

## Projectplan RAAK Publiek *Vitale Infrastructuur in de Veerkrachtige Delta*

### *Case study – Cascade-effecten als gevolg van een in overstroming Reimerswaal*



**Penvoerder:** HZ University of Applied Sciences

#### **Consortium**

HZ University of Applied Sciences  
Veiligheidsregio Zeeland  
Gemeente Reimerswaal  
Provincie Zeeland  
Rijkswaterstaat Zee en Delta  
Waterschap Scheldestromen  
Deltares

#### **Deelnemers**

GGD Zeeland  
Tennet  
Prorail  
Evides  
Enduris B.V.  
Haagse Hogeschool  
Politie Zeeland West-Brabant  
Zeeuwse Huiskamer

*HZ University of Applied Sciences  
Delta Applied Research Centre  
Vlissingen, 28 juni 2016*



## Inhoudsopgave

<b>1. SAMENVATTING</b> .....	<b>3</b>
<b>2. INLEIDING</b> .....	<b>4</b>
<b>3. VRAAGARTICULATIE</b> .....	<b>6</b>
3.1 PROCES VAN VRAAGARTICULATIE .....	6
3.2 AANSLUITING PROJECT OP DE ROADMAP EN KENNIS- EN INNOVATIEAGENDA VAN DE TOPSECTOR WATER.....	7
<b>4. NETWERKVORMING</b> .....	<b>8</b>
4.1 CONSORTIUM EN DEELNEMERS: SAMENSTELLING, AMBITIES .....	8
4.2 EXPERTISE DIE WORDT INGEBRACHT EN BELANGEN .....	9
4.3 BIJDRAGE AAN DE STRATEGISCHE DOELSTELLINGEN VAN HZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES .....	10
4.4 AANSLUITING REGIONALE SPEERPUNTEN / LANDELIJKE INNOVATIETHEMA'S/ CENTRES OF EXPERTISE .....	11
4.5 BORGING VAN DE DUURZAAMHEID VAN NETWERKVORMING.....	11
<b>5 ONDERZOEKSPLAN</b> .....	<b>13</b>
5.1 WEERGAVE STATE OF THE ART KENNIS IN ONDERZOEK EN PRAKTIJK .....	13
5.2 ONDERZOEKSVRAAG .....	18
5.3 EEN BESCHRIJVING EN ONDERBOUWING VAN DE VOORGESTELDE METHODEN EN ANALYSETECHNIKEN .....	19
5.4 HET ACTIVITEITENPLAN .....	20
5.5 WERKPAKKET 5 COMMUNICATIE EN DISSEMINATIE (PLAN VAN DOORWERKING) .....	24
5.6 WERKPAKKET 6 PROJECTMANAGEMENT .....	26
<b>6 PROJECTORGANISATIE EN MANAGEMENT</b> .....	<b>27</b>
6.1 PROJECTMANAGEMENT IS PROFESSIONEEL VORMGEGEVEN .....	27
6.2 PROJECTPLANNING .....	28
6.3 PROJECTADMINISTRATIE .....	29
6.4 GEBRUIK BESTAANDE STRUCTUREN .....	29
6.5 MONITORING EN EVALUATIE .....	29
6.6 SWOT-ANALYSE EN MAATREGELEN .....	30
<b>REFERENTIES</b> .....	<b>32</b>
<b>BIJLAGE 1 CV'S</b> .....	<b>34</b>
<b>BIJLAGE 2 MILESTONEPLAN</b> .....	<b>35</b>
<b>BIJLAGE 3 TOELICHTING BEGROTING</b> .....	<b>36</b>

## 1. Samenvatting

Voor het project Vitale Infrastructuur in de Veerkrachtige Delta is een consortium opgericht bestaande uit HZ University of Applied Sciences (penvoerder), Provincie Zeeland, gemeente Reimerswaal, Veiligheidsregio Zeeland, Rijkswaterstaat Zee & Delta, Waterschap Scheldestromen en kennispartner Deltares. Dit consortium heeft als doelstelling nieuwe kennis te ontwikkelen over cascade-effecten door het wegvallen van vitale infrastructuur bij een overstroming; en maatregelen in pro-actie, respons en herstel fase te ontwikkelen om daarmee de betrokken professionals te helpen de veerkracht van de samenleving te vergroten.

Dit onderzoek is maatschappelijk relevant vanwege de toenemende kans op overstromingen (hevige regenbuien en zeespiegelstijging). Het ontbreken van kennis over cascade-effecten in vitale sectoren als gevolg van een overstroming en onvoldoende verankering in het waterveiligheidsbeleid (meerlaagsveiligheid) kan leiden tot grote maatschappelijke verstoringen. Praktijkgericht onderzoek op basis van een integrale resilience benadering naar deze cascade-effecten en impact op de samenleving is dan ook nieuw. In de periode van 01-02-2017 t/m 31-01-2019 wordt onderzoek verricht met behulp van:

- Kwalitatieve methoden (deskresearch, interviews, case Reimerswaal)
- Modelleren via Circle en 4+1resilience model
- Workshops en validatiesessies
- Simulaties van overstromingen en testen maatregelen

Het onderzoek resulteert in een handboek waarmee professionals die werken in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> laag van meerlaagsveiligheid weloverwogen keuzes kunnen maken over inzet van maatregelen in pro-actie, respons en herstel fase. Deze maatregelen komen beschikbaar in een online experimenteer-leer-en-werkomgeving waar beroepspraktijk en onderwijs deze in samenhang kunnen testen.

Het onderzoek sluit aan bij de Kennis- en innovatieagenda Delta Technologie van Topsector water en de route Veerkrachtige en Zinnvolle Samenleving van de Nationale Wetenschapsagenda.

Resultaten van het onderzoek vinden hun plek in de beroepspraktijk van betrokken partners, publicaties over resilience en uitvoering van meerlaagsveiligheid in vakbladen, versterking van de onderzoekpraktijk van de onderzoeksgroep en Deltares en vernieuwing van casuïstiek in het curriculum van de HZ Delta Academy.

## 2. Inleiding

### **Reimerswaal overstroomt, vitale infrastructuur valt weg en wat betekent dit voor Zeeland?**

Voorliggend project behelst praktijkgericht onderzoek naar cascade-effecten door uitval van vitale infrastructuur in Zeeland als gevolg van een overstroming. Er wordt gesproken van vitale infrastructuur als het gaat om producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken. Dat kan zijn omdat er sprake is van veel slachtoffers en grote economische schade, óf als het herstel heel lang gaat duren en er geen reële alternatieven zijn, terwijl we deze producten en diensten niet kunnen missen. Een overstroming in de delta kan zich voordoen als gevolg van een dijkdoorbraak (zoutwater problematiek) óf door ernstige regenval (zoetwater problematiek).

Het is onduidelijk welke cascade-effecten zich na een overstroming in Reimerswaal voordoen in de verschillende sectoren van de Zeeuwse vitale infrastructuur, welke gevolgen dat heeft voor de samenleving en welke maatregelen in de pro-actie, respons en herstel fase zijn te nemen om voornoemde cascade-effecten te beperken. Een intersectoraal onderzoek naar de cascade-effecten van een verstoring in de vitale infrastructuur in combinatie met impact op de samenleving is dan ook nieuw. Het project heeft tot doel om een nieuwe integrale resiliëncie aanpak te ontwikkelen waarmee de effecten van verstoringen als gevolg van een overstroming, integraal kunnen worden beperkt en van kan worden geleerd. Om dat te realiseren is inzicht nodig in de wijze waarop verstoringen nu worden aangepakt, welke afhankelijkheden er zijn van producten en diensten van andere vitale sectoren en waar mogelijkheden tot verbeteringen liggen. Deze inzichten vormen de basis voor het ontwikkelen van nieuwe maatregelen die in samenhang nu (in pro-actie), tijdens een verstoring ten behoeve van de rampbeheersing en crisismanagement (als respons) en nadien (voor herstel) door relevante stakeholders kunnen worden genomen om de veerkracht van de samenleving te vergroten.

Van de nationaal gedefinieerde 10 vitale sectoren<sup>1</sup> zijn de vitale sectoren 'Water (Keren en Beheren van waterkwantiteit)' (Rijkswaterstaat, provincies en waterschappen) en 'Openbare Orde en Veiligheid' (brandweer, politie en geneeskundige hulpverlening bij rampen en crisis) in handen van de overheid. De in dit project samenwerkende consortiumpartners vertegenwoordigen deze twee publieke sectoren en hebben behoefte aan kennis over cascade-effecten als gevolg van een ernstige verstoring in de vitale sector 'Water' met als specifieke casus de gemeente Reimerswaal. De keuze voor Reimerswaal door consortiumpartners is een bewuste en voor hen logische. Marcel Matthijssse, uitvoerend projectleider van het landelijk project Water en Evacuatie : *"De kans dat de vitale infrastructuur in Zeeland wordt verstoord door een overstroming in Reimerswaal is heel reëel. Ik denk dan niet alleen aan een dijkdoorbraak, maar ook aan heftige regenval waardoor de straten 60 cm onder water komen te staan. De gevolgen voor de samenleving in heel Zeeland kunnen daardoor net zo ontwrichtend zijn. Reimerswaal wordt beschouwd als de 'slagader' van Zeeland: alle vitale infrastructuur loopt door dit gebied en bij een overstroming worden delen van Zeeland afgesloten van de rest van Nederland. Uitval van de vitale infrastructuur als bijvoorbeeld energie overstijgt ons als Veiligheidsregio. Hier zijn we nog onvoldoende op voorbereid in onze rampenplannen. Het ontbreekt ons aan kennis om adequate maatregelen te kunnen ontwikkelen en te nemen".*

Het landelijk waterveiligheidsbeleid was eerder steeds gebaseerd op het principe om overstromingen te voorkomen. Vanuit het besef dat 100% veiligheid niet langer kan worden gegarandeerd, ook niet door het stelselmatig ophogen van waterkeringen, is het beleid veranderd in meerlaagsveiligheid, gericht op verschillende typen maatregelen per 'laag'. De drie lagen zijn: (1) het voorkomen van overstromingen, (2) het beperken van de gevolgen van overstromingen en (3) crisismanagement en werken aan herstel. In dit project wordt nieuwe kennis ontwikkeld voor medewerkers waterveiligheid, ruimtelijke ordening en economie, wegenbeheerders, crisismanagers en beleidsadviseur brandweer. Alle medewerkers zijn

---

<sup>1</sup> Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing, themanummer Herijking Vitale Infrastructuur (2015)

werkzaam in de 2<sup>e</sup> én 3<sup>e</sup> veiligheidslaag (hierna: publieke professionals), waardoor de ontwikkelde kennis duurzaam doorwerkt in de uitoefening van hun dagelijkse taken en diensten. Dit project verbindt dan ook uitdrukkelijk beide veiligheidslagen.

Tegelijkertijd werken de resultaten van het project direct door in de dagelijkse beroepspraktijken van GGD Zeeland, Politie Zeeland West Brabant Bureau Conflict- en Crisis Beheersing (actoren in het subsysteem Sociaal Kapitaal van het HZ 4 + 1 model), TenneT TSO B.V., Evides Waterbedrijf en Enduris B.V. (voorheen Delta Netwerkbedrijf B.V.) doordat zij met de nieuwe kennis over cascade-effecten proactief maatregelen kunnen ontwikkelen om de impact van een verstoring zo klein als mogelijk te laten zijn.

In het project zijn de volgende vitale sectoren met hun producten en diensten object van studie: (0) Water (keren en beheren waterkwantiteit), (1) Energie (elektriciteit, aardgas en olie), (2) Telecommunicatie/ICT (vaste/mobiele communicatie, internettoegang), (3) Drinkwater, (4) Gezondheid (spoedeisende zorg), (5) Openbare orde en Veiligheid (handhaving) en (6) Transport (hoofdwegen, vaarwegen en spoor).

Voorliggend voorstel is in september 2015 door HZ als RAAK Publiek voorstel "*Vitale Infrastructuur in de Veerkrachtige Delta*" ingediend (2015-02-34P) en - na repliek - alsnog door de SIA beoordelingscommissie afgewezen. In deze herziene aanvraag zijn de kritiekpunten van de commissie met alle consortiumpartners besproken en zijn verbeteringen doorgevoerd. Voor het modelleren van cascade-effecten in de vitale infrastructuur is het Circle model van Deltares ingebracht in het onderzoek. Ook het modelleren van de interdependencies ten aanzien van het 4+1 model dat in het RAAK Publiek project Resilient Delta's met het werkveld is ontwikkeld is nader onderbouwd. In aansluiting op de vragen vanuit het werkveld blijven overstromingen het belangrijkste scenario. De vitale sector 'Water' is in dit voorstel scherper geïdentificeerd ten aanzien van de voor dit onderzoek relevante vitale netwerken. De sociale dimensie en het aspect van de openbare orde tijdens een verstoring veroorzaakt door een overstroming hebben hier ook expliciet een plaats in gekregen naast de andere geïncorporeerde vitale sectoren.

### 3. Vraagarticulatie

#### 3.1 Proces van vraagarticulatie

In de aanloop naar het eerste voorstel (call 2015) is door HZ uitvoerig gesproken met professionals uit de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> laag van meerlaagsveiligheid over hun behoefte aan nieuwe kennis over cascade-effecten in vitale sectoren in de provincie Zeeland, met als specifieke casus Reimerswaal. In 2014 / 2015 hebben professionals van de Provincie Zeeland, gemeente Reimerswaal, Veiligheidsregio Zeeland, Rijkswaterstaat Zee en Delta en Waterschap Scheldestromen (consortiumpartners) en beheerders vitale infrastructuur meerdere keren (> 10) met elkaar gesproken over onder meer de vragen: welke cascade-effecten treden op als gevolg van een overstroming, hoe kan de samenhang van die effecten (interdependenties) inzichtelijk worden gemaakt via het 4+1 resilience model, welke vitale sectoren (diensten en producten) zijn van belang in Zeeland en Reimerswaal in het bijzonder, welke (aanvullende) maatregelen zijn mogelijk voor pro-actie, respons en herstel, wie in welke veiligheidslaag verantwoordelijkheid draagt en hoe een inschatting van effecten van maatregelen is te maken?

In het voorjaar van 2016 hebben medewerkers waterveiligheid, ruimtelijke ordening en economie, wegenbeheerders, crisismanagers en beleidsadviseur brandweer van voornoemde consortiumpartners met elkaar om de tafel gezeten om de afwijzingsgronden van de vorige projectaanvraag met elkaar te bespreken. Unaniem was men de mening toegedaan dat het projectvoorstel op de afwijzingsgronden kan worden verbeterd en herindiening wenselijk is. In maart 2016 is door HZ separaat met de gemeente Reimerswaal gesproken over maatregelen die in pro-actie fase genomen kunnen worden ten aanzien van ruimtelijke planvorming. Ben Sandee, beleidsmedewerker ruimtelijke ordening en economie: *“welke maatregelen kunnen wij nu als gemeente Reimerswaal al nemen in het planologische spoor om te anticiperen op een mogelijke overstroming? Nu kijken we eigenlijk heel lokaal en nog niet naar de gevolgen op regionale schaal. Bij de plaatsing van het nieuwe schakelstation TenneT is bijvoorbeeld wel rekening gehouden met de gevolgen van hevige regenval, maar niet met een overstroming vanuit zee en wat de effecten van het uitvallen van elektra zijn op de regio. Deze gevolgen zijn verstrekkend en langdurig. Hoe werken die maatregelen door in toekomstig beleid?”*

Marcel Matthijssse heeft hierover in een volgende sessie met consortiumpartners en een aantal netwerkpartners in mei 2016 aangegeven *dat TenneT eigenstandig het schakelstation kan afstellen bij bepaalde omstandigheden. Dat heeft wel gevolgen voor de overige vitale infrastructuur, de werking van de rampen- en evacuatieplannen en de inzet van de capaciteit (inclusief besluitvorming) van de Veiligheidsregio. Welke dat zijn is nu nog onduidelijk.* Leo Adriaanse, adviseur waterbeheer bij Rijkswaterstaat, brengt in dat met betrekking tot respons en herstel de A58 een mogelijk probleem betreft. *“Het is de vraag of en hoe lang deze weg open gehouden kan worden? Dit is niet alleen van belang voor een eventuele evacuatie, maar vooral ook voor bereikbaarheid van de hulpdiensten en zo snel mogelijk herstel voor bijvoorbeeld de economie in de regio.”* Ruben Akkermans, (beleidsmedewerker deltawateren provincie Zeeland), vult aan: *“Wat betekent uitval van kritieke infrastructuur voor de veerkracht van de samenleving in Zeeland? Het is van belang de gevolgen in kaart te brengen en vervolgens de mogelijke impact te laten zien. Zijn de gevolgen te benoemen voor gebieden en sectoren, zoals industrie, gezondheid en onderwijs?”*

Na een discussie over focus en reikwijdte van het project tijdens deze sessie (mei 2016) is door betrokkenen besloten dat zowel cascade-effecten van overstromingen als gevolg van verstoringen in waterkeringen (zoutwater) als van ernstige regenval (zoetwater) deel moeten uitmaken van het onderzoek. Beide scenario's zijn immers reëel.

*De kernvraag van de betrokken professionals blijft dan ook onverminderd hoe zij cascade-effecten, als gevolg van een overstroming van vitale sectoren in Zeeland, integraal in kaart kunnen brengen, zo veel als mogelijk kunnen voorkomen (pro-actieve maatregelen), zo goed als mogelijk kunnen handelen (respons) en zo spoedig als mogelijk kunnen oplossen (herstel)?*

### 3.2 Aansluiting project op de roadmap en kennis- en innovatieagenda van de Topsector Water

De visie, doelstelling en ambities van de Topsector Water zijn recentelijk (medio 2015) verwoord en uitgewerkt in de kennis- en innovatieagenda 2016-2019 (KIA). De Topsector Water is vormgegeven door de deelsectoren maritieme technologie, water- en deltatechnologie waarbinnen 17 thema's zijn uitgewerkt voor gezamenlijke kennisprogrammering en innovatieontwikkeling. Dit voorstel sluit specifiek aan op de sector deltatechnologie en specifiek op het thema 'waterveiligheid'.

Binnen het thema waterveiligheid wordt 'flood risk management' gezien als één van de grote mondiale uitdagingen en in Nederland het voorkomen van overstromingen vanuit zee en rivieren (<http://www.tkideltatechnologie.nl/kic/flood-risk-managment>). Vragen waar de TKI Deltatechnologie in dit kennis- en innovatiecluster zich onder meer mee bezig houdt, hebben betrekking op zorgplicht, ruimtelijke kansen (integrale gebiedsontwikkeling) en hoe om te gaan met kritieke infrastructuur? Aandachtspunt binnen dit thema is hoe in pilots moet worden omgaan met verantwoordelijkheden, onzekerheden en daarbij behorende risicoverdeling tussen de partijen binnen de gouden driehoek (de metafoor voor samenwerking tussen overheid, bedrijvenleven en kennisinstellingen). Een governance vraagstuk dat vanwege de geïntegreerde aanpak ook in dit project aan de orde komt.

Tevens sluit het project aan op de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) route Veerkrachtige en Zinvolle Samenlevingen die de toekomstbestendigheid van de maatschappij op een aantal thema's waaronder klimaatverandering en overstromingen onderzoekt en met relevante actoren nieuwe handelingsperspectieven ontwikkelt (<https://vragen.wetenschapsagenda.nl/route/veerkrachtige-en-zinvolle-samenlevingen>).



## 4. Netwerkvorming

### 4.1 Consortium en deelnemers: samenstelling, ambities

Het consortium bestaat uit:

1. HZ University of Applied Sciences (HZ) – onderzoeksgroep Waterveiligheid en ruimtegebruik
2. Veiligheidsregio Zeeland (VRZ) – professionals van de veiligheidsdiensten bestaande uit Brandweer, GHOR (geneeskundige hulp bij ongevallen en rampen), Politie en 13 Zeeuwse gemeenten)
3. Gemeente Reimerswaal – professionals ruimtelijke ordening, veiligheid, sociaaleconomische ontwikkeling en vitale infrastructuur (wegen, riolering)
4. Provincie Zeeland – professionals waterveiligheid, ruimtelijke ordening, integrale deltaontwikkeling en vitale infrastructuur (wegen, regionale keringen)
5. Rijkswaterstaat Zee en Delta – professionals vitale infrastructuur (wegen, waterkeringen) en waterveiligheid
6. Waterschap Scheldestromen – professionals waterveiligheid en vitale infrastructuur (waterkeringen; afvalwaterzuivering; wegenbeheer)
7. Deltares – kennisinstituut op gebied water, ondergrond en infrastructuur.

Naast deze partijen nemen de beheerders van vitale infrastructuur deel, i.c. TenneT (hoogspanningsnet), Prorail (spoor), Evides (drinkwater) en Enduris B.V. (regionaal netwerk elektriciteit, gas, water en data) deel. Voor het sociale domein en openbare orde nemen GGD Zeeland (gezondheidsprofessionals betrokken bij veiligheid), Zeeuwse Huiskamer en Politie Zeeland-West Brabant (Team Crisisbeheersing, onderdeel Bureau Conflict en Crisisbeheersing) deel als netwerkpartner. De Haagse Hogeschool brengt expertise in m.b.t. de cyber security van waterwerken (zie ook de RAAK Publiek aanvraag “Effectieve cybersecurity in watermanagement”).

Het consortium en de netwerkpartners hebben als doelstelling nieuwe kennis te ontwikkelen over de cascade-effecten van het wegvallen van vitale infrastructuur bij een overstroming, op basis daarvan maatregelen in pro-actie, respons en herstel fase te ontwikkelen om daarmee de betrokken professionals te helpen de veerkracht van de samenleving te vergroten. De ambitie is met deze kennis en in vervolgonderzoek verder te ontwikkelen kennis a) een geïntegreerde en dynamische ‘all hazards’ resilience benadering te ontwikkelen voor de samenleving in de delta (zoals diverse klimatologische verstoringen: overstroming, hitte en droogte) en b) meerlaagsveiligheid en klimaatadaptatie in de regio samen op een goede manier vorm te kunnen geven op basis van een integrale resilience benadering.

De consortiumpartners werken al enkele jaren samen aan vraagstukken op het gebied van veerkracht en zijn voornemens deze samenwerking ook na dit project in vervolprojecten voort te zetten. HZ University of Applied Sciences, Rijkswaterstaat Zee en Delta, Provincie Zeeland en Veiligheidsregio Zeeland participeren in een beoogd Interreg North Sea Region project (voorstel ingediend), gericht op veiligheid bij een overstroming. De activiteiten van de HZ in het Interreg project zijn gericht op demonstratie van instrumenten voor het betrekken van burgers (sociale domein) en internationale kennisuitwisseling door middel van een lerende evaluatie van meerlaagsveiligheid. Deze kennis is complementair aan de kennis die in dit RAAK Publiek project wordt ontwikkeld. Ook de resultaten uit de enquête Zelfredzaamheid en Veerkracht die momenteel (juni 2016) door de onderzoeksgroep en VRZ is uitgezet onder 7.000 inwoners van Zeeland, worden ingebracht in het onderzoek. In de vragenlijst komt onder meer aan bod hoe inwoners zich voorbereiden op overstromingen en uitval van vitale voorzieningen. Samen met de Erasmus Universiteit Rotterdam en diverse Veiligheidsregio’s bereid het lectoraat ook een RAAK Pro aanvraag voor over co-creatie van veerkracht (in relatie tot zelforganisatie en sturing bij effecten klimaatverandering).

#### 4.2 Expertise die wordt ingebracht en belangen

In onderstaande tabel staat aangegeven welke expertise iedere partij inbrengt en welke belangen er zijn. Het samenwerkingsverband heeft alle kennis en ervaring om het project goed te kunnen uitvoeren, nieuwe kennis te ontwikkelen, kennis te circuleren en meerwaarde voor alle partijen te bieden.

<b>Partij</b>	<b>Expertise</b>	<b>Belang</b>
HZ	Resilience/veerkracht, zelfredzaamheid Waterveiligheid en ruimtegebruik 4+1 model, onderzoeksmethodiek, ICT (ontwikkeling online omgeving)	Zie 3.3
Veiligheidsregio Zeeland (incl. de Zeeuwse gemeenten)	Rampenbeheersing en crisismanagement Landelijke ontwikkelingen Regionale problematiek Risicokaart Zeeland Meerlaagsveiligheid (laag 3)	Versterken professionals Strategische agenda en aansluiting nationale projecten "continuïteit samenleving" en "water & evacuatie" Integratie 3 <sup>e</sup> laag in meerlaagsveiligheid
Gemeente Reimerswaal	Gebiedsinformatie Huidige afwegingen in ruimtelijke inrichting, openbare orde, economie, zorg, hulpverlening, etc. Lokale vitale infrastructuur	Kritiek gebied voor Zeeland (slagader) Inzicht in gevolgen van overstroming en mogelijke maatregelen in ruimtelijke inrichting, zorg, hulpdiensten, t.b.v. capabele professionals
Provincie Zeeland	Gebiedsinformatie buiten Reimerswaal 3D Overstromingsmodel Meerlaagsveiligheid (laag 2)	Waterveiligheid Provincie Kennis en hulpmiddelen voor professionals Samenwerking met vitale infrastructuur
Rijkswaterstaat Zee en Delta	Informatie hoofdwegen en hoofdvaarwegen in het gebied Bescherming tegen overstromingen Evacuatie- en overstromingsmodel Meerlaagsveiligheid	Meer inzicht in effectieve maatregelen laag 2 en 3 van meerlaagsveiligheid Handelen eigen professionals versterken
Waterschap Scheldestromen	Watersysteem en waterbeheer in het gebied, regionale keringen Klimaatadaptatie Meerlaagsveiligheid (laag 1 en 2)	Bijdrage waterbeheer aan waterveiligheid, met name laag 2. Kennis en hulpmiddelen voor professionals
Deltares	Inbreng model Circle en kennis vitale infrastructuurnetwerken voor natuurrampen en extreem weer, inclusief kennis over cascade-effecten tussen deze netwerken. Ontwikkeling online omgeving	Verdiepen eigen kennisbasis cascade- effecten vitale infrastructuur/ netwerken op basis real life cases. Kennisontwikkeling over impact op de samenleving
GGD Zeeland	Gezondheidsaspecten van wegvallen vitale infrastructuur: voorzieningen van zorg en hulp en risico's op/gevolgen van eventuele uitbraken van ziektes	Gezondheidsinfrastructuur zo "robuust" mogelijk, inzicht voor professionals in handelingen die veerkracht verhogen
Beheerders infrastructuur	Informatie huidige infrastructuur in het gebied Bescherming/risicobeheersing Klimaatadaptatie in relatie tot meerlaagsveiligheid	Voorkomen en mitigeren gevolgen van uitval en snel herstel Bijdragen aan beschikbare voorzieningen als vitale infrastructuur wegvalt
Politie Zeeland West Brabant Bureau Conflict- en Crisisbeheersing	Kennis over beheersing openbare orde bij uitval van vitale infrastructuur Communicatie en coördinatie bij crisisbeheersing	Kennisontwikkeling over cascade-effecten als gevolg van uitval vitale infrastructuur Inzicht in impact op openbare orde
Zeeuwse Huiskamer	Ondersteuning Zeeuwse organisaties en inwoners om gezamenlijk antwoorden te formuleren op urgente vragen over wonen, zorg en welzijn. Experimenteerruimte in Reimerswaal	Eén van Huiskamers is gesitueerd in de gemeente Reimerswaal. Gezamenlijke kennisontwikkeling en uitwisseling ten behoefte van kwetsbare burgers

HZ University of Applied Sciences zet lector Dick Fundter in, lector Hans de Bruin (ICT), beoogd lector Data Science Mischa Beckers, kernonderzoeker Jean-Marie Buijs, vier andere docent-onderzoekers en studenten (van opleidingen watermanagement, civiele techniek, en informatica). Alle consortiumpartners en deelnemers participeren in het onderzoek (zie hoofdstuk 5). Vraagsturing is geborgd in alle projectgeledingen (zie hoofdstuk 6). CV's van de kernonderzoekers zijn als bijlage 1 bijgevoegd.

Marcel Spruit, lector Cyber Security and Safety van de Haagse Hogeschool is als expert bij het project betrokken. De expertgroep bestaat uit deskundigen van partners van HZ University of Applied Sciences in andere projecten, zoals project Hydro-Social Deltas (NWO Urbanising Deltas project, partners o.a. Unesco-IHE, Wageningen Universiteit), FRAMES (Flood Resilient Areas by Multilayer Safety, Interreg aanvraag met o.a. kennisinstellingen in Duitsland en België) en van Louisiana State University (partner in het vorige RAAK Publiek project) en Erasmus Universiteit Rotterdam (partner RAAK Pro aanvraag). De expertgroep heeft als rol om kennis in te brengen en te delen en de kwaliteit van het onderzoek (mede) te bewaken.

#### 4.3 Bijdrage aan de strategische doelstellingen van HZ University of Applied Sciences

HZ heeft gekozen voor een profiel dat volledig aansluit bij het DNA van Zuidwest Nederland (Prestatieafspraken OCW, juni 2012). Gekozen is voor de profielthema's Delta/Water&Land, Delta/Toerisme en Delta/Industrie die een cruciale rol spelen in de Zuidwestelijke delta evenals in alle andere delta's op de wereld. Het projectvoorstel is onderdeel van het profiel Delta/Water&Land.

Het onderzoek is ingebed in het Delta Academy Applied Research Centre, het onderzoekscentrum van de Delta Academy. Hier werken meer dan 30 onderzoekers/docenten aan praktijkgerichte onderzoeksprojecten in vier onderzoeksgroepen. Het project staat in de kern van de onderzoekthema's de 'Veilige' Delta en de 'Veerkrachtige' Delta, twee van de vier thema's van de Delta Academy. Dit zijn tevens thema's van het Centre of Expertise Deltatechnologie, waarvan HZ University of Applied Sciences penvoerder is.

Dit project wordt uitgevoerd door de onderzoeksgroep Waterveiligheid en Ruimtegebruik van lector Dick Fundter. De onderzoeksgroep heeft expertise en een body of knowledge opgebouwd over veerkracht, zelfredzaamheid, gebiedsontwikkeling en het co-creëren van veiligheid. De kennis is opgebouwd middels onderzoeksprojecten, zoals de RAAK Publiek projecten 'De professional en de zelfredzame samenleving in Zeeland' en 'Resilient Delta's' en projecten 'gebiedsontwikkeling Waterpoort' en 'Robuust Watersysteem Zeeuws Vlaanderen'. Dit RAAK Publiek project betreft een verdere kennisontwikkeling op deze onderwerpen.

Het project levert nieuwe kennis en inzichten die relevant zijn voor het onderwijs binnen de Delta Academy, dat momenteel wordt herzien en vernieuwd, namelijk:

1. Water Management, bestaande uit de afstudeerrichtingen:
  - a. Delta Management. Het project levert nieuwe verdiepende kennis over de rol van (meerlaags) waterveiligheid en kritieke infrastructuur bij integrale gebiedsontwikkeling en vice versa. In het huidige curriculum komt deze relatie beperkt aan bod.
  - b. Aquatische Ecotechnologie. Het project levert met name nieuwe inzichten voor de rol van watermanagement en –beheer in relatie tot het verhogen van veerkracht door pro-actieve maatregelen in relatie tot integrale waterveiligheid.
2. Civiele Techniek. Het project levert met name kennis en inzichten op over meerlaagsveiligheid in deltagebieden: de kritieke infrastructuur en maatregelen van veerkracht in relatie tot infrastructurele projecten.
3. Professional Master Delta Area Development (start 2016-2017). HZ University of Applied Sciences werkt samen met het werkveld aan de ontwikkeling van deze professionele master, waarin meerlaagsveiligheid en resilience kernthema's zijn.

Naast deze opleidingen van de Delta Academy draagt het onderzoek bij aan de opleidingen van de Academie voor Technologie en Innovatie, waaronder Informatica. In overeenstemming met de strategische doelstellingen van de HZ wil deze opleiding zich verder specialiseren op toepassing van ICT in relatie tot deltavraagstukken.

#### 4.4 Aansluiting regionale speerpunten / landelijke innovatiethema's/ centres of expertise

Het project sluit aan op regionale en nationale speerpunten/thema's, zoals:

- De Strategie Nationale Veiligheid (kamerbrief van 1 mei 2015)<sup>2</sup>, waarin o.a. wordt ingezet op het waarborgen van de continuïteit van de vitale infrastructuur en op verbetering van de crisisbeheersing.
- De Strategische Agenda Versterking Veiligheidsregio's 2014-2016<sup>3</sup>, met name de projecten "water en evacuatie" en "continuïteit van de samenleving, voorkomen van maatschappelijke ontwrichting door grootschalige uitval"<sup>4</sup>.
- Landelijke beleid meerlaagsveiligheid (het Deltaprogramma), met name de Deltabeslissing Waterveiligheid en de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie<sup>5</sup>.
- Het Nationaal Waterplan 2016-2021, waarin wateropgaven worden verbonden aan ruimtelijke ontwikkeling en ruimtelijke adaptatie. In 2020 dient klimaatbestendig en waterrobuust inrichten onderdeel te zijn van beleid en handelen<sup>6</sup>. Meerlaagsveiligheid staat centraal in strategie.
- De landelijke topsector Water, meer specifiek de kennis- en innovatieagenda deltatechnologie 2016-2019, waarin watercrises als bedreiging nummer 1 worden genoemd. Het kennis- en innovatiecluster waterveiligheid is o.a. gericht zich meerlaagsveiligheid en op de vragen hoe ruimtelijke kansen beter benut kunnen worden en hoe om te gaan met kritieke infrastructuur.
- Nationale Wetenschapsagenda, route Veerkrachtige en Zinnvolle Samenlevingen.

Het project staat in de kern van de onderzoekthema's de 'Veilige' Delta en de 'Veerkrachtige' Delta van het Centre of Expertise (CoE) Deltatechnologie, waarvan HZ University of Applied Sciences penvoerder is en waarin wordt samengewerkt met Hogeschool VHL, Hogeschool Rotterdam en partners uit het werkveld. Het project is dan ook direct verbonden aan de doelstellingen van het CoE gericht op praktijkgerichte kennisontwikkeling en valorisatie in onderwijs en de markt. Het project sluit aan bij het HZ zwaartepunt Delta/Water&Land.

#### 4.5 Borging van de duurzaamheid van netwerkvorming

De publieke partijen in dit project zijn natuurlijke partners van elkaar in de regio Zeeland. HZ University of Applied Science is de kennispartner voor dit netwerk op het gebied van vraagstukken m.b.t. waterveiligheid en veerkracht, zoals blijkt uit de samenwerking in voorgaande RAAK-projecten. Na dit beoogde nieuwe RAAK Publiek project en eerder genoemd Interreg project, zetten de partijen het onderzoek voort. De integrale resiliëncie benadering zal nog verder worden ontwikkeld, gericht op andere (klimatologische) verstoringen en door een wisselende focus op andere subsystemen (onderzoek met een ander subsysteem als vertrekpunt). Ook nader onderzoek naar de veerkracht van gemeenschappen zal hieraan bijdragen.

Nieuw in dit netwerk zijn de beheerders van vitale infrastructuur (gas, water, elektriciteit, data) en politie Zeeland West Brabant bureau Conflict- en Crisisbeheersing en Zeeuwse Huiskamer. Zij vormen een waardevolle toevoeging, hebben allen zeer positief gereageerd op de uitnodiging tot deelname en zijn voornemens zich voor langere tijd aan het netwerk te verbinden.

Nieuw voor de onderzoeksgroep is de samenwerking met Deltares. Voor de Delta Academy betekent deze samenwerking een verbreding van de samenwerking met Deltares naast de bestaande relatie met onderzoeksgroep Building with Nature en opleiding Civiele Techniek.

Specifiek kan nog worden genoemd dat duurzaamheid van de netwerkvorming wordt geborgd door:

1. Projectresultaten te borgen in het Delta Academy Applied Research Centre van HZ University of Applied Sciences en breder in het Centre of Expertise Deltatechnologie.

<sup>2</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2015/05/01/kabinet-versterkt-crisisbeheersing>

<sup>3</sup> <http://www.veiligheidsberaad.nl/Documents/Strategische%20Agenda%20Versterking%20Veiligheidsregio%27s%202014-2016.pdf>

<sup>4</sup> [http://www.veiligheidsberaad.nl/Documents/Projectplan%20Continu%C3%A4feit%20vd%20Samenleving\\_01-06-15.pdf](http://www.veiligheidsberaad.nl/Documents/Projectplan%20Continu%C3%A4feit%20vd%20Samenleving_01-06-15.pdf)

<sup>5</sup> <http://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/documenten/publicatie/2014/09/16/deltaprogramma-2015>

<sup>6</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapportage/2014/12/12/bijlage-1-nationaal-waterplan-2016-2021.html>

2. Resultaten, waaronder het handboek, onderliggend modellen (Circle en doorontwikkeld 4+1 model) en online experimenteer-leer-en-werkomgeving op te nemen in de Delta Expertise Site, waaraan een Community of Practice is gekoppeld. Dit vormt de basis voor verdere netwerkvorming met andere professionals, experts in de regio en (inter)nationaal.
3. Met de partijen uit het netwerk nieuwe kennis te blijven ontwikkelen, zie bovenstaand.
4. Afspraken over vervolg onderzoek en samenwerking op schrift te stellen.

Tot slot dragen de activiteiten gericht op implementatie (in de beroepspraktijk en het onderwijs) bij aan de duurzame netwerkvorming en wordt met de disseminatie activiteiten (communicatie) beoogd het netwerk nog te vergroten (zie paragraaf 5.4 werkpakket 5).

## 5 Onderzoeksplan

### 5.1 Weergave state of the art kennis in onderzoek en praktijk

HZ onderzoeksgroep Waterveiligheid en Ruimtegebruik heeft expertise en een body of knowledge opgebouwd over zelfredzaamheid, veerkracht en het co-creëren van veiligheid, o.a. in de RAAK Publiek projecten 'De professional en de zelfredzame samenleving in Zeeland' en 'Resilient Delta's'. Het praktijkvraagstuk dat nu voorligt is hoe op een goede manier kan worden bijgedragen aan het voorkomen en het beperken van de cascade-effecten door uitval van producten en diensten in de vitale infrastructuur als gevolg van een overstroming en aan snel herstel nadat deze overstroming zich heeft voorgedaan (zie hoofdstuk 1 en 2). Voor dit vraagstuk is de volgende kennis van belang:

1. Kritieke / vitale infrastructuur
2. Interdependenties en cascade-effecten
3. Gekende maatregelen (pro-actie, respons en herstel)
4. Veerkracht van de samenleving

Onderstaand volgt een overzicht van de 'State of the Art' op dit gebied.

#### 5.1.1 Kritieke / vitale infrastructuur

*"Onder vitale infrastructuur verstaan we producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, grootschalige maatschappelijke ontwrichting kunnen veroorzaken"* (Addae et al., 2015:4).

Het kritieke of vitale karakter<sup>7</sup> van deze infrastructuur hangt dus sterk samen met de kans op maatschappelijke ontwrichting. Voor het bepalen welke infrastructuur met het oog op dit risico vitaal is, is een grote diversiteit aan lijsten ontwikkeld (Rome et al., 2015). In Nederland kennen we op nationaal niveau een recent herijkte lijst van geprioriteerde vitale infrastructuur (Addae et al., 2015). Deze lijst vormt ook voor dit onderzoek een belangrijk referentiekader. Relevante referentieprojecten op dit gebied zijn 'Herijking Vitaal' en 'Continuïteit van de Samenleving' (zie ook themanummer Herijking Vitale Infrastructuur in het Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing, 2015).

Voor het gebiedsgerichte onderzoek in Reimerswaal is het echter ook van belang vitale infrastructuur regionaal af te bakenen. Voor dit onderzoek zijn op basis van het proces van vraagarticulatie en belang van de publieke sector volgende netwerken initieel geselecteerd vanuit een verstoring in de vitale sector 'Water': (1) Energie (elektriciteit, aardgas en olie), (2) Telecommunicatie/ICT (vaste/mobiele communicatie, internettoegang), (3) Drinkwater, (4) Gezondheid (spoedeisende zorg), (5) Openbare orde en Veiligheid (handhaving) en (6) Transport (hoofdwegen, vaarwegen en spoor). Voor het vervolproces in het gebiedsgericht onderzoek is het van belang rekening te houden met de definiëring van het vitale karakter van een infrastructuur of sector, aangezien dit vaak afhankelijk is van de beoordelaar (Rome et al., 2015). Herijking en waardering van vitaliteit en kwetsbaarheid verandert continu en vraagt om aandacht voor regionale verschillen bij het gebiedsgericht aanpakken van meerlaagsveiligheid (Buuren en Ellen, 2013:15). De betrokken professionals in dit onderzoek ontbreekt het aan integrale kennis op het gebied van verstoringen in de vitale infrastructuur bij het realiseren van een gebiedsgerichte benadering van meerlaags waterveiligheid in Zeeland. De professionals blijken zich wel bewust te zijn van de afhankelijkheden van vitale infrastructuur voor de dienstverlening en processen van hun organisatie, maar niet goed in staat te zijn een samenhangend beeld te vormen van de bredere afhankelijkheden. Deze kennislacune blijkt ook uit nationaal en internationaal onderzoek op dit gebied (Klaver en Luijff, 2015:22). Afgelopen jaren is het besef gegroeid dat er sprake is van een sterke toename van intersectorale afhankelijkheden tussen vitale infrastructuursystemen (Van Eeten et al., 2011; Klaver et al., 2013). Tot voor kort speelde de kennis over interdependenties en cascade-effecten nog nauwelijks een rol in de bedrijfsvoering van actoren in sectoren van de vitale infrastructuur (Rome et al., 2015). In het Risicoprofiel 2015-2018 van de Veiligheidsregio Zeeland is vitale infrastructuur

<sup>7</sup> De termen kritieke en vitale infrastructuur worden vaak door elkaar gebruikt. In het wetenschappelijk debat wordt over het algemeen de term 'kritieke infrastructuur' gebruikt. In de praktijk van de publieke sector is de term 'vitale infrastructuur' gangbaar. Het onderzoek hanteert dan ook voornamelijk deze laatste term.

recent erkend als maatschappelijk themaveld, maar wordt ook aangegeven dat voor deze incidenttypen geen specifieke indicatoren konden worden gedefinieerd en informatie worden verzameld om betrouwbare kengetallen samen te stellen. *“Dit probleem is deels gelegen in de vertrouwelijkheid van de benodigde informatie en deels met de veelvormige verantwoordelijkheid voor deze vitale infrastructuur en voorzieningen”* (VRZ, 2015).

### 5.1.2 Interdependenties en cascade-effecten

Interdependenties hebben alles te maken met de samenhang tussen sectoren in de kritieke infrastructuur, die nodig is voor de operationele efficiëntie van deze netwerken (Ouyang, 2014) en om te voldoen aan de vereisten van de moderne samenleving. Deze interdependenties maken het systeem van de vitale infrastructuur ook kwetsbaar. Het falen van één (vitale sector binnen de) infrastructuur met verstoring in een andere vitale sector tot gevolg noemen we een cascade-effect (o.a. Heilemann, 2014; Rome et al., 2015). Daar waar we spreken over impact op de samenleving, doelen we op cascade-effecten op andere relevante systemen voor de veerkracht van de samenleving. Kritieke infrastructuurnetwerken interacteren met elkaar door directe fysieke verbondenheid, informatie-verbondenheid, ruimtelijke nabijheid of door beleid en procedures (samengesteld uit Heileman et al., 2014; Eidsvig en Tagg 2015). Door deze interacties is vitale infrastructuur te duiden als een complex systeem met emergente eigenschappen. Het gedrag van dit complexe systeem kan niet volledig worden beschreven en begrepen uit het gedrag van de componenten. Het vraagt bijvoorbeeld inzicht in emergente eigenschappen, zoals de configuratie waarin deze delen met elkaar verbonden zijn, de aard en mate van samenhang en zelfregulerende mechanismen (Heileman et al., 2014). Recent is veel onderzoek gedaan om interdependenties en emergente eigenschappen beter te kunnen begrijpen (Rome et al., 2015). Hieruit blijkt dat vrijwel alle vitale sectoren afhankelijk zijn van elektriciteit en ICT (zie ook Van Eeten et al., 2011; PBL, 2015). De belangrijkste interdependenties waar rekening mee dient te worden gehouden, betreffen effecten op: technische, economische, zakelijke, sociaal/politiek, wet- en regelgeving, publiek beleid, gezondheid en veiligheid (zie Heilemann et al., 2014).

De Circle benadering van Deltares wordt in de State of the Art van RESIN<sup>8</sup> (2015) beschouwd als één van de meest relevante methoden voor het vastleggen van cascade-effecten als gevolg van uitval van vitale infrastructuur. In de Circle benadering gaan beheerders van vitale infrastructuur en publieke betrokkenen letterlijk met elkaar rond de tafel (touchtable) om onderlinge afhankelijkheden vast te leggen in relatie tot een overstromingsscenario. Dit wordt vervolgens in een simulatie weergegeven, waardoor cascade-effecten binnen het systeem van de vitale infrastructuur zijn te modelleren (Hounjet et al., 2015). Uit twee eerdere pilots (Groningen en West-Friesland) met Circle blijkt een overstroming met een waterdiepte van 25 – 50 centimeter een effectief scenario om met actoren in gesprek te gaan over cascade-effecten. Hieruit blijkt dat bij 25 cm water substations van elektriciteitsnetwerken stoppen met functioneren. Bij uitval van elektriciteit blijft bijvoorbeeld het C2000 netwerk nog 8 uur werken, daarna valt dat ook uit. Als het water 30 cm heeft bereikt, is het gasnetwerk beschadigd, maar is het nog wel te repareren. Uitval van drinkwater is echter een aangrijpingspunt voor evacuatie. Uit deze pilots blijkt dat ook in andere regio's, provincies, waterschappen en veiligheidsregio's zich bewust zijn van de onzekerheid van cascade-effecten, maar nog te weinig kennis hebben over wat nu de zwakste schakels zijn in de vitale infrastructuur, hoe deze zwakste schakels aan te pakken, waar te evacueren vanwege uitval vitale infrastructuur (drinkwater, energie, afvalwaterzuivering) en welke maatregelen men kan nemen bij een (dreigende) overstroming (Hounjet et al., 2016).

Een ander type kennisontwikkeling over cascade-effecten betreft de door TNO ontwikkelde database over daadwerkelijke uitval van kritieke infrastructuur in Europa (zie ook Luijff et al., 2010; Klaver en Luijff, 2015:22). Uit dit onderzoek blijkt onder meer dat ongeveer één derde van alle uitval cascade-uitval betreft. Daarnaast blijkt uit empirisch onderzoek dat cascade-effecten slecht zijn verwerkt in risicoanalyses en crisisplannen. Dit geldt ook voor het inzicht dat tijdens crisissomstandigheden vitale afhankelijkheden aanzienlijk wijzigen ten opzichte van de normale bedrijfsvoering (diesel,

<sup>8</sup> Horizon 2020 project Climate Resilient Cities and Infrastructures <http://www.resin-cities.eu/home/>

noodaggregaten en noodcommunicatie zijn ineens vitaal). Bovendien blijkt dat in die omstandigheden veel partijen ook nog eens afhankelijk zijn van dezelfde schaarse middelen. Dit is ook het geval in Zeeland, zoals blijkt uit het gebrek aan kennis over uitval van vitale infrastructuur in het eerder besproken Risicoprofiel 2015-2018 van de VRZ.

Circle en de database van TNO zijn twee verschillende benaderingen voor het begrijpen van cascade-effecten tussen vitale infrastructuursystemen. Grofweg zijn er drie verschillende typen methoden mogelijk (Heilleman et al., 2014). De eerste categorie behoort tot de voorspellende benaderingen, zoals agent-based-modelling, een systeem-dynamische benadering en netwerk- of grafische benaderingen. De tweede categorie betreft data-gedreven methoden, gebaseerd op data vanuit media en officiële rapporten (zoals de database van TNO). Tot slot zijn er zogenaamde hybride benaderingen voor het bestuderen van interdependenties. Circle behoort tot deze laatste categorie van 'systems-of-systems benaderingen die de complexiteit van interdependenties tussen verschillende typen infrastructuursystemen kunnen omvatten en de impact van menselijke factoren kunnen modelleren. Het modelleren aan de hand van expertise, aangevuld met onderliggende data, behoort tot de zogenaamde 'externe methoden' voor het modelleren van cascade-effecten (Eidsvig en Tagg, 2015). De geschiktheid van het type kennisontwikkelingsmodel hangt af van het doel en perspectief van de analyse. Veel bestaande methoden voor het modelleren van vitale infrastructuurnetwerken zijn gericht op een analyse van technische- en fysieke infrastructuur en slagen er slecht in sociale-, organisationele-, omgevings- of economische componenten in te bedden (Eidsvig en Tagg, 2015:49). In lijn met het onder subparagraaf 5.1.1 besproken groeiende bewustzijn van intersectorale afhankelijkheden, is er op gebied van onderzoek naar interdependenties en cascade-effecten groeiende aandacht voor complexe systeembenaderingen die bovenstaande componenten integreren. Deltares streeft met het verder ontwikkelen van Circle nieuwe kennis te ontwikkelen over de impact van overstromingen op de samenleving (Hounjet et al., 2015). Het 4+1 model dat de HZ onderzoeksgroep samen met het werkveld heeft ontwikkeld in het RAAK Publiek project Resilient Delta's past in deze lijn (Fundter et al., 2015). Vitale infrastructuur is in dit model één van de vijf kernelementen van een resilience benadering. In paragraaf 5.1.4 wordt het model en benadering nader toegelicht. Uit de State of the Art van diverse lopende Europese projecten, zoals INTACT en RESIN, is een resilience benadering een kansrijke ontwikkeling, aangezien dit vanuit een holistisch uitgangspunt leidt tot meer alternatieven om risico's te mitigeren dan sectorale risico-analyses. Verstoringen als gevolg van klimaatverandering, waaronder overstromingen, droogte en hittestress, zijn een aanleiding voor nieuwe kennisvragen op dit gebied (Rome et al., 2015; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2014).

### 5.1.3 Gekende maatregelen (pro-actie, respons en herstel)

Organisaties betrokken bij (water)veiligheid en vitale infrastructuur treffen al verschillende maatregelen om de gevolgen van een overstroming te beperken en snel herstel na een crisis te bevorderen. Linden et al. (2016) zien het algemene rampenbestrijdingskader als uitgangspunt voor borging van vitale infrastructuur en wijst op het belang niet pas maatregelen te treffen in geval van een calamiteit. Het gaat om een combinatie van maatregelen voor pro-actie, respons en herstel.

Voor het beschermen van vitale infrastructuur aan sich (pro-actie) is er een breed scala aan mogelijke maatregelen (Linden et al., 2016), bijvoorbeeld op het gebied van overstromingsrobuust inrichten (zie Handreiking Overstromingsrobuust inrichten, Luyendijk et al., 2010). Ook zijn er diverse pilot studies uitgevoerd zoals de gebiedspilot Waterbestendige Stad (Koeze en Van Drimmelen, 2011) en Waterrobuuste inrichting van het Westelijke havengebied in Amsterdam (Must en Witteveen + Bos, 2013). Naast het bouwkundige aanpassen zijn bijvoorbeeld risicozoneringskaarten afgeleide maatregelen voor kwetsbare gebieden. Het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (2015) vormt een belangrijk kader voor de maatregelen die in Nederland worden getroffen. Voor de uitvoering is de Handreiking Ruimtelijke Adaptatie opgesteld (zie [ruimtelijkeadaptatie.nl](http://ruimtelijkeadaptatie.nl)) waarin diverse instrumenten zijn ondergebracht die inzicht bieden op deelaspecten. Ondanks bekende maatregelen wordt in de ruimtelijke ontwikkeling en bouw nog onvoldoende rekening gehouden met de risico's en mogelijke gevolgen van overstromingen. Adviezen van het waterschap door middel van de Watertoets



zijn momenteel niet bindend waardoor de kennis van het waterschap in de praktijk van de ruimtelijke ordening niet altijd wordt geborgd (Maurits Schipper, Waterschap Scheldestromen). Ook het is het nog onduidelijk hoe vitale infrastructuur wordt opgenomen in de Nieuwe Omgevingswet en hoe verschillende stakeholders hier invloed op kunnen uitoefenen. De Provincie Zeeland ontbreekt het aan kennis over uitval van vitale infrastructuur ter bescherming van kwetsbare gebieden bij de ontwikkeling van de Omgevingsvisie voor 2018, aldus Erik Schumacher.

Voor maatregelen in relatie tot respons en herstel raakt dit onderzoek aan de ontwikkeling van rampenplannen. In relatie tot overstromingen en andere klimaatverstoringen zijn op dit gebied minder maatregelen bekend dan in relatie tot pro-actie. Dit hangt ook samen met de verbreding van het waterveiligheidsbeleid naar meerlaagsveiligheid, waarin meer aandacht is voor respons en herstel. In internationaal onderzoek zijn er eerder wel criteria ontwikkeld om rampenplannen te toetsen op kwetsbaarheid van vitale infrastructuur (Lumbroso, Stone, Vinet, 2011). Dit blijkt echter nog weinig meegenomen te worden in regionale plannen, aangezien het concept van borging van vitale infrastructuur in rampenplannen nog in ontwikkeling is (Linden et al., 2016). Dit is eerder ook gesignaleerd in het Regionaal Risicoprofiel 2015 – 2018 van de VRZ (zie boven). De VRZ heeft in 2010 aan de hand van een landelijk uniform convenant wel afspraken vastgelegd met diverse nutsbedrijven (drinkwatervoorziening, gas/elektra, ict/telecom) over beschikbaarheid bij crises. Het ministerie van VenJ heeft ook een hulpmiddel uitgebracht voor zelfanalyse en vervolgactie continuïteit ICT en elektriciteit. Hiermee kunnen veiligheidsregio's voor de eigen diensten en processen de afhankelijkheid van deze vitale sectoren analyseren. Door NICC (2010) zijn verschillende maatregelen beschreven die de sector Keren en Beheren van Oppervlaktewater kan nemen bij uitval van elektriciteit en telecommunicatie. Tot de maatregelen behoren onder meer technische redundantie van systemen door meerdere besturingssystemen in te bouwen, maar ook maatregelen voor noodcommunicatie tijdens een crisis. Meer recent zijn er ook afspraken vastgelegd in een convenant tussen VRZ, RWS en Waterschap over samenwerken in rampenbestrijding en crisisbeheersing (Zeelandveilig.nl, 22-07-2014). Zij zijn echter nog zoekende naar hoe zij gezamenlijke handelingsperspectieven vast kunnen leggen. De projecten Water & Evacuatie en Continuïteit van de Samenleving (Veiligheidsberaad) vormen belangrijke referentieprojecten op dit gebied. Zij zijn gericht om de praktijkkennis van veiligheidsregio's te vergroten. In het project Water & Evacuatie worden bijvoorbeeld handreikingen ontwikkeld voor evacuatie. Uitval van vitale infrastructuur wordt daarin gezien als een potentieel schade vergroterend element. De verwachte hersteltijd en periode van uitval zijn belangrijke indicatoren. Afstand tot een veilige plaats binnen/buiten het gebied, hulpverleningscapaciteit, mate van zelfredzaamheid, opvangcapaciteit buiten het gebied en beschikbare tijd zijn van belang voor mogelijke maatregelen. Het ontbreken van gezamenlijke intersectorale handelingsperspectieven sluit ook aan bij onderzoek naar cascade-effecten door klimaatgerelateerde verstoringen. Uit een analyse van de literatuur op dit gebied concluderen Runhaar et al. (2014) dat tot op heden vooral een sectorale benadering van vitale infrastructuur centraal heeft gestaan en er nog gebrek aan kennis is over de impact van cascade-effecten. Een goede governance essentieel is voor het realiseren van samenhang tussen maatregelen in verschillende fases (Raadgever et al., 2016).

#### 5.1.4 Veerkracht van de samenleving

Uit de State of the Art blijkt dat er veel kennisontwikkeling gaande is op het gebied van cascade-effecten door uitval van vitale infrastructuur. Er is daarbij ook in het bijzonder vraag naar de maatschappelijke impact als gevolg van cascade-effecten bij uitval (zie ook Eidsvig en Tagg 2015; Rome et al., 2015). *“The understanding of critical infrastructures dependencies and cascading failure and subsequent societal impact is still limited and needs to be improved”* (RESIN 2015:14). In dit onderzoek wordt dit onderkend door te vertrekken vanuit het 4+1 resilience model (Fundter et al., 2015). Cascade-effecten als gevolg van uitval van vitale infrastructuur reiken verder dan de effecten op andere vitale sectoren en hebben ook impact op de samenleving. Uitval van vitale infrastructuur kan bijvoorbeeld leiden tot opschaling van de verstoring, een mogelijkheid waar men in het geval van Reimerswaal ook ernstig rekening mee houdt. Professionals die werken aan veiligheid en klimaatadaptatie hebben een gebrek aan kennis over cascade-effecten op economische, sociale en fysieke systemen, zoals ook bevestigd in diverse recente

studies (Addae et al., 2015; PBL, 2015:). Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) onderstreept: het gaat niet alleen om directe effecten, zoals ondergelopen woningen en gebouwen, oogstschade of verkeershinder. Het PBL benoemt ook gezondheidseffecten en daarmee gepaard gaand arbeidsverlies, beperking van de verkeerscapaciteit en bijkomende effecten en gevolgen voor de ecologische kwaliteit. *“Deze cascade-effecten zijn sector-overschrijdend en tot nu toe onderbelicht. De economische en maatschappelijke impact kunnen echter groot zijn.”* (PBL, 2015:41).

Maatregelen voor het reduceren van de impact door uitval van vitale infrastructuur kunnen niet alleen worden genomen vanuit het systeem van vitale infrastructuur, maar ook voortkomen vanuit andere systemen. Ook voor het nemen van maatregelen voor pro-actie, respons en herstel zijn er in andere systemen middelen aan te wenden (zoals menskracht, materieel en kennis) en handelingsopties beschikbaar waardoor de impact van de verstoring op de doelstellingen van betrokken actoren beperkt blijft (Fundter et al., 2015). Het creëren van redundantie tussen subsystemen en netwerken is hier een voorbeeld van (Linck et al. 2015), bijvoorbeeld door de communicatie met burgers of hulpdiensten zo weinig mogelijk afhankelijk te maken van één netwerk (Runhaar et al., 2014:122). Resilience kan door het verminderen van kwetsbaarheid een dempend effect hebben ten aanzien van de impact van een verstoring op de samenleving. Door rekening te houden met handelingsopties in andere systemen en sectoren kan de adaptiviteit worden vergroot. Dit vraagt om het faciliteren van de samenwerking in de ‘koude fase’ (Fundter et al., 2015:24).

De professionals die in Zeeland die werken aan de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> laag van meerlaagsveiligheid zien veel kansen voor een veerkrachtbenadering. Een groot deel van het consortium heeft hier samen met de onderzoeksgroep van de HZ kennis over ontwikkeld en ervaring mee opgedaan in het RAAK Publiek project Resilient Delta’s. Deze kennis is verwerkt in het ontwikkelde 4+1 resilience model. Dit model is opgebouwd uit vier subsystemen, waardoor een breed inzicht ontstaat op de veerkracht van de samenleving: Sociaal kapitaal, Ruimtegebruik, Economie, Vitale infrastructuur. Daarnaast kent het model 1 aspectstelsel, namelijk Governance. Ieder systeem wordt gekenmerkt door een set van systeemindicatoren. Voor het systeem vitale infrastructuur is in het onderzoek Resilient Delta’s met name kennis opgedaan over de diversiteit aan sectoren, definiëring en afbakening van vitale processen en bijbehorende systeemindicatoren zoals betrouwbaarheid, redundantie en duur van herstel. Het onderzoek concludeert onder meer dat bij verstoringen in de vitale infrastructuur veel coördinatie winst valt te behalen als kennis over onderlinge afhankelijkheden aanwezig is. Bij uitval van vitale sectoren, blijken er op lokaal niveau voorzieningen in de gemeenschappen aanwezig die als substituut kunnen dienen voor de afhankelijkheden van (nationale) netwerken. Drinkwater, energie en communicatie krijgen vanuit de gemeenschappen prioriteit. Deze resilience benadering is gebaseerd op een expertise management methode. De wijze van modelleren en werking van het model ten aanzien van cascade-effecten, impact en maatregelen is nader toegelicht in de onderzoeksopzet.

In de resilience benadering staat de samenhang tussen verschillende (sub)systemen centraal. Gebrek aan samenhangende kennis over verschillende systemen en met name over relaties tussen verschillende indicatoren maakt het lastig om de juiste maatregelen te nemen om de veerkracht te verhogen, omdat de essentie van resilience juist gelegen is in de onderlinge relaties (Cutter, 2014). Een resilience benadering maakt het mogelijk deze samenhang inzichtelijk te maken en op basis daarvan handelingsperspectieven te ontwikkelen. Het is van belang rekening te houden met interacties van de lokale samenleving met overheden, professionals, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties (Fundter et al., 2015).

Om inzicht te krijgen in de effecten van maatregelen is het van belang veerkracht meetbaar te maken. Dit is een onderzoeksgebied dat ook volop in ontwikkeling is. De onderzoeksgroep heeft ook op dit gebied kennis ontwikkeld in het RAAK project Resilient Delta’s in samenwerking met Louisiana State University en consortiumpartners. In het Resilient Deltas project is gewerkt met een op statistiek gebaseerde benadering, waar een Resilience Inference Measurement (zie ook Lam, 2015) en Social Vulnerability Index uit zijn voort gekomen. De data is bruikbaar voor onder meer dit vervolgonderzoek, maar dit soort benaderingen blijkt lastig te implementeren door het werkveld. Andere benaderingen,

zoals de Resilience Scorecard van het Torrens Institute en Scorecard van de Delta Alliance (2014) blijken beter aan te sluiten bij de werkwijze van het 4+1 resilience model. Dit blijkt onder meer in een recent uitgevoerde pilot over de Niger Delta (afstudeeronderzoek Jop Verweel, 2016, Delta Management). Zowel de scorecards als het model zijn gebaseerd op expertise van betrokken professionals en vertegenwoordigers van de samenleving, waardoor de wijze van modelleren en meting van impact beter op elkaar aansluiten.

### **Kort samengevat**

Kenmerkend aan vitale infrastructuur is dat uitval van deze producten en diensten tot maatschappelijke ontwrichting kunnen leiden. Veiligheidsprofessionals en netwerkbeheerders beschikken wel over kennis over de afhankelijkheden van vitale infrastructuur van de eigen organisatie, maar hebben nog weinig kennis over het geheel aan interdependenties en cascade-effecten bij een overstroming. Deze kennis is dus ook nog niet of nauwelijks in crisisplannen verwerkt. Het door Deltares ontwikkelde Circle model heeft in eerdere cases laten zien hier nieuwe kennis voor te kunnen creëren. Dit maakt het mogelijk betere afwegingen te maken tussen, veelal gekende, maatregelen voor het meer robuust maken van vitale infrastructuurnetwerken. Naast de cascade-effecten tussen vitale infrastructuurnetwerken is ook de impact op andere systemen in de samenleving van belang (economie, sociale structuren, ruimte en governance). Voor het maken van afwegingen in relatie tot deze impact en het nemen van effectieve maatregelen, ontbreekt het professionals aan kennis over hoe het systeem van de vitale infrastructuur en andere maatschappelijke systemen elkaar beïnvloeden: cascade-effecten in brede zin en impact op de samenleving op regionaal niveau. Een veerkrachtbenadering wordt gezien als integrale aanpak om deze impact te dempen en adaptieve maatregelen te nemen. In het onderzoek wordt het 4+1 resilience model van HZ University of Applied Sciences gebruikt en verder ontwikkeld tot praktijkgerichte resilience aanpak met samenhangende maatregelen in pro-actie, respons en herstel fase voor het omgaan met verstoringen in de vitale infrastructuur als gevolg van een overstroming.

### **5.2 Onderzoeksvraag**

Op basis van 'state of the art' kennis in binnen en buitenland over cascade-effecten bij verstoringen van vitale infrastructuur en veerkracht van de samenleving, de voorheen in projecten opgebouwde expertise van de consortiumpartners en ingebrachte kennis en ervaringen van de publieke professionals van de Veiligheidsregio Zeeland, provincie Zeeland, Rijkswaterstaat Zee en Delta, Waterschap Scheldestromen, Provincie Zeeland en Gemeente Reimerswaal is de centrale onderzoeksvraag geformuleerd:

#### **Centrale onderzoeksvraag:**

*Welke cascade-effecten doen zich voor in de vitale infrastructuur na een overstroming en welke maatregelen in pro-actie, respons en herstel fase zijn te nemen om de veerkracht van de samenleving te vergroten ten aanzien van deze cascade-effecten?*

#### **Deelvragen**

1. Wat zijn de vitale producten en diensten in sectoren Energie, Telecommunicatie & ICT, Drinkwater, Gezondheid, Openbare Orde en Veiligheid en Transport in relatie tot een verstoring in de vitale sector Keren en Beheren van Oppervlaktewater?
2. Wat zijn de interdependenties in de vitale infrastructuur in de gemeente Reimerswaal en welke cascade-effecten treden op als gevolg van een overstroming?
3. Welke set van kansrijke maatregelen voor pro-actie, respons en herstel kunnen samenhangend worden ontwikkeld om de veerkracht van de samenleving ten aanzien van bovengenoemde cascade-effecten te vergroten?
4. Wat is het effect van de samenhangende set maatregelen voor het beperken van cascade-effecten als gevolg van een overstroming op de veerkracht van de provincie Zeeland?

De deelvragen worden beantwoord door de opzet, inrichting en uitvoering van separate deelonderzoeken die gezamenlijk antwoord geven op de centrale onderzoeksvraag.

### 5.3 Een beschrijving en onderbouwing van de voorgestelde methoden en analysetechnieken

In het project wordt praktijkgericht onderzoek verricht op basis van kwalitatieve methoden, modellering en simulaties in samenspraak met de betrokken professionals van de consortiumpartners, Deltares, lectoren en (docent)onderzoekers van HZ. Het onderzoeksplan kent een gefaseerde aanpak die bestaat uit inventariserend onderzoek (analysefase, deelvraag 1), case study onderzoek (analysefase, deelvraag 2), ontwerpend onderzoek (ontwerpfase, deelvraag 3) en testend onderzoek door middel van simulatie en een pilot (testfase, deelvraag 4).

#### 5.3.1 Analysefase

In de analysefase worden de eerste twee deelvragen beantwoord door middel van een nadere inventarisatie van vitale infrastructuur en interdependenties (werkpakket 1) en case study onderzoek naar cascade-effecten als gevolg van een overstroming in Reimerswaal (werkpakket 2). In de begroting zijn beide werkpakketten vanwege de verschillende werkzaamheden als Projectfase I en II opgenomen. In de uitvoering van het onderzoek worden beide werkpakketten echter parallel aan elkaar ontwikkeld.

##### *Werkpakket 1*

Voor het beantwoorden van deelvraag 1 wordt desk research verricht aangevuld met verdiepende interviews voor inventarisatie en analyse van de geïncorporeerde vitale sectoren en sessies met betrokken partners. In aanvulling op wat al bekend is, wordt van de geïncorporeerde vitale sectoren documentatie (rampenplannen, kwetsbaarheidsanalyses en overstromingsscenario's) geïncorporeerd, kwetsbaarheden en beheersmaatregelen geanalyseerd en onderling met elkaar vergeleken om interdependenties verder in kaart te kunnen brengen. Dit wordt aangevuld met kennis uit vergelijkbare nationale en internationale case studies. Deze analyse biedt een kennisbasis over de geïncorporeerde vitale sectoren. Met de betrokken consortium- en netwerkpartners worden twee workshops georganiseerd voor validatie en aanvulling van de bevindingen.

##### *Werkpakket 2*

Deelvraag 2 is specifiek gericht op de casus Reimerswaal. Om cascade-effecten van een overstroming op de vitale infrastructuur en andere systemen te kunnen onderzoeken, is gekozen voor een gebiedsgerichte benadering. Dit maakt het mogelijk een complex geheel in te onderzoeken en tegelijkertijd rekening te houden met de configuratie. In sessies met de betrokken consortium- en netwerkpartners wordt eerst een definiëring en afbakening gerealiseerd van vitale infrastructuur in Zeeland en in het bijzonder voor het grondgebied van Reimerswaal. In de case study wordt gebruik gemaakt van het Circle model van Deltares en het 4+1 resilience model van de HZ (zie State of the Art voor de achtergrond van beide modellen en het Activiteitenplan voor een toelichting op de werkwijze). De analyse vertrekt vanuit het Circle model, waarmee in sessies in het ID-lab van Deltares, cascade-effecten in het systeem van de vitale infrastructuur aan de hand van een simulatie in kaart worden gebracht. Met het 4+1 model wordt vervolgens de bredere impact op de samenleving geanalyseerd (werkpakket 2) en maatregelen gegenereerd (werkpakket 3). De methode van het 4+1 model is gebaseerd op een soft systems methodology benadering (Checkland en Poulter, 2010) die nader is gespecificeerd aan de hand van een expertise management ontologie (Bruin, 2014). De eerste fase van het onderzoek levert op basis van een gedetailleerde analyse van het subsysteem vitale infrastructuur, onderzoek naar interdependenties en cascade-effecten in de casus Reimerswaal en analyse van de impact op de andere systemen aan de hand van het 4+1 model, belangrijke input voor de ontwikkelfase.

#### 5.3.2 Ontwikkelfase

In deze fase staat het ontwikkelen van maatregelen voor het vergroten van veerkracht centraal. Zoals eerder aangekondigd gaat het om samenhangende maatregelen in fase van pro-actie, respons en herstel.

*Werkpakket 3 Ontwikkeling van samenhangende maatregelen ter vergroting van veerkracht* In de ontwikkelfase (werkpakket 3) van het onderzoek worden samenhangende maatregelen ter vergroting van veerkracht ontwikkeld op basis van de informatie en kennis die is verkregen uit de analysefase. Deze maatregelen (handelingsopties) in de casus Reimerswaal worden gemodelleerd aan de hand van het 4+1 resilience model. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar maatregelen in de fase van pro-actie, respons en herstel. Deze maatregelen beperken zich niet tot maatregelen gericht op redundantie en robuustheid in het systeem van de vitale infrastructuur, maar vertrekken vanuit een resilience aanpak, door optimaal gebruik te maken van de aanwezige capaciteiten in de samenleving. Op basis van de casus Reimerswaal ontstaat een geïntegreerde resilience aanpak. De maatregelen worden samengebracht in een handboek.

### 5.3.3 Testfase

In deze afrondende fase van het onderzoek worden de maatregelen en instrumenten (tools) gesimuleerd en getest door middel van een pilot.

#### *Werkpakket 4 Simulatie van maatregelen en testen in pilot*

De geïntegreerde resilience aanpak, waarvan het handboek met maatregelen deel uit maakt, wordt beschikbaar gemaakt in een experimenteer-, leer-en-werkomgeving. Deze omgeving wordt online te gebruiken door betrokken professionals en het onderwijs van de HZ via een portal. In deze portal zijn vitale infrastructuurnetwerken en mogelijke cascade-effecten als gevolg van een overstroming op kaart te zien en biedt de mogelijkheid diverse scenario's (zoet/zout) toe te passen, maatregelen te simuleren en in samenhang te bestuderen. Door middel van een pilot binnen de Veiligheidsregio Zeeland, Rijkswaterstaat Zee en Delta, Waterschap Scheldestromen, Provincie Zeeland en gemeente Reimerswaal wordt onderzocht of de betrokken en toekomstige professionals op basis van de integrale resilience aanpak, in staat zijn om betere maatregelen te kunnen nemen in relatie tot uitval van vitale infrastructuur als gevolg van een overstroming. De portal met de experimenteer-, leer- en-werkomgeving blijft na afronding van het project beschikbaar voor betrokken professionals en het onderwijs op de HZ.

## 5.4 Het activiteitenplan

Het activiteitenplan is opgebouwd uit drie fases, te weten: de analysefase, de ontwikkelfase en de testfase. Elk fase kent één of meer werkpakketten die bestaan uit een set van activiteiten die door (deels) wisselende werkgroepen worden uitgevoerd. De projectfases én de werkpakketten worden hieronder toegelicht.

### 5.4.1 Analyse fase (01-02-2017 t/m 01-02-2017)

#### **Werkpakket 1 Analyse van vitale sectoren**

##### *Doel*

Doel van dit werkpakket is het inventariseren, analyseren en afbakenen van de diensten en producten in de vitale sectoren: (1) Energie (elektriciteit, aardgas en olie), (2) Telecommunicatie/ICT (vaste/mobiele communicatie, internettoegang), (3) Drinkwater, (4) Gezondheid (spoedeisende zorg), (5) Openbare orde en Veiligheid (handhaving) en (6) Transport (hoofdwegen, vaarwegen en spoor). In dit werkpakket worden deze vitale sectoren generiek verder in kaart gebracht. Aansluitend wordt geanalyseerd welke maatregelen in deze sectoren zijn getroffen ten aanzien van verstoringen in de sector Keren en Beheren van Oppervlaktewater. Met de kennis en inzichten die worden verkregen in dit werkpakket, kan antwoord worden gegeven op de volgende deelvraag:

##### *Deelvraag 1*

Wat zijn de vitale producten en diensten in sectoren Energie, Telecommunicatie & ICT, Drinkwater, Gezondheid, Openbare Orde en Veiligheid en Transport in relatie tot een verstoring in de vitale sector Keren en Beheren van Oppervlaktewater?

### *Aanpak*

In aanvulling op de vraagarticulatie en State of the Art wordt er inventariserend onderzoek uitgevoerd in de zes vitale sectoren. De nationale lijst van vitale infrastructuur vormt hierbij een referentiekader. Er wordt documentanalyse uitgevoerd en met stakeholders gevalideerd hoe de diensten en producten in de vitale sector worden geleverd. Ook wordt onderzocht welke pro-actieve maatregelen zijn getroffen om verstoringen te beperken en welke maatregelen voor respons en herstel worden genomen ten tijde van een verstoring. Tevens wordt voor iedere sector de verantwoordelijkheden beheersmatig en bestuurlijk geïnventariseerd. Daarnaast wordt onderzoek gedaan naar keteneffecten van overstromingen aan de hand van nationale en internationale cases.

### *Analysetechnieken*

- Er wordt deskresearch verricht op basis van verkregen documenten uit de vitale sectoren (rampenplannen, kwetsbaarheidsanalyses, governance, cases)
- Aanvullend worden per vitale sector interviews gehouden om te kunnen ingaan op vragen die ontstaan na analyse van relevante documentatie
- Focusgroep ter validatie en nadere inventarisatie

### *Activiteiten*

1. Documentenanalyse (met vragen als: hoe is het netwerk opgebouwd en georganiseerd, hoe kwetsbaar is de sector voor zoet/zout water overstromingen, beheer en aansturing, wat zijn de interdependenties met de andere vitale sectoren: (1) Energie, (2) Telecommunicatie/ICT, (3) Drinkwater, (4) Gezondheid (5) Openbare orde en Veiligheid en (6) Transport.
2. Interviews met relevante stakeholders uit de zes vitale sectoren ten aanzien van haalbaarheid van maatregelen voor pro-actie, respons en herstel.
3. Workshop voor validatie bevindingen met consortium- en netwerkpartners

### *Opbrengsten*

Analyserapporten per vitale sector met kwetsbaarheidsanalyse, governance van de sector en interdependenties met andere sectoren.

## **Werkpakket 2 Analyse van cascade-effecten door een overstroming in Reimerswaal**

### *Doel*

Doel van dit werkpakket is het onderzoeken van cascade-effecten door een overstroming in de gemeente Reimerswaal. Deze case study is opgebouwd uit drie subdoelen. Het eerste doel betreft het definiëren en afbakenen van vitale infrastructuur in Reimerswaal op basis van de geïnccludeerde vitale sectoren. Het tweede doel is het in kaart brengen van de cascade-effecten tussen deze vitale sectoren. Tot slot heeft dit werkpakket tot doel om inzicht te bieden in de impact van cascade-effecten op de andere systemen uit het 4+1 model, economie, ruimtegebruik, sociaal kapitaal en governance. Met de kennis en inzichten die worden verkregen in dit werkpakket, kan antwoord worden gegeven op de volgende deelvraag:

### *Deelvraag 2*

Wat zijn de interdependenties in de vitale infrastructuur in de gemeente Reimerswaal en welke cascade-effecten treden op als gevolg van een overstroming?

### *Aanpak*

Na definiëring en afbakening van de vitale infrastructuur in Reimerswaal, vindt voor het in kaart brengen van interdependenties en cascade-effecten een analyse plaats aan de hand van het Circle model en het 4+1 resilience model.

Het Circle model wordt toegepast voor het modelleren van de cascade-effecten in de vitale infrastructuur en zoomt daarmee in op één van de subsystemen van het 4+1 model, te weten: vitale infrastructuur. Hierbij worden scenario's toegepast van overstromingen vanuit zee (zout water) en hevige regenval (zoet water). Op basis van simulaties wordt een database aangelegd van causale relaties tussen bij uitval van vitale infrastructuur als gevolg van een overstroming. Het model maakt hierbij gebruik van expertisekennis en open source data.

Het 4+1 model is complementair aan het Circle model, doordat het inzicht biedt in de impact van de cascade-effecten op de samenleving als complex geheel. In het model worden in het bijzonder de interdependenties geanalyseerd tussen de systemen vitale infrastructuur ruimtegebruik en ecologie, sociaal kapitaal, economie en het aspectsysteem governance. Door toepassing in dezelfde casus kan het 4+1 model worden uitgebreid met nieuwe kennis vanuit Circle over vitale infrastructuur. Beide modellen werken vanuit een benadering die vertrekt vanuit de expertise van betrokken actoren. Het 4+1 model werkt vanuit de soft systems methodology benadering (Checkland and Poulter, 2010), waarin wordt gemodelleerd via een expertise management ontologie (Bruin, 2014). Het gaat om een analyse van systemen-in-systemen, gebaseerd op een complexe systeembenadering. Modelling in het 4+1 model vindt plaats door het in kaart brengen van de doelen van betrokken actoren uit de systemen van het 4+1 model. Relevante actoren en bijbehorende doelen worden in de situatie (casus Reimerswaal) per systeem geanalyseerd, vertrekkend vanuit de vijf gedefinieerde systemen. Op basis van de cascade-effecten door uitval van vitale infrastructuur als gevolg van een overstroming is het mogelijk de impact op deze doelen te analyseren. Het vastleggen van doelen maakt onderdeel uit van de expertise management ontologie waarmee het 4+1 model wordt gemodelleerd. Naast het kaart brengen van doelen (Wat) worden aan de hand van de ontologie handelingsopties (Hoe) en motivering tot handelen (Waarom) vastgelegd. Door het consequent en herhaaldelijk toepassen van deze ontologie kunnen in het 4+1 model zowel menselijk gedrag als systemen worden gemodelleerd op verschillende abstractieniveaus. Dit maakt het mogelijk interdependenties in kaart te brengen tussen zowel actoren als systemen. Deze onderlinge afhankelijkheden worden geduid aan de hand van systeemindicatoren. Op basis van de ontwikkelde kennis over de cascade-effecten als gevolg van uitval van vitale infrastructuur door een overstroming in Reimerswaal (Circle) is het op basis van de interdependenties tussen vitale infrastructuur en de andere systemen mogelijk kennis te ontwikkelen over de impact van cascade-effecten op ruimtegebruik en ecologie, sociaal kapitaal, economie en governance.

#### *Analysetechnieken*

- Overstromingsscenario's: zoet en zout water
- Circle: simulatie en modelleren van causale relaties via expertisekennis en open source data
- Gebiedsgerichte systeemanalyse Reimerswaal / Zeeland per systeem Ruimtegebruik en ecologie, Sociaal Kapitaal, Economie en Governance (4+1 resilience model)
- Impactanalyse cascade-effecten uitval van vitale infrastructuur op systemen 4+1 resilience model in de casus Reimerswaal

#### *Activiteiten*

1. Afbakening vitale infrastructuur Reimerswaal in workshops consortium en netwerkpartners
2. Inventarisatie, analyse, selectie en vastlegging overstromingsscenario's partners zoet/zout (OZG, partners, studenten)
3. Circle ontwikkelen voor Reimerswaal (Deltares + HZ + studenten)
4. Twee sessies op basis Circle tool in ID-Lab Deltares
5. Analyse systemen en indicatoren 4+1 model en modelleren voor casus Reimerswaal
6. Validatie impactanalyse met stakeholders in de gemeente Reimerswaal (waaronder sessie met Zeeuwse Huiskamer te Rilland)

#### *Opbrengsten:*

Gebiedsgerichte afbakening vitale infrastructuur inclusief uitwerking processtappen voor toepassing andere casuïstiek. Onderbouwde en door partners erkende overstromingsscenario's. Analyserapport

cascade-effecten vitale infrastructuur Reimerswaal (Excel database met causale effecten).  
Analyserapport met impactanalyse op de samenleving op basis 4+1 model.

#### 5.4.2 Ontwikkelfase (01-01-2018 t/m 31-08-2018)

### Werkpakket 3 Ontwikkeling van samenhangende maatregelen ter vergroting van veerkracht

#### *Doel*

Dit werkpakket heeft tot doel het ontwikkelen van samenhangende maatregelen ter vergroting van de veerkracht van de samenleving in Reimerswaal en omgeving. Dit werkpakket vertrekt vanuit de resultaten van werkpakket 2, waarin de cascade-effecten in de vitale infrastructuur (Circle) en impact op andere systemen zijn geanalyseerd (4+1). Onderscheid wordt gemaakt tussen pro-actieve maatregelen en maatregelen gericht op respons en herstel. Met de kennis en inzichten die worden verkregen in dit werkpakket, wordt de onderstaande deelvraag beantwoord.

#### *Deelvraag 3*

Welke set van kansrijke pro-actieve en reactieve (respons en herstel) maatregelen kunnen samenhangend worden ontwikkeld om de veerkracht van de samenleving ten aanzien van bovengenoemde cascade-effecten te vergroten?

#### *Aanpak*

Per type maatregel (pro-actie, respons en herstel) wordt een team geformeerd van consortiumpartners, docent-onderzoekers en studenten die aan de slag gaan met het ontwikkelen van maatregelen voor het gebied Reimerswaal in relatie tot de resultaten uit werkpakket 2. Maatregelen worden ontwikkeld vanuit een resilience aanpak, door optimaal gebruik te maken van de aanwezige capaciteiten in de samenleving. De teams maken hierbij onder meer gebruik van eerder vastgelegde handelingsopties uit het 4+1 model, maatregelen voor het bevorderen van robuustheid en redundantie van vitale infrastructuur, zoals geïnventariseerd in werkpakket 1 en andere reeds bekende maatregelen. Deze maatregelen (handelingsopties) worden in het 4+1 model gemodelleerd aan de hand van de expertise management ontologie op basis van de casus Reimerswaal. Door een koppeling met de impact op doelen ontstaat op basis van de casus Reimerswaal een geïntegreerd resilience aanpak, waarmee de effecten van handelingsopties op veerkracht inzichtelijk kan worden gemaakt. Mogelijke maatregelen voor pro-actie, respons en herstel worden samengebracht in een handboek voor het omgaan met cascade-effecten als gevolg van uitval van vitale infrastructuur door een overstroming.

#### *Analysetechnieken*

- Ontwikkeling maatregelen voor pro-actie, respons en herstel op basis resilience aanpak
- Modelleren en convergentie maatregelen tot integrale resilience aanpak

#### *Activiteiten*

1. Documentenanalyse maatregelen (OZG + studenten)
2. Ontwikkeling maatregelen voor pro-actie, respons en herstel door middel van separate teams van partners, docent-onderzoekers en studenten)
3. Validatiesessies met consortium en netwerkpartners voor validatie van de ontwikkelde maatregelen.
4. Samenbrengen bovenstaande maatregelen in geïntegreerde resilience aanpak

#### *Opbrengsten:*

Integrale resilience aanpak op basis casus Reimerswaal, gebaseerd op samenhangende maatregelen in handboek voor het omgaan met cascade-effecten als gevolg van uitval van vitale infrastructuur door een overstroming.



### 5.4.3 Testfase (01-08-2018 t/m 31-01-2019)

#### Werkpakket 4 Simulatie van maatregelen en pilot voor evaluatie

##### *Doel*

Doel van dit werkpakket is om de set van maatregelen zoals voortkomend uit werkpakket 3 implementatie gereed te maken en de effectiviteit hiervan te testen aan de hand van een pilot binnen de organisaties uit het werkveld. Het gaat hierbij zowel om de effectiviteit van de maatregelen als om het realiseren van een duurzame experimenteer-, leer- en-werk-omgeving voor een integrale resilience aanpak. Met de leerervaringen en inzichten die worden verkregen in dit werkpakket, kan antwoord worden gegeven op de volgende deelvraag:

##### *Deelvraag 4*

Wat is het effect van de samenhangende set maatregelen voor het beperken van cascade-effecten als gevolg van een overstroming op de veerkracht van de provincie Zeeland?

##### *Aanpak*

Op basis van de geïntegreerde resilience aanpak wordt een experimenteer-, -leer- en werkomgeving ontwikkeld. In samenwerking tussen onderzoekers van de HZ Delta Academy, HZ ICT en Deltares wordt deze omgeving ontwikkeld tot een online portal. Deze portal vormt een online omgeving waarin diverse scenario's (zoet en zout) zijn toe te passen. Op basis van simulaties worden vervolgens effecten van maatregelen getest. Via deze portal en achterliggende data en modellen wordt een pilot uitgevoerd binnen de Veiligheidsregio Zeeland, Rijkswaterstaat Zee en Delta, Waterschap Scheldestromen, Provincie Zeeland en gemeente Reimerswaal. Deze pilot wordt ingericht als een iteratief proces, waarbij de experimenteer-leer-werkomgeving in diverse sessies wordt getest en doorontwikkeld op basis van behoeften uit het werkveld.

##### *Analysetechnieken*

- Workshop in ID-Lab Deltares voor het testen effectiviteit van maatregelen voor pro-actie, respons en herstel door middel van simulatie
- Meten effectiviteit maatregelen in relatie tot mate van veerkracht samenleving (scorecard)
- Pilot-studie experimenteer-, leer- en werkomgeving op basis integrale resilience aanpak. Diverse sessies (iteratief proces voor verbetering) met studenten en werkveld op basis van online portal

##### *Activiteiten*

1. Workshop ID-lab Deltares voor het testen van effectiviteit maatregelen
2. Ontwikkeling experimenteer-, leer- en-werkomgeving
3. Ontwikkeling online portal
4. Aanbevelingen voor implementatie integrale resilience aanpak.

##### *Opbrengsten:*

Ontwikkeling van een experimenteer-leer-en-werkomgeving voor een integrale resilience aanpak. Deze omgeving wordt toegankelijk gemaakt via een online portal. Advies over hoe de betrokken partijen in samenhang verder invulling kunnen geven aan het vraagstuk.

### 5.5 Werkpakket 5 Communicatie en disseminatie (plan van doorwerking)

##### *Doel*

Dit werkpakket heeft tot doel de resultaten van het project verder in te bedden, te verspreiden en bekendheid aan te geven, zodat de resultaten zowel door het onderwijs, de onderzoekspraktijk aan HZ als in de beroepspraktijk verder opgepakt kunnen worden. Het betreft activiteiten die nu én na afloop

worden voorzien. Bij de tussenrapportage worden de implementatie- en communicatieactiviteiten beschreven. Het projectmanagement en de monitoring en evaluatie, staan in hoofdstuk 6 beschreven.

### *Aanpak*

Voor het werkpakket communicatie en disseminatie is voorshands een plan van doorwerking opgesteld dat gedurende de uitvoering van het project wordt uitgevoerd. Voornoemde doorwerking is een structureel proces dat wordt geborgd door de samenwerking in projectteams en door borging van (tussentijdse) resultaten in de beroepspraktijk, beroepsonderwijs en onderzoekspraktijk. De volgende activiteiten zijn voorzien:

### *Beroepsonderwijs*

1. Resultaten inbedden in opleidingen Delta Academy en ICT door de ontwikkeling van nieuwe casus, syllabi, opdrachten onderzoeksminor en afstudeerstages.
2. Innovatie van vakken binnen de opleidingen water management en civiele techniek.
3. Inzet van diverse communicatiemiddelen zoals website, social media en delta expertise site.
4. Gebruik van de portal en resultaten van het onderzoek in de delta expertise site, met gebruik van guided tours en een handboek resilience waarvan een integrale resilience aanpak deel uit maakt.
5. Het organiseren van expertmeetings en netwerkbijeenkomsten voor disseminatie van resultaten buiten het consortium en netwerkontwikkeling.

### *Onderzoekspraktijk*

1. Presenteren van de geïntegreerde resilience aanpak bij partners in het werkveld.
2. Versterking van (mogelijkheden tot) vervolgonderzoek aan de Delta Academy door de toegenomen meerwaarde van het 4 + 1 model van HZ voor de beroepspraktijk.
3. Een verdere positionering van HZ als kennisinstelling op het gebied van resilience met landelijke doorwerking naar andere (veiligheids)regio's.
4. Publiceren over integrale resilience aanpak in relatie tot klimaatadaptatie, vitale infrastructuur en uitvoering meerlaagsveiligheid in vakbladen zoals Tijdschrift voor Water Governance en Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing.
5. Wetenschappelijke publicaties.
6. Adviseren van consortiumpartners bij het in gebruik nemen van de experimenteer-leer-en-werkomgeving in de stresstest klimaatadaptatie.
7. Versterking van samenwerking met Deltares op het gebied van vitale infrastructuur, waterveiligheid en klimaatadaptatie.
8. Versterking van de samenwerking met De Haagse Hogeschool op het gebied van waterveiligheidsverstoringen in vitale sectoren als gevolg van cybercrime.

### *Beroepspraktijk*

1. Versterking van de handelingsbekwaamheid van 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> laags professionals door nieuwe resiliencemaatregelen voor pro-actie, respons en herstel.
2. Inbedding van resultaten in de regionale afstemming over de stresstest klimaatadaptatie.
3. Implementatie in de werkprocessen van de betrokken consortiumpartners in relatie tot vraagstukken over klimaatadaptatie, ontwikkeling nieuwe omgevingsvisie, nieuwe rampenbestrijdingsplannen.
4. Gebruik van de portal en resultaten van het onderzoek in de delta expertise site, met gebruik van guided tours en een handboek resilience waarvan een integrale resilience aanpak deel uit maakt.
5. Verkennen afspraken over voortzetting onderzoek en samenwerking op basis van vraagarticulatie vanuit het netwerk.
6. Netwerkontwikkeling voor nieuwe projecten, stages, innovaties en kenniscirculatie.

## 5.6 Werkpakket 6 Projectmanagement

Nadat een positieve beschikking tot subsidieverlening is afgegeven door het NRPO SIA, wordt door de stuurgroep een startbijeenkomst belegd. In die bijeenkomst wordt de projectorganisatie verder geoperationaliseerd en worden taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden aan de betrokken consortiumpartners en personen gekoppeld. In deze bijeenkomst worden ook afspraken gemaakt over de wijze waarop alle partners hun activiteiten moeten verantwoorden. Er wordt een centrale projectadministratie ingericht waarbij een procedure wordt beschreven voor de 'routing' en wijze van verantwoorden (voornamelijk uren en de oplevering en deling van producten).

Managementinformatie wordt in het project verzameld en aangeleverd door het projectbureau dat informatie van de afzonderlijke werkgroepen consolideert tot bruikbare (sturings)informatie. Het projectbureau bereidt tevens vergaderingen en meetings voor, verstuurt correspondentie, schrijft (deels) rapportages, onderhoudt contacten met NRPO-SIA et cetera. In het project worden de voortgangsrapportages met het navolgende ritme opgeleverd:

- Halfjaarlijkse managementrapportages (d.d.: 08-2017 / 02-2018 / 08-2018 / 02-2019).
- Jaarrapportage (d.d.: 02-2018).
- Eindrapportage (d.d.: 02-2019).

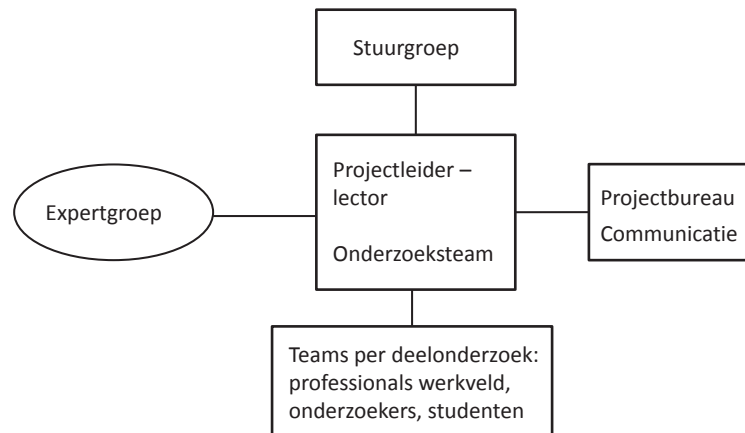
Het projectbureau wordt gemiddeld één dag per periode ingezet om de verantwoording van het project mogelijk te maken. Er wordt hierbij gerekend met 10 effectieve perioden per jaar. De consortiumpartners koppelen hun ervaringen, bevindingen en opbrengsten ten aanzien van de deelprojecten via deelname aan de projectteams terug aan de projectleider. Deze informeert de stuurgroep die halfjaarlijks vergadert over de voortgang. Voor ieder stuurgroepvergadering stelt het projectbureau een projectrapportage met inhoudelijke- en financiële managementinformatie op. Indien noodzakelijk kan de stuurgroep besluiten om de samenwerking binnen het project – al dan niet op onderdelen – aan te passen. De begroting van personele inzet voor het onderzoek is onderstaand opgenomen.

Personele inzet project	Onderzoek - projectfasen				Totaal onderzoek	Communicatie P4	Management (M1 + M2)	Totaal			
	P1	P2	D1	P3				Uren	Dagen	fte	fte/jaar
HZ University of Applied Sciences	598	950	946	650	3144	472	393	4009	501	2,43	1,21
Veiligheidsregio Zeeland	40	120	120	36	316	40	28	384	48	0,23	0,12
Gemeente Reimerswaal	40	120	120	36	316	40	28	384	48	0,23	0,12
Provincie Zeeland	40	120	120	36	316	40	28	384	48	0,23	0,12
Rijkswaterstaat Zee en Delta	40	120	120	36	316	40	28	384	48	0,23	0,12
Waterschap Scheldestromen	40	120	120	36	316	40	28	384	48	0,23	0,12
GGD Zeeland	20	60	60	16	156	20	16	192	24	0,12	0,06
Deltares	40	160	120	40	360	40	28	428	54	0,26	0,13
<b>Totaal in uren</b>	<b>858</b>	<b>1770</b>	<b>1726</b>	<b>886</b>	<b>5240</b>	<b>732</b>	<b>577</b>	<b>6549</b>			
<b>Totaal in dagen</b>	107	221	216	111	655	92	72		<b>819</b>		
<b>Totaal in fte</b>	0,52	1,07	1,05	0,54	3,18	0,44	0,35			<b>3,97</b>	
<b>Totaal in fte per jaar</b>	0,26	0,54	0,52	0,27	1,59	0,22	0,17				<b>1,98</b>

## 6 Projectorganisatie en management

### 6.1 Projectmanagement is professioneel vormgegeven

In onderstaande figuur staat de organisatiestructuur weergegeven.



De stuurgroep vertegenwoordigt het ‘bestuurlijk niveau’ en stuurt op het behalen van de doelstellingen en resultaten. De stuurgroep stuurt niet op activiteitsniveau. De stuurgroep bestaat uit een afvaardiging van de verschillende partijen (hogeschool, werkveld, kennisinstellingen):

- Willem den Ouden, Directeur Delta Academy, HZ University of Applied Sciences
- Gerrie Ruijs, Algemeen Directeur, Veiligheidsregio Zeeland
- Johan Gideonse, Hoofd Afdeling Ruimtelijke en Economische Ontwikkeling, Gemeente Reimerswaal
- Joris Geurts van Kessel, Hoofd Netwerkontwikkeling en Visie, Rijkswaterstaat Zee en Delta

#### **Projectleider**

Jean-Marie Buijs is de hoofdonderzoeker en projectleider. Hij heeft de dagelijkse leiding en coördineert de uitvoering van het project. Lector Dick Fundter is inhoudelijk (eind)verantwoordelijk voor het onderzoek en leidt het onderzoek samen met de projectleider. Zij worden ondersteund door het HZ projectbureau (zie 5.4). De belangrijkste taken van de projectleider zijn:

- het realiseren van de projectdoelstellingen;
- het oplossen van knelpunten / problemen die eindresultaten in de weg staan;
- de voortgangsbewaking van het project;
- het aansturen van teams;
- het (laten) zorgen voor een adequate administratieve organisatie en het tijdig voldoen aan alle rapportageverplichtingen.

#### **Onderzoeksteam**

Het centrale onderzoeksteam bestaat uit:

- Dick Fundter – lector Waterveiligheid en ruimtegebruik
- Hans de Bruin – lector ICT
- Jean-Marie Buijs – senior onderzoeker-docent Waterveiligheid en ruimtegebruik
- Micheline Hounjet - senior advisor (Leader Critical Infrastructures Team)

Per deelonderzoek wordt een team geformeerd van professionals, onderzoekers van de HZ en Deltares, docent-onderzoekers en studenten, dat samen met onderzoekers uit het onderzoeksteam het betreffende deelonderzoek uitvoert. Onderstaand is de inzet van de onderzoekers per werkpakket schematisch weergegeven.

## Bemensing vakkennis en ervaring inclusief deelname werkpakket

Naam	Functie	Vakkennis en werkervaring	Wp 1	Wp 2	Wp 3	Wp 4	Pm	Wp 5 DW bp	Wp 5 DW ond
D.Q.P. Fundter	Lector Waterveiligheid en ruimtegebruik	Crisisbeheersing o.a. voor Defensie, BZK; lid diverse landelijke expertgroepen resiliëncie	x	x	x	x	x	x	x
Dr. ir. H. de Bruin	Lector ICT	ICT, man-machine interactie, systeemdenken, expertisemanagement		x					
Drs. J.M. Buijs	Senior onderzoeker waterveiligheid tevens docent Delta Management	Resiliëncie, governance, bestuurskunde, meerlaagsveiligheid, action research, complexe systemen	x	x	x	x	x	x	x
Ir. L. Papenborg	Docent watermanagement, tevens begeleider onderzoekminor studenten Delta Academy	Stedenbouwkundige, integraal watermanagement, GIS toepassingen			x	x			x
Ir. M. Beckers	Docent-onderzoeker tevens beoogd lector Data Science	ICT, data mining, text mining	x			x			x
Ir. L. Geerling	Docent-onderzoeker Delta Management (Safety, Ecology Space)	Stakeholderparticipatie, integrale en duurzame gebiedsontwikkeling			x	x			x
Ir. M. Hounjet	senior advisor (Leader Critical Infrastructures Team)	Serious gaming, information tools and visualization techniques for crisis management, critical infrastructures		x		x	x		
Drs. G. Kooistra	Docent onderzoeker Market and Means Delta Management	Economische (gebieds-)ontwikkeling, sociale innovatie, transitie management			x	x			x
Consortium- en netwerkpartners			x	x	x	x	X	x	

### Toelichting

Werkpakket 1: Analyse van vitale sectoren

Werkpakket 2: Analyse van cascade effecten door een overstroming in Reimerswaal

Werkpakket 3: Ontwikkeling van samenhangende maatregelen ter vergroting van veerkracht

Werkpakket 4 Simulatie van maatregelen en testen pilot

Werkpakket 5 DW – beroepspraktijk (bp): Communicatie en disseminatie (plan van doorwerking)

Werkpakket 5 DW – onderwijs (ond): Communicatie en disseminatie (plan van doorwerking)

Werkpakket 6 Projectmanagement doorlopend.

NB: Van de consortium- en netwerkpartners wordt alleen door de leden stuurgroep deelgenomen.

### 6.2 Projectplanning

In de bijgevoegde begroting en het bijgevoegde milestoneplan (bijlage 2) staan alle activiteiten benoemd en welke organisaties bij welke activiteit zijn betrokken. In de RAAK-begroting staan tevens de belangrijkste te betrekken medewerkers vermeld. In onderstaande figuur is de planning voor het onderzoek opgenomen. Projectmanagement- en evaluatieactiviteiten worden gedurende het gehele

project uitgevoerd. Communicatie activiteiten worden in het eerste projectjaar gestart. Het zwaartepunt van de implementatie- en communicatieactiviteiten ligt in het tweede projectjaar.

2017												2018												19	Nr.	Principles / Milestones	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1				
■															M1	Als de projectorganisatie is ingericht (projectmanagement)											
■																			P1	Als analyse van vitale sectoren is uitgevoerd (projectfase I)							
												■							P2	Als de case study Reimersswaal is afgerond (projectfase II)							
												■													D1	Als maatregelen zijn ontwikkeld (projectfase III)	
																								■		P3	Als maatregelen zijn getest (projectfase IV)
												■		■						■					P4	Als communicatie en disseminatieactiviteiten zijn uitgevoerd	
■												■													M2	Als het projectdossier is afgerond en evaluatie heeft plaatsgevonden	

### 6.3 Projectadministratie

Het HZ-projectbureau werkt de administratiecriteria en procedures en de rapportagecriteria nog nader uit, mede aan de hand van de te ontvangen subsidiebeschikking, en legt deze vast in een projectspecifieke AO/IC (administratieve organisatie en maatregelen voor interne controle). Vanuit eerdere RAAK-projecten is hier ruimschoots ervaring mee. Er worden in ieder geval aparte projectspecifieke kostenposten aangemaakt en een (integrale) urenregistratie gevoerd. Het project wordt per half jaar financieel gemonitord. De activiteiten in het projectvoorstel en daarbij opgegeven planning vormen hiervoor de basis: uitgevoerde taken, voortgang conform planning, realisatie versus begroting, e.d.. De projectleider legt hierover verantwoording af aan de Academiedirecteur en de stuurgroep.

### 6.4 Gebruik bestaande structuren

Het HZ-projectbureau ondersteunt het project en neemt zowel voortgangsbewaking als projectadministratie voor haar rekening. Ook de evaluaties horen tot de werkzaamheden van dit bureau. Het HZ-projectbureau heeft ervaring met de ondersteuning van projecten, het was en is eerder ook betrokken bij andere/lopende RAAK projecten. Er wordt daarnaast gebruik gemaakt van de beschikbare secretariële, administratieve en financiële systemen van HZ en van de Delta Expertise Site.

Binnen de Delta Academy wordt onderzoek als onderdeel van het onderwijs mede geborgd doordat studenten minimaal 6 maanden voltijds participeren in een onderzoeksgroep van de Delta Academy. Dit beleid is eerder ingezet met diverse RAAK en andere projecten en heeft inmiddels zijn vruchten afgeworpen. Jaarlijks wordt in dit project een inzet van minimaal 10 studenten voorzien in stage en afstuderen (2), onderzoeksminor (4) en lectorenopdrachten (4). Tot slot wordt gebruik gemaakt van bestaande communicatiekanalen en middelen van alle consortiumpartners en deelnemers.

### 6.5 Monitoring en evaluatie

De monitoring en evaluatieactiviteiten in dit RAAK PRO project:

1. Inhoudelijke evaluatie vindt plaats in het onderzoek, zie hoofdstuk 4.
2. Interne monitoring via HZ Kwaliteitszorgstelsel Onderzoek en monitoring door de projectleiding (resultaten, financiën).
3. Evaluatie verbonden aan het RAAK-programma: nulmeting, tussenmeting en eindmeting. Daarnaast deelname aan SIA reflectiebijeenkomsten en eventueel werkbezoeken van de Auditcommissie.
4. Interne evaluatie met alle betrokkenen, i.c. alle betrokkenen uit het werkveld, onderzoekers, docenten, studenten (samenwerking, proces, bereik).

Ad. 2

Binnen de Balanced Score Card Onderzoek, die deel uit maakt van het jaarverslag van de lectoraten, worden de volgende indicatoren op projectniveau bepaald: Samenwerkingsverbanden\*, Betekenis voor onderwijs en scholing\*, Kennisontwikkeling binnen onderzoekdomein\*, Valorisatie naar beroepspraktijk & maatschappij\*, Onderzoeksportfolio, Management van middelen\*, Management van projectmedewerkers, Management van kwaliteit van processen\*.

*De met \* aangemerkte indicatoren komen tevens terug in de evaluatie verbonden aan het RAAK project.*

Ad. 4

Deze toetsing/afstemming vindt plaats in de projectmeetings. In eerdere RAAK projecten van de Delta Academy is gebleken dat het mondeling bevragen naar feedback aan de partners tijdens bijeenkomsten waar de (tussen)resultaten werden gepresenteerd succesvol is. In lijn met het BKO is een protocol ontwikkeld om deze feedback meer formeel te kunnen vastleggen en zo nodig verbeterpunten voor te stellen. Mogelijke indicatoren kunnen zijn tevredenheid betrokkenen, aantal meetings en professionals present, aantal publicaties, groei netwerk, aantal knelpunten, e.d..

### 6.6 SWOT-analyse en maatregelen

<p><b>Sterktes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Netwerk: alle organisaties betrokken bij (water)veiligheid in de regio Zeeland zijn betrokken.</li> <li>- Vraagstelling wordt door veel professionals onderschreven, proces van vraagarticulatie is zeer uitgebreid geweest</li> <li>- Veel expertise door koppeling HZ en Deltares, inclusief beschikbare modellen met data</li> <li>- Portal praktisch toepasbare experimenteer-, leer- en werkomgeving</li> <li>- Actueel en innovatief onderzoek</li> <li>- Sterke koppeling met onderwijs Delta Academy</li> </ul>	<p><b>Zwaktes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De veelheid aan interdependenties tussen de vitale sectoren zijn nu niet te overzien en maakt het project mogelijk complexer dan verwacht om (alle) cascade-effecten te kunnen bepalen</li> <li>- Gevoelige informatie die niet wordt vrijgegeven</li> <li>- Zekere afhankelijkheid van kennispartners (Circle model)</li> <li>- Beschikbare projectperiode van 2 jaar vraagt afbakening</li> </ul>
<p><b>Kansen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aansluiting bij ontwikkeling meerlaagsveiligheid</li> <li>- Aansluiting bij regionale ontwikkeling Stresstest Klimaatadaptatie en toepassing resultaten in andere regio's</li> <li>- Aansluiting bij landelijke ontwikkelingen en projecten Veiligheidsberaad</li> <li>- Implementatie van projectresultaten in andere (veiligheids)regio's</li> <li>- Nieuwe samenwerkingen die ontstaan voor innovatie onderwijs en onderzoekpraktijk.</li> </ul>	<p><b>Bedreigingen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medewerking burgers en bedrijven nodig voor een aantal maatregelen</li> <li>- Openheid van alle actoren in de regio is vereist</li> <li>- Afhaken actoren in vitale sectoren</li> <li>- Maatregelen zijn te kostbaar om geïmplementeerd te krijgen</li> </ul>

Onderstaand worden de belangrijkste risico's voor een succesvolle uitvoering van het project benoemd, met daarbij de maatregelen om deze risico's te beheersen.

Risico	Beheersmaatregel
Veelheid aan interdependenties	Zwaartepunt onderzoek ligt vanwege complexiteit op case study. Aan de hand van modellering is het mogelijk de complexiteit van interdependenties te reduceren door het (verder) af te bakenen. In de nieuwe onderzoeksopzet is in afstemming met het consortium een afbakening gemaakt van verstoringen en te includeren vitale sectoren.
Medewerking burgers en bedrijven nodig voor een aantal maatregelen	Goede communicatie. Inzet studenten (laagdrempelig). Aanpassen maatregelen opdat er wel medewerking komt. Dit raakt immers de

	<p>effectiviteit van het handelen van de betrokken professionals. De samenwerking met Zeeuwse Huiskamer in de gemeente Reimerswaal biedt mogelijkheid om direct in contact te komen met veelal kwetsbare burgers.</p>
<p>Openheid van alle actoren in de regio is vereist</p>	<p>Commitment is op voorhand al gegeven door veel actoren. Goede monitoring op nakomen afspraken, vroege signalering. Waar nodig vertrouwelijk behandelen specifieke informatie en/of anonimiseren van case-specifieke elementen.</p> <p>Zowel Circle model als 4+1 model vertrekt vanuit expertise en handelingskennis, ondersteunt door open source data. Openstellen van vertrouwelijke data is niet vereist om tot een reële analyse te komen.</p>
<p>Zekere afhankelijkheid van kennispartners (Circle model)</p>	<p>Op voorhand zijn afspraken gemaakt over inzet van de benodigde kennis, expertise en ondersteuning voor toepassing van het Circle model. Deltares heeft zich aan het onderzoek gecommitteerd op basis van verdere kennisontwikkeling. Goede monitoring op nakomen afspraken, vroege signalering.</p>
<p>Planningsproblemen of vertraging</p>	<p>Het opgestelde Milestoneplan en gebruik kwaliteitssystemen geeft de projectleiding de mogelijkheid om afwijkingen snel te signaleren en tijdig maatregelen te treffen.</p>



## Referenties

- Addae, Hebbink, Hamelinck, 2015:4. Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing, themanummer Herijking Vitale Infrastructuur, 2015:3 pp. 4-6
- Bruin, H. (2014). Expertise Management Methodologie  
[http://195.93.238.49/hzportfolio/index.php/LC\\_00023](http://195.93.238.49/hzportfolio/index.php/LC_00023)
- Buuren, van, A., Ellen, G.J. (2013). Multilevel governance voor meerlaagsveiligheid: met maatwerk meters  
maken. Rotterdam/Utrecht: Erasmus Universiteit Rotterdam / Deltares
- Checkland P., Poulter J. (2010). Soft systems methodology. In M. Reynolds & S. Holwell (Eds.), *Systems approaches to managing change: A practical guide* (pp. 191-242). New York, NY: Springer
- Cutter, S.L. (2014) *Assessing Community Resilience: What Matters and Where do you Start?* Building Resilience Workshop V March 12-14, 2014 New Orleans.
- Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2015. Synthesedocument Ruimtelijke Adaptatie
- Eeten, M. van, Nieuwenhuis, A., Luijff, E., Klaver, M., Cruz, E., 2011. The state and the threat of cascading failure across critical infrastructures: the implications of empirical evidence from media incident reports. *Public Administration* 89(2), 381–400, June 2011
- Eidsvig, U., Tagg, A. (2015): SOTA of Modelling and Simulation Approaches, used currently to assess CI vulnerability, INTACT Deliverable D4.1, project co-funded by the European Commission under the 7th Frame-work Programme, Wallingford
- Fundter D.Q.P., Buijs J-M, DeSerrano E., Heijen A., Kuzmin J., Matthijse M., Lam N., Papenborg J., Reams M., Van Zunderd P. (2015). *Resilient Deltas. Eindrapport*. Delta Academy, Vlissingen
- Fundter, D., De Seranno, E., De Bruin, H., & Schippers-Vastrick, E. (2013). *Werkboek 'Co-regisseren' in een zelfredzame gemeenschap*. Vlissingen: HZ University of Applied Sciences.
- Heilemann, K., Elise Balmand, Serge Lhomme, Karin de Bruijn, Linmei Nie, Damien Serre 2014 Identification and analysis of most vulnerable infrastructure in respect to floods. FloodProBE Consortium
- Hounjet, M.W.A., Kieftenburg, A., Altamirano, M. (2015) *Learning from Flood Events on Critical Infrastructure: Relations and Consequences for Life and Environment (Circle)*, ICE Coastal Management 2015
- Klaver, M., Verheesen, Luijff, E.; Vitale Infrastructuur Intersectorale afhankelijkheden: buitenlandse methoden en mogelijke toepasbaarheid in Nederland. TNO, in opdracht van Ministerie van VenJ/WODC, afdeling Extern Wetenschappelijke Betrekkingen)
- Klaver, M. en Luijff, E. Afhankelijkheden en keteneffecten. Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing, themanummer Herijking Vitale Infrastructuur, 2015:3 pp. 22-23
- Koch, M. Bescherming vitale infrastructuur in Duitsland - quo vadis? Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing, themanummer Herijking Vitale Infrastructuur, 2015:3 pp. 30-31
- Koetse M., R. Brouwer, 2013, Waardering van maatregelen en effecten peilstijging IJsselmeergebied, Amsterdam Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM)
- Koeze, R. en Drimmelen, C. van (red.) (2012). *De Waterbestendige Stad; Meerlaagsveiligheidsbenadering toegepast op de regio Amsterdam*.
- Kuzmin, J. (2014) *Secondary consequences of flooding in Reimerswaal. An analysis of critical infrastructure vulnerability to flooding and potential cascading effects*. Bachelor Thesis Water Management. Vlissingen: HZ University of Applied Sciences.
- Linck, R. et al. (2015) Projectplan Continuïteit van de Samenleving, In opdracht van Veiligheidsberaad en Ministerie van V&J. Definitieve versie 1 juni 2015.
- Linden, van der, L. Franssen, R. Stone, K., Bruijn, de, K. (2011, laatst herzien april 2016). *Deltafact: Borging Vitale Infrastructuur bij Overstroming*.  
[http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/deltafact/Borging\\_vitale\\_infrastructuur\\_bij\\_overstroming.aspx?pld=17](http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/deltafact/Borging_vitale_infrastructuur_bij_overstroming.aspx?pld=17) g vitale infrastructuur bij overstroming
- Luijff, H.A.M.; Nieuwenhuis, Albert H.; Klaver, Marieke H.; Van Eeten, M.J.; Cruz, Edite, 2010. Empirical findings on European critical infrastructure dependencies. *Int. J. of System of Systems Engineering*, 2(1):3–18.
- Lumbroso, D. Stone, K. Vinet, F. An assessment of flood emergency plans in England and Wales, France and the Netherlands. *Natural Hazards*, 2011, 58(1), Page 341-363

- Luyendijk, E., Booltink, M., Visser, W., Kruijning, M. van, Brujn, E. de, Tromp, E. en Asselman N. (2010). Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten. Utrecht: Provincie Utrecht.
- Ministerie van Veiligheid en Justitie (2010). Hulpmiddel uitgebracht voor zelfanalyse en vervolgactie continuïteit ICT en elektriciteit. Den Haag: Ministerie VenJ, Directoraat-Generaal Veiligheid
- Must en Witteveen + Bos (2013) Waterbestendige Westpoort: Pilotstudie vitaal en kwetsbare functies in de haven van Amsterdam. In opdracht van Ministerie I&M Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, juli 2013. Amsterdam.
- NICC (2010). Weerbaarheid van de sector keren en beheren oppervlaktewater tegen uitval van elektriciteit en telecommunicatie. In opdracht van de ministeries van Veiligheid en Justitie/DG Veiligheid en Economische Zaken, Landbouw en Innovatie/DG Energie en Telecom.
- Nillesen A., 2014, Improving the allocation of flood-risk interventions from a spatial quality perspective, *Journal of Landscape Architecture*, 9:1, 20-31
- Ouyang, M. (2014). *Review on modeling and simulation of interdependent critical infrastructure systems*, *Reliability Engineering and System Safety* 121 (2014) 43–60.
- PBL. 2015. Aanpassen aan klimaatverandering – Kwetsbaarheden zien, kansen grijpen. PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), met medewerking van Kennis voor Klimaat en KNMI. Den Haag, 2015. ISBN: 978-94-91506-90-1, PBL-publicatienummer: 1454
- Raadgever, G.T., Booister, N., Hegger, D.L.T. (2016). Waterveiligheid vanuit internationaal perspectief. *Waterhuishouding & Waterbouw*, 2016(4), 99-100
- Rome, E., Voss, N., Connelly, A., Carter, J.G., Handley, J.F., 2015. Urban Critical Infrastructure Systems (State of the art report 1, The Resin Project). <http://www.resincities.eu/resources/sota/urbanci/>
- Runhaar, H. Gilissen, H.K., Uittenbroek, C., Mees, H., Rijswick, van M. Gerretsen, A. (2014) Publieke en private verantwoordelijkheden voor klimaatadaptatie Een juridisch-bestuurlijke analyse en eerste beoordeling. Universiteit Utrecht, in opdracht van Kennis voor Klimaat.
- TNO, 2014. TNO-rapport 2014, R11698. Meetmethoden Weerbaarheid. Duijnhoven, Boonstra, van de Lindt, Trijssenaar, Kerstholt, Wijnmalen, van Berlo. WODC, Extern Wetenschappelijke Betrekkingen, Ministerie van Veiligheid en Justitie 2014
- Veiligheidsregio Zeeland (VRZ) (2015). Regionaal Risicoprofiel 2015-2018. Middelburg: Veiligheidsregio Zeeland, Afdeling Crisisbeheersing
- Verweel, J. (2016). General system analysis of the Niger Delta region. Afstudiescriptie Delta Management. HZ University of Applied Sciences.
- Vogel, Ruben, Eric Luijff, Nienke Maas, Gerard Dijkema & Annemarie Zielstra (2014), *Klimaatadaptatie en energie-infrastructuur. Actualisatie van de risico's en kansen door klimaatverandering op de Nederlandse energie-infrastructuur*. Den Haag: TNO, rapport 2014 R11294.
- Zeeland Veilig (2014). <http://www.zeelandveilig.nl/actueel/veiligheidsregio-tekent-covenant-22-07-2014>
- Zwan, van der, E., Spit, M. De internationale stand van zaken in de bescherming van vitale infrastructuur. *Magazine Nationale Veiligheid en Crisisbeheersing*, themanummer Herijking Vitale Infrastructuur, 2015:3 pp. 32-33