

# Analyse waterrobuuste inrichting

## Voor nieuwbouw en vitale & kwetsbare functies

### Rapportage



december 2012  
Definitief

Foto voorpagina:

Verhoogd elektriciteitshuisje aan de Thornsestraat, Ooijpolder. Dit elektriciteitshuisje dateert van voor de tweede wereldoorlog en is waarschijnlijk verhoogd aangelegd als reactie op de gevolgen van de grootschalige overstroming in januari 1926.

# Analyse waterrobuuste inrichting

## Voor nieuwbouw en vitale & kwetsbare functies

## Rapportage

opdrachtgever **Ministerie van Infrastructuur en Milieu**  
dossier **BB2190**  
registratienummer **LW-AF20121292/WNR**  
versie **2.1**  
classificatie **Klant vertrouwelijk**

© DHV B.V. Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.  
Het kwaliteitssysteem van DHV B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001.



# Managementsamenvatting

## Inleiding

Deze rapportage is het resultaat van een verkenning met deskundigen uit de vitale sectoren (o.a. elektriciteitsvoorziening, drinkwatervoorziening, etc.). Het rapport biedt inzicht in de mogelijke ruimtelijke maatregelen voor een optimale waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies in relatie tot de bescherming tegen een overstroming.

Doel is om via een drietal ontwerpschetsen van waterrobuuste inrichting en een tabel van mogelijke maatregelen een inspirerend handelingsperspectief te bieden aan verschillende doelgroepen die te maken hebben met investeringen in nieuwbouw van vitale en kwetsbare functies.

De verkenning is uitgevoerd in opdracht van het Deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (DPNH), op basis van werksessies met vertegenwoordigers van de verschillende vitale sectoren, stedenbouwkundigen en betrokken partijen uit de regio. .

## Context en afbakening

DPNH wil op basis van dit rapport een gesprek aangaan met sectoren en betrokken partijen over de opgave, de te nemen maatregelen en welke instrumenten hierbij nodig zijn. Zowel de resultaten van deze verkenning als de vervolgstappen zijn input voor de beleidsstrategie van DPNH en de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie in 2014.

Het begrip nieuwbouwlocaties is in het kader van dit onderzoek breed opgevat: het gaat om gebieden waar een (voorgenomen) investeringsbeslissing is genomen, zoals nieuwe uitleggebieden, binnenstedelijke transformatiegebieden en om herstructureringsgebieden.

De analyse van een waterrobuuste inrichting richt zich in deze verkenning op het schaalniveau van wijk en straat/gebouw. Het betreft primair de functies die essentieel zijn om een wijk of gebouw waterrobuust in te richten (locatiekeuze, ruimtelijke inrichting en bouwwijzen). In de analyse is rekening gehouden met de ketenafhankelijkheid van de vitale sectoren, omdat een effectief waterrobuust ontwerp begint met de bescherming van de zwakste schakel.

## Conclusies

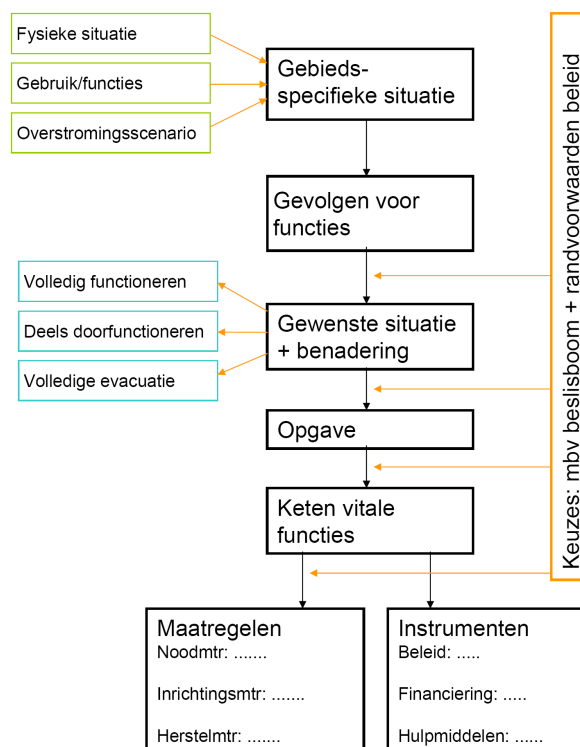
### *Gebiedsgericht maatwerk*

Uit de verkenning is gebleken dat waterrobuust ontwerpen en inrichten altijd om gebiedsgericht maatwerk vraagt. Hierbij bepalen verschillende gebiedskenmerken en afwegingscriteria welk maatregelenpakket voor dat gebied het meest (kosten)effectief is. In een integraal ingerichte waterrobuuste wijk is functioneren mogelijk tot het overstromingsniveau waarop het is ontworpen.

### Afwegingsproces

Zo'n gebiedsgerichte uitwerking verloopt volgens een bepaald afwegingsproces (zie schema hiernaast). Belangrijke factoren in de afweging van de te kiezen benadering voor een gebied zijn de fysieke situatie, de aanwezige of te realiseren functies en de overstromingsscenario's. In deze afweging is de ketenafhankelijkheid zeer relevant; een effectief ontwerp begint met de bescherming van de zwakste schakel.

Het waterrobuust inrichten van gebieden is een kwestie van de lange termijn en alleen te realiseren door structureel en overwogen kansen te benutten in nieuwbouw- en herstructureringsprojecten. Deze verkenning toont aan dat deze kansen voorhanden zijn.



### Ketenafhankelijkheid

Voor de netwerken van alle nutsvoorzieningen geldt dat het zo sterk is als de zwakste schakel. Een effectief waterrobuust ontwerp begint met de bescherming van de zwakste schakel. Zie paragraaf 6.1.2 voor nadere conclusies over ketenafhankelijkheid

### No-regret maatregelen

Omdat een waterrobuuste inrichting gebiedsgericht maatwerk vergt is het niet mogelijk om een standaardlijst met no-regret maatregelen op te stellen. Er zijn wel een aantal principes te benoemen waarmee gebiedsspecifiek no-regret maatregelen en prioriteiten bepaald kunnen worden. Zoals het waterbestendig maken van de elektriciteitsvoorziening, omdat alle vitale functies hiervan afhankelijk zijn. Zie paragraaf 6.1.3 voor meer principes om gebiedsspecifiek no-regret maatregelen te bepalen.

### Meekoppelkansen

Als maatregelen ook een ander doel (zoals klimaatbestendigheid, transport, beleving of natuur) dienen is de kans groter dat deze kosteneffectief kunnen worden ingepast in een ontwerp en worden gerealiseerd. Ditzelfde geldt voor de landschappelijke inpasbaarheid en de ruimtelijke kwaliteit van de waterrobuuste maatregelen. Voorbeelden van dergelijke meekoppelkansen zijn:

### Hersteltijd

Een waterrobuuste inrichting maakt sneller herstel van voorzieningen mogelijk na een overstroming. Uit de analyses van de maatregelen is naar voren gekomen dat de beste manier om de hersteltijd te verkorten is om de netwerken van de verschillende functies waterrobuust in te richten. Uit de verkenning zijn geen andere maatregelen voortgekomen om de hersteltijd te verkorten.

### *Drie benaderingen voor drie typen gebieden*

Op basis van de gebiedsspecifieke situatie en de overstromingskarakteristieken kan een perspectief worden bepaald voor het functioneren van een gebied tijdens en ná een overstroming.

<b>Perspectief</b>	<b>Benadering waterrobuuste inrichting</b>	<b>Type gebied</b>
• Serieuze hinder	• Deels doorfunctioneren	• Binnendijks ondiep
• Ontwrichting	• Volledige evacuatie + snel herstel	• Binnendijks diep
• Zelfvoorzienend	• Volledig doorfunctioneren	• Buitendijks

Deze onderdelen worden hieronder uitgewerkt.

### **Gebiedsgerichte uitwerking van de gevolgen van een overstroming**

Tijdens de verkenning is een gebiedsgerichte uitwerking gemaakt van de gevolgen van en een overstroming en de mogelijke maatregelen. De gevolgen van een overstroming verschillen per fase van een overstromingsgebeurtenis. In de analyse en de ontwerpschetsen is rekening gehouden met de volgende drie fasen:

1. De overstroming treedt op;
2. Het gebied staat onder water;
3. De herstelperiode, zodra het water het gebied uit is.

Voor het handelingsperspectief, de planontwikkeling en de afweging van maatregelen in een waterrobuust ontwerp zijn de volgende categorieën maatregelen in beeld gebracht:

1. Noodmaatregelen - die genomen moeten worden in de voorfase van een overstroming, waarin het water al onderweg is vanuit een verderop gelegen breslocatie;
2. Inrichtingsmaatregelen - die integraal onderdeel uitmaken van de waterrobuuste inrichting van de nieuwbouw / herstructureringslocatie;
3. Herstelmaatregelen - die genomen moeten worden om het gebied ná de overstroming, als het water het gebied uit is, zo snel mogelijk weer te laten functioneren.

### **Onderscheid in drie verschillende typen gebieden**

Het grootste deel van de overstromingssituaties wordt gekarakteriseerd door één van deze drie typen gebieden.

#### *A. Binnendijkse gebieden die ondiep (<2m) onder water lopen*

Deze gebieden worden beschermd door dijken (primaire waterkeringen) en kunnen overstromen na een dijkdoorbraak of een overstroming van de dijk. Ondiep betekent dat deze gebieden hooguit 2 meter onder water lopen bij een overstroming.

Bij een overstroming tot een halve meter in een gebied zonder waterrobuuste inrichting kunnen mensen nog in het gebied blijven, maar het normale maatschappelijke leven zal verstoord zijn. Tussen de 50 cm en 2 meter is er geen normaal maatschappelijk functioneren meer mogelijk. Met een waterrobuuste inrichting kunnen mensen in het gebied blijven en kan de schade worden beperkt. Hierdoor kunnen functies snel weer worden opgestart en het maatschappelijk functioneren worden hersteld na een overstroming.

#### *B. Binnendijkse gebieden die diep (> 2m) onder water lopen*

Deze gebieden worden beschermd door dijken (primaire waterkeringen) en kunnen overstromen na een dijkdoorbraak of een overstroming van de dijk. Diep betekent dat deze gebieden meer dan 2 meter onder water lopen bij een overstroming. Dan vallen alle vitale

functies uit en is er een groot levensgevaar. Het maatschappelijk functioneren is totaal ontwricht, de schade is enorm en de hersteltijd ná de overstroming is erg lang.

### C. *Buitendijkse gebieden*

Deze gebieden liggen tussen grote wateren (zee, rivieren, kanalen en grote meren) en primaire waterkeringen, deze gebieden worden dus niet beschermd door een dijk. Hoewel deze gebieden vaak een hoger maaiveld hebben is de kans op een overstroming vaak groter dan in de binnendijkse gebieden, het water zal er echter vaak ook sneller weer weg zijn na een overstroming.

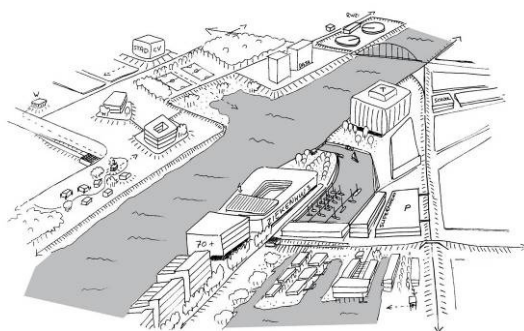
### Handelingsperspectief per gebiedstype

Voor elk van de bovengenoemde typen gebieden is in werksessies met deskundigen uit de vitale sectoren onderzocht wat de mogelijkheden zijn om bij toekomstige investeringen de locatiekeuze, het ontwerp en de inrichting waterrobuust vorm te geven.

Uit de analyses blijkt dat voor elk gebiedstype een aantal algemene karakteristieken voor locatiekeuze, inrichting en de ontwerppogave kunnen worden geformuleerd.

### A. *Binnendijkse gebieden die ondiep (<2m) onder water lopen*

Deze gebieden zouden deels moeten kunnen doorfunctioneren tijdens een overstroming en snel weer volledig moeten kunnen functioneren ná de overstroming.



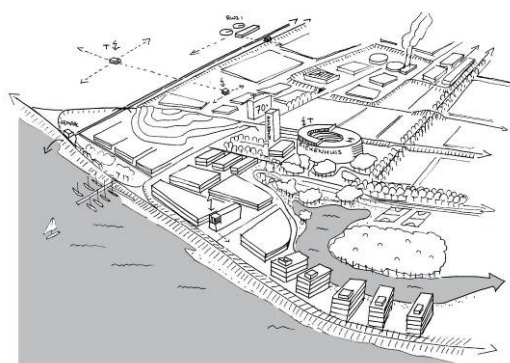
**Locatiekeuze:** geen beperkingen ten aanzien van de locatiekeuze, mits gekozen wordt voor een integrale waterrobuuste inrichting en een waterbestendig ontwerp.

**Inrichting:** leg alle netwerken en objecten van vitale functies en gebouwen zoveel mogelijk boven het overstromingsniveau aan. Zorg voor hooggelegen verbindingen het gebied in (hulpverlening en bevoorrading) en uit (evacuatie). Maak tunnelmonden waterbestendig. Richt hoger gelegen delen in het gebied in als vluchtplaats en sluit deze aan op de hoger gelegen verbindingen, zodat van hieruit kan worden geëvacueerd en/of noodhulp (drinkwater, voedsel, etc.) kan worden verstrekt.

**Ontwerp:** Zorg voor een waterrobuuste stroomvoorziening voor alle vitale functies, door aansluitingen en knooppunten in het elektriciteitsnetwerk hoog te plaatsen. Zorg aanvullend voor noodaggregaten (inclusief brandstof) en straalverbindingen voor telecommunicatie op het dak van hoge gebouwen.

### B. *Binnendijkse gebieden die diep (> 2m) onder water lopen*

Deze gebieden zouden volledig moeten zijn geëvacueerd tijdens de overstroming en snel weer (deels) moeten kunnen functioneren ná de overstroming.



**Locatiekeuze:** Betrek de kosten voor gevolgbeperkende maatregelen en schade in de afweging van de locatiekeuze van grootschalige en kapitaalintensieve ontwikkelingen in diepe gebieden met een overstromingsrisico.



Plaats een zo groot mogelijk deel van de netwerken van vitale functies, zoals elektriciteitscentrales, drinkwaterstations en rampenzenders, buiten de diepe binnendijkse gebieden.

**Inrichting:** Zorg voor goed ontsloten evacuateroutes met een grote capaciteit om in korte tijd veel mensen uit het gebied te kunnen evacueren, voorafgaand aan de overstroming. Zorg ook voor mogelijkheden om verticaal te evacueren binnen het gebied (bv in hoge gebouwen, met waterbestendige voorzieningen zodat groepen mensen daar enkele dagen kunnen verblijven) en voor vervoer over water.

**Ontwerp:** Door de knooppunten in netwerken van vitale functies boven het overstromingsniveau te plaatsen en gebouwen waterbestendig te ontwerpen is sneller herstel mogelijk ná de overstroming. Zorg voor noodvoorzieningen bovenop gebouwen die zijn ingericht voor verticale evacuatie (bv. noodaggregatoren, drinkwaterreservoir en straalverbindingen voor telecommunicatie op hoge gebouwen). Zorg voor uitgangen (bv dakraam) op de hoogste verdieping van woningen om te voorkomen dat mensen opgesloten raken als ze omhoog vluchten voor het water.

### C. *Buitendijkse gebieden*

Deze gebieden zouden volledig moeten kunnen doorfunctioneren tijdens en ná de overstroming.

**Locatiekeuze:** Voor de locatiekeuze van vitale en kwetsbare functies in buitendijkse gebieden is het belangrijk om eerst goed de overstromingskans en locale topografie te bepalen. Naarmate de overstromingskans groter is, is het belangrijker om hoofd- en regionale componenten van de netwerken van vitale functies buiten het buitendijkse gebied te houden.

Vanwege de kwetsbaarheid voor overstromingen en de grote hersteltijd en -kosten is het beter om geen nieuwe gasnetwerken aan te leggen in buitendijkse gebieden, maar bijvoorbeeld te kiezen voor stadsverwarming. Benut hoger gelegen delen in het gebied voor het plaatsen van vitale functies en gebouwen.

**Inrichting:** Omdat buitendijkse gebieden niet zijn beschermd door een dijk moeten de bouw en inrichting zijn aangepast aan de omstandigheden. Zorg daarom voor een waterrobuuste inrichting door alle netwerken van vitale functies en gebouwen zoveel mogelijk boven het overstromingsniveau aan te leggen, door op van nature hogere locaties te bouwen of vooraf op te hogen. Zorg er voor dat transportverbindingen het gebied in en uit ook tijdens een overstroming bruikbaar zijn, over de weg of over het water.

**Ontwerp:** Maak alle netwerken van vitale functies en gebouwen waterbestendig voor zover deze op locaties onder het overstromingsniveau staan. Zorg bijvoorbeeld voor waterrobuuste drinkwatervoorziening door gebruik van niet-gelede leidingen en aanvullend drinkwaterreservoirs op daken van gebouwen. Maak woningen in buitendijkse gebieden met een relatief grote overstromingskans en een grote overstromingsdiepte volledig zelfvoorzienend met eigen energievoorziening, drinkwatertank en vacuümriolering.

### **Aanbevelingen**

Het werken aan een optimale waterrobuuste inrichting begint met inzicht in de gevolgen van een overstroming en inzicht in de mogelijke ruimtelijke maatregelen ter bescherming tegen een overstroming. Om een optimale waterrobuuste inrichting ook daadwerkelijk tot stand te laten komen, worden de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Geef een kader en randvoorwaarden mee aan lagere overheden en gebiedsontwikkelaars en geef daarbij aan wanneer deze van toepassing zijn. Aanbevolen wordt om hiervoor in ieder geval aan te geven voor welke gebieden in Nederland waterrobuust bouwen relevant is en welke eisen het Rijk stelt aan de waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies.

2. Werk de afwegingssystematiek voor waterrobuust bouwen nader uit. Geef invulling aan een beslisboom voor het afwegingsproces en werk een methodiek uit om overstromingsschade mee te nemen in de beslissingen over ruimtelijke investeringen.
3. Breng de gescheiden werelden van ruimtelijke ordening en waterveiligheid nader tot elkaar. Veranker waterveiligheid in integrale afwegingsprocessen in het kader van de ruimtelijke planvorming. Schep duidelijkheid in bevoegdheden en verantwoordelijkheden en leg daarmee een basis voor financieringsafspraken voor waterrobuust bouwen en inrichten in gebieden met een overstromingsrisico.
4. De inzet en expertise van veel verschillende partijen is nodig voor nadere uitwerking en een succesvolle implementatie van een waterrobuuste ontwikkeling bij nieuwbouw en herstructurering. Communicatie is daarom in deze fase cruciaal, hiertoe doen we de volgende aanbevelingen:
  - Ga in overleg met de sectoren;
  - Ga in overleg met veiligheidsregio's;
  - Vergroot bewustwording van bewoners, bedrijven en bestuurders.

# Inhoud

Managementsamenvatting	5
<b>1 Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1 Aanleiding en doel	13
1.2 Toelichting opbouw van dit document	13
<b>2 Inhoudelijke context en afbakening verkenning optimale inrichting</b>	<b>16</b>
<b>3 A - Binnendijkse gebieden met geringe overstromingsdieptes</b>	<b>22</b>
<b>4 B - Binnendijkse gebieden met grote overstromingsdieptes</b>	<b>29</b>
<b>5 C - Buitendijkse gebieden</b>	<b>35</b>
<b>6 Generieke lessen en aanbevelingen</b>	<b>41</b>
6.1 Algemene conclusies van de verkenning	41
6.1.1 Afwegingsproces waterrobuuste inrichting	43
6.1.2 Ketenaafhankelijkheid	44
6.1.3 No-regrets	45
6.2 Conclusies ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp	46
6.3 Algemene aandachtspunten bij waterrobuuste inrichting	48
6.4 Aanbevelingen voor het vervolg	49
<b>7 Colofon</b>	<b>53</b>
Bijlage 1 – Systemanalyse vitale en kwetsbare functies	55
Bijlage 2 – Factsheets pilotgebieden	67
Bijlage 3 – Rapportage en advies uittesten hulpmiddelen DPNH	75
Bijlage 4 – Lessen uit andere studies	83
Bijlage 5 – Ontwerpschetsen	86



# 1

## Inleiding

### 1.1 Aanleiding en doel

De afgelopen jaren zijn diverse verkenningen en gebiedspilots uitgevoerd op het gebied van meerlaagsveiligheid en vitale en kwetsbare objecten. Deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (DPNH) heeft er behoefte aan om concreter inzicht te krijgen in factoren die van belang zijn voor een waterrobuuste inrichting van nieuwbouwlocaties (nieuwbouw en herstructurering) en vitale & kwetsbare functies.

Het gaat daarbij om factoren ten aanzien van locatiekeuze, ruimtelijke inrichting en bouwwijzen. De centrale vraag van deze verkenning luidt daarom: hoe kunnen vitale en kwetsbare functies zodanig worden ingericht of ontworpen dat ze optimaal zijn beschermd tegen overstromingen?

Het begrip nieuwbouwlocaties wordt in dit project breed opgevat: het gaat om gebieden waar een (voorgenomen) investeringsbeslissing is genomen, zoals nieuwe uitleggebieden, binnenstedelijke transformatiegebieden en om herstructureringsgebieden.

Deze rapportage bevat de resultaten van de verkenning. Er wordt inzicht gegeven in de mogelijke ruimtelijke maatregelen, door een beeld te schetsen van de optimale waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies in relatie tot de bescherming tegen een overstroming. Dit biedt een inspirerend handelingsperspectief voor verschillende doelgroepen die te maken hebben met investeringen in nieuwbouw van vitale en kwetsbare functies.

Deze verkenning richt zich op het lokale en regionale systeem van de vitale en kwetsbare functies. De reden hiervoor is dat in eerder onderzoek is geconcludeerd dat het hoofdsysteem relatief minder gevoelig is voor de gevolgen van een overstroming, omdat de betreffende componenten over het algemeen al goed beschermd en/of redundant zijn. De waterrobuustheid van aantal specifieke onderdelen van het hoofdsysteem, zoals rioolwaterzuiveringsinstallaties en risicovolle bedrijven wordt nader uitgewerkt in andere specifieke studies en pilots.

DPNH wil op basis van dit rapport een gesprek aangaan met sectoren en betrokken partijen over de opgave, de te nemen maatregelen en welke instrumenten hierbij nodig zijn. Zowel de resultaten van deze verkenning als de vervolgstappen zijn input voor de beleidsstrategie van DPNH en de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie in 2014.

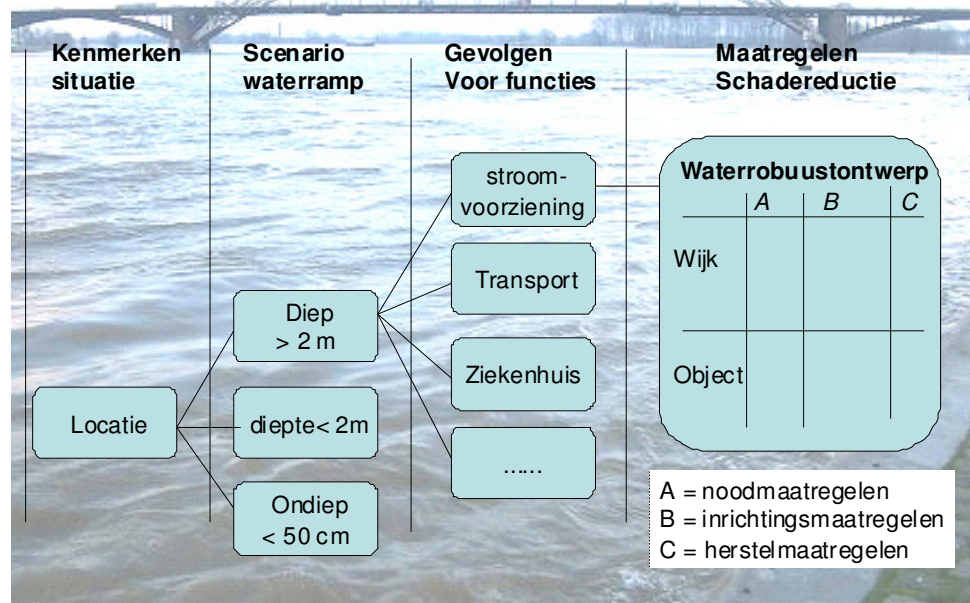
### 1.2 Toelichting opbouw van dit document

Na dit inleidende hoofdstuk is hoofdstuk 2 gewijd aan de inhoudelijke context en afbakening van de verkenning. De rest van de rapportage is opgebouwd volgens de structuur waarin de verkenning is uitgevoerd.

Om de centrale vraag van deze verkenning te beantwoorden zijn drie onderscheidende typen gebieden (zie hoofdstuk 2 voor een toelichting over de typen gebieden), met ieder een eigen overstromingsscenario en bijbehorende benadering, beschouwd. Voor ieder type

gebied is onderzocht wat de gevolgen zijn van een overstroming voor vitale en kwetsbare functies en is in beeld gebracht welke maatregelen genomen kunnen worden om het gebied waterrobuust in te richten.

## HOOFDLIJN STRUCTUUR RAPPORT



De drie typen gebieden staan centraal in de rapportage en worden ieder in een apart hoofdstuk gerapporteerd (hoofdstuk 3 t/m 5):

H3 – A / Binnendijkse gebieden die ondiep onder water lopen bij een overstroming;

H4 – B / Binnendijkse gebieden die diep onder water lopen;

H5 – C/ Buitendijkse gebieden.

Met de keuze voor deze gebiedstypen wordt een breed beeld geschetst van de mogelijke maatregelen voor een waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies voor verschillende situaties.

Ieder van deze hoofdstukken heeft een vaste opbouw (zie ook de schematische weergave hierboven):

1. Ontwerpschets in vogelvlucht perspectief;
2. Beschrijving van het type gebied;
3. Gevolgen en mogelijke maatregelen.

### Ad 1 – ontwerpschets

In de ontwerpschets per gebiedstype worden de mogelijke maatregelen voor een waterrobuuste inrichting van met name de vitale en kwetsbare functies in beeld gebracht op wijkniveau. De maatregelen op de ontwerpschets zijn beschreven in onderdeel 3. Bij de ontwerpschets staat een korte toelichting met de benadering die ten grondslag ligt aan de waterrobuuste inrichting voor dat type gebied en de belangrijkste typen maatregelen die daarbij horen.

## **Ad 2 – beschrijving gebied**

Omschrijving van het type gebied: gebiedskenmerken, overstromingskarakteristiek, voorkomen in Nederland met een verwijzing naar een concreet pilotgebied (factsheet per pilotgebied staan in bijlage 2).

## **Ad 3 - mogelijke gevolgen en maatregelen voor vitale en kwetsbare functies**

Per vitale of kwetsbare functie worden eerst de gevolgen beschreven van een overstroming wanneer een gebied niet waterrobuust is ingericht. Vervolgens worden de mogelijke maatregelen om de gevolgen van een overstroming te voorkomen of te beperken beschreven.

De gevolgen van een overstroming zijn verschillend voor verschillende fasen van een overstromingsgebeurtenis. De effectiviteit van de maatregelen verschilt ook per fase. We onderscheiden drie fasen:

1. De overstroming treedt op;
2. Het gebied staat onder water;
3. De herstelperiode, zodra het water het gebied uit is.

Voor het handelingsperspectief, de planontwikkeling en de afweging van maatregelen in waterrobuust ontwerp is ook nog een andere indeling van belang:

4. Noodmaatregelen - die genomen moeten worden in de voorfase van een overstroming, waarin het water al onderweg is vanuit een verderop gelegen breslocatie;
5. Inrichtingsmaatregelen - die integraal onderdeel uitmaken van de waterrobuuste inrichting van de nieuwbouw / herstructureringslocatie;
6. Herstelmaatregelen - die genomen moeten worden om het gebied ná de overstroming, als het water het gebied uit is, zo snel mogelijk weer te laten functioneren.

Generieke lessen en aanbevelingen, waaronder aanvullende inzichten over de afwegingssystematiek, ketenafhankelijkheid boven wijkniveau, no-regret maatregelen, meekoppelkansen en governance aspecten zijn opgenomen in hoofdstuk 6.

De rapportage bevat de volgende bijlagen:

Bijlage 1 – Systeemanalyse vitale en kwetsbare functies

Bijlage 2 – Factsheets pilotgebieden

Bijlage 3 – Rapportage en advies uittesten hulpmiddelen DPNH

Bijlage 4 – Lessen uit andere studies

Bijlage 5 – Ontwerpschetsen

# 2

## Inhoudelijke context en afbakening verkenning optimale inrichting

Tijdens de verkenning is een analyse gemaakt van de inhoudelijke context van de centrale onderzoeksvraag, dit heeft geleid tot een aanscherping van de aanpak en de scope van de verkenning. De resultaten van deze analyse staan in dit hoofdstuk beschreven en geven naast inzicht in de bredere inhoudelijke context duidelijkheid over de afbakening van de verkenning.

### **Verkenning gericht op vitale en kwetsbare functies**

Voor deze verkenning maken we gebruik van de volgende definitie voor vitale infrastructuur/objecten:

*“We spreken 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, dan wel wanneer het herstel zeer lang gaat duren en er geen reële alternatieven voorhanden zijn, terwijl we deze producten en diensten niet kunnen missen.”* (Tweede Kamer, vergaderjaar 2004–2005, 26 643, nr. 75).

In deze verkenning spreken we over *vitale en kwetsbare functies*, en onderscheiden daarbinnen *netwerken* (bv. elektriciteitsnetwerk) en *objecten* (bv. gemalen). In bijlage 1 (“Systeemanalyse vitale en kwetsbare functies”), wordt per functie uitgelegd welke netwerken en objecten er zijn, hoe het systeem functioneert (incl. ketenafhankelijkheid) en algemene uitleg van de kwetsbaarheid van deze functies voor overstromingen.

### **Verkenning gericht op wijkniveau en relatie met de rest van de keten**

De analyse van een waterrobuuste inrichting is in deze verkenning gericht op het schaalniveau van wijk en straat/gebouw. Uitgangspunt daarbij is dat het omliggende gebied niet overstroomt en blijft doorfunctioneren. We beschouwen daarom primair de functies die essentieel zijn om een wijk of gebouw waterrobuust in te richten (locatiekeuze, ruimtelijke inrichting en bouwwijzen). Daarbij wordt in deze verkenning alleen op wijk- en straat/gebouwniveau gekeken naar de aansluiting op netwerken (ketenafhankelijkheid). In de praktijk kan het voorkomen dat ook objecten uit het hoofdsysteem/netwerk van bepaalde functies zich in het betreffende gebied bevinden, deze moeten dan ook waterrobuust worden ingericht. Inzichten die naar voren komen tijdens de verkenning over ketenafhankelijkheden buiten het schaalniveau wijk worden opgenomen in hoofdstuk 6 (generieke lessen).

In onderstaande beschrijving wordt per functie de relatie gelegd tussen componenten op wijk/straat/gebouw niveau en cruciale componenten van de systemen en netwerken op regionaal/landelijk niveau. De componenten op regionaal/landelijk niveau zijn in deze verkenning niet betrokken bij de analyse van mogelijke maatregelen voor een waterrobuuste inrichting. De bijbehorende objecten hebben een eigen ontwerpogave en –proces dat los staat van locatiekeuzes en inrichting- en ontwerpogaven op wijk/gebouwniveau.



1. **Elektriciteit**, het gaat hier om het regionale distributienet (midden- en laagspanning) conform de afbakening op wijkniveau. Dit deel van het elektriciteitsnetwerk loopt van de schakelkasten en verdeelstations naar de transformatorhuisjes en de meterkasten in huizen, openbare gebouwen en bedrijven. Elektriciteit is randvoorwaardelijk voor het functioneren van veel andere functies zoals gas, drinkwater, gemalen. Alle vitale producten en diensten (bv. voedsel en medische zorg) zijn afhankelijk van elektriciteit. Op wijk/gebouw-niveau zijn transformatorhuisjes en meterkasten cruciale schakels voor de werking van het elektriciteitsnetwerk. Op hoger schaalniveau zijn dat de verdeelstations, hoogspanningsmasten/leidingen en elektriciteitscentrales.
2. **Gas**, het gaat in deze verkenning om de regionale distributienetwerken (lage druk) die er voor zorgen dat het gas wordt afgeleverd bij de eindgebruikers (woningen en bedrijven). De kwetsbaarheid van het gasnetwerk zit op wijk/straat-niveau in de regionale distributienetwerken. Bij meer dan 30 centimeter water op straat bestaat de kans dat water in de gasleidingen (lage druk) loopt en verdere gasdistributie niet meer mogelijk is.
3. **Drinkwater**, op wijk/gebouw-niveau is het drinkwaterstelsel waarmee het drinkwater vanaf de pompstations naar woningen en bedrijven wordt gedistribueerd van belang. Goede drinkwatervoorziening is essentieel voor het functioneren van een gebied aangezien mensen en dieren maar heel kort zonder kunnen. Voor het functioneren van het drinkwaterstelsel is het van belang dat het niet beschadigd raakt waardoor de druk wegvalt en distributie van drinkwater niet meer mogelijk is. Op regionaal niveau is het van belang dat drinkwaterbronnen niet verontreinigd raken en de stroomvoorziening van pompstations en drinkwaterproductiebedrijven in tact blijft.
4. **Telecom/ICT**, Wijkcentrales, zendmasten voor mobiele telecom en aansluitingen op gebouwen zijn vitale onderdelen van het telecom/ICT netwerk op wijkniveau. Voor zover telefooncentrales en internetknooppunten in wijken zijn geplaatst zijn deze ook relevant. Regionale telecom/ICT-netwerken zijn van belang aangezien een zeer groot deel van de huidige technische en communicatiesystemen vervlochten zijn met telecom- en ICT verbindingen. Voor het functioneren van het netwerk op een groter schaalniveau zijn ook de backbone (glasvezel-, straal- en satellietverbindingen) en elektriciteitsvoorziening cruciaal voor het functioneren van telefoon- en internetverbindingen.
5. **Waterbeheer**, Om een wijk onder normale omstandigheden én bij een (ondiepe) overstroming droog te houden of te maken is het functioneren en met name de stroomvoorziening van poldergemalen essentieel. Ook voor het functioneren van de rioolgemalen is de stroomvoorziening cruciaal. Volksgezondheidsproblemen treden op als afvalwater niet via het rioolstelsel wordt afgevoerd, maar op straat of in het oppervlaktewater terecht komt. Op regionaal niveau zijn de boezemgemalen, boostergemalen en RWZI's van belang om het watersysteem (kwaliteit en kwantiteit) te laten functioneren.
6. **(Weg)transport**, Voor vervoer op wijkniveau zijn doorgaande routes van lokale wegen en de verbindingen met regionale/provinciale wegen van belang tijdens crisissituaties. Bijna alle vitale sectoren zijn in sterke mate afhankelijk van aan en afvoer van producten en diensten. Ook als mensen uit het gebied moeten worden geëvacueerd zijn deze verbindingen van belang, zolang niet is overgeschakeld op vervoer over water. Voor de verbinding met andere gebieden is het snelwegennet essentieel.
7. **Vitale en kwetsbare objecten met potentieel veel slachtoffers** (uitwerking voor ziekenhuizen). De bescherming van ziekenhuizen tegen de gevolgen van een overstroming is van belang om te voorkomen dat er in het ziekenhuis slachtoffers vallen en om voldoende ziekenhuis capaciteit te waarborgen voor gewonden als gevolg van de overstroming. Behalve de bereikbaarheid van de ziekenhuizen gaat het dan ook om de nutsvoorzieningen (gas, water, licht), afvalwaterverwerking en behandelruimtes.

We kijken hier alleen naar ziekenhuizen en bijvoorbeeld niet naar crèches, bejaardentehuizen en gevangenissen omdat het belang dat ziekenhuizen doorfunctioneren tijdens een overstromingssituatie veel groter is. Er is daarom een grotere urgentie om ziekenhuizen waterrobuust te ontwerpen dan de andere inrichtingen. Maatregelen die voor ziekenhuizen zinvol zijn kunnen meestal ook overwogen worden om de andere inrichtingen waterrobuust te ontwerpen.

8. **Wonen**, Woningen vormen op zichzelf geen vitale objecten, omdat de teloorgang van een woning geen keteneffecten veroorzaakt. Het kan het wel tot maatschappelijke ontwrichting leiden als hele wijken moeten worden verlaten omdat woningen onbewoonbaar worden. Als woningen bruikbaar blijven kunnen mensen langer in het gebied blijven.

Kwetsbare objecten met een groot extern risico (zoals nucleaire inrichtingen, risicovolle bedrijven die vallen onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen (BRZO-bedrijven), genlaboratoria, opslagplaatsen chemische stoffen, etc.) zijn niet meegenomen in deze verkenning. De gevolgen van een overstroming en de mogelijke maatregelen om deze te voorkomen of te beperken zijn voor deze objecten van een andere orde dan voor de andere vitale en kwetsbare functies vanwege de grote consequenties en de specifieke aard van de inrichtingen. Deze vallen buiten de afbakening op wijkniveau die voor deze verkenning is gekozen. Dit wordt wel uitgewerkt in andere specifieke studies en pilots voor bijvoorbeeld de kerncentrale in Borsele en gebied Westpoort in Amsterdam.

Tot slot zijn kwetsbare objecten die bij uitval of beschadiging wel tot veel schade, maar niet tot maatschappelijke ontwrichting zullen leiden buiten beschouwing gelaten in deze verkenning. Te denken valt aan cultuurhistorische monumenten, musea en dierentuinen. Locale beschermingsmaatregelen voor de acht categorieën vitale en kwetsbare functies die wel worden beschouwd in de verkenning zijn echter vaak ook goed toepasbaar om deze kwetsbare objecten te beschermen.

### **Schade en slachtoffers**

De focus in deze verkenning ligt op locatiekeuze, waterrobuuste inrichting en ontwerp van vitale en kwetsbare functies en heeft daarmee betrekking op het (blijven) functioneren van een gebied voor, tijdens en na een overstroming. Als gevolg daarvan ligt de nadruk op het voorkomen van schade. Als een gebied (deels of langer) kan blijven functioneren, zal hiermee ook het aantal slachtoffers in een gebied minder groot zijn.

Bij de afweging van maatregelen voor een bepaald gebied zal behalve naar de vermeden schade ook naar de kosten van de maatregelen worden gekeken. In deze verkenning zijn de kosten van de maatregelen niet in beeld gebracht. In andere studies wordt daar wel aandacht aan besteed.

### **Verkenning gericht op drie typen gebieden**

Voor deze analyse onderscheiden we drie typen gebieden:

- A. Binnendijkse gebieden die ondiep (0 – 0,5 – 2m) onder water lopen bij een overstroming;
- B. Binnendijkse gebieden die diep (> 2m) onder water lopen;
- C. Buitendijkse gebieden.

#### Ad A:

Binnendijkse gebieden worden beschermd door dijken (primaire waterkeringen) en kunnen overstromen na een dijkdoorbraak of een overstroming van de dijk. Ondiep betekent dat deze gebieden hooguit 2 meter onder water lopen bij een overstroming.

Bij een overstroming tot een halve meter in een gebied zonder waterrobuuste inrichting kunnen mensen nog in het gebied blijven, maar het normale maatschappelijke leven zal verstoord zijn. Tussen de 50 cm en 2 meter is er geen normaal maatschappelijk functioneren meer mogelijk. Met een waterrobuuste inrichting kunnen mensen in het gebied blijven en kan de schade worden beperkt. Hierdoor kunnen functies snel weer worden opgestart en het maatschappelijk functioneren worden hersteld na een overstroming.

#### Ad B:

Binnendijkse gebieden worden beschermd door dijken (primaire waterkeringen) en kunnen overstromen na een dijkdoorbraak of een overstroming van de dijk. Diep betekent dat deze gebieden meer dan 2 meter onder water lopen bij een overstroming. Dan vallen alle vitale functies uit en is er een groot levensgevaar. Het maatschappelijk functioneren is totaal ontwricht, de schade is enorm en de hersteltijd ná de overstroming is erg lang.

#### Ad C:

Buitendijkse gebieden liggen tussen grote wateren (zee, rivieren, kanalen en grote meren) en primaire waterkeringen, deze gebieden worden dus niet beschermd door een dijk. Hoewel deze gebieden vaak een hoger maaiveld hebben is de kans op een overstroming vaak groter dan in de binnendijkse gebieden, het water zal er echter vaak ook sneller weer weg zijn na een overstroming.

Er is in Nederland een grote diversiteit aan buitendijkse gebieden. Op basis van watersysteemkenmerken zijn grofweg de volgende hoofdcategorieën te onderscheiden:

- Buitendijksgedebied aan zee (Noordzee en Westerschelde): hier is de voorspeltijd kort (maximaal 24 uur). De kracht van het water is direct aan de kust hevig, hierdoor kan het water hoog worden opgestuwd;
- Buitendijksgedebied aan rivieren: hierin kan nog onderscheid worden gemaakt tussen gebieden waar het water snel komt en overstromingsdiepte groot zijn en gebieden waar de reactietijd langer is en de overstromingsdiepte gering. De diepe gebieden met een korte reactietijd liggen met name in het oosten en zuiden van het land, de overstromingsdiepte is veelal meer dan een halve meter en de overstromingsfrequentie hoog (tot gemiddeld eens per jaar). De ondiepe gebieden met een langere reactietijd liggen met name in het westen van het land en nabij de uitstroom in zee. Hier is de overstromingsdiepte veelal maximaal een halve meter en de overstromingsfrequentie relatief laag (gemiddeld minder dan eens per 5 à 10 jaar);
- Buitendijksgedebied aan meren en overige wateren: hier zijn de waterstanden sterk gereguleerd door middel van een peilbesluit. Een overstroming is in deze gebieden gerelateerd aan golfopzet en overslag, dit heeft meer het karakter van wateroverlast.

In deze verkenning hebben we ons gericht op buitendijkse gebieden langs de rivieren.

Om gebiedsspecifieke eigenschappen en praktijksituaties mee te nemen in de verkenning, zijn zeven pilotgebieden geïdentificeerd (zie bijlage 2 voor meer informatie over de pilotgebieden), waarvan er drie model staan voor de gebiedstypes waarvoor de optimale inrichting wordt uitgewerkt:

- Amsterdam Westelijk havengebied - binnendijks ondiep;
- Almere Oosterwold - binnendijks diep;
- Arnhem Meinerswijk – buitendijks diep (geen van de pilotgebieden is representatief voor buitendijks ondiep).

### **Overstromingsscenario's**

De gevolgen van een overstroming worden in belangrijke mate bepaald door de achtergronden van de overstroming en de karakteristieken van het gebied: waar komt het water vandaan en hoe stroomt het door/naar het gebied. Diepte, snelheid en verblijftijd worden hierdoor bepaald (zie ook de overstromingsgevaaren kaart op de volgende pagina). In Nederland kunnen we op hoofdlijnen de volgende vier typen overstromingsscenario's onderscheiden:

1. Overstroming vanuit zee (grote hoeveelheden zout water, aanvoer onder invloed van eb/vloed/stormopzet);
2. Overstroming vanuit het IJsselmeer (grote hoeveelheid water, geen invloed van getij, wel windopzet);
3. Overstroming vanuit de rivieren (stromend water en continue aanvoer, debiet afhankelijk van omvang bres)
4. Overstroming vanuit regionale (boezem)systemen (meestal relatief kleine omvang water, lokaal effect in betreffende polder).

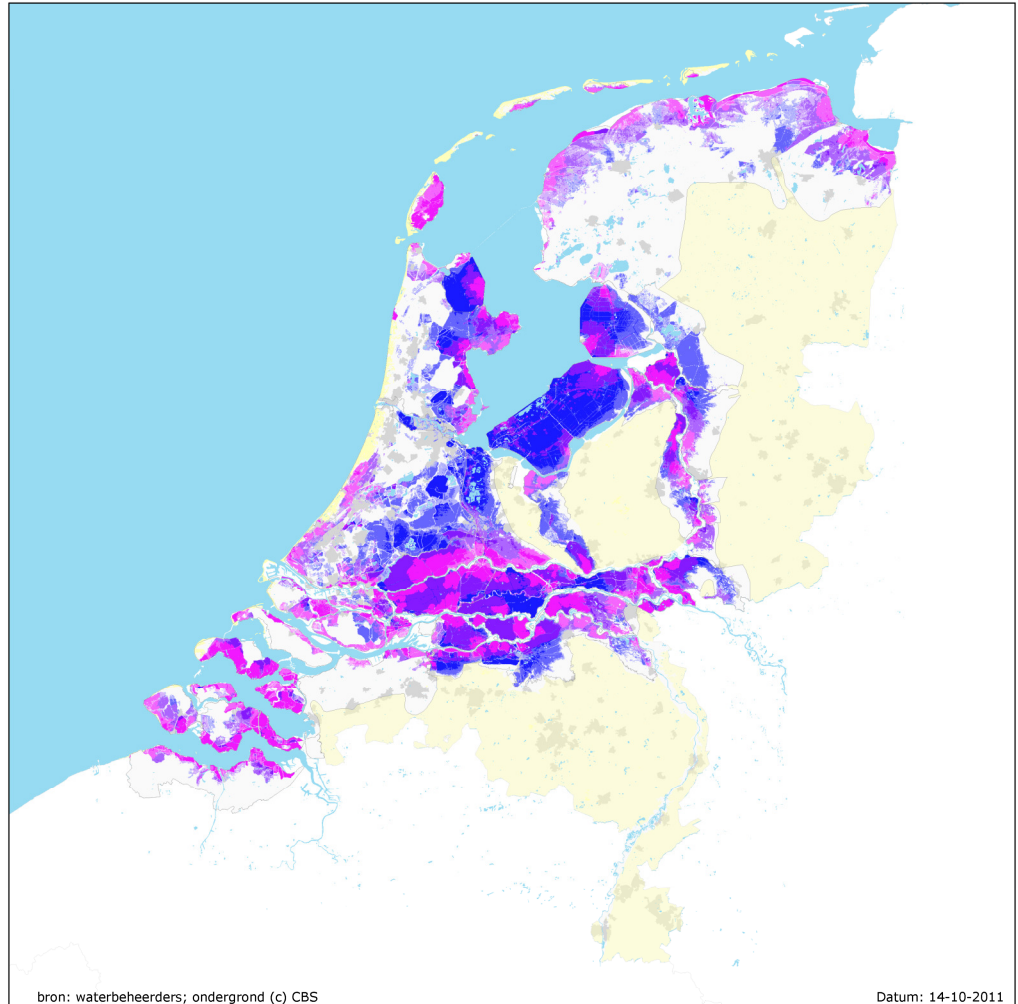
De analyses in deze verkenning hebben betrekking op de eerste drie typen overstromingsscenario's, omdat het daarbij doorbraken van primaire keringen betreft. Waarbij opgemerkt moet worden dat overstromingen vanuit zee met zwaar noodweer gepaard zullen gaan waardoor behalve schade door de overstroming zelf ook schade en maatschappelijke ontwrichting zal ontstaan door de wind. Dat laatste aspect is in deze verkenning niet meegenomen. Overstromingen vanuit het regionale systeem worden in deze verkenning niet beschouwd, maar de uitkomsten van de verkenning zullen deels ook bruikbaar zijn voor overstromingsdreiging uit het regionale systeem.

Voor het analyseren en afwegen van de gevolgen van een overstroming en de mogelijke waterrobuuste maatregelen voor een bepaald gebied is het ook van belang of:

- Het water snel arriveert of dat er tijd is om te reageren tussen het moment van de (dreigende) dijkdoorbraak en de werkelijke overstroming in een bepaald gebied.
- Het water door het gebied heen stroomt naar een ander, lager gelegen, gebied of dat het water in het gebied blijft staan. Er zijn grofweg twee uitersten:
  - het gebied ligt regionaal laag en het water stroomt er naar toe, ook als de doorbraak in de dijk verder weg ligt. Door de lage ligging lopen de waterstanden op en stroomt het water niet vanzelf het gebied weer uit;
  - het gebied kan relatief hoog liggen, als het gebied overstroomt stroomt het gebied weer leeg als de bres is gedicht. De plek van de doorbraak en de duur van de instroom van water het gebied in hebben dan grote invloed op de duur en de omvang van de effecten.

De horizontale stroomsnelheid wordt in deze verkenning niet betrokken in de analyse van kansrijke maatregelen. De reden is dat dit alleen onderscheidend is voor locaties vlak achter de dijkdoorbraak, waar de schade onevenredig veel groter zal zijn dan in de rest van het gebied.

Gecombineerd gevaar door maximale waterdiepte en minimale aankomsttijd (binnendijks) bij overstromingen vanuit hoofdwateren



bron: waterbeheerders; ondergrond (c) CBS

Datum: 14-10-2011

**Legenda**

ondiep en langzaam	diep en langzaam	zeer diep en langzaam	dijkkring
ondiep en snel	diep en snel	zeer diep en snel	hoge gronden
ondiep en meteen	diep en meteen	zeer diep en meteen	bebouwing
			permanent water

0 50 km

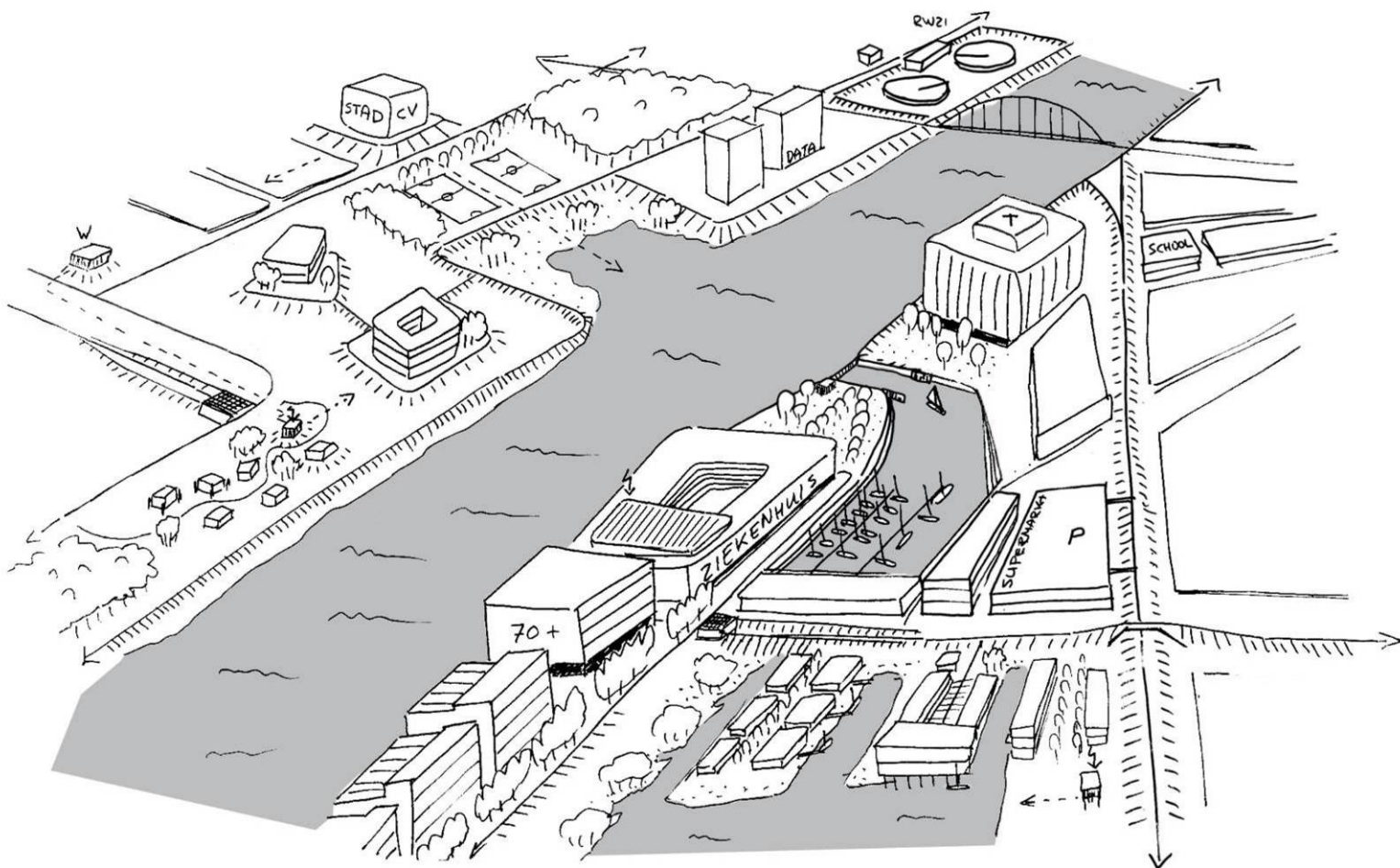
**Deltares**  
Enabling Delta Life

conceptkaart vervaardigd ikv risicozonering

# 3

## A - Binnendijkse gebieden met geringe overstromingsdieptes

A.1 - Ontwerpschets in vogelvluchtperspectief (zie bijlage 5 voor groter formaat)



### Waterrobuuste inrichting binnendijks ondiep

De gekozen benadering voor een waterrobuuste inrichting in ondiep binnendijksgebied is er op gericht dat het openbare leven niet totaal ontwricht zal raken en dat de mensen zo veel mogelijk in het gebied blijven, mits de overstroming niet te lang duurt. Dit resulteert in een inrichting waarbij de vitale en kwetsbare functies in het gebied bestand zijn tegen een overstroming van maximaal 2 meter diep. De basisoplossing is om waterkwetsbare schakels in de keten van de verschillende functies boven 2 meter te plaatsen en het gebied toegankelijk te houden. In bijlage 5 zijn de schetsen in groter formaat opgenomen met vermelding van de maatregelen, de codes in de bijschriften verwijzen naar de maatregelen in de tabellen op de volgende pagina's. In de tabellen onder A.3 staan alle maatregelen uitgeschreven en gerelateerd aan de gevolgen van een overstroming wanneer een gebied niet waterrobuust is ingericht.

## **A.2 - Beschrijving 'ondiepe' gebieden**

### **Kenmerken ondiepe gebieden**

Ondiep = tot 2 meter, waarbij onderscheid gemaakt kan worden in zeer ondiep (0 – 0,5m) en middendiep (0,5 – 2,0 m).

De gebieden liggen niet diep of niet direct aan een groot water. In deze gebieden ontstaan geringe waterdieptes tot 2 m.

Binnendijkse gebieden worden beschermd door dijken (primaire waterkeringen) en kunnen overstromen na een dijkdoorbraak of een overstroming van de dijk. De reactietijd bij een overstroming is afhankelijk van de afstand tot de doorbraaklocatie en de morfologie van het gebied.

Bij een overstroming tot een halve meter in een gebied zonder waterrobuuste inrichting kunnen mensen nog in het gebied blijven, maar het normale maatschappelijke leven zal verstoord zijn. Ondanks grote overlast en optredende schade als gevolg van het water is het op veel plaatsen mogelijk door te blijven functioneren. In dit type gebieden kan het water in enkele dagen weer weg zijn.

Tussen de 50 cm en 2 meter is er geen normaal maatschappelijk functioneren meer mogelijk. Met een waterrobuuste inrichting kunnen mensen in het gebied blijven en kan de schade worden beperkt, mits de overstroming niet te lang duurt. Hierdoor kunnen functies snel weer worden opgestart en het maatschappelijk functioneren worden hersteld na een overstroming. Maatregelen zullen er op gericht zijn om zoveel mogelijk functies door te laten functioneren tijdens een overstroming. Als het water weer weg is zullen maatregelen gericht zijn op het herstel. Delen van het gebied hebben onder water gestaan en er zal vooral schade zijn op maaiveldniveau aan gebouwen, infrastructuur, woningen e.d.

### **Om welke delen van Nederland gaat het?**

Het gaat om de gebieden in de categorieën ondiep (0 - 0,5 m) en diep (0,5 – 2,0 m) op de overstromingsgevaarkaart (zie hoofdstuk 2) met waterdieptes en aankomsttijden bij overstromingen. Globaal zijn dat de ondiepere polders / gebieden op de overgang tussen hoog- en laag-Nederland langs de Waddenzee, het IJsselmeer, de Zuidwestelijke Delta en de grote rivieren en gebieden in met name Zuid-Holland die verder af liggen van groot water (en potentiële breslocaties).

### **Pilotgebied ondiep binnendijs**

Pilotgebied: Amsterdam Westelijk havengebied -> zie bijlage 2.

### A.3 – Gevolgen en mogelijke maatregelen

In onderstaande tabellen is per vitale of kwetsbare functie aangegeven wat de gevolgen zijn van een overstroming in een ondiep binnendijksgebied zonder waterrobuuste inrichting. Daaronder is in dezelfde tabel aangegeven welke maatregelen genomen kunnen worden om deze gevolgen te voorkomen of te beperken en zodoende het gebied waterrobuust in te richten. Hierbij wordt in de drie rechter kolommen met een 'x' aangegeven in welke fase van de overstroming de gevolgen optreden en de maatregelen effectief zijn. We onderscheiden drie fasen (zie paragraaf 1.2, ad 3 voor een toelichting):

1. De overstroming treedt op;
2. Het gebied staat onder water;
3. De herstelperiode na de overstroming.

Voor het handelingsperspectief, de planontwikkeling en de afweging van maatregelen in een waterrobuust ontwerp is ook van belang wanneer de maatregel wordt genomen, hiervoor is door middel van kleuren onderscheid gemaakt in:

Noodmaatregelen
Inrichtingsmaatregelen
Herstelmaatregelen

### Elektriciteit (A/EL)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Distributienet: Transformatorhuisjes en meterkasten komen deels onder water. Stelregel: tot 0.5 meter water op straat/binnen woning kan prima verwerkt worden.	x		
Om afsluiting van grote delen van het distributienet te voorkomen is het van belang dat transformatorhuisjes en meterkasten blijven functioneren		x	
Doorfunctioneren van het elektriciteitsnet is randvoorwaardelijk voor warmtevoorziening (gas), telecom, vitale objecten,		x	
Laagspanning (LS) verdeelkasten op straat of in het plantsoen staan met de onderste spanningvoerende delen soms net 0,3 m boven maaiveld. Als daar water bij komt ontstaat kortsluiting en valt de energievoorziening middels de betreffende verdeelkasten uit.	x	x	
Elektrische installaties zijn niet zelden onder maaiveld aangelegd in kelders. Gevolg is uitval van de groep in de meterkast, maar geen doorwerking naar het openbare net.	x	x	
Noodgeneratoren komen onder water te staan	x	x	
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
De laagst geplaatste installatie in de elektrische infrastructuur bepaalt de grens waarop afsluiting in werking treedt. Compartimentering van het elektriciteitsnet door middel van afsluiters, waarmee bv laaggelegen bouwblokken of straten afsluitbaar worden gemaakt, is daarmee een effectieve maatregel om te voorkomen dat ook hoger gelegen delen worden afgesloten.	x	x	x
LS verdeelkasten en transformatorhuisjes boven overstromingsniveau aanleggen, op hoger gelegen locatie in het gebied of inpandig. (A/EL1)	x	x	x
Meterkasten en overige huisaansluitingen boven overstromingsniveau aanleggen, denk daarbij ook aan aansluitpunten in kelders en tuinen. (A/EL2)	x	x	x



Noodgeneratoren boven overstromingsniveau plaatsen (A/EL3)	x	x	
--	---	---	--

### Gas (A/GA)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Distributienetwerk functioneert niet meer bij waterstanden meer dan 30 cm . Omdat de waterdruk dan groter wordt dan de gasdruk dringt er water in de leidingen door kleine lekkages.		x	
Om het systeem weer op orde te maken moet elk huis worden gecontroleerd.			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Distributienetwerk: In gebieden waar meer dan 30 cm water kan optreden geen of niet opnieuw gasnetwerk aanleggen, maar indien mogelijk / kosteneffectief robuust elektriciteitsnet (zie boven) evt. gecombineerd met stadswarmte. (A/GA1)</li> </ul>	x	x	x

### Drinkwater (A/DR)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Pompstations staan in het water. Kunnen niet of beperkt worden bediend. Water komt nog wel uit de kraan als de pompen het nog doen en de leidingen in het distributienetwerk heel blijven. Als pompstations uitvallen stopt de drinkwatervoorziening.	x	x	
Als leidingen in het distributienetwerk breken of lek raken, treedt vervuiling op, dan is het netwerk niet meer te gebruiken en stopt de levering van kraanwater. Het duurt lang voordat het distributienetwerk weer kan functioneren.	x	x	x
Geen/weinig schade aan het drinkwatersysteem			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Noodkering om pompstation aanleggen	x	x	x
• Pompen en energievoorziening waterbestendig maken. Op afstand bedienbaar en bereikbaar maken. (A/DR1)	x	x	x
• Niet-gelede transportleidingen van tyeen zijn beter bestand tegen overstromingen (tot ongeveer 4 meter), dit bevordert het herstel maar is wel 30% duurder. (A/DR2)	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Noodvoorziening voor drinkwater op hooggelegen locaties, bv dmv mobiel verdeelstation met waterzakken (A/DR3)</li> <li>Inzetten op tijdelijke zelfredzaamheid van inwoners gebied door te zorgen voor noodvoorraad drinkwater. Bv dmv drinkwaterreservoir op het dak, functioneert maximaal een week (voor 1000 mensen 3 l/dag voor 5 dagen is een tank van 2 meter hoog en 3 m doorsnee nodig) (A/DR4)</li> </ul>	x	x	
• Noodnetwerk aanleggen in de wijk, waarbij de leidingen over de straat lopen.			x
• Schoonmaken leidingen (chloreren) en evt. vervangen beschadigde leidingen.			x

### Telecom / ICT (A/TE)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
De kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk vallen uit, wanneer	x		

deze onder water komen.			
Apparatuur in het gebied is afhankelijk van vaste verbindingen of op te grote afstand van straalverbindingen functioneert het niet.		x	
Kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk zijn defect (onder water gestaan)			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telecom bovenop 'drooggestelde' vitale infrastructuur plaatsen, zodat die kan blijven werken. De datacentra, kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk waterbestendig en boven overstromingsniveau aanleggen. Met name relevant voor mobiele en draadloze communicatie (incl. borging elektriciteitsvoorziening). Dit vereist een afwijkend ontwerp van de apparatuur (zijn thans ontworpen voor plaatsing op maaiveldhoogte). (A/TE1)</li> </ul>	x	x	x

### Waterbeheer (A/WA)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Polder- en boezemgemalen zijn essentieel voor het afvoeren van het water.	x	x	
Polder- en boezemgemalen moeten op volle toeren kunnen draaien, maar functioneren niet meer als de stroom uitvalt.		x	
Volksgezondheidsproblemen treden op als afvalwater niet via het rioolstelsel wordt afgevoerd, maar op straat of in het oppervlaktewater terecht komt. Dit is het geval bij gemengde rioolstelsels en soms ook bij gescheiden stelsels in overstromingssituaties. Bij waterdieptes groter dan 0,5 meter is het rioolstelsel niet in staat het afvalwater af te voeren en zal een deel 'op straat' terecht komen.	x	x	
Geen/weinig schade aan het waterbeheersysteem			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Voormalen om extra bergingsruimte en afvoercapaciteit te creëren	x		
• Noodpompen installeren voor extra pompcapaciteit	x	x	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemalen (incl. pompen) en energievoorziening waterbestendig maken. (A/WA1)</li> <li>• Op afstand bedienbaar maken</li> <li>• Bereikbaar maken</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schakelkasten van rioolgemalen boven maximale waterstand plaatsen.</li> <li>• Afsluiters aan de randen van het gebied zijn zinvol om te voorkomen dat ook elders problemen ontstaan. (A/WA2)</li> <li>• Werken met vacuümpompen in rioolgemalen zorgt voor waterrobuuste oplossing</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zorg dat het water ook het gebied weer uit kan door uitstroomopeningen.</li> <li>• Bressen in waterkeringen maken om het water sneller het gebied uit te krijgen, daarna restant wegpompen (diepgelegen gebieden leegpompen kan maanden duren).</li> </ul>			x

### (Weg)transport (A/WT)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Voorafgaand aan een (dreigende) overstroming kunnen routes het gebied uit verstopt raken.			

Delen van de wegen zullen nog functioneren Het doel is om nog zoveel mogelijk functies te blijven bedienen.	x	x	
Geen/weinig schade			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Verkeersplan in werking stellen en eventuele bebording plaatsen / aanpassen tbv hulpverlening en regulering minimaal wegennet.	x	x	
• Minimaal wegennet maken dat beschikbaar moeten zijn, boven overstromingsniveau. (AWT1) • Hoge delen in het gebied verbinden met hooggelegen wegen. (AWT2) • Viaducten voor doorgaande routes om te voorkomen dat tunnels en diepe delen een doorgaande route onmogelijk maken. (AWT3) • Tunnelmonden waterbestendig ontwerpen (instroom voorkomen). (AWT4)	x	x	
• Een 'lifeline'; een netwerk van hoger gelegen wegen en vluchtplaatsen, waaraan ook voorzieningen als hulpverlening (medisch, water, voedsel), supermarkten en scholen zijn gelegen. In de 'lifeline' kunnen ook kabels en leidingen voor nutsvoorzieningen worden verwerkt. Hier ook aanlegplaatsen voor (calamiteiten)vervoer over water aan koppelen. (AWT5)	x	x	x
• Wegen weer bruikbaar maken door verwijderen aangespoeld materiaal en eventuele herstelwerkzaamheden als delen zijn weggespoeld			x

### Vitale objecten, zoals ziekenhuizen (A/VO)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Zijn op zichzelf aangewezen, niet bereikbaar, tijdelijke noodstroomvoorziening. Verdiepingen onder of op maaiveld zijn onbruikbaar.	x	x	
Schade afhankelijk van plaatsing apparatuur			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Noodkering om ziekenhuis aanleggen	x	x	x
• Waterrobuust ontwerp ziekenhuis of eventueel permanente kering om het ziekenhuis (A/VO1): ○ Geen vitale functies (behandelkamers, noodstroomvoorzieningen, liften, medische voorraden) op of onder maaiveldniveau ○ Bereikbaar houden, bv door maatregelen bij transport ○ Energievoorziening veiligstellen, bv door speciale waterbestendige stroomvoorziening door stroomproducent. ○ Voorkomen waterschade door gebruik robuuste materialen.	x	x	x
• Schotten plaatsen voor ramen en deuren op begane grond (A/VO2)	x	x	x
• Schoonmaken van ondergelopen delen van het ziekenhuis en eventuele herstelwerkzaamheden aan beschadigde objecten.			x

### Wonen (A/WO)

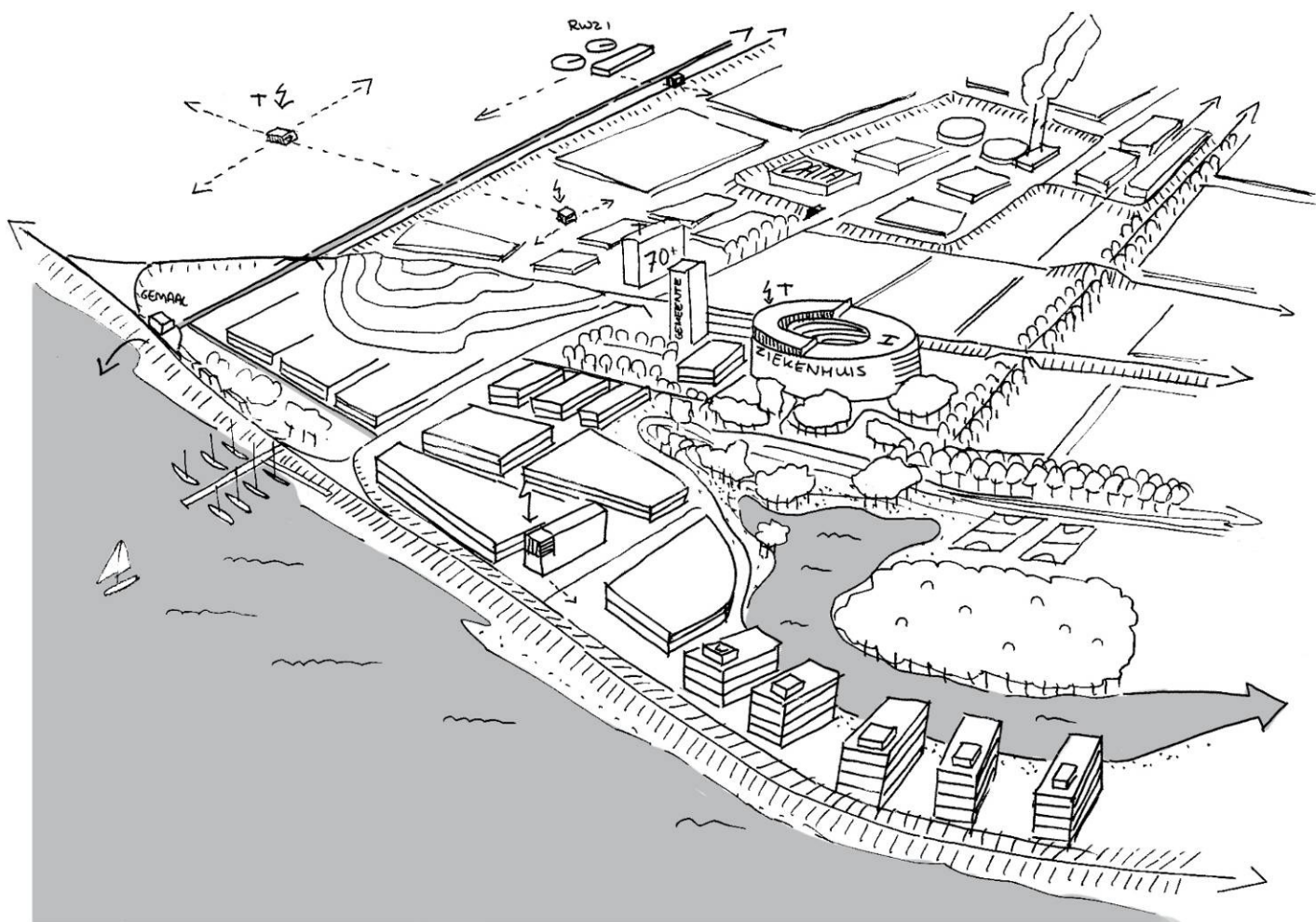
Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Gebied blijft bewoonbaar (afhankelijk van riolering/volksgezondheid), dus zorgen dat huizen ook bewoonbaar blijven.	x	x	
Nutsfuncties zijn uitgevallen		x	

<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inrichting berekend op tijdelijke ondiepe overstrooming, bv verhoogd bouwen, straat als tijdelijke watergang, droge parkeergelegenheden en supermarkt blijft bereikbaar en bevoorraad. De inrichting moet zodanig zijn dat het 'aantrekkelijk' is om in het gebied te blijven; (A/WO1)</li> <li>• Op gebouwniveau (toepasbaar tot overstromingsdieptes tot 2,5m): verhoogd bouwen, drive-inn woningen, geen kelders/kruipruimtes, niet slapen op begane grond, waterrobuust bouwen. (A/WO2)</li> <li>• Zorg dat gebouwen boven het overstromingsniveau een uitgang hebben, bijvoorbeeld via balkon of raam. (A/WO3)</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schotten plaatsen voor ramen en deuren op begane grond (A/WO4)</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparatie- en herstelwerkzaamheden, voor zover woningen nog op te knappen zijn.</li> </ul>			x

# 4

## B - Binnendijkse gebieden met grote overstromingsdieptes

B.1 - Ontwerpschets in vogelvluchtperspectief (zie bijlage 5 voor groter formaat)



### Waterrobuuste inrichting binnendijks diep

De gekozen benadering voor een waterrobuuste inrichting in diep binnendijksgebied is er op gericht slachtoffers en permanente schade te voorkomen. De mensen in het gebied worden allen geëvacueerd. Door tijdelijk verblijf in het overstroomde gebied mogelijk te maken wordt tijdswinst geboekt om iedereen te kunnen evacueren. Voorkomen van grote schade aan gebouwen, infrastructuur, woningen e.d. verkort de hersteltijd na de overstroming. In bijlage 5 zijn de schetsen in groter formaat opgenomen met vermelding van de maatregelen, de codes in de bijschriften verwijzen naar de maatregelen in de tabellen op de volgende pagina's. In de tabellen onder B.3 staan alle maatregelen uitgeschreven en gerelateerd aan de gevolgen van een overstroming wanneer een gebied niet waterrobuust is ingericht.

## **B.2 - Beschrijving 'diepe' gebieden**

### **Kenmerken diepe gebieden**

Diep = > 2,0 m.

Bij dit type gebied gaat het om diepe polders, nabij groot water. Daardoor kunnen er bij een overstroming grote waterdiepten ontstaan.

Bij een overstroming in diepe binnendijkse gebieden komt het water relatief snel en de waterdiepten worden 2 tot 5 meter. In een diep binnendijkse gebied zonder waterrobuuste inrichting is er direct sprake van algehele maatschappelijke ontwrichting. De stroomvoorziening valt uit waardoor alle overige functies afhankelijk worden van hun eigen noodvoorziening. Omdat aanvoer van brandstof niet mogelijk is zijn deze noodvoorzieningen tijdelijk. Een deel van de mensen kan tijdig weggelaten. Maar een groot deel is gevlucht naar hoge plaatsen (flats, zolder e.d.), de kans op slachtoffers is groot.

In deze gebieden duurt het zeer lang (weken tot maanden) voordat het water is afgevoerd. De tijdelijke noodvoorzieningen kunnen niet meer functioneren vanwege het ontbreken van transportmogelijkheden.

### **Om welke delen van Nederland gaat het?**

Diepe binnendijkse gebieden bevinden zich in de diepe polders rond het IJsselmeer en in het rivierengebied (zie de gebieden in de categorie zeer diep (> 2,0 m) op de overstromingsrisicokaart, hoofdstuk 2).

### **Pilotgebied diep binnendijs**

Pilotgebied: Almere Oosterwold -> zie bijlage 2.

### B.3 – Gevolgen en mogelijke maatregelen

In onderstaande tabellen is per vitale of kwetsbare functie aangegeven wat de gevolgen van een overstroming in een binnendijksgebied met grote overstromingsdieptes zonder waterrobuuste inrichting. Daaronder is in dezelfde tabel aangegeven welke maatregelen genomen kunnen worden om deze gevolgen te voorkomen of te beperken en zodoende het gebied waterrobuust in te richten. Hierbij wordt in de drie rechter kolommen met een 'x' aangegeven in welke fase van de overstroming de gevolgen optreden en de maatregelen effectief zijn. We onderscheiden drie fasen (zie paragraaf 1.2, ad 3 voor een toelichting):

1. De overstroming treedt op;
2. Het gebied staat onder water;
3. De herstelperiode na de overstroming.

Voor het handelingsperspectief, de planontwikkeling en de afweging van maatregelen in een waterrobuust ontwerp is ook van belang wanneer de maatregel wordt genomen, hiervoor is door middel van kleuren onderscheid gemaakt in:

Noodmaatregelen
Inrichtingsmaatregelen
Herstelmaatregelen

#### Elektriciteit (B/EL)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
De verdeelkasten en aansluitingen staan onder water en vallen dus uit. In het gehele gebied is er geen stroom meer.	x	x	
De stroomvoorziening moet zo snel mogelijk weer op gang komen. Bij overstroming met zout water kan de apparatuur als verloren worden beschouwd.			x
Maatregelen waterrobuuste inrichting			
• Regionaal transport- en distributienetwerk buiten het gebied plaatsen: er zijn geen maatregelen mogelijk om het regionale transportnetwerk werkend te houden bij deze overstromingsdiepte. (B/EL1)	x	x	x
• Herstel/ nieuwe aanleg voorzieningen in het gebied. Verdeelstations en meterkasten hoog op gebouwen plaatsen versnelt het herstel. (B/EL2)			x

#### Gas (B/GA)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Het distributienetwerk functioneert niet meer bij waterstanden meer dan 30 cm. Omdat de waterdruk dan groter wordt dan de gasdruk dringt er water in de leidingen door kleine lekkages.	x	x	
Maatregelen waterrobuuste inrichting			
• Distributienetwerk: Geen maatregelen mogelijk		x	
• Voor herstel is nieuwe aanleg van de gasvoorzieningen (netwerk en objecten) in het gebied nodig. Als het hele systeem vol water en meegespoeld zand staat is herstel van het oude netwerk praktisch onmogelijk.			x

## Drinkwater (B/DR)

Gevolgen	Fases		
	1	2	3
Pompstations staan vol met water. Kunnen niet meer bediend worden. Pompen vallen uit (geen elektriciteit)	x	x	
Als leidingen beschadigd raken is levering kraanwater niet langer mogelijk ivm vervuiling.	x	x	
De vraag naar drinkwater zal afnemen omdat mensen het gebied verlaten.		x	
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Structurele aanpassingen in secundair waternet zijn niet kosteneffectief omdat gebied bij een overstroming volledig ontregeld raakt.	x	x	
• Noodvoorziening voor drinkwater (waterzakken, flessen e.d), op hoge locaties of transport over water/luchtbrug, voor mensen die nog geëvacueerd moeten worden. (B/DR1) • Ziekenhuizen zijn aangesloten op het hoofdwaternet en hebben daarmee leveringszekerheid, dit kan ook worden ingezet als noodvoorziening voor mensen uit de buurt. (B/DR2) • Inzetten op tijdelijke zelfredzaamheid van inwoners gebied door te zorgen voor noodvoorraad drinkwater. Bv dmv drinkwaterreservoir op het dak, functioneert maximaal een week (voor 1000 mensen 3 l/dag voor 5 dagen is een tank van 2 meter hoog en 3 m doorsnee nodig) (B/DR3)	x		
• Herstel/ nieuwe aanleg voorzieningen in het gebied (duurt 3 – 6 maanden). Gebruik van niet-gelede buizen maakt sneller herstel mogelijk.			x

## Telecom / ICT (B/TE)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Alleen het laatste deel van het gsm-netwerk is draadloos, de rest van de verbindingen (ook vaste telefonie) is bedraad en valt uit bij een overstroming. Communicatie via straalverbindingen is (afhankelijk van locatie en capaciteit) mogelijk via masten aan randen gebied	x	x	
Telecom is essentieel voor evacuatie. Rampenzender valt uit indien in gebied ingericht	x	x	
De glasvezelkabels zijn gevoelig voor water. De kabels zullen vervangen moeten worden na een (langdurige) overstroming.			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Telecom bovenop 'drooggestelde' vitale infrastructuur plaatsen, zodat die kan blijven werken. Met name relevant voor mobiele en draadloze communicatie tijdens de evacuatie aan het begin van de overstroming en voor verkorten hersteltijd ná de overstroming. (B/TE1)	x		x
• Noodvoorziening via straalverbindingen rondom het gebied.	x	x	
• Rampenzender voldoende hoog of buiten gebied. (B/TE2)	x	x	x
• Herstel/ nieuwe aanleg voorzieningen in het gebied.			x

## Waterbeheer (B/WA)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Polder- en boezemgemalen zijn essentieel voor het afvoeren van het water.	x		



Polder- en boezemgemalen moeten op volle toeren kunnen draaien.		x	x
Bij waterdieptes groter dan 0,5 meter is het rioolstelsel niet in staat het afvalwater af te voeren en zal een deel 'op straat' terecht komen.	x	x	
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemalen (inclusief de pompen) en energievoorziening waterbestendig maken, bv door deze boven op de dijk te plaatsen. (B/WA1)</li> <li>Op afstand bedienbaar maken</li> <li>Bereikbaar maken/houden</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Compartimentering (bv in combinatie met hooggelegen wegen) kan zinvol zijn om volstromen van deelgebieden te voorkomen of te vertragen, maar bij de afweging en het ontwerp moet rekening gehouden worden met ongewenste opstuwning waardoor elders de problemen groter worden. (B/WA3)</li> </ul>		x	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Er zijn geen maatregelen om de riolering tijdens een overstroming met dieptes groter dan 2 meter in werking te houden.</li> <li>Afsluiters aan de randen van het gebied zijn zinvol om te voorkomen dat ook elders problemen ontstaan. (B/WA4)</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zorg dat het water ook het gebied weer uit kan door uitstroombopeningen.</li> <li>Bressen in waterkeringen maken om het water sneller het gebied uit te krijgen, daarna restant wegpompen (diepgelegen gebieden leegpompen kan maanden duren).</li> </ul>			x

### (Weg)transport (B/WT)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Voorafgaand aan een (dreigende) overstroming kunnen routes het gebied uit verstopt raken.			
Aan- en afvoerwegen zijn essentieel voor evacuatie. Over de weg niet meer mogelijk, wel over water.	x	x	
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoofdinfrastructuur hoog (boven overstromingsniveau) aanleggen. Hierbij moet worden voorkomen dat ongewenste compartimentering ontstaat, met opstuwning en grotere overstromingsdieptes tot gevolg. (B/WT1)</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkeersplan in werking stellen en eventuele bebording plaatsen / aanpassen tbv evacuatie en hulpverlening.</li> </ul>	x		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen maatregelen mogelijk voor blijvend functioneren wegtransport, overschakelen op boten en helikopters voor evacuatie, bevoorrading en hulpverlening.</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wegen weer bruikbaar maken door verwijderen aangespoeld materiaal en nieuwe aanleg van delen die zijn weggespoeld</li> </ul>			x

### Vitale objecten, zoals ziekenhuizen (B/VO)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Zijn op zich zelf aangewezen, niet bereikbaar (evt. over het water), tijdelijke stroomnoodvoorziening. Verdiepingen onder overstromingsniveau zijn onbruikbaar. Ziekenhuizen zijn in deze fase essentieel voor (tijdelijke) noodopvang.	x		
Kunnen niet meer functioneren.		x	

Functioneren moet weer op gang komen.			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Bij locatiekeuze rekening houden met mogelijke evacuatie en bevoorrading tijdens eerste dagen van de overstroming. (B/VO1)	x		
• Noodkering om ziekenhuis aanleggen	x		
• Geen netwerkfuncties geven, geen bovenregionaal belang.	x	x	x
• Maatregelen gericht op tijdelijk draaiend houden - tijdwinst (dagen) tbv evacuatie patiënten. Noodvoorziening transport maken (bv helikopterplatform). (B/VO2)	x	x	
• Essentiële functies en behandelruimtes boven overstromingsniveau aanbrengen (generatoren e.d.) (B/VO3)			
• Combineren met rol als hoogwatervluchtplaats (B/VO4)			
• Maatregelen om waterschade zoveel mogelijk te voorkomen, dmv robuuste materialen.			x
• Herstel / nieuwbouw, dan overwegen of verplaatsen naar hoger gelegen gebied een optie is -> heroverwegen locatiekeuze.			x

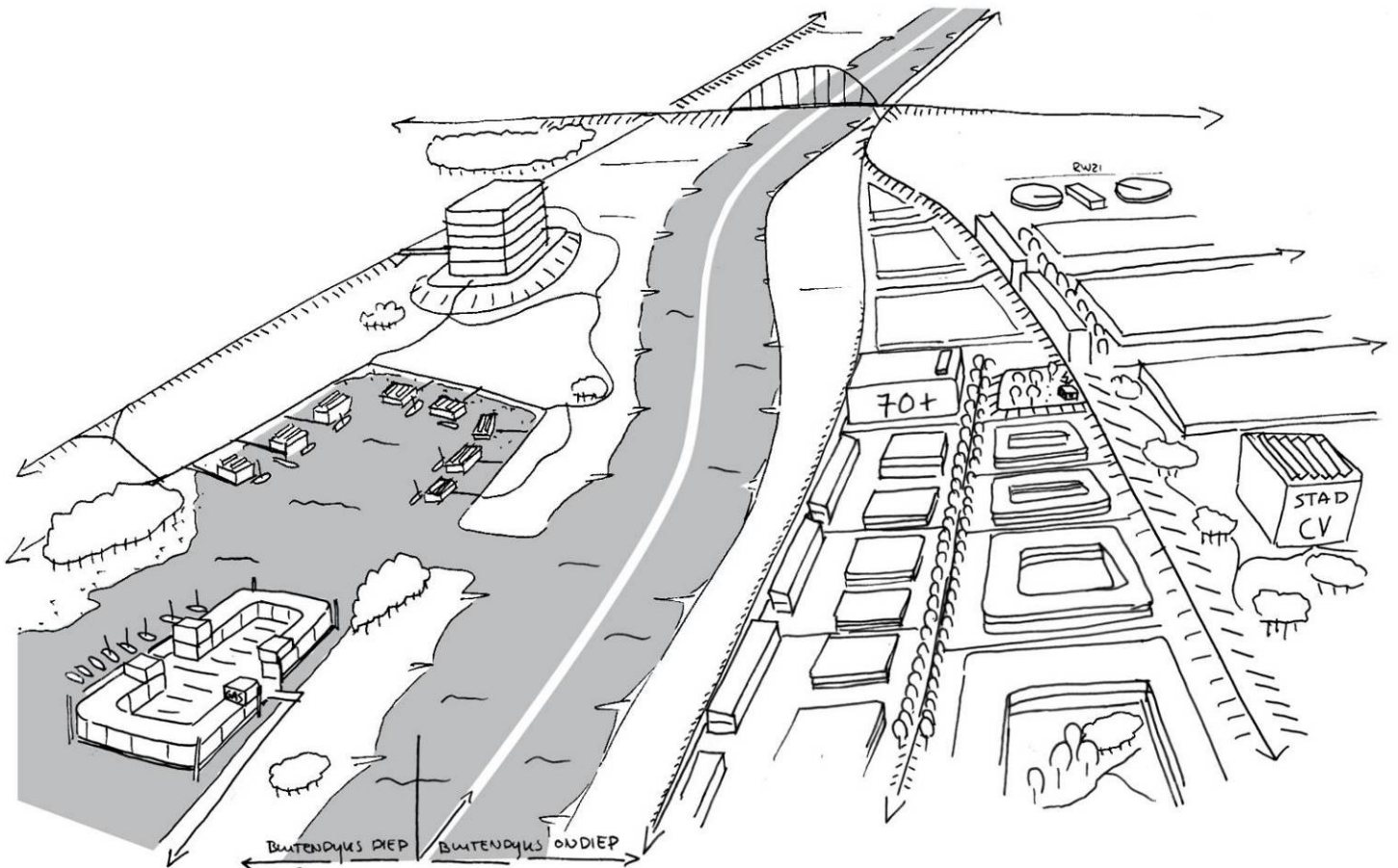
### Wonen (B/WO)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Alle eerste levensvoorzieningen vallen weg, blijven wonen in het gebied is geen optie. Hoge verdiepingen kunnen dienen als tijdelijke vluchtplaats.	x	x	
Van belang is dat huizen zo min mogelijk beschadigd raken zodat ze na de overstroming weer zo snel mogelijk bewoonbaar zijn.			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• (Verticale) evacuatie + bereikbare hooggelegen verzamelplaatsen en duidelijke bebording. (B/WO1)	x		
• Woning met minimaal 3 woonlagen, biedt tijdens overstroming mensen de kans een veilige plek te bereiken (B/WO2)	x		
• Verdiepingen boven de hoogste waterstand geschikt maken voor tijdelijk verblijf (enkele dagen) in afwachting van evacuatie, incl. zorgen voor zelfredzaamheid van de bewoners. (B/WO3)	x	x	
• Zorg dat gebouwen boven het overstromingsniveau een uitgang hebben, bijvoorbeeld een dakraam. (B/WO4)			
• Evacuatie achterblijvers			
• Waterrobuust bouwen (materiaal gebruik, constructie).	x	x	x
• Reparatie- en herstelwerkzaamheden, voor zover woningen nog op te knappen zijn.			x

# 5

## C - Buitendijkse gebieden

C.1 - Ontwerpschets in vogelvluchtperspectief (zie bijlage 5 voor groter formaat)



### Waterrobuuste inrichting buitendijks

De gekozen benadering is er op gericht om het gebied volledig door te laten functioneren tijdens een overstroming, waarbij alle mensen in het gebied kunnen blijven. Kwetsbare functies worden voor zover mogelijk buiten het gebied gepositioneerd of er wordt door middel van ophogen, een aanvullende waterkering of beschermende maatregelen voorkomen dat deze uitvallen of beschadigd raken. In bijlage 5 zijn de schetsen in groter formaat opgenomen met vermelding van de maatregelen, de codes in de bijschriften verwijzen naar de maatregelen in de tabellen op de volgende pagina's. In de tabellen onder C.3 staan alle maatregelen uitgeschreven en gerelateerd aan de gevolgen van een overstroming wanneer een gebied niet waterrobuust is ingericht.

## **C.2 - Beschrijving buitendijkse gebieden**

### **Kenmerken buitendijkse gebieden**

Er is een grote verscheidenheid aan buitendijkse gebieden, die liggen tussen grote wateren (zee, rivieren, kanalen en grote meren) en primaire waterkeringen, deze gebieden worden dus niet beschermd door een dijk. Hoewel deze gebieden vaak een hoger maaiveld hebben is de kans op een overstroming vaak groter dan in de binnendijkse gebieden, het water zal er echter vaak ook sneller weer weg zijn na een overstroming.

We zijn voor deze verkenning uitgegaan van buitendijkse gebieden langs de rivieren. Hierin kan nog onderscheid worden gemaakt tussen gebieden waar het water snel komt en overstromingsdiepte groot (meters) zijn en gebieden waar de reactietijd langer is en de overstromingsdiepte gering (tot 0,5 meter).

De hogere delen in zulke gebieden zullen vaak droog blijven, in de delen die wel onderlopen kan het water na enkele dagen weer weg zijn. Bijna alle inwoners kunnen tijdens de overstroming in het gebied blijven, mits de overstroming niet te lang duurt. Als het gebied niet waterrobuust is ingericht zal veel schade ontstaan en zal het maatschappelijk functioneren ernstig worden ontregeld. Schade zal vooral ontstaan op maaiveldniveau aan gebouwen, infrastructuur, woningen e.d.

### **Om welke delen van Nederland gaat het?**

Buitendijkse gebieden langs de rivieren, het IJsselmeer en de Noord-/Waddenzee.

### **Pilotgebied buitendijks**

Pilotgebied buitendijks diep: Arnhem Meinerswijk -> zie bijlage 2

Geen van de pilotgebieden is representatief voor buitendijks ondiep.

### C.3 – Gevolgen en mogelijke maatregelen

In onderstaande tabellen is per vitale of kwetsbare functie aangegeven wat de gevolgen van een overstroming zijn in een buitendijksgebied zonder waterrobuuste inrichting. Daaronder is in dezelfde tabel aangegeven welke maatregelen genomen kunnen worden om deze gevolgen te voorkomen of te beperken en zodoende het gebied waterrobuust in te richten. Hierbij wordt in de drie rechter kolommen met een 'x' aangegeven in welke fase van de overstroming de gevolgen optreden en de maatregelen effectief zijn. We onderscheiden drie fasen (zie paragraaf 1.2, ad 3 voor een toelichting):

1. De overstroming treedt op;
2. Het gebied staat onder water;
3. De herstelperiode na de overstroming.

Voor het handelingsperspectief, de planontwikkeling en de afweging van maatregelen in een waterrobuust ontwerp is ook van belang wanneer de maatregel wordt genomen, hiervoor is door middel van kleuren onderscheid gemaakt in:

Noodmaatregelen
Inrichtingsmaatregelen
Herstelmaatregelen

#### Elektriciteit (C/EL)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Distributienet: Transformatorhuisjes en meterkasten komen deels onder water. Stelregel: tot 0.5 meter water op straat/binnen woning kan prima verwerkt worden.	x		
Om afsluiting van grote delen van het distributienet te voorkomen is het van belang dat transformatorhuisjes en meterkasten blijven functioneren		x	
Doorfunctioneren van het elektriciteitsnet is randvoorwaardelijk voor warmtevoorziening (gas), telecom, vitale objecten,		x	
Noodgeneratoren komen onder water te staan	x	x	
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
LS verdeelkasten en transformatorhuisjes boven overstromingsniveau aanleggen, op hoger gelegen locatie in het gebied of inpandig. (C/EL1)	x	x	x
Meterkasten en overige huisaansluitingen boven overstromingsniveau aanleggen, denk daarbij ook aan aansluitpunten in kelders en tuinen. (C/EL2)	x	x	x
• Noodgeneratoren boven overstromingsniveau plaatsen (C/EL3)	x	x	

#### Gas (C/GA)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Distributienetwerk functioneert niet meer bij waterstanden meer dan 30 cm (water treedt in de leidingen).	x	x	
Om het systeem weer op orde te maken moet elk huis worden gecontroleerd.			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Distributienetwerk: In gebieden waar meer dan 30 cm water kan optreden geen of niet opnieuw gasnetwerk aanleggen, maar indien mogelijk / kosteneffectief robuust elektriciteitsnet (zie boven) evt. gecombineerd met	x	x	x

stadswarmte. (C/GA1)			
----------------------	--	--	--

### Drinkwater (C/DW)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Pompstations staan in het water. Kunnen niet of beperkt worden bediend. Water komt nog wel uit de kraan als de pompen het nog doen, of als een gekoppeld pompstation in de regio de werking kan overnemen.	x		
De vraag naar drinkwater zal blijven bestaan. Water komt nog wel uit de kraan als de pompen het doen en leidingen niet beschadigd raken.		x	
Geen/weinig schade aan het drinkwatersysteem			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nieuwe pompstations buiten het buitendijkse gebied plaatsen, als goede alternatieve locatie beschikbaar is (locatiekeuze), anders waterrobuust ontwerpen.</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Niet-gelede transportleidingen van tylen zijn bestand tegen overstromingen (tot ongeveer 4 meter), dit bevordert het herstel maar is wel 30% duurder. (C/DW1)</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eventueel noodvoorziening voor drinkwater op hooggelegen locaties, bv dmv mobiel verdeelstation met waterzakken. (C/DW2)</li> </ul>	x	x	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inzetten op volledige zelfredzaamheid van inwoners gebied (voorraad drinkwater/ particuliere waterzuivering) (C/DW3)</li> </ul>	x	x	

### Telecom / ICT (C/TE)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
De kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk vallen uit.	x		
Apparatuur in het gebied afhankelijk van vaste verbindingen of op te grote afstand van straalverbindingen functioneert niet.		x	
Kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk zijn defect (onder water gestaan)			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Telecom bovenop 'drooggestelde' vitale infrastructuur plaatsen, zodat die kan blijven werken. De datacentra, kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk waterbestendig en boven overstromingsniveau aanleggen. Met name relevant voor mobiele en draadloze communicatie (incl. borging elektriciteitsvoorziening). Dit vereist een afwijkend ontwerp van de apparatuur (zijn thans ontworpen voor plaatsing op maaiveldhoogte). (C/TE1)</li> </ul>	x	x	x

### Waterbeheer (C/WA)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Buitendijkse gebieden wateren vrij af op het grote water waar zij direct aan grenzen. Het gebied valt droog als de 'vloedgolf' voorbij is.	x	x	
Volksgezondheidsproblemen treden op als afvalwater niet via het rioolstelsel wordt afgevoerd, maar op straat of in het oppervlaktewater terecht komt. Dit is het geval bij gemengde rioolstelsels en soms ook bij gescheiden stelsels in	x	x	

overstromingssituaties.			
Geen/weinig schade aan het waterbeheersysteem			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesloten rioleringsstelsel aanleggen waarmee afvalwater altijd via riolering en rioolgemaal wordt afgevoerd (alleen zinvol tot maximale overstromingsdieptes van 0,5m). C/WA1)</li> <li>• Werken met vacuÛpompen in rioolgemaal zorgt voor waterrobuuste oplossing C/WA2)</li> <li>• Schakelkasten van rioolgemaal boven maximale waterstand plaatsen.</li> <li>• Door flexibele aansturing van de pompen in de rioolgemaal wordt het afvalwater in de riolering verdeeld over het hele stelsel. Hierdoor wordt de lozing vanuit riolering op oppervlaktewater verminderd.</li> </ul>	x	x	x

### (Weg)transport (C/WT)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Delen van de wegen zullen nog functioneren Het doel is om nog zoveel mogelijk functies te blijven bedienen.	x	x	
Geen/weinig schade			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
• Minimaal wegennet maken dat beschikbaar moeten zijn met aansluitingen op wegennet buiten het gebied. (C/WT1)	x	x	
• Wegen weer bruikbaar maken door verwijderen aangespoeld materiaal en eventuele herstelwerkzaamheden als delen zijn weggespoeld			x

### Vitale objecten, zoals ziekenhuizen (C/VO)

Gevolgen overstroming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Zijn op zichzelf aangewezen, niet bereikbaar, tijdelijke noodstroomvoorziening. Verdiepingen onder of op maaiveld zijn onbruikbaar.	x	x	
Schade afhankelijk van plaatsing apparatuur			x
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen netwerkfuncties geven, geen bovenregionaal belang.</li> <li>• Geen ziekenhuis plaatsen in buitendijkse gebieden die dieper dan 0,5 m onderwater kunnen lopen, eventueel wel minder vitale functies zoals een school of bejaardentehuis, mits goed beschermd. Uitgangspunt hierbij is de overstroming van korte duur is waardoor mensen daar kunnen blijven.</li> </ul>	x	x	
• Permanente waterkering om vitale voorziening (bv bejaardentehuis) heen leggen	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buitendijks ondiep: waterrobuust ontwerp vitale voorziening (bv bejaardentehuis) (C/VO1): <ul style="list-style-type: none"> <li>o Geen vitale functies op of onder maaiveldniveau</li> <li>o Bereikbaar houden, bv door maatregelen bij transport</li> <li>o Energievoorziening veiligstellen, bv door speciale waterbestendige stroomvoorziening door stroomproducent.</li> <li>o Voorkomen waterschade door gebruik robuuste materialen.</li> </ul> </li> </ul>	x	x	x
• Schotten plaatsen voor ramen en deuren op begane grond	x	x	x

<ul style="list-style-type: none"> <li>Schoonmaken van ondergelopen delen van het ziekenhuis en eventuele herstelwerkzaamheden aan beschadigde objecten.</li> </ul>			x
---	--	--	---

## Wonen (C/WO)

Gevolgen overstrooming zónder waterrobuuste inrichting	Fases		
	1	2	3
Gebied blijft bewoonbaar, dus zorgen dat huizen ook bewoonbaar blijven.	x	x	
Nutsfuncties vallen mogelijk deels uit.	x	x	
<b>Maatregelen waterrobuuste inrichting</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewustwording inwoners door informatie en communicatie;</li> <li>Zelfredzaamheid verplichten.</li> </ul>	x	x	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Waterrobuust elektriciteitsnetwerk – niet afhankelijk van gas: Nutsfuncties blijven functioneren.</li> <li>Buitendijks ondiep: Stadsverwarming omdat elektriciteitsvoorziening minder kwetsbaar is dan gas.</li> <li>Buitendijks diep: particuliere energievoorziening (gastank, zonnepanelen).</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inrichting berekend op tijdelijke ondiepe overstrooming, bv verhoogd bouwen, straat als tijdelijke watergang, droge parkeergelegenheden en supermarkt blijft bereikbaar en bevoorraad. De inrichting moet zodanig zijn dat het 'aantrekkelijk' is om in het gebied te blijven. (C/WO1)</li> <li>Zelfvoorzienende woningen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Buitendijks ondiep: geen kelders/kruipruimtes, overstroombare begane grond, of waterdichte begaande grond (schotten), niet slapen op begane grond, waterrobuust bouwen (C/WO1)</li> <li>Buitendijks diep: drijvende woningen, op terpen, eigen energievoorziening (gastank, zonnepanelen, houtkachel), bootje voor de deur (C/WO2).</li> </ul> </li> <li>Materiaal gebruik: stenen vloeren.</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schotten plaatsen voor ramen en deuren op begane grond</li> </ul>	x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schoonmaken begane grond voor zover daar water heeft gestaan</li> </ul>			x



# 6

## Generieke lessen en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de generieke lessen en aanbevelingen uit de verkenning ten aanzien van een waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies beschreven. In de onderstaande paragrafen worden achtereenvolgens de algemene conclusies, de conclusies ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp, aanvullende aandachtspunten bij waterrobuuste inrichting en aanbevelingen voor het vervolg beschreven.

### 6.1 Algemene conclusies van de verkenning

Uit de verkenning kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- i. **Gebiedsgericht maatwerk** - Uit de verkenning is gebleken dat waterrobuust ontwerpen en inrichten altijd om gebiedsgericht maatwerk vraagt. Hierbij bepalen verschillende gebiedskenmerken en afwegingscriteria welk maatregelenpakket voor dat gebied het meest (kosten)effectief is. In een integraal ingerichte waterrobuuste wijk is functioneren mogelijk tot het overstromingsniveau waarop het is ontworpen.
- ii. **Afwegingsproces** - Zo'n gebiedsgerichte uitwerking verloopt volgens een bepaald afwegingsproces (zie nadere toelichting in paragraaf 6.1.1). De figuur in paragraaf 6.1.1 geeft schematisch en vereenvoudigd weer hoe dit afwegingsproces zou kunnen plaatsvinden. In de praktijk zal de afweging niet lineair plaatsvinden maar meer een cyclisch en iteratief proces zijn waarbij een aantal stappen opnieuw worden doorlopen voordat het definitieve pakket maatregelen is vastgesteld.
- iii. **Drie typen gebieden** - Tijdens de verkenning is zo'n afwegingsproces (deels) doorlopen voor drie typen gebieden:  
A - Binnendijkse gebieden die ondiep (< 2m) onder water lopen bij een overstroming;  
B - Binnendijkse gebieden die diep (> 2m) onder water lopen;  
C - Buitendijkse gebieden.  
Alle gebieden in Nederland met een overstromingsrisico kunnen grofweg in één van deze drie gebiedstypen worden ingedeeld. Daarmee kan de verkenning van de waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies voor deze drie gebiedstypen (zie hoofdstuk 3 t/m 5) als inspiratie dienen voor gebiedsgerichte uitwerkingen. De algemene conclusies voor de drie typen gebieden ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp staan in paragraaf 6.2.
- iv. **Drie benaderingen** - Op basis van de gebiedsspecifieke situatie en de overstromingskarakteristieken kan een perspectief worden bepaald voor het functioneren van een gebied tijdens en ná een overstroming. Hier kunnen op hoofdlijnen drie strategieën of benaderingen voor een waterrobuuste inrichting uit worden afgeleid. Deze driedeling is in veel gevallen één op één te koppelen aan de driedeling in gebiedstypen.

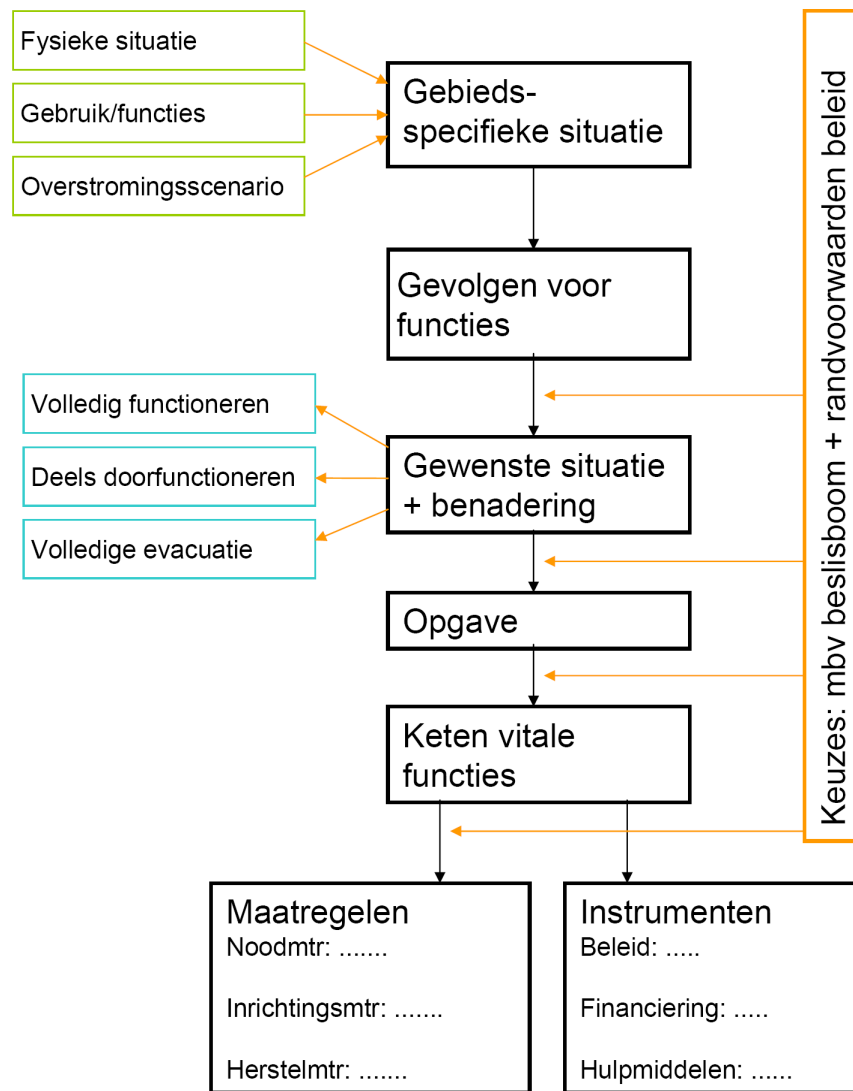
Perspectief	Benadering waterrobuuste inrichting	Type gebied
• Serieuze hinder	• Deels doorfunctioneren	• Binnendijks ondiep
• Ontwrichting	• Volledige evacuatie + snel herstel	• Binnendijks diep
• Zelfvoorzienend	• Volledig doorfunctioneren	• Buitendijks

- v. **Ketenafhankelijkheid** - Voor de netwerken van alle nutsvoorzieningen geldt dat het zo sterk is als de zwakste schakel. Een effectief waterrobuust ontwerp begint met de bescherming van de zwakste schakel. Zie paragraaf 6.1.2 voor nadere conclusies over ketenafhankelijkheid.
- vi. **No-regret maatregelen** - Omdat een waterrobuuste inrichting gebiedsgericht maatwerk vergt is het niet mogelijk om een standaardlijst met no-regret maatregelen op te stellen. Er zijn wel een aantal principes te benoemen waarmee gebiedsspecifiek no-regret maatregelen en prioriteiten bepaald kunnen worden. Zoals bijvoorbeeld het waterbestendig maken van de elektriciteitsvoorziening, omdat alle vitale functies hiervan afhankelijk zijn. Zie paragraaf 6.1.3. voor meer principes om gebiedsspecifiek no-regret maatregelen te bepalen.
- vii. **Meekoppelkansen** - Als maatregelen ook een ander doel (zoals klimaatbestendigheid, transport, beleving of natuur) dienen is de kans groter dat deze kosteneffectief kunnen worden ingepast in een ontwerp en worden gerealiseerd. Ditzelfde geldt voor de landschappelijke inpasbaarheid en de ruimtelijke kwaliteit van de waterrobuuste maatregelen. Voorbeelden van dergelijke meekoppelkansen zijn:
- Een ondiepe overstroming (tot 0,5 meter) heeft sterke gelijkenis met wateroverlast als gevolg van hevige regenval. Vergelijkbare maatregelen kunnen voor beide situaties effectief zijn, zoals een gescheiden rioolstelsel om volksgezondheidsproblemen tijdens een overstroming te voorkomen én voor een klimaatbestendige inrichting van stedelijk gebied;
  - De haalbaarheid van waterrobuuste maatregelen kan bijvoorbeeld worden vergroot door deze in te passen in het ontwerp van straatmeubilair of gebouwen. Het betreft dan met name het verhoogd aanleggen van objecten en knooppunten in de netwerken van nutsvoorzieningen;
  - De nieuwe trend dat warmte en elektriciteit ook decentraal worden opgewekt (door particulieren en bedrijven) biedt goede meekoppelkansen. Deze vormen van warmte en energievoorziening zijn eenvoudiger waterrobuust te maken, omdat hier minder sprake is van ketenafhankelijkheid.
- viii. **Gevolgenbeperking** - Het overstromingsrisico wordt bepaald door de kans op een overstroming en de gevolgen van een overstroming, volgens de formule "risico = kans x gevolg". De kans op een overstroming zal in Nederland niet toenemen als de waterkeringen goed worden onderhouden en op hoogte worden gehouden (meegroeien met de gevolgen van klimaatverandering). De gevolgen (uitgedrukt in schade en slachtoffers) van een overstroming zullen echter in de meeste gebieden wél toenemen als gevolg van intensivering van het ruimtegebruik, bevolkingstoename en groei van de economische waarde in het gebied. Dit rechtvaardigt investeringen in een waterrobuuste inrichting van nieuwbouwlocaties en (grootschalige) herstructureringen. Een integrale aanpak voor alle vitale en kwetsbare functies is hierbij noodzakelijk.

- ix. **Hersteltijd** – Een waterrobuuste inrichting maakt sneller herstel van voorzieningen mogelijk na een overstroming. Uit de analyses van de maatregelen is naar voren gekomen dat de beste manier om de hersteltijd te verkorten is om de netwerken van de verschillende functies waterrobuust in te richten. Uit de verkenning zijn geen andere maatregelen voortgekomen om de hersteltijd te verkorten.

### 6.1.1 Afwegingsproces waterrobuuste inrichting

Uit de verkenning is gebleken dat waterrobuust ontwerpen en inrichten gebiedsgericht maatwerk vraagt. Hierbij bepalen verschillende gebiedskenmerken en afwegingscriteria welk maatregelenpakket voor dat gebied het meest (kosten)effectief is. Onderstaande figuur geeft schematisch en vereenvoudigd weer hoe dit afwegingsproces zou kunnen plaatsvinden. In de praktijk zal de afweging niet lineair plaatsvinden maar meer een cyclisch en iteratief proces zijn waarbij een aantal stappen opnieuw worden doorlopen voordat het definitieve pakketmaatregelen is vastgesteld.



Het afwegingsproces voor het maken van een waterrobuust ontwerp begint met het in beeld brengen van de specifieke situatie. Deze wordt bepaald door de natuurlijke fysieke

kenmerken (hoogteligging, ligging tov groot water, gesteldheid ondergrond, morfologie), het gebruik en de functies in het gebied en de mogelijke overstromingsscenario's (vanuit zee, rivieren, IJsselmeer of regionaal systeem). De gebiedsspecifieke situatie is bepalend voor de gevolgen van een overstroming voor de aanwezige en geplande functies.

De gebiedsspecifieke situatie en de gevolgen van een overstroming bepalen het perspectief voor het functioneren van een gebied tijdens en ná een overstroming. Op grond hiervan kan een keuze worden gemaakt welke benadering zinvol is voor de waterrobuuste inrichting van een bepaald gebied. De gekozen benadering bepaalt de gewenste situatie. Er zijn op hoofdlijnen drie benaderingen te onderscheiden:

1. Gebied moet volledig kunnen doorfunctioneren tijdens en ná de overstroming;
2. Gebied moet deels kunnen doorfunctioneren tijdens de overstroming en snel weer volledig kunnen functioneren ná de overstroming;
3. Gebied moet volledig zijn geëvacueerd tijdens de overstroming en snel weer (deels) kunnen functioneren ná de overstroming.

Het concretiseren van de gewenste situatie met de bijbehorende benadering bepaalt samen de opgave voor de inrichting (bijvoorbeeld uitgedrukt in aantal evacués en te vermijden euro's schade). Vervolgens kan worden bepaald of het zinvol is om de keten van de verschillende vitale functies (met name nutsvoorzieningen) geheel of gedeeltelijk te beschermen. Daarna kan gebiedspecifiek een integraal pakket van maatregelen en instrumenten worden uitgewerkt, dat ook moet worden afgewogen met andere belangen en veiligheidsaspecten (zoals brandveiligheid en milieuveiligheid).

### 6.1.2 Ketenaafhankelijkheid

Voor de netwerken van alle nutsvoorzieningen geldt dat het zo sterk is als de zwakste schakel. Bijvoorbeeld de stroomvoorziening is een keten van elektriciteitscentrales, transport- en distributienetten, schakelkasten, transformatorhuisjes en meterkasten. Ook de voorzieningen gas, drinkwater en telecom zijn onderdeel van een keten. Onderling bestaan er ook afhankelijkheden tussen de ketens van de afzonderlijke sectoren. De onderlinge afhankelijkheid geldt in het bijzonder voor de elektriciteitsvoorziening en telecom, maar ook voor bijvoorbeeld de relatie tussen de aardgasvoorziening en elektriciteit (aandrijving compressorstations).

Een effectief waterrobuust ontwerp begint met een analyse van de keten en de bescherming van de zwakste schakel. Door deze waterrobuust te plaatsen (boven overstromingsniveau) of te ontwerpen (bescherming tegen water) kan uitval door een overstroming in veel gevallen worden voorkomen.

In dit kader moet ook aandacht worden besteed aan:

- Uitstraling: doorfunctioneren van onderdelen van de netwerken buiten het overstromingsgebied;
- Afhankelijkheid: bescherming van de hoofdinfrastructuren buiten de wijk die waterrobuust wordt ontworpen;

Met een integraal ingerichte waterrobuuste wijk is functioneren mogelijk tot het overstromingsniveau waarop het is ontworpen.

#### *Ketenaafhankelijkheid elektriciteit*

Voor het functioneren van het landelijk transportnet is het van belang dat de aansturing en de schakelkasten blijven functioneren. De schakelkasten in een overstromingsgevoelig gebied mogen daarom geen netwerkfunctie hebben voor gebieden buiten het overstromingsgevoelige gebied.

#### *Ketenafhankelijkheid gas*

Meet- en regelstations, compressorstations en gasafsluiters van het hoge druk transportnet vallen mogelijk uit als deze in het overstromde gebied liggen. Deze blijven wel functioneren als ze buiten het overstromde gebied of boven het overstromingsniveau liggen. Meet- en regelstations in diepe gebieden mogen geen netwerkfunctie hebben voor gebieden buiten het overstromingsgevoelige gebied.

#### *Ketenafhankelijkheid drinkwater*

Zorgen dat pompstations in het gebied gekoppeld zijn met een hooggelegen pompstation, dat de werking kan overnemen tijdens een overstroming. De drinkwatervoorziening valt of staat met het doorfunctioneren van de drinkwaterwinning en –productie, als die uitvalt is ook de levering aan nooddrinkwatervoorzieningen in gevaar.

#### *Ketenafhankelijkheid telecom/ICT*

In de huidige situatie zijn met name de knooppunten van het telecom/ICT-hoofdnetwerk kwetsbaar. Deze knooppunten zijn gevoelig voor het uitvallen van elektriciteit en liggen op diverse overstromingsgevoelige locaties. Een aantal rampenzenders is ook erg gevoelig voor overstroming en kunnen daardoor ook uitvallen, 5 á 6 liggen op een locatie onder NAP.

#### *Ketenafhankelijkheid afvalwater en riolering*

Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en boostergemalen blijven in bedrijf zolang deze niet onder water lopen, maar het rioolwater loopt wel over op straat en in de huizen, dit kan leiden tot problemen voor de volksgezondheid.

Uitval van een RWZI levert vooral overlast op, maar geen direct gevaar voor de volksgezondheid zolang de riolering (rioolgemalen en boostergemalen voor de afvoer van afvalwater) nog functioneert. Als een RWZI uitvalt, duurt reparatie en het opstarten van het biologische proces even veel dagen als het proces buiten bedrijf is geweest, mits de installaties niet onbruikbaar zijn geworden. Dat kan een reden zijn om ook de RWZI's goed te beschermen tegen een overstroming.

### 6.1.3 No-regrets

Omdat een waterrobuuste inrichting gebiedsgericht maatwerk vergt is het niet mogelijk om een standaardlijst met no-regret maatregelen op te stellen. Er zijn wel een aantal principes te benoemen waarmee gebiedsspecifiek no-regret maatregelen bepaald kunnen worden:

- Voor binnendijkse gebieden blijft de waterkering te allen tijde de belangrijkste bescherming tegen de gevolgen van een overstroming. Een waterrobuuste inrichting wordt ontwikkeld vanuit het perspectief dat de dijk onverhoopt toch faalt.
- Geef prioriteit aan het waterbestendig maken van de elektriciteitsvoorziening, omdat alle vitale functies hiervan afhankelijk zijn.
- Besteed bij nieuw te bouwen ziekenhuizen nadrukkelijk aandacht aan de locatiekeuze: als een locatie buiten overstroombaar gebied geen optie is, moet een ziekenhuis zo zijn ontworpen dat ten minste de hogere verdiepingen tijdelijk moeten kunnen doorfunctioneren.
- Inzetten op bewustwording en inzicht op het eigen handelingsperspectief van de betrokkenen in een overstromingsgevoelig gebied door middel van gerichte informatievoorziening en communicatie vooraf en tijdens een overstroming. Bewustwording draagt bij aan draagvlak en medewerking voor een waterrobuuste inrichting en het vergroot de zelfredzaamheid van de inwoners.
- Grote aantallen slachtoffers kunnen worden voorkomen door gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid goed voor te bereiden op grootschalige evacuatie.

- Maatregelen die ook vanuit andere belangen en het dagelijks functioneren van het gebied meerwaarde hebben. Bv. zonnepanelen (met accu) of een houtkachel voor energievoorziening en een regenwaterbuffer als noodwatervoorziening in gebieden die volledig door moeten kunnen functioneren tijdens een overstroming. Of gescheiden rioolstelsel om volksgezondheidsproblemen tijdens een overstroming te voorkomen, is ook effectief voor klimaatbestendige inrichting van stedelijk gebied.

## 6.2 Conclusies ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp

Uit de verkenning is gebleken dat er verschillende mogelijkheden zijn om een bepaald gebied waterrobuust in te richten. Een uitgebreide beschrijving van de analyse van mogelijke maatregelen per functie voor de drie onderscheiden typen gebieden is te vinden de hoofdstukken 3 t/m 5. In deze paragraaf zijn de belangrijkste conclusies ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp samengevat.

### **A - Binnendijkse gebieden die ondiep onder water lopen bij een overstroming**

De analyse van een waterrobuuste inrichting voor ondiepe binnendijkse gebieden heeft in de verkenning geleid tot een benadering waarbij deze gebieden deels moeten kunnen doorfunctioneren tijdens de overstroming en snel weer volledig moeten kunnen functioneren ná de overstroming. Dit leidt tot onderstaande inzichten ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp.

#### Locatiekeuze

Voor de regionale componenten van de netwerken voor vitale en kwetsbare functies zijn er geen beperkingen ten aanzien van de locatiekeuze, mits gekozen wordt voor een integrale waterrobuuste inrichting en een waterbestendig ontwerp. Voor de hoofdcomponenten van de netwerken, zoals elektriciteitscentrales, is het raadzaam deze zo veel mogelijk buiten de overstromingsgevoelige gebieden aan te leggen. Als dit niet mogelijk blijkt moet er worden gezorgd voor voldoende redundantie binnen het totale systeem.

#### Inrichting

Zorg voor een waterrobuuste inrichting door alle netwerken en objecten van vitale functies en gebouwen zoveel mogelijk boven het overstromingsniveau aan te leggen, door op van nature hogere locaties te bouwen of vooraf op te hogen.

Zorg voor hooggelegen verbindingen het gebied in (hulpverlening en bevoorrading) en uit (evacuatie). Maak tunnelmonden waterbestendig als er tunnels in het hoofdwegennet zitten, zodat deze in ieder geval bij geringe overstromingsdieptes nog bruikbaar zijn.

Richt hoger gelegen delen in het gebied in als vluchtplaats en sluit deze aan op de hoger gelegen verbindingen, zodat van hieruit kan worden geëvacueerd en/of noodhulp (drinkwater, voedsel, etc.) kan worden verstrekt.

#### Ontwerp

Een waterbestendig ontwerp van alle vitale functies en gebouwen maakt snel herstel en volledig functioneren van het gebied ná de overstroming mogelijk. Zorg in ieder geval voor een waterrobuuste stroomvoorziening voor alle vitale functies, door aansluitingen en knooppunten in het elektriciteitsnetwerk hoog te plaatsen. Zorg aanvullend voor noodaggregatoren (inclusief brandstof) en straalverbindingen voor telecommunicatie op het dak van hoge gebouwen.

### **B - Binnendijkse gebieden die diep onder water lopen bij een overstroming**

De analyse van een waterrobuuste inrichting voor diepe binnendijkse heeft in de verkenning geleid tot een benadering waarbij deze gebieden volledig moeten zijn geëvacueerd tijdens

de overstroming en snel weer (deels) moeten kunnen functioneren ná de overstroming. Dit leidt tot onderstaande inzichten ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp.

#### Locatiekeuze

Betrek de kosten voor gevolgbeperkende maatregelen en schade in de afweging van de locatiekeuze van grootschalige en kapitaalintensieve ontwikkelingen in diepe gebieden met een overstromingsrisico.

Plaats een zo groot mogelijk deel van de netwerken van vitale functies, zoals elektriciteitscentrales, drinkwaterstations en rampenzenders, buiten de diepe binnendijkse gebieden.

#### Inrichting

Zorg voor goed ontsloten evacuatie routes met een grote capaciteit om in korte tijd veel mensen uit het gebied te kunnen evacueren, voorafgaand aan de overstroming. Houdt er in dichtbevolkte gebieden rekening mee dat niet iedereen voorafgaand aan de overstroming het gebied kan of heeft verlaten. Zorg daarom ook voor mogelijkheden om verticaal te evacueren binnen het gebied (bv in hoge overheids- of kantoorgebouwen, met waterbestendige voorzieningen zodat groepen mensen daar enkele dagen kunnen verblijven) en voor vervoer over water.

#### Ontwerp

Door de knooppunten in netwerken van vitale functies boven het overstromingsniveau te plaatsen en gebouwen waterbestendig te ontwerpen is sneller herstel mogelijk ná de overstroming. Zorg voor noodvoorzieningen bovenop gebouwen die zijn ingericht voor verticale evacuatie (bv. noodaggregatoren, drinkwaterreservoir en straalverbindingen voor telecommunicatie op hoge gebouwen). Zorg voor uitgangen (bv dakraam) op de hoogste verdieping van woningen om te voorkomen dat mensen opgesloten raken als ze omhoog vluchten voor het water.

### **C - Buitendijkse gebieden**

De analyse van een waterrobuuste inrichting voor buitendijkse gebieden heeft in de verkenning geleid tot een benadering waarbij deze gebieden volledig moeten kunnen doorfunctioneren tijdens en ná de overstroming. Dit leidt tot onderstaande inzichten ten aanzien van locatiekeuze, inrichting en ontwerp.

#### Locatiekeuze

Voor de locatiekeuze van vitale en kwetsbare functies in buitendijkse gebieden is het belangrijk om eerst goed de overstromingskansen en lokale topografie te bepalen. Naar mate de overstromingskansen groter is is het belangrijker om hoofd- en regionale componenten van de netwerken van vitale functies buiten het buitendijkse gebied te plaatsen.

Vanwege de kwetsbaarheid voor overstromingen en de grote hersteltijd en -kosten is het beter om geen nieuwe gasnetwerken aan te leggen in buitendijkse gebieden, maar bijvoorbeeld te kiezen voor stadsverwarming. Benut hoger gelegen delen in het gebied voor het plaatsen van vitale functies en gebouwen.

#### Inrichting

Omdat buitendijkse gebieden niet zijn beschermd door een dijk moeten de bouw en inrichting zijn aangepast aan de omstandigheden. Zorg daarom voor een waterrobuuste inrichting door alle netwerken van vitale functies en gebouwen zoveel mogelijk boven het overstromingsniveau aan te leggen, door op van nature hogere locaties te bouwen of vooraf op te hogen. Zorg er voor dat transportverbindingen het gebied in en uit ook tijdens een overstroming bruikbaar zijn, over de weg of over het water.

### Ontwerp

Maak alle netwerken van vitale functies en gebouwen waterbestendig voor zover deze op locaties onder het overstromingsniveau staan. Zorg bijvoorbeeld voor waterrobuuste drinkwatervoorziening door gebruik van niet-gelede leidingen en aanvullend drinkwaterreservoirs op daken van gebouwen.

Maak woningen in buitendijkse gebieden met een relatief grote overstromingskans en een grote overstromingsdiepte volledig zelfvoorzienend met eigen energievoorziening, drinkwatertank en vacuümriolering.

## 6.3 Algemene aandachtspunten bij waterrobuuste inrichting

In de verkenning zijn aanvullend de volgende algemene aandachtspunten c.q. inzichten naar voren gekomen:

### *Waterrobuust als lange termijn ontwikkeling*

Het waterrobuust ontwikkelen van een groter gebied is alleen op langere termijn te realiseren, door per deelgebied kansen te benutten in nieuwbouw- en herstructureringsprojecten. Om deze lange termijn ontwikkeling mogelijk te maken en desinvesteringen te voorkomen zijn bindende afspraken tussen betrokken overheden noodzakelijk.

### *Beheer en onderhoud van waterrobuuste maatregelen is een belangrijk punt*

De effectiviteit en bruikbaarheid van de gerealiseerde maatregelen is mede afhankelijk van de staat van onderhoud. Dit is een aandachtspunt omdat deze maatregelen worden genomen voor situaties die niet vaak voorkomen. Tijdelijke maatregelen (noodkeringen en noodpompen) zijn vaak nog kwetsbaarder voor veroudering en slijtage, ook als ze niet worden gebruikt. Regelmatige controle en onderhoud zijn noodzakelijk.

### *Maatregelen combineren*

Beschouw bij het maken van een integraal ontwerp voor een gebied ook de mogelijkheden om maatregelen te combineren. Zoals het plaatsen van collectieve voorzieningen (gas, water en licht) op hoge en goed beschermde gebouwen in het gebied, zoals ziekenhuizen. Ook het combineren van collectieve voorzieningen in kleinere afsluitbare eenheden (voor bijvoorbeeld 1000 inwoners) heeft voordelen omdat uitval op wijkniveau dan ook in kleinere eenheden optreedt ipv de hele wijk tegelijk.

### *Bij ondergrondse ontwikkelingen ook aandacht voor waterrobuustheid*

Met name in stedelijk gebied is de ondergrond vaak intensief in gebruik voor kabels en leidingen, maar ook voor infrastructuur (metro, trein, weg), parkeergelegenheid en warmte-koudeopslag. Zolang er geen risico is op het wegspoelen van de bodem of het binnenstromen van water zijn de ondergrondse voorzieningen over het algemeen goed bestand tegen een overstroming. Het is echter ook duur om infrastructuur onder de grond aan te leggen. Bij toekomstige ontwikkeling van ondergronds bouwen, waarbij mogelijk ook meer gebruiksruidtes onder de grond worden aangelegd is het van belang dat deze waterrobuust (voorkomen instroom van water en evacuatie mogelijk maken) worden ontworpen om te voorkomen dat nieuwe waterveiligheidsrisico's ontstaan.

### *Ook aandacht voor externe veiligheid*

Tijdens een overstroming kunnen ook milieugevaarlijke stoffen in het water terecht komen. In hoeverre dat tot directe gevolgen voor de volksgezondheid of het milieu leidt hangt af van de soort stoffen die in het water terecht komen en de afstand tot de locatie waar de stoffen



vandaan komen. Stoffen die oplossen worden sterk verdund en zullen niet het grootste probleem zijn, maar (onbekende) stoffen die drijfvlagen vormen op het water en gasvormige giftige stoffen vormen wel direct een gevaar voor de mensen in het gebied.

## 6.4 Aanbevelingen voor het vervolg

De aanbevelingen uit deze verkenning voor nadere uitwerking door DPNH hebben we onderverdeeld in vier onderwerpen:

- Randvoorwaarden bepalen en vastleggen;
- Afwegingssystematiek waterrobuuste inrichting;
- Governance aspecten;
- Communicatie met derden.

### **Kader en randvoorwaarden bepalen en vastleggen**

Deze verkenning was primair gericht op mogelijke maatregelen voor de optimale waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies. Naar onze mening moet de vervolgstap gericht zijn op een verdere operationalisering, door een kader en randvoorwaarden mee te geven aan lagere overheden en gebiedsontwikkelaars en daarbij aan te geven wanneer deze van toepassing zijn. De bestaande hulpmiddelen (zie ook bijlage 3) en een verdere uitwerking van de afwegingssystematiek kunnen hier onderdeel van uitmaken. Kadern en randvoorwaarden van het Rijk moeten de minimale eisen bevatten en gebiedsspecifiek maatwerk door lagere overheden mogelijk maken. Aanbevolen wordt om hiervoor in ieder geval aan te geven om welke gebieden in Nederland het gaat en welke eisen het Rijk stelt aan de waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies.

#### *1. Specificiteer gebieden waarvoor waterrobuuste inrichting relevant is*

De meerwaarde van een waterrobuuste inrichting verschilt sterk per gebied. In bepaalde gebieden is een waterrobuuste inrichting zeer relevant terwijl in andere gebieden de waarde van aanvullende bescherming veel minder is. De mate waarin een waterrobuuste inrichting voor een bepaald gebied relevant is moet gebiedsspecifiek worden bepaald aan de hand van een brede afweging van kosten en baten. Maar het zal de regionale overheden helpen als door het Rijk op hoofdlijnen wordt aangegeven voor welke gebieden de afweging van een waterrobuuste inrichting relevant is.

Het zal dan in ieder geval gaan om:

- in principe alle buitendijkse gebieden (aan zee, IJsselmeer, Markermeer, bovenstroom rivier of benedenstrooms);
- ondiepe binnendijkse gebieden met een grote nieuwbouw- of herstructureringsopgave;
- stedelijke gebieden op overstromingsgevoelige locaties, waar de gevolgen van een overstroming groot zijn omdat de bevolkingsdichtheid en economische waarde groot zijn;
- diepe overstromingsgevoelige gebieden, met name in verband met de locatiekeuze voor nieuwe ontwikkelingen en investeringen.

#### *2. Bepaal eisen aan minimale basisvoorzieningen tijdens een overstroming*

Bepaal welke basisvoorzieningen minimaal aanwezig moeten zijn in een gebied en welke eisen daaraan worden gesteld om door te kunnen functioneren tijdens een overstroming. Belangrijke onderdelen hiervan zijn:

- a. Bepaal welke vitale functies minimaal moeten kunnen doorfunctioneren tijdens een overstroming, bepaal daarbij ook of het om volledig doorfunctioneren gaat of op basis van noodvoorzieningen. Het ligt voor de hand om hierbij onderscheid te maken naar de verschillende type gebieden en benaderingen voor een

waterrobuuste inrichting. Op basis van onze verkenning en voorgaand onderzoek naar vitale en kwetsbare infrastructuur zijn wij van mening dat in ieder geval noodzakelijk zijn: de stroomvoorziening, de drinkwatervoorziening, mogelijkheden data en telefoon verkeer en transport van goederen en personen. Ook als een ziekenhuis in een gebied aanwezig is dan is het blijven functioneren en transport naar en van ziekenhuis essentieel.

- b. Beschouw ook vitale en kwetsbare functies die in deze verkenning niet zijn meegenomen, zoals vliegvelden en bedrijven met een groot extern/milieu risico, bij het bepalen van de minimale basisvoorzieningen.
- c. Bepaal voor de totale keten, dus ook voor het hoofdsysteem, van de minimale basisvoorzieningen aan welke minimale eisen deze moeten voldoen om door te kunnen functioneren tijdens een overstroming en welke eisen worden gesteld aan het herstel na een overstroming (bv maximale hersteltijd). Onderzoek of het nodig en mogelijk is om hiervoor normen op te stellen.
- d. Bepaal voor gebieden die relatief vaker onder water staan, zoals bepaalde buitendijkse gebieden, welke vitale functies en kwetsbare infrastructuur in principe niet worden aangelegd in deze gebieden.
- e. Benoem concreter wat wordt verstaan onder zelfredzaamheid van bewoners. Hoe lang moet dit aan de orde zijn, en moeten bewoners geheel zelfredzaam zijn of wordt in een noodsituatie ook collectief zaken geregeld?

### **Afwegingssystematiek waterrobuuste inrichting**

Het verder uitwerken van de afwegingssystematiek (zie paragraaf 6.1.1) kan helpen bij het gebiedsspecifiek bepalen van no-regret maatregelen en maatregelen die je op termijn in ruimtelijke ontwikkelingen kunt realiseren. Meer specifiek worden hiertoe de volgende aanbevelingen gedaan:

#### *1. Beslisboom voor afwegingsproces*

Werk een beslisboom uit voor alle stappen van het afwegingsproces. De beslisboom moet inzicht geven in de belangrijkste aspecten (inclusief kosten en effectiviteit van de maatregelen) en overwegingen die de keuzes in het afwegingsproces bepalen. De beslisboom moet worden uitgewerkt voor de verschillende stappen in het afwegingsproces (zie de horizontale oranje peilen in de figuur in paragraaf 6.1.1).

Het doorlopen van de beslisboom zal uiteindelijk moeten leiden tot (combinaties van) mogelijke kosteneffectieve maatregelen voor een specifiek gebied. De reeds door DPNH ontwikkelde hulpmiddelen (gevenskaart, checklist en maatregelenmatrix, zie ook bijlage 3) kunnen op verschillende niveau's ondersteunend zijn aan de beslisboom.

#### *2. Methodiek om schade mee te nemen in afweging waterrobuuste inrichting*

Werk een methodiek en kentallen uit om ook schade als gevolg van het optreden van een overstroming als kostenpost mee te nemen in MKBA's voor waterrobuuste inrichting.

In het afwegingsproces is het essentieel dat inzicht bestaat in de relatie tussen kosten (inclusief de kosten voor beheer en onderhoud) en mate van bijdrage aan waterrobuustheid. Op basis hiervan kan de haalbaarheid en wenselijkheid van afzonderlijke maatregelen worden bepaald en/of kunnen maatregelen ten opzichte van elkaar worden afgewogen. Het is ook van belang om inzicht te hebben in de omvang van de schade aan vitale en kwetsbare functies als gevolg van een overstroming. Dit zou ook moeten worden meegenomen in de afweging van investeringsmaatregelen om vitale en kwetsbare functies te beschermen tegen de gevolgen van een overstroming. Hiervoor moeten echter nog wel een methodiek en kentallen worden uitgewerkt.

### **Governance aspecten**

Bij de afweging van gevolgbeperkende maatregelen voor een waterrobuuste inrichting komen ruimtelijke ordening en waterveiligheid bij elkaar. Dit zijn van oudsher twee gescheiden werelden, met beide meerdere bestuurslagen. Deze bestuurslagen hebben allemaal hun eigen verantwoordelijkheden, taken en financiën. Dit kan een integrale waterrobuuste ontwikkeling in de weg staan. Daarom doen we de volgende aanbevelingen:

1. *Verankering waterveiligheid in integrale afweging tbv ruimtelijke planvorming*

Voorkom vrijblijvendheid ten aanzien van de afweging van een waterrobuuste inrichting bij ruimtelijke planvorming, waarbij ook vele andere belangen moeten worden afgewogen. Om een waterrobuuste inrichting te verankeren in de totale afweging van alle belangen moeten heldere afspraken gemaakt worden over taken en verantwoordelijkheden in het afwegingsproces. Deze moeten vervolgens worden vastgelegd in beleid en regelgeving voor ruimtelijke ontwikkeling en waterveiligheid. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een verantwoordingsplicht, die planvormers verplicht om inzichtelijk te maken hoe overstromingsrisico's en waterrobuustheid zijn meegenomen in de afweging.

2. *Bevoegdheden, verantwoordelijkheden en financieringsafspraken bepalen en vastleggen*

Maak op rijksniveau keuzes ten aanzien van bevoegdheden, verantwoordelijkheden en financieringsafspraken voor waterrobuust inrichten en bouwen in gebieden met een overstromingsrisico. En leg deze vast in beleid en regelgeving.

Betrek ook de sectoren bij het maken van financieringsafspraken. Bijvoorbeeld om de mogelijkheid te verkennen dat sectoren investeren in waterrobuuste netwerken, waarbij zij de investeringskosten mogen doorberekenen in hun tarieven.

### **Communicatie met derden**

Het overwegen van een waterrobuuste inrichting met gevolgbeperkende maatregelen om schade en slachtoffers door een overstroming te voorkomen of te beperken is een relatief nieuwe ontwikkeling. De inzet en expertise van veel verschillende partijen is hierbij nodig voor nadere uitwerking en een succesvolle implementatie hiervan. Communicatie is daarom in deze fase cruciaal, hiertoe doen we de volgende aanbevelingen:

1. *Ga in overleg met de sectoren*

Treed in overleg met de sectoren om de mogelijkheden en haalbaarheid uit te werken voor het definiëren van minimale basisvoorzieningen en de eisen die daaraan gesteld moeten en kunnen worden. De sectoren kunnen hiervoor veel kennis en inzicht leveren op basis waarvan het rijk de kaders en randvoorwaarden kan definiëren. Bijkomend voordeel is een grotere bekendheid en draagvlak voor waterrobuuste inrichting en ontwerp van vitale en kwetsbare functies bij de sectoren.

2. *Ga in overleg met veiligheidsregio's*

Aanbevolen wordt om met de veiligheidsregio's in gesprek te gaan over de relevantie van gevolgbeperking voor de rampenbeheersing. Verken in deze gesprekken de minimale eisen aan een waterrobuuste inrichting (communicatiemiddelen en transport) om een optimale rampenbeheersing mogelijk te maken. Benut deze gesprekken ook om het draagvlak binnen de veiligheidsregio's te vergroten om rampenbeheersing ten aanzien van waterveiligheid (evacuatie en noodhulp) uit te werken en op te nemen in de rampenplannen.



*Onbedoelde bijdrage aan het vergroten van de bewustwording en draagvlak voor een waterrobuuste inrichting?*

### 3. *Vergroot bewustwording van bewoners, bedrijven en bestuurders*

Aanbevolen wordt om ook in te zetten op bewustwording en inzicht op het eigen handelingsperspectief van de betrokkenen in een overstromingsgevoelig gebied door middel van gerichte informatievoorziening en communicatie vooraf en tijdens een overstroming. Het is van belang om in de communicatiemiddelen duidelijk uit te leggen dat er, ook als de dijken op normhoogte zijn, geen absolute bescherming is tegen een overstroming. Het doel moet niet zijn om paniek te zaaien, maar wel om de bewustwording van overstromingsrisico's te vergroten. Zichtbare maatregelen in de openbare ruimte, zoals afsluitbare begane grond en hoge loopbruggen, dragen ook bij aan de bewustwording van mensen in het gebied.

Bewustwording van burgers, sectoren, planvormers en bestuurders is essentieel om een waterrobuuste inrichting te realiseren en effectief te laten zijn. Als alle betrokkenen in een gebied zicht bewust zijn van de overstromingsrisico's en de nut en noodzaak van de waterrobuuste aanpassingen zal dit de effectiviteit tijdens een overstroming ten goede komen. Maatregelen zullen beter worden beheerd en onderhouden, en mensen in het gebied weten wat hen te doen staat tijdens een (dreigende) overstroming. In gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid moeten bijvoorbeeld ook de bewoners voorbereid zijn op grootschalige evacuatie.

# 7

## Colofon

Opdrachtgever Ministerie van Infrastructuur en Milieu  
Project Analyse waterrobuuste inrichting  
Dossier BB2190  
Omvang rapport 53 pagina's  
Auteur Marijke Ruitenbeek  
Bijdrage Jan Baltissen, Ronald van Ark  
Foto voorpagina Ton Verhoeven (gemeente Nijmegen)  
Interne controle Johan Heymans  
Projectleider Marijke Ruitenbeek  
Projectmanager Saskia Mulder  
Datum 13 december 2012  
Naam/Paraaf

**DHV B.V.**

Laan 1914 nr. 35  
3818 EX Amersfoort  
Postbus 1132  
3800 BC Amersfoort  
T (033) 468 20 00  
F (033) 468 28 01  
E [info@dhv.com](mailto:info@dhv.com)  
[www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)

# Bijlage 1 – Systemanalyse vitale en kwetsbare functies

In deze bijlage wordt per onderscheiden (typen) vitale en kwetsbare functies (zie hoofdstuk 2) de systeemwerking op basis van de afhankelijkheden in de keten beschreven en een algemene uitleg gegeven van de kwetsbaarheid van deze functies voor overstromingen.

## Elektriciteit

### De functies (netwerken/objecten)

- I. Landelijk Transportnet (Tennet)
  - a. 380/220 kV en 150/110 kV
  - b. Hoogspanningskabels
  - c. Hoogspanningslijnen aan masten
  - d. Schakelstations (installaties en transformatoren)
- II. Regionaal Transport- en Distributienetnet HS (MS) (regionale netbeheerders)
  - a. 50/25 kV voor transport en 10/13/20/23 kV voor distributie
  - b. Hoogspanningskabels (enkele lijnen aan masten voor 50 kV)
  - c. Schakelstations (installaties en transformatoren)
  - d. Transformatorhuisjes
- III. Regionaal Distributienet LS (regionale netbeheerders)
  - a. 400/230 V
  - b. Laagspanningskabels
  - c. LS Verdeelkasten
  - d. Aansluitingen
- IV. Centrales
  - a. Grootschalige productie
- V. Installaties
  - a. HS (MS) (grotere bedrijven) en LS 400/230 V
  - b. Inkoopstations (grotere bedrijven) en meterkasten
  - c. Kabels
  - d. Apparatuur
  - e. Noodstroomvoorzieningen (eventueel)
  - f. Zelfopwekinstallaties

### Het systeem

Transport over en beheer van het elektriciteitsnetwerk zijn tegenwoordig losgekoppeld van de productie en levering van elektriciteit. Het Landelijk Transportnet wordt beheerd door TenneT. Het ministerie van EL&I treedt op als vergunningverlener. Het beheer en transport op regionaal niveau is belegd bij de regionale netbeheerders (zoals Liander, Stedin).

#### *I. Landelijk Transportnet (TenneT)*

Transport vanaf elektriciteitscentrales en tussen distributienetwerken. Dit transport vindt zowel bovengronds plaats d.m.v. hoogspanningslijnen aan masten als met ondergrondse kabels. Het Landelijk Transportnet in Nederland is opgebouwd uit:

- Het landelijk koppelnet van 380 kV (220 kV in Noord-Oost Nederland): dit netwerk verbindt alle grote elektriciteitsnetwerken in binnen- en buitenland met elkaar;
- Het 150 kV-net (110 kV in Noord-Oost Nederland), waarop vele centrales invoeden;

In schakelstations (onderstations) wordt door grote transformatoren de spanning omlaag gebracht voor regionaal transport en distributie.

#### *II. Regionaal Transport- en Distributienetnet HS (MS) (regionale netbeheerders)*

Eventueel benodigd regionaal transport vindt plaats via een 50 kV of 25 kV net. In schakelstations (onderstations) wordt door grote transformatoren de spanning omlaag gebracht voor regionale distributie.

Voor regionale distributie worden verschillende spanningsniveaus gehanteerd. Meest gebruikelijk is 10kV, maar ook niveaus van 13/20/23 kV en sporadisch nog 6 kV komt voor. Het Distributienet voedt de transformatorhuisjes, waar de spanning wordt getransformeerd naar laagspanning (400/230 V).

#### *III. Regionaal Distributienet LS (regionale netbeheerders)*

Het laagspanning Distributienet (400/230 V) bestaat uit laagspanningskabels en laagspanning verdeelkasten. Het laagspanning Distributienet verzorgt de distributie van de transformatorhuisjes naar de huis- en bedrijfsaansluitingen (meterkasten).

#### *IV Centrales (enkele producenten)*

Het grootste deel van de grootschalige elektriciteitsproductie vindt in Nederland plaats in conventionele elektriciteitscentrales. Er is echter ook een ontwikkeling gaande dat steeds meer energie wordt opgewekt door middel van warmte-krachtkoppeling, wind, zon en water.

#### *V Installaties (individuele afnemers)*

Huishoudens en kleinere bedrijven maken gebruik van laagspanning, grotere bedrijven hebben zelf ook een HS (MS) installatie. Bij de afnemer eindigt de verantwoordelijkheid van de netbeheerder in de meterkast of het inkoopstation. Het elektriciteitsnetwerk daarachter, de installatie wordt door de gebruiker beheerd.

Huishoudens en (kleinere) bedrijven kunnen er ook voor kiezen om geen of minder gebruik te maken van het laagspanningnet, maar zelfopwekkers zoals zonnepanelen of windmolens te installeren voor hun energievoorziening. Voor noodgevallen kunnen ook noodstroomaggregaten worden aangeschaft.

### **Kwetsbaarheid van het systeem**

Ten tijde van een overstroming kan de elektriciteitsvoorziening door de volgende oorzaken uitvallen:

- 1) Uitval als gevolg van (tijdelijke) uitschakeling van het netwerk: om extra schade als gevolg van kortsluiting te voorkomen en om het gevaar van elektrocutie te voorkomen kan het noodzakelijk zijn het elektriciteitsnetwerk uit te schakelen
- 2) Uitval als gevolg van kortsluiting of schade aan een deel van het netwerk. De schakelstations, transformatorhuisjes en laagspanning verdeelkasten zijn hiervoor gevoeliger dan de verbindingen die hetzij ondergronds hetzij hoog boven het maaiveld liggen.
- 3) Uitval van elektriciteitscentrales. Dit kan het gevolg zijn van directe schade aan de centrales, maar ook als gevolg van bijvoorbeeld een gebrek aan brandstof (o.a. aardgas). Bij uitval van (te veel) centrales kan er een tekort aan productie ontstaan waardoor de stroomvoorziening volledig uitvalt.

Uit nationaal en internationaal onderzoek blijkt dat er aanzienlijke keteneffecten te verwachten zijn bij het uitvallen van elektriciteit. Bij overstromingen kan de elektriciteit zowel binnen als buiten het getroffen gebied uitvallen. Er zijn onvoldoende noodaggregaten beschikbaar om al degenen die zonder stroom komen te zitten te kunnen bedienen. Noodstroomvoorzieningen voor ziekenhuizen en zorginstellingen zijn in het bijzonder van belang. Als er een noodstroomvoorziening aanwezig is, zal de bevoorrading van brandstof



problemen geven. Afhankelijk van de aanwezige voorraad diesel valt noodstroom na ca. 24 uur uit.

#### *Centrales*

Vanwege het ruim beschikbare opgesteld vermogen kunnen enkele energiecentrales uitvallen, zonder dat dit al te grote problemen oplevert voor de elektriciteitsvoorziening. De centrales zijn zodanig verspreid over het land dat bijvoorbeeld uitval van productie door een overstroming van het buitendijksgebied Eemshaven geen grote invloed heeft op de landelijke elektriciteitsvoorziening.

#### *Landelijk Transportnet*

Het Landelijk Transportnet is vanuit (aanrakings-) veiligheidsoverwegingen dusdanig gebouwd dat de primaire componenten van open installaties op 2,50 meter boven maaiveld en hoger staan, waardoor het bij overstromingen met een waterniveau tot 2,5 meter niet direct kwetsbaar is wat betreft waterhoogte (in het kader van dit onderzoek is onbekend wat de consequenties zijn voor de stabiliteit van de funderingen bij langdurige overstromingen). Gesloten installaties daarentegen zijn ook lager gesitueerd en niet a priori waterdicht. Het transportnet kent een hoge mate van redundantie, waarmee de systeemkwetsbaarheid van het transportnet is verminderd.

De secundaire componenten voor beveiliging/signalering/bediening is lager gemonteerd, waardoor dit toch kan leiden tot uitval van functies van het transportnet. Zowel doortransport aan het Regionale Transport- en Distributienet als doortransport in het Landelijk Transportnet kan daardoor uitvallen.

Funderingen zijn niet berekend op grote stroomsnelheden van water. Grote stroomsnelheden ontstaan direct nabij een doorbraak van een kering. De funderingen van objecten in de directe nabijheid van dijken zullen bij een overstroming worden ondermijnd.

#### *Regionaal Transport- en Distributienet HS (MS) en LS*

Bij het distributienetwerk gaat het om vele kwetsbare objecten die tegelijkertijd met de rest van een gebied dat overstroomt onder water lopen en uitvallen. Ook het Regionale Transport- en Distributienetwerk HS (MS) kent een hoge redundantie. In het distributienet LS is dit echter beperkt.

Het distributienet is opgebouwd volgens de planologie van woningen en bedrijven en is niet gesegmenteerd volgens de historisch bepaalde ordening van dijkvakken.

Wanneer er sprake is van een overstroming met zout water, dan kan de apparatuur afgeschreven worden.

De kleinere objecten van het distributienet, zoals transformatorhuisjes en LS Verdeelkasten maken veelal deel uit van het straatmeubilair. De afgelopen jaren is er tendens vanuit de ruimtelijke ordening om deze objecten vanuit een oogpunt van beeldkwaliteit (en ruimtebeslag) onder de grond te plaatsen. Dit verhoogt de kwetsbaarheid voor overstromingen (en wateroverlast). De kabels die onder de grond liggen zijn ook bestand tegen grondwater en daarom niet kwetsbaar voor een overstroming zolang de grond er omheen niet wegspoelt door de overstroming.

#### *Installaties*

De elektriciteitsvoorziening door middel van de centrales en de transport- en distributienetwerken is gericht op het leveren van elektriciteit aan installaties in huizen en bedrijven. Deze installaties zijn niet ontworpen om onder water te functioneren en van enige segmentering vanuit overstromingsperspectief is geen sprake. Als de installaties onder water komen te staan vallen ze uit en zijn ze afgeschreven. Noodstroomvoorziening of

zelfopwekkers (zoals zonnepanelen en windmolens) zijn alleen functioneel als deze boven het overstromingsniveau zijn aangelegd.

## Gas

### De functies (netwerken/objecten)

- I. Gasbronnen en behandelingsinstallaties
- II. Gasopslag en LNG-installaties (vloeibaar aardgas)
- III. Hoge druk transportnet (HD)
  - a. Meet- en regelstations
  - b. Compressorstations
  - c. Transportleidingen
  - d. Afsluiters
- IV. Regionale distributienetwerken (lage druk LD)
  - a. Distributiestations
  - b. Transportleidingen
- V. Installaties afnemers (bedrijven en particulieren)

### Het systeem

Net als bij elektriciteit is de infrastructuur voor aardgas losgekoppeld van de producenten en de leveranciers van aardgas. GasTransportService van de Gasunie is verantwoordelijk voor het hoofdnet/hoge druknet. Het beheer en transport op regionaal niveau is belegd bij de regionale netbeheerders (zoals Alliander, Stedin).

De gasinfrastructuur kent twee transportnetten:

#### 1. Landelijk Transportnet (Gasunie) onder hoge druk (HD 40 – 80 bar)

Nederland produceert 2 gaskwaliteiten en heeft daarom 2 hoge druk gastransportnetten:

- Transportnet voor laagcalorisch gas  
Transporteert het gas van het Groningen-veld en andere laagcalorische velden of importen naar regionale distributienetten en naar het buitenland.
- Transportnet voor hoogcalorisch gas  
Transporteert het gas van de hoogcalorische gasvelden (veelal off-shore en kleinere velden) en het hoogcalorische gas dat Nederland importeert naar directe afnemers, zoals grote industriële organisaties en elektriciteitscentrales, en naar het buitenland.

#### 2. Regionale distributienetwerken

De regionale distributienetwerken bestaan uit ringvormige HD (< 20 bar) netten en fijnmazige LD (< 1 bar) netwerken die ervoor zorgen dat het gas wordt afgeleverd bij de eindgebruikers (huishoudens en bedrijven).

### Kwetsbaarheid van het systeem

#### Hoofdnet: compressorstations, meet- en regelstations

Het hoofdnet wordt beheerd door de Gasunie. Het ministerie van EL&I treedt op als vergunningverlener.

De compressorstations en de meet- en regelstations worden op maaiveld gebouwd en zijn kwetsbaar voor overstromingen, dit kan leiden tot schade en maatschappelijke ontwrichting. De nieuwe compressoren worden bovendien aangedreven door elektriciteit en zijn daarmee afhankelijk van het elektriciteitsnetwerk.

De levering van voldoende gas voor huishoudelijk gebruik via het hoofdtransportnetwerk loopt geen gevaar wanneer er sprake is van een overstroming. De druk kan te allen tijde op het systeem worden gehouden, al is het wellicht wat minder door uitval van enkele compressorstations. De druk blijft voldoende voor de warmtevoorziening van de

huishoudens. De mogelijkheid om het systeem te sturen en te bemeten kan wel wegvallen door de uitval van meet- en regelstations.

Zodra er ergens een calamiteit is, wordt een leiding ingeblok (afgesloten), zodat niet nog meer aardgas kan uitstromen. In geval van hoogwater zal de elektronische afsluiting mogelijk niet meer werken, zodat de uitstroom niet gestopt kan worden. In plaats daarvan zullen de afsluiters dan handmatig bediend moeten worden. Ook dit zal lastig zijn in het geval van hoogwater. Een dergelijke uitval kan betekenen dat bijvoorbeeld een aanvoerleiding van een grote fabriek die afgesloten moet worden vanwege de overstroming, niet kan worden afgesloten.

#### Regionale distributienetwerken

Voor de aardgas(distributie)stations zijn kwetsbaar, de transportleidingen zijn mogelijk ook kwetsbaar. De kwetsbaarheid zit echter niet in het 'opdriven o.i.d. van leidingen'. Leidingen liggen al vaak in het grondwater. Dus dat is geen probleem. Wat wel een probleem zou kunnen zijn is dat afsluiters elektronisch bestuurd worden.

De regionale distributienetwerken zijn zeer kwetsbaar voor overstromingen. Als er 1 meter water boven een leiding met 0,1 bar gasdruk staat is de kans groot dat er water in de leidingen dringt. De leidingen liggen 0,7 m onder de grond, er bij meer dan 30 centimeter water op straat kans is dat water in de gasleidingen (lage druk) loopt en daarmee een waterslot veroorzaakt. Het gevolg is dat je het gas niet meer bij de huishoudens in het betreffende gebied krijgt. Wanneer het leidingnetwerk goed volgelopen is, kan het als afgeschreven worden beschouwd.

#### Installaties

Gasinstallaties kunnen onder maaiveld gemonteerd zijn. Mocht dit leiden tot indringen van water, dan werkt dit naar verwachting niet door tot in het openbare net omdat er voldoende barrières zijn in apparatuur en meterkast (balgenmeter, B-klep).

Als het gasnetwerk in een gebied niet meer functioneert, duurt het lang voordat het systeem weer op orde is, omdat je elk huis moet controleren.

## **Drinkwater**

### **De functies (netwerken/objecten)**

- I. Drinkwaterwinning
  - a. Drinkwaterbronnen
  - b. Spaarbekkens
- II. Pompstations
- III. Drinkwaterstelsel
  - a. Transportnetwerk
  - b. Distributienetwerk

### **Het systeem**

Mensen kunnen slechts een zeer beperkte periode zonder drinkwater: gezonde volwassenen enkele dagen. Het drinkwaternetwerk heeft als functie om drinkwater van goede kwaliteit te leveren. De verantwoordelijkheid voor het drinkwater ligt bij de waterbedrijven (Waternet, WML, WMD, Vitens, Waterbedrijf Groningen, PWN, Oasen, Evides, Dunea, Brabant Water). De VROM-Inspectie houdt toezicht op de waterbedrijven, de kwaliteit van het drinkwater en op de continuïteit van de drinkwatervoorziening.

Het drinkwatersysteem bestaat uit de volgende onderdelen:

*1. Drinkwaterwinning*

Op ongeveer 250 plekken in Nederland wordt water uit de ondergrond of uit rivieren gezuiverd tot drinkwaterkwaliteit.

*2. Spaarbekken*

Water dat nog niet gezuiverd is, wordt tijdelijk gebufferd in een spaarbekken.

*3. Pompstations*

Om het drinkwater naar de afnemers te krijgen moet het onder voldoende druk worden gebracht.

*4. Drinkwaterstelsel*

Drinkwater wordt vanaf het pompstation getransporteerd door Nederland en gedistribueerd naar woningen, bedrijven en andere afnemers door een gesloten systeem van leidingen. Er ligt 110.000 km aan transportleidingen. Het drinkwaterstelsel is verdeeld in een transportnetwerk en een distributienetwerk.

Hoofdwaternet/transportnetwerk

Het hoofdwaternetwerk bestaat uit transportleidingen, waarmee gebieden vanuit verschillende pompstations van drinkwater voorzien kunnen worden.

Daarnaast maken ook zogenaamde ruwwatertransportleidingen deel uit van het hoofdsysteem. Deze waterleidingen liggen juist langs de rivieren en vormen daarmee een aandachtspunt in de discussie als het gaat om de aanleg van retentiegebieden. Dit is echter geen onderdeel van deze studie.

Secundair waternet/distributienet

Dit netwerk transporteert het water van de hoofdwaterleiding naar de klant. Het betreft een fijnmazig netwerk op wijkniveau. Ziekenhuizen zijn direct aangesloten op het hoofdwaternetwerk. Voor ziekenhuizen geldt daarom een leveringszekerheid voor drinkwater.

**Kwetsbaarheid van het systeem**

Het uitvallen van het drinkwatersysteem kan drie oorzaken hebben:

- 1) Bij uitval van elektriciteit kunnen de pompen van pompstations en waterwinningen niet werken. Noodstroomvoorzieningen moeten dan elektriciteit leveren.
- 2) Bij een beschadiging aan het drinkwaterstelsel kan de druk wegvallen waardoor geen water meer geleverd kan worden. Het drinkwaterstelsel ligt onder de grond en is in principe weinig kwetsbaar voor een overstroming, mits de druk op het systeem blijft staan.
- 3) Bij een overstroming kunnen de drinkwaterbronnen (in geval van oppervlaktewater) of transportleidingen (in geval van beschadiging) verontreinigd raken, in dat geval is drinkwaterlevering via het drinkwatersysteem niet meer mogelijk.

De kwetsbare objecten in het systeem zijn:

- Drinkwaterbronnen in gebieden die drinkwater bereiden uit oppervlaktewater
- Pompstations, inclusief de stroomvoorziening

De pompstations zijn gekoppeld, waardoor een drinkwaterstation kan uitvallen, zonder dat de levering van drinkwater in gevaar hoeft te komen. De transportleidingen zijn voorzien van afsluiters ter plaatse van de dijkringen, aan weerszijden van de waterkering. Drinkwaterwinning en pompstations hebben echter vaak onvoldoende capaciteit en zijn onvoldoende met elkaar verbonden om grootschalige uitval onderling op te kunnen vangen.

## Telecom / ICT

### De functies (netwerken/objecten)

- I. Backbone
  - a. glasvezel-, straal- en satellietverbindingen
- II. Knooppunten
  - a. Telefooncentrale (switchgebouwen)
  - b. Internetknooppunt (servers en datacentra)
- III. Verbindingspunten
  - a. Wijkcentrale
  - b. Zendmast mobiele telecom
- IV. Aansluitingen

### Het systeem

De telecomsector ontwikkelt zich nog steeds in een sneltreinvaart. Deze convergentie vindt plaats op verschillende niveaus zoals infrastructuur, apparatuur en inhoud. Hierdoor zullen ook verdere veranderingen optreden in productie, distributie en gebruik op zowel nationaal als internationaal niveau.

Het telecomnetwerk is een wereldwijd netwerk waar zowel telefonie (vast en mobiel) als internet (vast en mobiel) onderdeel van is. Het bestaat uit de volgende onderdelen:

#### 1. Backbone

Het grote onderliggende netwerk wordt de backbone genoemd en bestaat uit een combinatie van glasvezel-, straal- en satellietverbindingen. Het netwerk voor vaste telefonie in Nederland is van oudsher in handen van KPN. De overige netwerken zijn eigendom van verschillende partijen (waaronder Eurofiber - glasvezelnetwerk). De Telecomaanbieders zijn verantwoordelijk voor de architectuur van het netwerk en sluiten contracten met de eigenaren (bijvoorbeeld Eurofiber) en beheerders (bijvoorbeeld Ericsson) van deze netwerken, waarmee op papier de leveringszekerheid verzekerd is.

#### 2 Knooppunten

##### a. Telefooncentrale

In de centrales wordt het telefoonverkeer door het telecomnetwerk geleid. Deze zogenaamde switchgebouwen vormen de knooppunten in het netwerk. Bij uitval van een switchgebouw kunnen de andere switchgebouwen het overnemen.

##### b. Internetknooppunt

In de servers en datacentra die in het internetknooppunt staan komt het internetverkeer van alle internetaanbieders samen. Van deze servers staat een back-up op een andere locatie opgesteld. Er is wereldwijd een beperkt aantal internetknooppunten; AMS-IX in Amsterdam is een grote op wereldschaal.

#### 3. Wijkcentrale

De wijkcentrale verbindt de aansluitingen met het glasvezelnetwerk.

#### 4. Zendmast mobiele telecom

De zendmasten voor mobiele telefonie en internet verzorgen via GSM, UMTS of een andere techniek de verbinding met de mobiele gebruikers en via glasvezel of een straalverbinding met de telecomprovider.

#### 5. Aansluitingen

Bij de afnemer eindigt de verantwoordelijkheid van de netbeheerder in de meterkast. Het telecomnetwerk daarachter wordt door de gebruiker beheerd.

Naast de openbare mobiele netwerken zijn er GSM-Rail dat gebruikt wordt op het spoor en C2000 voor hulpdiensten.

### **Kwetsbaarheid van het systeem**

Het uitvallen van de telecomverbindingen kan in drie categorieën onderverdeeld worden:

1. Uitval van een deel van het netwerk, onder andere als gevolg van de beschadiging van knooppunten, wijkcentrales en randapparatuur bij zendmasten.
2. Overbelasting (telefonie): bij een te grote vraag ontstaan problemen in het functioneren van het netwerk.
3. Uitval van elektriciteit: alle objecten in het telecomnetwerk zijn afhankelijk van elektriciteit.

Daarnaast zijn glasvezelkabels gevoelig voor water. De kabels zullen vervangen moeten worden na een (langdurige) overstroming.

Het telecomnetwerk kent een hoge dichtheid en kent een hoge redundantie. De netwerken van de verschillende providers bestaan uit knooppunten met ringen die meerdere knooppunten aandoen. De knooppunten (datacentra) zijn kwetsbaar, maar vanwege de redundantie kan het systeem in principe doorfunctioneren als een beperkt aantal knooppunten uitvalt. Het systeem is afhankelijk van elektriciteit en daarom voorzien van noodaggregaten.

Buiten het overstroomde gebied blijven de diensten overeind (ca. 95%). In overstroomde gebieden valt het systeem uit.

De kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk bevinden zich op maaiveldhoogte. Deze zijn echter wel te vervangen na een overstroming. Deze apparatuur zou in theorie hoger kunnen worden geplaatst, maar dat vraagt een afwijkend ontwerp van deze apparatuur. Het standaardontwerp dat geleverd wordt door derden voorziet daar niet in.

Alleen het laatste deel van het gsm-netwerk is draadloos, de rest van de verbindingen (ook vaste telefonie) is bedraad en valt uit bij een overstroming. Als het gebied na een overstroming weer droog valt, is nieuwe bekabeling nodig.

Gesignaleerd wordt dat 5 á 6 rampenzenders op een locatie onder NAP zijn gelegen.

## **Waterbeheer**

### **De functies (netwerken/objecten)**

Oppervlaktewater beheernetwerk

- I. Hoofdwatersysteem (buitenwater)
  - a. Zee, rivieren, grote meren
  - b. Boezemgemaal (boezem -> buitenwater)
- II. Boezemwaterstelsel
  - a. Sloten, beken, vaarten
  - b. Poldergemaal (polder -> boezem)

Afvalwaterbeheersysteem

- I. Rioolwaterzuivering (RWZI)
- II. Riolering
  - a. Putten
  - b. Rioolbuizen
  - c. Pompen en rioolgemaal

### **Systeem**

Het oppervlaktewater beheernetwerk heeft als functie om de waterstanden onder controle te houden – dit is met name van belang in de Nederlandse polders. Dit systeem kan een overstroming niet compenseren, maar heeft wel een grote betekenis voor de duur van de

gevolgen van een overstroming. Het waterkwantiteitsbeheer wordt uitgevoerd door waterschappen en Rijkswaterstaat (rijkswateren).

Voor de waterrobuustheid van een gebied is ook de waterketen (afvalwaterbeheer) van belang. Als dit faalt kunnen problemen voor de volksgezondheid optreden die een gebied onbewoonbaar maken.

Het oppervlaktewater beheernetwerk bestaat uit de volgende onderdelen:

#### *1. Gemalen en spuien*

Overtollig water wordt in Nederland afgevoerd naar de zee of de grote rivieren; via gemalen als het weggepompt moet worden of via spuien als het onder vrij verval kan. Kleinere gemalen worden gebruikt om water uit polders naar hoger gelegen boezemwater te brengen.

#### *2. Boezemwaterstelsel*

Oppervlaktewatersysteem van sloten, beken, vaarten e.d. waardoor overtollig water uit polders wordt afgevoerd.

Voor het afvalwaterbeheer is een rioolstelsel aangelegd, dit bestaat uit de volgende onderdelen:

#### *1. Rioolwaterzuivering (RWZI)*

In de rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt het afvalwater dat door het rioolstelsel wordt aangevoerd gezuiverd. De RWZI's hebben een regionale werking.

#### *2. Riolering*

De riolering is de infrastructuur waarop afvalwater geloosd, ingezameld en getransporteerd wordt. Een riolering of rioolstelsel is een systeem van buizen (riolen), putten en pompen dat in steden en dorpen ondergronds is aangelegd. Het is bedoeld om het afvalwater en hemelwater op een veilige en gezonde manier af te voeren. Rioolgemalen verpompen het rioolwater van huizen en bedrijven naar de zuiveringsinstallaties.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen gemengde en gescheiden rioolstelsels. Bij gemengde rioolstelsels worden afvalwater en hemelwater gemengd afgevoerd, bij gescheiden rioolstelsels wordt hemelwater zo veel mogelijk afgekoppeld van het rioolstelsel en in de bodem geïnfiltreerd of naar het oppervlaktewater weggeleid.

### **Kwetsbaarheid van het systeem**

Als gevolg van een overstroming kunnen polders onder water lopen. Afhankelijk van de hoogteligging van de gemalen, kunnen deze kunstwerken ook onder water komen te staan en uitvallen. Op het moment van de calamiteit is dat geen probleem, want de gemalen zijn er niet op toegerust een overstroming te compenseren. Na de overstroming hebben de gemalen echter een belangrijke rol in het wegpompen van het water. Het gaat dan specifiek om gemalen die polderwater op polderboezems lozen en om boezemgemalen die op buitenwater lozen.

De kwetsbare objecten in het waterkwantiteitsbeheersysteem zijn:

- Poldergemalen die polderwater op polderboezems lozen
- Boezemgemalen die op buitenwater lozen

Gemalen kunnen op/in de kering zijn gebouwd of binnendijs (op maaiveldniveau). De gemalen die binnendijs zijn gebouwd kunnen beschadigd raken bij een overstroming.

De meeste gemalen worden elektrisch aangedreven en zijn derhalve afhankelijk van elektriciteit. De meeste gemalen beschikken over een back-up voorziening die op diesel functioneert.

De kwetsbaarheid van het rioolstelsel zit in het besturingssysteem en de elektrische installatie van de RWZI's en de rioolgemalen (schakelkasten). Zowel de RWZI's als de rioolgemalen vallen uit als ze onder water lopen. Het uitvallen van een RWZI levert vooral

milieuschade op en geen direct gevaar voor de volksgezondheid zolang de riolering nog functioneert.

Tijdens een ondiepe overstroming (water op straat, tot max. 0,5m) zal afvalwater bij een gemengd rioolstelsel niet meer via de riolering naar de zuiveringsinstallatie lopen, maar (deels) op straat en in het oppervlaktewater terecht komen. Dit kan gebeuren doordat afvalwater, via de open verbindingen met de straat, uit het rioolstelsel stroomt wanneer er water op straat staat. Daarbij geldt dat verder weg van een rioolgemaal de problemen groter zullen zijn dan in de directe omgeving van het rioolgemaal, er vanuit gaande dat het rioolgemaal blijft functioneren (energievoorziening).

Bij een gesloten rioolstelsel is de kans groter dat het afvalwater tijdens een ondiepe overstroming wél via de riolering naar de zuiveringsinstallatie wordt afgevoerd. De meeste zekerheid geeft een gescheiden systeem waarbij het afvalwater via een rioolgemaal door een persleiding naar een RWZI wordt afgevoerd. Het is dan wel van belang dat het rioolgemaal kan blijven functioneren (energievoorziening). Als er door een overstroming oppervlakte/regenwater in de afvalwaterafvoer van het gescheiden systeem terecht komt ontstaan alsnog problemen omdat de afvoercapaciteit beperkt is.

## **(Weg)transport**

### **De functies (netwerken/objecten)**

- I. Snelwegen
- II. Provinciale wegen
- III. Lokale wegen
- IV. Spoorwegen
  - a. Stations
- V. Waterwegen

In ieder type wegen zijn ook kunstwerken opgenomen: bruggen, aquaducten en tunnels.

### **Het systeem**

De snelwegen vormen het belangrijkste onderdeel voor het transport in Nederland. Kenmerkend voor het hoofdwegennet in Nederland is dat dit verweven is met het onderliggende wegennet. In vergelijking met andere landen als bijvoorbeeld Frankrijk, is er geen sprake van een onderliggend wegennet parallel aan de snelwegen. De snelwegen vormen integraal onderdeel van het Nederlandse wegennet.

Bij uitval van de spoorwegen zal dat leiden tot overbelasting van het wegennet. De consequenties van een overstroming voor spoor en waterwegen zijn niet nader onderzocht in deze verkenning.

In geval van overstromingen is het transportsysteem van belang voor:

- Evacuatie;
- Bevoorrading van mensen en objecten (bijvoorbeeld van noodstroomvoorzieningen) tijdens de calamiteit;
- Herstel van uitgevallen functies na de calamiteit.

### **Kwetsbaarheid van het systeem**

Het functioneren van het transportnetwerk is in hoge mate afhankelijk van de snelwegen. Aangezien de snelwegen in een aarden cunet zijn aangelegd zullen deze niet snel aangetast worden door het water bij een overstroming. Wegen kunnen onder water lopen en tunnels kunnen vollopen.

De toegang tot vitale functies is een belangrijk aspect op wijkniveau. Aangepast wegverkeer (vrachtauto's) kan tot een waterdiepte van één meter functioneren.



De meest kwetsbare onderdelen van het transportsysteem, in relatie tot overstromingen, zijn de tunnels en aquaducten. Wanneer deze onder water lopen worden routes afgesneden.

## Vitale en kwetsbare objecten met potentieel veel slachtoffers

### Kwetsbaarheid bij een overstroming

De uitval van ziekenhuizen kan tot veel slachtoffers leiden (zie ook "Code blue, A Katrina Physician's Memoir" van Dr. Deichmann) en grote maatschappelijk ontwrichting, zeker omdat met de uitval van ziekenhuizen belangrijke bakens voor een gevoel van geborgenheid wegvallen. Maar ook de overstroming van andere objecten, zoals gevangenissen en tehuisen voor minder validen kan tot veel slachtoffers leiden.

*"Als een ziekenhuis overstroomt zijn de gevolgen desastreus. Vrijwel alle voorzieningen in een ziekenhuis vallen uit. De mogelijkheden om noodaggregaten te gebruiken zijn beperkt. De gevolgen voor de verzorging van patiënten zijn dan ook groot."*<sup>1</sup> De diepte en duur van een overstroming heeft daarbij veel invloed op de impact voor een ziekenhuis. In het artikel wordt bovendien gesteld dat het niet ondenkbaar is dat de helft van de ziekenhuizen enigszins bedreigd wordt door een overstroming.

Ziekenhuizen vormen belangrijke én kwetsbare objecten als het gaat om een overstroming. Een overstroming kan leiden tot extra veel patiënten, cq. slachtoffers van de overstroming. Doordat ziekenhuizen uitvallen als gevolg van de overstroming, kan de druk op de nog functionerende ziekenhuizen in de omgeving sterk toenemen.

Ziekenhuizen zijn volledig afhankelijk van energie (elektriciteit en gas), drinkwater, de afvoer van afvalwater, de aanvoer van levensmiddelen en medicijnen en de inzetbaarheid van personeel. Een overstroming kan dit proces op meerdere punten verstoren en tot uitval van het 'bedrijfsproces' leiden.

Het systeem van ziekenhuizen is zo georganiseerd dat er sprake is van een enigszins geografische spreiding van de ziekenzorg. In principe kunnen patiënten gebruik maken van verschillende ziekenhuizen. De ziekenzorg in het ene ziekenhuis kan in principe dan ook opgevangen worden door andere ziekenhuizen.

Ziekenhuizen zijn met name kwetsbaar voor uitval van de randvoorwaardelijke voorzieningen:

- de stroom- en gasvoorziening
- de drinkwatervoorziening
- afvalwatervoorziening
- bereikbaarheid voor personeel, patiënten, bevoorrading of de mogelijkheid tot evacuatie

Ziekenhuizen beschikken over noodaggregaten. Deze kunnen slechts tijdelijk in een deel van de stroombehoefte voorzien, tenminste als deze bij een overstroming niet uitvallen doordat deze onder water komen te staan (bijvoorbeeld bij situering in kelder van ziekenhuis).

---

<sup>1</sup> uit: Overstromingen: de impact voor ziekenhuizen in Nederland, HKV Lijn in Water, op basis van een workshop die georganiseerd is in samenwerking met de Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen (NVZ), gepubliceerd in Magazine nationale veiligheid en crisisbeheersing, mei 2008

## Wonen

### **Kwetsbaarheid bij een overstroming**

Woningen vormen an sich geen vitale objecten, omdat de teloorgang van een woning geen keteneffecten veroorzaakt. Tegelijkertijd kan het wel tot maatschappelijke ontwrichting leiden als hele wijken moeten worden verlaten door de bewoners omdat de woningen als gevolg van een overstroming onbewoonbaar worden.

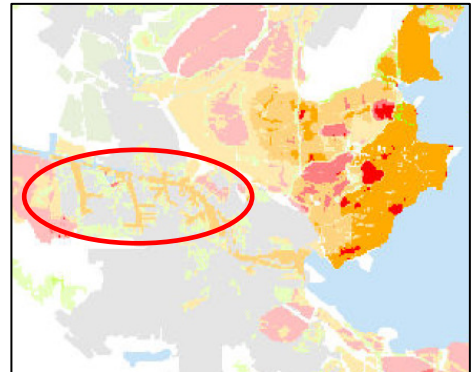
Woningen worden onbewoonbaar als het bouwwerk zijn stabiliteit verliest, alle verdiepingen onder water komen te staan, de nutsvoorzieningen (water, gas, elektra) uitvallen of de woningen niet meer bereikbaar zijn (bevoorrading).

Afhankelijk van het type overstroming en de fase van de overstroming verschilt het belang van de waterrobuustheid van een woning. In geval van snelle overstroming met grote diepte kunnen veel slachtoffers vallen als de woningen niet bestand zijn tegen deze situatie. Bij overstromingen met een beperkte overstromingshoogte is de waterrobuustheid van de woningen met name van belang voor de hersteltijd (en daarmee de mate van maatschappelijke ontwrichting).

# Bijlage 2 – Factsheets pilotgebieden

## Amsterdam Westelijk havengebied

### Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart



**Gebiedstype:** binnendijks ondiep.

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

In het Westelijk Havengebied is de kans op een overstroming het grootst vanuit het rivierengebied (de overschrijdingsnorm van de Lekdijk is 1:1.1250 per jaar). De kans op een doorbraak van de sluisen bij IJmuiden is aanzienlijk kleiner (overschrijdingsnorm 1:10.000 per jaar), maar de gevolgen zijn groter omdat de optredende waterdieptes groter zijn en het water na de doorbraak aanzienlijk sneller bij het Westelijk Havengebied is. Bovendien laat een doorbraak vanuit zee zich slechter voorspellen dan een doorbraak vanuit de Lek, dit maakt de reactietijd nog korter. Tot slot zullen de weersomstandigheden bij een doorbraak bij IJmuiden extreem slecht zijn, wat het handelingsperspectief direct voor en tijdens de overstroming verkleint en de gevolgen vergroot.

Kenmerkend van de overstromingen in het Westelijk Havengebied is verder dat de stijgsnelheid niet groot zal zijn en de waterdieptes in het overstromde gebied beperkt blijven tot ongeveer 0,5 meter.

De schade in het gebied zal groot zijn als de kapitaalintensieve bedrijven in het havengebied beschadigd raken en als zich een milieuramp voordoet als gevolg van de overstroming. Er bevinden zich in het gebied 10 tot 15 BRZO-bedrijven (deze vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen), twee rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en een elektriciteitscentrale.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

Het Westelijk havengebied van Amsterdam is een havengebied met veel industrie, opslag- en overslagbedrijven en voorzieningen voor de rest van de stad zoals een RWZI en een elektriciteitscentrale. Delen van het gebied die dicht bij het centrum van de stad liggen worden de laatste decennia omgevormd tot woongebied met veelal dichte stedelijke bebouwing.

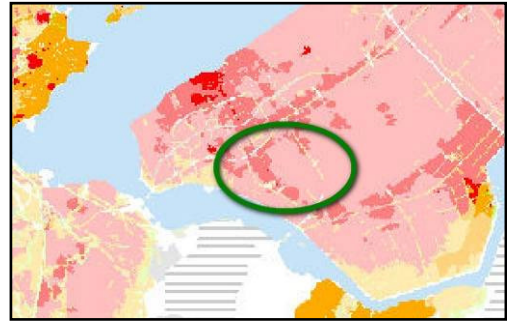
### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

Bij de oorspronkelijke ontwikkeling van het Westelijk havengebied zijn de meeste haventerreinen opgehoogd voordat ze zijn bebouwd. Bij de recente ontwikkelingen van havenfunctie naar woonfunctie in delen van het havengebied is in eerste instantie niet

specifiek aandacht besteed aan waterveiligheid bij de locatiekeuze of de (her)inrichting van het gebied. Inmiddels heeft de gemeente zich, in samenwerking met Waternet en de Waterdienst, de vraag gesteld of aanvullend maatregelen nodig zijn om het gebied waterrobuust te ontwikkelen. Hiertoe zijn onder de naam “Amsterdam Waterbestendig” diverse studies uitgewerkt, waaronder een gebiedspilot over meerlaagsveiligheid in oa dit gebied en een proeftuin van het Deltaprogramma. De gemeente en Waternet hebben het voornemen om een waterrobuust ontwerp voor dit gebied nader uit te werken.

## **Almere Oosterwold**

### **Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart**



**Gebiedstype:** binnendijks diep (en snel).

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

Almere Oosterwold ligt in de Flevopolder (Zuidelijk Flevoland) en is daarmee een voorbeeld van een binnendijks gebied dat diep ( $> 2$  meter) onder loopt bij een overstroming. De overstromingsdreiging komt vanuit het Markermeer of het IJsselmeer en is het grootst bij noordwester storm. Als het water een bres slaat in de IJsselmeerdijk (en vervolgens de Knardijk) of Markermeerdijk, al dan niet als gevolg van een doorbraak van de Houtribdijk, loopt de heel Zuidelijk Flevoland relatief snel onder met een grote hoeveelheid water. Zolang de storm voortduurt zal het niet mogelijk zijn de bres te dichten en zal de toevoer van water doorgaan. Na een overstroming blijft het gebied relatief lang onder water staan omdat eerst de hele Zuidelijk Flevoland leeggepompt moet worden voordat ook Almere Oosterwold weer droog is en met de herstelwerkzaamheden begonnen kan worden.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

Almere Oosterwold is een landelijk gebied met akkerbouw en grasland dat wordt omgevormd tot een stadswijk met ruime kavels, ruimte voor stadslandbouw en wonen aan het water. Er zijn plannen voor 15.000 tot 40.000 (?) woningen, waarbij veel ruimte is voor vrije invulling door toekomstige gebruikers gebied.

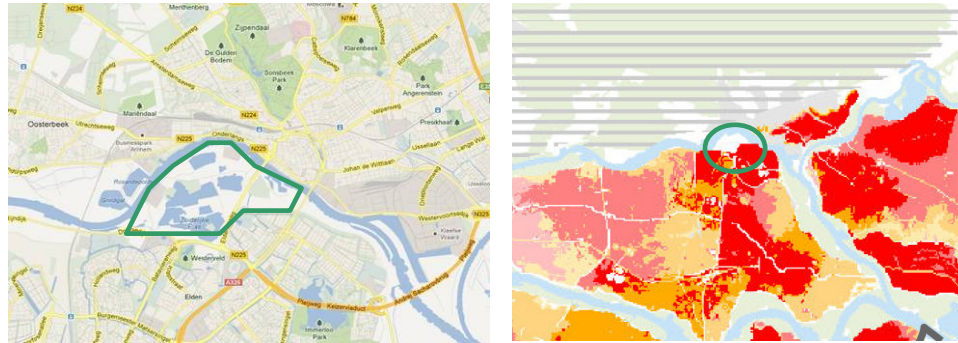
Geplande vitale en kwetsbare functies in de nieuwe woonwijk zijn een politiecoördinatiepunt, een telefooncentrale en een datacentrum.

### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

De hele Flevopolder loopt snel en diep onder water bij een overstroming vanuit het Markermeer of IJsselmeer. Dit geldt dus ook voor het gehele grondgebied van de gemeente Almere. De overstromingsrisico's zijn binnen de gemeentegrenzen vergelijkbaar en hebben daarom geen bepalende rol gespeeld bij de locatiekeuze voor een nieuwe wijk van Almere. Bij de ontwikkeling van het gebied is wel uitgebreid aandacht besteed aan mogelijkheden om het gebied waterrobuust in te richten. Omdat het gebied diep ligt zijn er maar zeer beperkt mogelijkheden om schade door een overstroming te voorkomen. De nadruk ligt op het beperken van de schade met het oog op snel herstel en opstarten ná de overstroming en op het evacueren van mensen het gebied uit voorafgaand aan en aan het begin van de overstroming om slachtoffers te voorkomen.

## **Arnhem Meinerswijk**

### **Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart**



**Gebiedstype:** Buitendijks

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

De Nederrijn is een gestuwde rivier, waarbij in gestuwde toestand de stroomsnelheid relatief laag is. De stuw bij Driel bepaalt voor een groot deel van het jaar de waterstand bij Arnhem om voor voldoende doorvaarbaarheid op de Nederrijn en IJssel te zorgen. Bij hoge waterafvoeren wordt het water niet gestuwd. Het overstromingsrisico als gevolg van hoogwater op de Nederrijn, vormt een belangrijk risico. Bij hoge waterstanden in de Nederrijn komt namelijk ongeveer tweederde deel van het totale gebied onder water te staan. Het buitendijks gelegen gebied overstroomt ieder jaar door de smeltende sneeuw en regenval in het bovenstrooms gelegen gebied.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

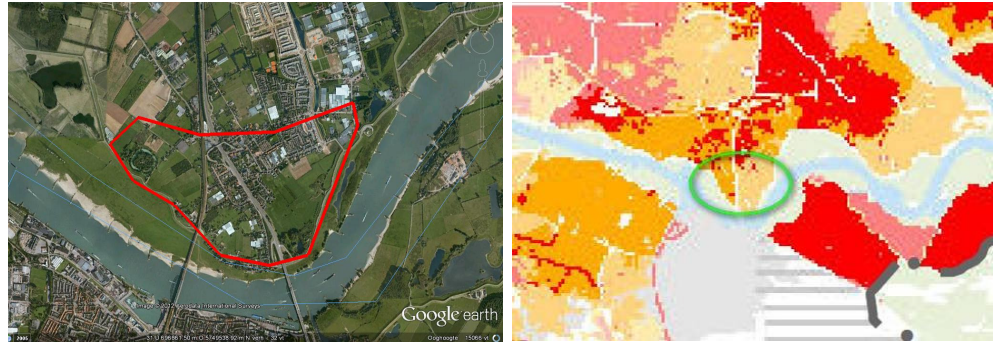
Meinerswijk ligt in de uiterwaarden op de zuidelijke oever van de Nederrijn tussen het stedelijk gebied van Arnhem op beide oevers. De buitendijkse ontwikkelingen zijn beperkt en richten zich voornamelijk op een meer natuurlijke en extensief recreatief medegebruik van de uiterwaarden Stadsblokken-Meinerswijk. Deze uiterwaarden, gedeeltelijk particulier eigendom, krijgen een eerste impuls door noodzakelijke aanpassingen ten behoeve van Ruimte voor de Rivier. In samenwerking met Projectdirectie Ruimte voor de Rivier is een integrale gebiedsvisie opgesteld waarbij de noodzakelijke rivierkundige aanpassingen gecombineerd worden met de gemeentelijke wens voor een uiterwaardenlandschapspark. Binnen dit gebied liggen enkele hogere delen die niet geheel maar wel bijna hoogwatervrij. Het zijn twee oude steenfabrieken, de eeuwenoude buurtschap De Praets en het terrein van een voormalige scheepswerf. In de gebiedsvisie blijft het mogelijk om bij één van de steenfabrieken en op het terrein van de voormalige scheepswerf beperkt nieuwbouw te realiseren.

### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

In de structuurvisie zijn enkele gebieden opgenomen die na de vaststelling van de Structuurvisie verder worden uitgewerkt. Eén van die gebieden is de uiterwaarden. Het argument om dit gebied later uit te werken is vooral gebaseerd op de vele vragen over de toekomstige ontwikkelingen in dit gebied. Het zijn onder andere dezelfde vragen die ook bepalend zijn in het Deltaprogramma: hoe kunnen we anticiperen op de klimaatsveranderingen (inclusief waterveiligheid) en hoe kan dit vergeten gebied een belangrijke, duurzame schakel worden in de stad.

## **Nijmegen Waalsprong**

### **Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart**



**Gebiedstype:** Deels Binnendijs (on)diep en deels buitendijs

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

Nijmegen Waalsprong ligt op de noordoever van de Waal in dijkkring 43, met een beschermingsniveau van 1:1250. Bij een dijkdoorbraak ter hoogte van de Waalsprong of ten oosten van de Waalsprong stroomt het gebied vanuit de Waal snel en diep onder water. Dijkkring 43 is een langgerekte dijkkring die helt van oost naar west. Daarom stroomt het water ná de overstroming snel het gebied weer uit. Een deel van de Waalsprong ligt buitendijs, dit gebied kan onder water lopen bij extreem hoge rivierafvoeren.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

In de huidige situatie bevinden zich in het gebied de bebouwing van het dorp Lent, een weg en spoorverbinding met Nijmegen en landelijk gebied met verspreide bebouwing. Kwetsbare functies in het gebied zijn een brandweerkazerne en enkele scholen.

De gemeente ontwikkeld voor dit gebied plannen voor woningbouw en bedrijven, met als doel 30.000 extra inwoners in 2024. Het is nog niet bekend of er in de plannen ook vitale en kwetsbare functies worden ontwikkeld.

### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

Er is bij de locatiekeuze en bouwplannen voor dit gebied geen rekening gehouden met een dijkdoorbraak of overstroming. Alleen zal de nieuwe waterkering tussen spoor en oude Waalbrug een soort klimaatdijk zijn. Wanneer hier wel rekening mee was gehouden zou de besluitvorming rond het aanleggen van de nieuwe dijk wellicht tot een betere afweging geleid hebben. De gemeente kan nog wel kiezen voor een waterrobuuste ontwikkeling van de nieuwbouwlocaties, door op te hogen, knooppunten en aansluitingen van nutsvoorzieningen boven het maximale overstromingsniveau aan te leggen en woningen waterrobuust te bouwen.

## **Amsterdam AMC**

### **Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart**



**Gebiedstype:** Binnendijs diep

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

Het AMC ligt in de diepe polders van Amsterdam-Zuidoost. De kans op een overstroming is in deze polders afhankelijk van de doorbraaklocatie: vanuit de Lekdijk (1:1250) of vanuit het regionale systeem (1:1000). Kenmerkend van de overstromingen in de diepe polders is dat het water er snel stijgt tot meer dan 2 meter hoog.

In Amsterdam-Zuidoost zijn drie locaties waar zich kwetsbare en niet zelfredzame groepen mensen bevinden: de Bijmerbajes, het AMC en een psychiatrische kliniek. Als hier geen aanvullende voorzieningen voor worden getroffen kunnen daar veel slachtoffers vallen.

In de huidige situatie kan het AMC niet blijven functioneren tijdens een overstroming. Ook een snelle overplaatsing van alle patiënten naar bijvoorbeeld het VU-medisch centrum is praktisch niet mogelijk.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

Het AMC is een groot medisch complex met een (boven)regionale functie. De omgeving van het AMC breidt zich uit met het Medical Business Park.

### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

Bij de locatiekeuze en inrichting van het AMC is geen rekening gehouden met overstromingsrisico's. Er is sinds enkele jaren wel aandacht voor dit onderwerp, onder andere in de gebiedspilot Waterbestendige stad van de Waterdienst, Waternet en de gemeente Amsterdam.

De eerste gevolgen van een overstroming kunnen worden opgevangen door er een dijkje omheen te leggen, de energievoorziening veilig te stellen en een hooggelegen toegangsweg (verbindingsweg met knooppunt A2/A9) aan te leggen voor hulpdiensten en personeel. Met deze aanpassingen kan het AMC naar verwachting maximaal vier dagen blijven functioneren als er een grootschalige overstroming is. Voor een gedetailleerdere uitwerking en beoordeling van nut en noodzaak van mogelijke maatregelen voor het AMC moet naar het functioneren van de hele regio en de omvang van de overstromingsramp worden gekeken. Waternet, gemeente Amsterdam en het AMC hebben het voornemen om dit nader uit te werken in een gerichte pilot voor een waterrobuuste ontwikkeling van het AMC.



## **Katwijk Valkenburg**

### **Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart**



**Gebiedstype:** Binnendijs diep

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

De locatie Valkenburg in Katwijk ligt achter de duinen ten zuiden van Katwijk. Een overstroming vanuit het rivierengebied (normering 1:1250 en 1:10.000) bereikt het gebied pas na enkele dagen en zal leiden tot waterdieptes van 0,5 tot 2 meter. Bij een overstroming vanuit zee, bijvoorbeeld door het falen van de sluisen in Katwijk aan Zee (uitwatering van de Rijn) zijn de waterdieptes vergelijkbaar, maar komt het water snel.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

Locatie Valkenburg is een voormalig militair vliegveld, dat sinds juli 2006 gesloten is. [Het RVOB en de gemeente hebben een ontwerp masterplan opgesteld](#) voor een duurzame woonwijk op het terrein van het voormalige vliegveld Valkenburg. In de plannen zijn 5000 woningen voorzien in verschillende meerdere woonmilieus (zonering). Bij de ontwikkeling van de plannen zullen nutsvoorzieningen, scholen en infrastructuur (met verbindingen naar N206, A44 en A4) worden aangelegd. Het is een integraal plan voor wonen, water, recreatie, landschap, verkeer en cultuurhistorie. In het plan is veel aandacht voor schoon water en een gesloten watersysteem

### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

Waterveiligheid is niet meegenomen bij de locatiekeuze en planontwikkeling voor vliegveld Valkenburg. Bij het begin van de planontwikkeling heeft de gemeente wel de waterveiligheidssituatie in beschouwing genomen, maar op basis van de toen beschikbare informatie was niet duidelijk dat er voor deze locatie ook overstromingsdreiging vanuit zee komt. Op basis van de beschikbare informatie over de overstromingsdreiging vanuit het rivierengebied is destijds geconcludeerd dat het niet nodig was om de planvorming hierop aan te passen. Met de huidige inzichten (en DPNH hulpmiddelen, zie ook bijlage 3) zou dat wellicht anders zijn gelopen. De projectgroep Locatie Valkenburg (RVOB en Gemeente Katwijk) kan bij de afronding van het definitieve masterplan (in 2013) en daarna bij de uitwerking van inrichtingsplannen per deelgebied (inclusief de nutsvoorzieningen) nog kiezen voor de uitwerking van een waterrobuuste inrichting.

## **Gorinchem Hoog Dalem**

### **Locatie gebied en uitsnede gevarenkaart**



**Gebiedstype:** Binnendijs diep

### **Beschrijving overstromingsbeeld**

Hoog Dalem, aan de oostrand van Gorinchem, ligt in het diepe westelijke deel van dijkkring 43. Een overstroming vanuit de Waal of Nederrijn/Lek in dijkkring 43 (beschermingsniveau 1:1250) zal uiteindelijk altijd op deze locatie terecht komen, omdat dijkkring 43 helt van oost naar west. Afhankelijk van de breslocatie is de tijd tussen de doorbraak en het arriveren van het water enkele uren tot enkele dagen. Overstromingsdieptes kunnen hoog oplopen. Afhankelijk van de omvang van het overstroomde gebied en het waterpeil in de Waal kan het water snel weer het gebied uit gelaten worden door afwatering op de Waal.

### **Ruimtelijke karakteristiek**

In de huidige situatie is het gebied Hoog Dalem landelijk gebied met enkele huizen en boerderijen. De gemeente heeft een plan ontwikkeld voor een woonwijk met 1400 woningen, scholen en buitenschoolse opvang. Er zijn geen andere vitale en kwetsbare functies in het plan opgenomen dan de nutsvoorzieningen van de woningen.

### **Waterveiligheid meegewogen bij (toekomstige) inrichting?**

Bij de locatiekeuze en planvorming is geen rekening gehouden met de overstromingsrisico's. De mogelijkheden om Hoog Dalem waterrobuust in te richten zijn beperkt omdat het plan al is vastgesteld en de waterdieptes hier hoog kunnen oplopen bij een overstroming vanuit de Waal. Er kan wel aandacht worden besteed aan goede evacuatiemogelijkheden, bewustwording en zelfredzaamheid van de inwoners om slachtoffers te voorkomen.

# Bijlage 3 – Rapportage en advies uittesten hulpmiddelen DPNH

## 1 Inleiding

Binnen het project *'Waterrobuuste inrichting; verkenning van optimale inrichting nieuwbouw en vitale & kwetsbare functies'* is onderzoek gedaan naar de bruikbaarheid van de hulpmiddelen welke door het Deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (verder DPNH) beschikbaar worden gesteld aan betrokkenen. In deze rapportage wordt allereerst ingegaan op de systematiek van het testen van de hulpmiddelen. Vervolgens wordt een samenvatting gegeven van de resultaten uit de gebieden. Tot slot worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

## 2 Systematiek

Binnen het project zijn de vorm, inhoud en bruikbaarheid van de hulpmiddelen op twee manieren uitgetest:

- 7 Interviews met betrokkenen van verschillende ontwikkellocaties in overstromingsgevoelige gebieden;
- Expertsessie over de bruikbaarheid en verbeterpunten van de hulpmiddelen.

Zie "5 Geïnterviewden en deelnemers expertsessie" voor een overzicht van de geïnterviewden en de deelnemers aan de expertsessie.

De volgende hulpmiddelen zijn getest:

- Een set van vijf gevaren/risicokaarten:
  - gevaarkaart: waterdieptes en aankomsttijden bij overstromingen vanuit hoofdwatersysteem - tbv locatiekeuze en inrichting.
  - Potentieel: Lokaal Individueel Risico (LIR kaart), indicatie van kans op overlijden op een bepaalde plek
  - Potentieel: Lokaal Schade Gevaar (LSG kaart): indicatie van potentiële schade op die plek
  - Actueel: Verwachtingswaarde Slachtoffers (aantal per km<sup>2</sup> per jaar) , indicatie van verwachte aantal slachtoffers
  - Actueel: Verwachtingswaarde Schade (euro per ha. per jaar), indicatie van verwachte schade
- Checklisten binnendijks en buitendijks, met daarin afwegingsstappen hoe om te gaan met overstromingsrisico's in plannen;
- Maatregelenmatrix, waarin maatregelen benoemd zijn op allerlei onderwerpen als grondwater, hoogwaterbescherming, etc. Voor iedere maatregel in de matrix is een factsheet uitgewerkt.

Er is gewerkt met een zevental pilot-gebieden. Deze gebieden zijn of worden (later) ontwikkeld. De gebieden hebben als overeenkomst dat hoogwaterveiligheid actueel is, er zijn overstromingsrisico's. Het gaat om de volgende gebieden:

1. Almere Oosterveld
2. Nijmegen Lent
3. Arnhem Meinerswijk
4. Gorinchem Hoog Dalem
5. Amsterdam Academisch Medisch Centrum
6. Amsterdam Westelijk Havengebied
7. Katwijk Valkenburg

Per gebied is een contactpersoon die bij de planvorming betrokken is, geïnterviewd, in de meeste gevallen een beleidsmedewerker van de gemeente. In het geval van AMC en Westelijk Havengebied is een beleidsmedewerker van het waterschap geïnterviewd. Deze personen zijn op een aantal 'hoofdonderwerpen' bevraagd.

1. **Stadium van besluitvorming:** wanneer zouden de verschillende hulpmiddelen een rol kunnen spelen in het besluitvormingsproces?
2. **Doelgroep:** wie zouden er gebruik kunnen maken van de verschillende hulpmiddelen? Voor wie zouden deze van belang kunnen zijn?
3. **Vorm:** zijn de huidige hulpmiddelen op de juiste manier beschikbaar? Zijn deze in de juiste vorm gegoten?
4. **Inhoud:** is de informatie welke beschikbaar is in de hulpmiddelen relevant?
5. **Regionale keuzes:** leidt kennis vanuit hulpmiddelen tot andere afwegingen?

De belangrijkste bevindingen per hoofdonderwerp zijn onder "3 Resultaten" beschreven.

### 3 Resultaten

**Stadium van besluitvorming:** wanneer zouden de verschillende hulpmiddelen een rol kunnen spelen in het besluitvormingsproces?

Alle geïnterviewden geven aan dat hulpmiddelen van belang zijn, met name vooraan in het proces. Concreet wordt aanbevolen dat in processen als variantenstudies, structuurvisies en locatiekeuzes, nadrukkelijk gebruik gemaakt wordt van de hulpmiddelen.

Ook adviseren alle ondervraagden dat er zowel in de hulpmiddelen als tussen hulpmiddelen onderscheid gemaakt wordt naar schaalniveau van besluitvorming. Het provinciale schaalniveau kent andere relevante aspecten (bv. locatiekeuze, kaderstelling) dan de stedelijk ontwerper (bv. waterrobuuste inrichting op gebouwniveau). Dit schaalniveau kan worden onderscheiden in de verschillende hulpmiddelen.

Het beeld dat naar voren komt uit de interviews en dat hierop aansluit, is dat aangehaakt kan worden bij het watertoetsproces. Op landelijk niveau worden op hoofdlijnen de locaties voor ontwikkelingen aangewezen. Provinciaal wordt dit geconcretiseerd. Vervolgens werken gemeente en waterschap dit uit op plan- en projectniveau. Voor elk van de schaalniveaus wordt aanbevolen hulpmiddelen beschikbaar te stellen.

*Eén van de betrokkenen geeft aan dat de initiatiefnemer van een plan, vaak de gemeente, eerst verantwoordelijke is om de hulpmiddelen te gebruiken.*

*Een ander benoemt ook de rol van Rijkswaterstaat bij dijkverleggingen. Hier zou ook de gevarenkaart meegenomen moeten worden in de afwegingen.*

Hierna volgt een overzicht per hulpmiddel en wanneer deze in te zetten:

<b><i>Gevarenkaart</i></b>	Vooraan in proces, rijks- en provinciaal niveau, afweging locatiekeuzes, mogelijk kader binnen plannen rijk en provincie Gemeentelijk bruikbaar, mits gedetailleerder uitgewerkt
<b><i>Checklists</i></b>	Binnendijs: primair provinciaal te gebruiken, resultaat van de checklist meenemen in locatiekeuzes binnen het grondgebied Buitendijs: gemeentelijke verantwoordelijkheid, resultaten van doorlopen van deze checklist meenemen bij buitendijkse ontwikkelingen in overleg met ontwikkelaars
<b><i>Maatregelenmatrix</i></b>	Voornamelijk te gebruik in planvorming van gemeente, ontwikkelaar en stedenbouwkundigen

**Doelgroep:** wie zouden er gebruik kunnen maken van de verschillende hulpmiddelen? Voor wie zouden deze van belang kunnen zijn?

Algemeen is vast te stellen dat alle geïnterviewden rollen weggelegd zien voor Rijk, provincie, gemeenten en projectontwikkelaars. In veel gevallen worden ook de waterschappen genoemd, met name als bron van kennis van het gebied. Over de invulling van de rol verschillen de geïnterviewden soms van mening. Tot slot is ook de veiligheidsregio genoemd als belangrijke doelgroep

Onderstaand volgt een weergave van de verschillende doelgroepen en de reden waarom deze doelgroep relevant is:

<b><i>Rijk</i></b>	Locatiekeuze
<b><i>Provincie</i></b>	Locatiekeuze van stedelijke ontwikkelingen, stelt structuurvisie op
<b><i>Gemeente</i></b>	Uitwerken Rijks- en provinciale kaders, kaders meegeven aan ontwikkelaars
<b><i>Waterschap</i></b>	Inbrengen gebiedskennis, meerlaagsveiligheid in watertoetsproces meenemen
<b><i>Rijkswaterstaat</i></b>	Binnen planologische kernbeslissingen meenemen in afweging
<b><i>Stedenbouwkundigen</i></b>	Uitwerken van gemeentelijke kaders
<b><i>Projectontwikkelaar</i></b>	Op projectniveau implementeren van waterrobuuste oplossingen

**Vorm:** zijn de huidige hulpmiddelen op de juiste manier beschikbaar? Zijn deze in de juiste vorm gegoten?

Geïnterviewden is gevraagd om de verschillende hulpmiddelen te beoordelen op de vorm waarin deze beschikbaar zijn. Een veelgehoorde opmerking is dat er op dit moment veel informatie beschikbaar is op het gebied van hoogwaterveiligheid, de samenhang daarin ontbreekt echter. Om die samenhang te bereiken is het goed om in de hulpmiddelen zelf ook aan te geven hoe deze gebruikt kunnen worden in samenhang met andere hulpmiddelen.

Algemeen wordt ook aangegeven om beeldend te werk te gaan. In de vorm van schetsboeken bijvoorbeeld. Een beeldende manier van werken wordt voor alle hulpmiddelen aangeraden.

Een belangrijke en breed gedragen suggestie is om de hulpmiddelen geschikt te maken voor verschillende schaalniveaus. Vooral de maatregelenmatrix is op dit punt veel genoemd. De huidige matrix is ingedeeld op clusters als grondwater, oppervlaktewater, ecologie etc. De indeling naar schaalniveau wordt eenduidig aangegeven. Volg de besluitvorming bij

ruimtelijke ontwikkelingen en pas daar je hulpmiddelen op aan. Stel vast welke informatie relevant is voor de verschillende schaalniveaus en geef dat een plaats in de hulpmiddelen. Belangrijk is hierbij ook de interactie richting andere schaalniveaus. Is het van belang om bij de ontwikkeling van een woonwijk samen met provincie, waterschap en gemeente overleg te hebben? Benoem dergelijke stappen en tips in de hulpmiddelen.

Ook de kaders die vanuit bepaalde schaalniveaus meegegeven kunnen of moeten worden richting een ander schaalniveau zal in de hulpmiddelen naar voren moeten komen.

Er zijn ook een aantal individuele suggesties gedaan:

- Ondersteun gemeenten binnen relevante projecten met expertteams. Op deze manier kunnen de hulpmiddelen correct worden toegepast en treden wederzijdse leereffecten op.
- Richt een interactieve gids van hulpmiddelen in, een website waarop alle relevante info geordend en beeldend aanwezig is.
- Maak nadrukkelijker gebruik van de kennis welke is opgedaan in de gebiedspilots meerlaagse veiligheid.

Per hulpmiddel is weergegeven welke opmerkingen en suggesties gedaan zijn ten aanzien van de inhoud. Dit gaat dus niet persé om breed gedragen meningen.

	<b>Opmerkingen</b>	<b>Suggesties voor verbetering</b>
<b>Gevarenkaart</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Achterliggende uitgangspunten voor discussie vatbaar</li> <li>• Kwaliteit weergave van de beschikbare kaart te laag om mee te werken. Er is hogere resolutie, alleen is deze niet goed ontsloten voor gebruikers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak kaart geschikt voor gebruik door verschillende partijen</li> <li>• Integreer met bijvoorbeeld de AHN (vooral op gemeentelijk niveau). Hoewel dit in de huidige kaart al is meegenomen is dit door de betrokkenen niet als zodanig herkenbaar.</li> <li>• <a href="http://www.ruimtelijkeplannen.nl">www.ruimtelijkeplannen.nl</a> is een mooie plek om de kaart onder te brengen</li> </ul>
<b>Checklists</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een echt beleidsstuk, weinig aansprekend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verander de naam 'checklist', om zo vrijblijvendheid te voorkomen</li> </ul>
<b>Maatregelenmatrix</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Te omvangrijk, niet werkbaar formaat</li> <li>• Bevat minder relevante lagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richt matrix ook in op locatiekeuze van functies (wonen, werken etc.)</li> <li>• Maak doorklikbaar naar achterliggende factsheets</li> </ul>

**Inhoud:** is de informatie welke beschikbaar is in de hulpmiddelen relevant?

De inhoud van de hulpmiddelen wordt in het algemeen als relevant beschouwd. De gevarenkaart is echter niet geschikt voor gebruik op regionaal en gemeentelijk niveau. Hiervoor is de informatie niet gedetailleerd genoeg. Ook wanneer meer ingezoomd kan worden zijn er beperkingen. De kaart is namelijk opgemaakt aan de hand van landelijke en geaggregeerde berekeningen. De lokale situatie heeft echter een eigen dynamiek, welke niet in de kaart is meegenomen.

Ook is een veelgehoorde opmerking dat de inhoud van de maatregelenmatrix nog niet geschikt is voor alle doelgroepen. Daarvoor zullen vaktermen van meer uitleg voorzien moeten worden. Hierbij verdient het aanbeveling om meer beeldend te werk te gaan. De achterliggende factsheets zijn soms dermate gedetailleerd dat de boodschap niet duidelijk is.

Tot slot is aangegeven dat de voorgestelde oplossingen, wel verkoopbaar zullen moeten zijn. Met name bij woningen is dit van belang om mee te nemen in de voorgestelde waterrobuuste oplossingen.

#### **Regionale keuzes: leidt kennis vanuit hulpmiddelen tot andere afwegingen?**

Per gebied is ook nagegaan in hoeverre de aanwezigheid van hulpmiddelen in de planvorming tot andere keuzes geleid zou hebben. De uitkomsten hiervan zijn als volgt.

##### **Almere Oosterwold:**

Keuzes zouden niet anders gemaakt zijn tijdens de variantenstudie. Er is tijdens locatiekeuze en ontwerpen van masterplan al ruim aandacht geschonken aan stijging van waterspiegel, compartimentering etc. Ook ontwerpateliers hebben hierin een belangrijke rol vervuld.

##### **Nijmegen Lent:**

Wanneer de gevarenkaart meegenomen zou zijn in de besluitvorming rond het aanleggen van de nieuwe dijk, zou dit tot een betere afweging geleid hebben. Die zou dus ook bekend moeten zijn bij hen die verantwoordelijk waren voor de dijkeruglegging. Met name Rijkswaterstaat zou dit ook meegenomen moeten hebben in beslissingen.

##### **Arnhem Meinerswijk:**

Voor dit gebied zouden keuzes niet anders gemaakt zijn wanneer de hulpmiddelen wel bekend waren bij locatiekeuze. Wel is aangegeven dat de besproken hulpmiddelen wel meegenomen zullen worden in het vervolg van de ontwikkeling van Meinerswijk. Hiermee beoogt men inrichtingsmaatregelen te kunnen verbeteren.

##### **Gorinchem Hoogdalem:**

Een hulpmiddel als de 'checklist binnendijks' is geschikt voor locatiekeuze maar ook voor inrichting van de locatie op hoofdlijnen. In de praktijk van Hoog Dalem is dat nu niet meer relevant. Het hulpmiddel is vroeg in de besluitvorming van belang, destijds was dat niet bekend. Was dat wel zo geweest en bekend bij de juiste instantie (provincie) dan had dat wel tot een andere beslissing kunnen leiden, met name op het vlak van de locatie van de ontwikkeling van Hoogdalem.

##### **Amsterdam Academisch Medisch Centrum & Westelijk Havengebied:**

De inschatting is dat tijdens de ontwikkeling van de gebieden oplossingen anders ingevuld zouden zijn, wanneer er hulpmiddelen voorhanden waren. Een praktijkvoorbeeld: bij het AMC is een transformatorhuisje gerealiseerd, maar nu (met kennis vanuit hulpmiddelen) wel waterrobuust door er een dijkje om te leggen.

Hetzelfde is zichtbaar binnen het havengebied. Veel olieopslag is gebouwd met een dijkje erom heen. Deze dijkjes zijn niet voor bescherming tegen hoogwater bedoeld, maar om in geval van brand het bluswater 'binnen te houden'. Of een dergelijk dijkje ook voldoet voor overstromingen is maar de vraag. Hulpmiddelen, welke aandacht hebben voor vitale en kwetsbare functies, leiden dan tot steviger dijkjes.

### **Katwijk Valkenburg:**

De gevarenkaart en checklist zouden zeker ingezet worden. Het is moeilijk om aan te geven of keuzes dan anders uitvallen. Kennis vanuit hulpmiddelen zou kunnen betekenen dat de daaruit volgende ophoging in het gebied anders gegaan zou zijn.

De afweging bij locatiekeuze voor functies in Valkenburg zou ook anders zijn verlopen. Tegen de duinrand is het hoger gelegen deel. Dat is nu bestemd voor natuur. Hoewel de uitkomst niet eens zoveel hoeft te verschillen is er dan wel over nagedacht.

## **4 Conclusies en aanbevelingen**

Bovenstaande bevindingen over proces, inhoud, vorm en doelgroep van de hulpmiddelen geven een duidelijk beeld over de huidige waarde ervan. Er komen ook adviezen uit naar voren voor verder uitwerking en verbetering van de verschillende hulpmiddelen.

### **Algemeen**

Algemeen wordt aangegeven dat de hulpmiddelen toepasbaar en nuttig zijn voor het ondersteunen van afwegingen en (locatie)keuzes in ruimtelijke planvorming. De hulpmiddelen kunnen ook een belangrijke rol spelen bij de bewustwording van betrokken medewerkers, bestuurders en burgers. De meerwaarde van de hulpmiddelen verschilt per fase van de planvorming, waarbij de gevaren/risico kaarten en de checklists vooral aan het begin van de planvorming (locatiekeuze) en de maatregelenmatrix vooral aan het eind van de planvorming (ontwerp) toepasbaar is. De factsheets zijn geschikt voor de onderbouwing van de definitieve afweging en inpassing in het ontwerp.

Minstens zo belangrijk als de hulpmiddelen is echter ook dat vanaf het begin van de ruimtelijke planvorming de juiste mensen aan tafel zitten en dat er een gezamenlijk beeld is van de kwetsbaarheid van het gebied voordat keuzes gemaakt worden en voordat aan het ontwerpen wordt begonnen.

De bruikbaarheid stelt de volgende eisen aan de hulpmiddelen:

- Zorg voor goede ontsluiting en goede toelichting bij hulpmiddelen voor alle betrokkenen;
- Zorg dat ze bruikbaar zijn om afwegingen/keuzes te ondersteunen;
- Zorg dat de hulpmiddelen bruikbaar zijn in de verschillende proces- en besluitvormingsstappen van een gebiedsontwikkeling;
- Zorg dat ze ook bruikbaar zijn op bestuurlijk niveau en om bewustwording te vergroten;
- Zorg dat hulpmiddelen eenvoudig te gebruiken en eenduidig zijn.

Er zijn ook verschillende verbetervoorstellen gedaan ten aanzien van de uitwerking en toegankelijkheid van de hulpmiddelen. Ten aanzien daarvan worden verschillende aanbevelingen gedaan:

- Om optimale inzet van de hulpmiddelen te bevorderen wordt geadviseerd de mogelijkheden van een interactieve omgeving van de hulpmiddelen te onderzoeken en te implementeren.
- Geadviseerd wordt om aandacht te schenken aan de samenhang tussen de hulpmiddelen. Hiervoor kan een leidraad dienen, waarin de hulpmiddelen zijn opgenomen met een toelichting. Besteedt hierbij ook aandacht aan het doel van de verschillende hulpmiddelen en geef zo mogelijk de kaders aan waar een waterrobuust ontwerp aan moet voldoen.
- Let ook op de houdbaarheid van de hulpmiddelen. De ontwikkeling van mogelijke maatregelen en oplossingsrichtingen gaat snel, waardoor de maatregelenmatrix snel zal 'verouderen' (de maatregelenmatrix blijft wel langer bruikbaar als inspiratie voor partijen die zelf nog niet zo ver zijn dat ze nieuwe maatregelen en oplossingen ontwikkelen). De checklists en gevarenkaart zijn wel 'houdbaar', deze zouden geformaliseerd kunnen worden in RO-processen.



- Hulpmiddelen werken alleen als “het moet”, of als degene die ze gebruikt er ook zelf baat bij heeft, besteedt daarom ook aandacht aan een toelichting van de meerwaarde van een waterrobuuste inrichting op meerdere fronten (bv. gevolgbeperking waterveiligheid, kosten/baten, toekomstbestendigheid en ruimtelijke kwaliteit);
- Belangrijkste factor bij het al dan niet succesvol toepassen van de hulpmiddelen is het besluitvormingproces rond ruimtelijke ontwikkelingen. Daarbij is het essentieel om de hulpmiddelen op de schaalniveaus van de besluitvorming in te richten. Geadviseerd wordt om dit helder in kaart te brengen, van nationaal niveau tot aan het vaststellen van het bouwbesluit. De hulpmiddelen dienen van toegevoegde waarde te zijn voor elk van de niveaus. Daarbij is het noodzakelijk om eerst in beeld te brengen welke informatie met betrekking tot hoogwaterveiligheid en waterrobuustheid wanneer gewenst is, om dit vervolgens uit te werken in de verschillende hulpmiddelen;
- Als de hulpmiddelen ook bruikbaar moeten zijn als ondersteuning van het ontwerpproces is een gedetailleerdere en meer gebiedsspecifieke uitwerking van de hulpmiddelen nodig.

### **Gevaren/risicokaarten**

Verbetervoorstellen voor de gevaren/risicokaarten:

- Zorg dat het kaartmateriaal past bij de schaal van stedelijke plannen. Voor ontwerp-toepassingen zijn gedetailleerdere kaarten nodig. Het is nu al mogelijk om met de beschikbare kaarten heel gedetailleerd in te zoomen. De kaarten zijn echter gebaseerd op uitkomsten van overstromingsberekeningen op basis van geschematiseerde ondergronden en aannames;
- Zorg voor goede ontsluiting en maak de kaarten toegankelijk/aantrekkelijk voor gebruikers (initiatiefnemers en ontwerpers), door een aansprekende presentatie en toelichting van de kaarten;
- Bij gebiedsprocessen is er ook behoefte aan een indicatie van het reliëf van het maaiveld. Die informatie zit er nu wel in, maar moet ook duidelijk te raadplegen zijn;

### **Checklists**

Verbetervoorstellen voor de checklists:

- Maak in de checklists een ordening naar schaalniveau en koppel dit aan de processtappen in het plan/ontwerpproces van ruimtelijke ontwikkelingen;
- Waar mogelijk illustreren met voorbeelden.

### **Maatregelenmatrix**

Verbetervoorstellen voor de maatregelenmatrix:

- Voor de bruikbaarheid is het wenselijk om de maatregelenmatrix te vereenvoudigen en in te delen op verschillende schaalniveaus i.p.v. (hoofd)cluster, zoals nu het geval is. Bij ieder schaalniveau horen andere actoren en verantwoordelijkheden, maak die ook inzichtelijk. Op deze manier is voor de verschillende doelgroepen snel duidelijk welk deel van de maatregelenmatrix voor hen relevant is;
- De maatregelen in de matrix kunnen inspirerend en verhelderend werken voor ontwikkelaars en ontwerpers, met name voor hen die nog niet eerder betrokken zijn geweest bij waterrobuuste ontwikkelingen, maar ze zijn niet geschikt als toetsinstrument. Voor het waterrobuust ontwerpen van een wijk of gebouw is het wenselijk dat de overheid aanvullend de kaders (richtwaarden/normen) aangeeft waar een waterrobuust ontwerp minimaal aan moet voldoen;
- De maatregelenmatrix krijgt extra meerwaarde als je hiermee ook kunt bepalen of een maatregel in een bepaalde situatie bruikbaar is;
- Waar mogelijk illustreren met voorbeelden.

## 5 Geïnterviewden en deelnemers expertsessie

### Geïnterviewden

Naam	Organisatie	Pilotgebied
Albert Jong	Gemeente Almere	Almere Oosterwold
Ton Verhoeven	Gemeente Nijmegen	Nijmegen Lent
Ronald Bos	Gemeente Arnhem	Arnhem Meinerswijk
Theo Sprong	Gemeente Gorinchem	Gorinchem Hoog Dalem
Rob Koeze	Waternet	Amsterdam Westelijk havengebied Amsterdam AMC
Hermine Erenstein	Gemeente Katwijk	Katwijk Valkenburg

### Deelnemers expertsessie 6 september 2012

Naam	Organisatie
Judith Marinissen	Ministerie van IenM
Kees Vlak	Ministerie van IenM
Mayke Hoogbergen	Ministerie van IenM
Marijke Ruitenbeek	Royal HaskoningDHV
Jan Baltissen	Royal HaskoningDHV
Wouter Porton	Royal HaskoningDHV
Dagmar Keim	Ministerie van IenM
Ronald Bos	Gemeente Arnhem
Albert Jong	Gemeente Almere
Tonny Janmaat	Academisch Medisch Centrum, Amsterdam
Arie de Lange	Gemeente Katwijk
Peter van Veelen	Gemeente Rotterdam
Frank Wagemans	IPO

## Bijlage 4 – Lessen uit andere studies

In deze verkenning is ook gebruik gemaakt van kennis en inzichten uit eerdere studies, in onderstaande tabel staat hiervan een korte verantwoording.

Gebied / studie	Lessen
Gebiedspilot meerlaagsveiligheid dijkkring 43 (Betuwe, Culemborger- en Tielerwaarden);	In de gebiedspilot is niet specifiek ingegaan op vitale en kwetsbare infrastructuur. De kennis en inzichten uit de gebiedspilot zijn met name benut voor de beschouwingen over (beperking van) overstromingsrisico's in hellende binnendijkse diepe gebieden.
Gebiedspilot Waterbestendige stad Amsterdam	In de gebiedspilot is voor een aantal overstromingsgevoelige gebieden onderzocht wat de gevolgen van een overstroming kunnen zijn en welke oplossingsrichtingen er op hoofdlijnen zijn om deze gebieden te beschermen. Het betreft stedelijke gebieden met diverse vitale en kwetsbare functies. Inzichten over de kwetsbaarheid en de bescherming van deze functies zijn ook als input gebruikt voor de verkenning Waterrobuuste inrichting. Ook voor de beschrijving van de pilotgebieden Westelijke havengebied en AMC in bijlage 2 is gebruikgemaakt van de uitkomsten van de gebiedspilot.
Dordrecht (oa gebiedspilot meerlaagsveiligheid);	Inzichten tav waterrobuuste inrichting buitendijks zijn voor zover generiek van toepassing verwerkt in H5. Aan de tweede ontwerpsessie heeft een stedenbouwkundige van gemeente Dordrecht deelgenomen.
Aanwijzing en inzet van noodoverloopgebieden. Verkenning van de consequenties voor de drinkwatervoorziening.	Deze studie richt zich op de consequenties van noodoverloopgebieden voor de drinkwatervoorziening. Lessen hieruit die relevant zijn voor een waterrobuuste inrichting van de drinkwatervoorziening zijn verwerkt in hoofdstuk 3 (binnendijks ondiep) en hoofdstuk 5 (buitendijks).
Veiligheidsplan Arnhem Meinerswijk (veiligheidsregio Gelderland Midden, 2009)	Inzichten uit het veiligheidsplan zijn meegenomen in de verkenning, voor het gebiedstype buitendijks en passend binnen de scope van de verkenning. Het veiligheidsplan gaat niet in op vitale en kwetsbare functies. De uitkomsten van de risicoanalyse zijn verwerkt in de beschrijving van het overstromingsbeeld voor Meinerswijk in bijlage 2.
Rotterdam – Heijplaat / Katendrecht	Heijplaat en het RDM terrein liggen buitendijks, door B&W aangewezen als pilot voor een adaptieve strategie in buitendijks gebied. De rapportage Adaptief bouwen Heijplaat werkt meerlaagsveiligheid uit voor dit buitendijkse gebied, waarbij laag 2 ook wordt ingezet voor het verhogen van het veiligheidsniveau (dus niet alleen gevolgbeperking), door middel van ophoging en waterrobuuste inrichting en ontwerp van gebouwen. De uitwerking voor Heijplaat gaat alleen in op waterbestendige buitenruimte en adaptieve toepassingen in woningen. Belang van draagvlak en risicobewustzijn, governance aspecten en integrale aanpak is nader onderbouwd in paper 'Slimme aanpak flood risk management'.

Gebiedspilot Maaskaden	De uitwerking van de gebiedspilot meerlaagsveiligheid Maaskaden heeft raakvlakken met de verkenning Waterrobuuste inrichting tav waterrobuust bouwen en verhoogd aanleggen van strategische wegen. Verder komen er uit deze gebiedspilot geen nadere inzichten ten aanzien van vitale en kwetsbare functies.
Zuidplas	<p>In het project Hotspot Zuidplaspolder zijn vijf klimaatbestendige voorbeeldprojecten ontworpen voor deze diepe polder in Zuid-Holland. Er is daarbij ook gekeken naar adaptatie tav waterveiligheid en wateroverlast, als onderdeel van klimaatbestendigheid. Er is geen aandacht besteed specifiek aan vitale en kwetsbare functies. Wel aan waterbestendig bouwen van woningen en evacuatie, met in het verlengde daarvan maatregelen voor evacuateroutes (bv verhoogde wegen) en communicatie (oa telecom voor risicocommunicatie). Er wordt wel een aantal algemene lessen getrokken die ook relevant zijn voor de realisatie van een waterrobuuste inrichting, zoals:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lange termijn belangen vervlechten in ruimtelijk planvorming eist aandacht, tot op het niveau van uitvoering.</li> <li>• Klimaatbestendigheid is geen norm, maar een manier van werken. Vroegtijdig betrekken van de juiste partners en een ontwerpende houding is cruciaal.</li> <li>• Ook op het vlak van veiligheid tegen overstromingen neemt het belang van de adviserende rol vanuit de waterbeheerder toe. Op dit moment is de rol van (water-) en veiligheidspartners (nog) niet formeel verankerd in de ruimtelijke ordening.</li> </ul>
Taskforce Management Overstromingen	Rapportages nav Oefening Waterproef in 2008. Met name gericht op oefenopzet, besluitvorming, informatiemanagement, crisiscommunicatie en inhoudelijke kwaliteit van het optreden. De rapportages bevatten geen concrete lessen voor een waterrobuuste inrichting. Ten aanzien van vitale en kwetsbare functies wordt opgemerkt dat het niet-functioneren van vitale infrastructures de belangrijkste veroorzaker van schade tijdens de nazorgfase van een grootschalige evacuatie is, dit rechtvaardigt dus een waterrobuuste inrichting van vitale en kwetsbare functies. Kennis en inzichten mbt telecom en bespoedigen herstel vitale en kwetsbare functies is in lijn met de resultaten van de verkenning.
Vitaal 'Keren en beheren' (MinVenW, 2005)	Studie gaat over kwetsbaarheid van keringen, gemalen en waterkwaliteit. Relatie met overige vitale en kwetsbare functies zit in stroomvoorziening gemalen en andere bediening en telecom-voorzieningen.
Quicscan halve meterramp (Syncera, 2007)	Brengt de gevolgen van een overstroming met een waterdiepte van een halve meter in beeld. Dergelijke overstromingen zijn mogelijk als randverschijnsel van verschillende overstromingsscenario's. In de rapportage wordt gesteld dat in het huidige crisismanagement er vanuit wordt gegaan dat niets meer functioneert en dat de kritieke waterstand waarbij vitale voorzieningen nog wel blijven functioneren niet eenduidig te bepalen is. Ook hier

	komt het beeld naar voren dat voor het functioneren van veel functies de elektriciteitsvoorziening een kritische factor is die gevoelig is voor een overstrooming. Handlingsperspectief en zelfredzaamheid moet er op gericht zijn dat mensen in het gebied kunnen blijven. Geen aanvullende inzichten ten aanzien van waterrobuuste inrichting.
Vermindering kwetsbaarheid bij overstromingen (HKV, 2007)	Inventarisatie van gevolgen van een overstrooming voor objecten met potentieel grote milieuvolgschade, moeilijk te evacueren objecten, cultuurhistorische objecten. Voor deze studie alleen overlap tav ziekenhuizen. Geen aanvullende inzichten ten aanzien van waterrobuuste inrichting.
Memo Vitale infrastructuur dijkkring 6 (Deltares, 2012)	Geeft inzicht in de wijze waarop vitale infrastructuur is opgenomen binnen de berekeningen van de MKBA. Er wordt benoemd dat infrastructuur op een andere manier dan door middel van dijken beschermd kunnen worden, maar hier is geen uitwerking aan gegeven.
Hamburg en andere internationale locaties	Hierover is geen literatuur geraadpleegd. Mondeling overgedragen inzichten die bekend zijn bij de diverse betrokkenen bij de verkenning zijn verwerkt in de rapportage.

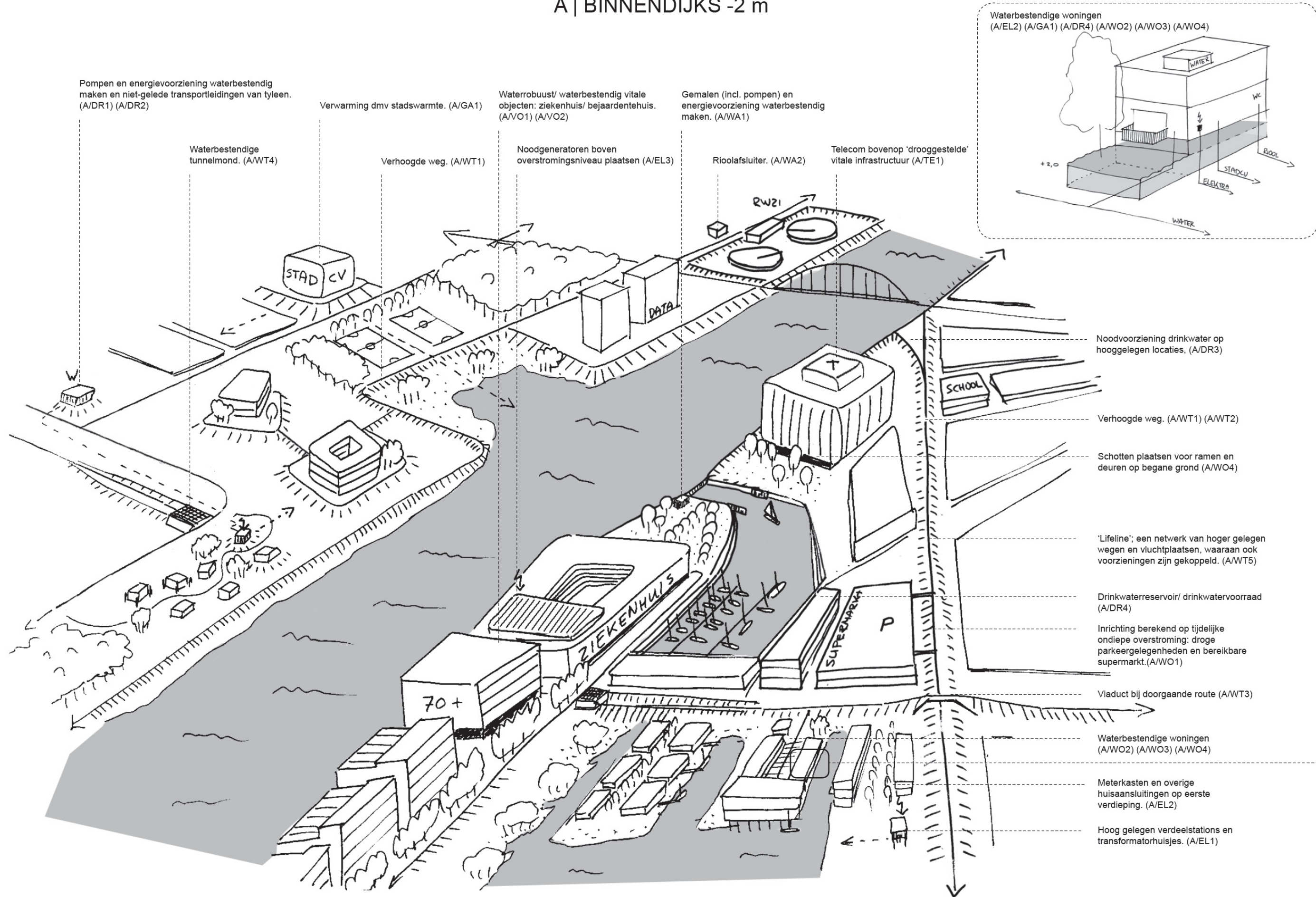
# Bijlage 5 – Ontwerpschetsen

Op de ontwerpschetsen zijn de inrichtingsmaatregelen voor een optimale waterrobuuste inrichting weergegeven voor de drie typen gebieden die in deze verkenning zijn beschouwd:

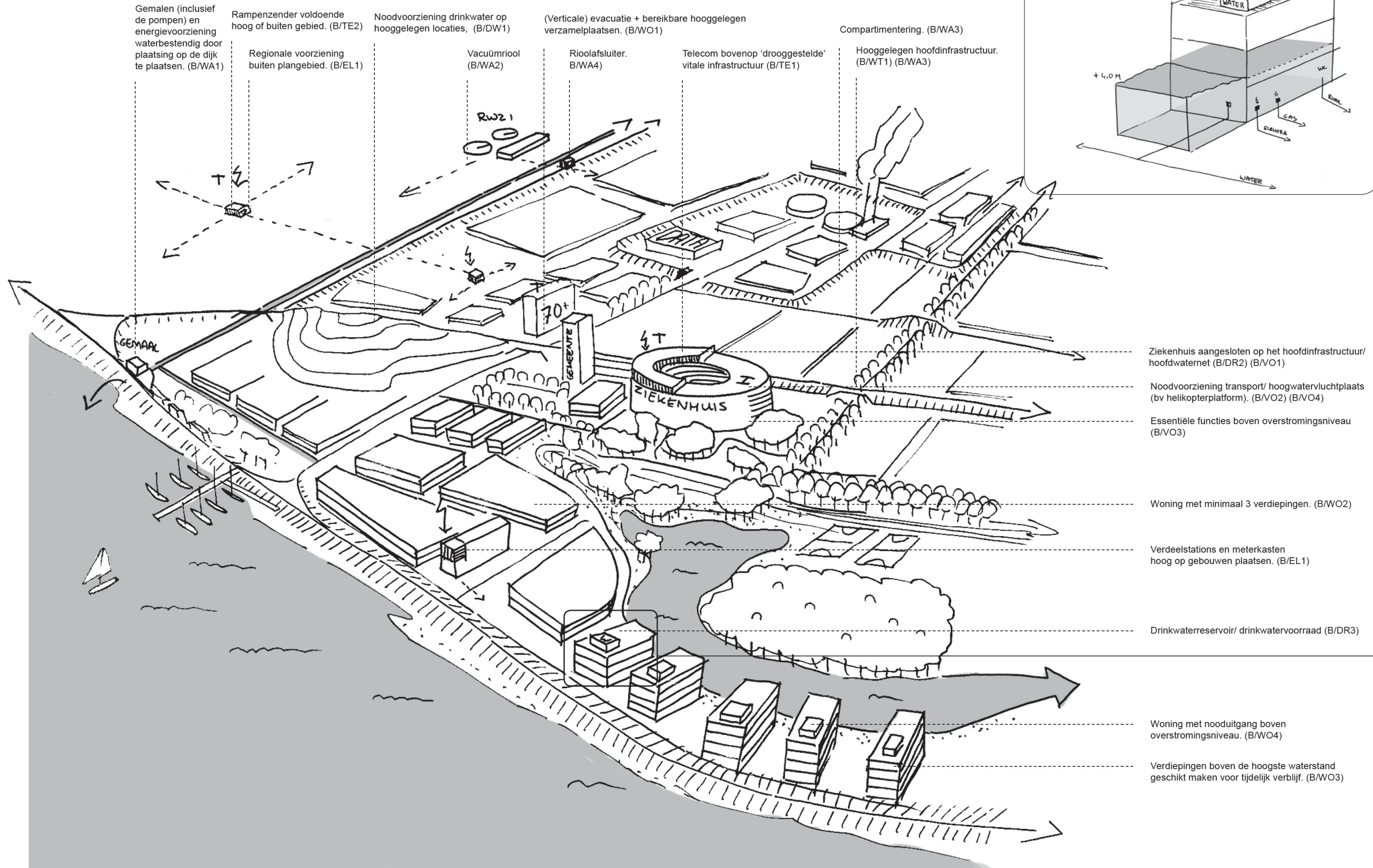
- A. Binnendijkse gebieden die ondiep (0 – 0,5 – 2m) onder water lopen bij een overstroming;
- B. Binnendijkse gebieden die diep (> 2m) onder water lopen;
- C. Buitendijkse gebieden.

De codes in de toelichtingen op de schetsen verwijzen naar de maatregelentabellen in de hoofdstukken 3 t/m 5. De eerste letter verwijst naar het type gebied, de twee letters na de '/' verwijzen naar de vitale functie en het cijfer is een volgnummer bij de betreffende lettercombinatie.

# A | BINNENDIJKS -2 m



# B | BINNENDIJKS -4 m



Gemalen (inclusief de pompen) en energievoorziening waterbestendig door plaatsing op de dijk te plaatsen. (B/WA1)

Rampenzonder voldoende hoog of buiten gebied. (B/TE2)

Regionale voorziening buiten plangebied. (B/EL1)

Noodvoorziening drinkwater op hooggelegen locaties. (B/DW1)

Vacuümriool (B/WA2)

(Verticale) evacuatie + bereikbare hooggelegen verzamelplaatsen. (B/WO1)

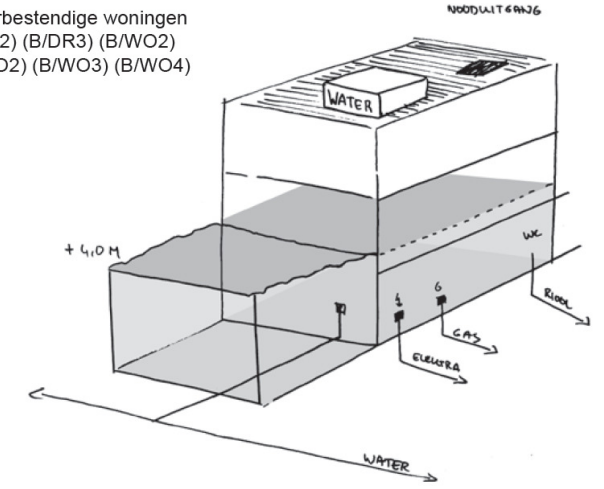
Rioolafsluiter. (B/WA4)

Telecom bovenop 'drooggestelde' vitale infrastructuur (B/TE1)

Compartimentering. (B/WA3)

Hooggelegen hoofdinfrastructuur. (B/WT1) (B/WA3)

Waterbestendige woningen (B/EL2) (B/DR3) (B/WO2) (B/WO2) (B/WO3) (B/WO4)



Ziekenhuis aangesloten op het hoofdinfrastructuur/ hoofdwatermet (B/DR2) (B/VO1)

Noodvoorziening transport/ hoogwatervluchtplaats (bv helikopterplatform). (B/VO2) (B/VO4)

Essentiële functies boven overstromingsniveau (B/VO3)

Woning met minimaal 3 verdiepingen. (B/WO2)

Verdeelstations en meterkasten hoog op gebouwen plaatsen. (B/EL1)

Drinkwaterreservoir/ drinkwatervoorraad (B/DR3)

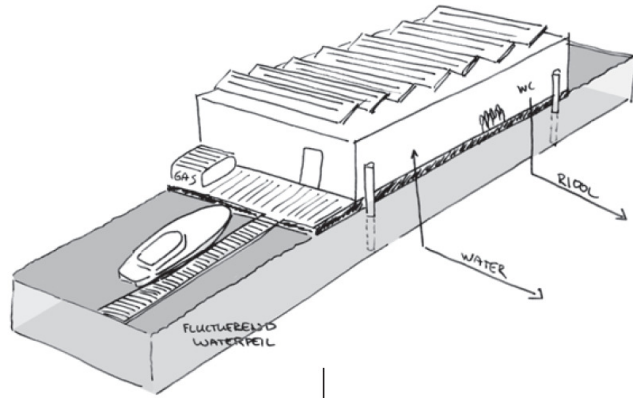
Woning met nooduitgang boven overstromingsniveau. (B/WO4)

Verdiepingen boven de hoogste waterstand geschikt maken voor tijdelijk verblijf. (B/WO3)



# C | BUITENDIJKS

Waterbestendige woningen  
(C/EL2) (C/GA1) (C/DRO2) (C/WA2) (C/WO2)



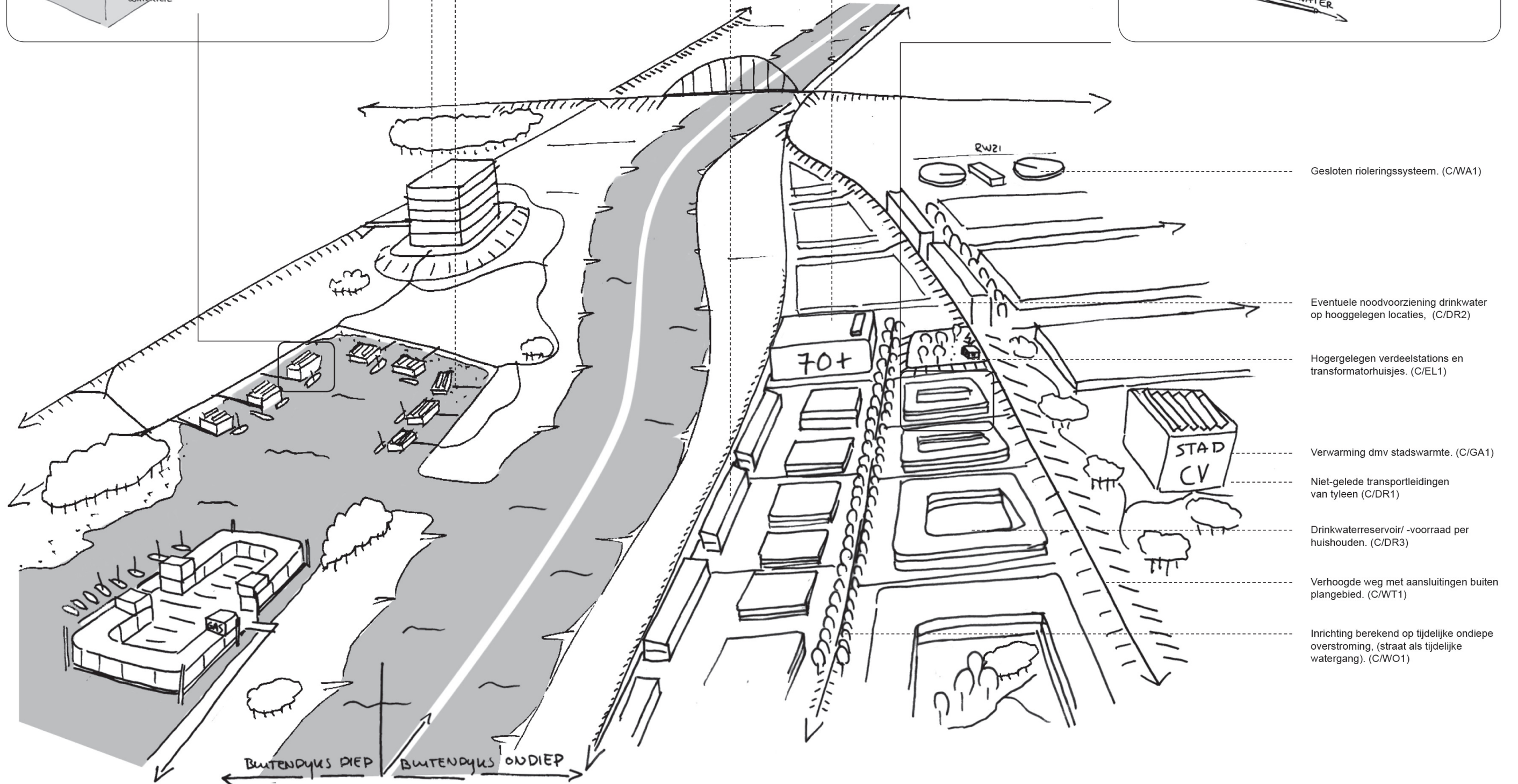
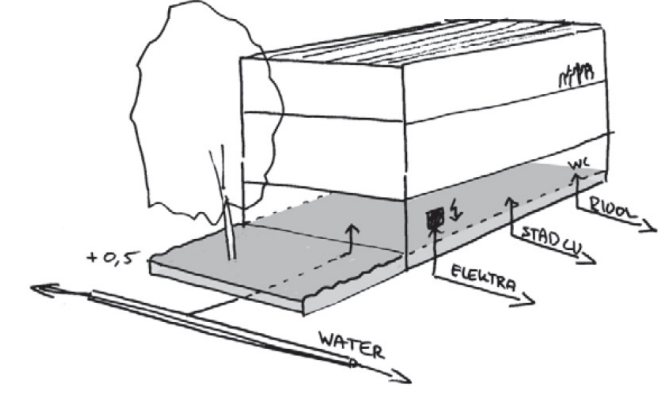
De kasten voor straalverbindingen en het gsm-netwerk  
boven overstromingsniveau aanleggen. (C/TE1)

Zelfvoorzienende woningen, met  
vacuümriolering en (C/WO2) (C/WA2)

Meterkasten en overige huisaansluitingen boven  
overstromingsniveau. (C/EL2)

Waterbestendige vitale voorzieningen.  
(C/VO1) (C/EL3)

Waterbestendige woningen  
(C/EL2) (C/GA1) (C/DR3) (C/WA1) (C/WO2)



Gesloten rioleringsstelsel. (C/WA1)

Eventuele noodvoorziening drinkwater  
op hooggelegen locaties. (C/DR2)

Hogergelegen verdeelstations en  
transformatorhuisjes. (C/EL1)

Verwarming dmv stadswarmte. (C/GA1)

Niet-gelede transportleidingen  
van tylene (C/DR1)

Drinkwaterreservoir/-voorraad per  
huishouden. (C/DR3)

Verhoogde weg met aansluitingen buiten  
plangebied. (C/WT1)

Inrichting berekend op tijdelijke ondiepe  
overstroming, (straat als tijdelijke  
watergang). (C/WO1)