

Zelfredzaam Eiland van Dordrecht

het effect van overstromingen

op vitale infrastructuur

en kwetsbare functies



Melle van Overbeek, 0836447

Juni 2014, Rotterdam



Zelfredzaam Eiland van Dordrecht
het effect van overstromingen op vitale infrastructuur en kwetsbare functies

Melle van Overbeek

0836447

Hogeschool Rotterdam

Gemeente Dordrecht

Supervisor Hogeschool Rotterdam: A. Mendez Lorenzo

Supervisor Gemeente Dordrecht: M. Hulsebosch, P. Bezemer

Juni, 2014

Foto's, afbeeldingen en kaarten gemaakt door Melle van Overbeek ©

Voorwoord

Voorliggende thesis is geschreven ter afsluiting van de studie watermanagement. Dit is het resultaat van vijf maanden onderzoek naar de overstromingsrisico's in het buitendijks gebied van Dordrecht. De gemeente Dordrecht wil deze gebieden volledig laten doorfunctioneren tijdens een overstroming vanuit de rivier. De focus in deze studie ligt dan ook op het thema zelfvoorzienendheid, waarin ik heb gekeken naar het vermogen van vitale infrastructuur en kwetsbare functies om tijdens een overstroming te kunnen blijven functioneren.

Dit onderzoek zou niet uitvoerbaar zijn geweest zonder de ondersteuning van anderen. Ik bedank mijn moeder en Oep Elbers die het voor mij financieel mogelijk hebben gemaakt de studie Watermanagement aan de Hogeschool Rotterdam te genieten.

Veel dank ben ik verschuldigd aan Martin Hulsebosch, Paul Bezemer, Ellen Kelder en Berry Gersonius die het voor mij mogelijk hebben gemaakt om bij de gemeente Dordrecht - in dit prachtige gebied - af te studeren en tijd hebben vrijgemaakt om mij in dit onderzoek inhoudelijk te ondersteunen.

Vanuit de Hogeschool dank ik de docenten van de opleiding watermanagement en civiele techniek, in het bijzonder Anabel Mendez Lorenzo voor de heldere feedback en goede begeleiding gedurende het afstudeerproject.

Wat betreft input en informatie dank ik de heer Van Barneveld van de gemeente Rotterdam, de heer Dijkstra van KPN, de heer Macdaniel van Tennet, de heer Vogel van Joulz, de heer Van Pelt en de heer Van Loon van de gemeente Dordrecht, de heer Bodner van Evides, en de heer De Kort voor het beschikbaar stellen van zijn thesis.

Bij de uitvoering van mijn afstudeeronderzoek heb ik hulp gehad van anderen. Mochten er desondanks toch onvolkomenheden zijn ingeslopen, dan komen deze en enkel voor mijn rekening.

Ik wens u veel leesplezier.

Melle van Overbeek,
Rotterdam, 11 juni 2014

Samenvatting

De gemeente Dordrecht buigt zich over de vraag hoe de waterbestendigheid van de stedelijke buitendijkse gebieden behouden dan wel vergroot kan worden. Deze gebieden herbergen namelijk een groot aantal voorzieningen die van cruciaal belang zijn voor het functioneren van de stad Dordrecht. Doordat de gebieden relatief hoog (vaak op dijkniveau) zijn gelegen, is de kans op overstromingen vanuit de rivier in de meeste gevallen klein. Echter, met het oog op klimaatverandering neemt deze kans mogelijk toe. Een stijging van de zeespiegel en toenemende rivierafvoeren zullen het risico op overstromingen in de buitendijkse gebieden doen verhogen. In de binnendijkse gebieden wordt hierop geanticipeerd door de dijkkring te verstevigen. Op dit moment wordt het HWBP2¹ uitgevoerd, met als resultaat dat dijkkring 22 aan de overschrijdingsnorm van 1/2000 voldoet. Om dit voor elkaar te krijgen wordt circa 50% van dijkkring 22 verstevigd. De overschrijdingskans van 1/2000 komt voor dijkkring 22 overeen met een maatgevende hoogwaterstand van 3 m + nap. Deze waterstand is in deze studie geprojecteerd op de buitendijkse gebieden als zijnde een maatgevende overstroming.

Overstromingen in het buitendijks gebied worden veroorzaakt door een hoge zeewaterstand als gevolg van een noordwester storm, in combinatie met hoge (maar niet extreme) rivierafvoeren. De interactie met de zeewaterstand maakt het gebied getijafhankelijk, waardoor het hoogtepunt van een overstroming gelijk valt met hoogtij. Dit bepaalt tevens de stroomsnelheden van een buitendijkse overstroming: deze zullen door de geleidelijke stijging en daling van de waterstand (ca. 0,8 m in 6 uur) in vergelijking met een dijkdoorbraak relatief laag zijn, waardoor de kans op slachtoffers en grote schade relatief klein is (de Graaff & van de Veerdonk, 2012).

Voor het buitendijks gebied wordt gekeken wat de mogelijkheden zijn voor de inwoners om tijdens een dergelijke overstroming een bepaalde periode in het gebied te blijven. Vanwege de relatief hoge ligging bieden deze gebieden bij uitstek mogelijkheden om tijdens een overstroming zelfredzaam te kunnen zijn (Onderbouwing Gebiedsstrategie EVD, 2013).

Een belangrijke factor die de mate van zelfredzaamheid bepaalt, is het (dis) functioneren van voorzieningen die noodzakelijk zijn voor de leefbaarheid van een gebied, waarvan de hersteltijd relatief veel tijd in beslag neemt of waar veel andere functies afhankelijk van zijn.

Blootstelling aan een bepaalde inundatiediepte kan er toe leiden dat belangrijke schakels in een netwerk of van functies verstoren of uitvallen. Dit kan mogelijk doorstralingseffect hebben op niet overstroomde gebieden en een domino-effect veroorzaken waarbij andere (vitale) netwerken worden beïnvloed. De vraag is dan ook: waar bevinden zich deze kwetsbare schakels en wat zijn de gevolgen van blootstelling aan een 'maatgevende overstroming'? ontstaat er in het buitendijks gebied van Dordrecht maatschappelijke ontwrichting doordat er functies uitvallen?

Deze vragen liggen aan de basis van dit onderzoek ten grondslag. Daartoe is gezamenlijk met netwerkbeheerders en experts gekeken naar de robuustheid van het netwerk / voorziening en de mogelijkheden van het netwerk / voorziening om gedurende een overstroming door te kunnen functioneren. Hieruit is gebleken dat de schakels die van regionaal belang zijn, zeer goed beschermd zijn voor overstromingen.

De stedelijke buitendijkse gebieden van het Eiland van Dordrecht zijn in verhouding met de binnendijkse gebieden relatief hooggelegen. Het gemiddelde maaiveldniveau van de Zeehaven en de Staart is ongeveer op of boven dijkniveau (variërend van ca. 3 tot 4,5 m +nap). Bij een maatgevende overstroming worden deze gebieden niet of nauwelijks blootgesteld aan water vanuit de rivier, waardoor de vitale infrastructuur en kwetsbare functies kunnen doorfunctioneren.

Het Historisch havengebied is in vergelijking met de Zeehaven en de Staart relatief laag gelegen (variërend van ca. 1,8 tot 3 m +nap). Dit maakt dat de vitale infrastructuur en kwetsbare voorzieningen in dit gebied het meest kwetsbaar zijn voor overstromingen vanuit de rivier. De maximaal optredende inundatie tijdens een maatgevende overstroming ter hoogte van de bebouwing bedraagt ca. 1 m. Ten aanzien van zelfredzaamheid heeft dit als gevolg dat bepaalde rioldistricten moeten worden afgesloten: het gemengde stelsel beschikt in een dergelijke situatie niet over de capaciteit om het water te kunnen verwerken. Als gevolg van het afsluiten van de riolering, kunnen bewoners en gebruikers een bepaalde periode geen afvalwater lozen.

Het 13kV elektriciteitsnetwerk kan tot 3,2 m doorfunctioneren, echter op woningniveau ontstaat bij 3 m +nap de kans op kortsluiting vanwege water dat de woningen binnen stroomt.

Inhoudsopgave

Begrippen en Definities	3
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Hypothese en vraagstelling	6
1.3 Doel	6
1.5 Afbakening en prioritering	7
1.6 Totstandkoming	7
1.4 Leeswijzer	7
2. Theoretisch kader	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Achtergrond	10
2.3 Vitale Infrastructuur	11
2.3.1 Kwetsbaarheid van vitale infrastructuur	11
2.3.2 Afhankelijkheid van vitale infrastructuur	11
2.4 Kwetsbare voorzieningen	14
2.5 Zelfredzaamheid	14
2.6 Rol van de gemeente	14
2.7 Conclusie	14
2.8 Conceptueel model	15
3. Onderzoeksgebied	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Gebiedskenmerken	17
3.3 Buitendijks Dordrecht	17
3.4 Waterveiligheid	18
3.5 Overstromingskenmerken buitendijks gebied	18
3.6 Opgaven waterveiligheid	18
3.7 Conclusie	20
4. Onderzoeksmethode	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Deelvraag 1	23
4.3 Deelvraag 2	23
4.4 Deelvraag 3	23
4.5 Deelvraag 4	24
4.6 Deelvraag 5	24
5. Resultaten	25
5.1 inleiding	25

5.2 Bepaling van de drempelhoogte	25
5.3 Elektriciteitsvoorziening.....	26
5.3.1 Robuustheidscheck.....	23
5.4 Drinkwatervoorziening.....	28
5.4.1 Kwetsbaarheid	28
5.4.2 Kans op doorfunctioneren.....	29
5.5 Rioolnetwerk.....	30
5.5.1 Kwetsbaarheid	30
5.6 Gasvoorziening.....	31
5.6.2 Kwetsbaarheid	31
5.7 Telecommunicatie.....	32
5.7.1 Kwetsbaarheid	27
2.7 Conclusie.....	10
6.Risicoreducerende maatregelen	35
6.1 Kansreducerende maatregelen	36
2.7 Gevolgenreducerende maatregelen	36
7. Conclusie en aanbeveling.....	37
7.1 Beantwoording van de deelvragen.....	38
7.2 aanbevelingen	39
Literatuur.....	41
Bijlagen.....	43
Bijlage 1: Buitendijkse kwetsbare functies	
Bijlage 2: Blootgestelde buitendijkse gebieden	
Bijlage 3: Kwetsbare buitendijkse rioldistricten	
Bijlage 4: Locatie vitale infrastructuur / kwetsbare functies	
4.1 Zeehaven	
4.2 Binnenstad	
4.3 Staart	
Bijlage 5: Inundatiekaarten	
5.1 Zeehaven	
5.2 Binnenstad	
5.3 Staart	
Bijlage 6: Inundatiekaart bij 3,2 m +nap	
Bijlage 7: Kwetsbaarheidsanalyse	
Bijlage 8: Thema elektriciteit	
Bijlage 9: Thema drinkwater	
Bijlage 10: Thema riolering	
Bijlage 11: Thema gas	
Bijlage 12: Interviews	

Begrippen en definities

Waterveiligheid	Waterveiligheid heeft betrekking op de bescherming tegen het water en het beperken van maatschappelijke ontwrichting bij een onverhoopte calamiteit (Beleidsnota waterveiligheid, 2009)
Meerlaagsveiligheid	Waterveiligheidsbenadering gericht op preventie, gevolgenbeperking en rampenbeheersing
Maatschappelijke ontwrichting	De mate waarin bewoners of gebruikers van een gebied fysieke, sociale of emotionele hinder ondervinden (Risicomethodiek Buitendijks, 2011)
Blootstelling	De mate waarin de bevolking of een object in aanraking komt met water
Kwetsbaarheid	De mate van schade aan een bepaald risico element
Kans op overstromen	De kans van optreden van een hoogwaterstand veroorzakende overstroming. In dit rapport wordt de kans omschreven als: $P = 1/T$
Overstromingsrisico	De overstromingskans vermenigvuldigd met het gevolg
Directe gevolgen	De gevolgen die optreden vanwege het directe contact met water De gevolgen die worden gevormd door doorstraling naar niet overstroomde gebieden of de gevolgen veroorzaakt door een domino-effect
Indirecte gevolgen	De diepte van een overstroming ten opzichte van het maaiveld
Inundatiediepte	Het fysieke, sociale of emotionele verlies ten gevolge van een overstroming
Overstromingsschade	
Maatgevende waterstand	De waterstand behorend tot de overschrijdingskans van dijkkring 2
Maatgevende overstroming	De overstroming die optreedt als gevolg van een maatgevende waterstand
Maatgevende overstromingszone	Het aan de maatgevende overstroming blootgestelde gebied
Kritieke inundatiediepte	De overstromingsdiepte waarbij uitval van vitale infrastructuur of kwetsbare functies ontstaat.
Vitale infrastructuur	Infrastructuur die van cruciaal belang is om maatschappelijke ontwrichting te voorkomen
Kwetsbare functies	Functies met een groot aandeel verminderd zelfredzamen, waarvan het herstel relatief veel tijd in beslag neemt of waarvan uitval / of versterking gezondheidsschade kan veroorzaken
Buitendijks gebied	Gebieden gelegen buiten de beschermingszone van een primaire kering
Binnendijks gebied	Gebieden gelegen binnen de beschermingszone van een primaire kering
Capaciteit	Het vermogen om met behulp van mensen, middelen en expertise de dreiging, blootstelling en kwetsbaarheden te beperken (van Dongen et al., 2013)
Waterrobuust systeem	Waterbestendig systeem
Redundant systeem	Systeem met back-up bestanddelen ten behoeve van zekerheid bij uitval

Eiland van Dordrecht



DEEL I. ALGEMEEN



Afbeelding 1: Historisch havengebied vanaf de Toren

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Waterveiligheid is van oudsher een belangrijk thema in Nederland. Bescherming tegen hoogwater is een van de oudste en meest besproken politieke thema's. De watersnoodramp van 1953 en het hoogwater van 1993 en 1995 waren aanleiding om de veiligheid met betrekking tot overstromingen opnieuw onder de loep te nemen. Mede hierdoor heeft de overheid stappen ondernomen tot verhoging van de waterveiligheid en ter beperking van de overstromingsrisico's. Dit geldt in het bijzonder voor gebieden die niet worden beschermd door een kering, oftewel de buitendijkse gebieden.

In de Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht, die als bijlage van het Deltaprogramma 2014 wordt toegevoegd, staan de problemen en uitdagingen met betrekking tot waterveiligheid in de buitendijkse gebieden van Dordrecht beschreven. Dit rapport beschrijft dat deze gebieden in de toekomst frequenter worden blootgesteld aan (de kans op) overstromingen. Er zal een moment komen waarop de waterveiligheid niet meer gewaarborgd kan worden door lokale maatregelen (Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht, 2013). Hierop anticiperend is de ambitie van de gemeente Dordrecht geënt op het doorfunctioneren van de buitendijkse gebieden tijdens een overstroming vanuit de rivier, zodat er niet hoeft te worden geëvacueerd. Hierin speelt het functioneren van infrastructuur die onmisbaar is om een bepaalde periode te overbruggen een cruciale rol.

In 2013 hebben Tom den Ouden en Bob Souwer onderzoek gedaan naar Quick-win maatregelen om vitale netwerken waterrobuust in te richten. Hieruit bleek dat op het Eiland van Dordrecht circa 20% van de buitendijkse vitale infrastructuur en kwetsbare voorzieningen niet bestand is tegen een 1/2000 overstroming (T. Den Ouden, B. Souwer, 2013). Dit onderzoek bouwt hierop voort; waar zij keken naar het gehele Eiland van Dordrecht, is de aandacht hier verlegt naar specifiek de buitendijkse gebieden.

1.2 Hypothese en vraagstelling

In dit onderzoek is uitgegaan van de volgende hypothese:

Uit de Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht (2013) blijkt dat de vitale infrastructuur en kwetsbare voorzieningen, gesitueerd in de buitendijkse gebieden van het Eiland van Dordrecht (EVD),

onvoldoende zijn beschermd tegen overstromingen vanuit de rivier om de gebieden tijdens een dergelijke situatie operationeel te houden en maatschappelijke ontwrichting te voorkomen. De in de buitendijkse gebieden gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare functies vallen uit bij een extreme overstroming, waardoor deze gebieden niet kunnen doorfunctioneren.

Volgend op de hypothese is de hoofdvraag geformuleerd:

- » *Wat is het effect van een extreme overstroming vanuit de rivier op de buitendijks gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare functies en welke gevolgenbeperkende maatregelen kunnen worden genomen?*

Deze hoofdvraag is opgesplitst in de volgende deelvragen:

- » *Wat wordt bedoeld met vitale infrastructuur en kwetsbare functies?*
- » *Wat wordt bedoeld met een extreme overstroming?*
- » *Welke buitendijkse gebieden worden blootgesteld aan inundatie vanuit de rivier?*
- » *Wat is de locatie van de buitendijkse vitale infrastructuur en kwetsbare functies?*
- » *Welke vitale infrastructuur en kwetsbare functies worden blootgesteld aan inundatie vanuit de rivier?*
- » *Hoe verhoudt zich het (dis)functioneren van de vitale infrastructuur en kwetsbare functies tot de ambitie van de gemeente om het Eiland van Dordrecht zelfredzaam te krijgen?*

1.3 Doel

Het centrale doel is om op basis van een kwetsbaarheidsanalyse te bepalen wat de capaciteit van de buitendijkse vitale infrastructuur en kwetsbare functies is om tijdens een overstroming te kunnen blijven functioneren en welke gevolgenreducerende maatregelen genomen kunnen worden. Het vermogen van deze functies om tijdens een overstroming door te functioneren, kan de gevolgen op lokale (buitendijks gebied) als regionale (Eiland van Dordrecht) schaal aanzienlijk beperken (Concept Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht, 2013).

1. Inleiding

1.6 Afbakening, prioritering

Deze studie is toegespitst op waterveiligheid in het buitendijks gebied. Hierbij vormt uitval van vitale infrastructuur en kwetsbare functies ten gevolge van een overstroming de risicovormende factor. De bepaling van de indirecte gevolgen (domino-effect) van verstoringen en /of uitval van netwerken is wegens de omvang van een dergelijke studie niet in dit onderzoek meegenomen.

Vitale infrastructuur en kwetsbare functies kunnen worden opgesplitst in netwerken (bv. drinkwaternetwerk) en objecten (bv. schakelstations). In hoofdstuk 5 staat per netwerk toegelicht welke objecten zijn beschouwd, de werking van het systeem en in welke mate de functies kwetsbaar zijn voor overstromingen.

Als uitgangspunt is een maatgevende hoogwaterstand (MHW) in de rivieren rondom Dordrecht genomen. Dit is de waterstand behorend tot de minimale kerende hoogte van dijkkring 22. Overstromingen ten gevolge van een maatgevende hoogwaterstand zijn in het vervolg maatgevende overstroming genoemd.

Gekeken is naar vitale infrastructuur en kwetsbare functies die in de maatgevende overstromingszone zijn gesitueerd. De buiten deze zone gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare functies zijn buiten beschouwing gelaten. Paragraaf X geeft de afbakening van de gebieden en de daarin gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare functies op basis van de overstromingskaart weer.

De onderzoeksgebieden omvatten:

- » het Zeehavengebied
- » het Historisch havengebied
- » de Staart

Het schiereiland Stadswerven is vanwege de recente herstructurering en ophoging van het maaiveld tot tussen de 4 en 5 m +nap buiten beschouwing gelaten. De ontwikkelingen met betrekking tot zelfredzaamheid van dit specifieke gebied staan beschreven in het rapport “Het bevorderen van zelfredzaamheid voor, tijdens en na een overstroming” (Hamelink, 2014).

Bij het bepalen van de drempelhoogte van de assets is uitgegaan van de waterstand in de rivier. Eventuele hoogte als gevolg van golfslag is niet in de drempelhoogte meegenomen.

1.7 Totstandkoming

Binnen het Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden is de gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht opgesteld. Hierin beschrijft de gemeente Dordrecht haar ambitie om het Eiland van Dordrecht zelfredzaam te krijgen in het jaar 2035. Deze ambitie is geënt op de beperkte evacuatiemogelijkheden van het eiland af (drie bruggen en twee tunnels). Hierdoor heeft de gemeente ingezet op het doorfunctioneren van vitale infrastructuur en kwetsbare functies, zodat alle inwoners en gebruikers een bepaalde tijd in het gebied kunnen overleven. Afbeelding 2 op de volgende pagina geeft het kader weer waarbinnen het onderzoek is uitgevoerd.

1.8 Leeswijzer

Dit rapport is opgesplitst in twee delen: deel 1 geeft een algemene beschrijving van de context; deel 2 gaat in op de onderzoeksresultaten. In de eerste fase van het onderzoek is een literatuurstudie uitgevoerd. Dit is vertaald naar een theoretisch kader met bijbehorend conceptueel model. Deze staan in hoofdstuk 2 beschreven. Hoofdstuk 3 geeft inzicht in de gebiedskenmerken met de hieraan gekoppelde overstromingskenmerken. Hoofdstuk 4 behandelt per deelvraag de toegepaste onderzoeksmethodiek. Vervolgens staan in hoofdstuk 5 de resultaten beschreven. Hoofdstuk 6 geeft een indicatie van mogelijk risicoreducerende maatregelen. In hoofdstuk 7 staan ten slotte de conclusie en aanbevelingen.

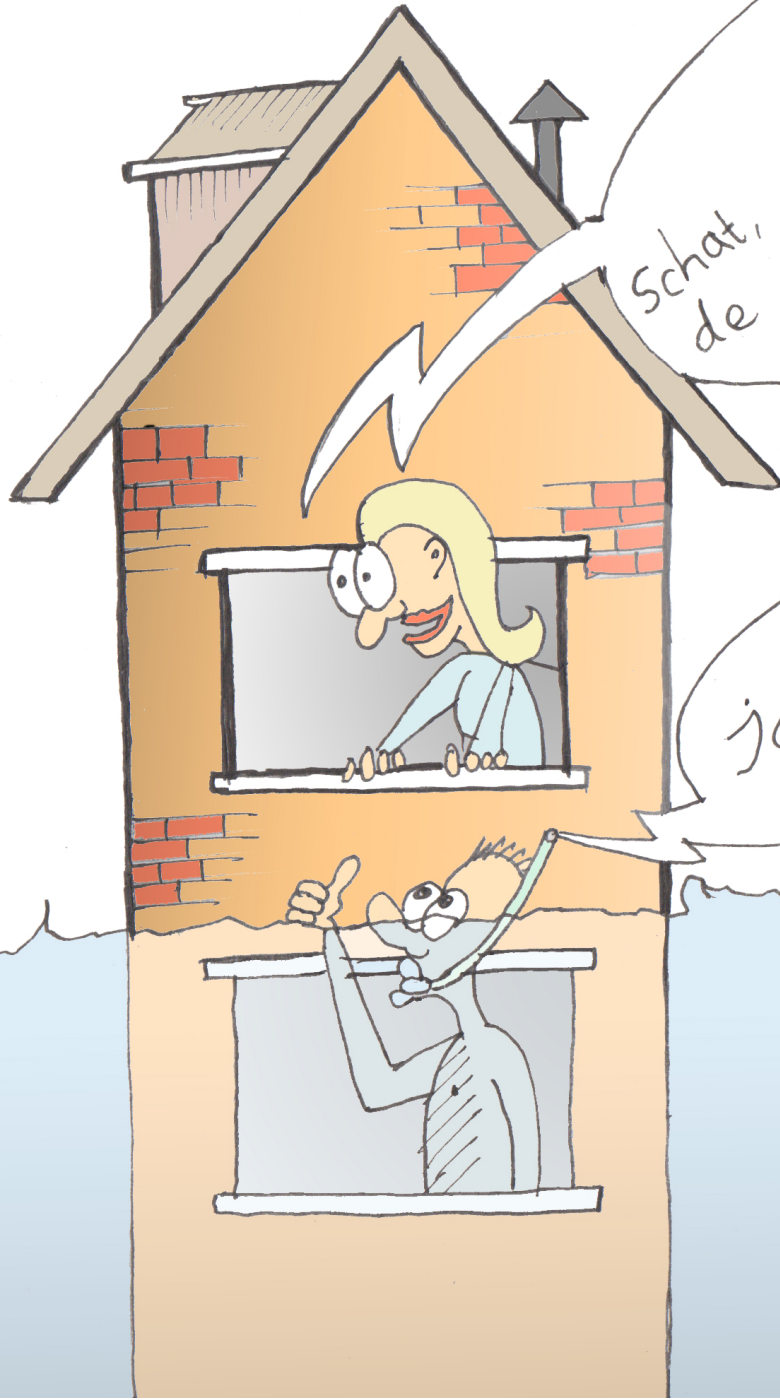


Figuur 2: Kader waarbinnen deze studie is uitgevoerd

Door functioneren is ...

Schat, zet jij nog even
de droger aan?

ja is goed hoor. lieverd!



2. Theoretisch kader

2.1 Inleiding

In de eerste fase van deze studie is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Hierin is de definiëring van vitale infrastructuur alsmede de vertaling naar de zelfredzaamheidsstrategie van de gemeente Dordrecht onder de loep genomen. Paragraaf 2.2 beschrijft de achtergrond van het thema waterveiligheid met betrekking tot vitale infrastructuur en kwetsbare functies, waarna in paragraaf 2.3 de definiëring hiervan wordt toegelicht. Vervolgens gaat paragraaf 2.4 in op het thema zelfredzaamheid en hoe vitale infrastructuur en kwetsbare functies hierin vertaald zijn.

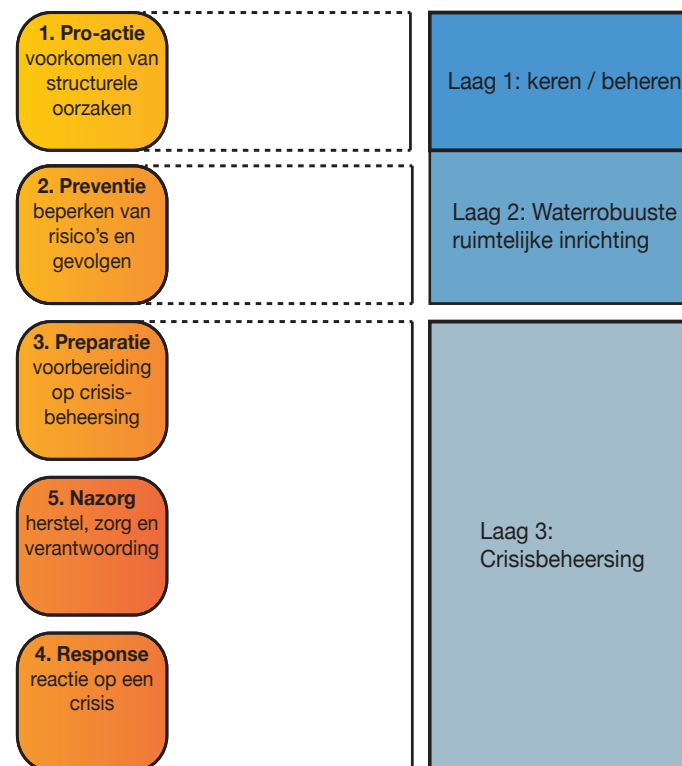
2.2 Achtergrond

Een belangrijk middel bij het bepalen, beheersen en reduceren van de risico's is de veiligheidsketen. Deze methode onderscheidt een vijftal processen die bijdragen aan het beoordelen van risico's.

Pro-actie heeft betrekking op het voorkomen van overstromingen middels het waarborgen van veilige waterkeringen. Preventie heeft betrekking op het voorkomen van schade en slachtoffers ingeval een overstroming toch onverhoopt plaatsvindt. preparatie, nazorg en response hebben betrekking op het beheersen van een crisissituatie.

Het Nationaal Waterplan 2009- 2015 vertaalt de veiligheidsketen naar de meerlaagsveiligheidsbenadering. Deze integrale benadering omvat maatregelen ter voorkoming van een overstroming en tegelijkertijd maatregelen ter beperking van de gevolgen van een overstroming (Verslag Proeftuin, 2013). Figuur 3 en tabel 1 geven de relatie tussen de veiligheidsketen en meerlaagsveiligheid weer.

Deze studie legt het accent op laag 2 en 3 van de meerlaagsveiligheidsbenadering. Hierin is gekeken hoe het functioneren van vitale infrastructuur en kwetsbare functies kan bijdragen aan de mate van zelfredzaamheid van een gebied, zodat er niet hoeft te worden geëvacueerd.



Figuur 3: Veiligheidsketen en meerlaagsveiligheid

MLV	Veiligheidsketen	Vitale infrastructuur / kwetsbare functies
Keren en beheren van water	Pro-actie en preventie	Dijken, gemalen
Gevolgen beperkende ruimtelijke maatregelen	Preventie	Waterrobuuste en redundante vitale netwerken / kwetsbare functies
Crisisbeheersing	Preparatie, Nazorg en response	Functioneren van vitale netwerken is een randvoorwaarde voor crisisbeheersing (Sissing Meyer, 2013)

Tabel 1: Veiligheidsketen en meerlaagsveiligheid

2. Theoretisch kader

2.3 Vitale Infrastructuur

Minister Schultz van Haegen over vitale infrastructuur en kwetsbare functies:

“Bepaalde voorzieningen, zoals nutsvoorzieningen of ziekenhuizen, zijn tijdens en na een ramp cruciaal voor het functioneren van het lokale gebied, een hele regio of zelfs het hele land. Daarom is het nodig om aandacht te besteden aan de gevolgen van een overstroming voor vitale en kwetsbare infrastructuur (...) Lokale maatregelen gericht op het specifiek beschermen van bepaalde vitale functies zijn soms kosteneffectiever dan het verhogen van de norm voor de dijk ter bescherming van die vitale infrastructuur”.
(Strategische Agenda 2014 Zuid-Holland Voor Het Nationaal Deltaprogramma, 2013):

Vitale infrastructuur is de infrastructuur die nodig is voor Nederland om te kunnen blijven functioneren, waarvan de herstelperiode relatief veel tijd in beslag neemt en waarvoor vaak geen alternatief voorhanden is. Sommige infrastructurele producten, diensten of processen zijn van dermate cruciaal belang, dat verstoring of falen kan leiden tot hevige maatschappelijke ontwrichting (Luijff et al., n.d). 80 tot 85 procent van de vitale infrastructuur valt onder het beheer van de particuliere sector. Het overige deel wordt beheerd door overheden. Ondanks de grote maatschappelijke afhankelijkheid is er momenteel voor zowel binnen- als buitendijks gebied geen overkoepelend waterveiligheidsbeleid voor vitale infrastructuur en kwetsbare functies (Sissing Meijer, 2013).

2.3.1 Kwetsbaarheid van vitale infrastructuur

De kwetsbaarheid van vitale infrastructuur kan worden gedefinieerd als de mate waarin een bepaald onderdeel of bepaalde onderdelen in een netwerk schadegevoelig is, veroorzaakt door een bepaalde risicobron met een bepaalde ernstfactor (Risicomethodiek buitendijkse gebieden, 2011). Overstromingen kunnen worden gezien als risicobron, waarbij de ernstfactor gevormd wordt door maatschappelijke ontwrichting. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen de kwetsbaarheid van een netwerk en de kwetsbaarheid van afzonderlijke onderdelen (in het vervolg assets genoemd). Uitval van een asset leidt niet per definitie tot uitval van een geheel netwerk. Naast de locatie en de staat van het asset speelt de mate van onderlinge afhankelijkheid van netwerken en het redundantieniveau

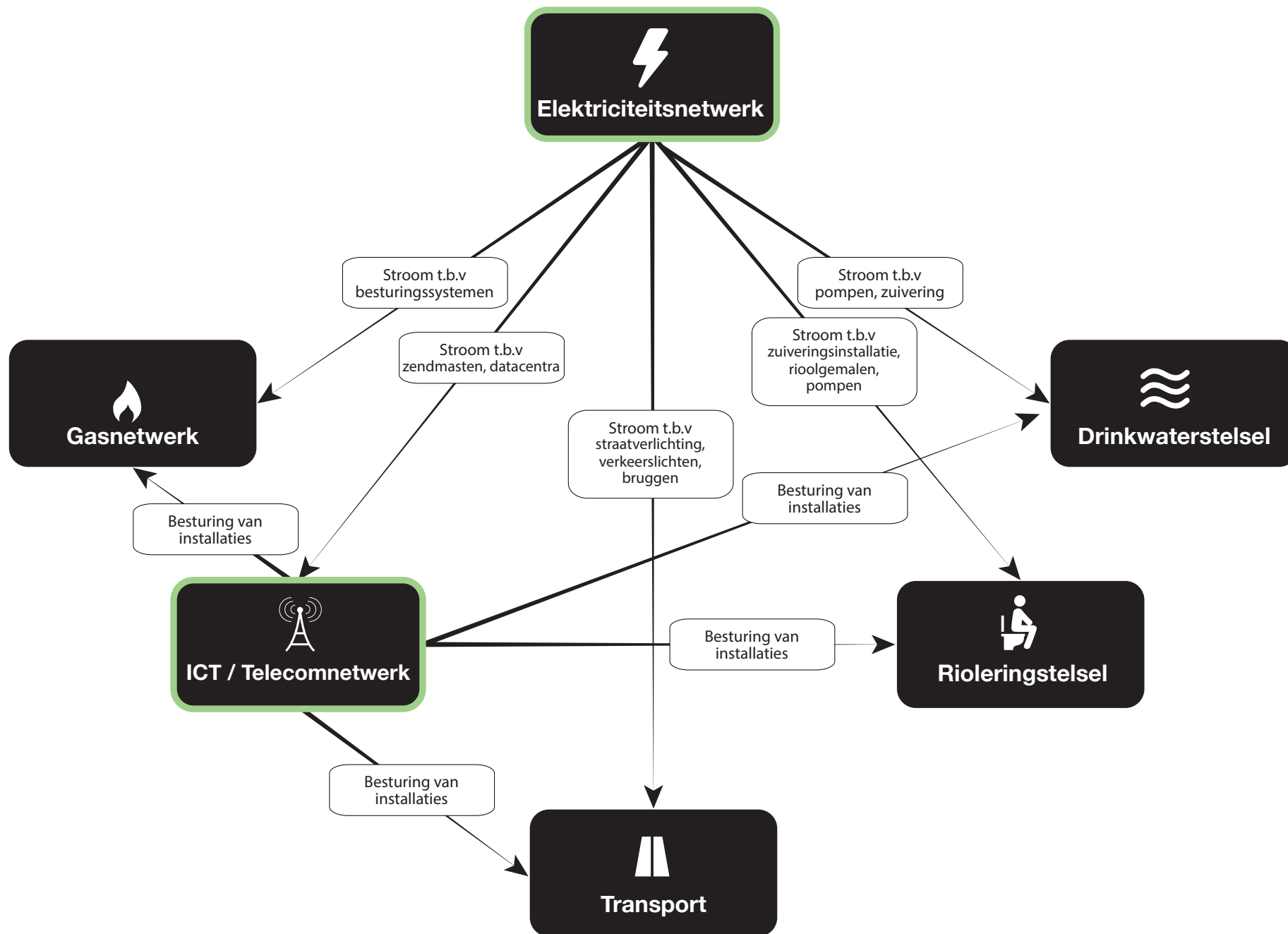
een belangrijke rol bij het bepalen van de kwetsbaarheid (Veerbeek et al., 2010).

Om de staat en de daarbij horende kwetsbaarheid van een systeem te bepalen, is het van belang middels een netwerkanalyse de assets en schakels te identificeren. Op basis van deze netwerkanalyse kunnen de waterrobuustheid van vitale infrastructuur, de doorstalingseffecten en de maatschappelijke impact worden bepaald (Heileman et. al., 2013).

Door te bepalen welke onderdelen uit een vitaal netwerk of van een kwetsbare voorziening worden blootgesteld aan inundatie en hoe groot de kans hierop is, moet het effect van uitval van deze onderdelen in beeld worden gebracht. Een complicerende factor bij het bepalen van de kwetsbaarheid van een netwerk is de grote mate van onderlinge afhankelijkheid: een uitgevallen asset in het elektriciteitsnetwerk kan het gasnetwerk, ICT-netwerk en afvalwaterverwerkingssysteem beïnvloeden (van Dongen et al., 2013).

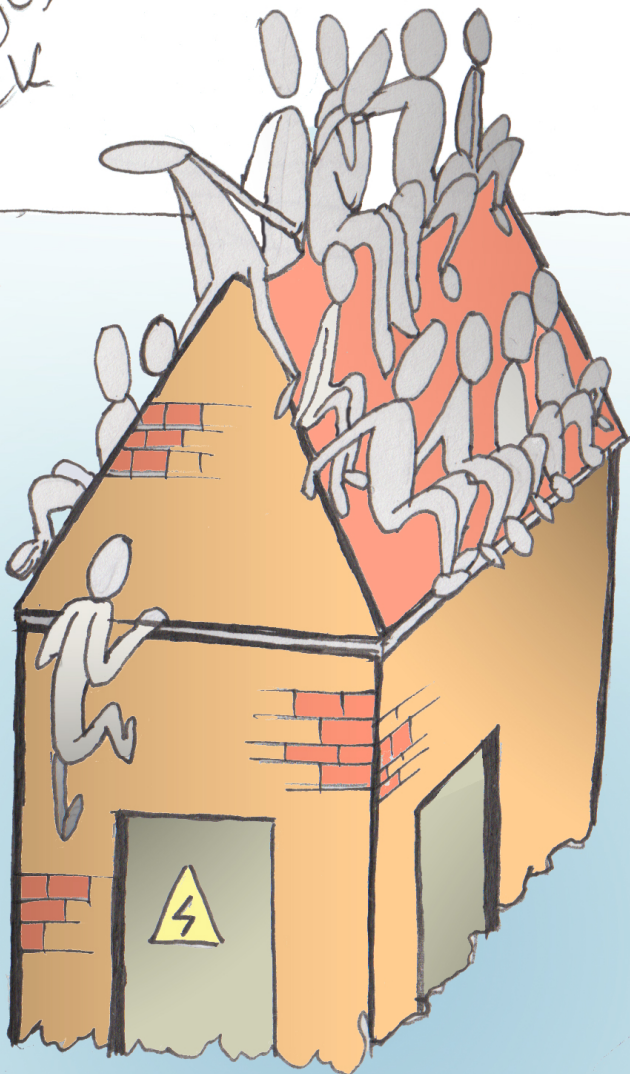
2.3.2 Afhankelijkheid van vitale infrastructuur

Figuur 4 geeft een basale illustratie van de interactie en de mate van onderlinge verbondenheid van vitale infrastructuur. De complexiteit van deze netwerkinteracties maakt de gevolgen van verstoringen en / of uitval lastig te bepalen. Uitval van een asset kan doorstralingseffecten veroorzaken naar niet overstroomde gebieden en kan het functioneren van andere netwerken beïnvloeden. In de 2^e Inhoudelijke Analyse Bescherming Vitale Infrastructuur (Tweede Kamer, 2009, p.14) staat beschreven dat elektriciteitsvoorziening de top prioriteit vormt. Vrijwel alle vitale sectoren en producten zijn afhankelijk van elektriciteitsvoorziening. T. Den Ouden en B. Souwer (2013) stellen in het onderzoek naar waterrobuustheid van vitale infrastructuur dat elektriciteit randvoorwaardelijk is voor het functioneren van andere vitale infrastructuur.



Figuur 4: Basale weergave van afhankelijkheden tussen nutsvoorzieningen

... Vooral de
transformatorhuisjes
waren erg in trek



2.4 Kwetsbare voorzieningen

Kwetsbare functies hebben betrekking tot functies en voorzieningen waarvan de zelfredzaamheid van de gebruikers als laag wordt beoordeeld of waarvan uitval of verstoring milieu- of gezondheidsschade kan veroorzaken (De Kort, 2012). Voorbeelden van kwetsbare voorzieningen zijn:

- » *Ziekenhuizen, verzorgingscentra en functies met een groot aandeel verminderd zelfredzamen*; De gebruikers van deze voorzieningen kunnen niet of nauwelijks worden geëvacueerd
- » *BRZO- en risicobedrijven*; uitval of verstoring kan milieu- en gezondheidsschade teweeg brengen

2.5 Zelfredzaamheid

De zelfredzaamheidsstrategie vormt het uitgangspunt van dit onderzoek. Op pagina 19 van de Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht (2013) staat zelfredzaamheid als volgt beschreven:

“Alle inwoners hebben bij een eventuele overstroming een concreet handelingsperspectief om een bepaalde periode op het eiland te overleven”.

Zelfredzaamheid betreft het handelingsperspectief van de inwoners en gebruikers ter beperking of beheersing van de gevolgen van een overstroming. Een belangrijke factor die voorziet in zelfredzaamheid is het waterrobuust inrichten van vitale infrastructuur en kwetsbare functies. Zoals beschreven in paragraaf 2.3 zijn deze functies onmisbaar voor het gebied om tijdens een overstroming te kunnen blijven functioneren.

2.6 Rol van de gemeente

De gemeente is in het buitendijks gebied verantwoordelijk voor het beoordelen van de veiligheidssituatie, het afwegen van eventuele lokale maatregelen en ontwikkelingen en de communicatie richting burgers en bedrijven over de waterveiligheid in het gebied. Dit wordt vastgesteld in bestemmingsplannen en structuurvisies. De gemeente kan hierin eisen stellen aan de inrichting (bijvoorbeeld in locatiekeuze) ter beperking van de gevolgen van hoogwater. Vervolgens is de eigenaar of gebruiker van het buitendijks gebied zelf verantwoordelijk voor het nemen van eventuele schadebeperkende maatregelen (Graaff & van de Veerdonk, 2012).

2.7 Conclusie

De onderlinge afhankelijkheden tussen publieke vitale functies vormen vóór, tijdens en na een overstroming de basis voor de samenleving om te kunnen blijven functioneren. Het inzichtelijk krijgen van deze afhankelijkheden is een ware uitdaging: uitval of verstoring van één onderdeel in een netwerk kan tot uitval of verstoring van andere netwerken leiden. Sommige netwerken veroorzaken bij uitval een verstrekkender domino-effect en hebben een grotere maatschappelijke impact dan andere. Veel netwerken zijn bijvoorbeeld afhankelijk van het elektriciteitsnetwerk. Bij een bepaalde inundatiediepte valt dit netwerk uit, waardoor in straten of wijken geen elektriciteit vanaf het net geleverd kan worden. Het functioneren van schakelstations met een netwerkfunctie bepaald vervolgens of de stroomuitval uitstraalt naar andere gebieden (van Dongen et al., 2013).

Een optimaal waterveiligheidsbeleid vergt inzicht in de mogelijke overstromingsrisico's. Kennis over welke inundatiediepte waar te verwachten is, welke mensen en onderdelen van een netwerk / bedrijven worden blootgesteld, welke kwetsbaarheden hieraan zijn verbonden en welke gevolgen dit heeft, is voor bestuurders cruciaal om overstromingsschade te beperken en de waterveiligheid te waarborgen.

Het operationeel blijven van vitale infrastructuur en kwetsbare voorzieningen is voor de gemeente Dordrecht een belangrijke stap in de richting van zelfvoorzienendheid. De beperkte evacuatiemogelijkheden van het Eiland van Dordrecht af, hebben bijgedragen aan de wens om (waar mogelijk) de vitale infrastructuur en kwetsbare voorzieningen in de buitendijkse gebieden tijdens een noodsituatie door te laten functioneren, zodat bewoners in de overstroomde gebieden kunnen blijven.

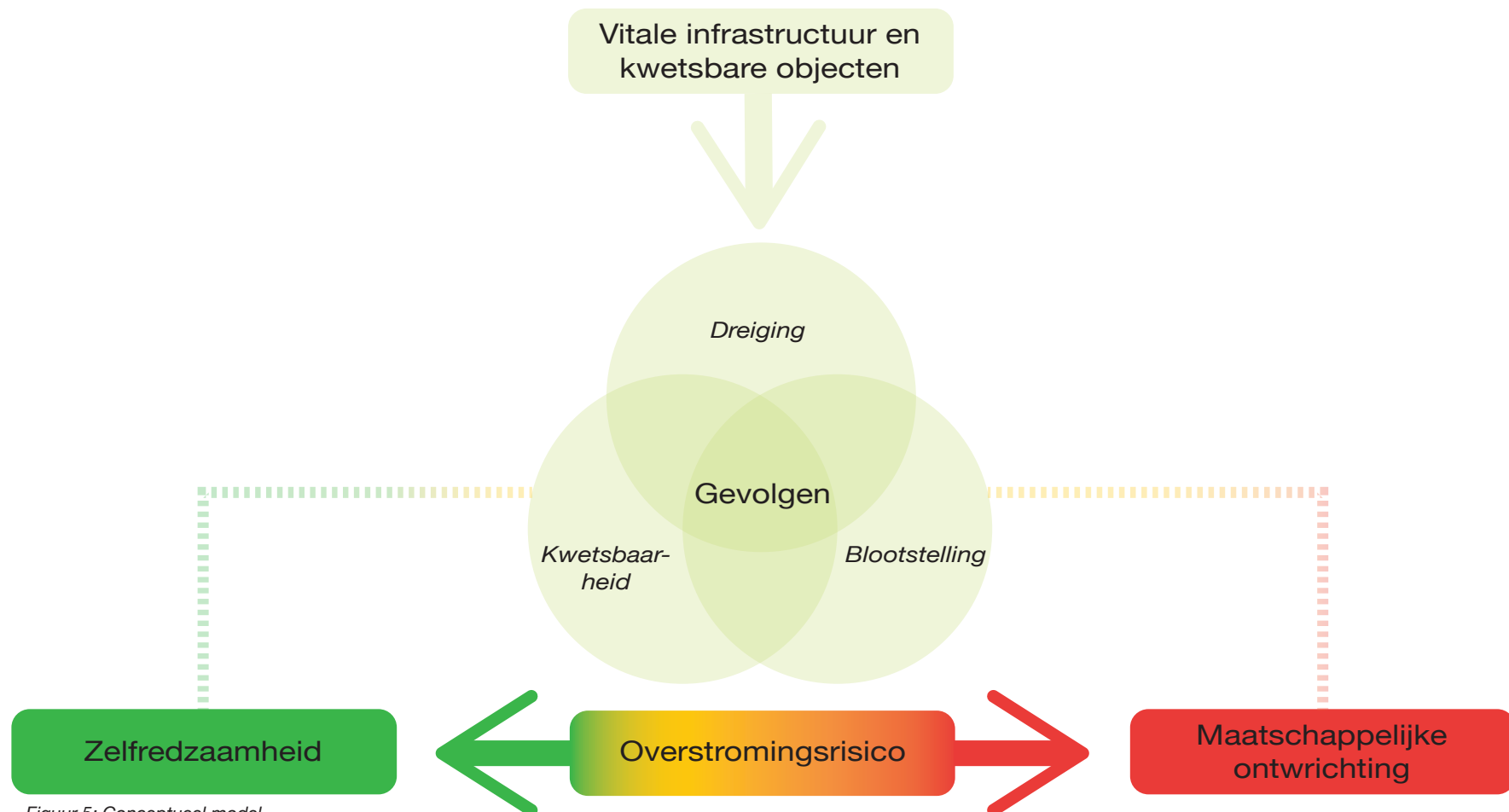
Om te bepalen in welke mate een gebied over de capaciteit beschikt om tijdens een overstroming te kunnen blijven functioneren, dienen een netwerk en de daarin gelegen assets te worden gelokaliseerd en geïdentificeerd. Vervolgens dient gekeken te worden naar de inundatiediepte (inclusief herhalingstijd) waarop een netwerk uitvalt of verstoord raakt en welke gevolgenbeperkende maatregelen genomen kunnen worden.

2.8 Conceptueel model

Vanuit de literatuurstudie is onderstaand conceptueel model (figuur 5) vormgegeven. Dit model is een schematische weergave van hetgeen dat is onderzocht.

Het bepalen van de gevolgen van een overstroming vanuit de rivier met betrekking tot het (dis)functioneren van vitale infrastructuur hangt samen met de kans dat een overstroming zich voordoet (dreiging), de mate waarin bevolking en objecten in aanraking komen met water (blootstelling) en de mate van schade die wordt veroorzaakt door de blootstelling aan water (van Dongen et. al., 2013). Vervolgens is dit gekoppeld aan een risico, oftewel de kans dat vitale infrastructuur uitvalt gecombineerd met de hiermee gepaard gaande gevolgen.

Dit risico is uitgezet op een schaal van zelfredzaamheid tot maatschappelijke ontwrichting, waarbij zelfredzaamheid de ambitie van de gemeente Dordrecht vormt. Een risico wordt gevormd door het uitvallen van buitendijkse vitale infrastructuur en kwetsbare functies als gevolg van een overstroming. Hierdoor ontstaat mogelijk een onleefbare situatie (maatschappelijke ontwrichting). De tegenpool van maatschappelijke ontwrichting is zelfredzaamheid, waarbij de inwoners tijdens een overstroming in het gebied kunnen blijven.



Figuur 5: Conceptueel model

3. Onderzoeksgebied



3. Onderzoeksgebied

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de gebied specifieke kenmerken van de onderzoeksgebieden. Paragraaf 3.2 beschrijft globaal de gebiedskenmerken van het Eiland van Dordrecht. Vervolgens wordt in paragraaf 3.3 ingezoomd op de stedelijke buitendijkse gebieden. Paragraaf 3.4 tot 3.6 behandelt de (opgaven voor) waterveiligheid en beschrijft de overstromingskenmerken.

3.2 Gebiedskenmerken

Het Eiland van Dordrecht is gelegen in een intergetijden gebied. In het gebied ontmoeten de zee en de rivier elkaar. Dit betekent dat zowel de zeewaterstand als de rivierafvoer bepalend is voor de lokale waterstand in de rivieren in en om Dordrecht.

Het totale oppervlak van het eiland bedraagt circa 9.000 ha. Hiervan wordt circa 7.000 ha omsloten door dijkkring 22 (zie kaart 2 op de volgende pagina), en is voor ongeveer 2.000 ha buitendijks gelegen. De stad Dordrecht is gevestigd op het noordwestelijk deel van het eiland. Het zuidelijk deel maakt onderdeel uit van Nationaal Park de Biesbosch. Het eiland wordt omsloten door de Beneden Merwede / Oude Maas aan de noordzijde, de Dordtsche Kil aan de westzijde en de Nieuwe Merwede aan de zuidzijde. Het Wantij doorkruist het gebied en vormt de verbinding tussen de Oude Maas en de Nieuwe Merwede. Het Eiland van Dordrecht is gevormd door de Sint Elisabethvloed in 1421, waarbij het gebied vrijwel geheel overstroomde. Vanaf de 16^e eeuw is het Eiland van Dordrecht opnieuw ingepolderd (Concept Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht, 2013).

3.3 Buitendijks Dordrecht

De buitendijkse gebieden van Dordrecht worden gekenmerkt door een grote variëteit aan gebiedstypen. Het historisch havengebied beslaat het buitendijkse gedeelte van de binnenstad. Dit beschermde stadsgezicht telt 770 monumenten, waarvan 430 rijksmonumenten; mede hierdoor wordt door de gemeente Dordrecht het adaptief vermogen van de bebouwing en de ruimtelijke inrichting als laag beoordeeld. De relatief hoge inwonersdichtheid en lage ligging (tussen 1,8 en 3 m +nap) dragen bij aan een verhoogd risico voor overstromingen vanuit de rivier (Concept Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht, 2013). De Staart en de Zeehaven maken onderdeel uit van de buitendijkse flanken en beslaat het ten westen



en ten oosten van de binnenstad gelegen buitendijkse gebied. Kenmerkend voor de Staart is het grote aantal functies: naast grootschalige industrie (waaronder een BRZO-bedrijf¹), woon- werk- en recreatiegebied herbergt dit gebied een groot aantal vitale infrastructurele voorzieningen. Bijlage 4.1 en 4.3 geeft een overzicht van de aanwezige functies in dit gebied weer. De Zeehaven is een belangrijk binnen- en zeevaart knooppunt. Dit gebied huisvest een drietal BRZO-bedrijven.

Naam	Type	Locatie
Standic	Vloeistof op- en overslag	Zeehaven
Haan oil storage b.v.	Opslag vloeistoffen en minerale olieproducten	Zeehaven
Transterminal Dordrecht	Opslag van kunstmest	Zeehaven
Dupont	Fabriek voor kunsthars	Staat

Tabel 2: lijst met BRZO-bedrijven. Zie bijlage 4.1 en 4.3 voor de locaties.

¹ Bedrijven met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen vallen onder het Besluit Risico Zware Ongevallen (risicokaart.nl)

Bij de ontwikkeling van deze gebieden is geanticipeerd op de kans op overstromen. Het maaiveld van de oorspronkelijk laag gelegen gorzen is veelal opgehoogd, waardoor de kans op overstromen in deze zones over het algemeen beperkt is (Bouwhistorische Verkenning van de Machinefabriek van Scheepswerf De Biesbosch, 2010) (Van Herk, et al., 2011).

De maaiveldhoogte van het buitendijks gebied varieert van circa 3 m tot 4,5 m + nap voor de Zeehaven en de Staart en van circa 1,8 m tot 3 m +nap voor het buitendijkse gedeelte van de binnenstad. Het gemiddelde getijdenverschil in de beschouwde gebieden is circa 0,8 m. Momenteel ontstaat ongeveer eens per twee jaar inundatie van de kades (circa 2,2 m +nap). In januari 2012 en december 2013 bereikte de rivier een waterstand van 2,4 m +nap, welke volgens de gebruikte waterstandsgegevens (Deltares, 2012) ongeveer eens per 50 jaar voorkomt (Concept Gebiedsrapportage Eiland van Dordrecht, 2013). Dit wijst er op dat (in de toekomst) de hoogwaterfrequentie toeneemt en daarmee de urgentie voor het nemen van maatregelen groter wordt.

3.4 Waterveiligheid

De Maatgevende hoogwaterstand (MHW) is de rivierwaterstand behorend tot de beschermingsnorm voor een gebied. Dijkkring 22 is ontworpen op een MHW (inclusief eventuele golven), waarbij statistisch gezien de kans op overschrijden eens in de 2000 jaar is. Afhankelijk van de locatie ligt de MHW tussen de 2,6 en 3,2 m +nap (Stijnen & Sloopjes, 2010). Derhalve geldt deze waterstand binnen dit onderzoek als de maximaal optredende waterstand: stijgt het water boven deze waarde, dan ontstaat een grote kans op een binnendijkse overstroming als gevolg van ‘overtopping’.

3.5 Overstromingskenmerken buitendijks gebied

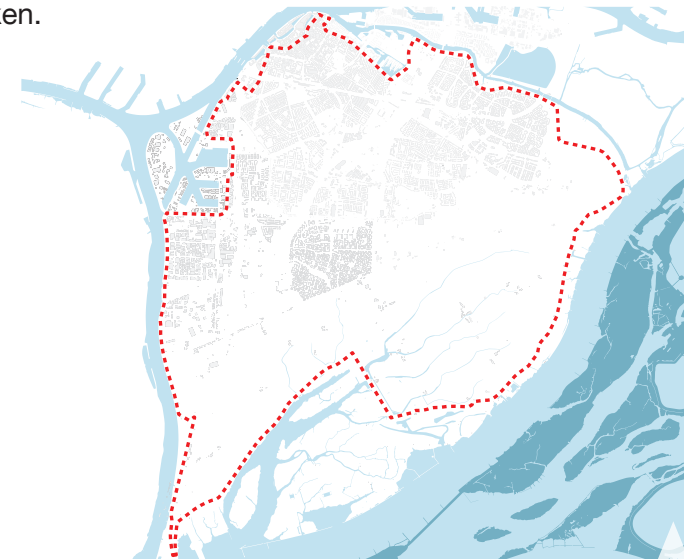
Overstromingen in de buitendijkse gebieden worden veroorzaakt door een stijging van de rivierwaterstand. Kenmerkend voor Dordrecht is dat een overstroming voornamelijk afhankelijk is van de zeewaterstand. De afvoerhoogte van de rivier speelt hierbij ook een belangrijke rol, maar hoeft niet extreem hoog te zijn om overstromingen te veroorzaken. Bij een noordwesterstorm stuwt het water van de Noordzee tegen de Nederlandse kust, waardoor de rivier niet over de benodigde capaciteit beschikt om het water normaal af te kunnen voeren. Hierdoor zal de monding van de rivier “vol lopen” (Stijnen & Sloopjes, 2010).

Dit proces is in figuur 6 weergegeven. De getijafhankelijkheid van de waterstand maakt dat het hoogtepunt van een buitendijkse overstroming gelijk valt met hoogtij en derhalve van beperkte duur is. Daarnaast heeft dit proces effect op de stroomsnelheid van het water in de buitendijkse gebieden. Het water stijgt geleidelijk, waardoor de stroomsnelheden maximaal 0,3 m/s bedragen (Asselman, 2010).

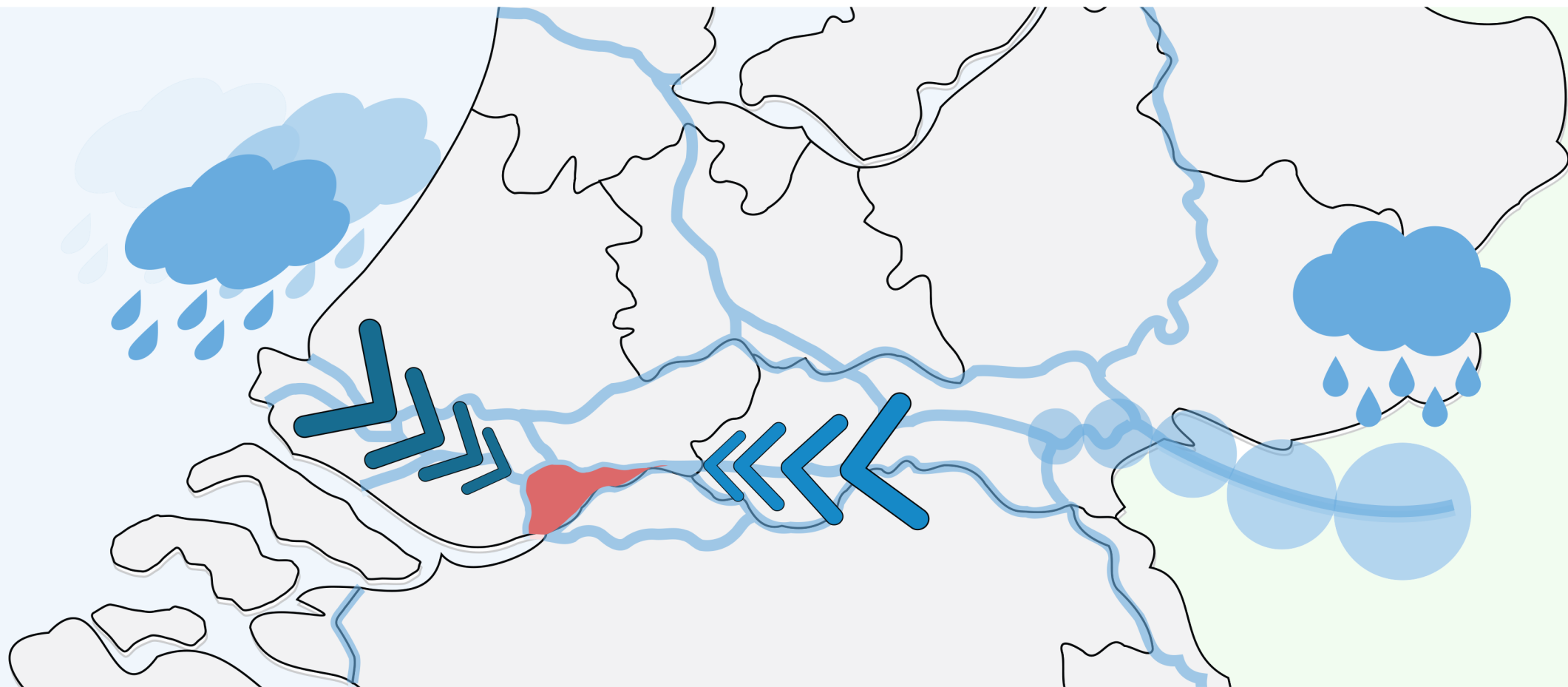
3.6 Opgaven waterveiligheid

Zeespiegelstijging en hoge rivierafvoeren zijn factoren die in het buitendijks gebied bijdragen aan een toenemende kans op overstromingen. Intensivering van het ruimtegebruik en toename van de bevolkingsdichtheid zal de kans op overstromingsschade en het potentiële aantal slachtoffers doen toenemen (Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht, 2013). De maatgevende hoogwaterstand treedt momenteel eens in de 2.000 jaar op. Met het oog op klimaatveranderingen kan deze waterstand in 2050 mogelijk eens in de 1.250 jaar optreden en in 2100 eens in de 100 jaar (Sloopjes, 2013)

Het Achtergrond Document Eiland van Dordrecht beschrijft dat in de buitendijkse gebieden veelal individuele, lokale schade beperkende maatregelen zijn getroffen (verhoogde drempels en vloedschotten). De kerende hoogte van deze maatregelen varieert van 2,6 m tot 3,0 m +nap. Afhankelijk van de klimaatverandering zullen in 2050 andersoortige maatregelen nodig zijn om de gevolgen van een overstroming tot een beperken.



Kaart 2: Dijkkring 22. Overschrijdingskans 1/2.000



Figuur 6: Overstromingsscenario voor het buitendijksgebied: Hoge zeewaterstand door een noordwester storm in combinatie met hoge (maar niet extreme) rivier afvoeren

3. Onderzoeksgebied

3.7 Conclusie

De stedelijke buitendijkse gebieden van het Eiland van Dordrecht bestaan uit de Zeehaven, het Historisch havengebied en de Staart. De maaiveldhoogte varieert van 1,8 tot 3 m +nap in het Historisch havengebied tot 4 m +nap in de Zeehaven en de Staart. Doorsnede 1,2 en 3 op pagina 21 geven een indicatie van de verschillende gebieden in relatie tot hoogtij (0,9 m +nap) en een maatgevende waterstand (3 m +nap). De stedelijke gebieden in de Zeehaven en de Staart overstromen bij een waterstand van 3,2 (T=25.000). Het nieuw te ontwikkelen buitendijks gebied Stadswerven, onderdeel van de Staart (zie afbeelding X) wordt lokaal opgehoogd tot een maaiveldhoogte van maximaal 5 m +nap.

Overstromingen van de buitendijkse gebieden worden veroorzaakt door hoge (maar niet extreme) rivier afvoeren in combinatie met een hoge zeewaterstand. De interactie met de zeewaterstand maakt het gebied getijafhankelijk. Hierdoor is de duur van het hoogtepunt van een overstroming gelijk aan de duur van hoogtij. Na wisseling van het getij zal de waterstand zakken. Door de geleidelijke stijging van de waterstand (circa 0,8 m in ongeveer 6 uur) zullen de lokale stroomsnelheden maximaal 0,3 m/s bedragen, waardoor de kans op dodelijke slachtoffers en de kans op grote schade in vergelijking met een dijkdoorbraak zeer klein is.

De norm waaraan dijkkring 22 moet voldoen is wettelijk vastgesteld op 3 m +nap, momenteel overeenkomstig met een overschrijdingskans van 1/2.000. Als gevolg van klimaatverandering zal deze kans in de toekomst mogelijk toenemen (1/1.250 in 2050 en 1/100 in 2100).

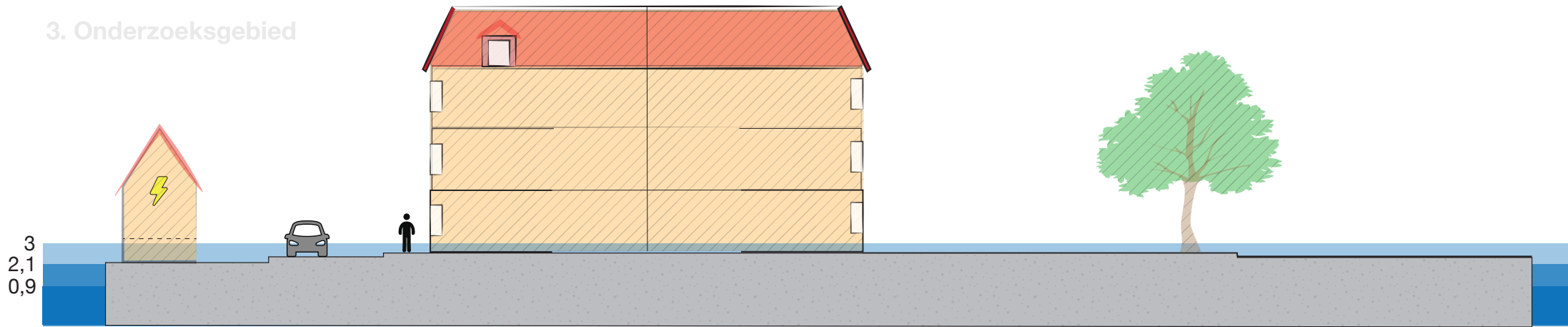
Voor de buitendijkse gebieden geldt dit als meest realistisch extreem overstromingsszenario; stijgt de waterstand boven deze waarde, dan is de kans groot dat de waterkeringen het begeven. Deze waterstand geldt derhalve binnen dit onderzoek als zijnde een maatgevende overstroming.

Uit de inundatiekaarten in bijlage 4 blijkt dat de BRZO-bedrijven en kwetsbare functies gelegen in de Zeehaven, het Historisch havengebied en Staart niet worden blootgesteld aan water vanuit de rivier. Derhalve ligt de focus op de in deze gebieden gelegen vitale infrastructuur.



Kaart 3: Stadswerven (roodgestippeld)

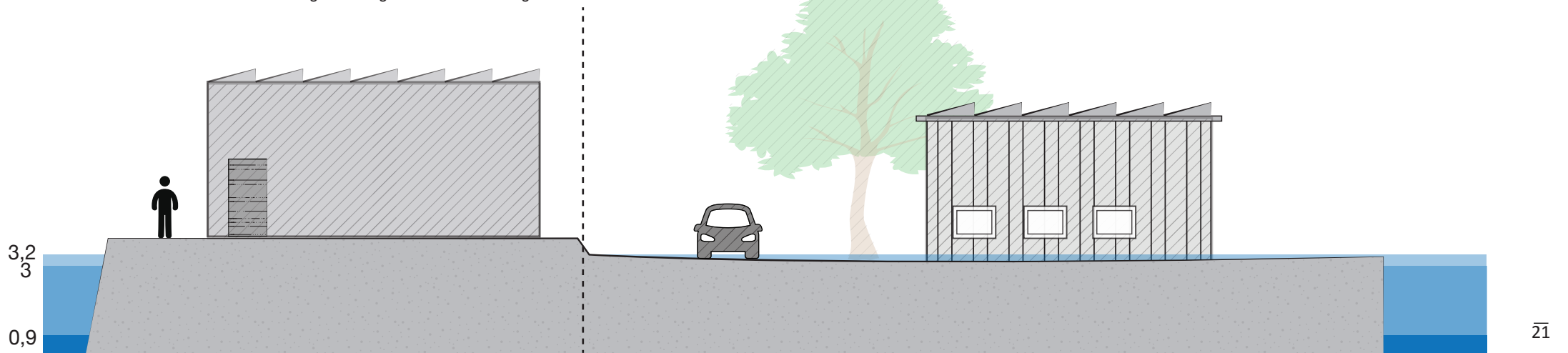
3. Onderzoeksgebied



Doorsnede 1: Buiten Kalkhaven en Binnen Kalkhaven in verhouding tot maatgevende overstroming.



Doorsnede 2: Houwtuinen in verhouding tot maatgevende overstroming.



Doorsnede 3: Zeehaven / Staart. Het stedelijk gebied inundeert bij een waterstand van 3,2 m +nap ($T= 1/25.000$)

DEEL II. ONDERZOEKSRESULTATEN

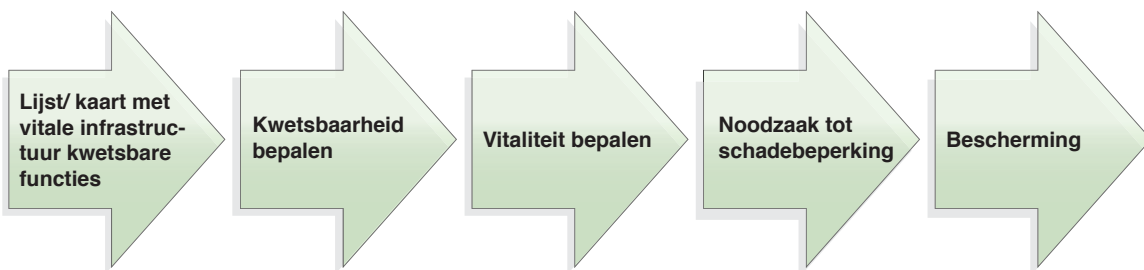


Afbeelding 2: Voormalig brugwachtershuisje omgevormd tot transformatorhuisje (13 kV) aan de Bomkade

4. Onderzoeksmethode

4.1 Inleiding

Onderstaand schema geeft de in deze studie doorlopen stappen weer, gebaseerd op het in “Informatiepreparatie overstromingsrisico’s en domino-effecten” (TNO, pagina 20 & pagina 34, 2013) beschreven stappenplan. De eerste stap inventariseert de in het buitendijks gebied van Dordrecht gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare objecten. Hiervan is de kwetsbaarheid voor overstromingen bepaald door de netwerken en onderdelen uit de netwerken te confronteren met een maatgevende waterstand. Vervolgens is gekeken of er onderdelen uitvallen en wat het directe effect hiervan is. Tenslotte zijn de resultaten vergeleken met de ambitie van de gemeente Dordrecht en is de noodzaak en maatregelen tot schade / gevolgenbeperking bepaald. Dit hoofdstuk behandelt per deelvraag de toegepaste onderzoeksmethodiek.



4.2 Deelvraag 1

Wat wordt bedoeld met vitale infrastructuur en kwetsbare functies?

Literatuurstudie

Om meer inzicht te vergaren in het onderwerp “Vitaal en Kwetsbaar” en de vertaling hiervan naar de gebiedsstrategie van de gemeente Dordrecht is in de eerste fase van het onderzoek gestart met een literatuuronderzoek. Deze literatuur, bestaande uit rapporten en artikelen, is onder andere verkregen via de gemeente Dordrecht en TNO. In deze literatuurstudie is onderzocht hoe vitale infrastructuur en kwetsbare objecten zich tot overstromingen verhouden. De literatuurstudie is vervolgens vertaald naar een conceptueel model.

4.3 Deelvraag 2

Wat wordt bedoeld met een overstroming en welke gebieden worden blootgesteld aan inundatie vanuit de rivier?

GIS-analyse

Om het type overstroming te definiëren is aan de hand van de overschrijdingskans van dijkkring 22 gekeken wat de maximaal optredende waterstand in de rivieren rondom het Eiland van Dordrecht is. Stijgt het water boven deze waarde, dan is de kans groot dat op bepaalde locatie de dijk ‘overtopt’.

Ter bepaling van de kwetsbare gebieden is een GIS-analyse uitgevoerd (zie bijlage X). Hierin is gekeken naar de gebieden die worden blootgesteld aan een overstroming vanuit de rivier en welke inundatiediepte hierbij optreedt.

De basis hiervoor is de hoogtekartaart (AHN2) van het stedelijk buitendijks gebied van Dordrecht. Vervolgens zijn hier de raamkaart Dordrecht en de TOP10NL van het Kadaster aan toegevoegd. Op deze wijze is gekeken welke gebieden worden blootgesteld aan inundatie vanuit de rivier. De volgende kaartlagen zijn ingevoerd:

- » De topografie van het gebied
- » De raamkaart (locatie gebouwen)
- » Geïnundeerde gebied en inundatie diepte

4.4 Deelvraag 3

Wat is de locatie van de buitendijkse vitale infrastructuur en kwetsbare voorzieningen die worden blootgesteld aan overstromingen?

Observatieonderzoek

Locatie specifieke gegevens betreffende de ligging en locatie van onderdelen in vitale netwerken, worden bij de betrokken bedrijven als gevoelig beschouwd, en derhalve niet gedeeld. Om de locatie specifieke gegevens toch inzichtelijk te krijgen is een observatieonderzoek uitgevoerd waarin de kwetsbare gebieden zijn onderzocht op de aanwezigheid van vitale infrastructuur.

4. Onderzoeksmethode

GIS-analyse

De resultaten (locatie van assets) van het observatieonderzoek zijn als kaart laag in ARCGIS toegevoegd.

4.5 Deelvraag 4

In welke mate is de buitendijkse vitale infrastructuur kwetsbaar voor overstromingen?

Interviews

Om vanuit de dagelijkse praktijk in Dordrecht een beter inzicht te vergaren op de gevolgen van een overstroming, zijn een zestal kwalitatieve interviews afgenomen. Hierbij zijn verschillende bedrijven bevroegd naar onder andere de werking van de beschouwde systemen. Door de gevoeligheid van het onderwerp is dergelijke informatie in de meeste gevallen niet publiekelijk beschikbaar en alleen via de betreffende bedrijven te achterhalen. De interviews zijn in bijlage 12 toegevoegd. Onderstaande tabel geeft de lijst met geïnterviewde organisaties weer.

4.6 Deelvraag 5

Hoe verhoudt zich het (dis)functioneren van de vitale infrastructuur en kwetsbare functies tot de ambitie van de gemeente om het Eiland van Dordrecht zelfredzaam te krijgen?

Voor beantwoording van deze deelvraag is een vergelijking gemaakt van de resultaten van het onderzoek (GIS-analyse en interviews) met de ambitie van de gemeente Dordrecht

Organisatie	Doel
Tennet	Informatie over de werking van het elektriciteitsnetwerk en de kwetsbaarheid voor overstromingen
KPN	Informatie over de werking van het telecomnetwerk en de kwetsbaarheid voor overstromingen
Joulz	Informatie over de kwetsbaarheid voor overstromingen in het laagspannings- en gasnetwerk
Gemeente Dordrecht	Informatie over de werking van het rioolnetwerk en de kwetsbaarheid van het stelsel voor overstromingen
Evides	Informatie over de werking van het drinkwaternetwerk en de kwetsbaarheid van het netwerk voor overstromingen

Tabel 3: lijst met geïnterviewde bedrijven

5. Resultaten

5.1 Inleiding

De waterstand in de rivieren rondom het eiland van Dordrecht wordt beïnvloed door de hoogte van de zeewaterstand en de rivierafvoer. De kans op een overstroming in Dordrecht is het grootst als sluiting van de Europoortkering samenvalt met een rivierafvoer met een herhalingsstijd van eens in de 10 jaar (een Rijnaafvoer tussen de 7.000 en 10.000 m³/s). In deze situatie kan het water van de rivieren niet worden afgevoerd naar zee, waardoor in het gebied opstuwung van rivierwater ontstaat (Stijnen & Sloopjes, 2010).

Het functioneren van de vitale infrastructuur en kwetsbare functie wordt bedreigd als de waterstand van de rivier stijgt tot een niveau waarop inundatie ontstaat. De kritieke waterstand waarop een asset uitvalt is bepaald door de drempelhoogte te vergelijken met de optredende inundatiediepte, oftewel:

Netwerk / asset valt uit als:

Maaiveldhoogte(t.o.v. nap) + inundatiediepte = > drempelhoogte

Netwerk / asset blijft functioneren als:

Maaiveldhoogte(t.o.v. nap) + inundatiediepte = < drempelhoogte

5.2 Bepaling van drempelhoogte

De waarden in tabel 4 zijn gebaseerd op gelijksoortige onderzoeken. Hieruit is op te merken dat er onenigheid bestaat over de drempelhoogte van de assets. Een mogelijke oorzaak van deze afwijkingen zijn de verschillende onderzoeksgebieden en de verschillende manieren van gegevensverzameling (den Ouden & Souwer, 2013). Daarnaast berusten deze gegevens op schattingen. Uit de interviews is gebleken dat onder andere door het gebrek aan ervaring, de exacte drempelwaarde moeilijk is te bepalen.

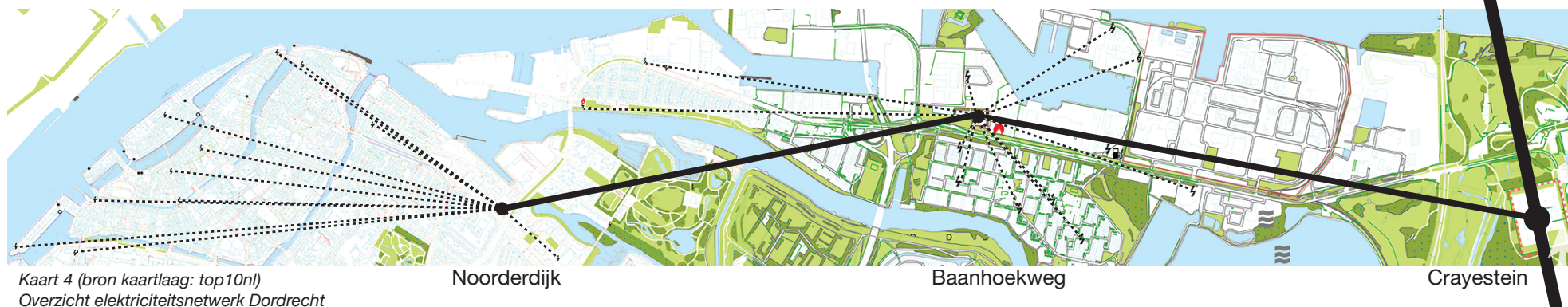
De toegepaste faalhoogtes in deze studie zijn gebaseerd op de meest voorkomende waarde of het gemiddelde van de verschillende bronnen, zowel de schattingen die zijn gemaakt in de interviews als de faalhoogtes uit de literatuur.

Type	De kort (2012) [m+mv]	Royal Haskoning/DHV (2011) [m+mv]	Arcadis/HKV (2011) [m+mv]	Interviews [m+mv]	Toegepaste drempelhoogte [m+mv]
Hoogspanningsnet (380/150 kV)				>2,5	>2,5
Middenspanningsnet (50/13 kV)	0,5	0,5	0,5	1	0,5
Gasdistributienetwerk	ca. 1	0,3	0-1	-	-
Telecomkast	0,3	0,3		0,25	0,3
Rioolnetwerk		0,5		2 m +nap	2 m +nap

Tabel 4: Drempelhoogte van de beschouwde netwerken volgens verschillende bronnen

5. Resultaten

5.3 Elektriciteitsvoorziening

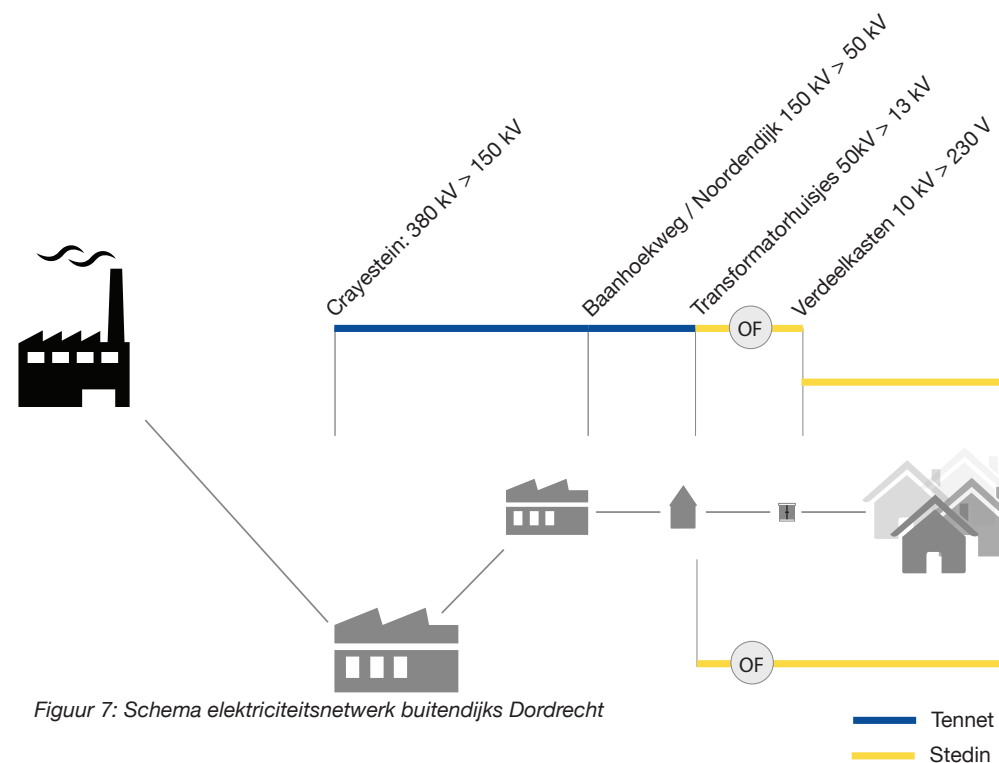


De elektriciteitsvoorziening in Dordrecht wordt beheerd door Tennet en Stedin. Zoals afgebeeld in figuur 7, bestaat het elektriciteitsnetwerk uit verschillende spanningniveau's. Tennet heeft de verantwoordelijkheid over het 380 naar 150 kV-netwerk en het 150 naar 50 kV-netwerk. Stedin heeft de verantwoordelijkheid over het netwerk onder 50 kV tot aan de woning-aansluitingen. In het buitendijksgebied zijn 3 hoogspanningsstations en circa 40 middenspanning schakelstations (van 50 naar 13 kV) gesitueerd.

Het 380 kV-schakelstation Crayestein (Merwedehaven) vormt het knooppunt tussen de 800 mw energiecentrale (Electrabel) op de Maasvlakte en het schakelstation in Krimpen. Deze stations maken deel uit van het nationale netwerk en zijn derhalve van nationaal belang. Vanaf station Crayestein lopen ondergrondse kabels richting het aan de Baanhoekweg gelegen schakelstation Hier wordt de spanning omgezet van 150 naar 50 en 25 kV. Het schakelstation voedt vervolgens de transformatorhuisjes, waar Stedin de spanning omzet van 50 naar 13 kV. De transformatorhuisjes voeden (via netstroomkasten of rechtsstreeks) de woningen.

5.3.1 Robuustheidscheck

Op wijkniveau is goed te zien dat in de kwetsbare gebieden rekening is gehouden met overstromingsrisico's. De meest kwetsbare 13 kV-schakelstations of straatkasten (openbare verlichtingskasten) zijn verhoogd aangelegd.



Figuur 7: Schema elektriciteitsnetwerk buitendijks Dordrecht

5. Resultaten

Afbeelding 3 geeft een voorbeeld van een verhoogd schakelstation op de Buiten Kalkhaven.

Hoogspanning

Afbeelding 4 laat zien dat de transformators in de schakelstations circa 2 meter verhoogd staan opgesteld (zie afbeelding 4). Het 380 kV schakelstation is geheel redundant uitgevoerd, waarbij de isolatoren en de kasten 4 tot 6 meter boven maaiveld zijn geplaatst. Inundatie zal slechts effect hebben op de begaanbaarheid van de locatie.

De beveiliging van de systemen en de verlichting van de hoogspanningsstations draaien op netstroom van het laagspanningsnet. Deze onderdelen zijn onmisbaar voor het functioneren van de stations. Bij uitval van de beveiliging wordt het station afgesloten. Om dit te voorkomen zijn de schakelstations van Tennet voorzien van noodstroomaggregaten. Zo kunnen de schakelstations ook doorfunctioneren bij storing in de netstroomvoeding.

De schakelstations van Tennet worden vanuit een centrale op afstand bediend. Uitval van telecom heeft geen effect op het functioneren van de stations. Tennet beschikt over een eigen glasvezelnetwerk ter bediening van de apparatuur op de stations.

Laagspanning

Het laagspanningsnetwerk voedt de woningen. Om schade te voorkomen zal dit netwerk bij een maatgevende overstrooming mogelijk lokaal worden afgesloten. De beslissing om een gebied af te sluiten is afhankelijk van de verantwoordelijke incidenteigenaren en loopt samen met de Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdings Procedure (GRIP).

De bebouwing in de kwetsbare gebieden waarbij het vloerpeil op maaiveldniveau ligt, krijgt mogelijk te maken met kortsluiting. De stopcontacten zijn veelal beneden de optredende inundatiediepte aangelegd.

5.4.2 Kansen op doorfunctioneren

De tabel in bijlage 8 geeft een overzicht van de kans tot doorfunctioneren en de mate van kwetsbaarheid van het elektriciteitsnetwerk.



Afbeelding 3: Verhoogd 50 kV schakelstation (Stedin) aan Buiten Kalkhaven. Deze locatie is bij een maatgevende overstrooming circa 1 meter onder water. Het transformatorhuisje is ruim 1,2m verhoogd aangelegd.



Afbeelding 4: Verhoogde 150 kV transformators (Tennet) aan de Baanhoekweg. Deze locatie kent in deze studie geen overstroomingsrisico's vanuit de rivier

5. Resultaten

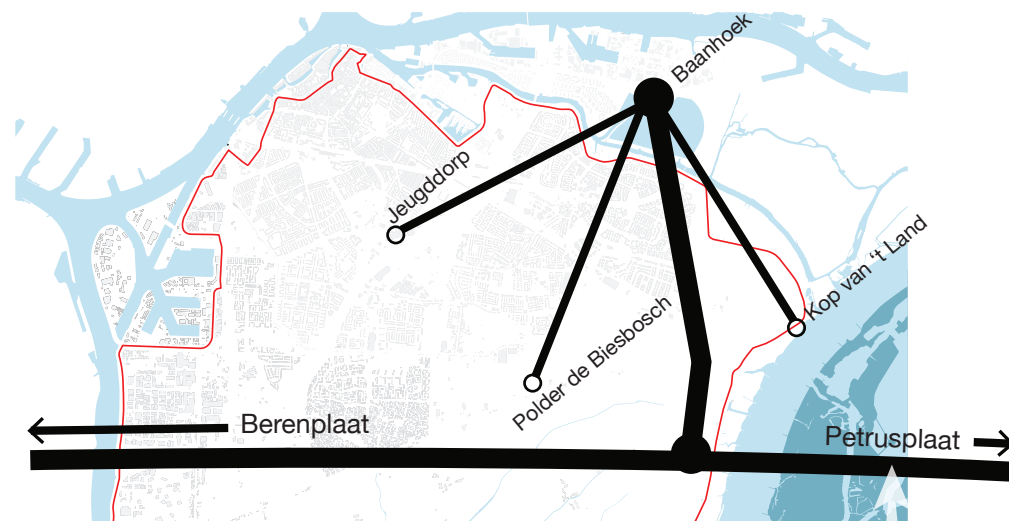
5.4 Drinkwatervoorziening

De drinkwatervoorziening in Dordrecht wordt verzorgd door Evides. Het water is afkomstig van het in de Biesbosch gelegen spaarbekken (Petrusplaat). Vanaf dit spaarbekken wordt het water via leidingen getransporteerd naar de productielocatie Baanhoek, gesitueerd op de Staart. Hier ondergaat het water een zuivering, waarna het wordt opgeslagen in reservoirs. Vanuit de productielocatie wordt het drinkwater het net in gepompt. Dit is tevens de enige locatie in het gehele leidingstelsel waar het water op druk wordt gehouden. Afbeelding 8 geeft een schematische weergave van het drinkwatertransport weer.

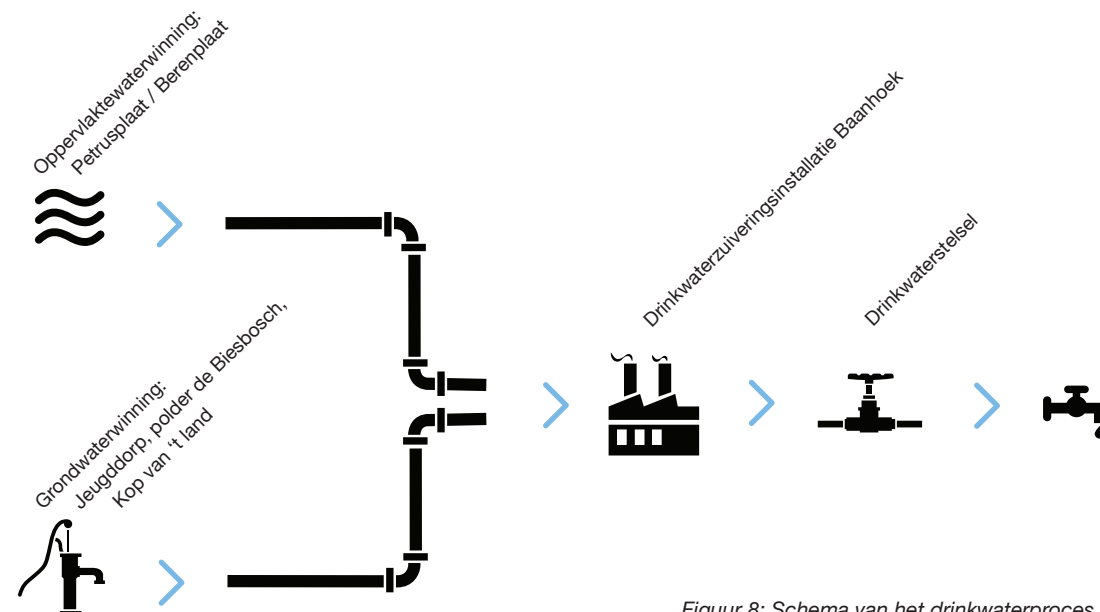
Naast oppervlaktewaterwinning wordt op het Eiland van Dordrecht grondwater gewonnen. Het ruwwater wordt getransporteerd naar de productielocatie Baanhoek, alwaar het dezelfde zuivering ondergaat als het oppervlaktewater uit de Petrusplaat. De grondwaterputten zijn gelegen op de volgende locaties:

- » Kop van het land
- » Polder de Biesbosch
- » Jeugdorp

Het naast de productielocatie gelegen drinkwaterbekken “Grote Rug” is buiten gebruik als winlocatie. Dit bekken dient als back-up tijdens noodsituaties, als vanuit de Petrusplaat geen water kan worden gewonnen. Momenteel wordt een alternatief uitgevoerd waarmee tijdens noodsituaties water vanuit de Berenplaat (Spijkenisse) kan worden aangevoerd. Als tijdens hoogwater rivierwater vanuit het Wantij de Grote Rug instroomt, heeft dit geen effect op het functioneren van de drinkwaterlocatie of op de kwaliteit van het drinkwater.



Kaart 5: Ruw water wordt vanaf de Petrusplaat (rechtsonder) naar de productielocatie Baanhoek getransporteerd. De Berenplaat nabij Spijkenisse dient als back-up. De blauwe lijnen geven de grondwaterbronnen weer. Het aandeel grondwater is ca. 30 %, de resterende 70% is oppervlaktewater.



Figuur 8: Schema van het drinkwaterproces

5. Resultaten

5.4.1 Robuustheidscheck

Bij een inundatiediepte van >1 m +mv zal geen schade ontstaan aan het waterleidingstelsel. De druk in de leidingen compenseert de druk die ontstaat door de water op het maaiveld. De kans op schade (leidingbreuk) ontstaat wanneer de druk van de waterkolom groter is dan de druk in de waterleiding.

Het grootste risico met betrekking tot overstromingen wordt gevormd door een waterleidingbreuk ten gevolge van het wegspoelen van de grond waarin de leiding gelegen is. Dit is echter onwaarschijnlijk aangezien de optredende stroomsnelheden tijdens een overstroming in buitendijks gebied relatief laag zijn. Door de hoge redundantie van het net en een continue monitoring is een verstoring in het net snel te herstellen.

Mocht de elektriciteit uitvallen, dan beschikt de productielocatie Baanhoek over drie noodaggregaten om door te kunnen functioneren. Ook de grondwaterputten zijn voorzien van noodaggregaten. Evides is wettelijk verplicht om tien dagen onafhankelijk van elektriciteit door te kunnen functioneren. Ook tijdens noodsituaties, als vanuit de spaarbekkens in de Biesbosch geen drinkwater gewonnen kan worden, kan Evides aan het gehele leveringsgebied drinkwater leveren. De grondwaterputten kunnen in dat geval drie liter water per dag per persoon leveren.

5.4.2 Kansen op doorfunctioneren

De tabel in bijlage 9 geeft een overzicht van de kans tot doorfunctioneren en de mate van kwetsbaarheid van het drinkwaterstelsel. De tabel is ingevuld op basis van de factsheet Vitaal en kwetsbaar drinkwater van de gemeente Dordrecht in combinatie met de resultaten van het interview met de heer Bodner van Evides.

5. Resultaten

5.5 Afvalwater

De gemeente Dordrecht is verantwoordelijk voor de rioolinfrastructuur in de openbare ruimte. De huisaansluitingen vallen onder particuliere verantwoordelijkheid.

Het buitendijkse riool is onder vrij verval aangelegd. Het afvalwater wordt vanaf de woningen doorgepompt naar een rioolgemaal dat inzamelt op buurtniveau. Onder vrij verval of met persleidingen wordt het vervolgens naar het gemaal op de Maria Montesorilaan getransporteerd. Hier wordt het afvalwater van Dordrecht ingezameld. Vanaf dit gemaal lopen persleidingen naar de RWZI op de Baanhoek.

5.5.1 Kwetsbaarheid

Wanneer het water op de kades staat loopt het rioolstelsel vol. Op dat moment worden de gemalen in die gebieden stopgezet, waardoor er geen stroming meer is naar het binnendijks gebied. In zo'n geval is het gebied al geëvacueerd en vindt er geen lozing op het riool plaats.

Het afsluiten van het rioolstelsel geschiedt op basis van door de gemeente Dordrecht opgestelde protocollen. Hierin zijn een zestal fasen te onderscheiden:

Fase 0	Normale bedrijfsvoering
Fase IA	Hoogwatermelding bij waterstand >1,80 m + nap te Dordrecht
Fase IB	Hoogwatermelding bij waterstand >2,00 m + nap te Dordrecht
Fase II	Bewakingsfase gemeente Dordrecht
Fase III	Beperkte dijkbewaking waterschap
Fase IV	Uitgebreide/permanente dijkbewaking

Fase IB heeft betrekking op het afsluiten van het rioolstelsel. In deze fase worden de volgende maatregelen uitgevoerd:

- » Het afsluiten van stroom en dichtzetten van afsluiters in persleidingen
- » Het opstarten van een coördinatiepunt Hoogwaterbestrijding
- » Het afsluiten van stroom en dichtzetten van afsluiters in persleidingen
- » Voorbereiden en plaatsen van wegafzettingen in het buitendijkse gebied van het centrum van Dordrecht

Bijlage 3 geeft een overzicht van de kwetsbare buitendijkse rioldistricten. Deze gebieden zullen van het riool worden afgesloten. Dit heeft als gevolg dat bewoners en gebruikers geen afvalwater kunnen lozen op het riool. Het verschil tussen de maatgevende waterstand (3 m +nap) en het moment waarop het rioolstelsel wordt afgesloten (2m +nap) is 1 meter. Doordat het getijdenverschil ca. 0,8 m is zal het rioolstelsel bij een maatgevende overstroming maximaal één getijdencyclus (12 uur) worden afgesloten.

In het geval de druk in het riool boven een bepaalde stand komt, dan kan rivierwater via het riool de huizen instromen. Dit zal vooral gebeuren bij woningen op laaggelegen terrein. Hier zijn vaak particuliere maatregelen (terugslagkleppen) genomen om het afvalwater buitenshuis te houden. Het water zal geen schade veroorzaken aan de rioolbuizen. De druk van het water op het maaiveld wordt gecompenseerd door de druk die het grondwater en het afvalwater op de buis uitoefenen. Dit zal geen risico vormen voor het riool. In bijlage 9 staan de kansen tot doorfunctioneren en de mate van kwetsbaarheid van het rioolstelsel beschreven.

5.4.2 Kansen op doorfunctioneren

De tabel in bijlage 10 geeft een overzicht van de kans tot doorfunctioneren en de mate van kwetsbaarheid van het rioolnetwerk.



Afbeelding 5: Rioolgemaal aan de Binnen Kalkhaven. Het gemaal wordt uitgeschakeld bij een hoogwatermelding van 2 m + nap

5. Resultaten

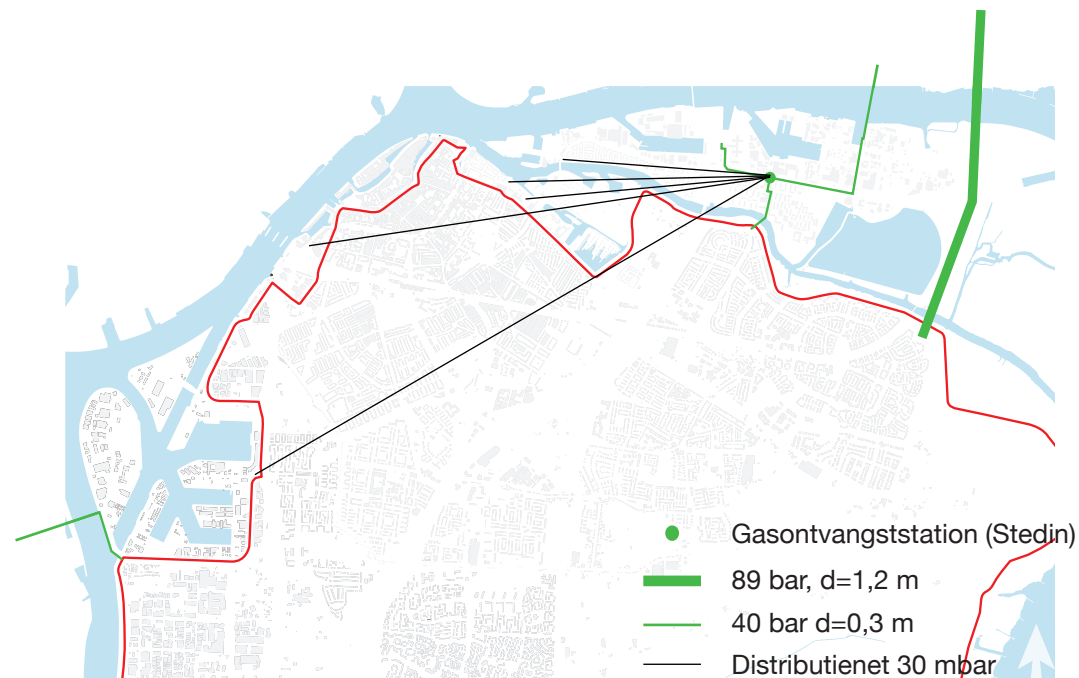
5.6 Gasvoorziening

Figuur 9 geeft de werking van het gasnetwerk weer. Via hogedrukleidingen wordt het gas van de bron getransporteerd naar gasverdeelstations, van waaruit het gas via lagedrukleidingen en verdeelstations wordt gedistribueerd naar de woningen. Op het Eiland van Dordrecht is Gasunie verantwoordelijk voor het 66 bar netwerk en is Stedin verantwoordelijk voor het 40 bar netwerk. Stedin verlaagt de druk naar 8 bar, wat via distributiestationen op 30 millibar wordt verdeeld onder de woningen (den Ouden & Souwer, 2013).

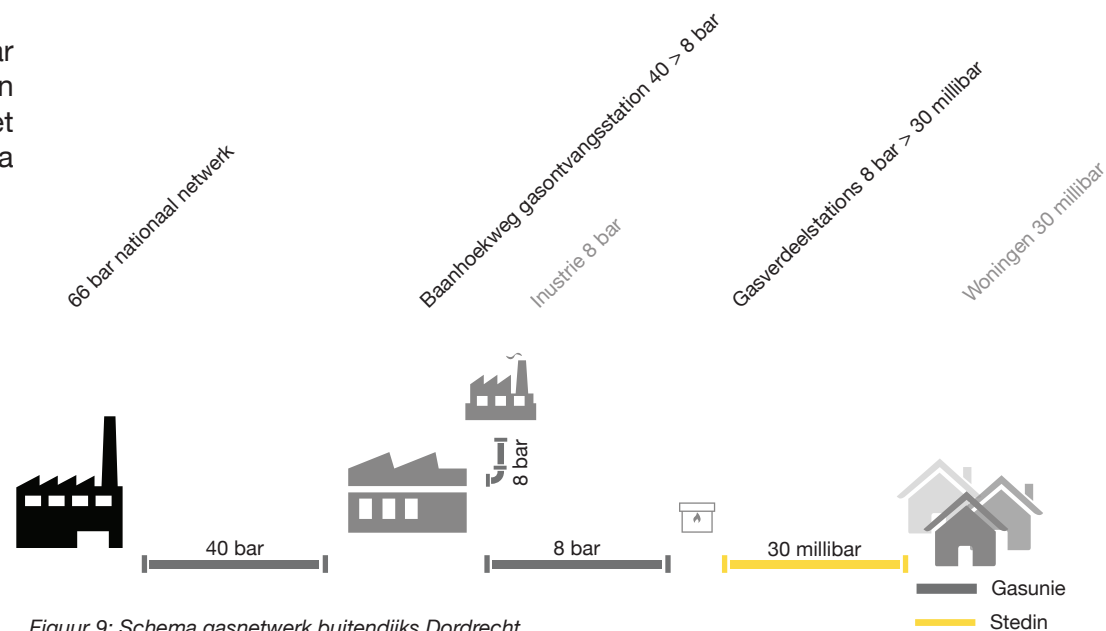
5.6.1 Kwetsbaarheid

Uit onderzoek van De Kort (2012) is gebleken dat gasleidingen bestand zijn tegen een waterkolom van 1,5 m (ten opzichte van de leiding; gasleidingen liggen gemiddeld 0,6 m-mv, de maximale inundatiediepte is in dit geval 1,1 m). De Analyse Waterrobuuste Inrichting (Royal Haskoning/DHV, 2012, p.17) stelt dat bij een inundatiediepte van 0,3 m mogelijk water de leidingen in lekt. De onenigheid tussen beide bronnen komt mogelijk door de verschillende gebieden en netwerken die zijn geanalyseerd. De netwerkbeheerder in Dordrecht (Stedin) was tijdens deze studie niet bereid mee te werken. Dit had voor dit thema wellicht een genuanceerder resultaat opgeleverd.

Kwetsbare assets in het netwerk zijn de lokale 8 bar naar 30 millibar gasdistributiestationen. Deze vormen mogelijk een gevaar bij een inundatiediepte boven de 1 m (De Kort, 2012). Het transport via het hogedruknetwerk blijft tijdens een overstroming gewaarborgd (Huizinga et al., 2011).



Kaart 6: Overzicht van het buitendijks gasnetwerk



Figuur 9: Schema gasnetwerk buitendijks Dordrecht

5. Resultaten

5.7 Telecommunicatie

In het observerend onderzoek zijn de gebieden die worden blootgesteld aan een maatgevende overstroming onderzocht op aanwezigheid van onderdelen uit het telecommunicatienetwerk. Kabels bevinden zich door het gehele gebied in de bodem. Deze zullen niet uitvallen of verstoren als gevolg van inundatie (Dijkstra, 2014).

Op landelijke schaal begint het telecomnetwerk bij de telefooncentrale. Vanuit de centrale loopt een kabel naar een actieve kast waarin apparatuur is geplaatst. Dit knooppunt levert aan op wijkniveau geplaatste passieve verdeelkasten. Hierin is geen apparatuur geplaatst. Deze kasten staan in verbinding met woningaansluitingen. Één verdeelkast levert gemiddeld aan 300 woningen.

5.7.1 Kwetsbaarheid

Schade zal ontstaan als de schakels worden blootgesteld aan een inundatiediepte van 0,2 tot 0,3 m. In de passieve kasten is geen apparatuur aanwezig. Deze blijven functioneren tijdens een overstroming. De actieve kasten (zie afbeelding X) zijn voorzien van een accu pakket. Deze kunnen ca. 4 uur blijven doordraaien op noodstroom. Tijdens een overstroming blijft het telefoonnetwerk in de meeste gevallen bereikbaar.

Bij de aanleg van nieuwe onderdelen wordt in kwetsbare gebieden geanticipeerd op de kans op overstromingen. In het geval van een verhoogd overstromingsrisico, wordt met de gemeente besproken op welke manier dit het beste kan worden uitgevoerd. In Dordrecht is dit te zien in de locatiekeuze van de assets in Dordrecht, deze zijn op relatief hoge locaties geplaatst.

Na een overstroming zal, afhankelijk van de grootte, binnen acht uur het netwerk hersteld zijn. Allereerst moet het waterpeil zakken tot een niveau dat de kasten weer toegankelijk zijn. Vervolgens wordt de asset afgeschermd en met behulp van een hittekanon droog geföhnd.

De schade-expert bepaalt vervolgens of de kast geheel vervangen moet worden, of dat de storing anderzijds opgelost kan worden. Het vervangen van een kast neemt ca. 2-3 dagen in beslag.

Binnen de overstromingszone is 1 passieve kast en 1 actieve kast gesitueerd (zie kaart 7). De optredende inundatiediepte op de locaties blijft onder de drempelhoogte, waardoor deze assets door kunnen functioneren.



Kaart 7: Locatie van de buitendijkse telecom assets

5. Resultaten

5.8 Conclusie

Elektriciteitsvoorziening

Het 380 kV schakelstation Crayestein wordt gedeeltelijk blootgesteld aan inundatie. De inundatiediepte blijft echter onder de drempelhoogte van 2,5 m (lokale inundatie varieert van 0,2 tot 0,3 m+mv). Indien de netstroomvoorziening uitvalt dan beschikt het schakelstation over noodstroomaggregaten waarmee het station kan blijven functioneren.

Het 150 kV transformatorstation aan de Baanhoekweg wordt niet blootgesteld aan inundatie. De belangrijke onderdelen (transformators en isolatoren) zijn verhoogd aangelegd, waardoor de kans op uitval als gevolg van een overstroming zeer beperkt is.

In het middenspanningsnetwerk worden de 13 kV schakelstations blootgesteld aan inundatie. Bij een maatgevende overstroming blijft deze echter onder de faalhoogte van 0,5 m, waardoor deze kunnen blijven functioneren.

De transformatorhusejs van Stedin zijn voorzien van een beveiliging. Stijgt het water tot circa 0,5 m boven vloerpeil, dan valt de transformator automatisch uit. Volgens

Drinkwatervoorziening

Op de productielocatie "Baanhoek" na, zijn in de drinkwatervoorziening geen assets in de buitendijkse gebieden gesitueerd. De productielocatie is gelegen op een relatief hoge locatie, en valt derhalve buiten de maatgevende overstromingszone. Mocht de kwaliteit van een bron als gevolg van een overstroming in het geding komen, dan kan overgeschakeld worden naar een back-up. Deze back-up wordt gevormd door de Berenplaat nabij Spijkenisse en het naast de productielocatie gelegen spaarbekken Grote Rug. Het gevaar in het drinkleidingstelsel wordt gevormd door de kans dat een waterleiding breekt. Dit zal optreden wanneer de bodem rondom de buis wegspoelt. Vanwege de relatief lage stroomsnelheid is dit scenario buiten beschouwing gelaten.

Gasnetwerk

Het gasnetwerk kan worden opgesplitst in een hogedruknetwerk (89 en 40 bar) en een lagedruknetwerk (8 bar en 30 milibar), waarin de het lagedruknetwerk het meest kwetsbaar is voor overstromingen vanuit de rivier. Doordat de netwerkverantwoordelijke (Stedin) niet wilde meewerken aan deze studie, is uitgegaan van de gegevens uit de literatuur. De inundatiediepte waarop een gasleiding uitvalt varieert bij de verschillende bronnen tussen 0,3 m en 1,1 m. Dit dient voor de buitendijkse gebieden nader onderzocht te worden.

Telecomnetwerk

Binnen het telecomnetwerk zijn geen assets in de maatgevende overstromingszone gesitueerd. Bij aanleg van assets worden altijd de overstromingsrisico's overwogen in de locatiekeuze. Mocht er in een gebied een verhoogde kans op overstromingen zijn, dan wordt gezamenlijk met de gemeente gezocht naar uitval beperkende maatregelen.

Afvalwater

Het in de kwetsbare districten (zie bijlage 3) gelegen gemengde rioolstelsel wordt bij een hoogwatermelding van 2 m +nap afgesloten. In een dergelijke situatie stroomt water vanuit de rivier de straatkolken in, waardoor het rioolstelsel het afvalwater niet kan verwerken. De woningen zijn middels een terugslagklep beveiligd tegen indringing van rioolwater de woningen in. Bewoners kunnen gedurende een dergelijke situatie voor een bepaalde tijd geen afvalwater lozen op het riool. Gezien het getijdenverschil (ca. 0,8 m) en de maximaal optredende inundatiediepte (maximaal 1 m) bij de woningen zal deze situatie maximaal 12 uur stand houden (een halve getijdencyclus).

5. Resultaten

Uit de GIS-analyse in bijlage 5.1 en 5.3 blijkt dat de in de Zeehaven en de Staart gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare functies geen risico lopen op uitval en / of verstoring als gevolg van een maatgevende overstroming. Tijdens een maatgevende overstroming kunnen deze gebieden volledig doorfunctioneren. Overstromingen in deze gebieden ontstaan vanaf een waterstand van 3,2 m +nap (zie bijlage 6).

Voor het Historisch havengebied betekent een maatgevende overstroming dat het rioolstelsel maximaal 12 uur wordt afgesloten. Bewoners en gebruikers kunnen in dit geval geen afvalwater lozen op het riool.

Het elektriciteitsnetwerk wordt niet blootgesteld aan een kritiek inundatie diepte, en kan derhalve door functioneren. Op woningniveau ontstaat echter de kans op kortsluiting doordat water de woningen binnenstroomt. De kwetsbaarheidsanalyse in bijlage 7 laat zien dat vanaf een waterstand van 3,2 m +nap ($t=1/25.000$) het 13 kV transformatorstation gesitueerd in Twintighuizen uitvalt (zie bijlage 5.2 voor de locatie).

Nevenstaande tabel geeft per netwerk een indicatie van de kans op doorfunctioneren tijdens een maatgevende overstroming.

Type	Kans op doorfunctioneren	Motivatie
Elektriciteitsnetwerk	--	Het netwerk tot aan de woning kan blijven functioneren. Woningen waarbij het vloerpeil op maaiveldniveau is en water de woningen binnenstroomt krijgen te maken met de kans op kortsluiting (lage stopcontacten)
Drinkwaternetwerk	+	Het drinkwaternetwerk is redundant en waterrobuust uitgevoerd. De waterleidingen bieden voldoende tegendruk om een waterkolom van >1 m +mv te compenseren
Gasnetwerk	-	Ondervindt mogelijk bij 0,3 m +mv uitval of verstoring (Royal Haskoning/DHV, 2011)
Telecomnetwerk	+	De blootgestelde assets kunnen doorfunctioneren, omdat de inundatiediepte onder de drempelhoogte ligt
Rioolstelsel	-	Kwetsbare rioldistricten in het Historisch havengebied worden bij een hoogwatermelding van 2 m + nap preventief afgesloten

6. Risico reducerende maatregelen

Tabel 6 op de volgende pagina geeft de meest kwetsbare gebieden weer. De optredende inundatiediepte ter hoogte van de woningen (ca. 0,5 tot 1 m) bedreigt het functioneren van vitale infrastructuur binnenshuis. Dit hoofdstuk geeft een indicatie van mogelijke kans- en gevolgenbeperkende maatregelen.

Het overstromingsrisico wordt berekend uit de kans dat een overstroming optreedt en de daarmee gepaard gaande gevolgen. Derhalve dienen eventuele maatregelen effectief te zijn ter:

- » **Beperking van de kans op overstromingen**
Gericht op het beperken van de kans dat er schade optreedt door een overstroming vanuit de rivier
- » **Beperking van de gevolgen van een overstroming**
Gericht op het verkleinen van de kwetsbaarheid van een object voor water vanuit de rivier

Maatregelen ter beperking van het risico van de in het buitendijks gebied gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare objecten kunnen worden genomen in laag 2 en 3 van de meerlaagsveiligheid:

Laag 1: Keren en beheren van primaire keringen (binnendijks)

Laag 2: Gevolgenreducerende ruimtelijke inrichting

Laag 3: Crisismanagement

6.1 Kansreducerende maatregelen

Het streven van kansreducerende maatregelen is het verkleinen van het totale risico door het minimaliseren van de overstromingsoorzaak. De volgende maatregelen kunnen hieraan bijdragen:

- » Locatiekeuze en aanleghoogte van nieuw te plaatsen nutsvoorzieningen op of boven dijkhoogte (buiten de overstromingszone in bijlage 2)
- » Waterdichte infrastructuur (rioolterugslagklep per woning)
- » Verhoogde stopcontacten en meterkasten in de bebouwing gelegen in de kwetsbare gebieden (zie tabel 6 op de volgende pagina)

- » Tabel 6 geeft weer dat de maximaal optredende inundatiediepte ter hoogte van de woningen varieert van 0,5 tot 1m.
Lokale, individuele maatregelen zoals bijvoorbeeld vloedschotten in de bebouwing kunnen er voor zorgen dat de elektriciteit binnenshuis kan blijven functioneren

6.2 Gevolgreducerende maatregelen

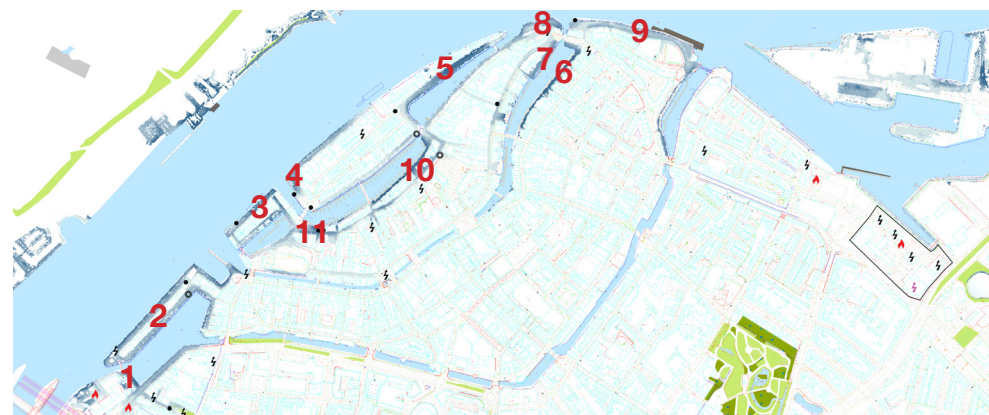
- » Het creëren van risicobewustwording onder (nieuwe) bewoners in de kwetsbare gebieden. Communiceer de kans dat tijdens een overstroming de vitale infrastructuur mogelijk uitvalt. Stel eventueel voor dat bij verbouwing van de woningen een 'wet proof'-inrichting wordt overwogen (rioolterugslagklep indien niet aanwezig, verhoogde stopcontacten en meterkast)

6. Risico reducerende maatregelen

De kritieke inundatie, waarbij het functioneren van vitale infrastructuur wordt bedreigt, blijft beperkt tot het Historisch havengebied. De Zeehaven en de Staart worden op een aantal locaties blootgesteld, maar ondervinden geen overlast van uitvallende vitale infrastructuur en / of kwetsbare functies. Uit de GIS-analyse (bijlage 5) is gebleken dat de volgende gebieden (en bebouwing) worden blootgesteld aan een inundatiediepte hoger dan 0,5 m:

#	Locatie	maaiveld- hoogte [m+nap]	max. inundatie- diepte bij MHW [m+mv]
1	Draai / Achterhakkers	2,25	0,75
2	Buiten / Binnen Kalkhaven / Korte Kalkhaven	2,5	0,5
3	Hooikade / Maartens- gat, Korte Engelen- burgkade	2,15	0,85
4	Buiten Walevest	2,25	0,75
5	Wolwevershaven	2,05	0,95
6	Taankade	2,1	0,9
7	Mattenkade	2,2	0,8
8	Groothoofd	2,3	0,7
9	Merwedekade	2,5	0,5
10	Knolhaven	2,05	0,95
11	Houttuinen	2,05	0,95

Tabel 6: Inundatie ter hoogte van de bebouwing



Kaart 8: Locatie van de kwetsbare gebieden (Historisch havengebied)

7. Conclusie en aanbeveling

De gemeente Dordrecht heeft de ambitie het Eiland van Dordrecht geheel zelfredzaam te krijgen gedurende een overstroming. Dit houdt in dat bewoners en gebruikers een concreet handelingsperspectief hebben om de gevolgen van een overstroming te beperken. Vitale infrastructuur en kwetsbare functies zijn onmisbaar voor een gebied om te kunnen blijven functioneren gedurende een overstroming. Deze functies voorzien bewoners in een gebied van elektriciteit, water, telecommunicatie, gas en afvalwaterafvoer. Verstoring of uitval kan leiden tot maatschappelijke ontwrichting en mogelijk een domino-effect veroorzaken.

Het Eiland van Dordrecht is gelegen in een intergetijdengebied. De waterstanden in de rivieren rondom het Eiland van Dordrecht worden beïnvloed door zowel de zeewaterstand als de afvoerhoogte van de Rijn en de Maas. Overstroming van het buitendijks gebied ontstaat op het moment dat een hoge zeewaterstand (als gevolg van een noordwester storm) in combinatie met een hoge (maar niet extreme) rivierafvoer optreedt. Kenmerkend voor een dergelijke overstroming is dat het water geleidelijk stijgt en daalt. Hierdoor zijn de stroomsnelheden laag en is de duur van een overstroming afhankelijk van de getijdenbeweging (de duur van hoog en laag tij).

Bij het bepalen van een extreem overstromingsscenario in het buitendijksgebied is het van belang rekening te houden met de maatgevende waterstand. Dit is de rivierwaterstand behorend tot de beschermingsnorm voor een gebied. Dijkkring 22 is ontworpen op een maatgevende waterstand (inclusief eventuele golven) van 3 m +nap, waarbij statistisch gezien de kans op overschrijden eens in de 2000 jaar is. Rekening houdend met klimaatveranderingen zal deze waterstand in 2050 eens in de 1.250 jaar voorkomen en in 2100 eens in de 100 jaar.

Het grootste deel van het buitendijks gebied van Dordrecht wordt in het geval van een maatgevende overstroming van 3 m +nap niet blootgesteld aan water vanuit de rivier. De in deze gebieden gesitueerde vitale infrastructuur en kwetsbare functies beschikken derhalve over het vermogen om gedurende een overstroming door te functioneren. Dit heeft ook betrekking tot alle infrastructuur en functies die van regionaal (binnendijks) dan wel nationaal belang zijn.

Een aantal gebieden in het Historisch havengebied zal mogelijk overlast ondervinden tijdens een maatgevende overstroming. Het rioolsysteem wordt in de meest kwetsbare districten bij een hoogwatermelding van 2 m +nap in preventief afgesloten. Hierdoor kunnen bewoners geen vuilwater lozen op het riool. Het hoogteverschil in getij (ca. 0,8 m) in combinatie met de maximaal optredende inundatiediepte op de wegen (ca.1 m) maakt dat afsluiting van het riool niet langer zal duren dan 12 uur (een halve getijdencyclus).

- » Bij een hoogwatermelding van 2 m +nap (eens per jaar) wordt het rioleringsgebied preventief afgesloten.
- » Afhankelijk van de veiligheidssituatie en van de Gecoördineerde Regionale Incidentbestrijdings Procedure (GRIP) door de burgemeester en / of staatsecretaris gezamenlijk met de verantwoordelijke nutsbedrijven wordt besloten om de gebieden af te sluiten van elektriciteit en gas
- » Woningen waarvan het vloerpeil onder de optredende inundatiediepte ligt ondervinden overlast. De kans op kortsluiting is in dit geval reëel aanwezig.

7.1 Beantwoording van de hoofdvraag en deelvragen

- » *Wat wordt bedoeld met vitale infrastructuur en kwetsbare functies?*

Vitale infrastructuur heeft betrekking tot de infrastructuur die onmisbaar is voor het functioneren van een gebied. Uitval of verstoring kan een onleefbare situatie teweeg brengen.

Kwetsbare functies heeft betrekking tot functies en voorzieningen met een groot aantal verminderd zelfredzamen of waarvan uitval en / of verstoring gezondheid- of milieuschade kan veroorzaken.

7. Conclusie en aanbeveling

- » *Wat is het effect van een extreme overstroming vanuit de rivier op de buitendijks gelegen vitale infrastructuur en kwetsbare functies en welke gevolgenbeperkende maatregelen kunnen worden genomen?*

Hoofdstuk 5 geeft inzicht in de gevolgen van een buitendijkse overstroming op de vitale infrastructuur en kwetsbare functies. De vitale infrastructuur en kwetsbare objecten gelegen op de Staart en de Zeehaven kunnen volledig doorfunctioneren. De bebouwing van een aantal direct naast de rivier gelegen gebieden (kades en parallelwegen) in het Historisch havengebied wordt blootgesteld aan een inundatiediepte variërend van 0,5 tot maximaal 1 meter. Een hoogwatermelding van 2 m +nap betekent dat riooldistricten een bepaalde periode worden afgesloten, waardoor bewoners en gebruikers geen afvalwater kunnen lozen. Dit komt gemiddeld eens per jaar voor. De optredende maximale waterstand gekoppeld aan de duur van hoogtij bepaald vervolgens de duur dat het gebied wordt afgesloten. Bij een maatgevende overstroming zal dit (afhankelijk van de rivierafvoer) maximaal 12 uur duren. Een gevolgenbeperkende maatregel is het informeren van de bewoners en gebruikers van de gebieden (zie bijlage 3) op mogelijke afsluiting tijdens hoogwater. Hiermee vergroot het bewustzijn onder de inwoners op de kans afgesloten te worden, waardoor bewoners zich beter kunnen voorbereiden.

- » *Wat wordt bedoeld met een extreme overstroming?*

De Maatgevende hoogwaterstand is de rivierwaterstand behorend tot de beschermingsnorm voor een gebied. Dijkkring 22 is ontworpen op een MHW (inclusief eventuele golven), waarbij statistisch gezien de kans op overschrijden eens in de 2000 jaar is. Afhankelijk van de locatie ligt de MHW tussen de 2,6 en 3,2 m + nap (Stijnen & Sloopjes, 2010). Voor het buitendijks gebied geldt deze waterstand als het meest realistische extreme scenario. Stijgt het waterpeil boven deze waarde, dan is er een grote kans dat de keringen het begeven.

- » *Welke gebieden worden blootgesteld aan inundatie vanuit de rivier?*

De Zeehaven en de Staart worden op een aantal locaties blootgesteld aan inundatie, hier zijn echter geen vitale infrastructuur en kwetsbare functies gesitueerd. De aan kades¹ (en parallel aan de kades lopende wegen) grenzende bebouwing in het Historisch havengebied worden blootgesteld aan een maximale inundatiediepte variërend van 0,5 tot 1 meter.

- » *Wat zijn de locaties van de buitendijkse vitale infrastructuur en kwetsbare functies?*

De locaties van de vitale infrastructuur zijn aan de hand van een GIS-analyse en observerend onderzoek in kaart gebracht. De resultaten hiervan staan weergegeven in bijlage 4.

- » *Welke vitale infrastructuur en kwetsbare functies worden blootgesteld aan water vanuit de rivier?*

Uit paragraaf 3.7 blijkt dat de buitendijkse kwetsbare functies niet worden blootgesteld aan water vanuit de rivier. De inundatie kaart in bijlage 4 maakt inzichtelijk welke vitale infrastructuur wordt blootgesteld. Concreet heeft dit betrekking op de volgende voorzieningen:

- Elektriciteitsnetwerk
- Gasnetwerk
- Rioolstelsel
- Telecomnetwerk

- » *Hoe verhoudt zich het (dis)functioneren van de vitale infrastructuur en kwetsbare functies tot de ambitie van de gemeente om het Eiland van Dordrecht zelfredzaam te krijgen?*

De ambitie van de gemeente Dordrecht is om het buitendijks gebied volledig door te laten functioneren tijdens een overstroming vanuit de rivier. De vitale infrastructuur en kwetsbare functies gesitueerd op de Staart en de Zeehaven kunnen volledig doorfunctioneren. In het Historisch havengebied vormt het rioolstelsel een complicerende factor in de weg naar zelfredzaamheid.

¹ zie tabel 6

7.2 Aanbevelingen

7.2.1 Kans beperking

» Bepaal het aandeel bebouwing dat niet bestand is voor een maatgevende overstroming en creëer overstromingsbewustzijn onder de inwoners. Stel een waterrobuuste inrichting voor waarbij de meterkast en stopcontacten boven het maatgevende waterpeil zijn gesitueerd.

» Houdt bij te ontwikkelen gebieden of herstructurering rekening met de kans op inundatie vanuit de rivier; Ontwikkel waterrobuuste gebieden met een gescheiden rioolstelsel en koppel de locatiekeuze van vitale onderdelen en kwetsbare functies aan een hoogtekaart / inundatiekaart. Een waterrobuuste inrichting kan tevens bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van een gebied.

» Onderzoek de alternatieven voor vuilwaterafvoer in de gebieden die worden afgesloten van het riool.

7.2.2 Gevolgen beperking

» Schat de duur van een overstroming en communiceer vooraf richting de bewoners dat er een bepaalde tijd niet op het riool gesloosd kan worden. Stel mogelijke alternatieven voor. De duur dat het riool wordt afgesloten zal niet langer dan 6 uur zijn (het verschil tussen de maatgevende waterstand (3 m +nap) en het moment dat het riool wordt afgesloten (2 m +nap) bedraagt 1 meter), het getij hoogteverschil is 0,8 m in 6 uur).

7.2.3 Beleid en organisatie

» Koppel de maximaal optredende buitendijkse inundatiediepte aan de maatgevende waterstand die gerelateerd is aan de overschrijdingskans van dijkkring 22. Focus op de optredende inundatiediepte en voorkom derhalve onrealistische scenario's.

» Werk samen met de verantwoordelijke (nuts)bedrijven. Zij beschikken bij uitstek over de kennis en kunde die nodig is om een netwerk waterrobuust te krijgen. Confronteer de bedrijven met de overstromingsrisico's (en de kans dat een overstroming in de toekomst mogelijk frequenter zal optreden) en bepaal de meekoppelkansen.

» Werk bij beleidsvoering en planningsmederijen intern en extern samen en stel een multidisciplinaire (technici, beleidmakers, uitvoerders e.d.) werkgroep op. Een integrale benadering zal de kans op onzekerheden voorkomen en geeft een breder en dieper inzicht in de (on)mogelijkheden.

» Het inzamelen en afvoeren van afvalwater valt onder de verantwoordelijkheid van de gemeente. Onderzoek de mogelijke alternatieven voor inwoners om een periode (maximaal 12 uur) zonder toegang tot de riolerings te overbruggen

7.2.4 Aanbeveling voor vervolgonderzoek

» Onderzoek naar de gevolgen van een maatgevende overstroming op het buitendijkse gelegen gasnetwerk.

8. Discussie

Volgens de geïnterviewde bedrijven is een overstromingskans van eens in de 2000 jaar een te kleine kans om rekening mee te houden bij investeringen in waterrobuustheid van het netwerk. De (hoge) kosten die gepaard gaan met het waterrobuust krijgen van het netwerk, rekening houdend met een maatgevende overstroming, worden doorgerekend naar de klant. Volgens de bedrijven kunnen deze kosten op een betere manier geïnvesteerd worden.

De verantwoordelijke voor de elektriciteit- en gaslevering (Stedin) tot aan de woningen, was niet bereid mee te werken aan deze studie. Samenwerking en gegevensuitwisseling had in deze studie een genuanceerder resultaat kunnen opleveren.



Zeker weer eens
vergeten af te
sluiten, die jongens
van de gemeente...

Literatuur

- van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., Aad , v., van Oldenborgh, G., Caroline, K., et al. (2006). *KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands*.
- van Dongen, K., Stolk, D., Weber, L., & de Lange, M. (2013). *Informatiepreparatie Overstromingsrisico's en Domino-effecten*. TNO, Veiligheidsregio Hollands Midden, Hoogheemraadschap van Rijnland.
- van Herk, S., Kelder, E., Bax, J., van Son, E., Waals, H., Zevenbergen, C., et al. (2011). *Gebiedspilot meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht - Concept - Tussenrapportage*. Mare.
- Veerbeek, W., Zevenbergen, C., & Gersonius, B. (2010). *Flood risk in unembanked areas. Part C Vulnerability assessment based on direct flood damages*. Kennis voor Klimaat.
- Beleidsnota waterveiligheid. (2009). *Beleidsnota waterveiligheid*. ministerie van Verkeer en Waterstaat, het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Elshof, A., de Graaff, R., & van de Veerdonk, C. (2012). *Basisdocument DPNH Buitendijkse gebieden*. Elshof Advies, ORG-ID, .
- de Graaf, R., Roeffen, B., Lindemans, W., Czapiewska, K., Dal Bo Zanon, B., & de Jong, P. (2012). *Technologies for flood-proofing hotspot buildings* . Deltasync. Deltasync.
- de Graaff, R., & van de Veerdonk, C. (2012). *Handreiking Communicatie over Waterveiligheidsrisico's Buitendijks*. Deltaprogramma , Nieuwbouw en Herstructurering.
- Deltares. (2012). *Waterstanden schema's*. Deltares.
- den Ouden, T., & Souwer, b. (2013). *Flood proofing the critical infrastructure of Dordrecht - A case study in applying the Hotspot Flood Proofing Toolbox & the Quick Win Method*.
- Dik, D., & Judith , M. (2013). *Factsheet DPNH / Waterrobuuste inrichting Vitale en kwetsbare functies* .
- Dongen, K., Stolk, D., Lilian, W., & de Lange, M. (2013). *Informatiepreparatie, overstromingsrisico's en domino-effecten. Een verkenning*. TNO, Veiligheidsregio Hollands Midden, Hoogheemraadschap van Rijnland.
- DPNH. (2013). *Redeneerlijn voor Vitale en kwetsbare functies (expertversie)* . Deltaprogramma.
- Gemeente Dordrecht. (2010). *Bouwhistorische verkenning van de machinefabriek van Scheepswerf De Biesbosch* . Bureau M&A.
- Gersonius, B., Hulsebosch, M., & Kelder, E. (2014). *Gebiedsstrategie Eiland van Dordrecht*.
- Gilding, C. (n.d) *Onderzoek naar overstromingsrisico's in de veiligheidsketen*.
- Graaff, R., & van de Veerdonk, C. (2012). *Handreiking Communicatie over Waterveiligheidsrisico's Buitendijks*. Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering.
- Instituut Fysieke Veiligheid (IVV). (2014). *Instituut Fysieke Veiligheid* . Opgehaald van <http://www.infopuntveiligheid.nl/Publicatie/Dossier/10/vitale-infrastructuur.html>

Literatuur

- Huizinga, J., Nederpel, A., de Groot, K., & Batterink, M. (2011). *Risicomethode buitendijks: Methodiek ter bepaling van risico's als gevolg van hoogwater*. Arcadis, HKV LIJN IN WATER .
- Hamelink, B. (2014). *Het bevorderen van zelfredzaamheid voor, tijdens en na een overstroming* . Veiligheidsregio Zuid-Holland-Zuid.
- Heileman, K., Balmand, E., Lhomme, S., de Bruin, K., Nie, L., & Serre, D. (2013). *Identification and analysis of most vulnerable infrastructure in respect to floods* . FloodProbe.
- Kind, J., & van der Doef, M. *Factsheets Basisinformatie Waterveiligheid 21e Eeuw* . Deltares.
- Luyendijk, E., Bootink, M., Visser, W., van Kruining, M., de Bruin, E., Tromp, E., et al. (2010). *Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten*. Grontmij, Deltares.
- Luijff, E., Burger, H., & Klaver, M. *Critical Infrastructure Protection in The Netherlands: A Quick-scan*. TNO Physics and Electronics Laboratory (TNO-FEL).
- LAT. (2013). *Landelijke Handhavingsstrategie BRZO 1999*.
- Sissing Meijer, G. (2013). *Het belang van Vitale infrastructuur. Movares - MLV & Vitale Infrastructuur* (International Waterweek 2013).
- Speijk, A., Smits, J., Huisman, F., & Os, N. (2014). *Achtergronddocument Eiland van Dordrecht*. Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Stijnen, J., & Slootjes, N. (2010). *Eerste verkenning Waterveiligheid Rijnmond-Drechtsteden*. TU Delft – HKV LIJN IN WATER .
- Rijcken , T., Jan, S., & Slootjes, N. (2012). *“SimDelta”—Inquiry into an Internet-Based Interactive Model for Water Infrastructure Development in The Netherlands*. Delft University of Technology, HKV Consultants, Deltares.
- De Kort, R., (2011) *Kwetsbaarheid in het buitendijks gebied. analyse van de gevolgen van overstroming op vitale infrastructuur en stedelijke functies in Rotterdam*. Gemeente Rotterdam
- Royal Haskoning/DHV. (2012). *Analyse waterrobuuste inrichting Voor nieuwbouw en vitale & kwetsbare functies*. Deelprogramma Nieuwbouw en herstructurering.
- Lips, N., (2012) *Application of storylines for strategy development in flood risk management (FRM). A case study on the flooding of the island of Dordrecht (the Netherlands)*



B I J L A G E N

- Bijlage 1: Buitendijkse kwetsbare functies
- Bijlage 2: Blootgestelde buitendijkse gebieden
- Bijlage 3: Kwetsbare buitendijkse rioldistricten
- Bijlage 4: Locatie vitale infrastructuur / kwetsbare functies
 - 4.1 Zeehaven
 - 4.2 Binnenstad
 - 4.3 Staart
- Bijlage 5: Inundatiekaarten
 - 5.1 Zeehaven
 - 5.2 Binnenstad
 - 5.3 Staart
- Bijlage 6: Inundatiekaart bij 3,2 m +nap
- Bijlage 7: Kwetsbaarheidsanalyse
- Bijlage 8: Thema elektriciteit
- Bijlage 9: Thema drinkwater
- Bijlage 10: Thema riolering
- Bijlage 11: Thema gas
- Bijlage 12: Interviews

Bijlage 8: Kwetsbaarheid elektriciteitsnetwerk

Objecten	Kans op doorfunctioneren	Blootstelling	Uitvaleffecten
380 - 150 kV transformator (Crayestein)	Hoog; Alle belangrijke onderdelen zijn verhoogd (<1 m) aangelegd en redundant. Het station beschikt over een noodstroomvoorziening	Laag; Bij een MHW overstroomt het zuidelijk deel. Inundatiediepte is <0,2 m. De belangrijke onderdelen zijn geplaatst op > 2,5 m boven maaiveld, en zullen niet uitvallen	Beperkt; De transformator beschikt over noodstroomvoorzieningen
150 - 50 kV transformator (Baanhoekweg)	Hoog; Vanwege beperkte blootstelling. De onderdelen in het station zijn redundant en verhoogd aangelegd.	Laag; Het 150 kV schakelstation wordt niet blootgesteld aan inundatie bij een MHW	Beperkt; De transformator beschikt over noodstroomvoorzieningen
50 - 13 kV transformator	Hoog; Vanwege beperkte blootstelling	Beperkt; Bij aanleg is rekening gehouden met een kans op overstromingen	Hoog; Uitval van een transformatorstation heeft effect op een gebied ter grootte van een wijk (circa 200 woningen).
Netstroomkasten / woningaansluitingen	Laag; Bij hoogwater zullen gebieden preventief worden afgesloten. Bij woningen met het vloerpeil op maaiveldniveau ontstaat mogelijk kortsluiting	Hoog; In de kwetsbare gebieden gelegen woningen / netstroomkasten worden blootgesteld aan inundatie	Hoog; Uitval van een netstroomkast heeft effect op een gebied ter grootte van een straat. Er zullen echter geen doorstralingseffecten optreden

Bijlage 9: Kwetsbaarheid drinkwaternetwerk

Objecten	Kans op doorfunctioneren	Blootstelling	Uitvaleffecten
Spaarbekkens	Hoog; Vanwege de lage kans op blootstelling	Laag; Spaarbekkens zijn hooggelegen, waardoor bij een MHW geen inundatie plaatsvindt	Beperkt; Ruw water kan als back-up worden geleverd vanuit de grondputten
Puttenvelden	Hoog; Vanwege de lage kans op blootstelling	Laag; Puttenvelden liggen binnendijks	Beperkt; Ruw water kan als back-up worden geleverd vanuit de grondputten
Dinkwaterlocatie	Laag; Vanwege de lage kans op blootstelling	Laag; De productielocatie wordt niet blootgesteld aan een maatgevende overstroming	Beperkt; Evides heeft de wettelijke plicht 10 dagen drinkwater te leveren.
Transportleidingen	Laag; Vanwege de lage kans op blootstelling	Laag; De transportleidingen breken als de grond rondom de leiding wegspoeld. De stroomsnelheden in het buitendijksgebied liggen laag	Beperkt; Er kan geen water meer geleverd worden. Evides beschikt over een mobiele watervoorziening

Bijlage 10: Kwetsbaarheid rioolstelsel

Objecten	Kans op doorfunctioneren	Blootstelling	Uitvaleffecten
RWZI	Hoog; Vanwege de lage kans op blootstelling	Laag; De RWZI Baanhoek is hooggelegen, waardoor bij een MHW geen inundatie plaatsvindt	Hoog; De RWZI verwerkt afvalwater voor het gehele eiland van Dordrecht
Rioolgemaal	Laag; Bij een waterstand van 2,00 m + nap wordt het stroom voor de gemalen afgesloten	Hoog; De gemalen zijn gelegen op de laaggelegen kades. Deze worden blootgesteld aan rivierwater	Middelmatig; In de buitendijkse gebieden zijn een aantal gemalen gelegen. Afhankelijk van de locatie waar inundatie optreedt kunnen deze worden afgesloten
Rioolstelsel	Laag; Bij een waterstand van 2,00 m + nap worden de persleidingen afgesloten	Hoog; Bij een waterstand van 2,00 m + nap stroomt rivierwater het stelsel binnen	Middelmatig; Het rioolstelsel kan gedeeltelijk worden afgesloten. Uitval zal effect hebben op de afgesloten districten

Bijlage 11: Kwetsbaarheid gasnetwerk

Objecten	Kans op doorfunctioneren	Blootstelling	Uitvaleffecten
Gasontvangstation 40 bar	Hoog, vanwege de lage blootstelling	Laag, het station is buiten de overstromingszone gelegen	Hoog, het ontvangsstation voorziet het gehele Eiland van Dordrecht van gas
distributiestation 8 bar - 30 mbar	Hoog, vanwege de lage blootstelling	Laag, de distributiestationen zijn buiten de overstromingszone gelegen	Onbekend
Distributienet 89	Hoog, vanwege de lage blootstelling	Laag, de hogedrukleiding is buiten de overstromingszone gelegen	Onbekend
Distributienet 40 bar	Hoog, vanwege de lage blootstelling	Laag, het 40 bar distributienetwerk is buiten de overstromingszone gelegen	Onbekend
Distributienet 8 / 30 milibar	Onbekend	Onbekend;	Onbekend

Bijlage 12.1 Interview | Evides

Ir. F.W (Frans) Bodmer

Regiohoofd productielocatie Baanhoek

Hoe functioneert het drinkwaternetwerk?

Oppervlakte water:

Het water komt uit de Petrusplaat. Wordt met grote leidingen naar Baanhoek gebracht. Ondergaat op Baanhoek een zuivering. Het drinkwater wordt vervolgens opgeslagen in een tweetal reservoirs.

Grondwater:

Kop van het land 4 putten

Polder de Biesbosch zijn 11 bronnen

Jeugddorp een aantal bronnen

Het drinkwaterbekken “Grote Rug”, gelegen op het EVD (naast de productielocatie) wordt niet meer gebruikt als drinkwaterbekken. De grote Rug wordt alleen gebruikt voor noodsituaties als vanuit de Petrusplaat geen water getransporteerd kan worden. In mei wordt een alternatief ingevoerd waarbij in tijden van nood water vanuit de Berenplaat wordt aangevoerd.

Vanuit Baanhoek wordt het drinkwater met vrij grote leidingen het net in gepompt. Met de pompen op de Baanhoek wordt het gehele net op druk gehouden.

Wat betekent een extreme waterstand voor de drinkwaterwinningslocatie?

het is niet erg als water vanuit het Wantij in de Grote Rug terecht komt. Er wordt geen water meer vanuit het wantij ingenomen. In de installatie zijn metertjes die aangeven dat water op de vloer ligt. Als het water hoger stijgt en het terrein onderloopt dan is er een kans dat het zuiveringsproces stagneert en er niet meer geleverd kan worden.

Belangrijk is om in dat geval te voorkomen dat het water vanuit de rivier niet vermengd wordt met het drinkwater.

Zijn de buitendijkse grondwaterputten beschermd voor overstromingen?

Evides kan er weinig tegen doen. Er kan in dat geval niet meer met grondwater worden gewerkt. Het heeft geen nadelig effect op de drinkwaterlevering. Tussen de 25 en 30% van het drinkwater is afkomstig van grondwater. Het resterende deel is afkomstig van oppervlaktewater. Dit kan eenvoudig worden opgevoerd.

Bij welke overstromingsdiepte ontstaat schade aan de waterleidingen?

De bovenkant van de grote waterleiding ligt op 1,6 m-mv. Het grootste risico wordt gevormd doordat grond onder de leiding weg spoelt, waardoor deze geen ondersteuning meer krijgt en barst.

Bij een inundatiediepte van 1 meter boven maaiveld zal in het waterleidingnet geen schade ontstaan als gevolg van overdruk, omdat de druk in de leidingen 2,5 m bedraagt.

Wat is de vervangingscyclus van de onderdelen?

Dat is lastig te bepalen. Evides volgt vaak de gemeente. Als er bijvoorbeeld een nieuwe weg wordt aangelegd en een waterleiding moet worden verlegd, dan wordt naar de staat van de waterleiding gekeken en zo mogelijk vervangen. Dat gaat vaak samen met andere leidingbeheerders, waardoor de kosten kunnen worden verdeeld.

Is er geanticipeerd op uitval als gevolg van een domino-effect?

Evides zorgt voor eigen energie. Op het terrein zijn 3 noodaggregaten aanwezig. Bij de grondwaterputten staan noodaggregaten. Wettelijk is Evides verplicht om voor 10 dagen proces draaiende te houden. Evides heeft een brandstofvoorraad voor 20 dagen.

In een noodsituatie (bijvoorbeeld als de Maas vervuild is geraakt), en er kan geen drinkwater worden gewonnen vanuit de Maas, dan wordt grondwater via Baanhoek in de gehele regio verdeeld (3 liter per persoon per dag).

Bijlage 12.1 Interview | Evides

Wordt er bij aanleg / vervanging geanticipeerd op een toenemende kans op overstromingen?

Wordt niet specifiek rekening mee gehouden.

Hoeveel tijd neemt de herstelperiode van een breuk in het net in beslag?

Grote leidingen: 2/3 uur.

Kleine leidingen kunnen afgesloten worden, waardoor het herstel makkelijker verloopt.

Is het voor Evides haalbaar om rekening te houden met extreme scenario's?

Het is een risicoafweging. Evides kijkt hoe tijdens een extreme situatie drinkwater naar een bepaald gebied gehaald kan worden, waardoor elke plek een back-up vanuit een andere productielocatie heeft. Het anticiperen op extreme situaties met een zeer kleine kans op voorkomen belast de waterprijs, wat wellicht beter worden geïnvesteerd in bijvoorbeeld reserve onderdelen.

Bijlage 12.2 Interview | Gemeente Dordrecht

Ronald van Pelt

Rioolbeheerder gemeente Dordrecht

Hoe werkt het rioolstelsel in het buitendijksgebied?

De gemeente Dordrecht is verantwoordelijk voor de infrastructuur in de openbare ruimte. De huisaansluitingen vallen onder particuliere verantwoordelijkheid.

Het buitendijkse riool is onder vrij verval aangelegd. Het afvalwater wordt vanaf de woningen doorgepompt naar een rioolgemaal dat inzamelt op buurniveau. Onder vrij verval of met persleidingen wordt het vervolgens naar het gemaal op de Maria Montessori aan getransporteerd. Hier wordt het afvalwater van Dordrecht ingezameld. Vanaf dit gemaal lopen persleidingen naar de RWZI op de baanhoek.

Kan het rivierwater via het rioolstelsel binnendijks komen?

Wanneer het water op de kades staat loopt het rioolstelsel vol. Op dat moment worden de gemalen in die gebieden stop gezet, waardoor er geen stroming meer is naar het binnendijks gebied. In zo'n geval is het gebied al geëvacueerd en vindt er geen lozing op het riool plaats.

Kan het water in de woningen omhoog komen?

Dat kan, het zijn communicerende vaten, dus als de druk in het riool boven een bepaalde stand komt, zal het de woningen in komen. Dit zal vooral gebeuren bij woningen op laaggelegen terrein. Hier zijn maatregelen (terugslagkleppen) genomen om het afvalwater buitenshuis te houden.

Is het riolerings technisch mogelijk om een gebied door te laten functioneren tijdens een extreme waterstand?

Met het huidige stelsel in de Binnenstad is het niet mogelijk. Het is in het geval van een overstroming onmogelijk om het water te verwerken, waardoor afsluiting van het riool de enige optie is. In wijken waar een nieuw stelsel wordt aangelegd is het wel mogelijk om door te functioneren. Daar wordt namelijk gescheiden ingezameld, waardoor het vuilwaterstelsel kan blijven draaien.

De ondergrond in de binnenstad is vanwege de hoeveelheid kabels en leidingen te klein om een gescheiden stelsel aan te leggen. Vrijwel het gehele stelsel is tussen 1985 en 2000 vervangen.

Bij welke inundatiediepte ontstaat schade aan de rioolbuizen?

Het water zal geen effect hebben op de buizen. De druk wordt gecompenseerd door het grondwater. Het zal geen risico vormen voor het riool.

Bijlage 12.3 Interview | Tennet

Henno Macdaniel

Beheerder 150kV station (Baanhoekweg / Noorderdijk) en 380 kV station (Crayestein).

Hoe werkt het netwerk?

Tennet verzorgt het transport van a naar b. Het 380 kV station op de staart (station Crayestein) vormt het knooppunt tussen de stations Maasvlakte en Krimpen. Van station Crayestein gaan kabels naar de centrale op de Baanhoekweg, waar de spanning wordt omgezet van 150 kV naar 50 / 25 kV. Vanuit de Baanhoekweg wordt de spanning naar de transformatorhuisjes van Stedin getransporteerd. De spanning wordt hier omgezet van 50 kV naar 10 kV. Vervolgens verspreiden straatkasten de spanning op 380 V / 230 V naar de woningen.

Als een laagspanningskast uitvalt, zal dit op straatschaal effect hebben. De 50 kV – 10kV transformatorhuisjes voorzien op wijkschaal. Vanuit de centrale Baanhoekweg loopt een 50 kV lijn naar de Zeeuwse eilanden; uitval van het 150 kV centrale op de Baanhoekweg heeft effect tot de Zeeuwse eilanden.

Wordt er bij de aanleg van nieuwe onderdelen rekening gehouden met overstromingen vanuit de rivier?

Daar wordt rekening mee gehouden. De transformators staan verhoogd, ca. 2 meter. De 380 kV isolatoren zitten op 6 meter boven maaiveld. Kasten zitten op 4 meter boven maaiveld.

In de Noordwaard is Tennet momenteel bezig om de masten te verhogen. De masten worden op 4 meter hoger betonnen blokken geplaatst. Het station wordt beschermd door een dijk.

Wat is het effect op het net als één onderdeel uitvalt?

Een uitgevallen straatkast zal niet de 50 kV transformatorstations beïnvloeden. Als een transformatorstation aan het begin van de schakel uitvalt, zal dit de onderdelen aan het eind van de schakel beïnvloeden.

Wat is het effect als een 50kV transformator uitvalt voor de 150 kV en 380 kV centrales?

De beveiligingen en de verlichting draait op voeding van Stedin (laagspanning). Als deze uitvalt beschikt elk station over noodstroomaggregaten om de laagspanning in de stations in stand te houden. Dit is van groot belang, als de beveiliging uitvalt zal het proces stagneren. Daarnaast zijn alle vitale onderdelen voorzien van accu's die de

Kunnen gebieden preventief worden afgesloten?

Ja dat is mogelijk. Er moet voor dit geval bij Stedin een calamiteiten plan klaar liggen.

Wat is de vervangingscyclus?

Op de onderdelen zit een levertijd van een half jaar. Tennet heeft voor alle onderdelen een strategische voorraad.

Bijlage 12.4 Interview | Joulz

Marco Vogel

Sr. werk- en installatie verantwoordelijke

Hoe zit het netwerk in elkaar?

Het hoogspanningsnet bestaat uit ringstructuren waarin de hoogspanningscentrales en transformatorhuisjes onderling zijn verbonden. Als een onderdeel in het netwerk uitvalt, kan via een ander station stroom worden geleverd.

Wat is het uitvaleffect van een asset? Ontstaan er doorstralingseffecten?

Het heeft effect op de directe omgeving. Op één hoogspanningstransformator (13 kV) zijn circa 200 woningen aangesloten. Door de ringstructuur van het netwerk zullen er geen doorstralingseffecten ontstaan.

Hoeveel tijd neemt herstel van een uitgevallen asset in beslag?

De leveranciers streven er naar een verstoring of uitgevallen asset binnen twee uur te repareren. Duurt het langer dan twee uur, dan worden er boetes van de energiekamer opgelegd (de leverancier ontvangt dan minder subsidie), en moeten klanten worden gecompenseerd.

Hoe wordt er geanticipeerd op een overstromingsdreiging?

De transformatorhuisjes beschikken over een beveiliging. Indien het water een bedreiging vormt voor het functioneren van de transformator, dan worden deze automatisch afgesloten.

Mocht het water verder stijgen, dan wordt er opgeschaald. In dat geval is de beslissing afhankelijk van de incidenteigenaren (politie, brandweer, burgemeester). In het meest extreme scenario kunnen gebieden preventief worden afgesloten.

Bij welke inundatiediepte ontstaat er schade?

Circa 1 meter water op het maaiveld vormt een risico voor het functioneren van het hoogspanningsnetwerk.

Is er ooit schade of overlast ontstaan als gevolg van overstromingen?

Niet bekend of er ooit schade of uitval is geweest.

Voorziet Joulz problemen in het buitendijks gebied?

Nee er zijn geen problemen te verwachten. Een gebeurtenis van eens in de 2000 jaar is niet tastbaar genoeg om te anticiperen op uitval ten gevolge van overstromingen. De investeringen om op dergelijke te anticiperen wegen niet op tegen de baten.

Bijlage 12.5 Interview | KPN

Wim Dijkstra

Projectmanager herstructurering telecom Noordwaard

KPN is momenteel bezig in de Noordwaard de vernieuwing van het bestaande telecomnetwerk. Dit telecomnetwerk is bestand tegen het mogelijk onderlopen van het gebied. Wim Dijkstra, projectmanager, heeft de werking van het telecommunicatienetwerk toegelicht en op welke wijze er rekening wordt gehouden met de blootstelling van assets op mogelijke overstromingen.

Hoe functioneert het telecommunicatienetwerk?

Op landelijke schaal begint het telecomnetwerk bij de telefooncentrale. Vanuit de centrale loopt een kabel naar een actieve kast waarin apparatuur is geplaatst. Dit knooppunt levert aan de op wijkniveau geplaatste passieve verdeelkasten. Hierin is geen apparatuur geplaatst. Deze kasten staan in verbinding met woningaansluitingen. 1 verdeelkast levert aan gemiddeld 300 woningen. In Nederland zijn 26.000 actieve verdeelkasten gelegen.

Bij welke inundatiediepte ontstaat schade?

0,2 tot 0,3 m

Is er geanticipeerd op uitval als gevolg van een domino-effect?

In de passieve kasten is geen apparatuur aanwezig. Deze zullen blijven functioneren tijdens een overstroming. De actieve kasten zijn voorzien van een accu pakket. Deze kunnen ca. 4 uur blijven doordraaien op noodstroom.

Tijdens een overstroming blijft het telefoonnetwerk in de meeste gevallen bereikbaar;

Wordt er bij de aanleg geanticipeerd op een toenemende kans op overstromingen?

Als iets nieuw wordt aangelegd wel. Dan wordt met de gemeente besproken op welke manier dit het beste uitgevoerd kan worden.

Welke kosten zijn verbonden aan het repareren / herplaatsen van een onderdeel?

Schatting: actieve kast: 10.000 euro
passieve kast: ca. 2.000 euro

Hoeveel tijd neemt de herstelperiode in beslag?

Allereerst moet het waterpeil zakken tot een niveau dat de kasten weer toegankelijk zijn. Vervolgens wordt de asset afgeschermd en met behulp van een hittekanon droog geföhnd. De schade expert bepaald vervolgens of de kast geheel vervangen moet worden, of dat de storing anderzijds opgelost kan worden. Het vervangen van de kast neemt ca. 2-3 dagen in beslag. Afhankelijk van de grootte, zal de storing binnen ca. 8 uur zijn opgelost.