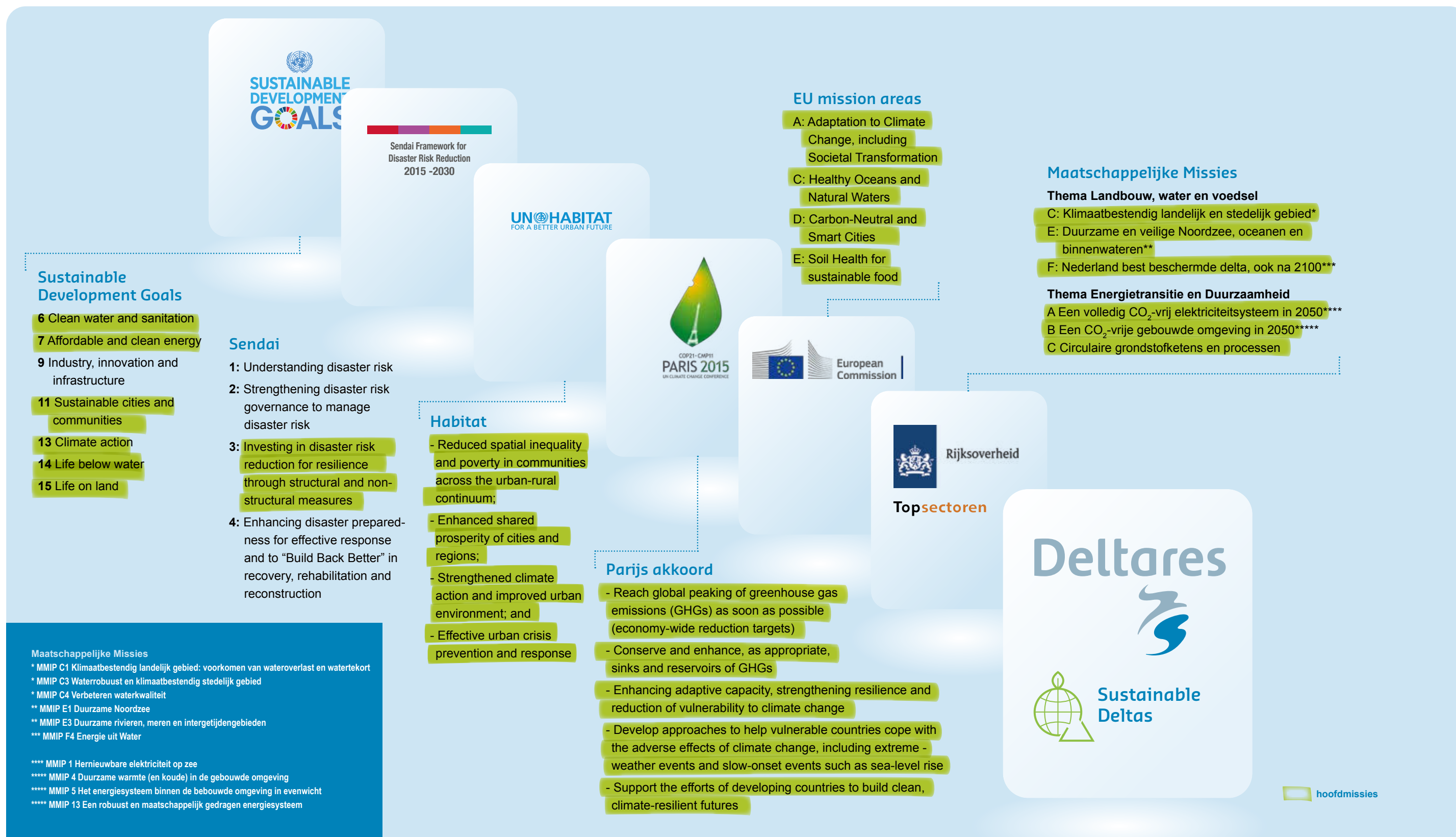
Meest relevante trends en ontwikkelingen

De belangrijkste trends die verbonden zijn met dit missiegebied zijn:

- De toenemende vraag naar natuurlijke hulpbronnen vanwege economische en demografische ontwikkelingen en de afnemende beschikbaarheid van natuurlijke hulpbronnen als gevolg van verstedelijking, klimaatverandering, overexploitatie van voorraden, landdegradatie en geopolitieke ontwikkelingen;
- Toenemende druk op de kwaliteit van water, bodem en ecosystemen en de daaraan gerelateerde gezondheidsrisico's en verlies aan biodiversiteit;
- De groeiende behoefte aan duurzame energie als gevolg van klimaatafspraken over vermindering van uitstoot van broeikasgassen en overgang naar een 'low- carbon economy'.



¹ | Ziekten bij dieren die overgedragen kunnen worden op mensen



Figuur 2.2 | Missiegebied Sustainable Deltas: de meest relevante onderdelen van de externe agenda's, missies en doelen (in groen aangegeven).

Relevante agenda's

De vragen passen bij de Nederlandse missies die vallen onder het thema's 'Energie en duurzaamheid' en 'Landbouw, water en voedsel'. Ze sluiten tevens goed aan bij een aantal verwachte EU onderzoeksthema's binnen Horizon Europe en diverse Sustainable Development Goals, waaronder Affordable and Clean Energy en Sustainable cities and communities.

Selectie van de initiatieven en producten van Sustainable Deltas in 2020

Koppeling van sectorale modellen voor water, landbouw en energie voor nauwkeuriger integrale impactanalyses.

Nieuw instrumentarium waarmee de potentie van aquathermie² lokaal, regionaal en nationaal kan worden bepaald, zodat aquathermie als volwaardige optie mee kan worden genomen in het traject van de Regionale Energie Strategieën.

Agendering van aankomend zandtekort voor een breed publiek o.a. via een keynote op de Waterbouwdag 2020.

Een online beta-versie van het Blue Earth platform waarin methoden, modellen, instrumenten, databases en communicatie interfaces zijn geïntegreerd. Hierdoor kunnen gemakkelijk toegankelijke globale datasets worden benut voor het opzetten van snelle, transparante en samenhangende modellen. Daarmee worden

² | Aquathermie is thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED).

inschattingen mogelijk van ingrepen in watersystemen, van lokale tot globale schaal.

Een nieuw D-Emissions softwarepakket dat betere informatie voor waterkwaliteitsbeheer mogelijk maakt op een flexibele manier en daarmee toepasbaar is voor elke locatie en voor elk zoetwatersysteem in de wereld.

Een integraal afwegingskader voor de veerkracht van watersystemen dat inzicht biedt in de wijze waarop watersystemen gezond en veilig kunnen blijven onder veranderend gebruik voor vele doeleinden.

De opzet van een landelijk onderzoeksprogramma rond broeikasgassen, waarmee de watersector zijn CO₂ footprint kan reduceren en de overheid wordt gestimuleerd om een duurzame aanpak bij uitbesteding te belonen.

Een model voor CO₂- en CH₄-emissies vanuit watersystemen, ter verbetering van het systeembegrip en het vinden van nieuwe



maatregelen voor de reductie van de emissie van broeikasgassen uit water en bodem.

Instrumentarium voor het kwantificeren van de consolidatie- en rijpingsprocessen van (hergebruikt) sediment als oplossing voor waterveiligheid, natuurontwikkeling en reductie in het gebruik van (bouw)grondstoffen.

Uitwerking van een aantal nieuwe financieringsmodellen voor nature based solutions.

Opstellen van een handreiking voor nature based solutions in stedelijk gebied.

Methodiek gericht op het identificeren en monitoren van barrières voor de implementatie van klimaatadaptatiemaatregelen.

Sleuteltechnologieën

Een aantal nieuwe technologieën zijn cruciaal voor de ontwikkelingen in dit missiegebied.

Dit betreft nieuwe toepassingen in de hoek van data (data science) en modellen (future modelling), o.a. gericht op de opbouw van globale datasets, snelle opzet van modellen, koppelingen tussen modellen en op- en neerschaling van modellen.

Daarnaast zijn er belangrijke nieuwe ontwikkelingen op het gebied van data-inwinning via aardobservatie, glasvezeltechnologie voor grondwater- en sedimentdynamica en nieuwe meetmethoden voor (nieuwe) stoffen, DNA en pathogenen in bodem- en watersystemen.

Ook wordt er verder gekeken naar toepassing van blockchaintechnologie in het bodembeheer.

Samenwerking

De transities waar we in dit missiegebied aan werken vragen om een interdisciplinaire aanpak in onderzoek en innovatie. Daarvoor gaat Deltares strategische samenwerkingen aan met nationale en internationale kennispartners. Voor energie en duurzaamheid zijn dat o.a. TNO en TUD, voor waterkwaliteit en klimaatbestendige inrichting de WUR, KWR, Wetsus en NUS, voor grondwatermodellering de UU en voor governance de EUR.

2.3 | Safe Deltas

Waar gaat missiegebied Safe Deltas over?

In het missiegebied Safe Deltas proberen we handelingsperspectief te vinden om de groeiende bevolking en economie te beschermen tegen extreme gebeurtenissen die samenhangen met klimaat en geologie. Het onderzoek richt zich op het bepalen, voorspellen en beheersen van de risico's, crisismanagement en rampenbeheersing bij extreme natuurverschijnselen zoals droogte, wateroverlast, overstromingen, erosie en aardverschuivingen. Ook gevolgen van geologische extremen vallen hieronder, zoals tsunami's en aardbevingen als gevolg van bodemdaling. Onderwerpen die geadresseerd worden zijn de gevolgen van combinaties van gebeurtenissen (compound events), en de gevolgen van het optreden van opeenvolgende extreme gebeurtenissen binnen relatief korte tijd. Focus ligt op de trefwoorden rampen en extreme gebeurtenissen, die in verband staan met natuurlijke risico's en of met het systeem van bodem en water. In diverse onderzoeksprogramma's



Figuur 2.3 | Missiegebied Safe Deltas: de meest relevante onderdelen van de externe agenda's, missies en doelen (in groen aangegeven).

wordt aandacht besteed aan de maatschappelijke, ecologische en economische gevolgen, vooral gericht op infrastructuur, economische sectoren en financiering, en de ontwikkeling van adaptatieve strategieën hiervoor.

Wat zijn de doelen van missiegebied Safe Deltas

Binnen het missiegebied Safe Deltas willen we antwoord geven op de volgende vragen:

- Hoe kunnen we de groeiende bevolking en economie beschermen tegen extremen in de natuur die onder meer gerelateerd zijn aan klimaatverandering en zeespiegelstijging?
- Hoe worden de consequenties van de verschillende strategieën voor de bescherming tegen extreme gebeurtenissen verdeeld over bevolkingsgroepen en economische sectoren?

Meest relevante trends en ontwikkelingen

Door klimaatverandering zijn natuurrampen aan de orde van de dag en met de moderne media komen deze steeds sneller en prominenter in het nieuws en in het bewustzijn. Ongeveer de helft van de wereldbevolking leeft in delta's of in de nabijheid van kusten en rivieren en dit aandeel is stijgende. Extreem weer, zeespiegelstijging, bodemdaling en toename van bevolking en economische waarde doen de risico's razendsnel toenemen. De droogte van 2018 heeft niet alleen Nederland maar ook grote delen van de rest van Europa wakker geschud: wat zijn nu die droogterisico's, welke impact gaan ze hebben op de maatschappij, de natuur, economische sectoren, de drinkwatervoorziening, de bevaarbaarheid van rivieren en verzilting. Ook leven er vragen over hoe we hiermee om moeten gaan in het waterbeleid en het waterbeheer.

Daarnaast zijn onderwerpen als multihazards, compound events, consecutive hazards en cascade-effecten hoog op de agenda gekomen.

Gegeven het bovenstaande is op hoofdlijnen te stellen dat er meer aandacht is voor:

- Verbinding van hazards, impacts, solutions met besluitvorming en implementatie;
- Verbetering van toekomstige projecties van extremen, stories, black swans, expect the unexpected;
- Dossiers die de totale keten van hazards tot en met impact behandelen, zoals SIDS: Small Island Development States.

Relevante agenda's

De belangrijkste internationale agenda's zijn in de eerste plaats het Disaster Risk Reduction Framework van Sendai, en verder de Sustainable Development Goals van de UN.

De hoofdboodschap in alle, nationale en internationale, agenda's is de noodzaak tot een steeds duurzamer ontwikkeling van de wereld en tot aanpassing van de wereld aan het veranderende klimaat. Internationaal gaat men uit van het gegeven dat rampen zullen vóórkomen, in tegenstelling tot de nationale agenda's die uitgingen van alleen preventie (het voorkómen van rampen). Internationale vragen concentreren zich dan ook meer op het omgaan met rampen (disaster risk reduction) en respons en herstel: 'build back better'. Bij deze gevolgen is er ook steeds meer behoefte aan inzicht wat de maatschappelijke respons is op dergelijke ontwrichtende gebeurtenissen. Nationaal is het overstromingsrisicodenken op het gebied van waterveiligheid in de afgelopen jaren volop

geïmplementeerd. Door de veranderingen in weer, klimaat en gevolgen zullen ook de nationale risico's en hoe daarmee om te gaan aan verandering onderhevig zijn. Concepten als 'taai dijken' en reststerkte doen opgang. Het gaat dan om dijken en de rek die we hebben bij extreme events zowel fysisch als in de normering. De nationale kennisagenda waterkeren (IenW, DGWB) gaat meer over verbetering van de dijkontwerpen op basis van de huidige faalmechanismen. Een onderwerp dat ook past in het missiegebied Resilient Infrastructure.

Nationaal zijn de meest relevante missies dat Nederland de best beschermde delta van de wereld moet blijven (LWV F) en de Klimaatbestendigheid van het landelijk en stedelijk gebied (LWV C). Daarnaast is de *KIA-Veiligheid*, missie 4, Cyberveiligheid (cybersecurity van waterkeringen) mogelijk relevant.

Selectie van de initiatieven en producten van Safe Deltas in 2020

Vershillende programma's dragen bij aan de vragen in dit missiegebied. Beoogde bijdragen (niet uitputtend) vanuit de diverse programma's voor volgend jaar zijn:

- Handreiking 'Best practices for inclusive planning of Disaster Risk Management'.
- Handreiking 'Best practices/guidances flood recovery'.
- Het real-time voorspellen van directe en indirecte gevolgen van extremen op lokale schaal, inclusief de doorvertaling naar risico's. Ook de handelingsopties

(handelingsperspectief) tijdens de warme fase krijgen aandacht, gekoppeld aan 'impact based forecasting'.

- Het combineren van extremen vanuit verschillende bronnen ('hazards') in real-time. Welke gecombineerde extremen kunnen we verwachten, waar en wanneer? Bijvoorbeeld door de combinatie van overstromingen door excessieve neerslag, vanuit rivieren en langs de kust, maar ook door de koppeling met stormschade.
- Besluitvorming en handelingsperspectief in de warme fase. Hoe nemen we betere beslissingen op basis van de beschikbare real-time voorspellingen van directe en indirecte gevolgen?
- Het bepalen (kwantificeren) van risico's bij extreme natuurverschijnselen met een focus op neerslag, overstromingen, erosie en tsunamí's.
- International Weather Generator, H2020 EUCP draagt bij aan 'Welke extremen kunnen we verwachten, waar, wanneer?'
- De Small Island Development States (SIDS) als laboratoriumomgeving ontwikkelen voor de vragen 'welke extremen kunnen we verwachten', 'wat zijn de gevolgen van extremen', 'wat zijn de impacts van natuurlijke events' omdat die vragen daar nu al urgent zijn. Onderzoek hoe de ontwikkelingen rondom de dijk kunnen bijdragen aan beheer en veiligheid van de dijk (bijv. rivierverruiming, woningbouw die bijdraagt aan sterkte).
- De ontwikkeling van multihazard analysemethodieken waarbij de combinatie van de directe (wind, overstroming) en



De verbinding met sleuteltechnologieën (zie par. 2.5) is op twee manieren van wezenlijk belang. De fysieke modellering die vooral bij het kwantificeren van bedreigingen een rol speelt ontwikkelt zich naar een hybride modellering (zowel fysica als data science). Inzicht in impact en schade is steeds belangrijker. Die inzichten zijn voornamelijk data-gedreven en moeten vanuit sleuteltechnologieën een stap verder gebracht worden.

Samenwerking

Vanuit Safe Deltas zijn er veel samenwerkingsverbanden te noemen. Nationaal is de samenwerkingsovereenkomst met het HWBP en de taskforce deltatechnologie een mooi voorbeeld. In de POV's (projectoverstijgende verkenningen) werken waterschappen, bedrijfsleven en kennisinstututen gezamenlijk aan innovatieve oplossingen voor dijkversterkingen. Aanpalend worden vanuit de kenniswereld onderzoeksprogramma's zoals Allrisk (TTW programma) geïnitieerd waarbij vrijwel alle universiteiten en relevante kennisinstututen betrokken zijn. Internationaal is de Europese samenwerking rondom het FloodRisk 2020 congres in Budapest belangrijk. Dit is het vierde congres, door Deltares en Europese partners georganiseerd, en inmiddels een toonaangevend kennis- en gebruikersnetwerk.

2.4 | Resilient infrastructure

Waar gaat missiegebied Resilient Infrastructure over?

Het missiegebied Resilient Infrastructure

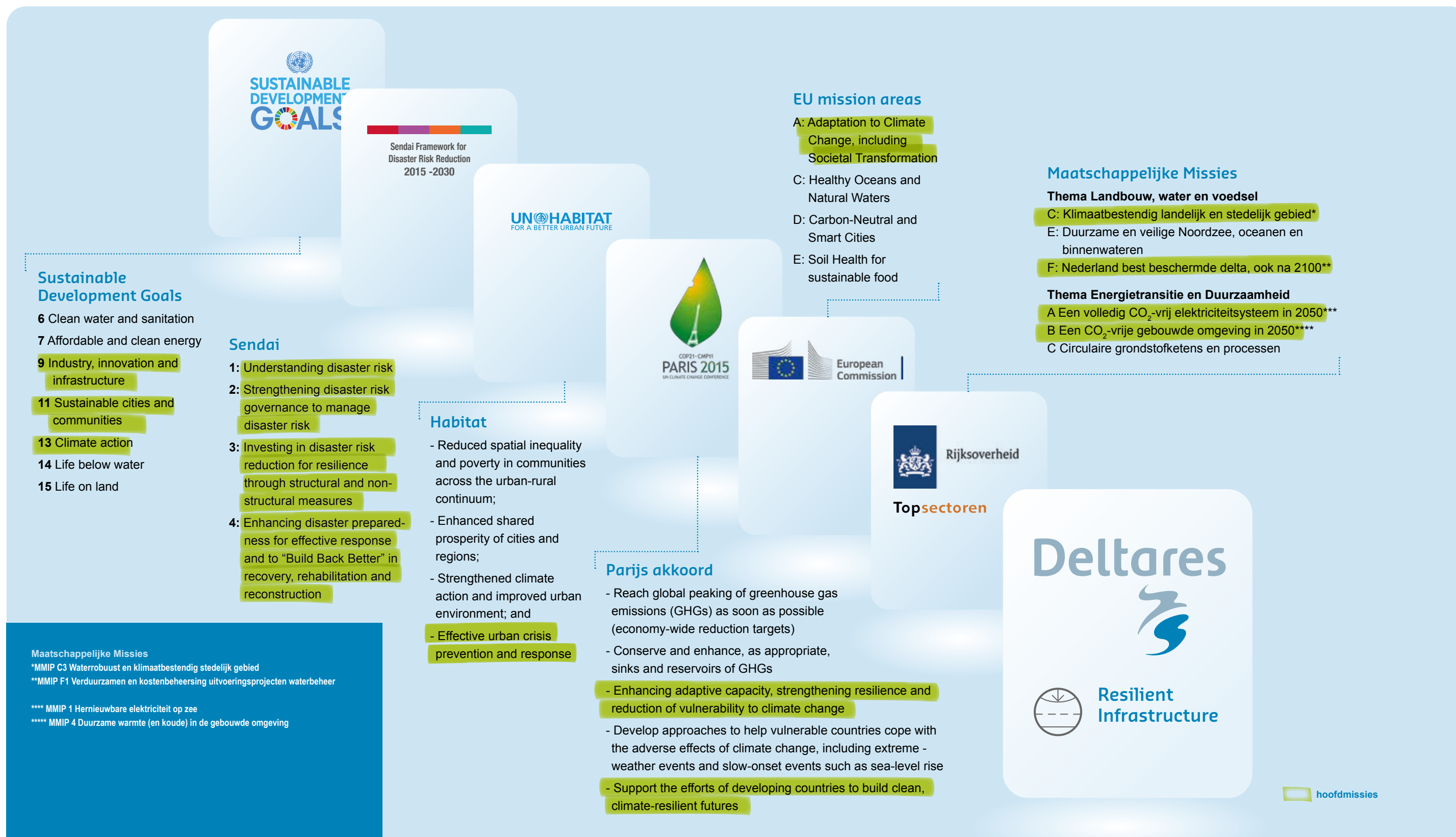
richt zich op de vraag hoe we onze (kritieke) infrastructuur zodanig kunnen ontwerpen en beheren dat deze de komende decennia (afhankelijk van de technische en functionele levensduur van een specifiek type infrastructuur) kan blijven voldoen aan de steeds hogere eisen die de samenleving aan de functionaliteit en betrouwbaarheid stelt. Onder infrastructuur verstaan we zowel grijze als groene infrastructuur. Het gaat om netwerken zoals voor verkeer, communicatie, energie en water, om objecten zoals bruggen, tunnels, keringen, dijken en sluizen maar ook om de aanleg en inzet van gebieden die functionaliteiten van grijze infrastructuur overnemen.

In de afgelopen eeuw zijn de economie en de bevolking in delta- en kustgebieden sterk gegroeid. Dat is aanvankelijk gepaard gegaan met veel problemen op het terrein van het plannen, bouwen en onderhouden van de infrastructuur. Deze infrastructuur is in de loop der tijd zeer sterk verbeterd. De huidige kwalitatief hoogwaardige infrastructuur nemen we veelal als een gegeven. De vraag is welke infrastructuur nodig is om de functionaliteit te garanderen, bij een verder groeiende bevolking, economie en uitdijning van stedelijke gebieden. De infrastructuur in stedelijke gebieden is daarbij een bijzonder aandachtspunt, evenals de infrastructuur voor energie, die belangrijke veranderingen zal ondergaan door de energietransitie. Extra randvoorwaarden worden hierbij gesteld door een veranderend klimaat, een stijgende zeespiegel, bodemdaling en steeds hogere eisen aan de services en de leefbaarheid in deze gebieden.

indirecte (landverschuiving, gezondheid) gevolgen van extreme stormen in beschouwing genomen kan worden.

- Extreme droogte: methodieken om dit te voorspellen en monitoren, en risico's en de gevolgen daarvan voor economische sectoren en maatschappelijke functies in kaart te brengen.
- Het ontwikkelen van nieuwe tools voor snelle bepalingen van de watergerelateerde risico's bij rampen.

- Ontwikkeling van tools en data voor kwantitatieve voorspellingen voor 'preparation', 'response' en 'recovery'.
- Ontwikkeling en gebruik van tools om de veranderingen van kansen en risico's in stedelijke gebieden te kwantificeren.
- Kwantificeren van de functionaliteit en het gedrag van nature based solutions onder extreme omstandigheden aan de hand van een proef in de Deltagoot met mangroves.



Figuur 2.4 | Missiegebied Resilient Infrastructure: de meest relevante onderdelen van de externe agenda's, missies en doelen (in groen aangegeven).

We moeten daarom anticiperen op de verwachte veranderende belasting op de langere termijn. Dit missiegebied legt de focus dus op de huidige generatie en de volgende generatie. Centrale onderwerpen zijn planning, maakbaarheid, onderhoud, multifunctionaliteit en vervanging en renovatie van de (kritieke) infrastructuur in delta's.

In Nederland vormt onderzoek ten behoeve van de vervangingsopgave van onze infrastructuur een belangrijk onderdeel van dit missiegebied.

Wat zijn de doelen van missiegebied Resilient Infrastructuur?

Voor Deltares is hier de kernvraag welke infrastructuur nodig is om de doelen uit de voorgaande drie missiegebieden te bereiken. We richten ons hierbij op de vraag welke infrastructuur nodig is, op de vraag hoe deze te implementeren met weinig kans op spijt en op de vraag welke mogelijkheden er zijn om deze tijdig aan te passen.

De kernvraag is:

- Hoe gaan we onze (kritieke) infrastructuur zo bouwen, onderhouden en zo nodig vervangen dat deze zijn vereiste functionaliteit behoudt in de komende decennia?

Daaronder liggende vragen zijn onder andere:

- Wat is de snelst voorstelbare adaptatie van onze delta-infrastructuur?
- Welke transities zijn mogelijk in het bouwen van infrastructurele werken?

Meest relevante trends en ontwikkelingen

De inhoud van dit missiegebied wordt gestuurd vanuit een aantal belangrijke maatschappelijke en technologische trends en ontwikkelingen.

Veroudering van de infrastructuur

De focus gaat steeds meer naar renovatie, onderhoud en levensduurverlenging van de beschikbare infrastructuur, waardoor de vraag ontstaat naar de meest cruciale locaties die onderhoud behoeven en hoe we daarbij optimaal rekening houden met toekomstscenario's. De vervangingsopgave vormt hierbij een belangrijk onderdeel in de vraagsturing en kennisagenda's vanuit (o.a.) IenW en Rijkswaterstaat. Ook in internationale context is veroudering van infrastructuur een steeds urgenter maatschappelijk vraagstuk.

Klimaatverandering, bodemdaling

Toekomstbestendig en klimaatadaptief ontwerpen: bestaande en toekomstige infrastructuren moeten zo goed mogelijk bestendig gemaakt worden tegen de gevolgen van klimaatverandering, zoals de (versnelde) stijging van de zeespiegel, de doorgaande bodemdaling in veengebieden en de toename van de neerslagintensiteit. Ook natuurlijke of hybride oplossingen kunnen hierin meegenomen worden.

Energietransitie

Energie- en klimaatakkoorden vragen om de ontwikkeling van duurzame energiebronnen en tegelijkertijd om het zuiniger

omgaan met energie. Deze ontwikkelingen vragen om nieuwe typen infrastructuur en/of aanpassingen van de huidige netwerken.

Verstedelijking en bevolkingsgroei

Verdichting van stedelijke gebieden leidt tot meer druk op de boven- en ondergrondse ruimte en tot meer interactie tussen bestaande en nieuwe infrastructuren. Daarbij verwachten burgers steeds meer permanente beschikbaarheid van (spoor)wegen, ook als er bouwactiviteiten plaatsvinden.

Technologische ontwikkelingen/ sleuteltechnologieën

Big data, remote sensing en artificial intelligence wordt steeds vaker toegepast om enerzijds beter te onderbouwen wat de impact van verstoringen is en anderzijds om de kwetsbaarheid van de infrastructuur vast te stellen en te kwantificeren.

Relevante agenda's

Nationaal sluit dit missiegebied aan op een tweetal KIA's, namelijk de KIA Landbouw, Water en Voedsel en de KIA Energie en Duurzaamheid.

KIA Landbouw, Water en Voedsel

- Missie C: Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied, MMIP C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied, met name systeemkennis netwerken en infrastructuur
- Missie F: Nederland is en blijft de best beschermde delta ter wereld, ook na 2100, MMIP F1 Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer.



KIA Energie en Duurzaamheid

- MMMIP 1: Hernieuwbare elektriciteit op zee, met name de integratie van offshore energie in energiesysteem
- MMIP 4: Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving
- MMIP 5: Het nieuwe energiesysteem in de gebouwde omgeving in evenwicht

Op Europees niveau heeft de mission area Adaptation to Climate Change, including Societal Transformation, nadrukkelijk een sturende invloed op de ontwikkelingen, die bijdragen aan de resilience van de infrastructuur.

Internationaal zijn de Sustainable Development Goals (SDG's) 9 en 11 met de daaronder liggende targets richtinggevend voor het onderzoek.

- 9: Industry, innovation and infrastructure: build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation
- 11: Sustainable cities and communities: make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable.

Selectie van de initiatieven en producten van Resilient Infrastructure in 2020

Diverse programma's dragen bij aan de realisatie van de doelen van het missiegebied Resilient Infrastructure. Belangrijke bijdragen hieraan voor 2020 zijn:

- Het actualiseren van modellen die zettingen (van infrastructuur) voorspellen en onderzoek naar de schadeschattingfunctie van bodemdaling en de

economische impact hiervan, inclusief het bieden van handelingsperspectief.

- Het ontwikkelen van basiskennis voor goedkopere, snellere en goed op de omgeving afgestemde uitvoering van dijkverbeteringen die nodig zijn om de norm te halen.
- Onderzoek naar de ontwikkeling en constructie van energie-eilanden voor het robuuster maken van het elektriciteitsnetwerk.
- Onderzoek naar (harde en zachte) maatregelen en nieuwe ideeën om de technische en functionele levensduur van kustinfrastructuur te verlengen.
- Onderzoek naar de betrouwbaarheid en de beschikbaarheid van de transportfunctie van natte infrastructuur en dit garanderen onder alle condities: een klimaatbestendig en futureproof vaarwegennet.
- Beschrijving van het gedrag van 'nature based solutions' in de tijd onder veranderende factoren zoals zeespiegelstijging (een onderwerp dat ook past in Future Deltas).
- Het verkrijgen, vastleggen en verspreiden van hydraulische kennis, en de ontwikkeling van toepasbare methodes en tools, zodat waterbeheerders de vervangingsopgave zo goed mogelijk kunnen uitvoeren.
- Ontwikkeling van adaptatiestrategieën door combinatie van structurele en niet-structurele maatregelen. Optimalisatie van asset management en synchro-modaliteit door gebruik te maken van 'robust decision making'. Kosten-batenafwegingen worden hierin integraal meegenomen.
- Het verbeteren van de robuustheid van infrastructuur tegen extreem weer, aardbevingen, bodemdalingen, aardver-

schuivingen, en combinaties daarvan.

Het kwantificeren van de impact van bedreigingen en de haalbaarheid van mitigerende maatregelen.

- Kennis voor het ontwerp, de realisatie en de bedrijfsvoering (asset management) van nieuwe, duurzame circulaire infrastructurele systemen voor Water & Energie en de aanpassing en verduurzaming van bestaande systemen door aanpassingen of 'slimme' bedrijfsvoering.
- Ontwikkeling en toepassing van tools om consultants, beslissers en bouwbedrijven te helpen bij het ontwerpen, vergelijken en evalueren van (klimaat)aanpassingsmaatregelen in stedelijk gebied.

Samenwerking

Binnen het missiegebied Resilient Infrastructure wordt intensief samengewerkt met diverse partijen.

Zo wordt bijvoorbeeld met de collega-kennisinstituten TNO en Marin samengewerkt op het gebied van de vervangingsopgave van de (natte) infrastructuur.

In Europees verband wordt samengewerkt met collega-instituten binnen samenwerkingsverbanden als HydraLab (het delen van grote, unieke faciliteiten) en ELGIP (op het gebied van transport, infrastructuur en klimaatverandering).

Overheidspartijen, zoals het ministerie van IenW, het ministerie van EZK, Rijkswaterstaat, provincies, waterschappen

en gemeenten zijn nauw betrokken bij de vraagsturing en maken deel uit van klankbordgroepen. Op nationaal niveau is ook de samenwerkingsovereenkomst met HWBP en de taskforce deltatechnologie een mooi voorbeeld.

Veel onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met marktpartijen als bouwbedrijven, baggeraars, energiebedrijven, ingenieursbureaus en MKB-bedrijven. Dit vindt veelal plaats in consortia en JIP's (joint industry projecten). Voorbeelden hiervan zijn samenwerkingsverbanden als GROW (offshore wind) en SmartPort (de haven van de toekomst).

De belangrijkste universitaire partner is de TU Delft (onder andere op het gebied van havens, kusten en funderingen). Ook wordt samengewerkt met de universiteiten van Utrecht (bodemdaling), Twente (bouwprocessen en risico's) en Gent (geotechniek).

2.5 | Strategische Kennisbasis

De Strategische Kennisbasis van Deltares betreft de strategische capaciteit die noodzakelijk is om onze drie hoofdtaken³ nu en in de toekomst betrouwbaar en vernieuwend te kunnen uitvoeren.

³ | De hoofdtaken van Deltares zijn: Het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis ten behoeve van het oplossen van maatschappelijke vragen en ondersteuning van overheidstaken en -beleid. Het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis voor het versterken van de innovatiekracht en concurrentiepositie van Nederland, in het bijzonder voor de Topsectoren. Het beheren van strategische onderzoeksfaciliteiten welke soms uniek zijn in Nederland en deels ook internationaal.

De ontwikkeling van deze Strategische Kennisbasis richt zich op de voor Deltares specifieke kennisopbouw (zoals diepgaand inzicht in fysieke of andere processen) en de daarbij behorende nieuwe modellen en methoden, de ontwikkeling van algemene sleuteltechnologieën en risicodragend verkennend onderzoek met een langetermijoriëntatie en een laag TRL (Technology Readiness Level).

Op basis hiervan kan Deltares actief bijdragen aan de missies van het Missiegedreven Topsectorenbeleid.

De Strategische Kennisbasis van Deltares bestaat uit twee onderdelen: de Kennisfaciliteiten en de langetermijn kennisbasis. Onder de Kennisfaciliteiten (par. 2.5.1) vallen vier typen faciliteiten: de sleuteltechnologieën (die we bij Deltares vaak aanduiden als Enabling Technologies), Software en modellen, Experimentele Faciliteiten en Datafaciliteiten. Onder de Langetermijn kennisbasis (par. 2.5.2) vallen onder andere de samenwerkingsverbanden met universiteiten en de matching van onderzoek in bijv. EU- en NWO-verband.

2.5.1 Kennisfaciliteiten en Sleuteltechnologieën

Om de kennis bij Deltares en haar partners te borgen en te ontwikkelen hebben we de beschikking over diverse kennisfaciliteiten, die onderling sterk verbonden zijn:

- Sleuteltechnologieën;
- Software en modellen;
- Experimentele faciliteiten;
- Data-faciliteiten.

De voortdurende ontwikkeling van deze Kennisfaciliteiten is cruciaal voor de Strategische Kennisbasis van Deltares. Een deel van ons SO richt zich daarom rechtstreeks op verdere ontwikkeling en vernieuwing van deze faciliteiten. De interactie met het onderzoek in de programma's is enerzijds faciliterend en anderzijds initiërend en inspirerend. Faciliterend geven we invulling aan de behoeften vanuit de onderzoeksprogramma's wat betreft de functionaliteit en het type kennisfaciliteiten. Deze behoeften richten zich typisch op de komende paar jaar. Anderzijds wil het SO vanuit de kennisfaciliteiten de programma's inspireren door nieuwe mogelijkheden aan te reiken om impact te creëren in de missiegebieden. Deze activiteiten richten zich op toepassingsmoge-

lijkheden van sleuteltechnologieën, en op de langere termijn – al gaan de ontwikkelingen in de sleuteltechnologieën zo snel dat 3 tot 5 jaar vooruit al 'lange termijn' kan zijn.

Een aantal trends motiveert ons om een verdere impuls te geven aan een effectieve samenhang tussen de verschillende kennisfaciliteiten en aan het toepassen van sleuteltechnologieën:

- Er wordt veel gemeten aan water en ondergrond, zowel op globale schaal (aardobservatie) als lokaal. Sensoren en meetplatforms ontwikkelen zich snel. De data komen steeds meer beschikbaar.
- Digitale technologie om de groeiende bronnen van data te hanteren en te analyseren ontwikkelt zich snel: kunstmatige intelligentie, high performance computing, cloud technologie.
- Kennisontwikkeling wordt steeds meer gestuurd en geïnspireerd door maatschappelijke missies (zie par. 1.2). De vraagstukken groeien bovendien in complexiteit, waardoor een steeds integralere aanpak nodig is en juist de gecombineerde inzet van onze kennisfaciliteiten tot kennisgroei leidt.

De interpretatie van de diversiteit aan metingen van het water- en ondergrondsysteem, en de vertaling ervan naar een beter begrip van de fysieke systemen is essentieel in ons werk. De combinatie van de kennisfaciliteiten die Deltares tot haar beschikking heeft is daarbij zeer waardevol en uniek. We zetten sleuteltechnologieën in om diepe kennis uit de nieuwe data te combineren met onze state of the art software en modellen. Met experimenteel onderzoek op kleine en grote schaal valideren we metingen en modellen. En met onze groeiende kennis en kennisfaciliteiten geven we mede richting aan nieuwe meetcampagnes, lokaal en op wereldschaal.

Sleuteltechnologieën

De oplossingen die nodig zijn om delta's veilig, leefbaar en duurzaam te houden vragen om een groot innovatief en adaptief vermogen van ons allemaal. Van de sleuteltechnologieën zijn vooral de digitale technologieën van

belang voor de missiegebieden van Deltares. Onze rol zit in het toepassen van deze nieuwe technologieën, en minder of niet in het ontwikkelen van sleuteltechnologieën zelf. We spreken zelf ook wel van Enabling Technologies. In het SO-programma van 2020 gaan we door op de ingeslagen weg om technieken als kunstmatige intelligentie, (remote) sensing technologie, cloud technologie en high performance computing breder en sterker als kennismiddelen in te zetten. Onze ambitie is om technologische doorbraken tot stand te brengen, door het vertalen van deze Sleuteltechnologie naar water- en ondergrondpraktijk.

Vanuit de genoemde ambitie programmeren we voor 2020 in de volgende lijnen:

- **Data Science**

We scannen ontwikkelingen op het gebied van data science op hun potentie om onze impact in de missiegebieden te vergroten. Dat doen we met technology scans, hackathons en pilots. We bundelen en vergroten de kennis binnen Deltares en ons netwerk op het vlak van kunstmatige intelligentie en machine learning. Met name de samenwerking op dit vlak met TO2 instituten en andere kennispartijen werpt zijn vruchten af en deze zetten we door in 2020. Een belangrijk netwerk waar Deltares zich als een van de initiatoren actief voor inzet is DigiShape: een open innovatieplatform voor een versnelling van de digitalisering van de watersector.

- **Future modelling**

Onder invloed van ontwikkelingen in data science, cloud technologie, visualisatie en high performance computing veranderen de mogelijkheden om fysisch-systeemgedrag van water en ondergrond te modelleren.

Hybride modellering is in ontwikkeling: een combinatie van proces-gebaseerde modellen en datagedreven modellen. We verwachten dat dit de toekomst is van het modelleren in ons vakgebied.

We hebben in 2019 in de vorm van discussies en brainstormen de toekomst van het modelleren verkend. In 2020 leggen we de nadruk op het opdoen van ervaring op dit gebied en op het verkennen van de toepassingmogelijkheden. We zoeken hierbij aansluiting bij die kennisgroepen, wereldwijd, die met dit nieuwe vakgebied bezig zijn.

- **Future sensing**

We valideren en waarderen innovaties in monitortechnologie en monitorplatforms op hun meerwaarde in onze missiegebieden. Voorbeelden zijn ontwikkelingen in kleine sensoren voor water- en bodemkwaliteit, aardobservatieprogramma's, citizen science (smartphones als platform, social media). Ook technieken om meetdata (al dan niet real time) beschikbaar te maken, en diverse formats te combineren, vallen onder deze onderzoekslijn.

- **Remote sensing technologies**

Binnen het geheel van digitale sleuteltechnologieën heeft remote sensing een bijzondere rol. Deltares heeft op dit gebied al een geschiedenis, veel kennis en een portfolio met impact in onze missiegebieden. Dit geeft ons tevens toegang tot een invloedrijk netwerk van organisaties die wereldwijde

aardobservatieprogramma's opzetten. We bouwen hierop voort, met als belangrijke drijfveer de behoefte aan consistente en frequente data voor monitoring en rapid response, de snelle ontwikkeling in beschikbaarheid van aardobservatiedata en de mondiale dekking van deze data. Daarnaast worden kansen verkend van nieuwe platforms die remote sensing technologie gebruiken (HAPS, drones).

Naast deze lijnen zetten we vanuit de focus op sleuteltechnologieën vier projecten op die als belangrijkste doel hebben om nieuwe technieken toe te passen op vraagstukken die voortkomen uit onze missiegebieden. De implementatie van bijvoorbeeld algoritmes uit de kunstmatige intelligentie, machine learning, cloud technologie in de dagelijkse praktijk van Deltares en onze partners is niet vanzelfsprekend. We stellen ons tot doel om eind 2020 vier aansprekende voorbeelden te hebben van implementaties van deze technieken, in nauwe samenwerking met (kennis)partners en/of stakeholders. De invulling van deze projecten krijgt vorm in het najaar van 2019.

Software en modellen

In 2019 is ingezet op een impuls voor de ontwikkeling van een aantal softwareproducten die voor de kennisontwikkeling voor veel van onze missiegebieden belangrijk zijn. Deze impuls krijgt in 2020 zijn vervolg:



Figuur 2.5 | Experimentele faciliteiten in oplopende schaalgrootten, voorbeeld van piping-onderzoek.

- **D-HYDRO**

Na een opstart in 2018 heeft Deltares in 2019 een tweejarig traject opgezet om de 1D2D functionaliteit van de D-HYDRO Suite af te maken. Hiermee wordt de simulatiesoftware ook geschikt voor regionale en stedelijke toepassingen. De SOBEK/D-HYDRO-software wordt behalve door Deltares, door Rijkswaterstaat en alle waterschappen gebruikt. Verder wordt het gebruikt door de Nederlandse advies- en ingenieursbureaus, zowel in Nederland als internationaal. Dit traject wordt gedeeltelijk gefinancierd uit het SO en gedeeltelijk uit TKI-projecten waaraan ook wordt bijgedragen door meer dan tien waterschappen en waarin wordt samengewerkt met diverse adviesbureau's.

Naast het ontwikkelen van de benodigde software verkennen we vanuit dit traject innovaties aan de software met sleuteltechnologieën: cloud oplossingen en machine learning.

- **IWRM-instrumentarium**

We bouwen aan een up-to-date instrumentarium voor Integrated Water Resource Management (IWRM), droogte, waterschaarste en water stewardship. Onderwerpen die nu en de komende jaren centraal staan in onze missies.

- **3D waterkwaliteit**

De software suite Delft3D wordt geschikt gemaakt voor waterkwaliteitsanalyses.

- **Probabilistische toolbox**

Risico- en betrouwbaarheidsanalyse van

geotechnische en waterbouwkundige constructies en netwerken wordt steeds belangrijker en vraagt om state-of-the-art kennis en tools. Lopende projecten worden veelal nog met technieken en methodes bediend die de afgelopen twee decennia zijn ontwikkeld. Vanwege de groeiende complexiteit van modellen en de behoefte aan nauwkeurigere beoordelingen (wat tot significante besparingen kan leiden) zien we dat bestaande methodes onvoldoende toekomstbestendig zijn. Daarom is er behoefte aan (a) toegankelijke software als kennisdrager en (b) de doorontwikkeling van robuuste en efficiënte rekentechnieken.

- **Anura 3D**

Deze sleuteltechnologie geeft nieuwe mogelijkheden tot het modelleren van bodemeigenschappen op zowel vervormingen als (grote) verplaatsingen. Op twee gebieden worden kansen gezien met grote impact. Het eerste toepassingsgebied gaat over funderingspalen waar op de uitvoerbaarheid van het maken van funderingen kan worden geoptimaliseerd, bijvoorbeeld in offshore windparken. Het tweede belangrijke toepassingsgebied gaat over afschuivende grondmassa's. Impact wordt voorzien op het gebied van waterkeringen waarbij bij een optredende afschuiving de waterkering toch zijn functie intact houdt, hetgeen leidt tot aanzienlijke besparingen. We zijn voornemens om Anura te ontwikkelen maar de besluitvorming erover moet nog plaats vinden; er zijn ook andere voorstellen.

Vanuit de inspirerende, op de lange termijn gerichte insteek zetten we in op een aantal pilots onder de vlag Future modelling. Vanuit het perspectief van de sleuteltechnologieën verkent Deltares de toekomst van het modelleren. De verwachting is dat een hybride vorm een vlucht gaat nemen: een combinatie van procesgeoriënteerd numeriek modelleren en datage-dreven modelleren. En bovendien zal numerieke software, die vaak veel rekencapaciteit nodig heeft, steeds vaker worden ontworpen voor gebruik in combinatie met technologie rond high performance computing (HPC). Om hier ervaring mee op te bouwen zetten we een project op. Het doel van dit project is om een relevante klantvraag op het gebied van droogteproblematiek en grondwatersimulatie uit te werken, vanaf het wiskundige model tot en met een software-implementatie geschikt om efficiënt op GPUs te draaien. Dit vergt meer dan anders een multidisciplinaire aanpak, en daarom is het essentieel om experts van de verschillende disciplines (hydrologie, numerieke wiskunde, software engineering, HPC) vanaf het begin te betrekken. Het eindresultaat is een eerste versie van een nieuw type, lichtgewicht rekenhart voor supersnelle grondwaterberekeningen, maar ook een herbruikbaar platform en paradigma voor het ontwikkelen van soortgelijke simulatiecodes voor andere domeinen (bijvoorbeeld oppervlaktewater of de onverzadigde zone).

Experimentele faciliteiten

Deltares beschikt over een hele reeks experimentele faciliteiten. Deltares is uniek vanwege de diversiteit aan faciliteiten, de kennis om experimenten te ontwerpen en om de faciliteiten

vakkundig te bedienen. Deze combinatie maakt dat Deltares internationaal erkend en herkend is om haar hoogwaardig experimenteel onderzoek. De essentie van het experimenteel onderzoek is het dichtens van het gat tussen theorie en praktijk, door het testen van concepten, het ontrafelen van processen, het genereren van invoergegevens voor numerieke modellen en het valideren van modellen.

Een aantal trends maakt dat we de samenstelling van onze experimentele faciliteiten en de inzet ervan regelmatig moeten aanpassen aan de behoeften van de onderzoeksprogramma's, of dat er in combinatie met sleuteltechnologieën nieuwe mogelijkheden ontstaan om met experimenten impact te creëren in onze missiegebieden. Een belangrijke trend, ook voor deze vorm van kennisfaciliteit, is de snelle groei van de hoeveelheid data die wordt gemeten en beschikbaar komt, en de groeiende behoefte aan data om de nieuwste modellen te voeden en te verbeteren. In 2020 zetten we vanuit het SO met name in op het versterken van de integratie van experimentele faciliteiten en onze (numerieke en datagedreven) modellen. In 2020 zal de nieuwe Geocentrifuge operationeel worden. Een faciliteit die langdurende bodem- en constructieprocessen kan modelleren en versnellen voordat deze worden gerealiseerd. Dit is essentieel voor belangrijke innovaties voor bijvoorbeeld een snellere en goedkopere uitvoering van het nationale dijkversterkingsprogramma (HWBP) of het optimaliseren van het paalfunderingsontwerp van gebouwen en constructies. Bij deze faciliteit

worden in 2020 het meten van de proef, het datamanagement en de koppeling met modellen voor het eerst integraal opgezet.

Dat-faciliteiten

Data spelen een centrale rol in de vernieuwing en ontwikkeling van onze kennisfaciliteiten: de hoeveelheid groeit, de diversiteit aan bronnen neemt toe, de technieken om data te analyseren ontwikkelen zich snel. De kennisontwikkeling van onszelf en het brede netwerk van water- en ondergrondstakeholders is gebaat bij de beschikbaarheid van gevalideerde gegevens en informatie op basis van meetdata. Deltares heeft hierin een rol als kennisinstituut.

Om onze kennisbasis te borgen en de impact van onze Kennisfaciliteiten te vergroten verbeteren we de ontsluiting van data uit onze experimentele faciliteiten volgens de huidige standaarden. Dat vergroot de mogelijkheden voor het gebruik van resultaten van experimenten voor verdere data-analyse of modelverbeteringen aanzienlijk.

In het kader van het nieuwe initiatief Blue

Earth ontwikkelen we het Blue Earth Platform. Hierin combineren we datasets en tools voor modelleers en beleidsmakers, met een op diverse gebruikers afgestemde visualisatie.

Goed op elkaar afgestemde modules en concepten in een toolbox maken het voor onze opdrachtgevers mogelijk om een geïntegreerde aanpak te volgen in plannings- en ontwerpprocessen. Een robuust platform dat de nieuwste informatie ontsluit zal hun continue processen ondersteunen. Vanuit het perspectief van onze kennisfaciliteiten zijn de volgende onderzoeklijnen onder Blue Earth in 2020 belangrijk:

- Beschikbaar stellen van mondiale modellen en datasets (Global Data Services);
- Efficiënte modelbouw en dataverzameling;
- Integrale aanpak door het verbinden; van modellen en tools.

2.5.2 Langetermijn kennisbasis

Bij de langetermijn kennisbasis gaat het om het onderhouden van de actieve samenwerking met universiteiten en de matching van onderzoeksprogramma's vanuit bijvoorbeeld EU en NWO. De nauwe samenwerking met kennisinstellingen komt tot uiting in de vorm

van gedeelde leerstoelen, AIO's en postdocs, en samenwerking in NWO/TTW-programma's. Hierbij wordt opgemerkt dat de activiteiten met betrekking tot de langetermijn kennisbasis ook nadrukkelijk bijdragen aan de doelen en ambities van de missiegebieden van Deltares en daarmee aan de maatschappelijke thema's. Het gaat bij de langetermijn kennisbasis om het op de lange termijn (in samenwerking met de universiteiten) in stand houden van een relevant kennisfundament. Zoals medewerkers die een deelfunctie hebben als hoogleraar, universitair (hoofd)docent of lector, promovendi en post docs die financieel en inhoudelijk door Deltares gesteund worden. Voor 2020 gaat het in totaal om circa 20 (deeltijd) hoogleraren, circa 20 universitaire (hoofd) docenten en circa 80 promovendi. Deze posities, al dan niet via NWO/TTW trajecten, worden ingevuld bij verschillende Nederlandse universiteiten (TUD, UU, RU, UvA, VU, UT, WUR).

De samenwerking met universiteiten en doorstroming van kennis naar Deltares wordt verder gestimuleerd door deel te nemen aan nationale calls voor onderzoek. Voorbeelden

zijn de call voor onderzoek in het kader van de nationale wetenschapsagenda (NWA), NWO Topsector water en de Topsectoren cross-over calls. Deelname van Deltares wordt in dergelijke calls nooit volledig vergoed. SO wordt ingezet om deel te kunnen nemen. Uitgangspunt blijft dat Deltares alleen aan projecten deelneemt die aansluiten op de doelstellingen van de eigen onderzoeksprogramma's en de langetermijnkennisvragen die gerelateerd zijn aan de missies.

Voor Europese activiteiten is matching een middel om deel te kunnen nemen in onderzoeks- en innovatieprogramma's en kennisnetwerken. Deze projecten dienen als multiplier op de SO-middelen, waardoor meer kennis beschikbaar komt tegen gedeelde kosten. In het geval van Horizon 2020 draagt de Europese Commissie ongeveer de helft van de kosten. Deltares is betrokken bij circa 30 Europese onderzoeksprojecten, voor het merendeel H2020. Zo is Deltares onder meer betrokken bij de projecten EVOKED, RECEIPT, SOPHIE, UNITED, Port of the Future, IMPAQT, Turnkey, CCOACH en de Europese Onderzoeksinfrastructuur Danubius-RI.



Hoofdstuk 3



Integraal opgavengestuurd programmeren



3.1 | Inleiding

Het samenwerken aan de opgaven en vastgestelde missies in Nederland willen we in de aankomende periode voor een aantal opgaven en missies extra versterken. In deze opgaven willen we versnellen: versnellen door het aanbrengen van focus in onze eigen onderzoeksactiviteiten, door het slechten van barrières bij integraal werken om daarmee de transities en opgaven beter met elkaar te verbinden en door ketengericht te werken. Met als doel om onze gezamenlijke impact te vergroten: het realiseren en implementeren van handelingsperspectieven, oplossingen en maatregelen.

De opgaven die we uitlichten zijn opgaven waar we samen met en in opdracht van verschillende overheden in Nederland aan werken: duurzame watersystemen (Noordzee, rivieren, deltawateren), energietransitie, vervangingsopgave, zeespiegelstijging en waterkeren. Deze en andere grote opgaven van de overheden vragen om verdiepende en integrale kennis. Een deel van deze kennis wordt opgebouwd binnen de overheid, maar de overheid werkt hiervoor ook samen met kennisinstututen als Deltares.

In opdracht van het ministerie van IenW voert Deltares een Kennisprogramma Primaire Proces (KPP) en Specialistische Adviezen (SPA) uit. Voor de gekozen opgaven hebben we met het ministerie van IenW afgesproken dat we gezamenlijk de synergie gaan vergroten tussen de programmering en uitvoering van het SO en het toegepast onderzoek (KPP en SPA). In aansluiting daarop zoeken we de synergie met TKI projecten, proeftuinen van de Topsectoren, de NKWK-kennisprogramma's, EU en mondiale programma's. In figuur 3.1 staat aangegeven aan welke Nederlandse missies, Topsectoren en proeftuinenprogramma's de uitgelichte opgaven gelinkt zijn.

De opgaven zijn van belang voor het ministerie van IenW en worden geadresseerd in de waterbrief van de Minister aan de Tweede Kamer. Bij de opgaven zijn nadrukkelijk ook andere ministeries betrokken, soms zelfs als penvoerder: bij de energietransities het ministerie van EZK en het ministerie van BZK, bij duurzame watersystemen het ministerie van LNV. Daarnaast zijn ook internationale en regionale overheden en beheerders betrokken bij de opgaven en werken we hier samen met verschillende wetenschappelijke en TO2-instituten en partners uit het bedrijfsleven (waaronder veel MKB-partijen).

In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk geven we een beknopte toelichting van de opgaven, geven we voorbeelden van samenwerkingsverbanden die (gaan) lopen, maar focussen we vooral op de inhoudelijke bijdrage van het onderzoek van Deltares aan deze opgaven. Algemeen geldt dat wij aan de opgave werken vanuit onze integrale kennis over water, ondergrond en infrastructuur. Vanuit ons onderscheidend onderzoek en onze toekomstgerichtheid, vanuit onze expertise op mondiale en systeemchaal en de lange termijn leveren we onze bijdrage.

| | Noordzee | Rivieren | Deltawateren | Energietransitie | Vervangingsopgave | Zeespiegelstijging | Waterkeren |
|---|----------|----------|--------------|------------------|-------------------|--------------------|------------|
| Thema Landbouw, Water en Voedsel | | | | | | | |
| MMIP C1 Klimaatbestendig landelijk gebied: voorkomen van wateroverlast en watertekort | | | | | | | |
| MMIP C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied | | | | | | | |
| MMIP C4 Verbeteren waterkwaliteit | | | | | | | |
| MMIP E1 Duurzame Noordzee | | | | | | | |
| MMIP E3 Duurzame rivieren, meren en intergetijdengebieden | | | | | | | |
| MMIP F1 Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer | | | | | | | |
| MMIP F2 Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen | | | | | | | |
| MMIP F4 Energie uit Water | | | | | | | |
| Thema Energietransitie en Duurzaamheid | | | | | | | |
| MMIP 1 Hernieuwbare elektriciteit op zee | | | | | | | |
| MMIP 4 Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving | | | | | | | |
| MMIP 5 Het nieuwe energiesysteem in de gebouwde omgeving in evenwicht | | | | | | | |
| MMIP E12C Land en Water ingericht op CO ₂ vastlegging en gebruik | | | | | | | |
| MMIP 13 Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem | | | | | | | |
| Proeftuinen | | | | | | | |
| Nova Delta | | | | | | | |
| Duurzame Rivieren | | | | | | | |
| Grote Wateren | | | | | | | |
| DigiShape | | | | | | | |
| Ruimtelijke Adaptatie | | | | | | | |

Figuur 3.1 | Link tussen de uitgelichte opgaven en de Nederlandse missies en Topsectoren proeftuinenprogramma's.

Geen enkele opgave staat op zichzelf. Iedere opgave zal een grote impact hebben op de ruimte en heeft relatie met andere grote opgaven en transitie in de fysieke leefomgeving. Cruciale algemene vraagstukken die daaruit voortkomen en waar we vanuit ons systeemgerichte onderzoek aan bijdragen zijn: Passen alle initiatieven wel in de beschikbare ruimte? Hebben we voldoende expertise om de noodzakelijke, goed onderbouwde, integrale afwegingen te maken? Er is een toename van competitie om schaarse voorraden (water, energie, voedsel, biodiversiteit, grondstoffen): Hoe zit het met de onderlinge afhankelijkheden en interferenties (conform de NEXUS-gedachte)? Wat betekent dit voor de sleutelkeuzes voor de inzet van deze voorraden op de (middel)lange termijn?

Naast deze zeven opgaven die we er in de komende periode extra willen uitlichten, werken we vanzelfsprekend door aan andere relevante opgaven. Denk daarbij aan de recent gestarte

Delta-aanpak Waterkwaliteit, de kennisagenda Droogte, het kennisprogramma Bodemdaling en het dossier Gebiedsgericht opgavengestuurd werken.

3.2 | Duurzame watersystemen

3.2.1 Noordzee

Door de vele lopende en geplande activiteiten en klimaatverandering staan de kwaliteit en het beheer van de Noordzee onder druk. Het economisch belang en de potenties van de Noordzee zijn groot, voor de voedselvoorziening, energietransitie, zandwinning, transport over water, defensie, recreatie, etc. Voor sommige activiteiten is het al de vraag of de doelstellingen van de overheid op het gebied van energie, voedselvoorziening en natuurherstel op zichzelf haalbaar zijn. Daarnaast beïnvloeden veel van de voorgenomen en bestaande activiteiten op de Noordzee elkaar. De Noordzee vormt vanuit het perspectief van zeespiegelstijging ook een

bedreiging, waartegen Nederland zich moet beschermen. Bovendien spelen de veranderingen op de Noordzee zich af in een complexe sociaal-economische en politieke context. Op nationaal niveau zijn meerdere ministeries betrokken bij de beleidsvorming van de Noordzee. De wet- en regelgeving (KRW, KRM, Natura 2000) en de governance (OSPAR, ICES, EU, Gemeenschappelijk visserijbeleid,...) zijn nationaal en internationaal. We vinden het ook belangrijk om aan te sluiten op de ontwikkelingen met betrekking tot oceanen omdat de agenda's van bv. de UN en SDG's (met name SDG 14) medebepalend zullen zijn voor het beleid van beheer van de Noordzee. Daarbij speelt ook mee dat de Noordzee fysisch niet geïsoleerd is: er is de invloed van de oceaan op de Noordzee en vice versa en dat geldt ook voor de (ingrepen in de) kustzone, met name vanuit de rivieren die op de Noordzee afwateren.

De verwachting is dat in het najaar van 2019 het Noordzee Akkoord wordt gesloten en dat daarna in de komende jaren veel nieuwe vragen op ons af komen. Dat geldt niet alleen voor Deltares maar ook voor andere kennisinstellingen en stakeholders, waarmee een nauwe samenwerking nodig zal zijn. Deltares wil samen met partners integrale systeemkennis en innovatiekracht ontwikkelen zodat we gesteld staan voor de toekomstige initiatieven op de Noordzee. Enkele voorbeelden: in opdracht van het ministerie van LNV, directie SKIA, is samen met WMR (Wageningen Marine Research) de Programmeringsstudie Noordzee uitgevoerd. Doel was het inventariseren, vergelijken, toetsen en prioriteren van kennis-

vragen in bestaande Noordzeeprojecten, nieuwe voorstellen en programma's en het inventariseren van financieringsinstrumenten. Recent is een EU Horizon2020 project gehonoreerd: UNITED (Multi-Use offshore platforms demoNstrators for boostIng cost-effecTive and Eco-friendly proDuction in sustainable marine activities). Deltares is coördinator en er zijn meer dan 25 partners betrokken vanuit nationale en internationale kennisinstellingen, overheden en het bedrijfsleven (waaronder MKB). In het afgelopen jaar zijn met Nederlandse kennisinstellingen diverse voorstellen ingediend zoals 'Noordzee in Transitie' in de NWA-call onder leiding van het NIOZ en samen met o.a. WMR, TNO en TUD. Twee nieuwe voorstellen voor NWA-calls zijn in voorbereiding.

We willen samen met onze partners integraal gebiedsgericht kennisprogramma voor de Noordzee opzetten. De middelen daarvoor moeten worden gevonden in diverse programma's. Het kennisprogramma zal zich richten op het ontwikkelen van een werkbare kader, inclusief criteria en indicatoren. Dit kader vormt de basis voor afwegingen m.b.t. duurzaam menselijk medegebruik. Dat wil zeggen: menselijk medegebruik dat veilig is voor mens, milieu en economie.

Selectie van de bijdragen van Deltares

Om integraal gebiedsgericht en opgavengestuurd onderzoek voor de Noordzee te programmeren wil Deltares een prominente positie in het speelveld innemen, kennis en innovatiekracht ontwikkelen en effectief communiceren. De focus binnen het SO van Deltares ligt de komende jaren bij:

- Meten, monitoring, modellering (waaronder een verkenning van een communitymodel voor de Noordzee), data- en informatie-management en integrale afwegingskaders voor menselijk medegebruik binnen de draagkracht en ruimtelijke inpassing van het Noordzeesysteem;
- Effecten van klimaatverandering op het Noordzeesysteem (hydrodynamica, morfologie en ecosystemen) en zijn gebruikersfuncties met daarbij inbegrepen het in kaart brengen van de effectiviteit van adaptatiepaden en strategieën;
- Natuurvriendelijke aanleg van grootschalige bouwwerken voor energieproductie met aandacht voor de interactie van infrastructuur met het systeem over meerdere schalen; stimulering van natuur hierin; reduceren van impacts van bouwactiviteiten;
- Inpassing van duurzaam opgewekte energie in het energiesysteem met aandacht voor grid-integratie tussen Noordzeelanden, energie-conversie en -opslag op zee (bijv. in energie-eilanden of meervoudige energie-installaties);
- Meervoudig ruimtegebruik door combinaties van energie-infrastructuur met voedselproductie en ander gebruik;
- Problematiek van vervuiling met plastics;
- Kennis over zandwinning en langetermijnbeschikbaarheid van grondstoffen in het kader van versnelde zeespiegelstijging en kustversterking en de toenemende vraag naar grondstoffen door urbanisatie.

3.2.2 Rivieren

Rivieren zijn de verbindende levensaders voor mens en milieu. De komende decennia zal wereldwijd door klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en economische ontwikkelingen een nog grotere druk gaan ontstaan op onze rivieren. Rivieren passen zich maar langzaam aan veranderende omstandigheden aan. Zo is de Rijn na de menselijke ingrepen van de 20e eeuw nog niet in een nieuwe evenwichtstoestand gekomen, wat zich onder andere uit in een structurele erosie van de rivierbodem. Wij willen begrijpen hoe de riviersystemen zich op lange termijn aanpassen aan veranderende omstandigheden.

Vanuit het speerpunt rivieren heeft Deltares de volgende ambities geformuleerd:

'Met kennis van de dynamiek en respons van riviersystemen op menselijke ingrepen alsook klimaatverandering, bijdragen aan adequate inrichtingsmaatregelen, integraal (adaptief) beheer en duurzaam gebruik van natuurlijk

De in het kader van het SO opgedane kennis en modelontwikkeling in het afgelopen jaar is cruciaal geweest voor de resultaten van het toegepaste onderzoek in het kader van Wozep (Onderzoek naar effecten grootschalige aanleg windparken op de Noordzee). Rijkswaterstaat stuurt dit onderzoek aan, in opdracht van het ministerie van EZK. Een verkennend onderzoek van Deltares in samenwerking met het KNMI, Whiffle en Wageningen Marine Research (WMR) heeft laten zien dat in de scenario's de grootschalige bouw van windparken in de zuidelijke Noordzee vergaande gevolgen kan hebben voor de wind, golven, stroming, sediment en waterkwaliteit en daarmee voor het functioneren van de Noordzee.

In het Joint Monitoring Programme of the Eutrophication of the North Sea with Satellite data (JMP-EUNOSAT, gefinancierd uit het Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij, en gerelateerd aan de beleidskaders van OSPAR en EU Kaderrichtlijn Mariene Strategie) zijn kennis en instrumenten die waren ontwikkeld in SO toegepast en verder ontwikkeld. Rijkswaterstaat is coördinator voor dit Europese project waarin 14 partners uit alle Noordzeelanden deelnemen, Deltares is trekker van één van de activiteiten. Belangrijkste resultaten van dit EU project zijn:

1. Van scheepsbemonsteringen per land naar gezamenlijke satellietbeelden: nieuw begrip van patronen in ruimte en tijd als basis voor waterkwaliteitsbeleid;
2. Chlorofyl-a grenswaarden coherent tussen landen;
3. Gebieden voor de beoordeling van eutrofiëring op basis van ecologie ipv landsgrenzen;
4. Methode wordt getest in OSPAR voor de eerstvolgende beoordeling van eutrofiëring (2022);
5. WVL en CIV werken aan herziening monitoringstrategie ism RBINS in België.



kapitaal en de daaraan verbonden ecosysteemdiensten, om zo te voorkomen dat riviersystemen (nog verder) uit balans raken.

Belangrijk vinden we om hiermee een goede aansluiting te vinden bij het Integraal Rivier Management (IRM). Het ministerie van IenW werkt met andere overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties in het rivierengebied aan de opzet van een programma voor IRM. Centraal staat een integrale benadering van de opgaven. Door klimaatverandering (hogere afvoeren en langere droge perioden) en ongelijkmatige grootschalige bodemveranderingen, zoals erosie van het zomerbed, worden sommige opgaven groter en komen er nieuwe opgaven bij. We gaan ons richten op het Rijnsysteem en de grote rivieren in Bangladesh. Door langetermijn-

scenario's goed te beschrijven kunnen we de juiste afwegingen maken hoe we nu moeten handelen om rivieren leefbaar, veilig en veerkrachtig te houden.

Selectie van de bijdragen van Deltares

- Ontwikkelen van kennis over het systeemgedrag op de langere termijn van de Rijn en de Brahmaputra in Bangladesh. Hiermee kunnen we de langetermijn morfologische respons begrijpen en de complexe vlechtende riviersystemen doorgronden. Hierbij haken we aan bij de universitaire onderzoeken binnen het River2morrow programma en programma's in oprichting over langjarige grootschalige sedimentbalansen (waaronder het EU-initiatief Danubius);



- Ontwikkelen van kennis over duurzame energieopwekking door waterkracht in rivieren. Hierbij versterken we de kennisuitwisseling met gerenommeerde universiteiten op dit terrein zoals University of California, Berkeley en Illinois;
- Versterken van de kennis omtrent de interactie morfologie-sediment-ecologie zowel op systeem- als maatregeleniveau;
- Karakteriseren van de klimaatbestendigheid van de transportcapaciteit van de Rijn en de Donaucorridor (link met EU proposals in voorbereiding en SmartPort);
- Bepalen van de impact van maatregelen in het riviersysteem op de lange termijn op de diverse functies; optimalisatie van die maatregelen; doorvertaling naar een handelingsperspectief van nu;
- Model- en toolontwikkeling om bovenstaande te faciliteren, zoals AI-algoritmen in combinatie met biofysische kennis, remote sensingtoepassing in data-arme gebieden en verdere toolontwikkeling om beleidsmatige vertalingen te maken;
- Onderzoek vanuit SO-programma Havens en vaarwegen naar de waterdieptevoorspelling voor de scheepvaart en de kwetsbaarheid van transport voor beperkte doorvaarthoogten heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van het data-informatiesysteem Covadem waarmee inmiddels ook een aantal meetschepen van Rijkswaterstaat is uitgerust en waartoe inmiddels de startup Covadem BV is opgericht, voor verdere exploitatie in de (binnenvaart)sector.

Met de uitwerking van voorgaande onderwerpen creëren we inhoudelijke versterking en vernieuwing tussen diverse vakdisciplines, diepe proceskennis, robuuste generieke instrumenten en tools en een actief breed relatienetwerk. Hierbij kunnen we goed aansluiting zoeken bij de opgaven van Rijkswaterstaat, het Integraal Rivier Management van de overheid en de proeftuinen van de Topsector (Duurzame rivieren en DigiShape). Hierbij zijn MKB-partijen betrokken en vindt expliciet overdracht en implementatie van onze kennis en tools plaats.

Vanuit de Topsectorproeftuinen DigiShape en Duurzame rivieren werken we nauw samen met de publieke en private sector:

- Waal: de vaste laag bij Nijmegen (afschrapen, opvullen benedenstroomse erosiekuil en zandmotor tussen kribben). Hiervoor ligt inmiddels een uitvraag van IenW bij Rijkswaterstaat voor nadere uitwerking, wat zal moeten leiden tot een marktuitvraag en hieraan gekoppeld de ontwikkeling van een kennisprogramma. Deze proeftuin heeft als belangrijk parallel doel om te leren en experimenteren met Integraal Rivier Management.
- IJssel: De IJssel als duurzame slagader voor economische ontwikkeling. Hierbij worden diverse coalities gevormd met regionale overheden en het lokale bedrijfsleven op diverse onderwerpen zoals bereikbaarheid van havens en bedrijven en energieopwekking uit kribben.
- Rijn-Maasmond: vanuit SmartPort heeft Deltares het initiatief genomen voor een

De kennis opgedaan in het SO-project Rivieren (Resilient rivers, veerkracht van de Maas op lange termijn) wordt ingebracht in het onderwerp 'Topvervlakking en vertraging van een afvoergolf in de Maas' dat binnen het KPP-project Rivieren wordt uitgewerkt.

Kennis, ervaring en ontwikkelde tools vanuit het SO-project Havens en vaarwegen wordt rechtstreeks ingezet in het KPP-project Klimaatbestendige netwerken. Dit draagt op zijn beurt weer bij aan het hierboven genoemde Smartport-initiatief, waar we de doorvertaling maken naar de gehele Rijn.

Kennis, ervaring en ontwikkelde tools vanuit het SO-project Havens en vaarwegen naar de waterdieptevoorspelling ten behoeve van scheepvaart en de kwetsbaarheid van transport voor beperkte doorvaarthoogten heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van het data-informatiesysteem Covadem. Hiermee zijn inmiddels ook een aantal meetschepen van RWS uitgerust. Hiertoe is inmiddels de startup Covadem BV opgericht, voor verdere exploitatie in de binnenvaartsector.



Nieuwe activiteiten vormen in de toekomst aanvullende uitdagingen voor de deltawateren. Voor de energietransitie zal ook gekeken worden naar

de potentie van de deltawateren. Denk daarbij aan thermische energie uit oppervlaktewater, zonnepanelen op oppervlaktewater en getijde-energie. Een andere uitdaging is dat Nederland meer sediment nodig zal hebben, met name voor dijkversterking. Daarvoor zal ook gekeken worden naar de deltawateren. Als laatste grote uitdaging voor de deltawateren zien we de toename van vervuiling met opkomende stoffen zoals de (micro)plastics, industriële stoffen en restanten van geneesmiddelen.

Belangrijke vragen zijn hoe het ecosysteem gaat veranderen, welke druk het systeem aan kan en op welk moment maatregelen genomen moeten worden om de diensten te blijven leveren.

Samen met de overheid, partner-kennisinstellingen en bedrijfsleven zet Deltares een lange-ter-

mijn integraal kennis- en uitvoeringsprogramma voor de deltawateren op. De focus van dit programma zal de komende jaren liggen op de ontwikkeling van systeemkennis en maatregelrichtingen om de effecten te bepalen van:

- klimaatverandering en energiewinning op deltawateren (hydrodynamica, morfologie, waterkwaliteit en ecologie) en de bijbehorende ecosystemendiensten;
- inrichting- en beheermaatregelen op de broeikasgasemissies vanuit watersystemen en consequenties voor klimaatmitigatie;
- toenemende emissies van opkomende stoffen zoals plastics en geneesmiddelen op de ecologie en de gezondheid van mensen.

De complexiteit van de opgave vraagt om integrale kennis van de watersystemen in de keten van ecologie, waterkwaliteit, sediment, morfologie en hydrodynamica. Hier ligt de kracht van Deltares. Deltares draagt middels onderzoek bij aan de kaders voor duurzaam gebruik van de deltawateren.

Selectie van de bijdragen van Deltares

Bij het ontwikkelen van systeemkennis volgen we de DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impact, Response)-cyclus met speciale aandacht voor mogelijke terugkoppelingen. Systeemkennis houdt in dat we goed inzicht hebben in de 'driving forces' en de 'pressures' en de 'impacts' daarvan. De ecosystemendiensten van deltawateren worden dan geïntegreerd in het DPSIR model. Zo kunnen we aangeven wat de betekenis is van effecten van toekomstige ontwikkelingen voor ecosystemendiensten, het voedselweb en natuur-

voorstel over betrouwbaar transport van goederen over de Rijnkorridor vanuit het perspectief van klimaatverandering. Samen met verladers en vervoerders (NPRC, Tatasteel, VOPAK, Danser, Havenbedrijf Rotterdam en kennisinstellingen) willen we gaan onderzoeken hoe het beste kan worden geanticipeerd op klimaatverandering op de korte en langere termijn. Dit vraagt om een nauwe samenwerking tussen riviersysteemkennis en de kennis van het logistieke systeem.

3.2.3 Deltawateren

De deltawateren - getijdenwateren en meren - zijn voor het delta-leven van groot economisch belang. Deltawateren herbergen een aantal relevante ecosystemendiensten zoals voedselvoorziening, zandwinning, drinkwatervoorziening, opslag van koolstof, verhoging van de

gezondheid en huisvesting van recreatie. Biodiversiteit in en om deze wateren is de basis die het leveren van de diensten mogelijk maakt; biodiversiteit is het 'life support system'. Naast behoud van de biodiversiteit is duurzaam gebruik van de deltawateren van belang voor de toekomstige generaties.

De grote waterstaatkundige ingrepen in de vorige eeuw hebben van Nederland een veilig en welvarend land gemaakt. De grote ingrepen hebben echter een keerzijde. De ingrepen in de Grevelingen, Oosterschelde, Eems-Dollard, Waddenzee en het IJsselmeergebied hebben de natuurlijke stromen van water, zand en slib veranderd en daarmee de ecologische waterkwaliteit en de natuur. Kenmerkende leefgebieden in een delta voor planten en dieren zijn verloren gegaan en migratieroutes zijn geblokkeerd.

In het SO is nieuwe kennis op het gebied van slib ontwikkeld en kennis die beschikbaar is vanuit wetenschappelijk onderzoek (door universiteiten) ingebouwd in onze software: Interactie slib-biota en interactie slib-zand. Deze software wordt door Deltares en door marktpartijen ingezet in onder andere het Markermeer. De software is toegepast voor het ontwerpen en monitoren van de Markerwadden en wordt toegepast in de proeftuin PAGW waar we samen met marktpartijen werken aan innovatieve inrichtingsmaatregelen.

In het SO wordt onder andere ook gewerkt aan het opstellen en vastleggen van ecologische kennisregels met betrekking tot habitats. Ervaringen vanuit verschillende projecten worden via een platform vastgelegd, geïntegreerd en in generieke vorm beschikbaar gesteld. Kennis-, overheids- en marktpartijen kunnen bij inrichtingsprojecten onder PAGW, KRW, etc. de ontwikkelde tools met betrekking tot slib modellering en habitat kennisregels toepassen.



waarde. Deze kennis kan benut worden middels effectmodules voor ondersteuning van duurzame keuzen voor toekomstig beheer van de deltawateren. We willen de methode van adaptief deltamanagement toepassen omdat deze de mogelijkheid biedt flexibel in te spelen op voortschrijdend inzicht in een onzekere toekomst. Binnen het gezamenlijke programma wordt ook kennisborging en kennisdisseminatie centraal gezet.

3.3 | Energietransitie

Slimme combinaties van duurzame energievormen en energiedragers zijn nodig om altijd en overal de juiste hoeveelheid hernieuwbare energie ter beschikking te hebben. Om de gestelde doelen te halen is een mix van duurzame energiebronnen nodig. Er zal nog meer op wind- en zonne-energie ingezet moeten worden. Maar wind- en zonne-energie alleen zijn niet voldoende; zij zijn geen constante bron van energie en leggen een groot beslag op de ruimte. Energie uit

water en bodem vormt de benodigde aanvulling op zon en wind. Waterkracht, aquathermie¹ en geothermie zijn voorbeelden van meer continue energiebronnen. Water en bodem kunnen daarnaast ook als energiebuffers fungeren: energie kan er immers veilig en goedkoop in worden opgeslagen. Dit zorgt tegelijk voor significante energiebesparing. Voor transport van energie via (nieuwe) leidingen en warmtenetten is ruimte nodig. In de vaak al drukke ondergrond is dat een hele uitdaging.

De energietransitie omvat niet alleen de overgang naar duurzame energie, maar ook gaat het over de opslag van CO₂ en de afbouw van het gebruik van fossiele brandstoffen. Hierbij vragen het duurzaam afdichten van de olie- en gasvelden en het mogelijke hergebruik van de infrastructuur van bijvoorbeeld gasleidingen en olie- en gasvelden voor opslag van energie en CO₂

¹ | Aquathermie is thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED).

(CCS) ook aandacht. CO₂-opslag is voornamelijk controversieel, met name bij de milieubeweging. Alternatieven voor CO₂-vastlegging in biomassa, mineralen (olivijn), bodems en velden (laagveen-gebieden in NW Europa en tropische veengebieden) kunnen ook een grote bijdrage leveren aan het terugdringen van CO₂ in de atmosfeer. In deze categorie vallen ook maatregelen zoals herstel van kustmangroves.

Om dit alles te realiseren moeten technologische ontwikkelingen, sociale innovatie en nieuwe governancestructuren hand in hand gaan. De energietransitie vraagt om integrale oplossingen. Kennisontwikkeling over de volledige breedte van het vraagstuk is nodig. Samenwerking met TO2-instituten, het netwerk van rijkskennisinstellingen en planbureaus, universitaire instellingen, het bedrijfsleven (inclusief MKB) en overheden is hierbij vanzelfsprekend; praktijkge-

oriënteerd onderzoek is daarbij een 'must'. Een mooi voorbeeld is het innovatieve, duurzame warmtecollectief WarmingUP, een samenwerkingsverband dat de hele warmteketen bestrijkt (waterbeheerders, onderzoeksinstellingen, warmtebedrijven, netbedrijven, adviesbureaus, MKB, regio's en provincies). Samenwerken in de keten is versterkt door onder andere de Green Deal Aquathermie (mei 2019) en het oprichten van het Netwerk Aquathermie. Joint Industry Projecten, zoals JIP Calm waarin 35 partijen gezamenlijk onderzoek uitvoeren naar het mitigeren van falen van elektriciteitskabels op zee, dragen ook bij aan de samenwerking.

Het is de ambitie van Deltares om de potentie van energie uit water en bodem goed op de kaart zetten en kennis over water, bodem en infrastructuur in de energietransitie te ontwikkelen,

toe te passen en te verspreiden. Met haar inzet wil Deltares de energietransitie begeleiden en versnellen, zodat de doelstellingen van Nederland voor duurzame energie kunnen worden gehaald en de CO₂-uitstoot wordt gereduceerd, het water- en bodemsysteem daarin goed wordt benut, integrale, ruimtelijke afwegingen transparant en onderbouwd worden gemaakt en de impact op het water- en

bodemsysteem zo beperkt mogelijk is.

Deltares heeft kennis in huis en ontwikkelt kennis over energie uit water en bodem, opslag van energie, infrastructuur voor water en energie en duurzaam gebruik van water en bodem. Daarnaast werkt Deltares aan infrastructuur voor offshore windenergie, warmtenetten en waterkrachtcentrales en energietransport.



In de afgelopen periode zijn de resultaten van het strategisch en toegepast onderzoek van Deltares geland en toegepast bij onder andere het in beeld brengen van de Nationale potentie Aquathermie (Deltares in samenwerking met CE-Delft), bij het integreren van potentiedatabestanden in een aantal warmtetransitiemodellen van adviesbureau's (overdracht aan o.a. CE-Delft, Alliander) en een update van de kennisagenda Aquathermie in samenwerking met Programmabureau Netwerk Aquathermie. Dit zijn mooie voorbeelden waar we op willen voortbouwen.

Selectie van de bijdragen van Deltares

Voor de duurzame energietransitie is de meerwaarde en trekkersrol van Deltares gelegen in de beantwoording van de volgende kernvragen (per kennisveld):

- Energiediensten uit water en bodem
 - > Wat en hoeveel is er waar mogelijk?
- Potentiële effecten van de energietransitie op de fysieke leefomgeving
 - > Wat zijn de effecten en in hoeverre zijn deze te mitigeren?
- Ondersteunen van het (middel)lange termijn energiebeleid
 - > Hoe maken we maatschappelijk verantwoorde keuzes?
- Infrastructuur voor de winning, opslag en het transport van duurzame energie
 - > Hoe gaan we de duurzame energiesystemen technisch ontwerpen en realiseren?
- Vastleggen van CO₂ in bodems en ecosystemen
 - > Hoe kunnen we bodems benutten voor het binden van CO₂?

Voor de begeleiding van de uitfasering van het fossiele-energiesysteem ziet Deltares haar meerwaarde in:

- Afsluiten en hergebruik olie- en gasinfrastructuur voor CO₂-opslag (CCS)

> Hoe gaan we het fossiele-energiesysteem zorgvuldig uitfaseren en inzetten voor duurzame opslag van CO₂ of als energiebuffer?

3.4 | Vervangingsopgave

De vervangings- en renovatieopgave is een bijzonder actueel en belangrijk onderwerp voor de instandhouding van de natte en droge infrastructuur van Rijkswaterstaat, waterschappen, gemeenten en nutsbedrijven. Dit onderwerp is actueel omdat veel infrastructuur (stuwen, sluisen, gemalen en stormvloedkeringen, maar ook tunnels, bruggen, kribben, kademuuren, rioolstelsels en drinkwaterleidingen) min of meer gelijktijdig is gebouwd, volgens dezelfde principes, en de komende jaren/decennia - ook min of meer gelijktijdig - het einde van de levensduur bereikt. Het moment van vervanging van de objecten is hét moment om de functionaliteit van de netwerken te moderniseren. Daarbij wordt opnieuw 50 tot 100 jaar vooruit gekeken. Maar de functie-eisen die aan de infrastructuur worden gesteld veranderen: de eisen worden groter en complexer. De stijgende zeespiegel zorgt in combinatie met een deels slappe bodem en bodemdaling voor een extra uitdaging voor aanleg en het beheer en onderhoud van de infrastructuur in de delta Nederland.

Om de vervangingsopgave optimaal en functie- en toekomstbestendig uit te voeren is onder andere nieuwe kennis nodig over:

- de relatie tussen het functioneren van het netwerk en het functioneren van het object, zowel fysiek als qua normen en eisen. Dit geeft inzicht in de kritische objecten en onderdelen voor de verschillende functies van het netwerk;
- de veroudering van de infrastructuur, zodat meer zicht ontstaat op de werkelijke (technische) restlevensduur van individuele objecten, en de functionele restlevensduur van het netwerk. Dit geeft inzicht wanneer welke vervangingen nodig zijn;
- de opties voor de planning van de vervanging die mogelijk, haalbaar en betaalbaar zijn..

Selectie van de bijdragen van Deltares

Voor het onderzoek rond de Vervangingsopgave neemt Deltares deel aan het NKWK-spoor 'Toekomstbestendige Natte Kunstwerken' in het Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK). KpNK is een onderzoeksprogramma in samenwerking met TNO, Marin en Rijkswaterstaat. Daarin wordt samengewerkt met universiteiten (bijv. TU-Delft, TU-Eindhoven, Aachen, Gent) en buitenlandse onderzoeksinstituten (bijv. BAW, Flanders Hydraulics) en verder met PIANC en IAHR.

Deltares versterkt haar kennisbasis rond de Vervangingsopgave verder met SO-middelen in het programma 'Replacement and Renovation of Hydraulic Infrastructure'. In 2020 wordt verder

met Rijkswaterstaat gewerkt aan de invulling van een nieuw meerjarig KPP-programma, in aansluiting op bovengenoemde trajecten.

In het onderzoeksprogramma van Deltares komen o.a. de volgende onderwerpen aan de orde:

- er is een proefopstelling gebouwd om de formuleringen voor de effecten van de overloop en golfoverslag op de bodembescherming bij stuwen en stormvloedkeringen te onderzoeken. Hiermee bekijken we de mogelijkheden om de levensduur van de bodembescherming te verlengen ;
- onderzoek naar de probabilistische analyse van de veroudering (lees: corrosie) van stalen damwanden. De ambitie is om de corrosie van de damwanden beter in te schatten en daarmee de vervanging uit te stellen. Omdat er heel veel km damwanden geplaatst zijn, kan uitstel van vervanging met enkele jaren reeds leiden tot een zeer substantiële kostenbesparing;
- ontwikkeling van een generieke optimalisatie routine (CNIT) voor interventietiming, waarin verschillende verouderingsprocessen en verschillende soorten interventies worden beschouwd. In een pilot voor Brabantse Delta is begin 2019 een eerste toepassing ontwikkeld;
- de ontwikkeling van management tools, om de technische en functionele levensduur van objecten (met meerdere functies) in beeld te brengen, ter ondersteuning van de prioritering van renovatie en vervanging.

3.5 | Zeespiegelstijging

Nederland heeft als missie de best beveiligde delta in de wereld te blijven, ook als de zeespiegel sneller stijgt dan eerder aangenomen. Het tempo waarmee de zeespiegel stijgt, is echter erg onzeker en de gevolgen van een mogelijk versnelde zeespiegelstijging kunnen groot zijn. Hoe de zeespiegel zich na 2050 zal ontwikkelen en welke maatregelen we wel en niet kunnen nemen is nog onvoldoende bekend. Om die onzekerheid te reduceren wordt in 2019 het Kennisprogramma Zeespiegelstijging gestart. De partners van het

Deltaprogramma werken samen met de kennisinstellingen en vertegenwoordigers van het bedrijfsleven aan de voorbereiding van dit Kennisprogramma dat zich richt op vijf sporen:

1. Zeespiegelstijging: wat kunnen we verwachten?
2. Systeemverkenningen: wat is de houdbaarheid van de voorkeursstrategieën?
3. Signaleringsmethodiek: hoe weten we wanneer we moeten handelen?
4. Alternatieven en adaptatiepaden: handlingsperspectief voor de verre toekomst?
5. Implementatiestrategie.



De uitkomsten van het programma zullen landen in het Deltaprogramma 2027. Hiermee kan het adaptieve Deltaprogramma tijdig eventuele aanpassingen in de deltabeslissingen en voorkeursstrategieën doorvoeren, mocht dit nodig blijken voor een mogelijk versnelde zeespiegelstijging na 2050.

Selectie van de bijdragen van Deltares

Vorig jaar is een eerste verkenning uitgevoerd door Deltares naar de mogelijke gevolgen van deze extra versnelde zeespiegelstijging voor het kustfundament (inclusief de Wadden en zuidwestelijke delta), de waterveiligheid, en de zoetwatervoorziening in Nederland en de implicaties voor de voorkeursstrategieën van het Deltaprogramma. Deltares heeft in opdracht van het ministerie van IenW en de Staf Deltacommissaris dit jaar vier oplossingsrichtingen verkend voor het geval dat de zeespiegel meer dan 1 meter stijgt. Deze verkenning is uitgevoerd met hulp van verschillende experts van universiteiten, het PBL, de Staf Deltacommissaris, Rijkswaterstaat-WVL en DGWB.

De vier oplossingsrichtingen kunnen allemaal een rol spelen in de regionale invulling van adaptatie aan hoge zeespiegelstijging. De oplossingsrichtingen zijn geanalyseerd op basis van een aantal indicatoren. Met de resultaten uit deze studie kan een eerste inschatting worden gemaakt welke maatregelen en onderzoeken op korte termijn (tot 20 jaar) nodig kunnen zijn om op lange termijn (na 2080) opties open te houden. Het is essentieel in de tussentijd een breed scala van opties open te houden en ons daarop

voor te bereiden. Nader onderzoek is nodig naar strategische keuzes in het beheer en ruimtegebruik van de Nederlandse delta. We moeten blijven experimenteren met innovaties. Alert blijven en monitoring van ontwikkelingen op Antarctica zijn van belang om tijdig grootschalige aanpassingen in gang te kunnen zetten.

Voor de opgave zeespiegelstijging programmeert Deltares, onder met name het missiegebied Future Deltas, onderzoeksactiviteiten die rechtstreeks bijdragen aan het zeespiegelstijgingprogramma van het ministerie van IenW en de opgave in bredere zin. Deltares richt zich op die kennisvelden waar onze meerwaarde en trekkerrol op het gebied van water en bodem groot is, met voor Nederland een focus op signalering en alternatieven en adaptatiepaden. Internationaal sluiten we onder meer via onze globale modelleringsactiviteiten aan bij grote onderzoeksprogramma's. In die programma's ontwikkelen we methoden om de effecten van zeespiegelstijging op hydraulische randvoorwaarden (waterstanden, golven, morfologie, verzilting, etc.) en de gevolgen daarvan voor water- en bodembeheer in beeld te brengen.

Vanuit het ministerie van IenW zijn vier onderwerpen genoemd die in het kennisprogramma de hoogste prioriteit hebben: global modelling, zeespiegelstijging scenarios van de Noordzee, aanpassing hydraulische randvoorwaarden en mogelijke vernieuwing van de verziltingsmodellen. Aan alle vier onderwerpen zullen wij vanuit het SO bijdragen. Daarbij ligt de focus op meer globale en generieke ontwikkelingen terwijl bij

het kennisprogramma de focus meer ligt op de vertaling naar de specifieke nationale vragen.

3.6 | Waterkeren

Deltares wil overheden altijd en overal inzicht kunnen geven in de risico's van overstromingen en de rol die waterkeringen daarin spelen of kunnen spelen. Dat willen we zo doen dat overheden, bedrijven en bewoners naar eigen inzicht afwegingen kunnen maken over hoe veilig ze willen zijn, en hoe ze vervolgens die veiligheid willen realiseren.

Dijken, dammen en duinen zijn en blijven van belang om Nederland en andere delta's in de wereld te beschermen tegen overstromingen. In 2017 is het nieuwe Nederlandse waterveiligheidsbeleid vastgelegd in nieuwe wettelijke normen voor de waterkeringen. Deltares heeft hiervoor in opdracht van het ministerie van IenW inhoudelijke informatie over overstromingsrisico's geleverd en nieuwe modellen opgeleverd om economische afwegingen te optimaliseren en slachtofferrisico's transparant mee te wegen in de besluitvorming. Voor het werken met overstromingskansen heeft Deltares samen met ingenieursbureaus en softwarebedrijven nieuwe instrumenten opgeleverd in het kader van het WBI2017. In de periode 2020-2050 zal naar verwachting tussen de 1000 en 2000 km primaire waterkeringen langs rivieren, kust en meren versterkt moeten worden. Dat vraagt investeringen in de orde van 10 miljard euro. Daarnaast werken de waterschappen hard door aan verbeteringen van de circa 12.000 km regionale waterkeringen.

Nu de implementatie van nieuwe normen van

start is gegaan willen waterschappen, Rijkswaterstaat, Deltares en het ministerie Ieren van de toepassing in de praktijk en de mogelijkheden die de nieuwe normering biedt benutten. Dit weervertalen naar verbeteringen in kaders, modellen, instrumenten en werkaanpak van de beheerder kan veel opleveren voor veiligheid, kosten en landschap. Als we bijvoorbeeld de totale sterkte van waterkeringen (ketenbenadering) goed kunnen bepalen kan dat leiden tot forse besparingen in het HWBP en tot betere aansluiting op wens vanuit de omgeving. Dit kan via verbeterde modellering, maar ook door een andere aanpak, zoals faalpaden en het centraal stellen van een analyse ('het verhaal van de kering'). De rapportage aan de Tweede Kamer over de veiligheid van de primaire waterkeringen en de evaluatie van de uitgangspunten van de nieuwe normering in 2023 zijn belangrijke momenten om samen naar toe te werken.

Daarnaast willen we bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe concepten voor waterkeren waarmee we ook in een veranderende toekomst of in andere delta's bij kunnen dragen aan veiligheid en een aantrekkelijk landschap. Daarbij kijken we naar de interactie tussen belastingen op de dijk, de eigenschappen van de dijk en de ondergrond. We onderzoeken hoe nieuwe meettechnieken, satellietdata, machine learning en cyberrisico's een rol kunnen spelen. Bijvoorbeeld hoe we dijken taaier (robuuster) kunnen maken, zodat ze aangekondigd en geleidelijk bezwijken en de gevolgen van een dijkdoorbraak afnemen, waardoor bezwijken wellicht voorkomen kan worden of de gevolgen van bezwijken gemitigeerd.

Nederland is een dichtbevolkt land waarin we veel vragen van onze watersystemen en de ruimte ook hard nodig hebben voor andere opgaven zoals de energietransitie en de woningbouwopgave. Dit vraagt van waterkerend Nederland om mee te denken aan de bijdrage die vanuit de waterkeringen geleverd kan worden aan die opgaven. Dit biedt tegelijkertijd kansen om andere opgaven te combineren met de veiligheidsfunctie en zo bij te laten dragen aan de veiligheid. Zo willen we toewerken naar waterkerende landschappen die aan te passen zijn als de zeespiegel sneller stijgt dan verwacht of als er andere ontwikkelingen zijn die we nu nog niet hebben voorzien. Deltares en universiteiten kunnen, door beter inzicht te bieden in de factoren die echt van grote invloed zijn op de overstromingskans, ministerie, waterschappen en markt helpen om beter gesteld te staan voor de uitdagingen die klimaatverandering en zeespiegelstijging met zich meebrengen.

Selectie van de bijdragen van Deltares:

- Resilient infrastructure:
 - Ontwikkeling van kennis over gedrag en vervormingen van dijken zodat de over-

stromingskans beter ingeschat kan worden

- Ontwikkeling van modellen waarmee menselijk gedrag voor en tijdens overstromingen beschreven kan worden
 - Tools die integratie mogelijk maken van verschillende informatiebronnen (zoals opvolgers van Riskeer en de assemblagetool)
 - Ontwikkeling van nieuwe meet- en rekentechnieken
- Safe Deltas:
 - Inzicht en overzicht in de interactie tussen watersystemen en keringen en tools die dat inzicht overbrengen naar gebruikers en beslissers
 - Tools die beheerders en beleidsmakers kunnen ondersteunen in beslissingen over de mate waarin en de manier waarop waterkeringen worden ingezet
 - Future Deltas:
 - Ontwikkeling van nieuwe concepten voor waterkeringen waardoor waterkeringen aangepast, veranderd of verlegd kunnen worden als natuurlijke of maatschappelijke omstandigheden veranderen.



Hoofdstuk 4



Inhoudelijke en financiële kaders



4.1 | Introductie en toelichting financiën

De instituutssubsidie voor de uitvoering van het SO door Deltares is vastgesteld met een subsidieplafond voor het boekjaar 2020 van € 18.988.000. Het Activiteitenplan 2020 is in overleg met de relevante departementen en Topsectoren opgesteld, waarbij de bijdrage aan maatschappelijke thema's – zoals die zijn vastgelegd in nationale en internationale agenda's - verder is toegelicht. In dit hoofdstuk wordt een indicatie gegeven hoe de subsidie budgettair bijdraagt aan het missiegedreven kennis- en innovatiebeleid.

4.2 | Economische en niet-economische activiteiten

Met ingang van 1 januari 2019 is de nieuwe 'subsidieregeling instituten voor toegepast onderzoek' van kracht. Dit betreft de Regeling van de Minister van Economische Zaken en Klimaat van 1 februari 2018, nr. WJZ/17203973.

In de nieuwe regeling wordt alle bestaande regelgeving samengebracht. Belangrijk daarbij is (in het kader van de regelgeving op het gebied van staatsteun) het onderscheid tussen economische en niet-economische activiteiten die een instituut voor toegepast onderzoek uitvoert.

De werkzaamheden binnen Deltares worden uitgevoerd in projecten. Aan projecten worden kenmerken meegegeven zoals klant en type werkzaamheid. Op basis van deze kenmerken kan onderscheid worden gemaakt in economische en niet-economische activiteiten. Vanaf de ingang van de nieuwe subsidieregeling begin 2019 wordt bijgehouden welke projecten als economische en welke projecten als niet-econo-

mische activiteiten kunnen worden beschouwd.

Voor 2020 wordt een inschatting gemaakt van de verhouding tussen economische en niet-economische activiteiten op basis van de realisatie van afgelopen jaren en rekening houdend met het subsidieplafond van het ministerie van EZK in 2020 voor Deltares. Dit wordt berekend aan de hand van de omzetcijfers. De verwachting voor 2020 is dat er voor (minimaal) 60% aan niet-economische activiteiten worden uitgevoerd binnen Deltares.

De instituutssubsidie zal niet worden ingezet voor economische activiteiten.

Net als in voorgaande jaren zullen in december 2019 de tarieven die gehanteerd zullen worden voor het uitvoeren van activiteiten die vallen onder de 'instituutssubsidie' en zoals beschreven in het Activiteitenplan 2020, aan het ministerie van EZK worden verstrekt, voorzien van een goedkeuring door de accountant.

4.3 | Inzet op Topsectoren en missiegedreven onderzoek

In 2020 zal circa tweederde van het SO-budget (12 M€) direct ingezet worden voor activiteiten die bijdragen aan de missies zoals omschreven in de KIA's, met daarin de grootste bijdrage aan KIA LWV. Deze activiteiten zullen deels in pps-verband en deels via publieke samenwerking worden uitgevoerd. Een verdeling hiertussen is op voorhand niet goed te maken. Wel zullen alle activiteiten integraal besproken worden binnen de overlegorganen van de relevante topsectoren/TKI's (met name Water/deltatechnologie), waarin het bedrijfsleven

vertegenwoordigd is. 6.5 M€ wordt ingezet in het doorontwikkelen van onze kennisfaciliteiten (zie par 2.5.1), in de samenwerking met universiteiten, hogescholen en als matching in nationale en internationale onderzoeksprogramma's (resp. NWO en EU, zie par 2.5.2).

In tabel 1 is de budgettaire verdeling te zien op het niveau van de KIA's. In tabel 2 is de verdeling weergegeven op missie-niveau. Samen met onze stakeholders zullen we in het verdere proces deze indicatieve getallen verder uitwerken in de onderzoeksprogrammering.

Tabel 1. Indicatie budgetverdeling voor het SO in 2020, op het niveau van de KIA's (Kennis- en Innovatieagenda's). KIA 1-6 zijn respectievelijk Energietransitie & Duurzaamheid, Landbouw Water Voedsel, Gezondheid & Zorg, Veiligheid, Sleuteltechnologieën, en Maatschappelijk Verdienvermogen. De KIA's zijn hier online te vinden. MG=missiegebied.

| | MG Future Deltas | MG Sustainable Deltas | MG Safe Deltas | MG Resilient Infra | Sleutel technologieën (ST) | Totaal (M€) |
|---|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|----------------------------|---------------|
| KIA1 E&D | | 1.5 | | 0.5 | | 2.0 |
| KIA2 LWV | 1.0 | 2.25 | 2.75 | 2.25 | | 8.25 |
| KIA3 G&Z | | 0.25 | | | | 0.25 |
| KIA4 V | | | 0.25 | | | 0.25 |
| KIA5 ST | | | | | 1.25 | 1.25 |
| KIA6 rest | | | | | | 0 |
| Totaal KIA's | 1 | 4 | 3 | 2.75 | 1.25 | 12 |
| Lange termijn kennisbasis | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.3 | 2.8 |
| Kennisfaciliteiten | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 3.7 |
| Totaal Strategische Kennisbasis (excl. ST) | 0.7 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | 1.1 | 6.5 |
| Progr. Man. | | | | | | 0.488 |
| Totaal SO | | | | | | 18.988 |

Tabel 2. Indicatie budgetverdeling voor het SO in 2020, op het niveau van missies van de IKIA en de KIA LWV. KIA 1-6 zijn respectievelijk Energietransitie & Duurzaamheid, Landbouw Water Voedsel, Gezondheid & Zorg, Veiligheid, Sleuteltechnologieën, en Maatschappelijk Verdienvermogen. MG=missiegebied

| Missies | MG Future Deltas | MG Sustainable Deltas | MG Safe Deltas | MG Resilient Infra | Sleutel technologieën (ST) | Totaal (M€) |
|---|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|----------------------------|--------------|
| IKIA A | | 0.25 | | 0.25 | | 0.5 |
| IKIA B | | 0.75 | | 0.25 | | 1.0 |
| IKIA E (=LWV B)* | | 0.25 | | | | 0.25 |
| CE** | | 0.25 | | | | 0.25 |
| LWV A | | 0.2 | | | | 0.2 |
| LWV B | | | | | | |
| LWV C | 0.2 | 1.05 | 1.1 | 0.8 | | 3.15 |
| LWV E | | 1.0 | 0.55 | 0.45 | | 2.0 |
| LWV F | 0.8 | | 1.1 | 1.0 | | 2.9 |
| G&Z | | 0.25 | | | | 0.25 |
| V | | | 0.25 | | | 0.25 |
| ST | | | | | 1.25 | 1.25 |
| Totaal Missies | 1 | 4 | 3 | 2.75 | 1.25 | 12 |
| Kennisbasis/programma management | | | | | | 6.988 |

* IKIA missie E MMIP 12 'Land en water optimaal ingericht op CO2-vastlegging en -gebruik' is identiek aan KIA LWV missie B MMIP B5 die dezelfde titel draagt.
 ** KIA Energietransitie & Duurzaamheid bestaat uit de IKIA (Integrale Kennis- en Innovatieagenda Klimaat en Energie) en deelKIA Circulaire Economie.

Voor de uitgelichte opgaven uit hoofdstuk 3 ziet de programmering op hoofdlijnen als volgt uit:

- Duurzame watersystemen, opgave voor Noordzee, rivieren en deltawateren: budgetten tussen 600 en 700 K€ per gebied;
- voor Zeespiegelstijging eveneens 600 à 700 K€;
- voor de Vervangingsopgave en Waterkeren: 900 à 1000 K€;
- voor de Energietransitie: 1200 à 1300 K€.

Dit is inclusief de energietransitie in onze wateren (Noordzee, rivieren en deltawateren).

In totaal gaat het voor deze opgaven om indicatief 5400 à 6100 K€. Deze inzet wordt geleverd vanuit diverse programma's, en is daarom in tabel 3 niet apart zichtbaar. Hiermee leveren we voldoende inzet op deze opgaven, met tevens voldoende ruimte voor de doorlopende relevante opgaven als Waterkwaliteit, Droogte, Bodemdaling, Gebiedsgerichte opgaven en andere.

4.4 | Toelichting inzet op langetermijnkennisbasis

Deltares zet circa 2.8 M€ in om langetermijn activiteiten te (co-)financieren via het SO. Het gaat hier om het op de lange termijn, in samenwerking met de universiteiten, in stand houden van een relevant kennisfundament. Met het doorzetten van de impuls voor de versterking van de kennisbasis van Deltares (en andere TO2-instituten), kan ook de inzet in langetermijn onderzoek met universiteiten toenemen. Het gaat hierbij om medewerkers die een deelfunctie hebben als hoogleraar, universitair

(hoofd)docent of lector, promovendi en post docs die financieel en inhoudelijk door Deltares gesteund worden. Voor 2020 gaat het in totaal om circa 20 (deeltijd)hoogleraren en ongeveer 20 U(H)D's en circa 80 promovendi. Deze posities, al dan niet via NWO/TTW trajecten, worden ingevuld bij verschillende Nederlandse universiteiten. Zie voor verdere toelichting par. 2.5.2.

Deltares is betrokken bij ca 30 Europese onderzoeksprojecten, voor het merendeel H2020. Voor deze EU matching wordt een deel van het budget gereserveerd via het SO, waarbij de passendheid in het onderzoeksprogramma bepalend is: Deltares zet in op projecten die antwoord geven op de vragen uit het onderzoeksplan en die bijdragen aan de doelstellingen van eigen onderzoeksprogramma's. Waar mogelijk worden ook andere middelen voor matching ingezet. Zie voor verdere toelichting par. 2.5.2.

4.5 | Inzet op samenwerking met private partijen

Private partijen spelen een belangrijke rol bij de vraagarticulatie, bij de toepassing van kennis, als financier en als co-creator. De belangrijkste private partijen komen uit de (water)bouw of zijn advies- en ingenieursbureaus, uit binnen- en buitenland. Toch blijft de overheid de grootste afnemer van kennis en innovaties op het gebied van de Deltatechnologie. Van de private sector wordt een bijdrage voorzien van

circa 15 M€ per jaar aan het toegepaste onderzoek van Deltares. Deze bijdrage wordt onder meer geleverd in JIP's (joint industry projects), PPS-en (met en zonder TKI subsidie) en in H2020 projecten. In veel van deze activiteiten zet Deltares ook een eigen bijdrage van ongeveer 1.5 M€ in via het SO.

Deltares zet in op vele vormen van samenwerking -zoals bovengenoemde trajecten maar daarnaast ook nieuwe activiteiten- die specifiek zijn gericht op het MKB en start-ups. Deltares heeft interactie met een groot aantal Nederlandse MKB-bedrijven. Hierbij wordt kennis overgedragen aan het MKB, kennis ontvangen van het MKB of gezamenlijk gewerkt aan toegepaste kennisontwikkeling. Per jaar schakelen ongeveer 300 MKB'ers Deltares in (en vice versa) voor hun projecten. Naast deze project-gerelateerde samenwerking zijn er ook innovatietrajecten die met gesloten beurzen

of externe financiering worden opgepakt. Nieuw in 2019 is de inrichting van een loket voor het MKB en start-ups. Tevens kunnen het MKB en start-ups sinds dit jaar kosteloos gebruik maken van het 'Technologieconsult' (een ééndaags advies) en zet Deltares de experimentele faciliteiten verder open voor test- en validatieproeven van MKB'ers en start-ups. Hiermee beoogt Deltares haar kennis en expertise verder toegankelijk te maken voor deze ondernemers. Deltares is daarnaast, samen met de andere TO2-instituten, bezig de relatie met de branche-organisaties te versterken om op die manier ook meer MKB'ers te bereiken. Voor de start-ups en scale-ups heeft Deltares de strategie zich te verbinden met accelerator omgevingen. In 2019 is daartoe bijvoorbeeld een overeenkomst getekend met PortXL; in 2020 zal dit verder worden uitgebreid. Voor deze activiteiten wordt een budget van 500-750 k€ gereserveerd.

4.6 | Kennisdisseminatie

Onderdeel van de missie van Deltares als TO2-instituut is dat ontwikkelde kennis toepasbaar en toegankelijk wordt gemaakt. Kennisdisseminatie en communicatie vormen onderdeel van de activiteiten. Kennisoverdracht vindt op velerlei wijze plaats, in binnen- en buitenland. De meest effectieve vorm van kennisverspreiding blijft via projecten met overheden en bedrijfsleven (onder andere via JIP's en TKI projecten), en met collega-instituten (EU, NWO/TTW, TO2) in de vorm van rapporten en producten. Dit geeft een directe interactie met betrokkenen, geïnteresseerden en stakeholders. In projecten worden veel software en toepassingen ontwikkeld. Dit zijn eveneens veelgebruikte kennisdragers. Zo wordt onze software wereldwijd breed verspreid en gebruikt. In de jaarlijkse publicatie 'R&D Highlights' worden tientallen kennisontwikkelingsprojecten beschreven, een mooie dwarsdoorsnede van onderwerpen waar Deltares aan werkt. Via wetenschappelijke artikelen (ruim 200

publicaties ieder jaar), congressen, workshops (zoals de jaarlijkse Deltares Software Days), klankbordgroepen en andere bijeenkomsten bereiken we een breed publiek. Ook zijn er open source communities en vindt overdracht plaats via mensen: cursussen, uitwisselingen, en jaarlijkse begeleiding van meer dan honderd afstudeerders en circa 80 PhD studenten. De cursussen worden georganiseerd door de Deltares Academy (ruim 100 ieder jaar), waarvan een deel samen met andere partijen worden gegeven (PAO, Wateropleidingen, TU Delft, Deltares USA Inc en andere). Daarnaast maken we blijvend gebruik van traditionele en in toenemende mate ook van sociale media, waaronder webinars en apps. We gaan in 2020 de Deltares website opnieuw inrichten zodat onze nieuwe missiegebieden de centrale ingang zijn voor informatie over onze kennis en over oplossingen voor de maatschappelijke vraagstukken. Via de Deltares Kennisbank zijn artikelen en rapporten toegankelijk voor iedereen.



Programmabijdrage en -budget. MG=missiegebied; KB=kennisbasis

In tabel 3 is weergegeven – op hoofdlijnen- aan welke missiegebieden wordt bijgedragen door de onderzoeksprogramma's in 2020, met daarachter een indicatie van het programmabudget.

| | Programma | MG Future Deltas | MG Sustainable Deltas | MG Safe Deltas | MG Resilient Infra | | Budget K€ |
|----|---|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|------------------------------|---------------|
| 1 | Flood risk strategies / Planning for Disaster Risk Reduction and Resilience | | | *** | | | 400 |
| 2 | Enabling early warning | | | *** | | | 400 |
| 3 | Quantifying flood hazards and impact | * | | *** | | | 400 |
| 4 | Future proof dikes | * | | *** | * | | 450 |
| 5 | Impacts of extreme weather | * | | *** | | | 400 |
| 6 | Resilient ecosystems | * | *** | | | | 450 |
| 7 | Integrated modelling and monitoring | * | *** | | | | 400 |
| 8 | Water quality and health/ Env Quality | * | *** | | | | 400 |
| 9 | Nature based solutions | | ** | ** | * | | 450 |
| 10 | Sustainable ecosystem management/ Healthy watersystems | * | *** | | | | 550 |
| 11 | Information systems for water security | * | ** | * | | | 650 |
| 12 | Subsurface resources in a circular economy | | *** | | | | 400 |
| 13 | Water energy food nexus | * | *** | | | | 600 |
| 14 | Sustainable energy transition | | *** | | ** | | 600 |
| 15 | Future proof coastal infrastructure and offshore renewable energy | | ** | | ** | | 600 |
| 16 | Infrastructure for waterborne transport | | ** | | ** | | 250 |
| 17 | Infrastructure for water and energy | | ** | | *** | | 250 |
| 18 | Robust and reliable urban infrastructure | | * | * | *** | | 250 |
| 19 | Replacement and renovation of hydraulic infrastructure | | | * | *** | | 500 |
| 20 | Resilient infrastructure | | * | * | *** | | 350 |
| 21 | Adaptive governance and finance | * | *** | ** | | | 550 |
| 22 | Climate change adaptation | *** | * | * | | | 550 |
| 23 | Urban resilience | | ** | ** | ** | | 450 |
| 24 | Subsidence adaptation | *** | * | | * | | 450 |
| | Totalen | | | | | Sleutel-technologieën | |
| | Totaal programma | 1.000 | 4.000 | 3.000 | 2.750 | | 10.750 |
| | Sleuteltechnologieën (ST, ook Enabling Technologies) | | | | | 1.250 | 1.250 |
| | Totaal KB | 700 | 1.700 | 1.600 | 1.400 | 1.100 | 6500 |
| | Totaal kennisinvestering | 1.700 | 5.700 | 4.600 | 4.150 | 2.350 | 18.500 |
| | Programmamanagement | | | | | | 488 |
| | Totaal | | | | | | 18.988 |



Bijlage 1

Kerninformatie van de onderzoeksprogramma's

| | | Thema E&D | Thema LWV |
|----|---|-----------|-------------|
| 1 | Flood risk strategies / Planning for Disaster Risk Reduction and Resilience | | Missie F |
| 2 | Enabling early warning | | Missie F |
| 3 | Quantifying flood hazards and impact | | Missie C, F |
| 4 | Future proof dikes | | Missie F |
| 5 | Impacts of extreme weather | | Missie C, F |
| 6 | Resilient ecosystems | | Missie E |
| 7 | Integrated modelling and monitoring | | Missie C, E |
| 8 | Water quality and health/ Env Quality | | Missie E |
| 9 | Nature based solutions | | Missie C, F |
| 10 | Sustainable ecosystem management/ Healthy watersystems | | Missie E |
| 11 | Information systems for water security | | Missie C, E |
| 12 | Subsurface resources in a circular economy | Missie CE | Missie F |
| 13 | Water energy food nexus | | Missie C |
| 14 | Sustainable energy transition | Missie B | Missie E |
| 15 | Future-proof coastal infrastructure and offshore renewable energy | Missie A | Missie F |
| 16 | Infrastructure for waterborne transport | | Missie F |
| 17 | Infrastructure for water and energy | Missie B | Missie C |
| 18 | Robust and reliable urban infrastructure | | Missie C |
| 19 | Replacement and renovation of hydraulic infrastructure | | Missie C, F |
| 20 | Resilient infrastructure | | Missie C |
| 21 | Adaptive governance and finance | | Missie C |
| 22 | Climate change adaptation | | Missie C, F |
| 23 | Urban resilience | | Missie C |
| 24 | Subsidence adaptation | | Missie C, F |

Tabel. Weergave van zwaartepunten van programmabijdragen aan de missies van thema's Energietransitie & Duurzaamheid en Landbouw Water Voedsel. Vanuit de programma's wordt verder ook (in mindere mate) bijgedragen aan andere missies (zoals LWV missies A en B) en aan thema's Gezondheid & Zorg en Veiligheid. Evenals aan de KIA Sleuteltechnologieën.



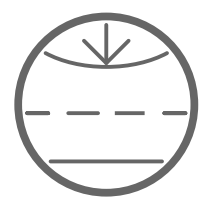
Future Deltas



Sustainable Deltas



Safe Deltas



Resilient Infra



P01 | Planning for Disaster Risk Reduction and Resilience

Scope en doel

The program focuses on planning for Disaster Risk Reduction (DRR) and Resilience, adopting a comprehensive approach to risk, reflecting multiple hazards. It includes the development of methodologies and tools for quantitative assessment of disaster risk (direct and indirect) as well as the concise and transparent communication of the outcomes of these risk assessments. The program develops methods and indicators to operationalize the concept of resilience for planning studies and to 'Build Back Better' (reduce risk and enhance resilience). Furthermore, the program identifies and develops best practices and guidance for an integrated and inclusive approach to DRR and climate change adaptation (for water-related disaster risk). Decision support tool such as dashboards, planning kits to support risk informed stakeholder engagement and collaborative decision-making on disaster risk management are also part of the program.

Programmalijnen

- Better understanding of disaster risk
- Inclusive approaches to risk and resilience
- Strategy development and decision support

Enkele beoogde resultaten

1. Global assessment of multi-hazards and risks in SIDS countries, incl. changes in climate and socio-economics. Impacts: Assessment of possible consequences (e.g. migration pathways) and testing of possible mitigation options.

2. FIAT upgrades to: include changes in climate and socio-economics, improvement of results visualization, and accounting for social vulnerability and inclusiveness. Impacts: Better and more inclusive estimates of future risks. Better visualization and improvement of risk communication.
3. Guidelines for tailored flood risk management approaches. Impacts: Guidelines to develop flood risk strategies in different physical and socio-economic contexts.

P02 | Enabling Early Warning



Scope en doel

Het programma beoogt de kwaliteit te verhogen van beslissingen die worden genomen op grond van real-time verwachtingen en voorspellingen. Het programma wil op die manier bijdragen aan het reduceren van hoogwaterrisico's.

Programmalijnen

- Flood hazard and flood impact forecasting at global scales including delivery of associated services.
- Local scale flood hazard and flood impact forecasting.
- Multi-hazard forecasting: combining flood forecasts with forecasts of other hazards.
- Forecasting for decision making.

Enkele beoogde resultaten

1. Vergrote capabilities van de operationale hoogwaterverwachtingsinstrumentaria voor hoogwater op rivieren en langs kusten (gloffis en glossis). Impact: Organisaties die niet zelf mogelijkheid hebben om hoogwaterverwachtingen te maken, kunnen middels de door Deltares geleverde diensten tóch hun eigen hoogwaterrisico reduceren.
2. Vanuit het Decision making in uncertainty lab: beter inzicht in biases die optreden bij forecast informed decision making. Impact: Verantwoordelijke overheden kunnen effectiever gebruik maken van hoogwaterverwachtingen.
3. Vergrote capabilities om niet alleen toekomstige hoogwaters te voorspellen maar ook de gevolgen daarvan. Impact: Mogelijkheid voor verantwoordelijke overheden om hun (schaarse) middelen effectiever in te zetten bij disaster response.



P03 | Quantifying Flood Hazards and Impacts

Scope en doel

Door klimaatverandering en intensiever landgebruik hebben overstromingen vanuit zee, door regen en vanuit de rivieren en bijbehorende erosie een steeds grotere impact. Om delta's en kustgebieden nu en in de toekomst goed te kunnen beschermen, moet deze multi-hazards beter en sneller gekwantificeerd worden. Hiervoor ont-

wikkelen we complexe modellen en statistische tools en recentelijk ook snellere afgeleide vormen hiervan, om de impact en de onzekerheden in beeld te kunnen krijgen. De uitdaging is: hoeveel informatie en welke fysica hebben we nodig om een snel maar goed antwoord te geven. Onze focus is op de 100 km ruimteschaal en stormevent-tijdschaal en is gericht op tropische kleine (koraal)eilanden (Small Island Developing States) en Europese steden, die alle voor grote veranderingsopgaven staan. Daarnaast kwantificeren we toekomstige afvoerextremen van rivieren. De ontwikkelde modellen worden aangedreven door en vormen onderdeel van onze mondiale modellen.

Programmalijnen

- Sources: statistics of wind, waves and rainfall. Focus op de "international weather generator", de internationaal toepasbare versie van GRADE, en op het maken van een cycloon-toolbox voor onze global models.
- Pathways: marine, pluvial and fluvial. Focus op sneller rekenen met SFINCS, een afgeleide versie van D3D het ontwikkelen van een globaal overstroming model en lokale analyses van toekomstige overstromingen in de stad. Betere golftransformatiemodellen (SWAN en XBeach).
- Hazards: quantification of flooding and erosion. Focus op hazards op Small Island Developing States met koralen, zeegras en mangroven (SIDS), zandige barrier islands (VS/NL) en Europese steden (H2020), ingepast in onze mondiale modellen.

Enkele beoogde resultaten

1. Software: Nieuwe release SFINCS. Beoogde impacts: Maatschappelijk directe toepassing in ZWS/ZKS offertes en projecten: Myanmar, Dept. Of Homeland Security, OneConcern (VS), toepassing op kleine eilanden (Wereldbank, USGS).
2. Populaire publicatie: Analyse meest door SLR bedreigde Europese steden. Impacts: Maatschappelijk: deze steden worden partner in een H2020 proposal CoastPath en kunnen betere adaptatieplannen ontwikkelen.
3. Wetenschappelijke publicaties: Twee papers over de reductie van coastal hazards op kleine eilanden met koraal, zee gras en mangroves; Twee papers over lange termijn kusterosie op Europese schaal; Paper over ruimtelijke data pooling voor het afleiden van neerslag extremen; Paper over neerslag tracing boven Europa; Paper over reconstructie historische overstromingen Rijn / Waal; Paper over snelle overstromingsberekeningen met SFINCS. Impact: Wetenschappelijk: delen van kennis over kustprocessen; Maatschappelijk: tools en kennis aanleveren aan Ontwikkelingsbanken.
4. Model: Global hydrodynamic flood model. Impacts: Dit moet het mogelijk maken overal ter wereld snel een eerste versie van een flood model op te zetten (dus ook als snelle reactie bij overstromingen) en daarnaast zal het op lange termijn worden ingebouwd in GLOFFIS.

P04 | Future Proof Dikes**Scope en doel**

Dijken zijn essentieel voor de veiligheid tegen overstromen van delta's en bepalen ook het landschap. Het programma Future Proof Dikes (FPD) ontwikkelt kennis over dijken, zodat delta's ook in de toekomst veilig en leefbaar blijven. Het programma richt zich op de sterkte van de huidige dijken en op nieuwe concepten waarmee we veilige dijken kunnen bouwen die passen in hun omgeving. In dat kader onderzoekt het programma FPD of we dijken taaier kunnen maken en hoe we alle sterkte benutten die een dijk heeft. Zo vullen we optimaal de mogelijkheden van de nieuwe normering in en zetten we nieuwe richtingen uit voor de dijken in de toekomst. Doel is om Nederland en andere delta's veilig te houden met een optimaal gebruik van de financiële en materiele middelen en met een mooi deltalandschap.

Programmalijnen

- Taaie dijken. Optimalisaties in beoordeling en ontwerp door alle sterkte en taaierheid van de dijk te benutten. En inspiratie voor de dijk van de toekomst in adaptieve Delta's wereldwijd.
- Kennis en Innovaties voor safe Delta's.
- Waterkerende landschappen: de dijk en zijn omgeving dragen bij aan risicobeheersing. Life cycle management van waterkeringen: 'dijk beschermt omgeving' én 'omgeving beschermt de dijk'.

Enkele beoogde resultaten

1. Optimalisaties in dijkontwerp en beoordeling op agenda BOI en HWBP. Beoogde impact:

Omgeving blij met dijkontwerpen omdat veiligheid, kosten en impact op landschap uitlegbaar zijn.

2. Zichtbare bijdrage aan toekomstperspectieven op Delta nav zss. Beoogde impact: Maatschappij bewust van belang van dijk nu en de toekomst, van ambacht naar wetenschap op gebied van dijkstabiliteit.
3. Nav faalpaden, verhaal van de kering en assetmanagement (ROBAMCI) en taaie dijken een artikel/position paper over de taaie dijk(beheerder) van de toekomst. Beoogde impact: Beheerder actieve partner in omgevingsproces omdat hij overstromingskansen in de vingers heeft.

**P05 | Impacts of extreme weather****Scope en doel**

De gevolgen van klimaatverandering zijn wereldwijd voelbaar; ook in Nederland waar we recent recordhittes hebben ervaren. Voor snelle interventies en crisismanagement bij klimaatgerelateerde rampen is een vroegtijdig inzicht in timing, omvang en intensiteit van groot belang. Het doel van dit programma is om kennis en tools te ontwikkelen om de mogelijke gevolgen van extreme gebeurtenissen te kunnen bepalen. Denk hierbij aan gevolgen voor mensen (slachtoffers, evacuaties, gezondheid) en infrastructuur zoals ziekenhuizen, (snel-)wegen, woningen en riolering. Deze informatie is ook essentieel om de meest efficiënte mitigerende maatregelen te kunnen kiezen.

Programmalijnen

- Kennisontwikkeling gevolgen van stormen (wind, aardverschuivingen door regenval, gezondheid door overstroming) op mens en maatschappij.
- Kennisontwikkeling extreme droogte en hitte (wereldwijd droogte monitoren en voorspellen, storylines droogte en hitte in NL, voorspelling gevolgen droogte water kwaliteit).
- Data en tools voor het wereldwijd kunnen kwantificeren van de gevolgen van extreem weer.

Enkele beoogde resultaten

1. Software, data, tools: Release FIAT Accelerator. Impacts: Rechtstreeks toegang tot wereldwijde bevolking, bebouwing en schaderelatie data. Direct interne toepassing in offertes en projecten / mogelijk om ook voor e.g., SIDS met beperkte budgetten impactanalyse uit te voeren.
2. Pers/media: release webtool global drought monitor. Impacts: Maatschappelijk: informatie over veranderende waterbeschikbaarheid in oppervlaktereservoirs (meren) overzichtelijk beschikbaar stellen aan wereldwijd publiek. Sluit aan op 'Water, Peace and Security' en maatschappelijk debat over gevolgen klimaatverandering.
3. Wetenschappelijke publicaties: Paper over de global drought monitor (ambitie high-impact: Nature/Science); Journal en conference papers over landslide voorspellingsmodel; Paper over global exposure data (onderdeel

van FIAT Accelerator). Impacts: Wetenschappelijk: delen van kennis over kustprocessen; Maatschappelijk: tools en kennis voor e.g., VN, Wereldbank, SIDS, etc.

- Software, data, tools: alpha-versie van GHIRAF (Global High-resolution Integrated Risk Assessment Framework). Impacts: Deze analyse framework moet het mogelijk maken om overal ter wereld binnen enkele uren een (initiële) schatting te maken van de gevolgen van een (extreme) storm. De framework combineert FIAT Accelerator, FEWS Accelerator, DelftDashboard, en sluit aan op de BlueEarth-concept. Ontwikkeling vindt deels ook plaats in Flood Risk programma's: QFHI, EEW en FRS.



P06 | Resilient Ecosystems

Scope en doel

Doel is de veerkracht van ecosystemen te vergroten en de draagkracht voor het leveren van ecosystemendiensten te behouden door ze duurzaam te exploiteren. Hiervoor is begrip vereist van hoe systemen reageren op klimaatveranderingen en menselijk gebruik, en dienen maatregelen geïdentificeerd te worden die de veerkracht vergroten.

Programmalijnen

- Sleutelprocessen voor veerkracht: Toegepaste kennis- en modelontwikkeling op het grensvlak van processen (interactie water-zand-slib-vegetatie-bodemleven). Deze kennisontwikkeling is nodig om de lange termijn ontwikkeling van onze

systemen te kunnen voorspellen en de effectiviteit van oplossingen te toetsen.

- Lange termijn ontwikkeling watersystemen: Voorspellen van de morfo-ecologische ontwikkeling van diverse rivier-, estuarium- en kustsystemen, zichtjaar 2100.
- Bepalen en vergroten van veerkracht: Bepalen van veerkracht van systemen in het licht van alle functies (scheepvaart, natuur, waterbeschikbaarheid, voedsel en energie) en aandragen van oplossingen om de veerkracht te vergroten.

Enkele beoogde resultaten

- Verbeterde sediment-vegetatie-bodemleven-interacties in modellen. Wetenschappelijke impact: veel aandacht voor deze onderwerpen. Tonen dat onze modellen dit kunnen heeft zeker wetenschappelijke impact. Maatschappelijke impact: het beter beantwoorden van de vraag hoe systemen reageren op klimaatverandering en menselijk ingrijpen. Vragen beantwoorden of we voldoende sediment kunnen vasthouden in de systemen om mee te groeien en of we het juiste sediment hebben voor vogel- en vispopulaties.
- Integraal afwegingskader voor veerkracht. Maatschappelijke impact: we willen onze watersystemen voor vele doeleinden gebruiken (voedsel, energie, transport), maar ze ook leefbaar en veilig houden, ook in het licht van de grote veranderingen tgv klimaatverandering. Overheden wereldwijd staan daarom voor de vraag hoe systemen zo veerkrachtig mogelijk te houden. Een integraal afwegingskader dat

de veerkracht toetst zal handvaten bieden in vele nationale en internationale projecten.

- Lange termijn voorspellingen watersystemen. Wetenschappelijk: het is een grote uitdaging om de lange termijn (decades/ eeuwen) biomorfologische ontwikkeling van watersystemen te voorspellen. Dit verbeteren en kunnen is dus ook van wetenschappelijke relevantie. Maatschappelijk: met alle veranderingen qua klimaat en menselijke ingrepen is het van groot belang om een goede voorspelling te doen van hoe systemen zich op lange termijn ontwikkelen.



P07 | Integrated Modelling and Monitoring

Scope en doel

Centraal in dit programma staan nieuwe ontwikkelingen op het gebied van model- en informatiesystemen en nieuwe meet- en monitoringtechnieken, waardoor de integratie van verschillende informatiebronnen en de vertaling van data en kennis naar bruikbare informatie wordt versterkt. Binnen dit programma worden kennis, data en modellen samengebracht in informatiesystemen waarmee informatie over water- en bodemsystemen op het gewenste aggregatieniveau en op de juiste tijd- en ruimteschalen kan worden gegenereerd. De aard van deze systemen is zeer divers, variërend van apps voor waterkwaliteitsmetingen, eenvoudige tools gericht op ondersteunen van stakeholderprocessen tot complexe modellen en instrumenten voor real-time voorspelling van waterkwaliteit en algenbloei.

Programmalijnen

- Breed toepasbare, open source simulatiesoftware die het management van aquatische ecosystemen ondersteunt.
- Innovatieve technologieën voor de monitoring van ecosystemen.
- Mondiaal data- en modellen platform voor emissies en waterkwaliteit.

Enkele beoogde resultaten

- Model- en meettoepassingen voor aquacultuur, via de H2020-projecten HiSea en IMPAQT. Impact: Inzicht in de invloed van aquacultuur op aquatische ecosystemen.
- Model voor CO₂ en CH₄ emissies vanuit watersystemen. Impact: Systeembegrip en maatregelen voor de reductie van de emissie van broeikasgassen uit water en bodem.
- Wereldwijd data- en modelplatform met eerste modelresultaten en services. Impact: Een positie verwerven in de UN Water Quality Assessment en de global water quality modeling community, waardoor het gebruik van Deltares software en tools wordt gestimuleerd.

P08 | Water quality and health - Environmental quality



Scope en doel

Dit programma gaat over paden van stoffen door het systeem, de daaruit volgende impact van verontreinigende stoffen op de gezondheid van mens en ecosysteem, en strategieën om de mi-

lieukwaliteit te verbeteren. Hierbij staan de watercompartimenten en de ondergrond centraal, en wordt gewerkt aan zowel opkomende als meer klassieke verbindingen, broeikasgassen, microben en (micro)plastics. Ons onderzoek omvat kennisontwikkeling over emissies, effecten van maatregelen, lot en transport van stoffen, en ook het ontwikkelen van tools en doeltreffende oplossingen voor de milieukwaliteit. Deze kennis wordt ingezet om toekomstscenario's te formuleren, handelingsperspectief te bieden en te adviseren bij besluitvorming om de milieukwaliteit te waarborgen.

Programmalijnen

- Innovatieve maatregelen voor verbetering van milieukwaliteit
- Emissies, lot, transport van opkomende stoffen, klassieke stoffen, microben, plastics, broeikasgassen in het milieu, voor duiden van risico's en verbetering van maatregelen en scenario's.
- Adaptief en flexibel borgen van future environmental quality

Enkele beoogde resultaten

1. New D-Emissions software package. Impacts: Zal verbeterde informatie voor waterkwaliteitsbeheer mogelijk maken op een manier die flexibel is voor elke locatie en zoetwatersysteem in de wereld
2. Proefschrift Johan van Leeuwen. Zal saneringsrichtingen beschrijven die terreinen met oneindige nazorg, naar een eindige nazorg kunnen brengen. Communicatie met

belanghebbende overheden, bedrijven, terreinbeheerders, en academische wereld

3. Proefschrift Liang. Zal inzicht geven voor water managers Urban Storm Runoff en implicaties voor waterkwaliteitsbeheer
4. Wetenschappelijke peer-reviewed publicaties van onder andere Jos van Gils vanuit EU SOLUTIONS over (opkomende) stoffen in het watersysteem, Watertagging, Impact op beleid en wetenschap

P09 | Nature Based Solutions



Scope en doel

De kern van NBS is het pro-actief gebruik van natuurlijke processen voor duurzame ontwikkelingen in deltagebieden. Nature Based Solutions zijn een belangrijk onderdeel van de oplossingen in duurzame ontwikkeling van delta's in relatie tot meervoudige risicobeheersing gerelateerd aan klimaat-adaptatie en veerkrachtige infrastructuur. Specifieke aandacht voor governance rond de implementatie, performance en beheer en onderhoud van deze oplossingen is nodig om ze breder geaccepteerd en geïmplementeerd te krijgen.

Programmalijnen

- NBS voor waterveiligheid en klimaat-adaptatie (te veel, te weinig, te vies, CO₂ emissies).
- Bouwen met zachte sedimenten en nuttig hergebruik van sediment voor NBS; Duurzaam grondverzet.
- Governance voor implementatie van NBS.

Enkele beoogde resultaten

1. Tools om NBS te kwantificeren maakt gebruik van gevalideerde en gedocumenteerde vegetatiemodellering beschikbaar voor derden in de standaard delft software suite. Impact: Kwantificeren van NBS oplossingen helpt bij accepteren en breder implementeren van deze oplossingen.
2. Tools en kennis voor nuttige toepassing van slib / sediment door natuurlijke processen (e.g. rijping en depositie). Internationale publicatie (PIANC) met review van ervaring over nuttige toepassing van sediment. Impacts: Concrete voorbeelden en kwantificering tools van (her-)gebruik van sediment als waardevol brom (geen afval) die aan circulariteit en duurzaamheid bijdragen. Met natuur (her-)gebruik van sediment wordt gestimuleerd als oplossing voor waterveiligheid, natuurontwikkeling en beperk in (bouw)materiaal.
3. Afwegingskader voor NBSs implementatie. Impacts: Een afwegingskader helpt bij de keuze van de juiste NBS-strategieën om maatschappelijke vraagstukken invulling te geven.



P10 | Sustainable ecosystem management/ Healthy water systems

Scope en doel

Het programma Gezonde Watersystemen gaat over de grote wateren van Nederland. Centraal staan de chemische waterkwaliteit en het ecologisch functioneren van de watersystemen. We kijken naar de watergerelateerde uitdagingen van

de toekomst (50 a 100 jaar). Welke kansen en welke risico's liggen in de toekomst? Hoe kunnen we kansen benutten en met welke oplossingen kunnen we risico's tegemoet treden? We focussen op vragen rond de energietransitie, bevolkingsgroei en klimaatverandering op waterkwaliteit en ecologie. Nieuw is de problematiek rond broeikasgassen en de relatie met inrichting en gebruik van watersystemen. We ontwikkelen kennis gebruikmakend van het DPSIR concept. Kennis wordt vastgelegd in scenario's en tools. Tools zijn erop gericht om beleidsbeslissingen voor de Nederlandse grote wateren te ondersteunen.

Programmalijnen

- Verspreiding van stoffen 'emerging concern': scenario's van geneesmiddelen.
- Waterkwaliteits en ecologische modellen: vegetatie, habitat, slib, algen, sediment en GHG modellering.
- Effecten klimaatverandering op ecosystemen.
- Broeikasgassen en watersystemen.
- Effecten Nature Based Solutions.

Enkele beoogde resultaten

1. Tool voor het kwantificeren van broeikasgasemissie uit meren en plassen. Impact: Waterbeheerders weten wat ze kunnen doen om CO₂ footprint te reduceren.
2. Landelijk programma rond broeikasgassen. Impacts: Bedrijfsleven denkt mee over kennisvragen om watersector te verduurzamen en zo hun CO₂ footprint te reduceren. Overheid wordt geprikkeld om duurzame aanpak in uitbesteding te belonen.

3. Toekomstverkenning effecten op natuur. Gevoeligheidsanalyses over lange tijdschaal en ruimteschaal (kusten, meren, rivieren). Welke processen te sturen welke niet? Impacts: Meer aandacht voor de consequenties van klimaatverandering richting natuur. Dit beoogt te komen tot een goede integrale afweging van maatregelen.



P11 | Information Systems for Water Security

Scope en doel

The programme is about enabling decision-making for water security. The goal is to solve water security issues by effective management of scarce resources. Research focusses on information, planning and implementation of actions for water, peace, energy and food security and drought management, supported by data and tools, with participation of stakeholders.

Programmalijnen

- Innovative methods for water related planning, stakeholder involvement and water security risk assessments in rapidly changing environments.
- Developing datasets and models that will improve our understanding and insights of water availability and associated risks from global to local scales.
- Enabling flexible and structured use of information and communication for continuous short- and long-term planning and decision making.

Enkele beoogde resultaten

1. Innovative IWRM planning and implementation method and guideline for water security. Impact: GCF funding applicants can formulate good quality IWRM and/or droughts plans and water security projects by following the guidelines. Publication guidelines.
2. A set of global data that are easily accessible and fast, transparent and comprehensive set-up of models are available, which enables assessments of the water system interventions from global to local scales. Impact: Governments can improve water security through evidence-based decision-making. Specialists will improve their understanding of water availability and droughts using easy accessible global to local datasets. Paper in scientific journal. Presentation at WEF expo in Dubai.
3. Beta online version of Blue Earth platform in which methods, models, tools, databases and communication interfaces are integrated. Impact: FAO, country and river basin representatives involved in quantitative assessments for water security are engaged better in making improvements to water security with interactive tools. Paper in scientific journal.

P12 | Subsurface resources in a circular economy



Scope en doel

Bewustzijn en urgentie vergroten rond Circular

Economy en grondstoffen: ondersteunen van overheden en bedrijfsleven met data en tools om grip te krijgen op huidige en toekomstige grondstof gebruik, en de circulariteit van een proces/project/product te optimaliseren. Kennis ontwikkelen rond ruwe sedimentaire grondstofstromen: systeemkennis van sedimentaire afzettingen, (grond)water als grondstof, en circulair ruimtegebruik voor de duurzame ontwikkeling van de delta; randvoorwaarden voor duurzame onttrekking van grondstoffen. Helpen ontwikkelen, implementeren en testen van circulaire alternatieven voor zand en grondwater: verminderen van verspilling, hergebruik van grondstoffen, gebruik van alternatieve grondstoffen en efficiënter gebruik van ruimte; waardeoptimalisatie.

Programmalijnen

- Bewustzijn en urgentie vergroten rond Circular Economy: Ontwikkelen van kennis en tools, je hebt hulpmiddelen nodig om te meten hoe circulair een bedrijf, een organisatie is?
- Kennis ontwikkelen over ruwe grondstofstromen: Ontwikkeling van systeemkennis van sediment en grondwater als grondstof voor de duurzame ontwikkeling van de delta.
- Helpen ontwikkelen, implementeren en testen van circulaire alternatieven: efficiënter gebruik, hergebruik, of gebruik van alternatieve grondstoffen – sediment, (grond)water, land.

Enkele beoogde resultaten

1. Agendering van aankomend zandtekort voor een breed publiek o.a. via een keynote op de Waterbouwdag 2020.

2. Instrumentarium voor kwantificering van (hergebruikt) sediment als oplossing voor waterveiligheid, natuurontwikkeling en reductie in het gebruik van (bouw) grondstoffen, op basis van concrete voorbeelden voor nuttige toepassing van slib en sediment door natuurlijke processen.
3. Kick-off van twee AIO-projecten samen met NUS Singapore over hergebruik van slib voor landaanwinning in tropische gebieden.

P13 | Water energy food nexus



Scope en doel

Kennisontwikkeling over de samenhang tussen energie, de landbouw en het water, in een context van toenemende, wereldbevolking, klimaatverandering en schaarser wordende hulpbronnen. Deltares is van oudsher sterk in het analyseren van watersystemen en vinden van innovatieve oplossingen voor de watersector. Daarbij wordt dikwijls onvoldoende rekening met grote veranderingen in de voedsel- en energiesector. In het programma wordt kennis ontwikkeld over de interacties tussen water, energie en voedsel (indicatoren, interlinkages, en interacties tussen de regionale en mondiale schaal). De kennis wordt praktisch verankerd in instrumenten en vertaald in innovatieve oplossingen. Ook wordt kennis ontwikkeld over de sociale impact en de benodigde governance.

Programmalijnen

- Beter begrip van de interlinkages tussen water en energy food nexus.
- Kwantificering van de nexus en vast-

leggen in (impact)modellen.

- Nexus-experimenten, technieken en oplossingen.

Enkele beoogde resultaten

1. Uitbreiding IWRM-framework met nexus-componenten. Impact: Meer integrale benadering dan oorspronkelijke IWRM-aanpak, leidt tot meer integrale afweging (adviezen) en daardoor tot andere keuzen (beleid, advies).
2. Gekoppelde instrumenten (landbouw, energie) voor betere impactbepaling. Impact: Betere bewustwording, meer nauwkeurige (integrale analyses), ook wetenschappelijke publicaties (waarin aangetoond dat beter is dan oude benaderingen).
3. Bijdrage vanuit nexus aan Blue Earth platform (methoden, modellen, databases, tools). Impact: Betere afweging door overheden, waterbeheerders etc. in de wereld. Ook wetenschappelijke impact (publicaties).

P14 | Sustainable Energy Transition

Scope en doel

Doel is het ontwikkelen van een interdisciplinair onderzoeksprogramma waarin systeemkennis van water- en ondergrond en sociaal-economische kennis in verband wordt gebracht met de (inter)nationale en regionale ambities op het gebied van duurzame energie. Het programma richt zich daarbij op (1) onderzoek naar de potentie van duurzame energiediensten uit water

en bodem, (2) de effecten van grootschalige toepassingen van nieuwe of bestaande energiesystemen (en bijbehorende technologieën) op water-, bodem- en ecosystemen, en (3) de ontwikkeling van integrale modellen, transitiepaden en beslissingsondersteunende instrumenten die bijdragen aan verantwoorde keuzes. Dit onderzoeksprogramma beoogt de versnelling van de energietransitie ondersteunen.

Programmalijnen

- Aquathermie – grootschalige opslag – geïntegreerde warmtenetten.
- Impact en haalbaarheid grootschalige uitrol offshore windparken.

Enkele beoogde resultaten

1. Instrumentarium waarmee de potentie van aquathermie lokaal, regionaal en nationaal kan worden bepaald. Concept-instrumentarium om de ecologische effecten en randvoorwaarden te bepalen ten behoeve van regelgeving. Ontwerp en operationele handreikingen met praktijkgerichte kennis voor warmtebedrijven en lokale energiecoöperaties.
2. Impact: Dit instrumentarium zorgt ervoor dat aquathermie als volwaardige optie mee kan worden genomen in het traject van Regionale Energie Strategieën, transitievisies warmte en de wijkgerichte aanpak. Maatschappelijk: Versnelling energietransitie.
3. Kennis en 3D Noordzee model waarmee de impact van grootschalige uitrol offshore wind in de Noordzee kan worden gekwantificeerd.

Impact: Maatschappelijk: Versnelling energietransitie.



P15 | Future-proof Coastal Infrastructure and Offshore Renewable Energy

Scope en doel

Tweeledig: - Future-proof coastal infra We ontwikkelen kennis, ontwerpmethodes en richtlijnen voor ontwerp, monitoring en voorspellingen van (de toekomstige staat van) kusten en kustinfrastructuur wereldwijd. Om kustinfrastructuur -en onderhoud toekomstbestendig te maken onderzoeken we kansrijke maatregelen voor verduurzaming, (klimaat)adaptatie en verlenging van de functionele en technische levensduur. - Offshore Renewable Energy We ontwikkelen kennis, ontwerpmethodes en richtlijnen voor infrastructuur ten behoeve van de hernieuwbare energie-transitie op zee wereldwijd, zoals funderingen, kabels, energie-opwekkers en energie-eilanden. In beide kerngebieden onderzoeken we de interactie van infrastructuur met het systeem over meerdere schalen, waarbij we hydrodynamische, morfologische, geotechnische en ecologische kennis integreren en veelvuldig gebruik maken van fysieke modellen, numerieke (detail-) modellen en veldmetingen rondom pilots en operationele faciliteiten.

Programmalijnen

- Future-proof Coastal Infrastructure:
 - 1A: Coastal (climate) impacts and effective adaptation.
 - 1B: Extending functional lifetime of coastal structures.
 - 1C: Sustainable coastal infrastructure and

nature-based solutions

- Offshore Renewable Energy:
 - 2A: Cost & risk reduction in design and operation
 - 2B: Grid integration, offshore energy storage and conversion
 - 2C: Multi-purpose use, mitigation of ecological impacts and nature inclusive design
- Energy Island(s), energy storage and integration in electricity grid
- Community models

Enkele beoogde resultaten

1. JIP HasPro, Gentle Driving of Piles (GROW-GDP), JIP SIMON. Impact:
 - Wetenschappelijk: Journal paper(s)
 - Software: MPM (Annura-3D), OSCAR
 - Maatschappelijk: Ontwerprichtlijnen, ecological framework for Nature Inclusive Design.
2. Instrumenten om de toekomstige staat van zandige kusten te voorspellen: data-gedreven (ShorelineMonitor) en modellen (PCR, ShorelineS). Impact:
 - Wetenschappelijk: journal paper(s) over ShorelineMonitor en ShorelineS, software
 - Maatschappelijk: inzicht in (zandige) kustlijnen onder druk van menselijk ingrijpen en zeespiegelstijging.
3. Ontwerpformules voor guidelines voor kustwaterbouwkundige constructies waarmee significante kosten bespaard worden en waarbij het inzicht in detailprocessen wordt verkregen. Impact:
 - Wetenschappelijk: journal paper(s) over

- golfbelastingen op coastal structures.
- Maatschappelijk: inzicht hoe om te gaan met verschillende golfbelastingen bij het ontwerpen.



P16 | Infrastructure for waterborne transport

Scope en doel

Het bevorderen en ondersteunen van transport over water door optimalisatie van natte transportinfrastructuur (primair havens en vaarwegen), onder veranderende omstandigheden (oa klimaatverandering), onder toenemende vraag naar transportcapaciteit, vereiste efficiëntievergroting en maximale veiligheid (schip en bemanning in relatie tot de omgeving), en met een toenemende focus op sustainability en minimaliseren van negatieve impacts veroorzaakt door infrastructuur. We richten ons op vraagstukken voor zowel de korte, operationele termijn (optimalisaties/efficiency), alsook seizoenstermijn (ter ondersteuning van logistieke keuzes) en lange termijn (resilience/veerkracht, impact van droogteperiodes). We benaderen vraagstukken vanuit onze kennis over het watersysteem (golven, stroming waterstanden, bodemligging etc.), en werken samen met andere partijen die kennis inbrengen op het gebied van logistiek en schepen.

Programmalijnen

- Interactions between infrastructure and ships
 - Hoe beïnvloeden omgevingscondities de transportfunctie en hoe beïnvloedt het gebruik de (te stellen eisen aan) natte transportinfrastructuur?

- Sustainability of infrastructure for waterborne transport.
 - Hoe kunnen we natte infrastructuur voor transport over water realiseren met een zo klein mogelijke negatieve impact op de omgeving, onder andere door duurzaamheid integraal mee te nemen in de ontwikkeling van dergelijke infrastructuur? (minimaliseren impacts van infra, modal shift, optimalisatie lading en brandstof (CO₂) door betere voorspellingen van omgeving waarin schip zich zal bevinden)
 - Robustness of infrastructure for waterborne transport.
 - Hoe kunnen we het operationeel gebruik van natte infrastructuur optimaliseren en de optimale beschikbaarheid garanderen, nu en in de toekomst?
- Knowledge networks related to infrastructure for waterborne transport.
 - Voor het delen en vergroten van kennis, en voor het opstarten van brede samenwerkingsprojecten is het van belang om, juist ook in dit internationale werkveld, samen te werken met (inter)nationale kennisnetwerken en samenwerkingsverbanden (PIANC, SmartPort, Smart Shipping).

Enkele beoogde resultaten

1. Serious Game 'Port of the Future' V2.0. Impact: Is kapstok voor discussie met verschillende stakeholders, brengt vele expertisevelden bijeen, stakeholders meenemen in het uitgangspunt van sustainable ontwikkelingen en gebalanceerde groei.

Papers nav het NWO-project 'Sustainable ports in an African context'. Impact: In dit project wordt een geheel nieuwe manier van havenontwikkeling neergezet, waarmee nieuw te bouwen havens en havenuitbreidingen integraal aangepakt worden met balans tussen vereisten voor schepen, ecologie etc.

2. Rapportages en papers nav een nieuw te starten JIP over afmeren van schepen in ondiep water (vervolg op JIP Hawall). Impact: Efficiëntere ontwerpen van afmeervoorzieningen, betere laad-los-condities voor schepen, grotere veiligheid voor afgemeerde schepen.
3. Paper nav het NWO-TKI Dialog project 'CoVadem+'. Impact: Met de paper wordt getoond hoe mbv frequente metingen door schepen een actueel beeld van de 2D bodemligging geconstrueerd kan worden, van belang voor schippers maar ook vaarwegbeheerders.



P17 | Infrastructure for water and energy

Scope en doel

Ontwerp, realisatie en bedrijfsvoering (asset management) van nieuwe, duurzame circulaire infrastructuurle systemen voor Water & Energie en de aanpassing en verduurzaming van bestaande systemen door aanpassingen of 'slimme' bedrijfsvoering.

Programmalijnen

- Onderzoek naar verouderingsprocessen en restlevensduur schatting.
- (Her)ontwerp en duurzaam gebruik en bedrijfsvoering van infrastructuur voor water & energie

- Meettechnieken zowel fundamenteel als toegepast voor inzet bij lijn 1 en 2.

Enkele beoogde resultaten

1. Ontwerpmethode duurzame inzameling huishoudelijke afvalslurries. Impact: Energieproductie uit afvalwater + terugwinning grondstoffen uit afvalwater i.p.v. energiegebruik voor zuivering.
2. Large scale PIV. Impact: Het in het veld meten van stromingsvelden bij het inregelen van installaties.
3. Instrumentarium voor ontwerp en inzet duurzame warmte/koude netten. Impact: Het nooit meet te warm of te koud hebben door een versnelde uitrol van duurzame warmtenetten. En passant het klimaat akkoord uit Parijs en Nederland vorm geven.

P18 | Robust and reliable urban Infrastructure



Scope en doel

This program aims to develop sustainable engineering solutions to the built environment.

- Dealing with natural hazards like earthquakes, landslides, subsidence
- Mitigating effects of man made hazards like train vibrations and pumping
- Sustainable solutions like Iron Ore and Energy Piles.
- With techniques like satellite data analysis, machine learning and statistical methods the hazards are modelled and sustainable solutions are tested in the lab and in the field.

Programmalijnen

- Robust infrastructure. Verbeteren van robuustheid van infrastructuur tegen extreem weer, aardbevingen, bodemdalingen, aardverschuivingen, en combinaties daarvan. Kwantificeren van de impact van bedreigingen en haalbaarheid van mitigerende maatregelen.
- Sustainable engineering. Veilige en betrouwbare infrastructuur ontwerpen en aanleggen, met minimale impact op omgeving, milieu en natuurlijke hulpbronnen.
- Software & Testing facilities: langs deze meer generieke lijn worden software en testfaciliteiten ontwikkeld en innovatief toegepast, voor zover deze voedend zijn of kunnen worden aan de twee hoofdprogrammalijnen.

Enkele beoogde resultaten

1. Rekenmodel relatie schade en bodemdaling, inclusief kosten (fragility curves). Bepaling schade op basis van satellietmetingen. Impact: lange termijn inschatting voor het gedrag van huizen met zakkende funderingen en business case voor maatregelen.
2. Veldlaboratorium en lab proeven voor cyclisch gedrag zand. Impact: Beter inzicht in risico van aardbevingen.
3. Rekenmodellen voor landslides obv machine learning. Impact: Beter inzicht in risico landslides.

P19 | Replacement and Renovation of Hydraulic Infrastructure



Scope en doel

De vervangingsopgave van natte infrastructuur is de kern van het onderzoeksprogramma. We richten ons op het verkrijgen, vastleggen en verspreiden van hydraulische kennis, en de ontwikkeling van toepasbare methodes en tools, zodat waterbeheerders de vervangingsopgave zo goed mogelijk kunnen uitvoeren. Daarvoor werken we samen met TNO, Marin en RWS in het Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK), en vormen daarmee de NKWK-onderzoekslijn Toekomstbestendige Natte Kunstwerken. Gezien de actuele maatschappelijke relevantie en urgentie van de vervangingsopgave verloopt de ontwikkeling van fundamentele kennis parallel aan de toepassing in de praktijk. We werken samen met RWS aan een integrale programmering om fundamenteel en praktisch onderzoek zo goed mogelijk af te stemmen.

Programmalijnen

- Assetmanagement / economische levensduur: We richten ons op de ontwikkeling van een tool voor prioritering van gelijksoortige objecten bij de vervangingsopgave, op basis van verschillende optimalisatie technieken. De focus ligt daarbij op damwanden (lijnelementen, kan op termijn wellicht ook voor leidingen worden toegepast) en stuwen (puntelementen, kan op termijn wellicht ook voor sluizen worden toegepast).
- Technische levensduur: Voor het verouderingsproces corrosie van stalen damwanden werken

we aan een probabilistisch tool, om daarmee de reststerkte te bepalen en zo te voorkomen dat de damwanden te vroeg worden vervangen. Met betrekking tot de bodembescherming bij stuwen werken we aan vuistregels/tools om de restlevensduur te bepalen bij een hogere afvoer (agv. klimaatverandering).

- Functionele levensduur: De functionele levensduur van de natte infrastructuur is gerelateerd aan de functies van de objecten als onderdeel van het watersysteem.

Enkele beoogde resultaten

1. Optimalisatie prioritering vervanging van gelijksoortige objecten. Impact: Kostenbesparing.
2. Beter schatting van de restlevensduur stalen damwanden. Impact: Kostenbesparing.
3. Beter schatting van de restlevensduur van bodembescherming bij stuwen. Impact: Kostenbesparing.
4. Functionele levensduur opgenomen in volgende versie Prognose rapport. Impact: Reëlere inschatting kosten vervangingsopgave.



P20 | Resilient infrastructure

Scope en doel

- Functionaliteit van vitale infrastructuur netwerken en systemen
 - Wegen, spoor, binnenvaart, ICT, elektriciteit, etc. (focus op transport, maar andere infra niet uitgesloten)

- Analyses op netwerk en systeem niveau
- Out of scope: analyses op asset niveau
- Impact van bedreigingen die van buiten het netwerk ingrijpen op het netwerk:
 - 'Natural hazards' en klimaatverandering
 - Ook manmade hazards grijpen aan van buiten het netwerk
 - Out of scope: vervangingsopgave en in principe ook de hazard analyse zelf
- Verbeteren van resilience
 - Van infrastructuur netwerken en systemen door ontwikkeling adaptatiestrategieën, gebruik makend van concepten decision making under uncertainty en robust decision making
 - Van gebieden en gemeenschappen door ontwikkeling van strategieën voor Business Continuity Planning, supply chains en crisismanagement, etc
 - Out of scope: in detail ontwerpen van maatregelen

Programmalijnen

- Tool ontwikkeling (risk assessment, criticality assessment).
- Maatregelen: Vergroten van Resilience kan door verkleinen van de exposure van de infrastructuur (verlagen impact) en door verkorting van de duur van falen (snel herstel). Maatregelen moeten robuust zijn richting een onzekere toekomst.
- Forecast based management of infrastructure networks (for disaster risk reduction, asset management, optimizing use of transport systems).
- Capacity building.

Enkele beoogde resultaten

1. Wereldwijd toepasbare RI2DE tool. Impact: Ook in gebieden op de wereld waar weinig data beschikbaar zijn kunnen risicokaarten worden gemaakt die aan de basis liggen van maatregelen om infra resiliënt te maken.
2. Tool waarmee effectieve risico mitigatie strategieën kunnen worden geïdentificeerd. Impact: Afwegingen van kosten en baten, naast effectiviteit van maatregelen is nodig om geschikte adaptatiestrategieën te ontwikkelen. Op dit moment gebeurt dit alleen op case by case basis. De tool moet het mogelijk maken voor een heel netwerk geschikte maatregelen te identificeren.
3. Tool voor identificatie van kritieke onderdelen van een infranetwerk is wereldwijd toepasbaar. Impact: Efficiënte inzet van maatregelen, positieve impact voor maatschappij (concurrentiepositie, business continuity), verbeterde kansen voor de zwakken in de maatschappij.



P21 | Adaptive governance and finance

Scope en doel

Mission: Making adaptation to climate change and related wicked collective problems such as subsidence, sea level rise and drought, financially, institutionally and socially sustainable in different contexts (countries, regions and users). Ambitions: In this program Deltares - through its knowledge - will act as catalyzer by investing in the further development of the entire business, governance and societal case of adaptation.

Programmalijnen

- Implementation gap: How to ensure the implementation of paradigm shifting portfolios of projects that make sense in the long term and at system level? Goal: closing the implementation gap of integral and transformative plans at urban, watershed and system level.
- Social Inclusiveness: How to gain insight into the societal consequences of the measures/strategies/plans. Goal: Enabling equitable and just water and delta management.
- Impact: How to increase and manage the impact on decision-making of the use of Deltares knowledge and tools? Goal: improving the management of the societal impact of Deltares when it comes to the use of Deltares knowledge/tools&methods, advice and plans, are they fit for purpose?

Enkele beoogde resultaten

1. Methodiek gericht op het identificeren en monitoren van barrières voor de implementatie van maatregelen gericht op klimaatadaptie en andere gerelateerde complexe opgaven. Ook het ontwerpen en implementeren van governance arrangementen die deze barrières slechten. Identificeren-monitoren-leren-implementeren: klimaatadaptatie is een centraal thema bij de grote maatschappelijke uitdagingen die KIA's adresseren.
2. Methodiek voor het evalueren en vergroten van de (sociale) impact van Deltares kennis met als domein klimaatverandering. Impact van kennis: Hoe wordt kennis (bij Deltares en

beschikbaar bij betrokken sectoren) gebruikt in besluitvorming en implementatie en beheer? Hoe kunnen we de impact hiervan vergroten?

3. Methodiek en platform voor participatieve monitoring waterkwantiteit en kwaliteit. Hier is een goede link met enabling technologies/internet of things en sensoren. Met participatieve monitoring staan we midden in de maatschappij en richten we ons op de verbinding van kennis aan uitvoering en maatschappij.
4. Financing Framework for Water Security (method applied to a number of cases, web-based application). Adapted Framework of Analysis in which the implementation and governance aspects are advanced.



P22 | Climate Change Adaptation

Scope en doel

Missie: Kennis ontwikkelen hoe delta's leefbaar gehouden kunnen worden in het licht van onzekere klimaatverandering, zeespiegelstijging en ruimtelijke ontwikkelingen ter ondersteuning van beleidsvorming en lange termijn investeringen. Ambities: Een analyse van de volledige klimaatverandering-effect keten: assessment van verandering in relevante drivers (zoals zeespiegelstijging, golven en hydrologie) en de impact hiervan op het natuurlijk systeem (overstromingen, erosie, droogte), infrastructuur, maatschappij en adaptatie maatregelen. Het ontwikkelen van

adaptatie maatregelen die delta's onder invloed van klimaatverandering en zeespiegelstijging leefbaar houden. Het identificeren van omslagpunten, adaptatiepaden en signalen die adaptatie noodzakelijk maken, dan wel kansen bieden voor adaptatie. Duiden en communiceren van de impacts van klimaatverandering op delta's en Nederland. Het programma Climate Change Adaptation is in 2018 gestart als Kennisimpulsprogramma (grenzen en kansen aan adaptatie) en in 2019 samen opgenomen als programma binnen het Thema ADP.

Programmalijnen

- Klimaatverandering assessment (drivers en impacts).
- Knikpunten en kansen voor adaptatie.
- Adaptatiepaden en oplossingsrichtingen.
- Signalen voor adaptatie.
- Communicatie en duiding van klimaatverandering en impacts hiervan op delta's en Nederland.

Enkele beoogde resultaten

1. Inzicht in grenzen en kansen voor adaptatie aan versnelde SLR (concreet: dijken, rivierafvoerverdeling, kunstwerken). Impact: Bijdrage aan Kennisprogramma zeespiegelstijging.
2. Methoden voor signaleren voor de Signaalgroep.
3. Adaptatiepaden: Uitbreiden adaptatiepaden om nu ook oplossingsrichtingen en ruimte te identificeren.



P23 | Urban Resilience tools

Scope en doel

Develop, distribute and use software tools to gain and provide full insight into the urban water- and subsurface system, interrelated socio-economic factors and relation with the regional (water)system, which enables better selection, development, design and implementation of urban construction and planning concepts that enhance resilience. Making cities safe, healthy, productive & sustainable.

Programmalijnen

- Data collection, validation, analysis and exchange.
- Quantification of (changes in) hazards and risks.
- Integral quantitative modeling of urban systems.
- Analysing (climate) adaption measures.
- Coordination of Deltares research related to cities and internal and external communication about climate change incl. impact on cities (urban areas).

Enkele beoogde resultaten

1. D-HYDRO Urban Impact: Better system understanding and more effective measures/urban water infrastructure.
2. Operational, internationally applicable, toolkit for urban resilience studies. Impact: Enabling integral, multi sectoral planning and decision making.

3. Tools voor selecteren ontwerpen, implementeren van maatregelen in stedelijk gebied om overstromingsrisico's te verminderen. Impact: Implementatie van effectieve, duurzame maatregelen die passen bij de lokale omstandigheden.
4. Overzicht van de onderzoeken die plaats vinden binnen Deltares gericht op het stedelijk gebied. Overzicht van de beschikbare tools gericht op het stedelijk gebied. Impact: Versterken en koppelen van parallel lopende onderzoeken gerelateerd aan het stedelijk gebied.

P24 | Subsidence adaptation

Scope en doel

In een groot deel van Nederland zakt de bodem. Voor een laag gelegen land, in een tijd dat de zeespiegel stijgt, is dit problematisch. De kosten van bodemdaling in Nederland worden geschat op zo'n 22 miljard tot 2050. Met de opgedane kennis wordt gewerkt aan het ondersteunen van visie- en beleidvorming op het gebied van bodemdaling en houden we de kennisbasis voor Nederland op peil.

Programmalijnen

- Meten en monitoring van bodemdaling.
- Mechanismes begrijpen.
- Bodemdalingsmodellen.
- Schadeschattingen en -mechanismes.
- Maatregelen en governance.



Enkele beoogde resultaten

1. Metingen van bodemdaling in het veenweidegebied uit het nieuwe landelijke meetnetwerk in combinatie met broeikasgasuitstootmetingen bij verschillende maatregelen. Impact: Hiermee kan de insteek voor het klimaatakkoord voor de veenweidegebieden worden vormgegeven, alsmede kan dit als input worden gebruikt voor de rapportage van de broeikasgasuitstoot naar Europa en IPCC.
2. Modellsuite Atlantis verder ontwikkeld. Impact: Hiermee kunnen voorspellingen doen over de hoeveelheid bodemdaling in slappe grond gebieden bij verschillende scenario's.
3. Nieuwe schadefuncties voor bodemdaling voor funderingen. Impact: Met deze schadefuncties kunnen nauwkeurige schattingen worden gemaakt van de kosten van bodemdaling, waarmee bestaande landelijke en regionale KBA's kunnen worden verbeterd.

Deltares

Postbox 177
2600 MH Delft
T +31 (0)88 335 82 73
info@deltares.nl
www.deltares.nl

