

**Waterveiligheidsnormen :
achterliggende factoren en
relatie met nieuwbouw en
vitale infrastructuur**



**Waterveiligheidsnormen :
achterliggende factoren en relatie
met nieuwbouw en vitale
infrastructuur**

Karin de Bruijn
Jarl Kind
Peter de Grave

Titel

Waterveiligheidsnormen : achterliggende factoren en relatie met nieuwbouw en vitale infrastructuur

Opdrachtgever

Evert van der Meide

Project

11203724-010

Kenmerk

11203724-010-BGS-0001

Pagina's

59

Trefwoorden

DPRD, waterveiligheid, nieuwbouw, normen voor waterkeringen

Samenvatting

In DPRD gebied wordt veel bijgebouwd en zijn ook plannen voor de aanleg van nieuwe vitale infrastructuur. Deze plannen kunnen leiden tot een verhoging van het overstromingsrisico. DPRD heeft gevraagd hoe deze plannen zich verhouden met de aannames die gemaakt zijn voor de berekeningen die ten grondslag liggen aan de normen. De opdracht bestond uit drie onderdelen: duiding van de aannames achter de normen, bepalen van het effect van nieuwbouw op de berekende optimale overstromingskans ten behoeve van de normen en analyse van de wijze waarop vitale infrastructuur meegenomen is in de berekeningen achter de normen.

Referenties

| Versie | Datum | Auteur | Paraaf | Review | Paraaf | Goedkeuring | Paraaf |
|--------|-----------|--|-------------|--------------------|----------|-----------------|--------|
| 0.1 | dec. 2019 | Karin de Bruijn Jarl Kind Peter de Grave | <i>Kdbs</i> | Anouk te Nijenhuis | <i>@</i> | Henriette Otter | |

Status

definitief

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1.1 | Achtergrond | 2 |
| 1.2 | Doel | 3 |
| 1.3 | Proces en bemensing | 3 |
| 2 | Factoren achter de norm | 5 |
| 2.1 | Inleiding | 5 |
| 2.2 | Achtergronden van de berekeningen welke ten grondslag liggen aan de normen | 6 |
| 2.3 | Bepalen van gevolgen van een overstroming | 11 |
| 2.4 | Bepalen van de kosten van dijkversterking | 14 |
| 2.4.1 | Werkwijze in DPV | 14 |
| 2.4.2 | Nieuwe inzichten in de uitgangssituatie en dijkfaalmechanismen | 18 |
| 2.5 | Conclusies | 19 |
| 3 | Nieuwbouw in relatie tot normen | 21 |
| 3.1 | Inleiding | 21 |
| 3.2 | Gebruikte aannames voor economische groei en nieuwbouw | 21 |
| 3.3 | Regionale analyse van nieuwbouw tot 2011 | 22 |
| 3.4 | Toename van het aantal woningen tussen 2011-2019 | 24 |
| 3.5 | Verwachte groei tot 2050 | 25 |
| 3.6 | Samenvatting en discussie nieuwbouw | 26 |
| 4 | Vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA | 29 |
| 4.1 | Vitale en kwetsbare functies in DPRD | 29 |
| 4.2 | Vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA | 33 |
| 4.3 | Plausibiliteit van een opslagfactor voor het ramen van de indirecte schade als gevolg van uitval van vitale en kwetsbare functies in het DPRD gebied | 36 |
| 4.4 | Conclusies en aanbevelingen vitale infrastructuur | 38 |
| 5 | Conclusies, discussie en aanbevelingen | 41 |
| 5.1 | Conclusies en discussie | 41 |
| 5.2 | Aanbevelingen | 42 |
| 6 | Referenties | 43 |
| | Bijlage A: Achtergronden bij de bepaling van de economische optimale faalkans van keringen ten behoeve van de normendiscussie voor DPV | 45 |
| | Bijlage B: Referentiekansen uit WV21 | 49 |
| | Bijlage C: Effect van wijziging discontovoet en economische groei | 51 |
| | Bijlage D. Verschilfactor tussen schade 2050 en maximale schade van de normklasse (volgens DPV2015) | 53 |
| | Bijlage E: Vitale infrastructuur | 55 |
| | Inleiding | |

1.1 Achtergrond

Het Rijnmond-Drechtsteden gebied ontwikkelt zich snel en is cruciaal voor Nederland. Er is een hoge economische groei, er zijn plannen voor de aanleg van nieuwe kritieke infrastructuur en vitale objecten zoals een warmterotonde en datacentra, en er worden vele woningen bijgebouwd. Vanwege al die ontwikkelingen heeft DPRD Deltares gevraagd welke uitgangspunten over schade, nieuwbouw en economische groei ten grondslag liggen aan de wettelijke veiligheidsnormen voor overstromingen en hoe nieuwe inzichten en nieuwe plannen met betrekking tot nieuwbouw en vitale infrastructuur zich verhouden tot de uitgangspunten welke gebruikt zijn bij het afleiden van de normen.

In het begin van 2019 heeft Deltares een opdracht uitgevoerd waarin 13 vragen gerelateerd aan zeespiegelstijging en waterveiligheid zijn geadresseerd, waaronder een vraag over ruimte in de norm. In die opdracht is deze vraag zeer beknopt bekeken (Kind et al., 2019). In deze studie wordt verder gekeken naar met name nieuwbouw en vitale infrastructuur.

Het onderzoek wordt in twee fasen aangepakt. Dit rapport geeft de resultaten van de eerste fase uitgevoerd in november 2019. De tweede fase kan in 2020 opgepakt worden. In fase 1 wordt een verkenning uitgevoerd waarin de normen en achterliggende aannames met name die gerelateerd aan nieuwbouw, vitale infrastructuur en economische groei geduid worden, en wordt een analyse gedaan van reeds opgetreden veranderingen tussen 2000 en 2018. Gezien de beperkte looptijd heeft deze fase het karakter van een verkenning. In fase 2 kunnen door de opdrachtgever geïdentificeerde vervolgvragen worden opgepakt en kan meer diepgang in het onderzoek gebracht worden.

1.2 Doel

Het doel van de verkenning in fase 1 is het duiden van de aannames en factoren achter de normen en het geven van inzicht in de mogelijke invloed van nieuwbouw en de aanwezigheid en aanleg van vitale infrastructuur en kwetsbare objecten op overstromingsrisico's en de normen.

De hoofdvragen zijn:

1. Wat zijn de belangrijkste achtergronden van de normen?
2. Nieuwbouw:
 - Met welke toename tot aan 2050 is rekening gehouden in de berekeningen welke ten grondslag liggen aan de normen?
 - Welke nieuwbouw is er geweest sinds 2000 en wat is de prognose voor de periode tot aan 2050 (op basis van beschikbare gegevens)
 - Hoe verhoudt deze nieuwbouw zich met de aannames gedaan in de berekeningen ten behoeve van de normen?
3. Vitaal en kwetsbaar
 - Welke vitale en kwetsbare functies zijn er in het DPRD gebied dat door overstromingen als gevolg van het falen van primaire waterkeringen wordt bedreigt?
 - Hoe is de uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA meegenomen?
 - Is de in de MKBA gevolgde werkwijze voor het meenemen van de gevolgen van uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur plausibel voor het DPRD gebied?

1.3 Proces en bemensing

Het project wordt uitgevoerd in twee fases. Deze memo geeft de resultaten van de eerste fase. In de kick-off in oktober zijn de vragen aangescherpt en is het project ook afgestemd met Bart Kornman van DGWB. Verder is zoveel mogelijk op basis van beschikbare informatie gewerkt en zijn korte telefonische interviews gehouden met Liesbeth van Bienne van de Veiligheidsregio Zuid-Holland Zuid en met Paul van der Zwet van Stedin om meer inzicht te krijgen in plannen en afhankelijkheden van vitale infrastructuur.

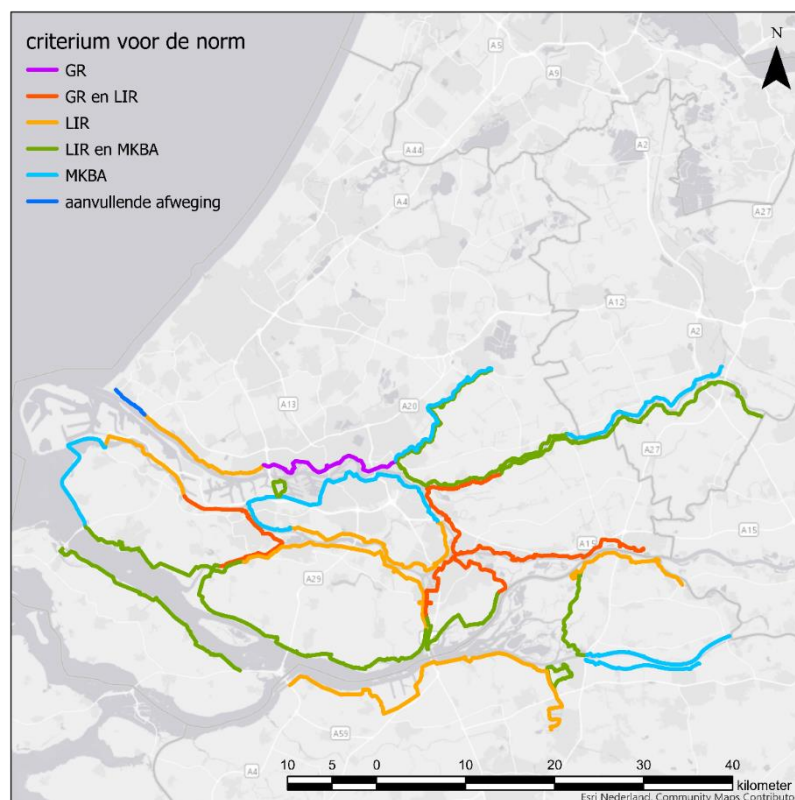
Evert van der Meide is projectleider vanuit DPRD. Karin de Bruijn vanuit Deltares. Verder werkten er aan mee: Jarl Kind en Peter de Grave (Deltares) en zijn betrokken: Rene Piek en Pim Neefjes (DPRD).

2 Factoren achter de norm

2.1 Inleiding

In 2017 zijn voor de Nederlands primaire waterkeringen nieuwe normen vastgesteld waaraan alle keringen in 2050 moeten voldoen. Deze normen beschrijven de maximaal toelaatbare overstromingskans van de keringen. De nieuwe normen zijn tot stand gekomen met de risicobenadering: de normen hangen niet alleen samen met de kans op een overstroming, maar ook met de gevolgen van een overstroming. Ook hangen ze af van de kosten welke nodig zijn om de kans te verkleinen. De normen (overstromingskansen van keringen) zijn zo gedefinieerd dat:

1. Niemand in Nederland een kans van overlijden door overlijden heeft groter dan 1/100.000 is (criterium 'gelijkheid' vertaald in 'basisveiligheid voor iedereen');
2. De risicoreductie opweegt tegen de kosten welke gemaakt worden om de risico's te reduceren (criterium 'efficiency') en
3. De kans op maatschappij-ontwrichtende overstromingen beperkt is.



Figuur 1. Het bepalende criterium voor de keuze van de norm (uitsnede van figuur 5.6 van het DPV hoofdrapport: Slootjes & Van der Most, 2016a)

De eis vanuit het criterium 'gelijkheid' leidde er toe dat ook gevaarlijke gebieden met een minder grote economische waarde een hogere bescherming kregen. Het criterium 'efficiency' is uitgewerkt door een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) uit te voeren waarin de kosten van dijkversterking met de resulterende risicoreductie is vergeleken. Dit resulteerde in een economisch optimale kans voor het jaar 2050.

Tenslotte is de kans op gebeurtenissen met grote aantallen slachtoffers leidend tot grote maatschappelijke ontwrichting beperkt door voor enkele normtrajecten de norm een klasse hoger te kiezen dan op basis van de overige criteria nodig is. Voor vrijwel ieder traject is de strengste eis voortkomend uit deze drie criteria als norm vastgesteld.¹

Bij het afleiden van de 'kanseisen' als basis voor de normen zijn aannames en keuzes met betrekking tot onzekere factoren gemaakt. Ook zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd om het effect van keuzes in beeld te brengen. Om meer recht te doen aan de onzekerheid is bovendien niet de precieze berekende overstromingskans resulterend uit de analyses als norm gekozen, maar zijn de uitkomsten gegroepeerd in klassen welke een factor 3 verschillen. Zo zijn alle trajecten waarvoor de uiteindelijke berekende overstromingskans lag tussen de 1/5500 en 1/17.000 per jaar samengenomen in de normklasse 1/10.000 (Slootjes & van der Most, 2016). Van ruim de helft van alle trajecten in het gebied van Rijnmond Drechtsteden wordt de norm (mede) bepaald door het criterium 'economische optimale overstromingskans'.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de achtergronden van de berekeningen welke ten grondslag liggen aan de normen en het potentiële effect van nieuwe inzichten en gegevens op de uitkomst van de berekeningen voor het Rijnmond-Drechtsteden gebied (paragraaf 2.2). In paragraaf 2.3 wordt dieper ingegaan op de bepaling van de gevolgen van overstromingen en in paragraaf 2.4 op de kosten van dijkversterking die voor het afleiden van de normen zijn gebruikt.

2.2 Achtergronden van de berekeningen welke ten grondslag liggen aan de normen

Deze paragraaf gaat nader in op de aannames en berekeningen welke gedaan zijn om de overstromingskansen voor primaire waterkeringen te kunnen afleiden op basis van de drie criteria efficiency, gelijkheid en maatschappelijke ontwrichting.

Lokaal Individueel Risico:

Om invulling te geven aan het criterium gelijkheid is gesteld dat iedere locatie in Nederland voldoende basisveiligheid moet bieden, wat wil zeggen dat het Lokaal Individueel Risico (LIR) maximaal 10^{-5} mag bedragen.² Het LIR van een traject wordt berekend als het product van (zie vergelijking 1):

- De faalkans van een kering;
- De kans om achter te blijven en nog geen veilig gebied bereikt te hebben voor de overstroming (deze is gelijk aan 1 - de evacuatiefractie);
- En de kans om als achtergeblevene te overlijden (de mortaliteit).

De mortaliteit wordt berekend met mortaliteitsfuncties waarin de mortaliteit gegeven is als functie van waterdiepte, stroomsnelheid en stijgsnelheid. Deze overstromingskarakteristieken worden bepaald met overstromingssimulaties horend bij een representatieve set potentiële breslocaties en buitenwatercondities. Belangrijke aannames/ uitgangspunten en invoer welke gebruikt zijn bij het bepalen van de LIR zijn de gebruikte evacuatiefracties, de mortaliteitsfuncties, de buurtgrenzen en de overstromingssimulaties (zie tabel 1).

$$LIR(t) = \sum_{i=1}^N P_{Nt} * Mortaliteit_N * (I-ovac) \quad (\text{vergelijking 1})$$

Economisch optimale kans:

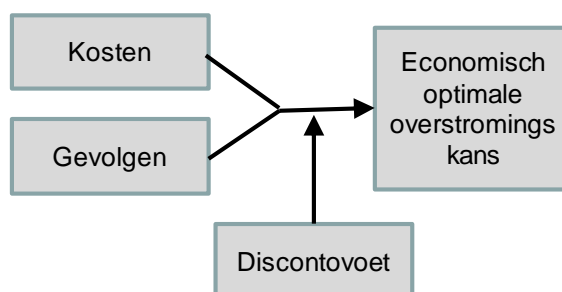
¹ Voor enkele trajecten is op basis van andere overwegingen een normklasse hoger gekozen dan op basis van deze drie criteria is voorgesteld.

² Om tot een eis te komen is de signaleringswaarde van de norm berekend uitgaande van een maximaal LIR van $5 * 10^{-6}$. Voor de ondergrens in de norm is gerekend met 10^{-5} .

De economisch optimale kans is bepaald door de kosten van risicoreductie af te wegen tegen de bereikte risicoreductie. In de bepaling van de risico's worden naast schades ook slachtoffers en getroffen en meegenomen door deze monetair te waarderen. Voor het bepalen van de economisch optimale kans is een vereenvoudigde formule gebruikt ("de directe schattingsmethode") welke gebaseerd is op uitkomsten van een geavanceerde methode van optimalisering (Kind *et al.*, 2011). In WV21 is aangetoond dat de uitkomsten van de versimpelde methode voor dijkkringdelen bij de destijds gebruikte referentiekansen goed overeenkomen met de uitkomsten van de geavanceerde optimaliseringsmethode.

Voor het bepalen van de economisch optimale kans zijn de volgende belangrijke uitgangsparameters gebruikt (zie tabel 1 en figuur 2):

- Kosten 10 keer veiliger: deze is gebaseerd op de decimeringshoogte³ van de waterstand (welke een indicatie geeft van de hydraulische belastingtoename horend bij een 10 keer kleinere kans), aannames over het benodigde dijkprofiel om een waterstand te kunnen keren, en de bijbehorende versterkingskosten;
- Representatieve gevolgen van overstromingen, welke weer bepaald worden door:
 - Overstromingssimulaties;
 - Schadefuncties en slachtofferfuncties;
 - Economische schadebedragen, bedragen per getroffen en per slachtoffer;
 - Landgebruik en inwoneraantallen in 2050 (landgebruik van 2000, en verwachte veranderingen in de tijd)
- Discontovoet.



Figuur 2. Input factoren voor het bepalen van de economisch optimale kans

Groepsrisico:

Het groepsrisico geeft de kans op grote aantallen slachtoffers bij een gebeurtenis zoals een storm met bijbehorende extreme waterstanden, golven en één of meerdere bressen. Op basis van de analyses is een aantal locaties gekozen waar de norm een klasse verzaamd wordt ten opzichte van de overstroomingskans berekend in de MKBA en LIR analyse. Belangrijke invoerparameters voor de groepsrisico-analyse zijn: evacuatiefacties, slachtofferaantallen en de gebruikte fragility curves (curves die de conditionele faalkans geven als functie van de waterstand). Hier wordt verder niet diep op ingegaan in dit rapport. Zie voor meer informatie: Slootjes & Van der Most, (2016a).

³ De decimeringshoogte is het verschil in hoogte van de waterstand horend bij toetspeil en omstandigheden met een overschrijdingskans welke 10 keer zo klein is als de overschrijdingskans van het toetspeil. Het toetspeil is de waterstand met een overschrijdingskans gelijk aan de oude norm. Voor dijkkring Zuid-Holland was dat 1/10.000, voor de overige kustdijkkringen is dit 1/4000 en voor dijkkring 15, 16, 21, 22 en 24 is dit 1/2000 per jaar.

Overzicht

Tabel 1 geeft een overzicht van de belangrijke invoerparameters en gegevens voor de drie kanseisen bepaald op basis van het LIR, MKBA, en groepsrisicoanalyse. De aannames voor deze parameters worden vervolgens onder de tabel besproken.

De beoordeling van het belang van de invoerparameters en gegevens is gedaan op basis van bestaande gevoeligheidsanalyses, berekeningen en expert judgement. “Cruciaal” wil hier zeggen dat de gebruikte waarden of gegevens grote invloed hebben op de uitkomst: wanneer deze net anders gekozen zouden zijn, zouden de uitkomsten anders zijn. ‘Belangrijk’ wil zeggen dat de gebruikte aannames of invoerparameters van belang zijn en de uitkomsten beïnvloeden. ‘Gebruikt’ wil zeggen dat aannames of gegevens gebruikt zijn, maar dat ze zeker zijn of dat andere keuzes niet leiden tot grote verschillen in uitkomst.

Tabel 1 Overzicht van de belangrijkste invoerparameters met een indicatie van hoe bepalend de gebruikte waarden/keuzes zijn voor de resulterende kanseisen. De beoordeling is gebaseerd op expert judgement, gevoeligheidsanalyses en berekeningen voor Nederland.

| Aanname/uitgangspunt | LIR | MKBA | Groepsrisico |
|--|------------|---------------------|--------------|
| Evacuatiefracties | Cruciaal | Gebruikt | Belangrijk |
| Mortaliteitsfuncties | Cruciaal | Gebruikt | Belangrijk |
| Schadefuncties ¹ | - | Belangrijk | - |
| Landgebruik 2000 ¹ | - | Gebruikt | - |
| Inwoners 2000 ¹ | - | Gebruikt | Belangrijk |
| Schadebedragen voor objecten en landgebruik ¹ | - | Belangrijk | - |
| Buurtgrenzen | Belangrijk | - | - |
| Overstromingssimulaties | Cruciaal | Gebruikt | Belangrijk |
| Onzekerheid dijksterktes (fragility curves) | - | - | Belangrijk |
| Hydraulisch model (om afhankelijkheid in belasting tussen locaties mee te nemen) | - | - | Belangrijk |
| Kosten 10 keer veiliger | - | Belangrijk | - |
| Bevolkingsgroei & economische groei van 2011-2050 | | Belangrijk | Gebruikt |
| Discontovoet | - | Belangrijk | - |
| Klimaatverandering | - | Impliciet beschouwd | - |

1. Deze zijn opgenomen in SSM200 en worden hieronder gezamenlijk beschreven.

Evacuatiefracties

De evacuatiefracties in het DPRD-gebied zijn heel laag, behalve in de bovenstroomse trajecten van de Lopiker- en Krimpenerwaard en de Alblasserwaard. Deze lage waarde wordt veroorzaakt door de zeer korte voorspeltijd en de grote bevolkingsdichtheid. In het westen is een scenario waarin een overstroming ontstaat doordat de Maeslantkering niet sluit het meest waarschijnlijk. Het niet sluiten van de Maeslantkering is niet te voorspellen en wordt pas zichtbaar op het moment dat de kering al had moeten sluiten. Ook het voorspellen van het samenvallen van storm, getij en rivierhoogwater resulterend in hoge waterstanden in het overgangsgebied, is lastig. Alleen voor de riviergedomineerde trajecten zijn hoge waterstanden beter te voorspellen, waardoor daar de waarschuwingstijd langer is.

De evacuatiefracties zijn in DPV bewust conservatief ingeschat: er is een bandbreedte bepaald en de onderkant van de band is gekozen als rekenwaarde (Kolen et al., 2013).

Het is dan ook mogelijk dat de evacuatiefracties op termijn hoger ingeschat worden dan in DPV gedaan is, zeker omdat de veiligheidsregio's met impactanalyses en verbeterde inzichten een grotere effectiviteit in de evacuatie kunnen behalen. Indien de evacuatiefractie heel laag is, bijvoorbeeld 8% zoals in het westelijk deel van het DPRD gebied, dan is de kans om achter te blijven 92%. Indien de evacuatiefractie zou verdubbelen naar 16%, dan neemt de kans om achter te blijven af tot 84%, een afname van 7%. Het effect van verbeterde evacuatiefracties op de LIR waarde is dan ook niet zo groot in dit gebied. In de meest oostelijke trajecten van DPRD kan dit wel een significant effect hebben op de eis vanuit het LIR. Het effect op het groepsrisico en de MKBA is waarschijnlijk zeer beperkt. Omdat de norm van deze oostelijke trajecten mede wordt bepaald door de MKBA en het groepsrisico, leidt een toename van de evacuatiefractie en dus afname van de LIR-eis niet tot een minder strenge eis aan de kering. Het nader bestuderen van deze invoerparameter ten behoeve van de evaluatie van de normen lijkt voor DPRD dan ook niet urgent.

Mortaliteitsfuncties

De mortaliteitsfuncties geven waarschijnlijk een overschatting van de mortaliteit, zeker voor door rivieroverstromingen bedreigde gebieden en gebieden waarbij de mortaliteit gedomineerd wordt door de stijgsnelheid, maar waar het meerdere dagen duurt voordat er water aankomt (De Bruijn & Slager, 2014). Er zijn echter nog geen concrete aanpassingen voorgesteld voor de mortaliteitsfuncties. Voor DPRD zou aanpassing kunnen leiden tot lagere LIR-eisen in de gebieden benedenstrooms van dijkkring 15 en 16, waar het water tegen de westelijke dijk aanloopt, en dan snel stijgt. De norm wordt voor deze gebieden niet alleen bepaald door de eis vanuit het LIR, maar ook door ofwel de MKBA-eis (dijkkring 15) of de Groepsrisico-eis (dijkkring 16). De MKBA en groepsrisico-eis zijn minder gevoelig voor uitschieters in de mortaliteitsfuncties dan de LIR-eis.

Gebruik van het HIS-SSM

Voor het bepalen van de gevolgen (slachtoffers en schade) is in DPV het HIS-SSM met data uit 2000 gebruikt en oude schadefuncties en schadebedragen. Er is inmiddels een nieuwe versie: SSM2017 met gegevens en schadebedragen uit 2011 (Slager *et al.*, 2017). Een gevoeligheidsanalyse uit 2015 heeft laten zien dat de schadeschattingen veranderen bij gebruik van het nieuwe standaardmodel: met name de schade ten gevolge van woningen neemt af en de schade als gevolg van bedrijfsuitval neemt toe. Het totale effect verschilt per normtraject. Voor DPRD kan dit relevant zijn, met name voor alle trajecten waarvoor het MKBA bepalend is. In paragraaf 2.3 wordt hier daarom nader op in gegaan.

Buurtgrenzen

Voor de bepaling van eis vanuit het LIR is de mediane waarde per buurt bepaald op basis van het CBS buurtenbestand uit 2008. Deze mediane waarde is soms gevoelig voor de precieze grenzen van buurten. Het is onduidelijk of dit ook het geval is voor het DPRD gebied. De gevoeligheid van de LIR-eis voor deze buurtgrenzen kan beoordeeld worden door de LIR-eis voor de trajecten waar deze bepalend is (met name zuidzijde IJsselmonde en noordzijde Hoekse waard) met een nieuw buurtenbestand te bepalen en eventueel naast de mediane waarde (50% waarde) ook bijvoorbeeld de 80% waarde in beeld te brengen.

Overstromingssimulaties

De overstromingssimulaties zijn gebruikt voor de bepaling van schade, mortaliteit en slachtoffers als gevolg van een dijkdoorbraak. De gebruikte simulaties zijn grotendeels gemaakt in het kader van het VNK2 project en daar ook gerapporteerd.

Deze simulaties zijn gemaakt voor doorbraken bij maatgevende condities volgens de oude normen (dus 1/10.000 per jaar voor dijkkring 14, 1/4000 voor dijkkring 17, 18, 19 en 20, een 1/2000 per jaar voor de dijkkringen 21, 22, 15, 16 en 24), alsmede voor omstandigheden met een 10 en 100 keer kleinere overschrijdingskans. De daarbij gebruikte aannames en uitgangspunten zijn vastgelegd in het 'VNK2 kookboek' (Kok & Van der Doef, 2006). Inmiddels zijn, of komen er nieuwe simulaties beschikbaar. Indien hierin andere keuzes gemaakt worden met betrekking tot bijvoorbeeld de standzekerheid van compartimenteringsdijken of obstakels, bresgroei, of het moment van doorbreken, dan kan dit in sommige gevallen leiden tot een groot verschil in gevolgen. In het algemeen zullen de verschillen in overstromingskarakteristieken door nieuwe simulaties echter beperkt zijn. Een indicatie van de gevoeligheid van de simulatie voor andere aannames kan verkregen worden door te kijken naar de verschillen in de resultaten van de oude simulaties bij verschillende randvoorwaarden (bijvoorbeeld tussen de 1/1000, 1/10.000 en 1/100.000 randvoorwaarden).

Onzekerheid faalkansen dijken

Om in de groepsrisicoanalyse het aantal bressen horend bij één gebeurtenis te bepalen, is de onzekerheid in de waterstand waarbij de dijk breekt meegenomen. De invloed van de keuze in deze onzekerheid is bekeken door de meest bepalende normtrajecten vast te stellen voor verschillende aannames in deze onzekerheid (bij verschillende fragility curves⁴). Deze meest bepalende trajecten bleken hier niet gevoelig voor te zijn (De Bruijn *et al.*, 2014).

Kosten 10 keer veiliger

De kosten voor het bereiken van een veiligheid die 10 keer kleiner is dan die in een situatie waarin de dijk op orde is, zijn bepaald in het WV21 project (zie paragraaf 2.4). De economisch optimale overstromingskans, het resultaat van de MKBA, is lineair afhankelijk van deze waarde. Aangezien deze factor zo'n grote invloed heeft op de MKBA wordt deze nader toegelicht in paragraaf 2.4.

Bevolkingsgroei en economische groei

Voor de periode van 2011-2050 is uitgegaan van sociaal economische ontwikkeling volgens het Transatlantic Market scenario. Dit betekent dat gerekend is met een jaarlijkse groei van het BBP van 1,9%. Er is geen ruimtelijke differentiatie meegenomen. De berekening wordt nader toegelicht in paragraaf 2.4. Nieuwe studies werken met een economische groeiverwachting van 1,5 %. Indien dit lagere percentage in 2011 gebruikt was, en verder alle gegevens gelijk gebleven waren, zouden de economisch optimale kansen uit de MKBA iets lager uitgevallen zijn.

Discontovoet

De gebruikte discontovoet in DPV is 5,5% per jaar. De discontovoet is momenteel door beleidsmakers gesteld op 4,5%. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar het effect van de discontovoet en economische groei. Indien alleen de discontovoet op de nieuwe waarde van 4,5% wordt gezet, dan zouden voor alle trajecten een iets zwaardere MKBA-eis gevonden worden. Door met 4,5% te werken wordt de toekomst zwaarder meegewogen en tellen de toekomstige risicoreducties veroorzaakt door dijkversterking zwaarder mee. Er mag dan dus meer geld aan dijkversterking uitgegeven worden, omdat het risicoreducerend effect groter is (of over een langere periode significant meeweegt). Indien deze discontovoet van 4.5% in DPV zou zijn gebruikt, dan zou in het DPRD gebied alleen voor 20-4 een hogere normklasse gevonden zijn.

⁴ Curve welke de conditionele faalkans geeft: de kans op falen van een kering, gegeven een bepaalde waterstand.

Echter, de discontovoet is in theorie gekoppeld aan de economische groei. Indien zowel de discontovoet als de economische groei beiden tezamen worden veranderd, is het effect van veranderingen op de MKBA-eisen die berekend worden minimaal. Wanneer de berekening van DPV herhaald wordt met een discontovoet van 4.5% en een economische groei van 1.5% komt er geen enkel traject in DPRD gebied in een andere normklasse terecht (zie bijlage C).

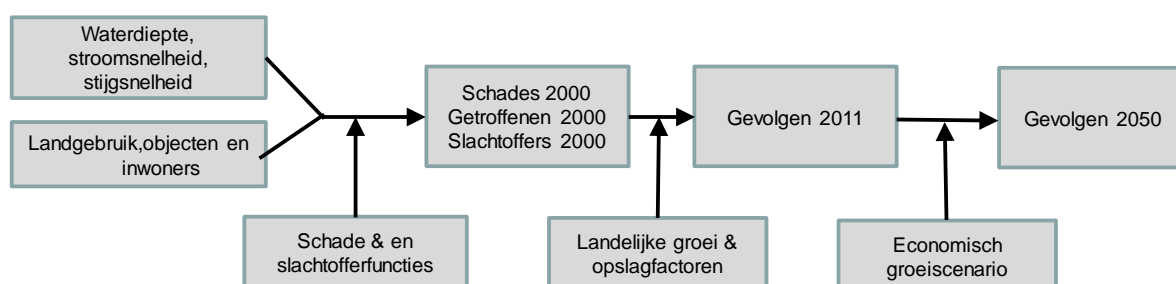
Klimaatverandering

Het effect van klimaatverandering is meegenomen in de MKBA van WV21 en daarmee ook in de uitkomsten op basis waarvan de vereenvoudigde formule is afgeleid. Bij de bepaling van het LIR en de groepsrisico's is klimaatverandering niet beschouwd. Klimaatverandering speelt tot aan 2050 maar een beperkte rol.

2.3 Bepalen van gevolgen van een overstroming

De economisch optimale kans is gevoelig voor de berekende gevolgen horend bij een doorbraak: wanneer de schade met 20% toeneemt, zal ook de economisch optimale kans 20% kleiner worden. Figuur 3 laat de belangrijkste invoerparameters voor het bepalen van de overstromingsgevolgen zien. Deze zijn reeds besproken in paragraaf 2.2.

Op basis van een representatieve set van potentiële doorbraaklocaties worden overstromingssimulaties gedaan en worden de daarbij behorende overstromingsparameters bepaald. Deze worden met behulp van gegevens over landgebruik en schade- en slachtofferfuncties omgezet in schades, getroffenen en slachtoffers. In DPV is hiervoor het Standaard Schade- en Slachtoffermodel HIS-SSM gebruikt met gegevens uit 2000. Deze zijn vervolgens in stappen vertaald naar een schatting voor de overstromingsgevolgen in 2050. Dit getal is gebruikt in de MKBA. Deze paragraaf gaat nader in op de conversies van de gevolgen in 2000 naar die in 2050 en nieuwe inzichten m.b.t. het bepalen van de gevolgen.



Figuur 3. Het bepalen van de overstromingsgevolgen voor 2050

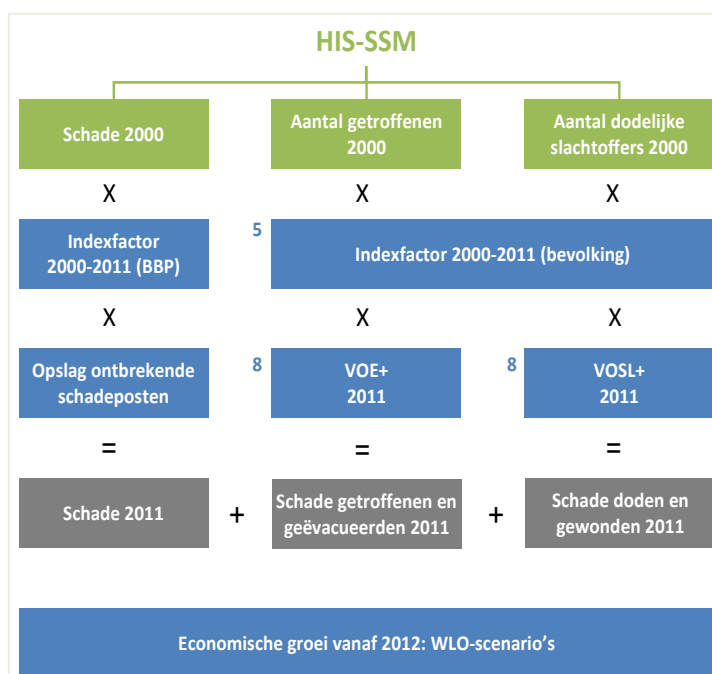
Conversie van de gevolgen bepaald voor 2000 naar gevolgen voor 2050

Voor het bepalen van de totale potentiële overstromingsschade in 2050 als input voor de MKBA zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- Met het Standaard Schade en Slachtoffermodel HIS-SSM zijn de gevolgen berekend horend bij een set representatieve overstromingsscenario's. Deze gevolgen bestaan uit schades, slachtoffers en getroffenen (inwoners van overstroomd gebied). In het HIS-SSM zijn objecten en gegevens opgenomen uit het jaar 2000. De resulterende getallen gelden voor het jaar 2000.
- Vervolgens is deze schade geconverteerd naar 2011 op basis van de werkelijk geregistreerde landelijk gemiddelde economische groei.

- Omdat niet alle schadeposten correct in HIS-SSM waren opgenomen, is de schade vervolgens vermenigvuldigd met een factor welke de bijdrage van die missende posten weergaf. Deze missende posten zijn bijvoorbeeld schoonmaakkosten en bepaalde indirecte gevolgen (Gauderis & Kind, 2016).
- Ook is op basis van een waarde voor slachtoffers en getroffen en de totale schade bepaald als de som van de economische schade, slachtoffers en getroffen en.
- Tenslotte is uitgegaan van een economische groei van gemiddeld 1,9% per jaar over de periode van 2011-2050 en is op basis van die economische groei de totale schade bepaald voor 2050. Deze 1,9% komt overeen met het Transatlantic Market scenario van het CPB en ligt ongeveer midden tussen de latere Deltascenario's.

Deze stappen zijn weergegeven in figuur 4.



Figuur 4. Berekening van de totale schade voor 2050 (VOE = monetaire waarde toegekend aan een getroffene) (VOSSL: monetaire waarde toegekend aan een mensleven) (Gauderis & Kind, 2016)

Nieuwe inzichten als gevolg van een nieuw schademodel

De gevolgen voor 2000 zijn bepaald met het Standaard Schade en Slachtoffermodel HIS-SSM welke schadebedragen en ruimtelijk gedifferentieerde gegevens bevat voor Nederland in 2000. De VINEX locaties waren toen nog niet gebouwd. Inmiddels is in een gevoeligheidsanalyse bekeken wat het effect is op de schades van het gebruik van ruimtelijk gedifferentieerde gegevens voor 2011 en nieuwe inzichten m.b.t. schadefuncties en bedragen zoals opgenomen in het nieuwe Standaard Schade en Slachtoffermodel SSM2017. De veranderingen in schade door de toepassing van SSM2017 i.p.v. HIS-SSM worden voor een groot deel veroorzaakt door drie belangrijke verschillen tussen HIS-SSM en SSM2015 en de samenhang tussen deze veranderingen. Dit zijn:

1. Nieuwe data voor objecten (i.p.v. landelijk homogene groei wordt de werkelijke nieuwbouw en groei in bedrijven tussen 2000 en 2011 meegenomen);
2. Lagere maximale schadebedragen voor huizen;
3. Nieuwe schadefuncties voor bedrijven.

Door gebruik van SSM2017 neemt met name de schade aan woningen af en die voor bedrijven toe. Voor DPRD neemt de schade door gebruik van SSM2017 in de trajecten 14-3 en 17-1 sterk toe. Ook de effecten voor trajecten 14-1, 14-4, 17-2, 17-3, 19 en 21-2 vallen op: in deze trajecten nam de schade met meer dan 20% af bij gebruik van de nieuwe schademodule SSM2017 (zie tabel 2). De norm van traject 14-3 en 17-2 is bepaald door de eis vanuit het LIR en niet vanuit het MKBA. Indien destijds SSM2017 was gebruikt en een kleinere economisch optimale kans was gevonden, dan nog had dit niet geleid tot een strengere overstromingskansen vanuit de MKBA dan vanuit het LIR voor deze trajecten. De strengste eis was maatgevend bij de keuze voor de norm. Traject 17-3 is interessant: de eis vanuit de MKBA zou daar een klasse lager zijn geweest indien destijds het nieuwe SSM2017 zou zijn gebruikt.

Tabel 2. Verandering in gevolgen bij gebruik van SSM2017 in % t.o.v. de berekende gevolgen in 2050 zoals gebruikt voor de MKBA in DPV

| Traject | Naam | % verandering in gevolgen |
|---------|---|---------------------------|
| 14-1 | Hollandse IJssel dkr14 | -29 |
| 14-2 | Zuid-Holland - Nieuwe Maas | -3 |
| 14-3 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg | +92 |
| 14-4 | Zuid-Holland - Hoek van Holland | -26 |
| 15-1 | Lopiker-en Krimpenerwaard - Oost | +6 |
| 15-2 | Lopiker-en Krimpenerwaard - West | +2 |
| 16-1 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede | -18 |
| 16-2 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede/Noord/Lek | -16 |
| 16-3 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-West | -18 |
| 16-4 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-Oost | -16 |
| 17-1 | IJsselmonde - Zuid | +60 |
| 17-2 | IJsselmonde - Noord-West | -26 |
| 17-3 | IJsselmonde - Noord-Oost | -23 |
| 18 | Pernis | -20 |
| 19 | Rozenburg | -27 |
| 20-2 | Voorne-Putten 1 | -4 |
| 20-3 | Voorne-Putten 2 | -19 |
| 20-4 | Voorne-Putten 3 | -9 |
| 21-1 | Hoekse Waard 1 | -16 |
| 21-2 | Hoekse Waard 2 | -42 |
| 22-1 | Eiland van Dordrecht 1 | -2 |
| 22-2 | Eiland van Dordrecht 2 | -19 |
| 25-2 | Goeree Overflakkee Haringvliet | +11 |

Economische groei verwachting van 2011-2050

Bij het bepalen van de economisch optimale overstromingskans is het Transatlantic Market scenario gebruikt met een gemiddeld economisch groei percentage van 1,9% per jaar.⁵ De werkelijke economische groei is in de periode van 2011-2017 iets minder geweest dan in het gebruikte scenario. Ook voor de lange termijn wordt gemiddeld minder economische groei verwacht dan in het destijds gebruikte scenario (zie tabel 3).

⁵ Het normvoorstel is gedaan in DPV (Deltaprogramma Veiligheid 2015). In dit rapport staan de berekeningen en uitgangspunten op basis waarvan de overstromingskansen zijn bepaald en de besluitvorming over de normen heeft plaatsgevonden.

Als destijds bij de MKBA de lagere economische groei van 1,5% gebruikt was, dan waren de berekende economische optimale overstromingskansen in de MKBA iets minder streng uitgevallen. Indien echter ook de discontovoet zou zijn aangepast naar de nieuwe waarde van 4.5% is het verschil in MKBA eis minimaal. De discontovoet en economische groei zijn theoretisch gekoppeld.

Tabel 3. Vergelijking van de groei van het BBP gebruikt in DPV met nieuwe inzichten (Bron: CBS & PBL).

| | 2011-2017 | | 2011-2050 | |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------------|----------------|
| | Jaarlijkse groei | Factor periode | Jaarlijkse groei | Factor periode |
| Aangenomen in DPV | 1,90% | 1,12 | 1,90% | 2,08 |
| Nieuwe data/inzichten | wisselend | 1,08 | 1 a 2% (stel: 1,50%) | 1,79 |

De vertaling van overstromingsschade van 2011 naar 2050 is gedaan op basis van landelijk gemiddelde factoren. Het effect van nieuwbouw zal echter niet homogeen optreden: er zijn krimp- en groeiregio's (zie hoofdstuk 3). Na de berekening van de economisch optimale kans in WV21 (in 2011) zijn ook gevoeligheidsanalyses gedaan naar het effect van deze ruimtelijke differentiatie (in 2013). In deze analyse wordt aangegeven dat volgens het Deltascenario "Stoom" in de Hoekse Waard en volgens het Deltascenario "Warm" zowel in de Hoekse Waard als op Voorne-Putten iets meer groei wordt verwacht dan landelijk gemiddeld (Kind, 2013). In de Hoekse Waard en van 3 normtrajecten van dijkkring 20 (Voorne-Putten) is de norm bepaald door de eis vanuit het LIR en het groepsrisico, waarvoor deze economische groei minder relevant is. Omdat de MKBA-uitkomst niet bepalend was voor de norm, is deze bovengemiddelde economische groei minder relevant. De norm van traject 20-4 is wel bepaald door de MKBA en de daaruit resulterende economisch optimale kans. Een bovengemiddelde economische groei in die regio is dan ook relevant. Aangezien er in de berekening van de economisch optimale kans al rekening is gehouden met een jaarlijkse groei van 1,9% ofwel een factor 2,08 tussen 2011 en 2050 en de landsgemiddelde groei nu kleiner is (schatting van de factor is 1,8) hoeft een bovengemiddelde groei niet direct te leiden tot een economisch optimale kans die strenger is dan die horend bij de huidige normklasse. Hoofdstuk 3 gaat verder in op deze regionale differentiatie.

2.4 Bepalen van de kosten van dijkversterking

2.4.1 Werkwijze in DPV

Om in het Deltaprogramma Veiligheid (DPV) de economisch optimale overstromingskansen te berekenen is gebruik gemaakt van een zogenaamde 'directe schattingsmethode'. In de directe schattingsmethode wordt gebruik gemaakt van "de kosten om een factor 10 veiliger te worden" (zie bijlage A). Dit in de veronderstelling dat de kosten van een versterking redelijk constant zijn in de buurt van een optimale verhoging en dat die verhoging in de buurt ligt van een decimeringshoogte.⁶ De kosten om een factor 10 veiliger te worden zijn dus lineair gerelateerd aan de economisch optimale kansen welke uit de MKBA komen. Daarom is het van belang goed te begrijpen hoe deze bepaald zijn en waar ze van afhangen.

⁶ Decimeringshoogte: absoluut verschil in hoogte tussen het Toetspeil en een waterstand met een overschrijdingsfrequentie die een factor 10 hoger of lager is dan die van het Toetspeil (VTV, 2006)

Kostensystematiek algemeen

De kosten van dijkversterking om een dijk 10 keer veiliger te maken hangen af van:

- De extra waterhoogte die gekeerd moet worden om de dijk 10 keer veiliger te maken.
- De faalmechanismen die belangrijk zijn (overloop, piping of bijvoorbeeld macrostabiliteit), aangezien deze de te treffen maatregel en de benodigde ruimte bepalen. Welke faalmechanismen belangrijk zijn, hangt onder andere af van het profiel van de dijk en van de ondergrond.
- De beschikbare ruimte: wanneer er voldoende ruimte is kan de dijk verbreed worden indien nodig. Is er geen ruimte dan moet met een damwand of andere constructieve maatregel gewerkt worden. Deze constructieve maatregelen zijn vaak duur.

De kosten zoals gebruikt in DPV zijn ontleend aan de studie WV21. Hierin is (een eerste versie van) het KOSWAT-model (KOSten van het versterken van WATerkeringen) gebruikt om de kosten van de dijkversterking te bepalen. De maatregelen aan de kering die nodig zijn om een waterstand met een 10 keer kleinere kans te kunnen keren worden hierin beschreven in termen van kruinverhoging (ΔH) en toename van de dijkbasis ten aanzien van macrostabiliteit (ΔS) en piping (ΔP).

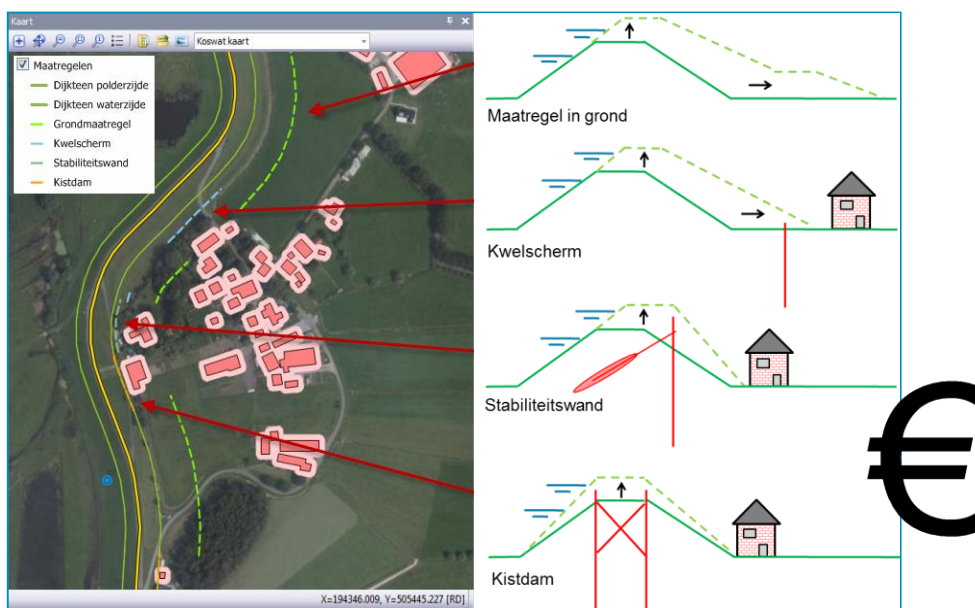
De extra belasting die de dijk moet kunnen keren om een 10 keer kleinere faalkans te krijgen, is bepaald met behulp van de decimeringshoogte. Deze decimeringshoogte volgt uit hydraulische berekeningen van de waterstand bij toetspeil⁷ en een waterstand met een overschrijdingsfrequentie die een factor 10 hoger of lager is dan die van het toetspeil.

In de WV21-studie was slechts beperkte informatie beschikbaar over de staat van de dijk in de uitgangssituatie. De dijksterkte werd opgehangen aan de hoogte, in de veronderstelling dat de andere dimensies (mechanismen) daarmee in balans en moesten blijven. Wanneer een dijk verhoogd moest worden, werd de dijk in de breedte als het ware mee opgeschaald voor macrostabiliteit en piping. Hiertoe zijn in WV21 per dijkvak verbanden afgeleid tussen waterstandsstijging en benodigde kruinverhoging, en de toename van de dijkbasis door piping en macrostabiliteit (bijvoorbeeld: bij een waterstandsstijging van 1 m moet de kruin 1,5 m omhoog, moet de dijkbasis ten aanzien van macrostabiliteit 9 m breder worden en is een pipingberm van 18m nodig). Deze versterkingsdimensies waren als het ware aan elkaar gekoppeld. Om deze verbanden af te leiden, is gebruik gemaakt van de Dijk Analyse Module (DAM) waarin de dijken en ondergronden geschematiseerd zijn. Hierbij is gerekend met modellen als MStab (volgens de methode Bishop en Van) en verschillende piping modules (Grave & Baarse, 2011). Zo kon bepaald worden wat de benodigde versterking was voor een 10 keer zo veilige dijk.

De kosten van een dijkversterking om de dijk 10 keer veiliger te maken, hangen in sterke mate af van de ruimte die beschikbaar is rondom de dijk. In KOSWAT, het programma waarmee de versterkingskosten zijn bepaald, wordt op basis van de beschikbare ruimte een maatregel gekozen. Op plaatsen waar de beschikbare ruimte groot genoeg is, wordt een dijkversterking uitgevoerd in grond; op plaatsen waar bebouwing in de weg ligt, wordt overgestapt op constructieve maatregelen die al naar gelang de beschikbare ruimte kleiner is, steeds zwaarder en duurder worden. Infrastructuur in de versterkingszone wordt vervangen. Het principe is weergegeven in figuur 5.

Uiteindelijk worden aan de hand van de gevonden maatregelen en dimensies met eenheidsprijzen en opslagfactoren volgens de Standaard Systematiek voor Kostenramingen in de GWW sector (SSK-systematiek) de totale investeringskosten bepaald.

⁷ Toetspeil: een norm uit de oude normeringssystematiek o.b.v. overschrijdingskansen: de waterstand met de overschrijdingskans die wettelijk was vastgelegd.



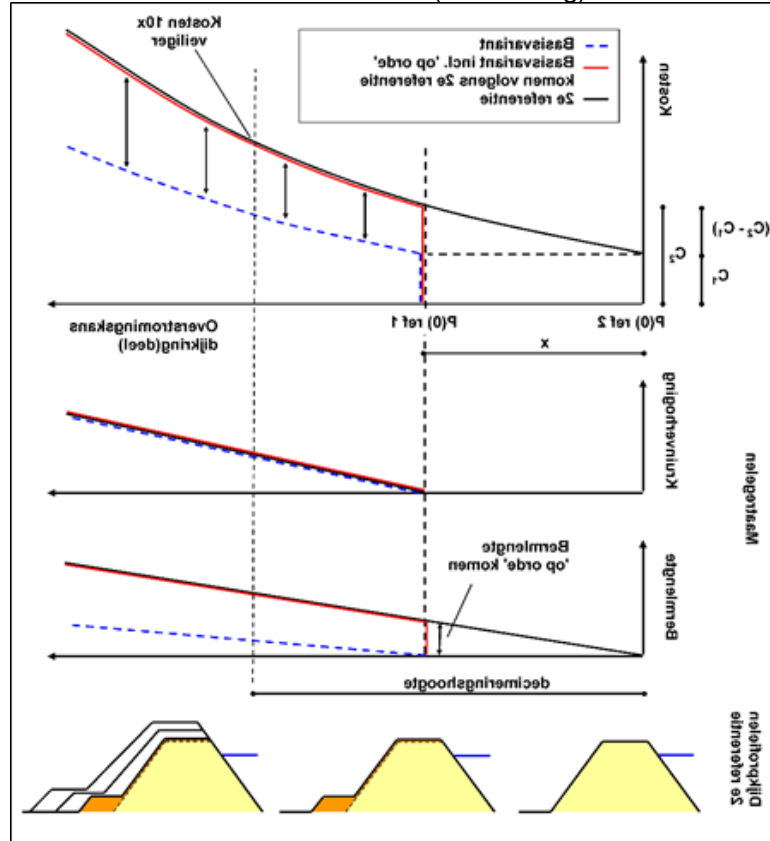
Figuur 5. Verdringsreeks versterkingsmaatregelen in KOSWAT: van een gronddijk naar steeds zwaardere en duurdere constructieve maatregelen indien noodzakelijk door ruimtegebrek

In WV21, het project waarin de kostenschattingen zijn gemaakt en welke afgerond was voordat DPV begon, is er vanuit gegaan dat de dijken vrijwel op orde waren. Om op orde te komen, dat wil zeggen, om er voor te zorgen dat de dijken een faalkans kregen getalsmatig gelijk aan de oude overschrijdingskansnormen was, zo werd aangenomen, slechts de kans op het faalmechanisme piping te groot. Om die reden is in de kosten bepaling aangenomen dat pipingmaatregelen getroffen moesten worden om de stap van de grotere WV21-referentiekans naar “een dijk op orde’ (een dijk met een faalkans getalsmatig gelijk aan de oude overschrijdingskansnormen) te maken. Hiertoe moest de dijk worden verbreed, maar niet verhoogd. Vervolgens zijn de met DAM berekende verhouding m.b.t. de benodigde verhoging en verbreding toegepast om de economisch optimale kans te bepalen. De werkwijze is toegelicht in figuur 6.

In het Rijnmond Drechtsteden gebied is er vanuit gegaan dat in de uitgangssituatie de faalkansen veelal een factor 2 tot 4 maal groter waren dan de oude overschrijdingskansnorm en is de factor 10 groter bepaald op basis van die kansen (zie bijlage B). 10 keer veiliger betekent voor dijkkringdeel 17-1 bijvoorbeeld het versterken van de dijk van een faalkans van 1/2.000 naar 1/20.000 per jaar, waarvan het voor het eerste deel (van 1/2000 naar de oude norm van 1/4000 per jaar) aangenomen is dat dit zou moeten door verbreding, of constructieve maatregelen die de kans op dijkfalen door piping reduceren.

Op ieder WV21 dijkvak binnen een dijkkringdeel zijn op deze manier kosten bepaald om 10x sterker te worden. Deze zijn binnen DPV opgeteld naar het niveau van een normtraject. In figuur 7 en tabel 4 worden deze kosten voor een factor 10 sterker gemiddeld per kilometer, weergegeven voor de verschillende normtrajecten in het Rijnmond Drechtsteden gebied. De kosten variëren van zo’n 3 tot ruim 13 M€/km.

De hoogste kostenschattingen zijn die voor de trajecten 14_2 (Zuid-Holland- Nieuwe Maas), 16_2 (Alblasserwaard Merwede/Noord/Lek en 19 (Rozenburg).



Figuur 6

Werkwijze bij bepalen van kosten 10x sterker



Figuur 7 Kosten voor het bereiken van een 10 maal kleinere faalkans (per km dijk) per normtraject. Kosten zijn totale investeringskosten, prijspeil 2009, inclusief BTW. (Hollandse IJssel ontbreekt hier omdat deze later is toegevoegd).

Tabel 4. Kosten 10x veiliger per normtraject (totale investeringskosten, prijspeil 2009, incl. BTW)

| Traject | Naam | Trajectlengte (km) | Kosten 10x veiliger normtraject (M€) | Kosten 10x veiliger per km (M€/km) |
|---------|---|--------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 14-2 | Zuid-Holland - Nieuwe Maas | 20 | 260 | 13.2 |
| 14-3 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg | 16.5 | 89 | 5.4 |
| 14-4 | Zuid-Holland - Hoek van Holland | 4.5 | 37 | 8.5 |
| 15-1 | Lopiker-en Krimpenerwaard - Oost | 23 | 175 | 7.6 |
| 15-2 | Lopiker-en Krimpenerwaard - West | 24.5 | 180 | 7.4 |
| 16-1 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede | 15 | 162 | 10.8 |
| 16-2 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede/Noord/Lek | 31 | 371 | 12 |
| 16-3 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-West | 20 | 126 | 6.3 |
| 16-4 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-Oost | 19.5 | 109 | 5.6 |
| 17-1 | IJsselmonde - Zuid | 27 | 119 | 4.4 |
| 17-2 | IJsselmonde - Noord-West | 26.5 | 153 | 5.8 |
| 17-3 | IJsselmonde - Noord-Oost | 9.5 | 24 | 2.5 |
| 18-1 | Pernis | 5 | 10 | 2.0 |
| 19-1 | Rozenburg | 8 | 91 | 11.2 |
| 20-2 | Voorne-Putten 1 | 13 | 74 | 5.7 |
| 20-3 | Voorne-Putten 2 | 22 | 89 | 4.1 |
| 20-4 | Voorne-Putten 3 | 20 | 69 | 3.5 |
| 21-1 | Hoekse Waard 1 | 30 | 100 | 3.3 |
| 21-2 | Hoekse Waard 2 | 40.5 | 124 | 3.1 |
| 22-1 | Eiland van Dordrecht 1 | 17.5 | 67 | 3.8 |
| 22-2 | Eiland van Dordrecht 2 | 20.5 | 226 | 10.9 |
| 23-1 | Noordwaard | 2.5 | 17 | 6.5 |
| 24-1 | Land van Altena 1 | 18 | 30 | 1.7 |
| 24-2 | Land van Altena 2 | 13 | 36 | 2.8 |
| 24-3 | Land van Altena 3 | 15.5 | 109 | 7.1 |
| 25-2 | Goeree-Overflakkee Haringvliet | 27 | 77 | 2.9 |
| 34-1 | West-Brabant 1 | 24.5 | 98 | 4.0 |
| 34-2 | West-Brabant 2 | 23 | 76 | 3.3 |
| 34a-1 | Geertruidenberg | 10 | 32 | 3.2 |
| 35-1 | Donge 1 | 14 | 33 | 2.4 |
| 35-2 | Donge 2 | 14.5 | 87 | 5.9 |

2.4.2 Nieuwe inzichten in de uitgangssituatie en dijkfaalmechanismen

Er zijn inmiddels betere gegevens beschikbaar over de profielen en ondergrond van de keringen. Ook zijn er nieuwe rekenregels ontwikkeld en opgenomen in het BOI (Beoordelingsinstrumentarium van Keringen) waaruit blijkt dat de dijkfaalkansen soms groter zijn dan waar voorheen van uit gegaan is (in WV21 en DPV).

Ook de benodigde versterkingsmaatregelen worden hierdoor in praktijk nu anders vastgesteld dan waar in WV21/DPV vanuit is gegaan. Zo is de aanname dat het faalmechanisme piping de grote kansen bepaalt, mogelijk niet correct voor Rijnmond-Drechtsteden. Macrostabieleit speelt hier mogelijk een belangrijker rol in de faalkansen dan piping. Dit heeft effect op de te kiezen maatregelen.

De kosten 'om op orde te komen' zouden niet van invloed moeten zijn op de normen. Echter voor een aantal trajecten zijn de kosten om op orde te komen waarschijnlijk van dezelfde orde als de kosten benodigd om naar de nieuwe normen te gaan. De referentiekansen voor bijvoorbeeld traject 20-3 en 20-4 zijn ongeveer 1/200. De oude normen waren 1/4000 per jaar. De nieuwe normen zijn respectievelijk 1/30.000 en 1/1000 per jaar. In beide trajecten is het op orde komen een significante inspanning die mogelijk net zo bepalend is voor de kosten als de keuze voor de precieze norm.

In de nieuwe ontwerpssystematiek (welke ontwikkeld is na de analyses die zijn uitgevoerd in DPV) (Ontwerpinstrumentarium 2014) wordt heel specifiek per mechanisme gekeken wat nodig is om aan de gestelde norm te voldoen. Zo kan bijvoorbeeld een versterking voor enkel macrostabieleit in een gebied voldoende zijn om het gewenste veiligheidsniveau te bereiken. Ook de kosten voor 10x veiliger *an sich* worden beïnvloed door de nieuwe rekenregels, omdat maatregelen voor macrostabieleit en piping zwaarder worden bij een stijgende waterstand en norm (hogere veiligheidsfactoren waaraan per mechanisme voldaan moet worden).

De effecten in kwantitatieve zin zijn nog niet bepaald. Experts verwachten dat de kosten hoger uit kunnen vallen dan waar in DPV vanuit is gegaan. Experts binnen Deltares hebben mondeling schattingen genoemd van zo'n 20 M€/ km.

De duiding van de kostenparameter gebruikt voor de bepaling van de economisch optimale overstromingskans in DPV met de vereenvoudigde methode is dus lastig. Om de gebruikte kosten en risicoreductie beter te kunnen duiden, is het daarom nuttig de resultaten voor een voorbeeld verder uit te werken: wat zijn de nieuwe kostenschattingen om aan de nieuwe norm te gaan voldoen waar volgens de aannames in DPV nu van uit gegaan is, wat is de verwachte risicoreductie en hoe verhoudt zich dit met elkaar? Welk dijkontwerp hoort daar bij en hoe verhoudt zich dat met nieuwe inzichten?

2.5 Conclusies

De belangrijkste factoren achter de norm zijn genoemd in tabel 1. Deze zijn geanalyseerd voor het DPRD gebied. De LIR-eisen zijn voornamelijk afhankelijk van de evacuatiefractie, mortaliteitsfuncties en overstromingssimulaties. Voor de trajecten gedomineerd door LIR eisen, waarvan de meeste bedreigd worden door hoogwaters waarbij stormopzet een rol speelt, zijn er geen nieuwe inzichten geïdentificeerd die urgente heroverweging van de normen vragen.

Voor de trajecten waarvan de economisch optimale overstromingskans uit de MKBA het bepalend criterium is, is nader gekeken naar economische groei, kosten en de discontovoet. De verwachte economische groei is momenteel kleiner dan die waarmee in DPV gerekend is (1.5 i.p.v. 1.9 %). De discontovoet is ook lager (4.5%, ipv 5.5%). Wanneer alleen de discontovoet wordt aangepast resulteert dat in een MKBA-kans die groter is dan het klassemaximum van 20-4. Echter, wanneer ook de economische groei wordt meegenomen, dan is het gecombineerde effect van de twee veranderingen verwaarloosbaar. In de andere normtrajecten is het gecombineerde effect ook zeer klein. Wanneer gekeken wordt naar regionale differentiatie in economische groei, dan valt in de TM scenario op dat in dijkkring 20 bovengemiddelde economische groei wordt verwacht.

Er is geen recente informatie gevonden horend bij de nieuwe economische groeiverwachting voor deze regio. Een extra bovengemiddelde groei van maximaal 1.22 procent per jaar gemiddeld bovenop de landelijk gemiddelde groei van 1.5% over de periode van 2011-2050 is nog in lijn met de DPV uitgangspunten. Dit lijkt onwaarschijnlijk. Vooral nog zijn er dus geen concrete aanwijzingen dat nieuwe inzichten niet meer in lijn zijn met de uitgangspunten achter de normen.

De kostenbepaling is in DPV vereenvoudigd ten opzichte van WV21 en tegelijkertijd zijn zowel de schaal van bepaling (per normtraject in plaats van per dijkkringdeel) en de inzichten over de huidige sterkte van de dijken (grote faalkans ten opzichte van bijna op orde) sterk gewijzigd. Het is hierdoor niet volledig inzichtelijk hoe de kostengetallen precies te relateren zijn aan de benodigde versterkingsmaatregelen en hoe bepalend deze in werkelijkheid zijn voor de normkeuze. Experts verwachten dat de kosten hoger uitvallen dan in DPV verwacht. Dit kan de eis vanuit de MKBA iets verlagen. Het is niet duidelijk hoe groot het effect hiervan is voor DPRD.

Van de overige factoren genoemd in tabel 1 is alleen de invloed van de buurtgrenzen op het LIR en van overstromingssimulaties nog relevant. Andere buurtgrenzen leiden niet tot andere inzichten in de waterveiligheid maar leiden slechts rekenkundig tot andere mediane waarden. Betere overstromingssimulaties kunnen leiden tot een groter overstroomd gebied, of andere stijgsnelheden of waterdieptes en daarmee tot andere overstromingsgevolgen. In het algemeen zijn de verschillen beperkt, maar lokaal kunnen wel grote verschillen ontstaan.

Aanbevelingen

Met name de kostenbepalingen en de betekenis van de post 'kosten 10 keer veiliger' is niet eenvoudig te duiden en ook de invloed van nieuwe maatregelen en van lopende projecten en gemaakte kosten op de factor 'kosten 10 keer veiliger' is niet helemaal duidelijk. De aanbevelingen zijn daarom met name gericht op een betere analyse van deze factor.

- - In KOSWAT wordt op basis van landelijk geldende aannames een inschatting gedaan van de kosten bij een bepaalde ontwerpogave door dijken in grond of met constructieve maatregelen te versterken al naar gelang er ruimte is. Het is aan te raden in samenspraak met de beheerder specifieker te kijken naar de gekozen oplossingsrichtingen. Hierbij kunnen ook nieuwere innovatieve maatregeltypen meegenomen worden. Hiermee kan een actueler beeld van de kosten om de norm te halen worden geschetst en nagegaan worden hoe dit in de economische optimalisatie zou doorwerken.
- - De achtergronden en uitgangspunten van het OptimaliseRing-model en de directe benaderingsmethode zouden opnieuw besproken en tegen het licht gehouden kunnen te worden. Is de grotere inhaalslag die nodig is om op orde te komen, van invloed op de economisch optimale overstromingskans? Wat is nu precies de betekenis van de kostenparameter "10 keer veiliger" en hoe verhoudt zich die met de verwachte kosten om aan de norm te voldoen van een concreet traject en de bereikte risicoreductie daarmee. Zou een strengere of minder strengere faalkans suboptimaal zijn geweest? Om hier meer inzicht in te krijgen, is het aan te raden de lopende dijkversterkingen te volgen en daarnaast een voorbeeld voor een traject uit te werken.

3 Nieuwbouw in relatie tot normen

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de vraag of de nieuwbouwopgave past binnen de aannames over schadetoename tot 2050 die gebruikt zijn bij het afleiden van de normen.

Om dit te analyseren, is beschreven welke economische waarde, economische groei, huizen aantallen, en nieuwbouwverwachting gebruikt zijn voor het bepalen van de economisch optimale kans. Vervolgens is de tussen 2000 en 2017 gerealiseerde groei en de verwachte groei van de economie en het woningaantal tot aan 2050 beschreven.

3.2 Gebruikte aannames voor economische groei en nieuwbouw

Nieuwbouw vergroot de waarde in het te beschermen gebied en mogelijk ook het aantal inwoners. Het heeft daarmee direct invloed op de MKBA en indirect op de groepsrisicoanalyse en de analyse van het LIR. Indien er meer mensen in het gebied wonen zal (potentieel) het groepsrisico enigszins toenemen en kan de evacuatiefractie enigszins afnemen. Daar deze indirecte invloed naar verwachting verwaarloosbaar is, wordt hier met name ingegaan op de invloed op de MKBA.

Een belangrijke invoer parameter voor de MKBA is de verwachte schade voor 2050 (zie hoofdstuk 2). Deze verwachte schade bestaat uit materiële schade, en een monetaire waarde voor slachtoffers en getroffen. Van de materiële schade bestaat zo'n 30 a 50% uit schade aan woningen.

Toename in het aantal woningen aangenomen in de MKBA

In 2000 waren er bijna 7 miljoen woningen, waarvan er bijna 3 miljoen in door overstromingen bedreigd gebied lagen.⁸ Er is in het Deltaprogramma bij het bepalen van de invoer voor de MKBA niet specifiek bepaald hoe het aantal huizen in de tijd zal veranderen. Zoals in figuur 4 is weergegeven, is de totale economische schade vertaald van 2000 naar 2011 met behulp van een indexfactor, en van 2011 naar 2050 door aan te nemen dat de overstromingsschade in evenredig toeneemt met de verwachte economische groei (BBP). In de periode 2011-2050 is aangenomen dat de economische groei 1,9% per jaar is, waarvan ongeveer 0,5% veroorzaakt is door toename van het aantal woningen⁹. Dit levert over deze periode een factor op van 21% meer woningen. Bij deze aanname zouden er in 2050 ongeveer 8,8 miljoen woningen in Nederland zijn (zie tabel 5). Aangezien er in 2018 volgens het CBS 7,74 miljoen woningen waren, kunnen er nog zo'n 1 miljoen bijgebouwd worden, uitgaande van toename van woningen welke homogeen over Nederland verdeeld is. Echter, de economische groei en de toename van woningen heeft niet homogeen plaatsgevonden en zal ook in de toekomst niet overal gelijk zijn. Paragraaf 3.3 gaat hier nader op in.

⁸ Hiervoor is in deze analyse het gebied gebruikt dat in één of meer van de bij het deltaprogramma gebruikte overstromingsscenario's overstroomt.

⁹ Deze 0,5% komt overeen met het Transatlantic Scenario TM, gebruikt in WV21 en DPV om de schade naar 2050 te vertalen (Zie ook Klijn et al., 2007, tabel 6.7). Deze woningtoename ligt ongeveer in het midden van de (nieuwere) Deltascenario's (0,5% resulteert in een toename van 21% tussen 2011 en 2050, de Deltascenario's variëren tussen 0 en 45% voor die periode)

Tabel 5. Aantal woningen (in miljoenen) in Nederland in verschillende jaren en aantal woningen in 2050 passend bij DPV aannames

| Jaar | 2000 (HIS-SSM) | 2011 (op basis van CBS) | 2018 (op basis van CBS) | 2050 (toename van 21% tov 2011) |
|-----------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Aantal woningen | 6,75 | 7,34 | 7,74 | 8,8 |

3.3 Regionale analyse van nieuwbouw tot 2011

Bij het vertalen van de gevolgen bepaald voor het jaar 2000 naar een waarde voor het jaar 2011 zijn landelijke factoren gebruikt. Er zullen echter gebieden zijn die sneller of juist langzamer groeien dan het landelijk gemiddelde. Dit is niet in de normen meegenomen.¹⁰

Eerst is de regionale differentiatie over de periode 2000-2011 geanalyseerd door naar de uitkomsten van de overstromingsscenario's bij gebruik van de schademodelden HIS-SSM2000 en SSM2017 te kijken en de toename in het aantal getroffen woningen te bepalen. Verschillen in aantallen getroffen woningen worden veroorzaakt door nieuwbouw en/of sloop tussen 2000 en 2011 en door verschillen in de gebruikte gegevensbronnen en format tussen HIS-SSM2000 en SSM2017. Een voorbeeld van het laatste is dat in HIS-SSM het aantal woningen per postcodegebied geplaatst wordt in de centroïde van het postcodegebied terwijl in SSM2017 de werkelijke locatie wordt gebruikt. Dit kan leiden tot verschillen, zeker wanneer er slechts enkele woningen beschadigen of een heel klein gebied overstroomt. Voor grotere gebieden of bij grotere woningaantallen zijn deze verschillen minder relevant.

Tabel 6 geeft de resultaten van de vergelijking voor een groot aantal trajecten. Deze tabel laat zien dat er bij doorbraken in normtraject 17-1 (IJsselmonde Zuid), 25-2 (Goeree-Overflakkee langs het Haringvliet) en 14-3 (Zuid-Holland kust 1), en 15-1 veel meer woningen getroffen worden dan in de berekeningen op basis van bebouwing in 2000 het geval was. Afhankelijk van de toename en of afname van andere schadeposten kan dit leiden tot een kleinere economisch optimale kans en dus een strengere eis aan de keringen vanuit de MKBA. Zoals tabel 2 laat zien, zijn in 17-1 en 14-3 de gevolgen horend bij de nieuwe SSM inderdaad veel hoger dan volgens de oude HIS-SSM. Voor 25-2 en 15-1 zijn de gevolgen iets hoger. Indien dit ten tijde van DPV bekend was geweest, zou dit echter niet tot andere normen hebben geleid. Immers, de norm van trajecten 17-1 en 14-3 wordt niet bepaald door de eis vanuit de MKBA, maar door de eis vanuit het LIR. De veranderde inzichten in het aantal getroffen woningen leidt niet tot een economisch optimale kans die kleiner is dan de huidige norm.

De norm (signaleringskans) van traject 25-2 is 1/1000. De economisch optimale kans resulterend uit de MKBA lag rond de 1/550 per jaar. Zelfs als destijds met een twee keer zo groot aantal woningen en schade was gerekend zodat de MKBA eis op 1/1100 was gekomen, dan nog had de MKBA-eis geen aanleiding gegeven een strengere norm voor dat traject te stellen. Pas bij een economisch optimale kans van 1/1700 per jaar was in DPV een normklasse van 1/3000 voorgesteld als norm. Voor traject 15-1 geldt hetzelfde: zelfs als de gevolgen 2,8 keer groter zouden zijn ingeschat dan nog zou in DPV dezelfde normklasse zijn voorgesteld.

¹⁰ Met uitzondering van Flevoland waar een aparte analyse voor gedaan is i.v.m. de schaa sprong Almere. Flevoland wordt hier verder buiten beschouwing gelaten.

Tabel 6. Het aantal woningen in 2000 en 2011 en de toename tussen 2000 en 2011*

| Traject-ID | Trajectnaam | 2011 (SSM2017) | 2000 (HIS-SSM 2000) | Toename 2000-2011 (%) |
|------------|---|----------------|---------------------|-----------------------|
| 17-1 | IJsselmonde – Zuid | 3137 | 1836 | 71 |
| 25-2 | Goeree-Overflakkee Haringvliet | 135 | 86 | 57 |
| 14-3 | Zuid-Holland - Kust 1 | 2034 | 1671 | 22 |
| 15-1 | Lopiker-en Krimpenerwaard – Oost | 138695 | 114550 | 21 |
| 20-2 | Voorne-Putten 1 | 15528 | 13125 | 18 |
| 14-2 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg - West | 5116 | 4387 | 17 |
| 16-3 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-West | 57576 | 52335 | 10 |
| 14-4 | Zuid-Holland - Kust 2 | 61682 | 56132 | 10 |
| 16-1 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden – Merwede | 65613 | 59830 | 10 |
| 16-4 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-Oost | 65392 | 59630 | 10 |
| 16-2 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden Merwede/Noord/Lek | 48019 | 43828 | 10 |
| 15-2 | Lopiker-en Krimpenerwaard – West | 33346 | 30458 | 9 |
| 20-3 | Voorne-Putten 2 | 20653 | 19222 | 7 |
| 14-1 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg - Oost | 34475 | 32273 | 7 |
| 19-1 | Rozenburg | 2934 | 2807 | 5 |
| 21-1 | Hoekse Waard 1 | 2419 | 2362 | 2 |
| 17-3 | IJsselmonde - Noord-Oost | 55686 | 54488 | 2 |
| 22-2 | Eiland van Dordrecht 2 | 19668 | 19313 | 2 |
| 20-4 | Voorne-Putten 3 | 4296 | 4227 | 2 |
| 17-2 | IJsselmonde - Noord-West | 6352 | 6584 | -4 |
| 21-2 | Hoekse Waard 2 | 221 | 282 | -21 |
| 22-1 | Eiland van Dordrecht 1 | 19 | 28 | -31 |

* Er zijn geen gegevens voor de trajecten 14-1, 15-3, 18-1 en 34-2.

Ook is per dijkkring gekeken naar de toename in het aantal woningen in overstroombaar gebied (zie tabel 7). Deze toename is het grootst in dijkkring 25 en bedraagt ruim 20%. Het landelijk gemiddelde is zo'n 13%. In alle andere gebieden ligt de toename onder het landelijk gemiddelde en levert het gebruik van landelijk gemiddelde factoren dus een overschatting op van het aantal nieuwe woningen. In dijkkring 25-2 waren de schade en dus de MKBA-eis veel lager dan de maximale waardes horend bij de normklasse. Zelfs een twee maal zo hoge schade uitkomst zou in DPV 2015 niet tot een strengere norm geleid hebben (zie bijlage D met de fractie tussen de maximale schade voor 2050 horend bij de gegeven normklasse en de schade vastgesteld in DPV 2015).

Tabel 7. Toename van het aantal woningen in overstroombaar gebied per dijkkring

| Dijkkring | HIS-SSM | SSM | Toename (%) |
|-----------|---------|---------|-------------|
| 25 | 7851 | 9486 | 20,8 |
| 24 | 17989 | 20313 | 12,9 |
| 15 | 73938 | 82669 | 11,8 |
| 16 | 77760 | 86674 | 11,5 |
| 14 | 950109 | 1047869 | 10,3 |
| 20 | 58271 | 64102 | 10,0 |
| 34 | 17994 | 19791 | 10,0 |
| 17 | 121781 | 130322 | 7,0 |
| 21 | 16543 | 17639 | 6,6 |
| 22 | 46852 | 48439 | 3,4 |
| 19 | 5696 | 5804 | 1,9 |
| 18 | 1908 | 1888 | -1,0 |

3.4 Toename van het aantal woningen tussen 2011-2019

In DPV is een toekomstscenario aangenomen voor de periode van 2011-2019. Inmiddels is bekend hoeveel woningen er daadwerkelijk gebouwd zijn tussen 2011 en 2019. Dit zijn er maar liefst 523.000 in Nederland. Hiermee is het aantal woningen in Nederland in die periode met 7% toegenomen. Ook is in die periode de bevolking toegenomen van 16,7 naar 17,2 miljoen. Het CBS heeft voor deze periode ook regionaal gedifferentieerde gegevens beschikbaar (zie tabel 8): In west Nederland is het aantal woningen ook met 7% toegenomen en in Zuid-Holland met 6% gemiddeld. De precieze toename is locatie afhankelijk: de grootste toename wordt gevonden in de COROP regio Oost-Zuid-Holland. In dit gebied liggen de plaatsen Alphen aan den Rijn, Bodegraven-Reeuwijk, Gouda, Krimpenerwaard, Nieuwkoop en Waddinxveen. Deze locaties worden mogelijk bedreigd door overstromingen ten gevolge van doorbraken in bijvoorbeeld dijkkring 44 (Kromme Rijn) (buiten het Rijnmond-Drechtsteden gebied) of de Lekdijken in het Oostelijk deel van de Krimpener- en Lopikerwaard. Ook in het Westland, en bij Leiden is de toename meer dan landelijk gemiddeld. De verschillen zijn echter beperkt en vallen in het niet bij de toename die meegenomen is in de berekeningen van DPV (21%). Of de aanname van 21% toename tot aan 2050 redelijk is, hangt met name af van de plannen voor de periode tot aan 2050.

Tabel 8. Nieuwbouw in verschillende gebieden tussen 2011 en 2018

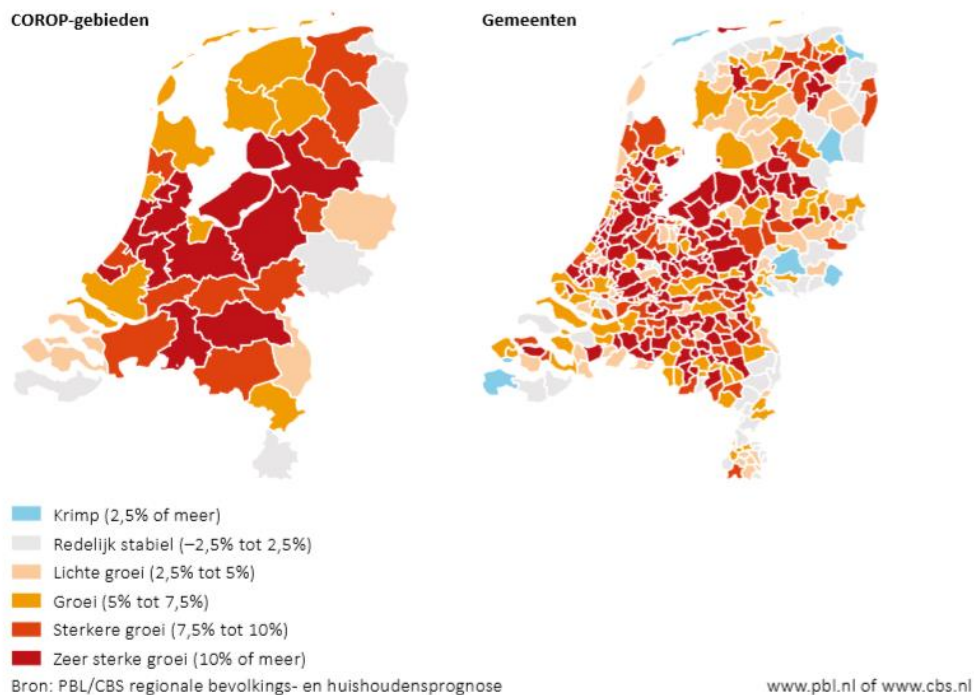
| Regio's | Jaar | Totale bevolking | Aantal huizen op 1 januari | Groei tov 2011 (%) |
|---|------|------------------|----------------------------|--------------------|
| Nederland | 2011 | 16655799 | 7217803 | |
| | 2018 | 17181084 | 7740984 | 7,2 |
| West-Nederland (Landsdeel) | 2011 | 7830125 | 3491098 | |
| | 2018 | 8190014 | 3738798 | 7,1 |
| Zuid-Holland (Provincie) | 2011 | 3528324 | 1578881 | |
| | 2018 | 3681044 | 1677634 | 6,3 |
| Agglomeratie Leiden en Bollenstreek (Corop Regio) | 2011 | 407237 | 171606 | |
| | 2018 | 424657 | 187979 | 9,5 |
| Agglomeratie 's-Gravenhage (Corop Regio) | 2011 | 810849 | 383414 | |
| | 2018 | 864129 | 408338 | 6,5 |
| Delft en Westland (Corop regio) | 2011 | 215620 | 91988 | |
| | 2018 | 229083 | 101327 | 10,2 |
| Oost-Zuid-Holland (Corop Regio) | 2011 | 293819 | 120701 | |
| | 2018 | 327821 | 140730 | 16,6 |
| Groot-Rijnmond (Corop Regio) | 2011 | 1404791 | 642495 | |
| | 2018 | 1431245 | 662978 | 3,2 |
| Zuidoost-Zuid-Holland (Corop Regio) | 2011 | 396008 | 168677 | |
| | 2018 | 404109 | 176282 | 4,5 |
| Hellevoetsluis (gemeente) | 2011 | 39739 | 16910 | |
| | 2018 | 39992 | 17923 | 6,0 |
| Rotterdam (gemeente) | 2011 | 610386 | 297737 | |
| | 2018 | 638712 | 311336 | 4,6 |

3.5 Verwachte groei tot 2050

Het PBL gaat er in zowel de oude TM scenario's gebruikt voor de bepaling van de MKBA-eis als in de nieuwere Deltascenario's vanuit dat de bevolking en het aantal woningen eerst toeneemt en dan afvlakt rond 2030 a 2035. De groei zal dus in de eerste periode tot 2050 hoger zijn dan het langjarig gemiddelde en daarna afvlakken naar 0. Gemiddeld is in DPV uitgegaan van een toename in aantal woningen 0,5% per jaar over de periode 2000-2050 voor Nederland¹¹.

PBL/CBS laat zien dat er regionaal verschillen zijn in groei. Figuur 8 geeft de prognoses voor toename in het aantal huishoudens van 2015 tot 2030 van het CBS/PBL. Deze kaart laat zien dat de grootste percentuele toename niet verwacht wordt in het Rijnmond gebied, maar daarbuiten. In het Rijnmondgebied is de procentuele groei zo'n 5-7% . In DPV is uitgegaan van 21% voor de periode van 2011-2050. Dit lijkt op basis van de hier getoonde prognoses een overschatting voor het Rijnmond-Drechtsteden gebied.

¹¹ Deze 0.5% komt overeen met het Trans-Atlantic Scenario TM, gebruikt in WV21 en DPV om de schade naar 2050 te vertalen (Zie ook Klijn et al., 2007, tabel 6.7). Deze woningtoename ligt ongeveer in het midden van de (nieuwere) Deltascenario's (0.5% resulteert in een toename van 21% tussen 2011 en 2050, de Deltascenario's variëren tussen 0 en 45% voor die periode)



Figuur 8. Ontwikkeling van het aantal huishoudens per COROP-gebied (linkerkaart) en per gemeente (rechter kaart), 2015-2030 (Kooiman et al. (2016) Fig 4.1.1, p. 21.)

3.6 Samenvatting en discussie nieuwbouw

Door DPRD zijn de volgende vragen gesteld:

1. Met welke toename aan woningen tot aan 2050 is rekening gehouden in de berekeningen welke ten grondslag liggen aan de normen?
2. Welke nieuwbouw is er geweest sinds 2000 en wat is de prognose voor de periode tot aan 2050 (invulling afhankelijk van beschikbare gegevens)
3. Hoe verhoudt deze nieuwbouw zich met de aannames gedaan in de berekeningen ten behoeve van de normen?

De antwoorden op deze vragen worden hieronder samengevat:

Bij het vaststellen van de normen voor 2050 is niet vastgelegd hoeveel huizen er tot die tijd mogen worden bijgebouwd. Er is wel rekening gehouden met een bepaalde mate van landelijke economische groei. Deze kunnen vertaald worden naar een verwachte toename in woningen van 0,5% per jaar, wat leidt een toename van 21% van 2011-2050, een toename van ruim een miljoen huizen en een totaal van 8,8 miljoen huizen in Nederland in 2050. Er is geen regionale differentiatie meegenomen. Ook voor DPRD is uitgegaan van dezelfde percentages.

Sinds 2000 is er al een groot aantal woningen bijgebouwd in Nederland, waarvan een deel in het DPRD gebied. In IJsselmonde Zuid (17-1), Goerree-Overflakkee langs het Haringvliet (25-2), Zuid-Holland kust 1 (14-3) en de Lopiker en Krimpenerwaar-Oost (15-1) is de toename tussen 2000 en 2011 veel groter geweest dan elders. Tussen 2011 en 2050 neemt het aantal huizen in het DPRD gebied vrijwel nergens sneller dan het landelijk gemiddelde (zie figuur 8).

Door nieuwbouw zal de economisch optimale kans kleiner worden, echter de norm van de trajecten 17-1 en 14-3 wordt bepaald door de eis vanuit het LIR, en de gevolgen van de trajecten 25-2 en 15-1 kunnen meer dan verdubbelen zonder dat een economisch optimale kans gevonden wordt welke buiten de normklasse valt. Zoals tabel 2 en tabel 6 laten zien nemen de gevolgen tot 2011 daar niet met die mate toe. Op enkele locaties is wel meer nieuwbouw gepland dan gemiddeld, maar als dat voorzien was in DPV, dan was weliswaar de MKBA-eis strenger geweest, maar was er geen hogere normklasse uit afgeleid.

We kijken hier nog specifiek naar traject 20-4 aangezien daar de verhouding tussen de maximale schade van de klasse en de in DPV bepaalde schade voor 2050 slechts 1,10 is (zie bijlage D). De vraag leeft of indien in DPV de nieuwe woningbouwplannen voor het gebied achter die kering bekend waren geweest, of dan dezelfde norm was gevonden. Voor dit traject zijn de bevindingen dan ook hieronder samengevat:

- Het gebruik van SSM2017 i.p.v. HIS-SSM 2000 levert voor dit normtraject een schadereductie op van 9%.
- Het aantal huizen dat getroffen werd in 2011 is 4300. Als dit aantal volgens de landelijk gemiddelde groei aangenomen in DPV zou doorgroeien zijn er 5203 woningen in 2050 in het overstroombaar gebied van dit normtraject.
- Als dit aantal nog 10% groter zou zijn, zou in DPV nog steeds dezelfde normklasse gevonden zijn (er van uitgaande dat andere aannames gelijk zouden blijven). Dit zou betekenen dat er 5722 woningen getroffen kunnen worden door overstromingen.¹²
- Een eenvoudiger beschrijving is om er vanuit te gaan dat wanneer 31% meer woningen aanwezig zijn in 2050 dan in 2011, dezelfde normklasse toegekend zou worden.
- Er zijn geen aanwijzingen gevonden in de prognoses van PBL of in andere bekeken bronnen voor een toename van meer dan 31% na 2011.

De nieuwbouw die reeds uitgevoerd is en ook de prognoses die gebruikt zijn in deze analyse zijn allemaal in lijn met de uitgangspunten gedaan in de berekeningen ten behoeve van de normen. In alle gebieden is rekening gehouden met een toename van 21% ten opzichte van 2011. In gebieden waarvan de norm bepaald is door andere criteria dan de MKBA zou een toename van 300% zelfs nog niet leiden tot een MKBA eis die buiten de normklasse valt.

De MKBA-eis is gebaseerd op schade en kosten en niet alleen op het aantal woningen. Sinds DPV is het inzicht m.b.t. de schade aan woningen veranderd: de schade aan woningen wordt nu lager ingeschat dan voorheen, terwijl de bedrijfsschade juist hoger wordt ingeschat. Naast deze inzichten zijn er ook andere inzichten zoals besproken in hoofdstuk 2. Of er aanleiding is om normen te heroverwegen bij de evaluatie in 2024, kan niet beoordeeld worden door naar losse aspecten zoals woningbouw te kijken, maar alleen in een integrale analyse waarin alle nieuwe inzichten worden meegenomen.

Door woningbouw neemt het risico toe, tenzij aangepast gebouwd wordt of op plaatsen die niet kunnen overstromen. Het beschouwen van waterveiligheid bij de keuze van nieuwbouwlocaties en voor het stellen van eisen aan de te bouwen woningen kan daarom zinvol zijn.

¹² Dit aantal is bepaald op basis van de overstromingssimulaties welke worden gewogen op basis van de bijdrage die ze hebben (Zie hiervoor de Bruijn & Van der Doef, 2011). Het getal is dus niet gelijk aan het aantal woningen in het gebied.

4 Vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA

In deze paragraaf wordt ingegaan op de volgende vragen:

- Welke vitale en kwetsbare functies zijn er in het DPRD gebied dat door overstromingen als gevolg van het falen van primaire waterkeringen wordt bedreigt?
- Hoe is de uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA meegenomen?
- Is de in de MKBA gevolgde werkwijze voor het meenemen van de gevolgen van uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur plausibel voor het DPRD gebied?

In deze studie zijn we vooral op zoek naar significante verschillen tussen gebieden/normtrajecten voor wat betreft de aanwezigheid van vitale en kwetsbare functies/infrastructuur, waarvan de uitval kan leiden tot aanzienlijke (gevolg-)schade in andere gebieden en/of op nationaal niveau, hetgeen een reden kan zijn om deze gebieden/normtrajecten beter te beschermen. Gedacht kan worden aan de aanwezigheid van snelwegen, de Betuweroute of het hoofdelektricitetsnetwerk van Tennet. Vitale en kwetsbare functies die in alle gebieden min of meer in gelijke mate aanwezig zijn, zijn in dit kader minder onderscheidend. Een voorbeeld hiervan is de aanwezigheid van het lokale elektriciteitsnetwerk van Stedin, dat overal in min of meer dezelfde mate aanwezig is in bebouwd gebied.

4.1 Vitale en kwetsbare functies in DPRD

Voor de definitie van “vitaal en kwetsbaar” sluiten we aan bij de 13 vitale en kwetsbare functies zoals die worden onderscheiden in het Deltaprogramma¹³, zie Tabel 9.

Tabel 9: Vitale en kwetsbare functies volgens het Deltaprogramma

| Functie |
|--|
| 1. Elektriciteit |
| 2. Aardgas |
| 3. Olie |
| 4. Telecom/ICT basisvoorziening voor communicatie tbv respons bij een overstroming |
| 5. Telecom/publiek netwerk |
| 6. Drinkwater |
| 7. Afvalwater |
| 8. Gezondheid |
| 9. Gemalen |
| 10. Transport (hoofdinfrastructuur) |
| 11. Chemie |
| 12. Nucleair |
| 13. Infectieuze stoffen/genetisch gemodificeerde organismen |

Bron: <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/overheden/vitale-kwetsbare/#targetText=Vitale%20en%20Kwetsbare%20functies,voor%20mens%2C%20milieu%20of%20economie>

Voor veel van bovenstaande infrastructuur zijn niet direct GIS-databestanden voorhanden die, in combinatie met de overstromingsscenario's die horen bij dijkdoorbaken in de normtrajecten, gebruikt kunnen worden om aan te geven in welke mate de betreffende infrastructuur getroffen wordt bij een dijkdoorbraak.

¹³ De veiligheidsregio's hanteren een wat uitgebreidere lijst, zie Oberijé en Rosmuller (2017).

Omdat het in het kader van deze opdracht niet mogelijk was deze informatie in een GIS format te verzamelen en in het schademodel SSM2017 te implementeren (als gevolg van beperkingen in omvang en doorlooptijd van de opdracht), zijn voor alle normtrajecten alleen de zgn. 'bovenmaatgevende' overstromingsscenario's gebruikt voor het bepalen van het overstroomd gebied (conform de factsheets van DPV, Min I&M 2016. Kaart 1 in Bijlage E geeft hiervan een landelijk overzicht). Voor die vitale en kwetsbare functies/infrastructuur die momenteel al opgenomen zijn in SSM2017, is de mate waarin deze getroffen wordt bepaald met SSM2017. De mate waarin de overige kwetsbare infrastructuur/functies getroffen worden, is visueel bepaald door het vergelijken van kaartbeelden (afkomstig van internet) en het overstroomd gebied van de bovenmaatgevende scenario's. Een aantal van deze kaartbeelden zijn opgenomen in Bijlage E. De visuele benadering is enigszins subjectief, foutgevoelig en zou in een later stadium kunnen worden geformaliseerd. In het navolgende is per functie aangegeven wat is geïnventariseerd en hoe deze inventarisatie heeft plaatsgevonden.

Functie 1. Elektriciteit

Elektriciteit is een van de belangrijkste vitale functies die uit zal vallen bij een overstroming. Stedin verzorgt in het DPRD gebied de elektriciteitsvoorziening. Over het algemeen zal het gebied waar de elektriciteit uitvalt (of wordt uitgeschakeld), iets groter zijn dan het gebied dat overstroomt, maar leidt uitval in het ene gebied niet tot uitval in een ander gebied (bron: telefonisch interview Stedin). Dit geldt echter niet voor het overstroomd van onderdelen van het hoofdnetwerk van Tennet, waarbij de uitval een veel groter gebied kan treffen. Omdat het open gedeelte van het transportnetwerk overal in Nederland op minstens 2,5 meter hoogte ligt (vanwege aanrakingsgevaar), zijn de schakelstations die vaak op maaiveld liggen het meest kwetsbaar voor overstromingen (Dassen en Arts, 2017).

Gebruikt: Tennet Nederlands transportnet 2017 (https://www.hoogspanningsnet.com/wp-content/uploads/TenneT-netkaart_extern-2017.jpg)

Geteld (visueel): aantal getroffen hoogspanningsverbindingen, hoogspanningsstations en centrales (inclusief gepland of in aanbouw) in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject.

Functie 2 en 3. Aardgas en Olie

Het landelijke transport en distributienetwerk voor gas bestaat uit ca 15.500 km leidingen en daarnaast tientallen compressor, meet-, regel-, meng- en andere stations. Veel van deze stations staan op maaiveldniveau en zijn kwetsbaar voor overstromingen. Leidingen die niet op druk gehouden kunnen worden, kunnen vollopen met water; deze moeten dan volledig vervangen worden wat een lange hersteltijd met zich meebrengt (Dassen en Arts, 2017).

De olievoorziening bestaat met name uit raffinaderijen, depots en leidingen. Deze zijn met name gelegen buitendijks in de haven van Rotterdam en Amsterdam.

De risicokaart maakt geen onderscheid tussen buisleidingen voor gas, olie en ander gevaarlijke stoffen. Daarom konden deze alleen samen worden geteld.

Gebruikt: Risicokaart

Geteld (visueel): aantal getroffen buisleidingen in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject.

Functie 4. Telecom/ICT basisvoorziening (voor communicatie tbv respons bij een overstroming)

In het kader van deze studie zijn geen gegevens gevonden van die elementen die kritiek zijn voor het in stand houden van de communicatie ten behoeve van respons bij overstromingen. Deze functie is daarom niet beschouwd.

Functie 5. Telecom/publiek netwerk

De uitval van datadiensten, internet, spraakdiensten en SMS zijn vitaal omdat veel maatschappelijke en economische activiteiten hiervan afhankelijk zijn. De infrastructuur bestaat uit vaste communicatie (glasvezelkabels e.d.), mobiele communicatie (zendmasten), en schakel- en datacentra. Vooral schakelscentra's liggen vaak op maaiveld en zijn daarmee kwetsbaar voor overstromingen (Dassen en Arts, 2017). Hiervan kon echter geen kaart gevonden worden die tevens duidelijk maakt welke elementen deel uitmaken van een hoofdnetwerk. Wel konden de *datacenters* in beeld worden gebracht. Uitval van deze datacenters kan leiden tot grootschalige uitval van een groot deel van de publieke en private digitale dienstverlening.

Gebruikt: kaart en lijst uit "Datacenters & Restwarmte" (Dutch Data Center Association (DDA), 2018) (zie bijlage E)

Geteld (visueel): aantal getroffen datacenters in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 6. Drinkwater

Uitval van de functie drinkwater betekent onvoldoende schoon en veilig drinkwater met grote risico's voor de volksgezondheid. Alleen de winning en zuivering (en niet de distributie) is aangemerkt als vitaal (Dassen en Arts, 2017).

Gebruikt: SSM2017

Geteld : aantal getroffen drinkwaterlocaties in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 7. Afvalwater

De afvalwaterverwerking is bestempeld als kwetsbare infrastructuur, omdat het lozen van ongezuiverd water gevolgen kan hebben voor andere gebruikers (zoals de drinkwatervoorziening) en omdat deze belangrijk is voor de hygiëne en gezondheid, ook ten tijde van herstel na een overstroming. De afvalwaterverwerking bestaat onder meer uit opvang, buizen en leidingen, pompen en zuiveringsinstallaties (AWZIs (bedrijven) en RWZIs). Rioolgemalen liggen vaak relatief laag en de zuiveringsinstallaties liggen vaak dicht bij open water (Dassen en Arts, 2017); beide zij daardoor kwetsbaar voor overstromingen.

Gebruikt: SSM2017

Geteld: aantal getroffen RWZIs in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 8. Gezondheid

De ziekenhuizen zijn benoemd als vitale infrastructuur, waarvan het belangrijk is dat deze nog enige tijd door kunnen functioneren bij een overstroming vanwege zowel continuïteit van zorg en noodhulp (Dassen en Arts, 2017).

Gebruikt: Kaart met 126 ziekenhuizen met klinische afdeling (2008) (zie bijlage E). (https://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_Nederlandse_ziekenhuizen#/media/Bestand:Ambulance-public-600.png)

Geteld (visueel): aantal getroffen ziekenhuizen in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 9. Gemalen

Boezemgemalen zijn onmisbaar na een overstroming omdat deze ervoor moeten zorgen dat het gebied weer kan worden droog gepompt. Deze worden daarom als vitale infrastructuur beschouwd.

Gebruikt: SSM2017

Geteld: aantal getroffen gemalen in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

NB: in SSM2017 worden alle gemalen geteld, in een vervolgstudie zouden alleen de boezemgemalen geteld kunnen worden. Hiervan kon in deze studie geen kaart worden gevonden.

Functie 10. Transport (hoofdinfrastructuur)

De hoofdinfrastructuur heeft een belangrijke rol bij evacuaties (met name de weg) en bij het herstel na een overstroming. Daarnaast is het voor het functioneren van de rest van de economie van belang dat deze zo snel mogelijk worden hersteld. Vanuit het Rijk vallen onder kwetsbare hoofdinfrastructuur de rijkswegen (snelwegen, maar ook een aantal N-wegen), de spoorwegen en de infrastructuur voor transport via water en lucht (Dassen en Arts, 2017).

10.1 Snelwegen

Gebruikt: Google Maps

Geteld (visueel): aantal getroffen snelwegen in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

10.2 N-wegen

Gebruikt: Openstreetmap

Geteld (visueel): aantal getroffen N-wegen in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject (zowel de rijkswegen als de provinciale N-wegen)

10.3 Betuweroute

Gebruikt: kaart 2 van https://encyclopedie.beneluxspoor.net/index.php/De_Betuweroute

Geteld (visueel): overstroomt de Betuweroute in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject (zie bijlage E).

10.4 Vliegveld (Airport Rotterdam-The Hague)

Gebruikt: Google Maps

Geteld (visueel): overstroomt het vliegveld in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 11: Chemie

Vanuit het belang voor de volksgezondheid en milieu is een aantal chemische bedrijven als vitaal benoemd door het rijk. Dit betreft de zgn. BRZO/BRZO+ bedrijven (ca 400 in Nederland in totaal). Deze zijn ook terug te vinden in de risicokaart. (zie bijlage E).

In het kader van deze studie is van het aantal aanwezige IPCC bedrijven middels SSM2017 geïventariseerd, dit zijn de grotere industriële bedrijven die vallen onder de Richtlijn industriële emissies (2010/75/EU). *In een update van deze studie zou dit vervangen of aangevuld kunnen worden met de BRZO gegevens uit de risicokaart.*

Gebruikt: SSM2017

Geteld: aantal getroffen IPCC bedrijven in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 12: Nucleair

In Nederland bevinden zich zes nucleaire installaties, deze zijn als vitaal zijn bestempeld. Dit zijn de kerncentrales Borssele en Dodewaard, URENCO Almelo, COVRA Borssele, de reactor Petten en de onderzoeksreactor Delft (Dassen en Arts, 2017). In deze studie is alleen de mogelijke overstroming van de onderzoeksreactor Delft (dijkring 14) van belang.

Gebruikt: Google Maps

Geteld (visueel): overstroomt de onderzoeksreactor Delft in het bovenmaatgevende overstromingsscenario per normtraject

Functie 13: Infectieuze stoffen/genetisch gemodificeerde organismen

Het betreft hier laboratoria waar gewerkt wordt met infectieuze stoffen zoals bijvoorbeeld ziekteverwekkers en genetisch gemodificeerde organismen. Deze laboratoria moeten waterrobuust zijn om ervoor te zorgen dat deze stoffen en organismen niet buiten het laboratorium terechtkomen. Uit onderzoek blijkt dat dit voldoende geborgd is door het huidig beleid en de wet- en regelgeving en dat deze laboratoria bij een overstroming daardoor een verwaarloosbaar risico vormen (Dassen en Arts, 2017). Daarom zijn deze niet verder in beeld gebracht.

Overzicht van functies in het DPRD gebied

Een overzicht van de geïventariseerde vitale en kwetsbare functies voor de normtrajecten in het DPRD gebied volgt in Tabel 12, nadat is besproken hoe vitale en kwetsbare infrastructuur is meegenomen in de MKBA. In Tabel 12 worden beide ook met elkaar vergeleken.

4.2 Vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA

In de MKBA (WV21 en DPV; Kind 2011) is een aantal schadeposten die niet, of niet volledig, met HIS-SSM is geraamd, meegenomen door middel van een opslagfactor (zie figuur 4). Dit geldt ook voor de schade door het uitvallen van vitale objecten en kwetsbare infrastructuur. De in de MKBA gehanteerde totale opslagfactor bestaat uit 2 deelfactoren: een factor voor de opslag van niet geraamde schadeposten (factor 1,5) en een opslagfactor voor risico-aversie (factor 1,1), waardoor de totale opslagfactor (afgerond) op 1,6 uitkomt. In deze studie is alleen de eerste factor van 1,5 belang. Deze factor is gebaseerd op literatuurstudie in het kader van de MKBA WV21 (Kind, 2011b). Tabel 10 laat de opbouw van deze factor zien.

Tabel 10: Samenstelling van de opslag op de materiële schade in de MKBA (bron: Kind, 2011b).

| Posten die via een opslag meegenomen worden | Opslag op schade van HIS-SSM | Reden |
|---|------------------------------|---|
| 1. Kosten van hulpverlening, evacuatie, opruiming en nazorg | 10% | Niet in HIS-SSM |
| 2. Schade van directe en indirecte bedrijfsuitval | 9 – 19% | Onderschatting duur en scope van effecten |
| 3. Indirecte effecten van doorsnijding van infrastructuur | 2 – 14% | Onderschatting mobiliteitseffecten |
| 4. Overige: afhandelingkosten, uitval van woningdiensten, doorsnijding nutsleidingen & communicatieverbindingen, lange termijn impact op het investeringsklimaat, LNC-waarden, onbekende posten | 19 – 17% | Algemene opslag voor resterende, niet expliciet gewaardeerde effecten |
| Totaal – interval | 40 – 60% | |
| Totaal – middenpunt | 50% | |
| Factor | 1,5 | |

De schade als gevolg van de uitval van transportverbindingen zit verwerkt in post 3, waarvoor een raming is afgegeven van 2% tot 14% van de met HIS-SSM (2005) geraamde totale schade. Post 4 betreft een opslag voor 'overige' posten, waaronder ook schade door doorsnijding van nutsleidingen en communicatieverbindingen; deze opslag bedraagt 17% tot 19% van de met HIS-SSM geraamde totale schade. Uit deze twee posten volgt dat de totale opslag voor vitale en kwetsbare infrastructuur die in de MKBA is meegenomen, ergens tussen 2% en 33% bedraagt. Preciezer is dit niet aan te geven, aangezien post 4 'overige' ook andere, niet met HIS-SSM geraamde schadeposten bevat, waaronder bijvoorbeeld de schade aan LNC-waarden.

In de MKBA zijn normen uitgerekend voor de verwachte economische situatie rondom 2050. Daartoe is verondersteld dat de schade jaarlijks met 1,5% uniform in alle gebieden/normtrajecten toeneemt. Dit geldt ook voor de schade door het uitvallen van vitale of kwetsbare infrastructuur. Dit betekent dat met de aanleg van nieuwe vitale en kwetsbare infrastructuur in principe in de MKBA rekening is gehouden, zij het in gelijke mate voor alle normtrajecten.

Tabel 11 geeft de bandbreedte en het gemiddelde van de schade door het uitvallen van vitale en kwetsbare functies zoals die in de MKBA impliciet (middels genoemde percentages) is meegenomen. Uit deze Tabel volgt dat het voor de normtrajecten in het DPRD gebied gaat om een bedrag van (afgerond) tussen 3 en 47 miljard euro (gemiddeld is dat 25 miljard euro) (prijspeil 2011). Deze schade komt bovenop de materiële schade zoals die geraamd is met HIS-SSM voor het DPRD gebied van (afgerond) 140 miljard euro.

In de MKBA zijn normen uitgerekend voor de verwachte economische situatie rondom 2050. Daartoe is verondersteld dat de schade jaarlijks met 1,5% uniform in alle gebieden/normtrajecten toeneemt. Dit geldt ook voor de schade door het uitvallen van vitale of kwetsbare infrastructuur. Dit betekent dat met de aanleg van nieuwe vitale en kwetsbare infrastructuur in principe in de MKBA rekening is gehouden, zij het in gelijke mate voor alle normtrajecten.

Tabel 11: In de MKBA meegenomen materiële schade uit HIS-SSM zonder opslagen (Miljard €, prijspeil 2011) en indirecte schade (Miljard €, prijspeil 2011) voor doorsnijden infrastructuur, nuts en communicatie (per normtraject)

| Normtraject | | Materiële Schade (Miljard €, prijspeil 2011) | Indirecte schade (Miljard euro, prijspeil 2011) | | |
|-------------|---|--|---|-----------|------|
| | | | Min (2%) | max (33%) | gem. |
| 14-1 | Hollandse IJssel dkr14 | 15,8 | 0,3 | 5,2 | 2,8 |
| 14-2 | Zuid-Holland - Nieuwe Maas | 7,3 | 0,1 | 2,4 | 1,3 |
| 14-3 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg | 1,0 | 0,0 | 0,3 | 0,2 |
| 14-4 | Zuid-Holland - Hoek van Holland | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| 15-1 | Lopiker-en Krimpenerwaard – Oost | 18,7 | 0,4 | 6,2 | 3,3 |
| 15-2 | Lopiker-en Krimpenerwaard – West | 11,8 | 0,2 | 3,9 | 2,1 |
| 15-3 | Hollandse IJssel dkr15 | 3,3 | 0,1 | 1,1 | 0,6 |
| 16-1 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede | 17,9 | 0,4 | 5,9 | 3,1 |
| 16-2 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede/Noord/Lek | 7,8 | 0,2 | 2,6 | 1,4 |
| 16-3 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-West | 13,8 | 0,3 | 4,5 | 2,4 |
| 16-4 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-Oost | 14,3 | 0,3 | 4,7 | 2,5 |
| 17-1 | IJsselmonde – Zuid | 0,5 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| 17-2 | IJsselmonde - Noord-West | 1,6 | 0,0 | 0,5 | 0,3 |
| 17-3 | IJsselmonde - Noord-Oost | 6,6 | 0,1 | 2,2 | 1,2 |
| 18-1 | Pernis | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19-1 | Rozenburg | 0,7 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| 20-1 | Voorne-Putten duin | 1,8 | 0,0 | 0,6 | 0,3 |
| 20-2 | Voorne-Putten 1 | 1,8 | 0,0 | 0,6 | 0,3 |
| 20-3 | Voorne-Putten 2 | 3,3 | 0,1 | 1,1 | 0,6 |
| 21-1 | Hoekse Waard 1 | 0,6 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| 21-2 | Hoekse Waard 2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22-1 | Eiland van Dordrecht 1 | 1,2 | 0,0 | 0,4 | 0,2 |
| 22-2 | Eiland van Dordrecht 2 | 3,3 | 0,1 | 1,1 | 0,6 |
| 23-1 | Dijkkring 23 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 24-1 | Land van Altena 1 | 1,7 | 0,0 | 0,5 | 0,3 |
| 24-2 | Land van Altena 2 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| 24-3 | Land van Altena 3 | 3,9 | 0,1 | 1,3 | 0,7 |
| 25-1 | Goeree-Overflakkee Noordzee | 0,6 | 0,0 | 0,2 | 0,1 |
| 25-2 | Goeree-Overflakkee Haringvliet | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 34-1 | West-Brabant 1 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| 34a-1 | Geertruidenberg | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| 35-1 | Donge 1 | 1,6 | 0,0 | 0,5 | 0,3 |
| Totaal | | 142,1 | 2,8 | 46,9 | 24,9 |

4.3 Plausibiliteit van een opslagfactor voor het ramen van de indirecte schade als gevolg van uitval van vitale en kwetsbare functies in het DPRD gebied

De vraag of het werken met een opslagfactor plausibel is, valt uiteen in 2 deelvragen:

1. Is de absolute omvang van de schade door uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur voor het DPRD gebied plausibel?
2. Is de verdeling van deze schade over de normtrajecten plausibel?

In zijn algemeenheid geldt dat het ramen van de indirecte schade door het uitvallen van vitale en kwetsbare infrastructuur complex is: dit vraagt om een analyse van het totale hydraulische en economische systeem met vragen als: Waar breken de dijken door? Hoe doorsnijdt de infrastructuur de overstromde gebieden? Wat zijn hiervan de korte- en lange termijn effecten? Welke oplossingen zijn er? De resultaten hiervan zijn onzeker.

De in de MKBA afgeleide opslagfactor voor deze schade is de beste schatting die destijds (2011) mogelijk was, was gebaseerd op diverse case-studies van natuurrampen, waaronder de aardbeving in Kobe (1995) en de orkaan Katrina (2005), en is voorgelegd aan verschillende (beleidsmatige en wetenschappelijke) begeleidingscommissies rondom de MKBA WV21. Deze opslagfactor leidt tot een raming van de schade als gevolg van uitval van vitale en kwetsbare functies en infrastructuur voor het DPRD gebied van tussen 3 en 47 miljard euro – een bedrag dat zonder uitgebreide detailstudies niet onredelijk lijkt te zijn.

Tabel 12 geeft de resultaten van de inventarisatie van vitale en kwetsbare infrastructuur (zoals besproken in paragraaf 4.1) en de verdeling van de schade als gevolg van het uitvallen van vitale en kwetsbare infrastructuur zoals geraamd in de MKBA (de minimale en maximale bedragen). Door middel van een kleurcodering is de omvang van de schade respectievelijk de aanwezigheid van vitale en kwetsbare infrastructuur aangeven.

Tabel 12. Opslag op de schade voor uitvallen vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA, en inventarisatie van vitale en kwetsbare functies voor de normtrajecten in het DPRD gebied (inventarisatie op basis van bovenmaatgevende overstromingsscenario's)

| Nr. | Naam | Min. opslag op schade (M Euro) | | Max. opslag op schade (M Euro) | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|------------|----------------|--------------|------------------|----------------|------------------|--------------|----|---|
| | | 1. Electriciteit | 2. en 3. Olie en gas | 5. Telecom publiek | 6. Drinkwater | 7. Afvalwater | 8. Gezondheid | 9. Gemalen | 10.1 Snelwegen | 10.2 N-wegen | 10.3 Betuweroute | 10.4 Vliegveld | 11. IPPC bedrijf | 12. Nucleair | | |
| 14-1 | Hollandse IJssel dkrgr14 | 0,3 | 5,2 | 5 | 13 | 4 | 0 | 3 | 1 | 33 | 2 | 6 | 0 | 1 | 11 | 0 |
| 14-2 | Zuid-Holland - Nieuwe Maas | 0,1 | 2,4 | 3 | 10 | 4 | 0 | 0 | 1 | 11 | 2 | 6 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 14-3 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg | 0,0 | 0,3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 11 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 15-1 | Lopiker-en Krimpenerwaard - Oost | 0,4 | 6,2 | 5 | 25 | 3 | 7 | 28 | 1 | 137 | 5 | 27 | 0 | 1 | 56 | 0 |
| 15-2 | Lopiker-en Krimpenerwaard - West | 0,2 | 3,9 | 5 | 25 | 3 | 7 | 28 | 1 | 137 | 5 | 27 | 0 | 0 | 56 | 0 |
| 16-1 | Albw./Vijfj.landen - Merwede | 0,4 | 5,9 | 3 | 16 | 1 | 3 | 17 | 1 | 61 | 3 | 9 | 1 | 0 | 16 | 0 |
| 16-2 | Albw./Vijfj.landen - Merwede/Noord/Lek | 0,2 | 2,6 | 3 | 9 | 1 | 2 | 8 | 1 | 47 | 2 | 7 | 1 | 0 | 8 | 0 |
| 16-3 | Albw./Vijfj.landen - Lek-West | 0,3 | 4,5 | 3 | 15 | 1 | 3 | 12 | 1 | 53 | 3 | 10 | 1 | 0 | 15 | 0 |
| 16-4 | Albw./Vijfj.landen - Lek-Oost | 0,3 | 4,7 | 3 | 15 | 1 | 3 | 12 | 1 | 55 | 3 | 10 | 1 | 0 | 16 | 0 |
| 17-1 | IJsselmonde - Zuid | 0,0 | 0,2 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 17-2 | IJsselmonde - Noord-West | 0,0 | 0,5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 17-3 | IJsselmonde - Noord-Oost | 0,1 | 2,2 | 2 | 12 | 0 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 18-1 | Pernis | 0,0 | 0,0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-1 | Rozenburg | 0,0 | 0,2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-1 | Voorne-Putten duin | 0,0 | 0,6 | 3 | 7 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 20-2 | Voorne-Putten 1 | 0,0 | 0,6 | 4 | 14 | 0 | 0 | 5 | 1 | 9 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 20-3 | Voorne-Putten 2 | 0,1 | 1,1 | 4 | 18 | 0 | 0 | 6 | 1 | 11 | 0 | 6 | 0 | 0 | 7 | 0 |
| 21-1 | Hoekse Waard 1 | 0,0 | 0,2 | 1 | 17 | 0 | 0 | 3 | 0 | 17 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 21-2 | Hoekse Waard 2 | 0,0 | 0,0 | 1 | 11 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-1 | Eiland van Dordrecht 1 | 0,0 | 0,4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-2 | Eiland van Dordrecht 2 | 0,1 | 1,1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24-1 | Land van Altena 1 | 0,0 | 0,5 | 0 | 4 | 0 | 1 | 6 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 24-2 | Land van Altena 2 | 0,0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 24-3 | Land van Altena 3 | 0,1 | 1,3 | 0 | 4 | 0 | 1 | 6 | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 25-1 | Goeree-Overflakkee Noordzee | 0,0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25-2 | Goeree-Overflakkee Haringvliet | 0,0 | 0,0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 34-1 | West-Brabant 1 | 0,0 | 0,1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 34a-1 | Geertruidenberg | 0,0 | 0,1 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 35-1 | Donge 1 | 0,0 | 0,5 | 0 | 12 | 0 | 0 | 4 | 0 | 8 | 1 | 2 | 0 | 0 | 18 | 0 |

Uit deze Tabel vallen een aantal zaken op:

- Door de oogharen heen lijkt de hoogte van de schade door uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur zoals die is meegenomen in de MKBA, in lijn te zijn met de hoeveelheid aanwezige kwetsbare en vitale infrastructuur: de normtrajecten met de meeste infrastructuur hebben de hoogste opslag (met name dijkringen 14, 15 en 16), en vice versa.
- Daarnaast vallen verschillen tussen normtrajecten op. We noemen de volgende:

- 17-1: dit normtraject heeft in de MKBA een relatief lage opslag voor de schade door uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur gekregen, terwijl hier relatief veel olie- en gasleidingen door heen lopen, de Betuweroute het gebied snijdt en er 3 snelwegen door het gebied lopen;
- 20-2 en 20-3: relatief lage opslag in de MKBA, relatief veel belangrijke onderdelen van het hoofdelektriciteitsnetwerk van Tennet en relatief veel olie- en gasleidingen;
- 21-1 en 21-2: lage opslag, relatief veel olie- en gasleidingen;
- 34-1: relatief lage opslag, relatief veel belangrijke onderdelen van het hoofdelektriciteitsnetwerk en relatief veel snelwegen;
- 35-1: relatief lage opslag, relatief veel olie- en gasleidingen en relatief veel IPCC bedrijven.

Bedacht dient te worden dat bovenstaande constatering niet direct als aanwijzing mogen worden gezien om vragen te stellen bij de hoogte van de wettelijke veiligheidsnorm, immers:

- een deel van de wettelijke normen is gebaseerd op het LIR of groepsrisico, en niet op de MKBA (van alle bovengenoemde trajecten is de MKBA alleen bepalend voor traject 21-2; 34a en 35-1);
- de kwetsbaarheid en de gevolgen van het uitvallen van deze infrastructuur is globaal of niet goed bekend;
- uitval kan in een aantal gevallen worden voorkomen door het nemen van objectgerichte maatregelen (waterrobuust bouwen);
- De inventarisatie is grof en enkel gebaseerd op het bovenmaatgevende overstromingsscenario.

4.4 Conclusies en aanbevelingen vitale infrastructuur

In dit hoofdstuk zijn de volgende vragen geadresseerd:

- Welke vitale en kwetsbare functies zijn er in het DPRD gebied dat door overstromingen als gevolg van het falen van primaire waterkeringen wordt bedreigt?
- Hoe is de uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur in de MKBA meegenomen?
- Is de in de MKBA gevolgde werkwijze voor het meenemen van de gevolgen van uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur plausibel voor het DPRD gebied?

In paragraaf 4.1 is in beeld gebracht welke vitale functies aanwezig zijn in het DPRD gebied en in de bijlagen zijn hiervan kaarten gegeven. Hierbij is alleen gebruik gemaakt van bestaande informatie.

In de MKBA is vitale infrastructuur meegenomen door middel van een opslagfactor op de schade. Er is in DPV niet precies in beeld gebracht welke vitale infrastructuur er aanwezig is en wat de schade bij uitval zou zijn. De economische schade die ontstaat door uitval van de kritieke infrastructuur is ook niet bekend. Het analyseren daarvan vraagt nadere analyse van bijvoorbeeld een representatief scenario waarin kritieke infrastructuur uitvalt.

Door de oogharen heen lijkt de hoogte van de schade wel in lijn met de aanwezigheid van kritieke infrastructuur: de normtrajecten met de meeste infrastructuur hebben de hoogste opslag. Wel zijn een aantal trajecten opgevallen (zie paragraaf 4.3) maar de norm van de meeste van die trajecten wordt niet bepaald door de MKBA uitkomst. Voor traject 21-2 is maar een beperkte opslagfactor voor vitale infrastructuur meegenomen, terwijl er een groot aantal olie- en gasleidingen door dit gebied lopen. Het is aan te raden meer in detail te kijken naar de locatie en kwetsbaarheid van deze leidingen en de opslagfactor. De norm van dit traject is wel afhankelijk van de MKBA-uitkomst.

Aanbevolen wordt om:

- nader te duiden wat in het kader van overstromingen onder vitaal en kwetsbare functies wordt verstaan en hoe deze kunnen worden geïventariseerd;
- de kwetsbaarheid van deze functies voor overstromingen beter te bepalen;
- de inventarisatie landelijk en reproduceerbaar uit te voeren;
- voor de belangrijkste functies dieper onderzoek te doen naar de economische gevolgen van uitval als alternatief voor een opslagfactor;
- een voorbeeld uit te werken in een storyline, bijvoorbeeld met een overstroming in dijkkring 15, een gebied waar vrijwel alle vitale functies in voorkomen, om meer begrip van mogelijke effecten en handelingsperspectieven te krijgen. Deze analyse kan ook bijdragen aan het aanpassen van ontwerpen voor nieuwe infra-, bepalingen van effecten van uitval en crisismanagementplannen.

5 Conclusies, discussie en aanbevelingen

5.1 Conclusies en discussie

De normen van de waterkeringen zijn gebaseerd op drie criteria: efficiency, gelijkheid en maatschappelijke ontwrichting. De strengste eis resulterend uit deze drie criteria is maatgevend voor de norm. De eis is bepaald om de normklasse te identificeren voor het normtraject. Voor traject 14-4 zijn ook nog aanvullende overwegingen toegevoegd. Er is in het hele traject waarin de eisen afgeleid zijn, veel aandacht geweest voor gevoeligheidsanalyses, onzekerheidsanalyses en het nadenken over robuuste normen. De norm is daardoor in het algemeen robuust waardoor lokale ontwikkelingen niet hoeven te leiden tot heroverweging van de normen.

Omdat Nederland streeft naar adaptief beleid, worden de normen eens in de twaalf jaar geëvalueerd en wordt ook het Deltaprogramma Veiligheid waar de normen deel van uitmaken, eens in de zes jaar herijkt. Hierin worden nieuwe inzichten en ontwikkelingen meegenomen. De evaluatie van de Waterwet met daarin de normen is gepland voor 2024.

De belangrijkste factoren achter de berekeningen die ten grondslag liggen aan de normen zijn kosten, gevolgen, en discontovoet. Een overzicht van alle factoren is gegeven in tabel 1. Veel nieuwe inzichten en gegevens leiden tot enigszins andere uitkomsten voor de eisen vanuit de LIR en/of MKBA, maar als deze nieuwe inzichten of gegevens er al in DPV geweest waren, dan waren de meeste trajecten binnen dezelfde normklasse geëindigd en waren de normen dus waarschijnlijk gelijk geweest.

Lokaal kunnen andere overstromingssimulaties en of nieuwe buurtgrenzen leiden tot andere uitkomsten van de kanseisen in de MKBA en LIR. Ook zouden mogelijke aanpassingen in de slachtofferfuncties voor bijvoorbeeld traject 16-4 en 15-1 kunnen leiden tot lagere LIR-eisen voor deze trajecten. De veranderingen in gevolgen beïnvloeden de MKBA uitkomsten, maar ook hier geldt dat de invloed van nieuwe inzichten op trajecten waar de MKBA bepalend is voor de norm, beperkt is. Er zijn geen aanwijzingen dat normen van trajecten urgent heroverwogen dienen te worden. De kostenschattingen zijn niet geheel te duiden en ook de invloed ervan op de MKBA-eis en van wijzingen in inzichten in kosten op de MKBA-eis is daarom niet duidelijk.

Er is meer specifiek gekeken naar nieuwbouw. Er is woningnood en er zijn plannen om vele woningen bij te bouwen. Op basis van de verkennende analyse beschreven in dit rapport kunnen er veel woningen bijgebouwd worden zonder dat de economisch optimale overstromingskans resulterend uit de MKBA uitkomt in een andere normklasse dan die van de huidige norm. Nieuwbouw verhoogt het overstromingsrisico wel. Het is daarom zinvol waterveiligheid mee te nemen in de keuze van de locatie en de voorschriften voor nieuwbouwlocaties.

De indirecte schade door uitval van vitale infrastructuur en door schade aan kwetsbare objecten is meegenomen in de normen middels een opslagfactor. Op basis van een grove verkenning lijkt de orde van grootte van deze opslagfactoren plausibel voor Nederland en ook voor het DPRD gebied. De spreiding van vitale infrastructuur over het gebied vraagt wel nadere analyse: in sommige trajecten is een lage opslag gebruikt voor vitale infrastructuur, terwijl er wel veel infrastructuur aanwezig is. Hier betreft het met name 17_1 waar veel olie- en gasleidingen door het gebied lopen.

Aangezien de kwetsbaarheid van olie-en gasleidingen voor overstromingen niet precies bekend is, en de schade bij uitval van deze leidingen ook niet is het aan te raden daar een nadere analyse voor te doen. Bij de aanleg van nieuwe vitale infrastructuur en/of kwetsbare objecten zou een afweging nuttig zijn over of deze nieuwe ontwikkeling waterrobuust kan worden aangelegd, of dat door die ontwikkeling het risico mag stijgen wat op de lange termijn mogelijk resulteert in een strengere norm en dus dijkverhoging over een heel normtraject (of meerdere trajecten). Als infra/ kwetsbare objecten waterrobuust kan worden aangelegd, dan is effect op overstromingsrisico's nihil.

Er zijn geen trajecten geïdentificeerd waar er nu aanwijzingen zijn dat nieuwbouw of vitale infrastructuur aanleiding gaan geven tot het heroverwegen van de normen. Een trajecten dat nader beschouwd kan worden, zeker indien er zeer grote nieuwbouwplannen zouden zijn, is het gebied bedreigd door doorbraken vanuit 20-4.

5.2 Aanbevelingen

DPRD is als gebied cruciaal voor de Nederlandse economie en heeft daarom ook relatief strenge waterveiligheidsnormen. Ook het imago van de Rijnmond is cruciaal voor het investeringsklimaat in Nederland. Het is daarom goed om heel helder de potentiële gevolgen van overstromingen in beeld te hebben en ook de handelingsperspectieven daarbij. De veiligheidsregio's zijn hier al druk mee bezig. Om hier nog meer inzicht te krijgen, geven wij de volgende aanbevelingen:

- Het is aan te bevelen om voor een normtraject als voorbeeld de kosten voor dijkversterking tot de norm opnieuw met de huidige inzichten te bepalen en te wegen met de bereikte risicoreductie. Dit geeft inzicht in de wijze van kostenbepaling en optimalisering.
- Ook is het nuttig om voor een normtraject een storyline te maken en daarmee te trachten de effecten van de overstroming op het functioneren van vitale infrastructuur en kwetsbare objecten te bepalen, en handelingsperspectieven te onderzoeken. Ook kan zo'n casestudy bijdragen aan een beter inzicht in de indirecte schade van uitval van deze vitale infrastructuur.
- Voor lange-termijn investeringen zoals die in vitale infrastructuur is het meenemen van het lange termijn waterveiligheidsbeleid cruciaal. Ook de afweging m.b.t. het waterrobuust aanleggen, dan wel het eventueel versterken van keringen op lange termijn vraagt aandacht.
- Op de lange termijn is een dialoog nodig over hoe DPRD de regio en ontwikkelingen daarin ziet: wil DPRD inzetten op blijven groeien en versterken van keringen of op het vergroten van waterrobuustheid en aangepast bouwen waar mogelijk?

6 Referenties

CBS: Regionale kerncijfers Nederland:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/70072ned/table?ts=1573732960803>

Dassen, Wytse en Susan Arts, 2017. Overzicht van vitale en kwetsbare functies bij overstromingen. Inzichten voor uitvoering stresstesten. Twynstra Gudde in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

De Bruijn, K.M. & Slager, K. (2014). *Mortality functions in the flood impact module*. Deltares Project 1207814-005. Delft, the Netherlands.

De Bruijn, K.M., W.J. Klerk, F. Diermanse (2014). *Het groepsrisico van overstromingen in Nederland. Eisen aan primaire waterkeringen vanuit verschillende redeneerlijnen*. . Deltares-rapport 1209190- 000-VEB-0005, juli 2014.

Deltaprogramma, deelprogramma Veiligheid (2014), *Technisch-inhoudelijke uitwerking van eisen aan primaire keringen, Bijlage G, Aanpak afleiden economisch optimale beschermingsniveau*, Versie DPV 2.2 (definitief), 7 oktober 2014

Kind, J., De Bruijn, K.M., Diermanse, F., Wojciechowska, K., Klijn, F., Van der Meij, R., Nolte, A., Sloff, K. (2019). *Invloed hoge scenario's voor Zeespiegelstijging voor Rijn-Maas Delta. Herijking VKS DPRD en DB RMD, onderdelen 1 en 2*. Project 11203724-008. Deltares, Delft.

Gauderis, J., & Kind, J. (2011). *Maatschappelijke kosten-batenanalyse waterveiligheid 21^e eeuw. bijlage E: Bewerking van schadegegevens*. Deltares 1204144-006-ZWS-0008. Deltares, Delft.

Grave, P. de en G. Baarse (2011), *Kosten van maatregelen, informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21^e eeuw*, Deltares, projectnr. 1124144-003, maart 2011.

Kind, J. (2013). Gevoeligheidsanalyse economisch optimale overstromingskansen WV21 voor de Deltascenario's 2012. Projectnummer 1207830-007

Kind, 2011a. Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21^e Eeuw.

Kind, 2011b. Maatschappelijke kosten-batenanalyse Waterveiligheid 21^e Eeuw. Bijlage D. Bewerking van schadegegevens.

Kolen, B., Maaskant, B., Terpstra, T. (2013). Evacuatieschattingen Nederland. Addendum. HKV Lijn in Water, Delft.

Klijn, F. *et al.* (2007). *Overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat. Verwachtingen, schattingen en berekeningen voor het project Nederland Later*. Rapport Q4290. WL | Delft Hydraulics, Delft.

Kok, M. & Van der Doef (2006). Uitgangspunten voor overstromingsscenario's in VNK2.

Kooiman, N. et al. (2016): *Bevolkingstrends: PBL/CBS Regionale bevolkings- en huishoudensprognose 2016–2040: sterke regionale verschillen*. Beschikbaar op: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/PBL2016-PBL-CBS-Regionale-bevolkings-en-huishoudensprognose-2016-2040-sterke-regionale-verschillen-1959.pdf.pdf>

Min I&M, 2016. Factsheets normering primaire waterkeringen, getalsinformatie per normtraject.

Oberijé, Nancy en Nils Rosmuller, 2017. Handreiking Impactanalyse overstromingen en ernstige wateroverlast voor veiligheidsregio's.

Slager, K., & Wagenaar, D. (2017). *Standaardmethode 2017: Schade en slachtoffers als gevolg van overstromingen*. Deltares.

Slotjes, N. & Van der Most, H. (2016a). *Achtergronden bij de normering van de primaire waterkeringen in Nederland. Hoofdrapport*. Ministerie van infrastructuur en Milieu, DG Ruimte en Water, Directie Algemeen Waterbeleid en Veiligheid.

Wagenaar, D. (2015). Consequentieanalyse SSM2015. Memo 3 juni 2015. Deltares.

Bijlage A: Achtergronden bij de bepaling van de economische optimale faalkans van keringen ten behoeve van de normendiscussie voor DPV

A.1 Directe optimaliseringsmethode

Voor het berekenen van de economisch optimale overstromingskansen in WV21 en DPV is gebruik gemaakt van een “directe” optimaliseringsmethode; deze bestaat uit een enkele formule die een korte rekentijd vergt. De directe methode is gebaseerd op het uitgebreidere dijkoptimalisatiemodel *OptimaliseRing*.

Per definitie is de economisch optimale overstromingskans op tijdstip t , $P_{\text{midden}}(t)$ gelijk aan het economisch optimale niveau van de verwachte overstromingschade (S_t^*) gedeeld door de schade bij overstromen in dat jaar (V_t):

$$P_{\text{midden}}(t) = S_t^* / V_t \quad (1)$$

Eijgenraam (2009) heeft aangetoond dat het economisch optimale niveau van de verwachte overstromingschade met de volgende formule benaderd kan worden:

$$S_t^* \approx \delta \frac{1}{\ln(10)} I_i(h_{10}) \quad (2)$$

waarin:

- δ = discontovoet;
- $I_i(h_{10})$ = investeringskosten voor het verhogen van de dijk met één decimeringshoogte (h_{10}) (waardoor de overstromingskans daalt met een factor 10).

Uit formules (1) en (2) is duidelijk dat de economische optimale overstromingskans afhankelijk is van drie variabelen:

- 1 de discontovoet;
- 2 de kosten voor een bepaalde veiligheidsverbetering (hier met factor 10);
- 3 de schade bij overstromen.

A.2 Formule voor de schade (V_t)

In de KBA WV21 / DPV is de schade V_t in formule (1) per dijkkringdeel als volgt berekend:

$$V_t = [V_0 \cdot i + I \cdot \text{VOSL} + g \cdot \text{VOE}] \cdot (1 + \gamma)^{t-t_0} \quad (3)$$

waarin:

- V_t = totale schade bij overstroming in het jaar t waarvoor de economisch optimale overstromingskans bepaald wordt ($t = 2050$ in de MKBA);
- V_0 = materiële schade bij overstroming in het basisjaar t_0 . ($t_0 = 2011$ in de MKBA), berekend met HIS-SSM;

- i = opslagpercentage voor (hoofdzakelijk indirecte) schadeposten die door HIS-SSM niet of onvoldoende in rekening gebracht worden, en voor risicoaversie. In de basisvariant van de MKBA is i gelijk aan 1,6;
- l = aantal dodelijke slachtoffers in het basisjaar, berekend met behulp van HIS-SSM;
- $VOSL$ = waarde van de schade per dodelijke slachtoffer. Het betreft in hoofdzaak de immateriële waarde van bespaarde mensenlevens ($VOSL$ = Value of a Statistical Life). In de basisvariant van de MKBA is $VOSL$ gelijk aan 6,7 miljoen euro per dodelijk slachtoffer;
- g = aantal getroffen en in het basisjaar, berekend met behulp van HIS-SSM;
- VOE = waarde van de schade per getroffene, bovenop de materiële schade die al in V_0 begrepen is. Het betreft hoofdzakelijk de persoonlijke kosten van evacuaties (VOE = Value of Evacuation). In de basisvariant van de MKBA is VOE gelijk aan 12.000 euro per getroffene;
- γ = economische groei (groei van het BBP). In de basisvariant is γ gelijk aan 1,9% per jaar voor alle dijkkringen

Het aantal dodelijke slachtoffers l kan verder uitgeschreven worden als een functie van het aantal getroffen g :

$$l = g \cdot (1 - e) \cdot m \quad (4)$$

waarin:

- e = evacuatiefractie;
- m = mortaliteitsfractie bij de achterblijvers.

Door de toevoeging van deze factoren is in de MKBA de schade in 2050 als volgt bepaald:

$$V_{2050} = \left[(V_{2011} \cdot i) + (g \cdot (1 - e) \cdot m \cdot VOSL) + (g \cdot VOE) \right] \cdot (1 + \gamma)^{(2050-2011)} \quad (5)$$

In de analyse is γ de groei van het binnenlands product. Ook de immateriële wordt verondersteld toe te nemen met dit groeipercentage, doordat zowel het aantal getroffen en toeneemt, als de immateriële schade per getroffene, waarbij de laatste is verondersteld evenredig toe te nemen met de groei van het inkomen per hoofd van de bevolking. Met andere woorden, als het BBP bijvoorbeeld groeit met 1,9% per jaar en de bevolking met 0,2% per jaar, dan stijgt het BBP per hoofd met afgerond 1,7% per jaar ($=1,019/1,002-1$). In de gevoeligheidsanalyse voor DPRD willen we de mogelijkheid hebben om te differentiëren met economische groei en bevolkingsgroei. In plaats van formule (5) zou daarom de volgende formule gebruikt kunnen worden:

$$V_{2050} = (V_{2011} \cdot i)(1 + \gamma_n)^{(2050-2011)} + \left[g \cdot (1 + \gamma_p)^{(2050-2011)} \right] \cdot \left[\left[((1 - e) \cdot m \cdot VOSL) + (VOE) \right] (1 + \gamma_c)^{(2050-2011)} \right] \quad (6)$$

waarin:

- γ_n = groei van het BBP (% per jaar)
- γ_p = groei van de bevolking (% per jaar)
- γ_c = groei van het BBP per capita (% per jaar)

De schadebedragen en slachtofferaantallen zijn gebaseerd op meerdere overstromingssimulaties per normtraject (DPV). Bij de normcondities is verondersteld dat er 1 bres is, het daarbij horende schadebedrag is een naar lengte gewogen gemiddelde schadebedrag van de individuele simulaties. Bij 10 x extremere condities is uitgegaan van een (omhullende) schade die hoort bij een overstroming vanuit alle bressen. De schade van 1 bres bij normcondities heeft een gewicht gekregen van 0,4 en die bij extreme condities van 0,6.

Bijlage B: Referentiekansen uit WV21

De referentiekansen gebruikt in WV21 als basis voor het begrip '10 keer veiliger'.

Tabel D1. Referentiekansen dijkkringdelen in W21 (dit is de basiskans achter het begrip '10 keer veiliger')

| WV21 dijkkringdeel* | Overschrijdingskansnorm (1/jaar) | Referentiekans WV21 (2 ^e referentie) (1/jaar) | Aantal decimeringshoogtes tekort in t(0) |
|---------------------|----------------------------------|--|--|
| 14-2 | 10000 | 10000 | 0.000 |
| 14-3 | 10000 | 5000 | 0.301 |
| 15-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |
| 15-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |
| 16-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |
| 17-1 | 4000 | 2000 | 0.301 |
| 18-1 | 10000 | 5000 | 0.301 |
| 19-1 | 10000 | 5000 | 0.301 |
| 20-1 | 4000 | 4000 | 0.000 |
| 20-2 | 4000 | 4000 | 0.000 |
| 20-3 | 4000 | 4000 | 0.000 |
| 21-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |
| 22-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |
| 24-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |
| 25-2 | 4000 | 2000 | 0.301 |
| 34-1 | 2000 | 500 | 0.602 |
| 34a-1 | 2000 | 500 | 0.602 |
| 35-1 | 2000 | 1000 | 0.301 |

* pas op, deze codering wijkt af van de DPV normtrajectcodering!

Bijlage C: Effect van wijziging discontovoet en economische groei

Indien de economische groei en discontovoet beiden wijzigen van respectievelijk 1,9 en 5,5 naar 1,5 en 4,5%, dan verandert er geen enkel normtraject van normklasse. Tabel C1 vat de resultaten samen.

Tabel C1. Resultaten voor de MKBA-eis bij gewijzigde discontovoet en economische groei (Kansen weergegeven als herhalingstijd in 1/jaar)

| | MKBA-eis exact | MKBA Kasse | LIR/GR/aanvullend eis | Strengste | Nieuwe MKBA | Nieuwe MKBA klasse | Nieuwe strengste | Anders |
|------|----------------|------------|-----------------------|-----------|-------------|--------------------|------------------|--------|
| 14-1 | 27500 | 30000 | 3000 | 30000 | 28833 | 30000 | 30000 | 0 |
| 14-2 | 10300 | 10000 | 10000 | 100000 | 10799 | 10000 | 100000 | 0 |
| 14-3 | 4800 | 3000 | 10000 | 10000 | 5033 | 3000 | 10000 | 0 |
| 14-4 | 900 | 1000 | 1000 | 10000 | 944 | 1000 | 10000 | 0 |
| 15-1 | 19100 | 30000 | 10000 | 30000 | 20026 | 30000 | 30000 | 0 |
| 15-2 | 12600 | 10000 | 10000 | 10000 | 13211 | 10000 | 10000 | 0 |
| 15-3 | 7500 | 10000 | 3000 | 10000 | 7864 | 10000 | 10000 | 0 |
| 16-1 | 25000 | 30000 | 10000 | 100000 | 26212 | 30000 | 100000 | 0 |
| 16-2 | 5774 | 10000 | 30000 | 30000 | 6054 | 10000 | 30000 | 0 |
| 16-3 | 19423 | 30000 | 10000 | 30000 | 20364 | 30000 | 30000 | 0 |
| 16-4 | 22791 | 30000 | 10000 | 30000 | 23896 | 30000 | 30000 | 0 |
| 17-1 | 806 | 1000 | 3000 | 3000 | 845 | 1000 | 3000 | 0 |
| 17-2 | 2002 | 3000 | 300 | 3000 | 2099 | 3000 | 3000 | 0 |
| 17-3 | 65200 | 100000 | 3000 | 100000 | 68360 | 100000 | 100000 | 0 |
| 18-1 | 13500 | 10000 | 3000 | 10000 | 14154 | 10000 | 10000 | 0 |
| 19-1 | 9949 | 10000 | 100000 | 100000 | 10431 | 10000 | 100000 | 0 |
| 20-1 | 30236 | 30000 | 1000 | 30000 | 31702 | 30000 | 30000 | 0 |
| 20-2 | 4671 | 3000 | 10000 | 10000 | 4897 | 3000 | 10000 | 0 |
| 20-3 | 10702 | 10000 | 30000 | 30000 | 11220 | 10000 | 30000 | 0 |
| 20-4 | 1547 | 1000 | 1000 | 1000 | 1622 | 1000 | 1000 | 0 |
| 21-1 | 1552 | 1000 | 3000 | 3000 | 1628 | 1000 | 3000 | 0 |
| 21-2 | 200 | 300 | 300 | 300 | 210 | 300 | 300 | 0 |
| 22-1 | 3900 | 3000 | 3000 | 3000 | 4089 | 3000 | 3000 | 0 |
| 22-2 | 3000 | 3000 | 10000 | 10000 | 3145 | 3000 | 10000 | 0 |
| 23-1 | 203 | 300 | 3000 | 3000 | 213 | 300 | 3000 | 0 |
| 24-1 | 9319 | 10000 | 3000 | 10000 | 9771 | 10000 | 10000 | 0 |
| 24-2 | 1200 | 1000 | 1000 | 1000 | 1258 | 1000 | 1000 | 0 |
| 24-3 | 6121 | 10000 | 10000 | 10000 | 6418 | 10000 | 10000 | 0 |
| 25-1 | 1900 | 3000 | 3000 | 3000 | 1992 | 3000 | 3000 | 0 |

| | | | | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|---|
| 25-2 | 551 | 1000 | 300 | 1000 | 578 | 1000 | 1000 | 0 |
| 34-1 | 500 | 300 | 1000 | 1000 | 524 | 300 | 1000 | 0 |
| 34-2 | 554 | 1000 | 1000 | 1000 | 580 | 1000 | 1000 | 0 |
| 34a-1 | 2080 | 3000 | 3000 | 3000 | 2181 | 3000 | 3000 | 0 |
| 35-1 | 8397 | 10000 | 1000 | 10000 | 8804 | 10000 | 10000 | 0 |

Bijlage D. Verschilfactor tussen schade 2050 en maximale schade van de normklasse (volgens DPV2015)

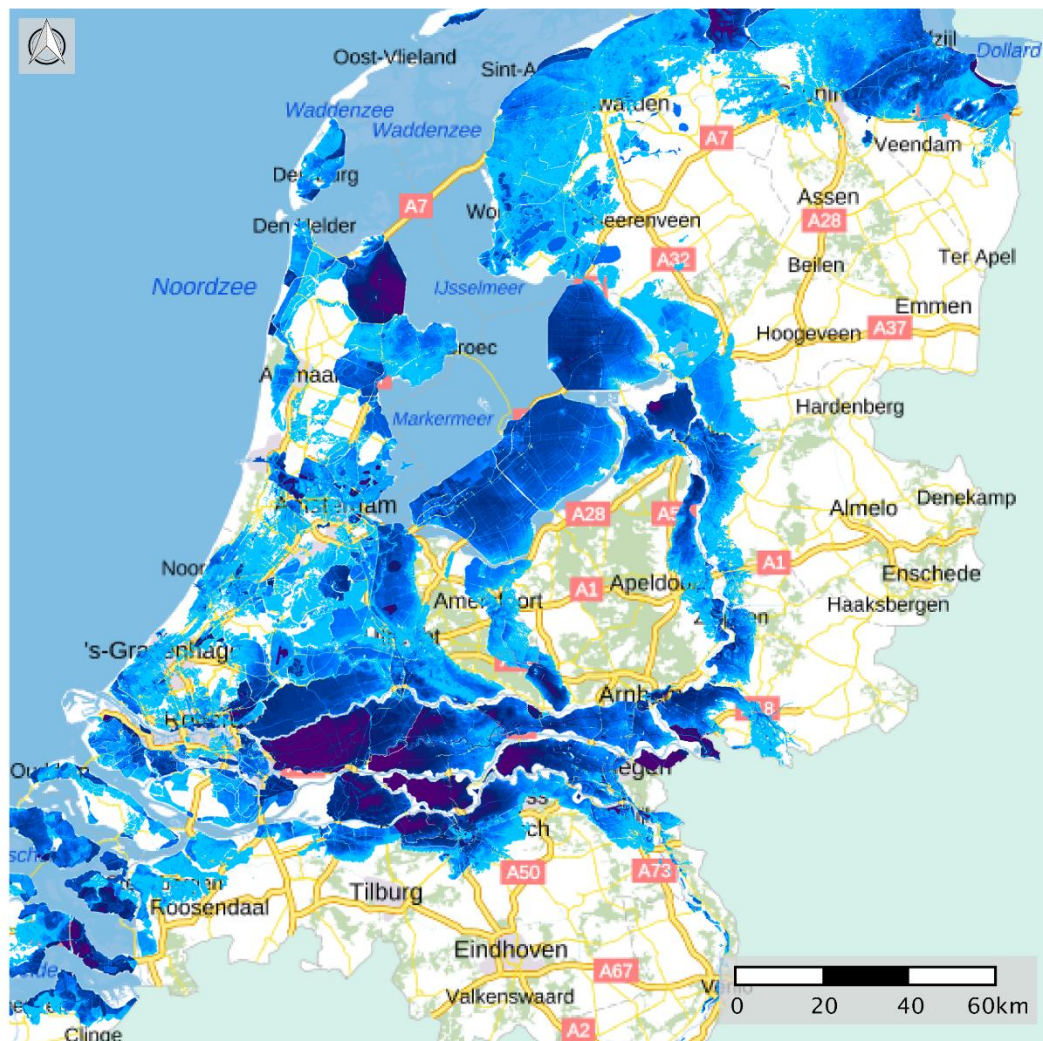
| Traject | Naam | Factor Schade | Verschil in schade | Norm bepaald door: |
|---------|---|---------------|--------------------|--------------------|
| 14-1 | Hollandse IJssel dkr14 | 2,15 | 8,18E+04 | MKBA |
| 14-2 | Zuid-Holland - Nieuwe Maas | 16,5 | 1,09E+06 | GR |
| 14-3 | Zuid-Holland - Nieuwe Waterweg | 3,53 | 2,85E+04 | LIR |
| 14-4 | Zuid-Holland - Hoek van Holland | 19,4 | 1,59E+04 | aanvullend |
| 15-1 | Lopiker-en Krimpenerwaard - Oost | 2,88 | 1,65E+05 | MKBA |
| 15-2 | Lopiker-en Krimpenerwaard - West | 1,35 | 2,08E+04 | LIR & MKBA |
| 15-3 | Hollandse IJssel dkr15 | 2,28 | 2,14E+04 | LIR & MKBA |
| 16-1 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede | 6,80 | 6,20E+05 | GR&LIR |
| 16-2 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Merwede/Noord/Lek | 9,52 | 4,81E+05 | GR&LIR |
| 16-3 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-West | 2,83 | 1,18E+05 | LIR & MKBA |
| 16-4 | Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden - Lek-Oost | 2,41 | 9,27E+04 | LIR & MKBA |
| 17-1 | IJsselmonde - Zuid | 6,83 | 1,47E+04 | LIR |
| 17-2 | IJsselmonde - Noord-West | 2,75 | 1,41E+04 | MKBA |
| 17-3 | IJsselmonde - Noord-Oost | 2,61 | 6,53E+04 | MKBA |
| 18-1 | Pernis | 1,26 | 9,46E+02 | LIR & MKBA |
| 19-1 | Rozenburg | 17,09 | 3,84E+05 | GR |
| 20-1 | Voorne-Putten duin | 1,82 | 7,35E+03 | MKBA |
| 20-2 | Voorne-Putten 1 | 3,64 | 2,41E+04 | LIR |
| 20-3 | Voorne-Putten 2 | 5,14 | 1,04E+05 | GR & LIR |
| 20-4 | Voorne-Putten 3 | 1,10 | 2,77E+02 | LIR&MKBA |
| 21-1 | Hoekse Waard 1 | 3,54 | 1,04E+04 | LIR |
| 21-2 | Hoekse Waard 2 | 3,35 | 1,26E+03 | LIR&MKBA |
| 22-1 | Eiland van Dordrecht 1 | 1,42 | 2,85E+03 | LIR&MKBA |
| 22-2 | Eiland van Dordrecht 2 | 5,66 | 8,32E+04 | LIR & GR |
| 23-1 | Noordwaard | 23,25 | 2,38E+03 | LIR |
| 24-1 | Land van Altena 1 | 1,82 | 6,16E+03 | MKBA |
| 24-2 | Land van Altena 2 | 1,43 | 4,82E+02 | LIR&MKBA |
| 24-3 | Land van Altena 3 | 2,78 | 3,11E+04 | LIR |
| 25-2 | Goeree-Overflakkee Haringvliet | 3,08 | 2,33E+03 | LIR en MKBA |
| 34-1 | West-Brabant 1 | 3,40 | 3,10E+03 | LIR |
| 34-2 | West-Brabant 2 | 3,24 | 2,36E+03 | LIR |
| 34a-1 | Geertruidenberg | 2,64 | 2,88E+03 | LIR & MKBA |
| 35-1 | Donge 1 | 2,02 | 7,49E+03 | MKBA |

Bijlage E: Vitale infrastructuur

LIWO

vrijdag 29 november 2019

Hoofdwatersysteem – set Deltaprogramma scenarios 2015



Legenda

Samengestelde kaarten –
Deltaprogramma scenarios 2015 –
Nederland



Kaart 2: Transportnet Tennet (Elektriciteit, bron: 2017 (<https://www.hoogspanningsnet.com/wp-content/uploads/TenneT-netkaart-extern-2017.jpg>))



TenneT Nederlands transportnet 2017

Hoogspanningsstations

High voltage substations

| Diemen | naam van het station |
|--|---|
| 450 kV | naam van het station |
| 450 kV | naam van het station |
| 380 kV | naam van het station |
| 220 kV | naam van het station |
| 150 kV | naam van het station |
| 110 kV | naam van het station |
| schakel- en/of transformatorstation TenneT | switching- and/or transforming substation TenneT |
| in aanbouw of geprojecteerd schakel- en/of transformatorstation | under construction or planned switching- and/or transforming substation |

Hoogspanningsverbindingen

High voltage lines

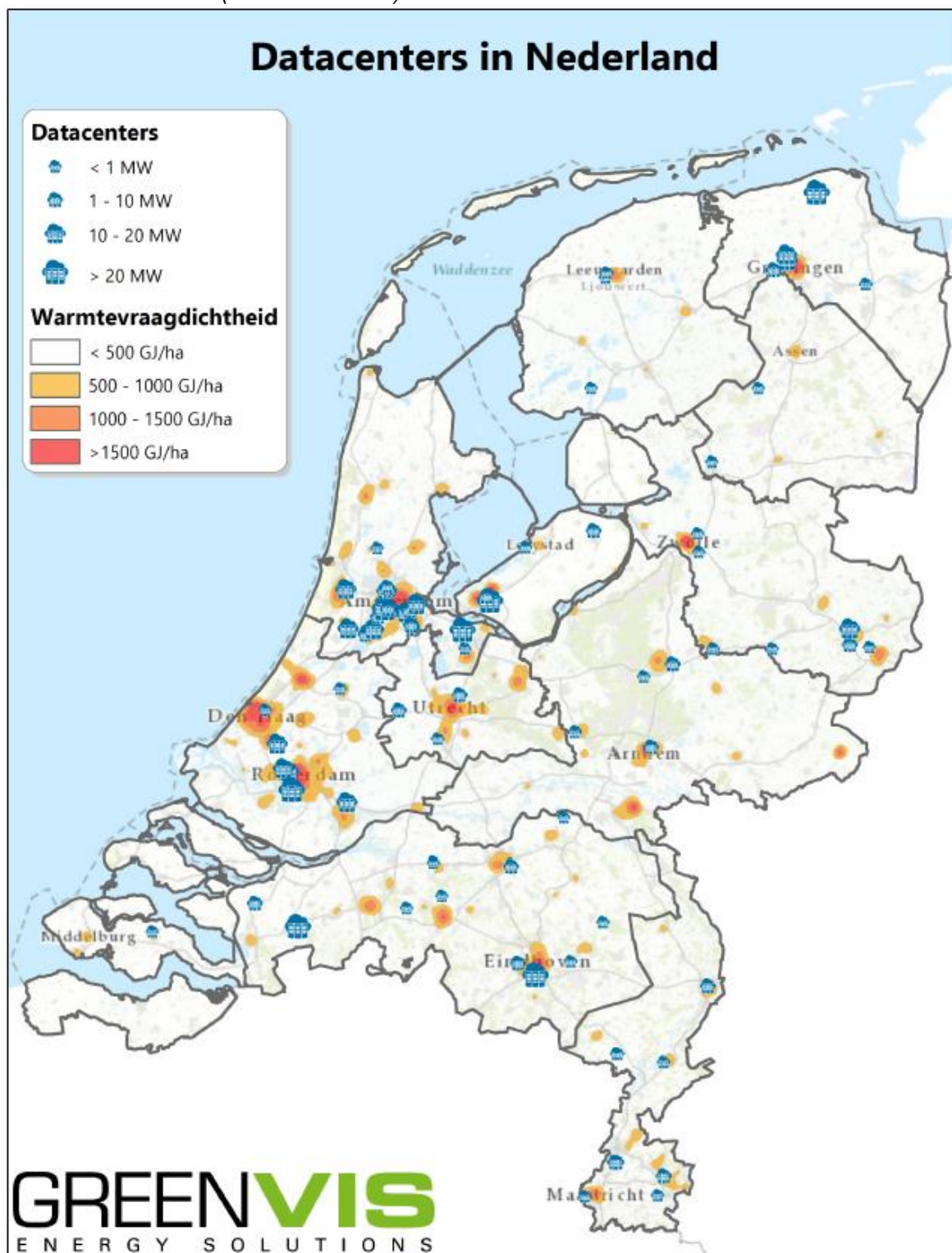
| 450 kV | 380 kV | 220 kV | 150 kV | 110 kV | verbinding |
|--|--------|--------|--------|--------|------------------------------------|
| 450 kV | 380 kV | 220 kV | 150 kV | 110 kV | line |
| verbinding in aanbouw of geprojecteerd | | | | | line under construction or planned |
| grensoverschrijdende verbinding | | | | | cross border line |

Centrales

Powerstations

| | | |
|-------|---|--|
| — | productie-eenheid of centrale met een vermogen tussen 5 en 60 MWe | unit of power station with a capacity between 5 and 60 MWe |
| — | productie-eenheid of centrale met een vermogen tussen 60 en 250 MWe | unit of power station with a capacity between 60 and 250 MWe |
| — | productie-eenheid of centrale met een vermogen groter dan 250 MWe | unit of power station with a capacity higher than 250 MWe |
| BREDA | gemeentenaam | name of municipality |

Kaart 3: Datacenters (bron: DDA 2018)

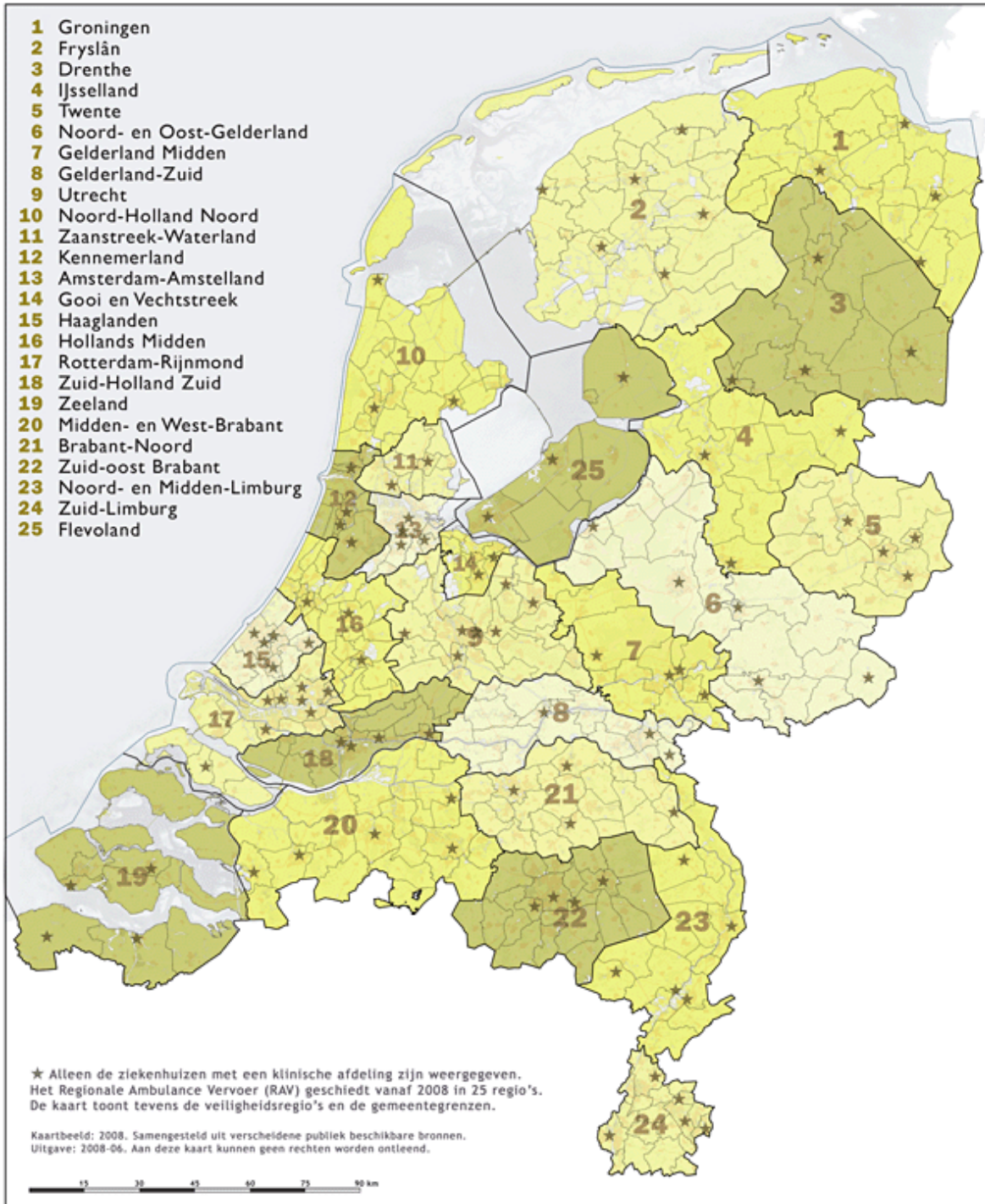


Tabel D1: Datacenters in Nederland (bron: DDA 2018)

| Provincie | Stad | Datacenter | Provincie | Stad | Datacenter |
|---------------|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| Drenthe | Hoogersmilde | Alticom | Noord Holland | Aalsmeer | NLDC |
| Drenthe | Meppel | Serverius | Noord Holland | Amsterdam | Alticom |
| Flevoland | Almere | Keppel Data Centres Holding | Noord Holland | Amsterdam | Colt |
| Flevoland | Almere | NLDC | Noord Holland | Amsterdam | Digital Realty |
| Flevoland | Lelystad | Alticom | Noord Holland | Amsterdam | Equinix |
| Flevoland | Dronten | Serverius | Noord Holland | Amsterdam | Global Switch |
| Friesland | Leeuwarden | Datacenter Fryslân 1 | Noord Holland | Amsterdam | Interxion |
| Friesland | Leeuwarden | Datacenter Fryslân 2 | Noord Holland | Amsterdam | NLDC |
| Friesland | Tjerkgaast | Alticom | Noord Holland | Amsterdam | Switch Datacenters |
| Gelderland | Apeldoorn | ITB2 Datacenters | Noord Holland | Amsterdam | The Datacenter Group (TDCG) |
| Gelderland | Apeldoorn | NLDC | Noord Holland | Amsterdam | Interxion |
| Gelderland | Arnhem | Dataplace | Noord Holland | Amsterdam | Nikhef |
| Gelderland | Ede | BIT I | Noord Holland | Haarlem | Alticom |
| Gelderland | Ede | BIT 2AD | Noord Holland | Haarlem | EvoSwitch |
| Gelderland | Ugchelen | Alticom | Noord Holland | Hilversum | Alticom |
| Groningen | Eemshaven | TCN Data Hotels | Noord Holland | Hoofddorp | Digital Realty |
| Groningen | Groningen | Bytesnet | Noord Holland | Schiphol | Digital Realty |
| Groningen | Groningen | NLDC | Noord Holland | Schiphol-Rijk | Interoute |
| Groningen | Groningen | TCN Data Hotels | Noord Holland | Schiphol-Rijk | Interxion |
| Groningen | Zuidbroek | Datacenter Groningen | Noord Holland | Schiphol-Rijk | NLDC |
| Limburg | Eys | Alticom | Noord Holland | Schiphol-Rijk | EdgeConneX |
| Limburg | Heerlen | SmartDC B.V. | Noord Holland | Schiphol-Rijk | maincubes |
| Limburg | Ittervoort | Alticom | Noord Holland | Wormer | Alticom |
| Limburg | Maastricht | Alticom | Overijssel | Deventer | ITB2 Datacenters |
| Limburg | Maastricht-Airport | ENGIE Services | Overijssel | Enschede | Equinix |
| Limburg | Roermond | Alticom | Overijssel | Hengelo | Previder PDC1 |
| Limburg | Venlo | Systemec Data Centers | Overijssel | Hengelo | Previder PDC2 |
| Noord Brabant | De Mortel | Alticom | Overijssel | Markelo | Alticom |
| Noord Brabant | Eindhoven | Interconnect Services BV | Overijssel | Zwolle | Alticom |
| Noord Brabant | Eindhoven | NLDC | Overijssel | Zwolle | Equinix |
| Noord Brabant | Loon op Zand | Alticom | Utrecht | Groenekan | Dataplace |
| Noord Brabant | Megen | Alticom | Utrecht | IJsselstein | Alticom |
| Noord Brabant | Mierlo | Alticom | Utrecht | Woerden | Switch Datacenters |
| Noord Brabant | Rijen | Global-e Datacenter bv | Zeeland | Goes | Alticom |
| Noord Brabant | Roosendaal | Alticom | Zuid Holland | Alblasserdam | Dataplace |
| Noord Brabant | Roosendaal | Colt | Zuid Holland | Alphen aan den Rijn | Alticom |
| Noord Brabant | s-Hertogenbosch | Interconnect Services BV | Zuid Holland | Delft | The Datacenter Group (TDCG) |
| Noord Brabant | Steenbergen | Datacenter Nedzone | Zuid Holland | Den Haag | Alticom |
| Noord Brabant | Waalwijk | Datacenter Brabant | Zuid Holland | Rotterdam | Alticom |
| | | | Zuid Holland | Rotterdam | Bytesnet |
| | | | Zuid Holland | Rotterdam | NLDC |
| | | | Zuid Holland | Rotterdam | SmartDC B.V. |

Kaart 4: Ziekenhuizen (bron: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst-van-Nederlandse-ziekenhuizen#/media/Bestand:Ambulance-public-600.png>)

25 RAV regio's, 126 Ziekenhuizen



Kaart 5: Betuweroute (bron: <https://encyclopedie.beneluxspoor.net/index.php/De-Betuweroute>)



Kaart 6: BRZO installaties risicokaart

A screenshot of the Riscokaart.nl web application. The interface includes a search bar at the top left with the text "Basis Registratie Topografie". The main map shows the Netherlands with various cities and regions labeled, including Rotterdam, Utrecht, and Amsterdam. Red dots on the map indicate the locations of BRZO (Bodemrijkszorgwet) installations. On the right side, there is a legend titled "In- of uitklappen" with a list of risk categories. The "BRZO" category is checked and highlighted in yellow. Other categories include Ammoniak, Emplacement, Vervoer, Vuurwerk, Nucleair, Ontploffbare stoffen, Defensie, Overig, and Terreingrens. Below the legend, there are icons for Transport, Ongevallen verkeer en vervoer, Natuurrampen, Paniek/ verstoring, and Kwetsbare objecten. The bottom right corner shows the coordinates "126610.28; 427887.77" and the text "GBO Provincies 2018 - Riscokaart openbare viewer".