

Opdrachtgever: Provincie Groningen

Gebiedspilot meerlaagsveiligheid Eemsdelta

Uitwerking gebiedsgerichte risicostrategieën

Auteurs: J. Huizinga
M. Zethof
M. Janssen

Inhoud

Lijst van tabellen	iv
Lijst van figuren	v
Begrippenlijst	vii
1 Inleiding	1-1
1.1 Inleiding	1-1
1.2 Ligging van het onderzoeks- en effectgebied.....	1-2
1.3 Doelstelling.....	1-2
1.5 Randvoorwaarden en uitgangspunten.....	1-3
2 Beschermingsniveau's en beoordelingscriteria	2-1
3 Maatregelen	3-1
3.1 Totstandkoming maatregelen.....	3-1
3.2 Binnendijkse maatregelen.....	3-1
3.2.1 Maatregelen laag 1.....	3-1
3.2.2 Maatregelen laag 2.....	3-3
3.2.3 Maatregelen gecombineerd laag 2 en 3	3-5
3.3 Buitendijkse maatregelen	3-5
4 Resultaten	4-1
4.1 Binnendijks.....	4-1
4.1.1 Referentie	4-1
4.1.2 Maatregelen	4-3
4.2 Buitendijks	4-13
4.2.1 Referentie	4-13
4.2.2 Maatregelen	4-15
5 Conclusies	5-1
5.1 Methodiek.....	5-1
5.2 Maatregelen.....	5-1
5.3 Vervolg	5-3
6 Referenties	6-1
Bijlage A: Risico bij de gedefinieerde maatregelen	A-1
Bijlage B: Kentallen gebruikt bij risicoberekening	B-1
Bijlage C: Rekeninstrumentarium	C-1

Lijst van tabellen

Tabel 3-1 Beknopt overzicht gedefinieerde maatregelen	3-1
Tabel 4-1 Afwegingstabel MLV – Versterking primaire kering.....	4-4
Tabel 4-2 Afwegingstabel MLV – Verlegging primaire kering	4-6
Tabel 4-3 Afwegingstabel MLV – Aanleg secundaire keringen primaire kering	4-9
Tabel 4-4 Afwegingstabel MLV – Bescherming gasinstallaties	4-11

Lijst van figuren

Figuur 1.1 Onderzoeksgebieden binnendijks (rood) en buitendijks (groen)	1-2
Figuur 1.2 Per maatregel doorgerekend effectgebied	1-2
Figuur 1.3 Stappenplan voor formuleren, uitwerken en beoordelen meerlaagsveiligheidsstrategieën	1-3
Figuur 4.1 Lokaal individueel risico (LIR)- referentie.....	4-1
Figuur 4.2 Slachtoffer risico - referentie.....	4-2
Figuur 4.3 Economisch risico- referentie	4-2
Figuur 4.4 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bij versterking van de primaire kering	4-5
Figuur 4.5 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bij verlegging van de primaire kering	4-7
Figuur 4.6 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bij aanleg van secundaire keringen	4-10
Figuur 4.7 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bescherming van gasinstallaties.....	4-12
Figuur 4.8 Lokaal individueel risico en maatschappelijke ontwrichting buitendijks bij Delfzijl	4-14
Figuur 4.9 Lokaal individueel risico en maatschappelijke ontwrichting buitendijks bij Eemshaven	4-14
Figuur 4.10 Locatie Eemshaven met op de achtergrond de in aanbouw zijnde centrales.....	4-15

Begrippenlijst

ECK	Expertise Centrum Kosten
HIS-SSM	Hoogwater Informatie Systeem – Schade en Slachtoffers Module
IKE	Integrale Klimaatadaptatie Eemdelta
JVS	Jaarlijks verwachte schade
LIR	Lokaal Individueel Risico
MLV	Meerlaagsveiligheid
MO	Maatschappelijke Ontwrichting
PR	Plaatsgebonden Risico
WV21	Waterveiligheid in de 21 ^{ste} eeuw

1 Inleiding

1.1 Inleiding

De provincie Groningen heeft het project Integrale Klimaatadaptatie Eemsdelta (IKE) uitgevoerd in samenwerking met partners in de regio. Daarin is onderzocht welke strategieën en ingrepen mogelijk zijn voor een klimaatbestendige ontwikkeling van de regio Eemsdelta en hoe maatregelen voor klimaatadaptatie op termijn kunnen worden geïntegreerd in lopende en toekomstige gebiedsontwikkelingen.

De stuurgroep Eemsdelta heeft de concept rapportage van IKE besproken en is akkoord gegaan met de uitvoering van een pilot voor het gebied tussen Delfzijl en Eemshaven. Hierin staan vier aspecten van klimaatverandering centraal: kustveiligheid, hittestress, wateroverlast en zoetwatervoorziening.

Dit onderzoek richt zich op kustveiligheid en overstromingsrisico's, de andere aspecten komen niet aan de orde. Kustveiligheid is van groot belang voor een klimaatbestendige ontwikkeling van de Eemsdelta.

In het IKE rapport zijn voor de Eemshaven keuzes gemaakt. Voor Delfzijl geldt een specifieke situatie, waarbij nog nader onderzoek nodig is. Voor het grootste deel van de kust is gewerkt met de volgende twee hoofdalternatieven:

- traditionele kustverdediging (ophogen en verbreden van de bestaande zeedijk)
- verbrede kustverdediging (robuuster en flexibeler met meer kansen voor andere functies)

Daarnaast is ook geconcludeerd dat inzicht gewenst is in alternatieve gevolg beperkende maatregelen volgens het meerlaagsveiligheid concept.

Meerlaagsveiligheid is een concept om overstromingsrisicobeleid vorm te geven. Dit wordt ingevuld met een risicobenadering door onderscheid te maken in maatregelen die de kans op een overstroming verkleinen (1e laag) en maatregelen die de gevolgen van een overstroming verminderen. Maatregelen die de gevolgen verminderen zijn maatregelen die in de ruimtelijke inrichting worden genomen (2e laag) of die de rampenbeheersing verbeteren (3e laag). Op basis van hetzelfde concept kunnen maatregelen worden afgewogen op waterveiligheid én andere waarden. Centraal staan hierbij de investeringen die nodig zijn om acceptabele risico's te bereiken (kosten/baten ratio), maar additioneel ook de andere waarden die met MLV maatregelen gecreëerd kunnen worden.

De 'meerlaagsveiligheid' benadering werkt in drie 'lagen' aan bescherming tegen overstromingen.

De **eerste laag** is preventie: het voorkómen van een overstroming. Een overstroming is echter nooit uit te sluiten. De tweede en derde laag zijn dan ook gericht op het beperken van de gevolgen van een overstroming.

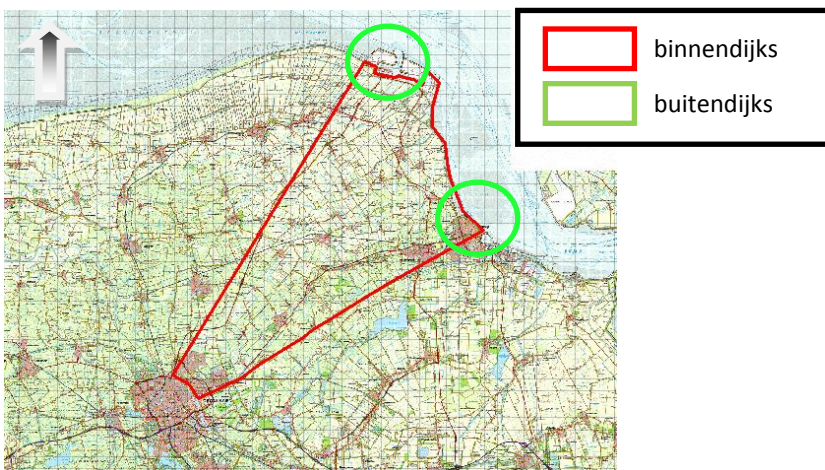
De **tweede laag** richt zich op het realiseren van een duurzame ruimtelijke inrichting van ons land.

De **derde laag** zet in op een betere organisatorische voorbereiding op een mogelijke overstroming (rampenbeheersing).

Aan de regionale deelprogramma's, o.a. Deltaprogramma Wadden, is gevraagd om bij het uitwerken van hun gebiedsgerichte maatregelen ook de tweede en derde laag van het concept meerlaagsveiligheid uit te werken. Hiermee ontstaat inzicht wat de consequenties zijn van de maatregelen.

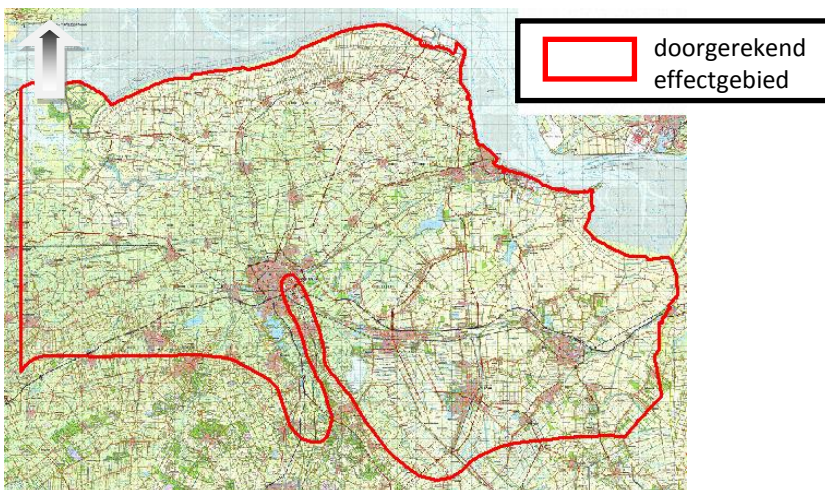
1.2 Ligging van het onderzoeks- en effectgebied

Binnendijks heeft het onderzoeksgebied betrekking op de driehoek Eemshaven, Groningen en Delfzijl. In dit binnendijkse gebied zijn tijdens proeftuinen maatregelen gedefinieerd. Buitendijks zijn buitendijkse gebieden bij Delfzijl en Eemshaven onderzocht.



Figuur 1.1 Onderzoeksgebieden binnendijks (rood) en buitendijks (groen)

Omdat de effecten van maatregelen in het onderzoeksgebied zich kunnen uitstrekken over de gehele dijkkring 6-2 is voor elke maatregel het effect op het overstromingsrisico voor deze dijkkring doorgerekend. In de volgende figuur is de omvang van het doorgerekende effectgebied weergegeven.



Figuur 1.2 Per maatregel doorgerekend effectgebied

1.3 Doelstelling

Het doel van de werkzaamheden in dit project is drieledig:

- Uitwerken van het overstromingsrisico voor de buitendijkse gebieden Eemshaven en Delfzijl conform de risicomethodiek buitendijks;
- Uitwerken van het overstromingsrisico inclusief een reflectie op de investeringskosten in de driehoek Eemshaven Delfzijl en Groningen binnen dijkkring 6-2 voor de referentiesituatie en verschillende gebiedsgerichte maatregelen;
- Het vaststellen van de andere beoordelingscriteria waarop een MLV strategie wordt beoordeeld;
- Bijdrage en deelname aan proeftuinen in de regio.

1.4 Uitvoering

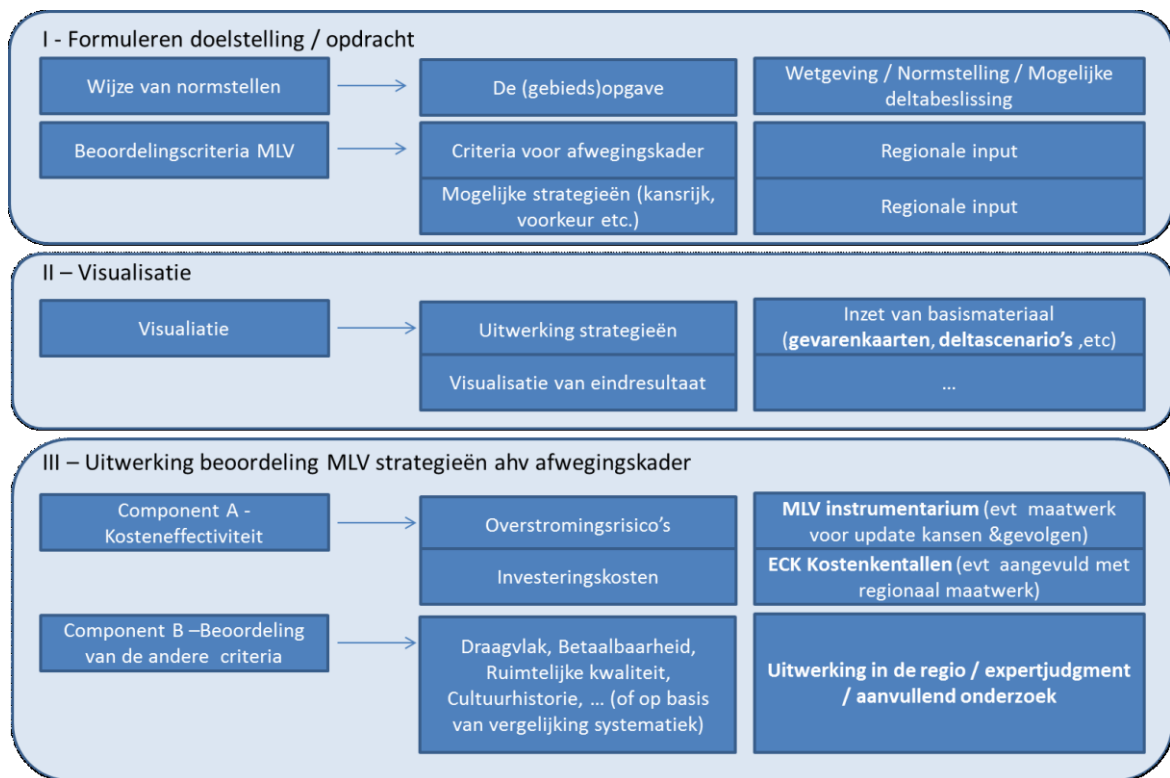
Onderstaande methode is gebruikt om de consequentie van meerlaagsveiligheid inzichtelijk te maken. Op basis van de resultaten kan een brede discussie worden gevoerd over de keuze hoe MLV vorm te geven. In de volgende hoofdstukken wordt beschreven:

Hoofdstuk 2: beschermingsniveau's, beoordelingscriteria, aannames en gemaakte keuzes;

Hoofdstuk 3: beschrijving van in de proeftuin gedefinieerde maatregelen;

Hoofdstuk 4: beschrijving resultaten;

Hoofdstuk 5: conclusies



Figuur 1.3 Stappenplan voor formuleren, uitwerken en beoordelen meerlaagsveiligheidsstrategieën

1.5 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Bij de uitwerking van de referentie situatie en de maatregelen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het effectgebied van maatregelen in het onderzoeksgebied betreft de gehele dijkkring 6-2 – Groningen;
- Het onderzoek heeft zich alleen gericht op het op het aspect kustveiligheid en overstromingsrisico;
- Gebruikte datasets overstromingsberekeningen dijkkring 6-2 [HKV, 2012]:
 - Meervoudige bressen per ringdeel;
 - Eén maximaal scenario voor dijkkring 6-2.
- Overstromingsrisico zijn bepaald volgens de WV21 methodiek;
- Als referentiesituatie is uitgegaan van de overstromingskansen die horen bij de tweede referentiesituatie van WV21. Hierin is verondersteld dat waterkeringen exact voldoen aan de huidige gestelde eisen, ze zijn niet sterker of zwakker. Verder is uitgegaan van:
 - Referentiejaar 2015;
 - Zichtjaar 2050.
- We gaan er vanuit dat het opgetreden klimaatverandering is verdisconteerd in toetsingen en dat het huidige beschermingsniveau wordt gehandhaafd voor het zichtjaar. De kosten zoals beschouwd in het onderzoek zijn de extra kosten ten opzichte van deze situatie. We gaan er vanuit dat een dijkversterking om een hoger veiligheidsniveau te halen worden uitgevoerd in combinatie met een al 'geplande' of reguliere dijkversterking. We brengen dan alleen de extra kosten in beeld om het hogere veiligheidsniveau te halen. De extra kosten bestaan uit de extra variabele kosten voor dijkversterking op basis van de kostenfuncties van WV21 horende bij de tweede referentie zoals omschreven in deze studie;
- Verondersteld is dat het sociaal-economisch scenario "Global Economy" van toepassing is:
 - Economische groei 2,6% per jaar;
 - Bevolkingsgroei 0,7% per jaar;
 - Discontovoet 5.5 % per jaar;
 - Groeifactor: 1.029.
- Voor de uitwerking van overstromingsrisico's binnendijks is gebruik gemaakt van het MLV instrumentarium zoals in ontwikkeling bij RWS Waterdienst;
- Voor de uitwerking van de overstromingsrisico's buitendijks is gebruik gemaakt van de Risico methodiek-buitendijks zoals opgesteld in Zuid-Holland. De berekeningen zijn uitgevoerd in GIS;
- In alle berekeningen is een toeslag voor overstrooming door zout water verdisconteerd. De toeslag bedraagt een factor 1.2. Zie Bijlage B voor een nadere verantwoording;
- Voor de berekening van het LIR is een evacuatiefractie van 40% gehanteerd, conform de MKBA van WV21;
- Schade aan installaties voor gaswinning is niet meegenomen bij de bepaling van economisch risico. De locaties en schade aan deze installaties zijn niet aanwezig in de Schade en Slachtoffers Module (HIS-SSM) waarmee schade wordt berekend; Enkele indicatieve berekeningen voor reductie van schade aan gasinstallaties zijn uitgevoerd met de aanname dat de schade aan gasinstallaties 100 miljoen Euro is en dat in principe 30 installaties kunnen overstroomden in Groningen: 5 installaties ten noorden van het Eemskanaal, 25 ten zuiden daarvan. Exacte locaties waren niet voorhanden;
- In alle berekening is zowel directe- als indirecte schade meegenomen;
- Bij de berekening van kosten van maatregelen waarbij de primaire kering wordt verlegd is de aankoop van gronden meegenomen voor een bedrag van 50.000 Euro/ha;
- Baten zijn bepaald als de vermindering van de schade als gevolg van het nemen van maatregelen. Als baat is voor maatregelen waarin de primaire kering wordt verlegd

additioneel het creëren van natuur monetair gewaardeerd, op basis van het rapport "Globale Batenraming van Natura 2000 gebieden" [IVM,2006]. Hierbij dient de aantekening te worden gemaakt dat jaarlijks onderhoud aan keringen niet zijn verdisconteerd, zodat baten te rooskleurig worden geschetst;

- Als baat voor het creëren van natuur (als onderdeel van meekoppelkans) in het waddengebied is 3228 Euro per hectare per jaar aangehouden;
- Bij de berekening van de kosten van de maatregelen zijn kosten voor aan te leggen of te versterken keringen verdisconteerd. Daarbij is gebruik gemaakt van de conceptrapportage Kostenkentallen MLV die worden opgesteld door het Expertise Centrum Kosten (ECK), aangevuld met kentallen uit andere studies, waaronder WV21. Een overzicht van de in deze studie gebruikte kostenkentallen zijn opgenomen in Bijlage B;
- Kosten voor de aanleg van natuur zijn indicatief ontleend aan Grontmij (2009). Hier is gekeken naar het deelgebied 'benedenloop van de Westerwoldse Aa'. De kosten voor de aanleg van natuur bedroegen hier circa 2,7 miljoen voor 46 ha. Omdat het gebied relatief hoog ligt, zodat veel moet worden afgegraven en afgevoerd, is voor de Eemsdelta aangenomen dat ongeveer de helft noodzakelijk zou zijn. Dit betekent dat de kosten voor aanleg van natuur ongeveer 28.000€ per hectare bedragen;
- Kosten voor eventueel benodigde kunstwerken zijn niet meegenomen bij de bepaling van de kosten van maatregelen, evenmin als kosten voor het amoveren van gebouwen in overstromende gebieden bij verlegging van de primaire kering bij Holwierde.

2 Beschermingsniveau's en beoordelingscriteria

2.1 Mogelijke beschermingsniveau's

Door de regio is geen specifiek ambitieniveau of gewenst beschermingsniveau gedefinieerd, omdat het vooral gewenst is een generieke indicatie te verkrijgen van de meekoppelkansen, kosten en kostenefficiëntie van maatregelen.

2.2 Beoordelingscriteria

Bij de beoordeling van maatregelen wordt het onderstaande afwegingskader gebruikt, dat is opgesteld in opdracht van STOWA en het Deltaprogramma en is afgestemd met de provincie Groningen met betrekking tot de te beschouwen "Overige waarden"

Kosten en baten

In het afwegingskader zijn de volgende criteria opgenomen:

- Economisch risico (Miljoen € per jaar);
- Slachtofferrisico (aantal personen per jaar);
- Investeringskosten (Miljoen €);
- Totale kosten (Miljoen €);
- Doelmatigheid (Kosten/baten ratio).

Overige waarden

De overige beoordelingscriteria zijn in overleg met de provincie Groningen vastgesteld:

- Draagvlak;
- Ruimtelijke kwaliteit;
- Natuur;
- Cultuurhistorie;
- Haalbaarheid;
- Toerisme;
- Bereikbaarheid;
- Evacuatie.

De verschillende posten in het afwegingskader worden onderstaand kort toegelicht.

De kosten voor waterveiligheid bestaan uit de volgende posten:

- **Economisch risico:** de gevolgen van een overstroming worden bepaald door de overstromingskarakteristieken, waterdiepte, stroomsnelheid en stijgsnelheid. Deze gevolgen worden uitgedrukt in schade. De grootte van de economische schade is afhankelijk van het overstroomd oppervlak, de optredende waterdiepte en het landgebruik. Om de risico's van een gebied te bepalen worden de kansen van doorbraak scenario's gekoppeld aan de gevolgen die optreden bij die scenario's. Elk van deze scenario's heeft dus een bijdrage aan het risico, door nu alle scenario's te sommeren wordt het overstromingsrisico van het gebied verkregen;
- **Slachtofferrisico:** in het slachtofferrisico zijn de kansen gekoppeld aan de aantallen slachtoffers die in een gebied vallen als gevolg van het optreden van een

doorbraakscenario. Slachtoffers zijn verdisconteerd in het economisch risico door deze in de optredende scenario's te monetariseren (6,7 miljoen Euro per slachtoffer);

- **Investeringskosten:** de investeringskosten zijn de kosten die worden gemaakt voor de realisatie van de maatregel;
- **Totale kosten:** de gesommeerde kosten van het economisch risico en de investeringskosten.

Naast de kosten die gemaakt worden direct voor een maatregel zijn er wellicht ook nevendoele, die tegen (betrekkelijk geringe) meerprijs gerealiseerd kunnen worden en meerwaarde leveren. Een voorbeeld is bijvoorbeeld de aanleg van een secundaire kering, waarop een verbindingsweg wordt gelegd en waarin kabels en leidingen veilig kunnen worden opgeborgen. De meekoppelkosten bevatten de kosten voor het realiseren van de nevendoele en de baten die hieraan zijn verbonden

De doelmatigheid van een maatregel komt tot uitdrukking in de post "**Netto kosten/baten**". In dit geval wordt gekeken naar de reductie van het risico (de baten) en de kosten die daarvoor gemaakt moeten worden. Indien deze verhouding (kosten/baten) kleiner is dan één, dan is het kosteneffectief.

Naast de kwantitatieve beoordeling is er ook ruimte voor een kwalitatieve beoordeling. Dit valt onder het item "**Andere waarden**". Experts hebben hier tijdens de proeftuinen kunnen aangeven hoe ze de gevolgen van een maatregel inschatten voor draagvlak, ruimtelijke kwaliteit, natuur, cultuurhistorie, haalbaarheid, toerisme, bereikbaarheid en evacuatie. Deze items zijn belangrijk om de effecten van maatregelen breder af te wegen dan alleen op basis van economische criteria.

3 Maatregelen

3.1 Totstandkoming maatregelen

Tijdens de eerste proeftuin zijn maatregelen gedefinieerd voor de bescherming van het projectgebied. De maatregelen zijn mede gebaseerd op de door HKV toegeleverde kaarten met de berekeningsresultaten voor de referentiesituatie binnendijks en buitendijks.

Voor de tweede proeftuin is in overleg met de opdrachtgever, een selectie van de meest kansrijk geachte maatregelen uit de eerste proeftuin geanalyseerd. De resultaten van deze analyses zijn gepresenteerd bij de start van de tweede proeftuin.

Dit hoofdstuk beschrijft welke maatregelen zijn gedefinieerd en hoe deze zijn doorgerekend. Voor de overzichtelijkheid van de rapportage is er voor gekozen de rekenresultaten voor de referentiesituatie en de maatregelen beide op te nemen in hoofdstuk 4.

3.2 Binnendijkse maatregelen



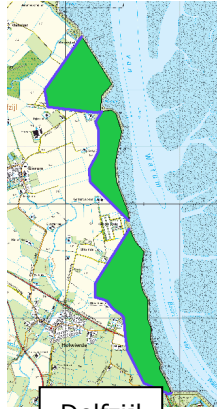
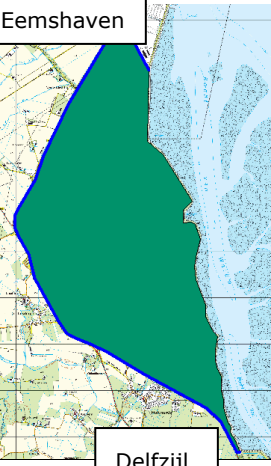
De door de deelnemers van de workshops opgestelde maatregelen zijn onderstaand in de tabel beknopt weergegeven. Dit betreft een selectie van alle voorgestelde maatregelen. De selectie is samengesteld in overleg met de opdrachtgever op basis van de criteria "geografische spreiding" en "diversiteit MLV-lagen".

3.2.1 Maatregelen laag 1

MLV-maatregel	Maatregel clusters
1 Laag 1 preventie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versterking primaire kering (2x, 5x en 10x veiliger) 2. Versterking primaire kering (100x veiliger: deltadijk) 3. Nieuwe primaire kering (IKE-variant) op afstand van oude primaire kering (1x, 10x veiliger) 4. Nieuwe primaire kering (N33-variant) op afstand van oude primaire kering (1x, 10x veiliger)
2 Laag 2 duurzame ruimtelijke inrichting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secundaire kering rondom Delfzijl en Appingedam 2. Secundaire kering in het middengebied ter bescherming van Groningen-stad en gasinstallaties 3. Secundaire kering nabij Groningen ter bescherming van Groningen stad 4. Keringen rond vitale gasinstallaties
3 Laag 2/3 rampenbeheersing	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versterking kade ten noorden van Eemskanaal met verkeersweg

Tabel 3-1 Beknopt overzicht gedefinieerde maatregelen

Navolgend zijn de maatregelen meer in detail beschreven.

<p>Versterking primaire kering tussen Delfzijl en Eemshaven</p> <p>Achter het dijkkringdeel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2x, 5x of 10x veiliger • De lengte van het dijkkringdeel blijft 10.4 kilometer • Bij een eventuele doorbraak wijzigen de resulterende schade, mortaliteit en evacuatie niet 	<p>Eemshaven</p> 
<p>Versterking primaire kering tussen Delfzijl en Eemshaven tot Deltadijk</p> <p>Achter het dijkkringdeel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100x veiliger • De lengte van het dijkkringdeel blijft 10.4 kilometer • Bij een eventuele doorbraak wijzigen de resulterende schade, mortaliteit en evacuatie niet 	 <p>Delfzijl</p>
<p>Verlegging primaire kering tussen Delfzijl en Eemshaven met doorsteek van de oude primaire kering. Dit is de zogenoemde IKE-variant uit [Haskoning, 2012].</p>	
<p>Achter verlegde nieuwe kering</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1x, 10x veiliger • Lengte nieuwe kering is 8.4 kilometer • Bij een eventuele doorbraak wijzigen de resulterende schade, mortaliteit en evacuatie achter de verlegde kering niet <p>Tussen oude en nieuwe kering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schade: 0 (gebied wordt geheel natuur) • Mortaliteit = 0 (geen mensen op maaiveld) • Evacuatie = ongewijzigd • Oppervlak = 298 ha 	 <p>Delfzijl</p>
<p>Verlegging primaire kering tussen Delfzijl en Eemshaven naar de N33 met doorsteek van de oude primaire kering</p>	
<p>Achter verlegde nieuwe kering</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1x, 10x veiliger • Lengte nieuwe kering is 13.7 kilometer • Bij een eventuele doorbraak wijzigen de resulterende schade, mortaliteit en evacuatie achter de verlegde kering niet <p>Tussen oude en nieuwe kering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schade: 0 (gebied wordt geheel natuur) • Mortaliteit = 0 (geen mensen op maaiveld) • Evacuatie = ongewijzigd • Oppervlak = 2024 ha 	<p>Eemshaven</p>  <p>Delfzijl</p>

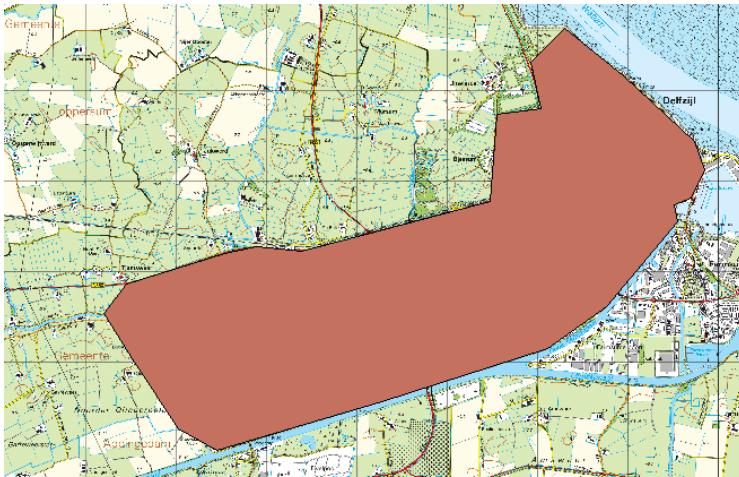
Faalkans kering rond centrales Eemshaven buitendijks onderzoeken

Er is gerekend met een fictief schadebedrag voor de twee aanwezige centrales (bijv. 1 miljard). Momenteel overstromen de keringen niet bij waterhoogten die optreden bij 1/10.000 jaar. Echter daarbij is geen faalkans meegenomen. HKV voert een eenvoudige berekening uit voor verschillende mogelijke faalkansen van de kering.

3.2.2 Maatregelen laag 2

Secundaire kering rond Delfzijl en Appingedam

- Scenariokans overstroming bij doorbraak Delfzijl: wordt veiliger naar rato kleinere ringdeellengte tov Holwierde ($2.26E-05$)
- Schade: aangenomen 2x groter door toenemende waterdiepte als gevolg van volstromen bak binnen ringdijk bij doorbraak vanuit Dollard.
- Mortaliteit: aangenomen 2x groter door toenemende stijgsnelheid als gevolg van volstromen bak binnen ringdijk bij doorbraak vanuit Dollard
- Evacuatie = gelijk
- Scenariokans overstroming vanuit bres bij Holwierde: aanname 10x veiliger dan ringdeelkans Holwierde geheel ($2.26E-06$)



lengte nieuwe secundaire kering (ringdijk): 17.9 km
oppervlak gebied tbv grondaankoop: nvt

Keringen rond vitale gasobjecten

Er wordt gerekend met een fictief schadebedrag voor een fictieve installatie (aangenomen 50 miljoen directe schade, 50 miljoen indirecte schade). Volgens bepaalde bronnen zullen echter de gasleidingen opdrijven tijdens een overstroming, waardoor de indirecte schade enorm toe zal nemen, ongeacht of vitale gasobjecten zijn beschermd.

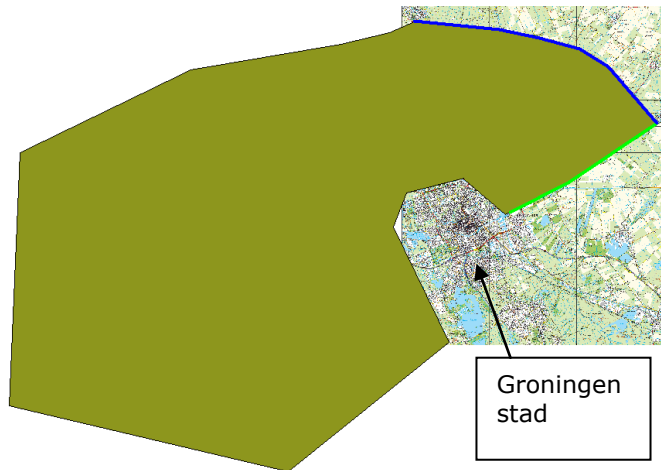
Omtrek gemiddelde installatie: 1 km.

Secundaire kering in het middengebied ter bescherming van Groningen en Gasunie objecten

- Scenariokans Holwierde blijft: $2.26E-05$
- Schade ten westen van de secundaire kering = 0 (we veronderstellen voor dit moment dat de kering oneindig sterk is).
- Mortaliteit ten zuid-westen van de secundaire kering = 0

- Evacuatie ten zuid-westen van de secundaire kering = ongewijzigd
- Voor het gebied ten noord-oosten van de secundaire kering gaan we er van uit dat de kans, schade, mortaliteit en evacuatie niet veranderen.

Aanname: het onderstaande groene gebied wordt beschermd door de secundaire kering bij overstromingen vanuit Groningse bressen

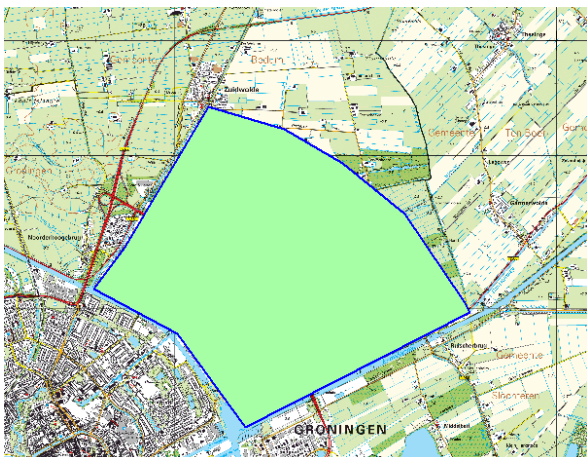


Lengte nieuwe secundaire kering: 15.8 km in het middengebied 15.8 km + 9.8 km langs Eemskanaal

Secundaire kering nabij Groningen stad ter bescherming van Groningen stad

- Scenariokans Holwierde blijft: $2.26E-05$
- Schade in Groningen stad = 0 (we veronderstellen voor dit moment dat de kering oneindig sterk is).
- Mortaliteit in Groningen stad = 0
- Evacuatie ten westen van de secundaire kering = ongewijzigd
- Voor het gebied ten oosten van de nieuwe secundaire kering gaan we er van uit dat de kans, schade, mortaliteit en evacuatie niet veranderen.

Aanname: shape hieronder geldt voor alle overstromingen vanuit Groningse bressen



Lengte nieuwe secundaire kering, inclusief versterking langs Eemskanaal en overige kanalen: 13.4 km

3.2.3 Maatregelen gecombineerd laag 2 en 3

Versterking kade ten noorden van Eemskanaal met verkeersweg en meekoppelkans voor natuur

Ten zuiden van het Eemskanaal bevinden zich veel (ca 25) vitale gasinstallaties. De bijdrage in het overstromingsrisico in het gebied ten zuiden van Eemskanaal neemt af wanneer de noordelijke kering langs het Eemskanaal wordt verhoogd. De kans op overstroming in het gebied ten noorden van het Eemskanaal verandert niet door de maatregel:

Gebied ten noorden van Eemskanaal:

- Scenariokans gebied **ten noorden van Eemskanaal**: 2.26E-05, ongewijzigd
- Schade = ongewijzigd
- Mortaliteit = ongewijzigd voor landelijke gebied, maar evacuatie van Delfzijl en Appingedam verbetert: aanname 50% toename evacuatiecapaciteit. De evacuatie fractie neemt dus toe van 40% tot 60%

Gebied ten zuiden van Eemskanaal:

- Scenariokans gebied ten zuiden van Eemskanaal: , ongewijzigd(2.26E-05) en 1/10 en 1/50 daarvan
- Schade = ongewijzigd
- Mortaliteit = ongewijzigd



lengte te versterken kanaaldijk: 23 km
oppervlak gebied tbv grondaankoop: nvt

3.3 Buitendijkse maatregelen

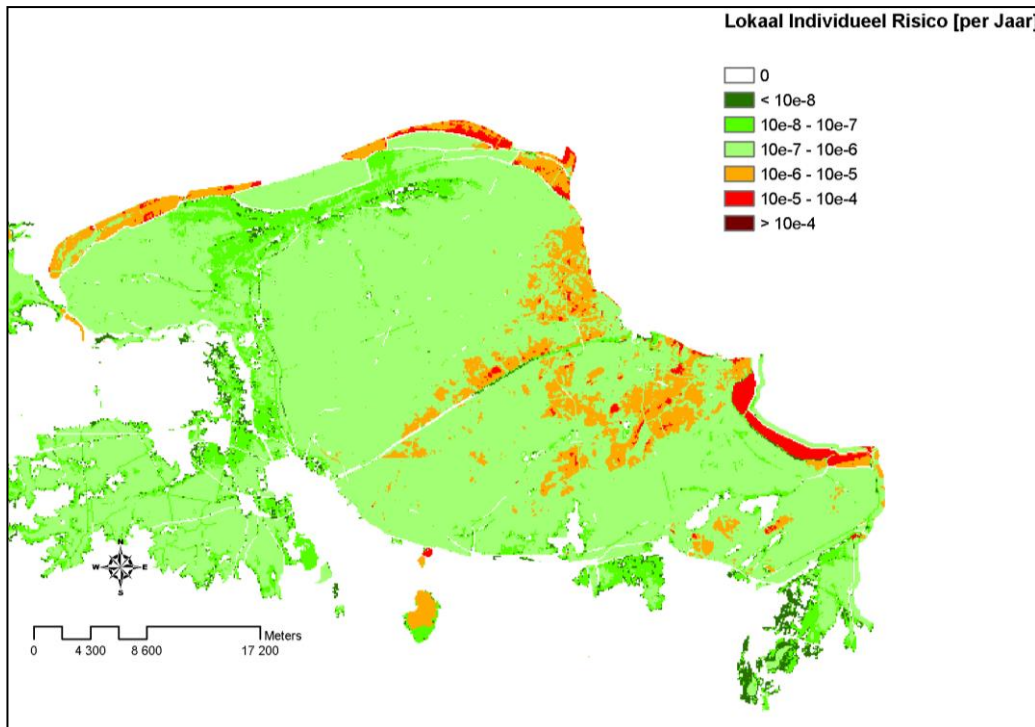
Door de deelnemers aan de proeftuin zijn bij de referentiesituaties in Delfzijl en Eemshaven geen problemen geconstateerd. Om deze reden zijn er geen maatregelen gedefinieerd voor de buitendijkse gebieden.

4 Resultaten

4.1 Binnendijks

4.1.1 Referentie

De onderstaande kaarten geven achtereenvolgens het Lokaal Individueel Risico (LIR), het slachtofferrisico, het economisch risico.

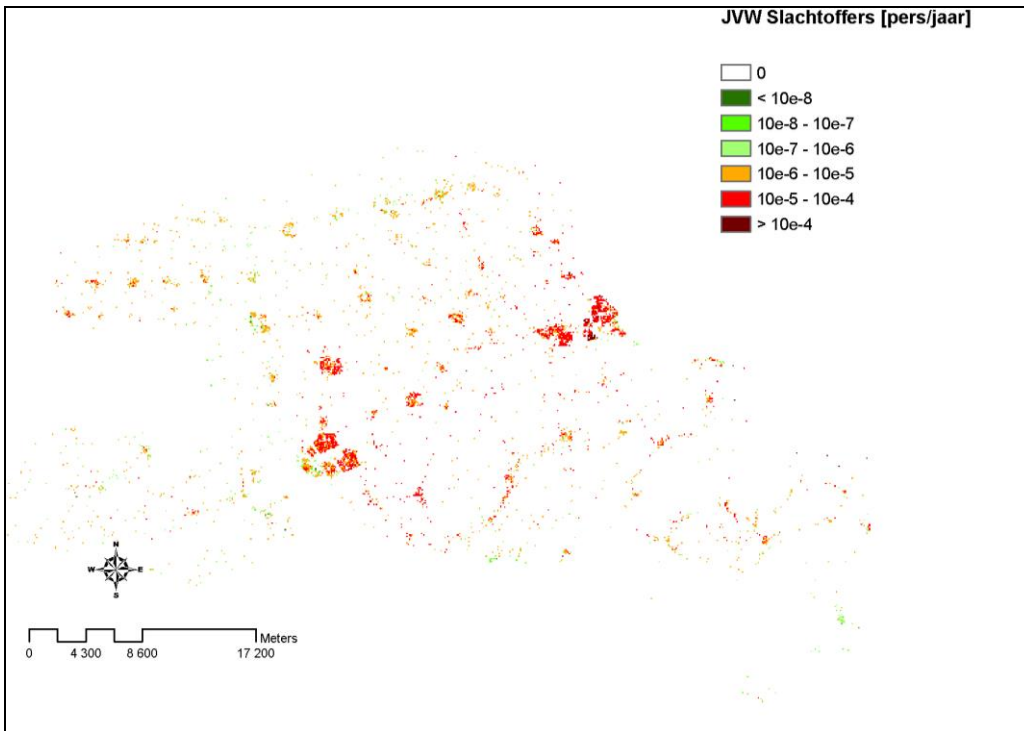


Figuur 4.1 Lokaal individueel risico (LIR)- referentie

In figuur 4.1 blijkt dat het LIR in het studiegebied binnendijks maximaal 10^{-4} /jaar is. Deze waarden worden vooral aangetroffen in de laaggelegen gebieden direct achter de primaire keringen en gebieden langs het Eemskanaal die lager liggen vinden we hogere waarden voor het LIR.

De laagste waarden worden gevonden op de hoger gelegen kwelderwallen die zich uitstrekken van Groningen-stad langs de spoorlijn richting Roodeschool.

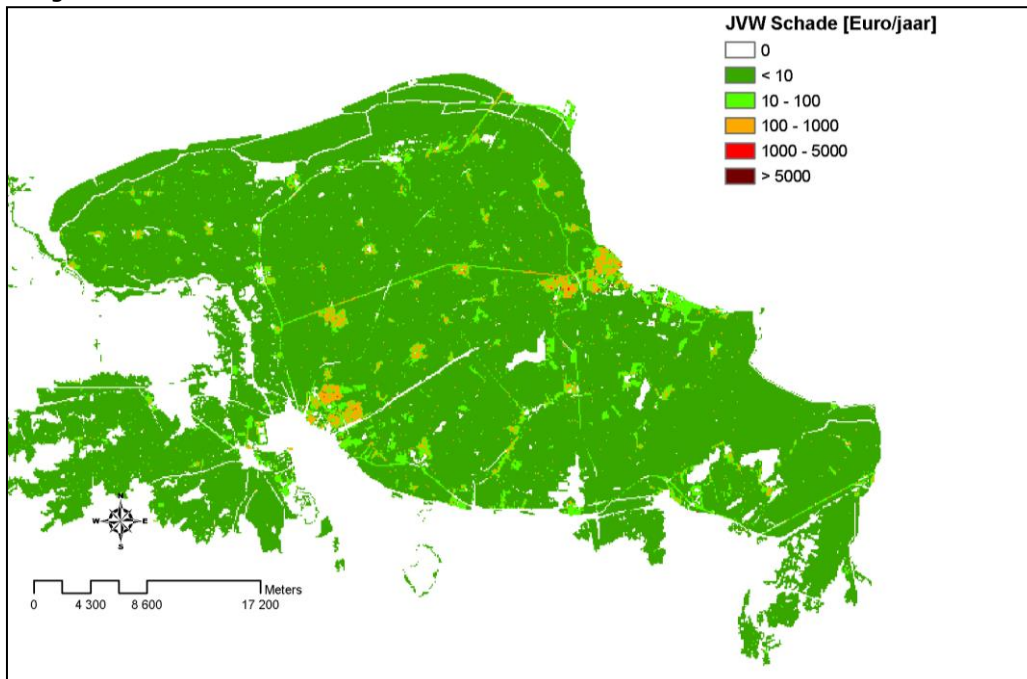
In de kaart in figuur 4.2 is het slachtofferrisico weergegeven. Niet verwonderlijk tekenen zich hier de steden en dorpen af, waar de meeste mensen wonen.



Figuur 4.2 Slachtoffer risico - referentie

Het slachtofferrisico bedraagt 0,05 personen per jaar voor de gehele dijkkring 6-2.

In figuur 4.3 tenslotte is een kaart opgenomen met het economisch risico. In het economisch risico zijn zowel directe als indirecte schade verdisconteerd. De schade aan gasinstallaties is niet meegenomen.



Figuur 4.3 Economisch risico- referentie

In de kaart is te zien dat ook hier is het hoogste economisch risico is geconcentreerd in stedelijke gebieden. De jaarlijkse verwachtingswaarde voor het economisch risico bedraagt voor

het gehele gebied 1,4 miljoen Euro per jaar. Tot 2050 levert dit een CW voor het economisch risico van 37,8 miljoen Euro.

4.1.2 Maatregelen

Voor elke maatregel is doorgerekend wat de totale kosten zijn en in welke mate het totale risico wordt gereduceerd. De ruimtelijke effectiviteit komt tot uiting in de kaarten voor LIR, en economisch risico. Deze zijn opgenomen in Bijlage A. Kosten worden lager als maatregelen worden gecombineerd.

De economische effectiviteit van een maatregel wordt gekenmerkt door de kosten/baten ratio. Deze wordt als volgt berekend: $(CW \text{ vermeden kosten} + \text{baten}) / CW \text{ totale kosten}$. De economische effectiviteit alleen is niet bepalend voor het al dan niet uitvoeren van een maatregel. Eventuele neveneffecten (meekoppelkansen) kunnen zwaar wegen.

De effecten van de maatregelen die worden genomen in het studiegebied zijn berekend voor de gehele dijkkring 6-2, dus voor het gebied ten noorden en ten zuiden van het Eemskanaal.

Bij alle maatregelen is door de deelnemers aangegeven hoe een maatregel scoort op "Andere Waarden". De score loopt van - (slecht), 0 (gemiddeld) tot + (goed). Het ontbreken van een score geeft aan dat deze niet is ingevuld tijdens de proeftuin.

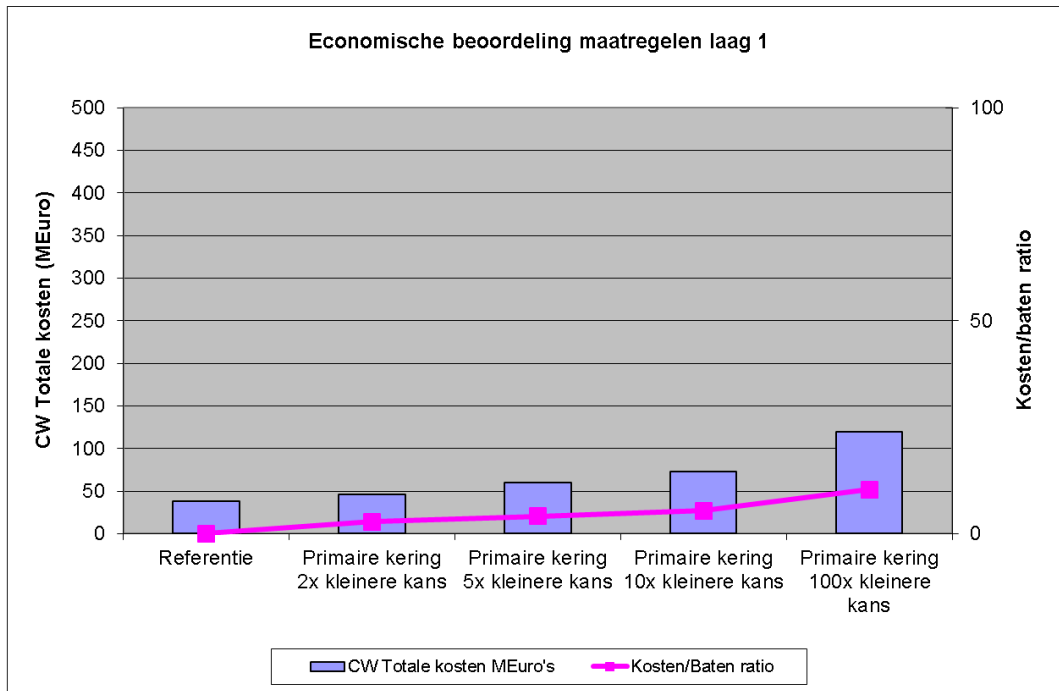
Maatregel: Versterking primaire kering

		Referentie	Versterking huidige primaire kering 2x veiliger	Versterking huidige primaire kering 5x veiliger	Versterking huidige primaire kering 10x veiliger	Versterking huidige primaire kering 100x veiliger (Deltadijk)	
Kosten waterveiligheid	CW Economisch risico	37.8	33.4	30.7	29.8	29.0	M€
	Slachtofferrisico	0.0467	0.0401	0.0362	0.0349	0.0337	jaar
	CW Investeringskosten	0	12.4	29.4	42.9	91.0	M€
	CW Totale kosten	37.8	45.7	60.1	72.8	120.0	M€
Kosten meekoppel	Kosten	NVT					k€
	Baten	NVT					k€
	Kosten/baten ratio	NVT	2.8	4.2	5.4	10.4	-
Andere waarden	Draagvlak	NVT	+	+	+	+	
	Ruimtelijke kwaliteit	NVT	o	o	o	o	
	Natuur	NVT					
	Cultuurhistorie	NVT					
	Haalbaarheid	NVT	+	+	+	+	
	Toerisme	NVT					
	Bereikbaarheid	NVT					
Evacuatie	NVT						

Tabel 4-1 Afwegingstabel MLV – Versterking primaire kering

Ontbrekende waarden in de tabel bij "Andere waarden" geven aan dat hier tijdens de workshop niets is ingevuld door de deelnemers.

In de navolgende figuren worden de contante waarde van de totale kosten (staven) - af te lezen in combinatie met de linker as - en de kosten/baten ratio (paarse lijn) - af te lezen in combinatie met de rechter as - getoond. Om de figuren onderling vergelijkbaar te houden, is er voor gekozen om de maximale waarde op de verticale assen voor alle grafieken constant te houden. Dit betekent dat voor enkele maatregelen de waarde buiten de grafiek komt te liggen. De kosten/baten ratio voor de referentie wordt in de grafieken weergegeven als 1.



Figuur 4.4 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bij versterking van de primaire kering

Economisch risico

Bij het verhogen van het veiligheidsnivo van de kering neemt het economisch risico af van 37.8 M€/jaar tot 29.0 M€/jaar.

Slachtofferrisico

Bij het verhogen van het veiligheidsnivo van de kering neemt het slachtofferrisico af van 0.0467/jaar tot 0.0337/jaar. Ook hier geldt de afname van het risico kleiner wordt naarmate het veiligheidsnivo hoger wordt

Totale kosten

Uit de tabel en het figuur blijkt dat de totale contante waarde kosten voor de opties waarbij de veiligheid van de kering bij Holwierde wordt vergroot met een factor 2, 5 en 10 oplopen van 46 miljoen Euro tot 73 miljoen Euro. Bij de variant waarbij het overstromingsrisico wordt verkleind met een factor 100, de zogenaamde Deltadijk, zijn de totale contante waarde kosten 120 miljoen Euro. Deze kosten gelden voor de situatie dat de maatregelen tegelijkertijd met het op orde brengen van de primaire kering worden uitgevoerd. De vaste kosten hoeven dan maar een keer te worden gerekend. Als de maatregelen niet tegelijkertijd met de huidige vereiste werkzaamheden worden uitgevoerd vallen de kosten ca 30 – 60 miljoen Euro hoger uit en neemt de economische doelmatigheid van de maatregel af.

Doelmatigheid

Het blijkt dat de kosten/baten-ratio (de parse lijn in de figuur) voor maatregelen waarbij de overstromingskans van de primaire kering bij Holwierde wordt verkleind ongeveer van gelijke orde grootte is bij een 2x, 5x en 10x kleinere kans. De ratio ligt in de range van 3 tot 5. Een verkleining van de overstromingskans met een factor 100 door het aanleggen van een Deltadijk heeft een kleinere kosteneffectiviteit: de kosten/baten-ratio ligt dan rond de 10.

Meekoppelkansen bij de versterking van de primaire kering zijn wat minder "hard" dan bij de overige maatregelen die later in dit hoofdstuk worden besproken. Genoemde meekoppelkansen

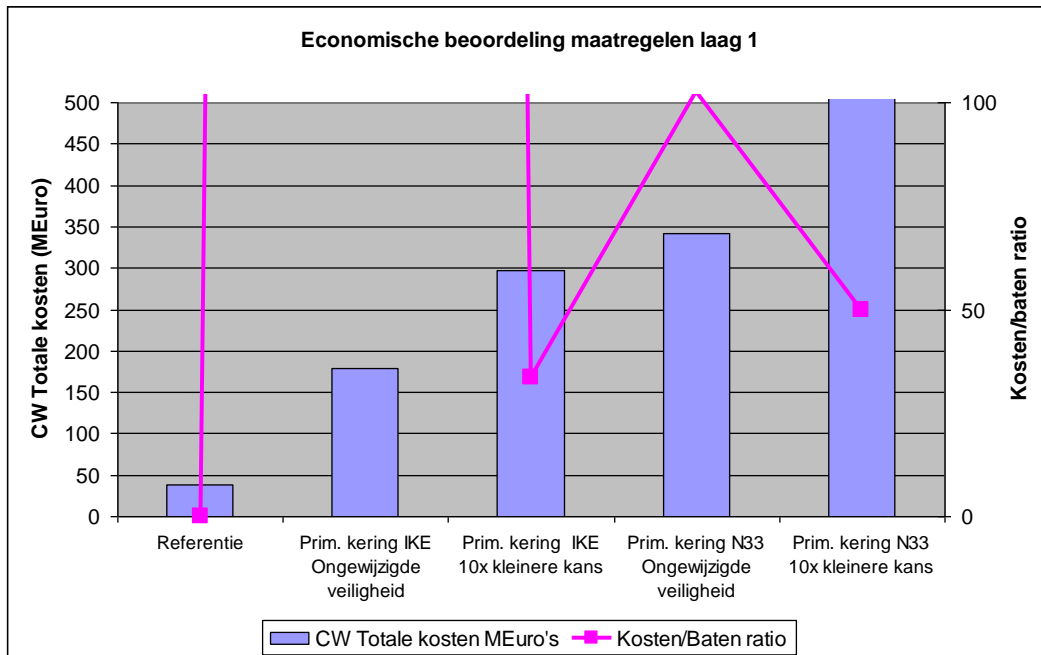
zijn onder meer: strakker lijnelement van de dijk versterkt het landschap, aanleg fietspaden op of bij de dijk, plaatsing van windmolens. Een Deltadijk zou kunnen fungeren als energiedijk, een zonne- en windenergiedijk als leidend idee. Niet alleen de traditionele windmolens met wieken zouden hier een plaats kunnen krijgen, er wordt ook gedacht aan andere typen en vormen windmolens. In het dwarsprofiel van de dijk zijn aan de zeezijde windmolens aangegeven, aan de landzijde zonnepanelen.

Strategie: Verlegging primaire kering

		Referentie	verplaatsing primaire kering volgens IKE: 0x veiliger dan huidige primaire kering	verplaatsing primaire kering volgens IKE: 10x veiliger dan huidige primaire kering	verplaatsing primaire kering naar N33: 0x veiliger dan huidige primaire kering	verplaatsing primaire kering naar N33: 10x veiliger dan huidige primaire kering	
Kosten waterveiligheid	CW Economisch risico	37.8	37.8	29.8	34.8	27.5	M€
	Slachtofferrisico	0.0467	0.0466	0.0348	0.0412	0.0308	jaar
	CW Investeringskosten	0	140.9	266.9	306.7	512.2	M€
	CW Totale kosten	37.8	178.7	296.7	341.5	539.7	M€
Kosten meekoppel natuur	Kosten	NVT	8.3	8.3	56,7	56,7	M€
	Baten	NVT	1.0	1.0	6.5	6.5	M€
	Kosten/baten ratio	NVT	3144	31.8	73.9	41.4	-
Andere waarden	Draagvlak	NVT	-	-	-	-	
	Ruimtelijke kwaliteit	NVT	+	+	o	o	
	Natuur	NVT	+	+	o	o	
	Cultuurhistorie	NVT	-	-	-	-	
	Haalbaarheid	NVT					
	Toerisme	NVT	o	o	o	o	
	Bereikbaarheid	NVT	o	o	o	o	
	Evacuatie	NVT	o	o	+	+	

Tabel 4-2 Afwegingstabel MLV – Verlegging primaire kering

Ontbrekende waarden in de tabel bij "Andere waarden" geven aan dat hier tijdens de workshop niets is ingevuld door de participanten.



Figuur 4.5 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bij verlegging van de primaire kering

Economisch risico

Bij het verplaatsen van de primaire kering volgens de IKE-variant wordt het oppervlak waar schade kan optreden in geringe mate kleiner, omdat er areaal landbouwgrond wordt onttrokken voor natuurontwikkeling. Bij een gelijkblijvend veiligheidsniveau is de afname in de schade zeer beperkt en is het economisch risico 37.8 M€, wat gelijk is aan de referentie. Wanneer het veiligheidsniveau 10x hoger wordt neemt het economisch risico af tot 29.8 M€.

Het verplaatsen van de primaire kering volgens de N33-variant/jaar geeft vergelijkbare resultaten te zien. Het oppervlak dat wordt onttrokken aan landbouw is beduidend groter dan bij de IKE-variant (298ha versus 2024ha), waardoor er meer schade wordt vermeden. Het economisch risico is daardoor bij gelijkblijvende veiligheid afgenomen tot 34.8 m€ en bij een toename van de veiligheid met een factor 10 tot 27.5 M€.

Slachtofferrisico (aantal personen per jaar)

Het slachtofferrisico toont een vergelijkbaar patroon als het economisch risico. De IKE-variant vertoont nauwelijks een lager slachtofferrisico bij een veiligheidsniveau overeenkomstig de huidige kering: 0.0467/jaar versus 0.0466/jaar. Wanneer het veiligheidsniveau een factor 10 wordt vergroot daalt het slachtofferrisico naar 0.0348/jaar voor de IKE variant.

Voor de N33-variant geldt een vergelijkbaar patroon, maar het areaal landbouwgrond dat wordt onttrokken voor natuurbouw is groter. Dit wordt gereflecteerd in het slachtofferrisico. Voor de verplaatsing zonder toename van de veiligheid ten opzichte van de huidige primaire kering wordt een waarde van 0.0412/jaar gevonden. Wanneer het veiligheidsniveau een factor 10 wordt vergroot bedraagt het slachtofferrisico 0.0308/jaar.

Totale kosten

Als de primaire kering wordt verlegd, zonder het veiligheidsniveau te vergroten bedragen de totale kosten 178.7M€ voor de IKE-variant en 341.5 M€ voor de N33-variant. Bij verhoging van de veiligheid met een factor 10 nemen deze kosten toe tot respectievelijk 296.7 en 539.7 M€.

Genoemde waarden gelden als er geen economische kosten en baten aan natuur worden toegekend. Als natuur wordt gewaardeerd a € 3.228/ha/jaar en de aanleg van natuur kost eenmalig ca €28.000 /ha, dan nemen de totale kosten af, en wel tot 166M€ voor de IKE-variant zonder veiligheidsvergroting en 255 M€ voor de N-33 variant zonder veiligheidsvergroting, en met een vergroting van de veiligheid met een factor 10 tot respectievelijk 284 en 453 M€. De genoemde kosten zijn een factor 3 tot 5 hoger dan een vergelijkbaar veiligheidsnivo bij versterking van de huidige primaire kering.

Doelmatigheid

Uit de tabel en de figuur blijken de varianten met de meest gunstige kosten/baten-ratio de verlegging van de keringen in combinatie met verkleining van de overstromingskans met een factor 10 te zijn.

Het blijkt dat de kosten/baten-ratio zeer hoog is in het geval dat de primaire kering wordt verlegd volgens de IKE-variant, zonder dat de overstromingskans wordt gereduceerd. Deze kosten/baten-ratio bedraagt 3454. Dit is het gevolg van de zeer geringe winst die wordt geboekt bij risicoreductie. Doordat de contante waarde van de kosten worden gedeeld door baten die vrijwel nihil zijn (delen door nul), loopt de in dit geval de ratio flink op. Eenzelfde redenering geldt voor het verleggen van de primaire kering naar het N33 tracé. Als de overstromingskans ongewijzigd blijft ten opzichte van de huidige kering op orde zijn de baten beperkt.

Wanneer in combinatie met de verlegging van de primaire kering ook een hoger veiligheidsniveau wordt gerealiseerd door de overstromingskans met een factor 10 te verlagen tekent het beeld zich iets gunstiger af. De kosten/baten ratio is dan voor de IKE-variant 33 en voor de N33-variant 50, wat nog altijd hoger is dan het versterken van de huidige primaire kering tot een 10x kleinere kans. Overigens zijn de kosten om woningen te amoveren in het overstromende gebied niet meegenomen, zodat het hier geschetste beeld te gunstig is.

Een belangrijke **meekoppelkans** voor de varianten is het creëren van nieuwe natuur. Zoals in de inleiding van deze paragraaf is aangegeven waardeert het Instituut voor Milieuvraagstukken van de Vrije Universiteit [IVM,2006] natuur in het Waddengebied op 3228Euro/ha/jaar. De inrichting van de natuurgebieden kost eenmalig ca 28.000 Euro/ha, gebaseerd op gegevens van de natuurinrichting bij de benedenloop van Westerwoldse Aa [Grontmij, 2009]. Als deze kosten en baten worden verdisconteerd daalt de kosten/baten-ratio naar respectievelijk 31,8 en 41,4 voor de IKE en N33 varianten met een 10x grotere veiligheid. Voor de varianten waarbij de overstromingskans gelijk is aan de huidige primaire kering op orde is de kosten/baten gedaald tot respectievelijk 3144 en 73,9. Omdat in het kostenplaatje de aankoop van woningen naast de wierden die regelmatig zullen overstroomd niet is meegenomen tekent het beeld zich echter ongunstiger af dan bovenstaand geschetst.

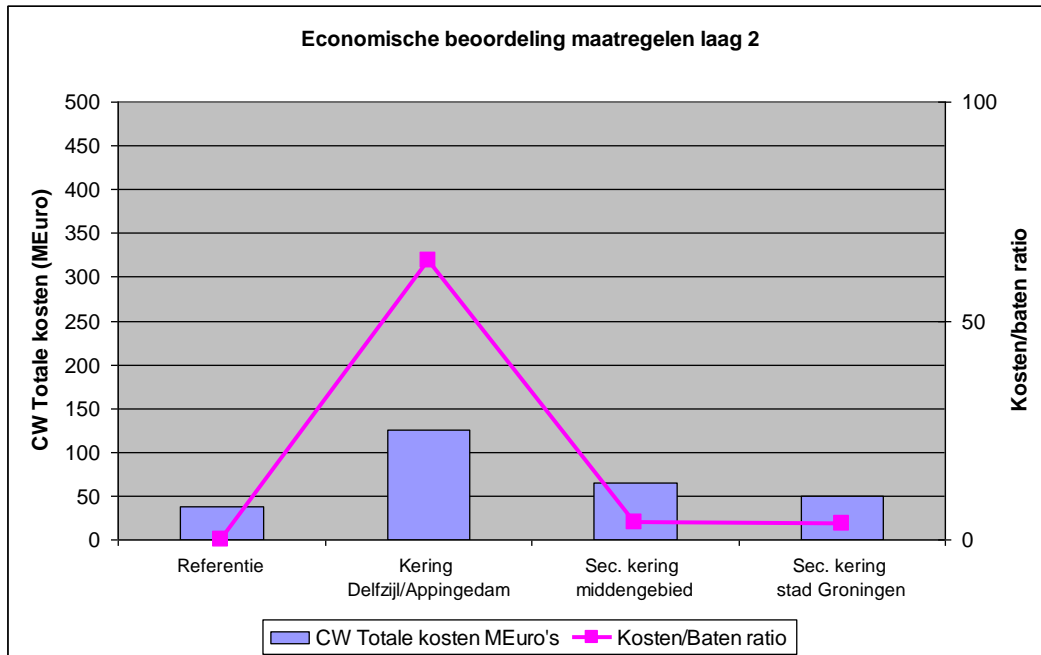
Als positieve andere waarden van de maatregel verlegging primaire kering worden in de proeftuinen genoemd: toename ruimtelijke kwaliteit en ontwikkeling van natuur. Voor de waarden toerisme, bereikbaarheid en evacuatie worden geen effecten voorzien. Negatieve waarden van de maatregel zijn er voor cultuurhistorie en draagvlak.

Strategie: aanleg secundaire keringen

		Referentie	secundaire kering rond Delfzijl en Appingedam	secundaire kering midden-gebied ter bescherming van Groningen en gasobjecten	secundaire kering nabij Groningen stad	
Kosten waterveiligheid	CW Economisch risico	37.8	36.4	28.5	33.2	M€
	Slachtofferrisico	0.0467	0.0443	0.0341	0.0398	jaar
	CW Investeringskosten	0	89.5	36.2	17.2	M€
	CW Totale kosten	37.8	125.9	64.7	50.4	M€
Kosten meekoppel	Kosten	NVT				M€
	Baten	NVT				M€
	Kosten/baten ratio	NVT	63.8	3.9	3.7	-
Andere waarden	Draagvlak	NVT				
	Ruimtelijke kwaliteit	NVT				
	Natuur	NVT				
	Cultuurhistorie	NVT				
	Haalbaarheid	NVT				
	Toerisme	NVT				
	Bereikbaarheid	NVT				
	Evacuatie	NVT				

Tabel 4-3 Afwegingstabel MLV – Aanleg secundaire keringen primaire kering

Ontbrekende waarden in de tabel bij "Andere waarden" geven aan dat hier tijdens de workshop niets is ingevuld door de deelnemers.



Figuur 4.6 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bij aanleg van secundaire keringen

Economisch risico

De maatregel waarbij een kering rond de regio Appingedam/Delfzijl wordt gelegd vermindert het economisch risico in geringe mate. Het neemt af van 37.8 M€ in de referentie naar 36.8 voor de genoemde maatregel. Het economisch risico wordt in grotere mate vermindert als er keringen in het Groningse middengebied en rond Groningen stad worden aangelegd. Het economisch risico neemt dan af tot respectievelijk 28.5 en 33.2 M€.

Slachtofferrisico

Het patroon voor het slachtofferrisico is vergelijkbaar aan het economisch risico. Een geringe afname voor de variant met een ringdijk rondom Delfzijl en Appingedam (van 0.0467 naar 0.0443/jaar). De secundaire keringen in het Groningse middengebied en rondom Groningen-stad verlagen het slachtofferrisico tot 0.0341 en 0.0398/jaar.

Totale kosten

Uit de tabel blijkt dat de totale contante waarde kosten voor een secundaire kering rondom Delfzijl en Appingedam ongeveer 126 miljoen Euro zijn. Dit is het gevolg van de toename van de schade en het aantal slachtoffers in het geval dat de primaire kering bij Delfzijl zou doorbreken (badkuip-effect). De totale kosten voor de twee overige maatregelen, te weten de aanleg van een secundaire kering in het middengebied van Groningen of een kering rondom het noord-oostelijk deel van Groningen-stad, zijn respectievelijk 65 en 50 miljoen Euro.

Doelmatigheid

Het blijkt dat de kosten/baten-ratio voor een secundaire kering rondom Delfzijl en Appingedam 64 is. De twee overige maatregelen, te weten de aanleg van een secundaire kering in het middengebied van Groningen of een kering rondom het noord-oostelijk deel van Groningen-stad, hebben een veel grotere kosten-effectiviteit. De kosten/baten-ratio is ca 4. In de proeftuinen zijn geen meekoppelkansen genoemd voor de aanleg van secundaire keringen.

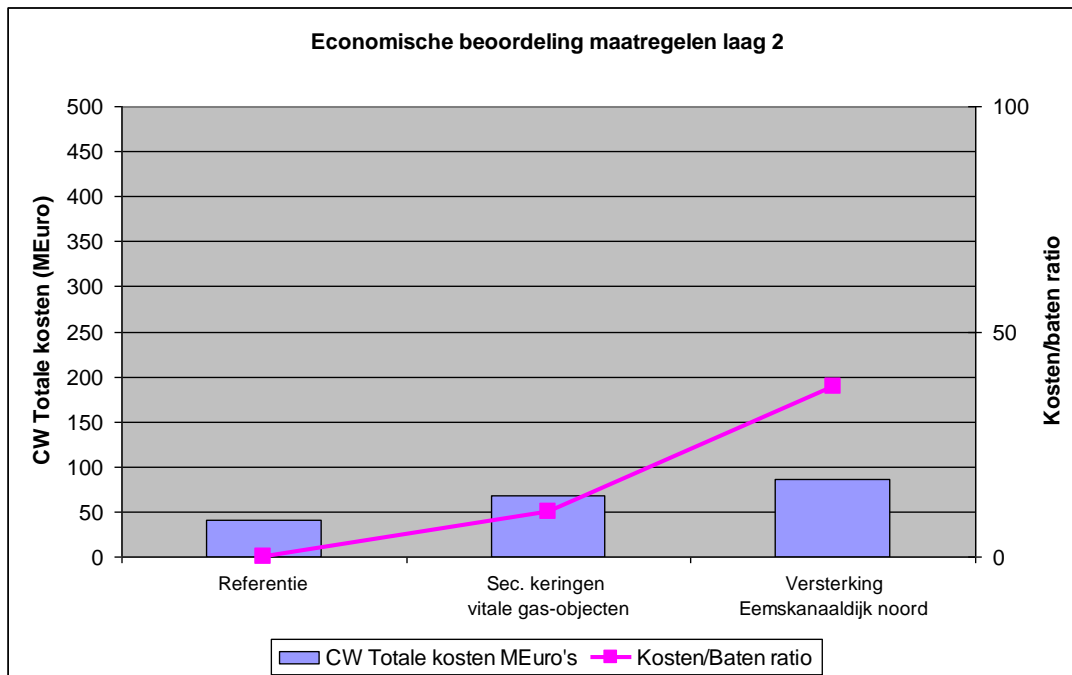
Strategie: bescherming gasinstallaties

Tijdens de proeftuin is door de deelnemers met nadruk gesteld dat een overstroming in het gebied ten noorden van het Eemskanaal kan leiden tot doorbraak van de Eemskanaaldijken, waardoor de ca. 25 gasinstallaties in het gebied ten zuiden van het Eemskanaal kunnen overstromen. Als maatregel is doorgerekend wat het effect is van de bescherming van alle 30 overstroombare gasinstallaties in dijkkring 6-2 (dus ten noorden en ten zuiden van het Eemskanaal) door individuele ringdijken en versterking van de Eemskanaaldijk, uitgaande van 50 miljoen Euro directe- en 50 miljoen indirecte schade per gebeurtenis aan een gasobject. Indien de werkelijke schade hoger is wordt de kosten/baten ratio beter van beide maatregelen, omdat de kosten in de referentiesituatie hoger zijn.

		Referentie	keringen rond 30 vitale gasobjecten	versterking noordelijke kade Eemskanaal ter bescherming installaties zuidzijde	
Kosten waterveiligheid	CW Economisch risico	40.8	37.8	39.6	M€
	Slachtofferrisico	0.0467	0.0467	0.0467	jaar
	CW Investeringskosten	0	30.0	46.0	M€
	CW Totale kosten	40.8	67.8	85.6	M€
Kosten meekoppel	Kosten	NVT			M€
	Baten	NVT			M€
	Kosten/baten ratio	NVT	10	37.7	-
Andere waarden	Draagvlak	NVT	o/+	+	
	Ruimtelijke kwaliteit	NVT	-/o	o	
	Natuur	NVT	-/o	o	
	Cultuurhistorie	NVT	+	o	
	Haalbaarheid	NVT	+		
	Toerisme	NVT	o	+	
	Bereikbaarheid	NVT	o	+	
	Evacuatie	NVT		+	

Tabel 4-4 Afwegingstabel MLV – Bescherming gasinstallaties

Ontbrekende waarden in de tabel bij "Andere waarden" geven aan dat hier tijdens de workshop niets is ingevuld door de participanten.



Figuur 4.7 Totale kosten en kosten/baten ratio per maatregel bescherming van gasinstallaties

Economisch risico

Speciaal voor deze casus is ook de schade aan gasinstallaties in de referentie situatie verdisconteerd. Hiertoe is gerekend met een veronderstelde schade van 100 M€ per installatie, waarvan 5 ten noorden van het Eemskanaal zijn gelegen en 25 ten zuiden van het Eemskanaal. Het economisch risico in de referentie is daardoor iets hoger dan bij de andere berekeningen waarin alleen schade berekend met HIS-SSM, zonder gasinstallaties zijn gebruikt. De referentie voor de voorgaande berekeningen bedraagt 37.8M€, voor deze casus wordt gerekend met een economisch risico van 40.8M€.

De maatregel waarbij alle 30 installaties worden omkaad levert een reductie van het economisch risico tot 37.8 M€. De versterking en verhoging van de noordelijke Eemskanaaldijk reduceert het economisch risico tot 39.6 M€.

Slachtofferrisico

Bij de bepaling van het slachtofferrisico is verondersteld dat beide maatregelen geen effect hebben op het slachtofferrisico. Dit levert een lichte onderschatting van het effect van de versterking en verhoging van de noordelijke Eemskanaaldijk.

Totale kosten

De totale kosten nemen toe van 40.8M€ in de referentie naar 67.9M€ voor het omkaden van 30 installaties. Het verhogen en versterken van de Eemskanaaldijk kost in totaal 85.6M€.

Doelmatigheid

De bescherming van individuele gasinstallaties door een ringdijk van gemiddeld ca 1 kilometer lengte geeft een kosten/baten ratio te zien van 10 op, bij totale contante waarde kosten van 67.9 miljoen Euro. Een investering in ringdijken voorkomt het overstromen van de

gasinstallaties zelf, maar het is de vraag of bij een overstroming niet leidingen tussen installaties opdrijven, wat eveneens grote schade veroorzaakt.

De kosten/baten ratio voor versterking van de noordelijke Eemskanaal dijk is 38. Deze relatief ongunstige kosten/baten-ratio is het gevolg van het feit dat zich ook in het gebied ten zuiden van het Eemskanaal grote overstromingen kunnen voordoen bij het Eems-Dollard estuarium. Met name een overstroming bij de Carel Coenraad-polder is hier van grote betekenis. Maatregelen bij de Eemskanaaldijken hebben geen invloed op het grote risico dat gekoppeld is aan mogelijke doorbraken bij onder meer Borgsweer, Woldendorp en de Carel Coenraadpolder. Een toelichting is in opgenomen in Bijlage B.

Meekoppelkansen voor de genoemde maatregelen zijn er vooral voor de versterking van de Eemskanaaldijk. Genoemde kansen zijn onder meer de aanleg van natuur (verbindingszone EHS) of een autoweg. De meekoppelkans voor een autoweg is tweeledig: ontsluiting van noordoost-Groningen en een evacuatie infrastructuur voor Delfzijl en Appingedam bij een dreigende overstroming. Deze laatste optie zou de evacuatiecapaciteit ca 50% laten toenemen, zodat de evacuatie-fractie toeneemt van 40% tot 60%.

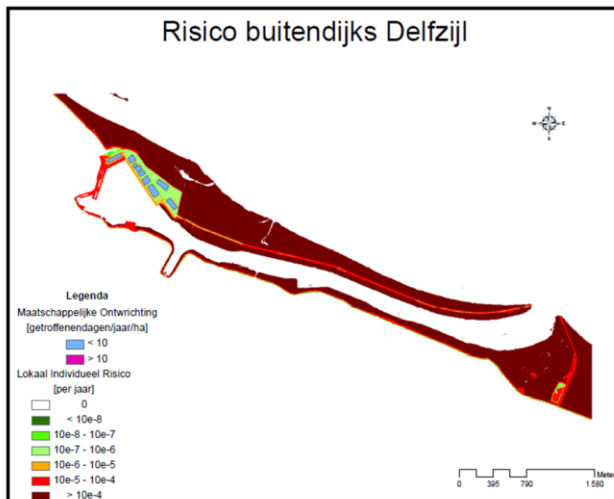
Als overige meekoppelkansen van de maatregel worden in de proeftuinen genoemd: een groot draagvlak, toename van toerisme, vergroting van bereikbaarheid van oost-Groningen en verbeterde evacuatie mogelijkheden voor Delfzijl en Appingedam. Voor de waarden ruimtelijke kwaliteit, natuur en cultuurhistorie worden geen meekoppelkansen voorzien. Negatieve effecten van de maatregel zijn niet benoemd.

Voor de maatregel omkading van vitale objecten wordt de meekoppelkans voor de waarden draagvlak en handhaafbaarheid als positief beoordeeld. Dit geldt ook voor cultuurhistorie, waarbij gedacht wordt aan het (deels) aan het aan het zicht onttrekken van installaties met wierde achtige glooiingen. Licht negatief worden de meekoppelkansen gezien voor ruimtelijke kwaliteit en natuur. Voor de waarden haalbaarheid, toerisme en ecologie worden geen meekoppelkansen voorzien.

4.2 Buitendijks

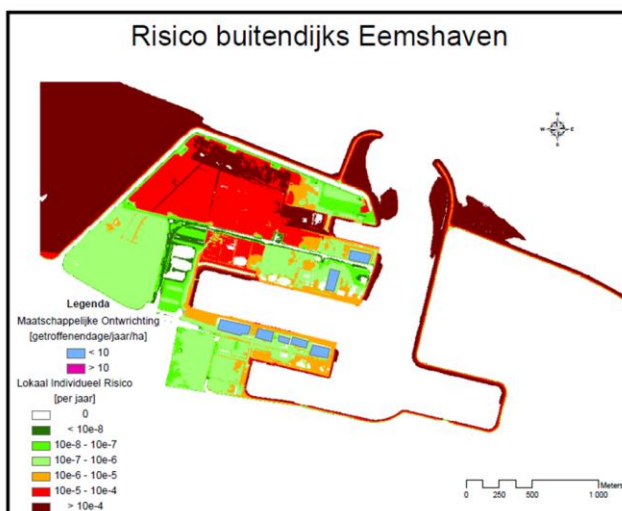
4.2.1 Referentie

In het buitendijkse gebied is het Lokaal Individueel Risico (LIR) en Maatschappelijke Ontwrichting (MO) bepaald volgens de Risicomethode van de Provincie Zuid-Holland. In de figuren 4.8 en 4.9 zijn LIR en MO gecombineerd weergegeven voor Delfzijl buitendijks en Eemshaven.



Figuur 4.8 Lokaal individueel risico en maatschappelijke ontwrichting buitendijks bij Delfzijl

Het LIR is voor Delfzijl buitendijks laag (kleiner dan 10^{-6} per jaar) in het als industrieterrein gebruikte gebied. Het LIR is wat hoger voor de wegen en kaden rondom dit industrieterrein, ordegrootte 10^{-5} - 10^{-4} per jaar. De verschillen zijn het gevolg van de iets lagere ligging. De gebieden met de LIR-waarden groter dan 10^{-4} per jaar zijn laaggelegen en betreffen taluds naar de primaire kering, kwelder en de "strekdam" in de Dollard ter bescherming van de haven. De MO is laag per object (kleiner dan de richtwaarde van 10 getroffenendagen per jaar per hectare) omdat de aanwezige objecten geen grote aantallen getroffen veroorzaken bij uitval.



Figuur 4.9 Lokaal individueel risico en maatschappelijke ontwrichting buitendijks bij Eemshaven

In figuur 4.9 is het LIR weergegeven voor Eemshaven. Het donkerrode gebied in het noordwesten betreft kwelders en kan dus genegeerd worden. Opvallend in de kaart is het ontbreken van gegevens rondom de nieuwe elektriciteitscentrales, oostelijk van de havenkom. Dit gebied wordt omgeven door keringen die weliswaar niet zijn aangemerkt als primaire kering, maar wel als zodanig zijn aangelegd en worden onderhouden. De waterstand met een herhalingsjijd van 10.000 jaar bedraagt hier 5.65m+NAP [bron: RWS Helpdesk Water], terwijl de hoogte van de kering volgens de gegevens uit het AHN2 ten minste 8.5m+NAP is. Bij een waterstand van 1/10.000 jaar overstromen deze keringen dus niet en komt er geen water bij de elektriciteitscentrales.

In het rode gebied ten westen van de havenkom met LIR-waarden ordegrrootte 10^{-5} - 10^{-4} per jaar wordt gebouwd ten tijde van de opname van de terreinhoogte. Er is sprake van een tijdelijke bouwput.

De maatschappelijke ontwrichting is laag met een score van ca 0,05 getroffenendagen per jaar per hectare per object. Deze waarde is een stuk lager dan de toelaatbare waarde van 10 getroffenendagen per jaar per hectare. Dit wordt veroorzaakt doordat uitval van de objecten geen grote aantallen getroffen tot gevolg heeft.

4.2.2 Maatregelen

Voor de buitendijkse situatie zijn geen specifieke maatregelen gedefinieerd, omdat de huidige situatie geen aanleiding geeft tot grote zorg.

Voor de Eemshaven zijn desondanks enige verkennende berekeningen uitgevoerd ten aanzien van het risico, vanwege het grote belang van de elektriciteitscentrales in dit gebied: de Magnum centrale van de Nuon en de centrale van RWE kunnen aan ca 4.5 miljoen huishoudens stroom leveren. Een derde centrale is daarbij nog gepland.



Figuur 4.10 Locatie Eemshaven met op de achtergrond de in aanbouw zijnde centrales

Het geïnvesteerd vermogen in de Eemshaven voor alleen de bouw van de elektriciteitscentrale bedraagt 3 miljard Euro en bij het eventueel gereedkomen van de derde centrale van Advanced Power/Siemens 4,2 miljard Euro in 2017.

Gezien de hoogteligging overstromen de gebieden waar de centrales zijn gebouwd maximaal eens per 100 jaar. Dit als de huidige keringen niet zouden bestaan (worst-case). Het bijbehorend risico is dan 30 miljoen Euro per jaar voor alleen de directe kosten. De indirecte kosten zijn moeilijk te bepalen, maar bedragen bij het ontbreken van eventuele alternatieven (dat andere centrales de volledige productie overnemen) ongetwijfeld een veelvoud van dit bedrag.

Het risico neemt af tot 0.3 miljoen Euro per jaar voor alleen de directe kosten als we aan de huidige keringen een overstromingskans toekennen van eens per 10.000 jaar.

5 Conclusies

5.1 Methodiek

Ten aanzien van de gehanteerde methodieken voor bepaling van binnendijkse en buitendijkse risico's kan worden geconcludeerd dat beide goed functioneerden.

Voor de Risicomethode buitendijks geldt dat de component "maatschappelijke ontwrichting" ook binnendijks van aanvullende waarde zou kunnen zijn, omdat daarmee indirecte schade van vitale objecten buiten het overstroomd gebied duidelijker meetbaar en zichtbaar is te maken.

Gezien het landelijk belang van de gaswinning mist een grote potentiële schade- en risico-component in de berekeningen door het niet meenemen van overstroming schade aan gasinstallaties. Dit leidt tot een onderschatting van het risico in de referentie en daarmee het effect van maatregelen in laag 1 en laag 2 van meerlaagsveiligheid. Het is daarom van groot belang dat vitale objecten worden toegevoegd aan schadeberekeningen.

Het blijkt voor de deelnemers aan workshops erg lastig om per groep de kwalitatieve waarden voor een maatregel eenduidig te scoren: deelnemers hebben verschillende invalshoeken waardoor niet altijd consensus bestaat over de score op "Andere waarden". Hierdoor ontstaat op grond van de proeftuinen geen volledig beeld van de kansen, baten en bedreigingen. Om deze reden wordt aanbevolen voor de verdere uitwerking een andere vorm te kiezen, bijvoorbeeld het uitvoeren van interviews met afzonderlijke stakeholders. Het is te verwachten dat op deze wijze de nuancering bij de verschillende meekoppelkansen beter worden uitgediept.

5.2 Maatregelen

Maatregelen leiden tot een reductie van de gevolgen. De mate waarin een investering bijdraagt aan de reductie van het risico is een maat voor de economische doelmatigheid van een maatregel. Dit komt tot uiting in de kostenbaten-ratio. Maatregelen kunnen een verhoogd economisch voordeel opleveren wanneer gerelateerde nieuwe economische initiatieven worden ontplooid. Dergelijke effecten maatregelen bleken echter niet kwantitatief benoembaar in de proeftuinen en zijn derhalve niet meegenomen in de berekeningen.

Naast economische motieven kunnen ook meekoppelkansen en waarden als haalbaarheid, draagvlak, ruimtelijke kwaliteit, natuur, cultuurhistorie, toerisme, bereikbaarheid en evacuatie belangrijk zijn voor de keuze voor een bepaalde maatregel.

De in het project gedefinieerde maatregelen zijn opgenomen in de onderstaande tabel.

MLV-maatregel	Maatregel clusters
1 Laag 1 preventie	<ol style="list-style-type: none"> 1) Versterking primaire kering (2x, 5x en 10x veiliger) 2) Versterking primaire kering (100x veiliger: deltadijk) 3) Nieuwe primaire kering (IKE-variant) op afstand van oude primaire kering (1x, 10x veiliger) 4) Nieuwe primaire kering (N33-variant) op afstand van oude primaire kering (1x, 10x veiliger)
2 Laag 2 duurzame ruimtelijke inrichting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Secundaire kering rondom Delfzijl en Appingedam 2. Secundaire kering in het middengebied ter bescherming van Groningen-stad en gasinstallaties 3. Secundaire kering nabij Groningen ter bescherming van Groningen stad 4. Keringen rond vitale gasinstallaties
3 Laag 2/3 rampenbeheersing	<ol style="list-style-type: none"> 1. Versterking kade ten noorden van Eemskanaal met verkeersweg

Kosten en risicoreductie

Voor het onderzochte gebied zijn de volgende strategieën het meest gunstig qua hoogte van de investering en en de daarmee bereikte reductie van het totale risico:

- versterking van de huidige primaire kering nabij Holwierde met verkleining van de overstromingskans met een factor 2, 5, 10;
- aanleg van een secundaire kering in midden Groningen (waarbij echter nog geen rekening is gehouden met de kosten voor eventueel benodigde kunstwerken);
- aanleg secundaire kering rond de in het noord-oosten gelegen wijken van stad-Groningen;
- aanleg van ringdijken rondom gasinstallaties.

Naast een goede economische balans hebben de genoemde maatregelen ook bovengemiddelde scores op "Andere waarden". De meekoppeldoelen zijn echter beperkt volgens de uitkomsten van de proeftuinen.

Bij de berekeningen is verondersteld dat de huidige primaire keringen op orde zijn. Indien het op orde brengen van de kering en de maatregelen ter verdere versterking apart van elkaar worden uitgevoerd is dit bijzonder kosteninefficiënt. We zijn er in onze berekeningen vanuit gegaan dat deze investeringen worden gecombineerd.

Meekoppeldoelen

Bij enkele maatregelen zijn er belangrijke meekoppeldoelen genoemd tijdens de proeftuinen. Het betreft:

- Verplaatsing primaire kering volgens de IKE-variant: door uitvoering van de maatregel ontstaat een areaal nieuwe natuur met getijdewerking;
- Verplaatsing primaire kering volgens N33 variant: door uitvoering van de maatregel ontstaat een groot areaal natuur met getijdewerking, de kering kan tevens worden gecombineerd met de beoogde nieuwe buisleidingstraat vanuit Eemshaven;
- Versterking noordelijke Eemskanaaldijk in combinatie met een verkeersweg: met deze maatregel wordt de kans op overstroming van gasinstallaties in het zuiden ten gevolge van een doorbraak bij Holwierde verkleind en de bereikbaarheid en evacuatiemogelijkheden van de regio Delfzijl/Appingedam verbeterd.

Andere waarden: Haalbaarheid

Voor de volgende maatregelen wordt de haalbaarheid hoog ingeschat:

- versterking huidige primaire kering;
- omkaden gasinstallaties.

Andere waarden: Draagvlak

Voor de volgende maatregelen wordt de haalbaarheid hoog ingeschat:

- versterking huidige primaire kering;
- omkaden gasinstallaties;
- versterking noordelijk Eemskanaaldijk in combinatie met de aanleg van een weg.

Voor de volgende maatregelen wordt de haalbaarheid laag ingeschat:

- verlegging van de primaire kering volgens de IKE of N33 variant

Andere waarden: Ruimtelijke kwaliteit

Voor de volgende maatregelen wordt de ruimtelijke kwaliteit hoog ingeschat:

- verlegging van de primaire kering volgens de IKE-variant.

Andere waarden: Natuur

Voor de volgende maatregelen wordt score natuur hoog ingeschat:

- verlegging van de primaire kering volgens de IKE-variant.

Andere waarden: Cultuurhistorie:

Voor de volgende maatregelen wordt score op cultuurhistorie hoog ingeschat:

- omkaden gasinstallaties.

Andere waarden: Evacuatie/bereikbaarheid:

Voor de volgende maatregelen wordt score op evacuatie en bereikbaarheid hoog ingeschat:

- primaire kering verplaatsen volgens N33 variant;
- versterking noordelijke Eemskanaaldijk icm aanleg weg.

Op basis van de resultaten lijkt geconcludeerd te kunnen worden dat de kosten het laagst en de economische doelmatigheid het hoogst is als maatregelen worden genomen in laag 1. Maatregelen in laag 2 en 3 zijn over het algemeen duurder en minder kostenefficiënt.

Relatief goedkope kleinschalige maatregelen met een groot effect, zoals bijvoorbeeld het omkaden van gasinstallaties, kunnen rendement opleveren in laag 2. Zoals eerder genoemd is het rendement van deze maatregel echter afhankelijk van diverse onzekere factoren. Als bij een overstroming niet de installaties zelf, maar de leidingen tussen de installaties falen is het rendement van het omkaden alsnog zeer klein.

5.3 Vervolg

In het uitgevoerde project en de proeftuinen is vooral kwalitatief gekeken naar meekoppelkansen. Voor een vervolg is het noodzakelijk dat de kwalitatieve beoordeling wordt omgevormd tot een kwantitatieve beoordeling van de meekoppelkansen. Het afnemen van interviews is een mogelijke vorm waarin dit kan gebeuren.

Bij de meest kansrijk geachte maatregelen dient meer in detail te worden ingegaan op de gewenste realisatie. Op deze wijze worden de specificaties nader gedetailleerd en kan een nauwkeuriger kostenraming worden opgesteld. Dit is vooral van belang voor de nu ontbrekende kostenposten voor de bouw van kunstwerken en kosten voor aankoop en afbraak van gebouwen.

In dit project is schade aan gasinstallaties berekend met fictieve schadebedragen of is schade aan installaties niet meegenomen, wegens het ontbreken van informatie over de exacte ligging en schadegevoeligheid. Dit leidt tot een onderschatting van het berekende risico in de referentie situatie en daarmee een onderschatting van het effect van maatregelen. Gezien het landelijke belang van deze infrastructuur is het noodzakelijk dat vitale gasobjecten zou duidelijk mogelijk worden meegenomen in de beschouwingen. Hiervoor is het nodig dat de locaties en schadegevoeligheid bekend zijn voor de gasinstallaties, maar ook voor leidingen daartussen.

6 Referenties

Deltares, 2012

Dijkentool – spreadsheet.

DLG, 2012

Grondprijmonitor 2011 – Recente ontwikkelingen in de agrarische grondmarkt. Dienst Landelijk Gebied, ministerie van EL&I.

Grave, P. de & G. Baarse, 2011

Kosten van maatregelen. Informatie ten behoeve van het project Waterveiligheid 21e eeuw. Deltares/ BB&C

Grontmij, 2009

Inrichtingsplan voor de Benedenloop van de Westerwoldse Aa, Kuurbos, Hamdijk en Bovenlanden. Hoofdrapport. In opdracht van Waterschap Hunze & Aa's en Provincie Groningen.

Huizinga, H.J., Nederpel, A., Groot, K. de en M. Batterink, 2011

Risicomethode buitendijks: Methodiek ter bepaling van risico's als gevolg van hoogwater. HKV LIJN IN WATER en Arcadis, 2011. In opdracht van de Provincie Zuid-Holland.

Haskoning, 2012

Integrale klimaatadaptatie Eemdelta. Rapport. Royal Haskoning in opdracht van de Provincie Groningen

IVM, 2006

Globale Batenraming van Natura 2000 gebieden, Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM), 2006.

Kolen, B., Ruijtenberg, R., Vlak, K. & J. Groos, 2012

Plan van aanpak uitwerking gebiedsgerichte risicobenadering of MLV. Voorstel voor uitwerking in de regionale deltaprogramma's. Conceptversie 5. Stowa, HKV, DPNH/DPV

Maaskant, B., Kolen, B., Jongejan, R., Jonkman, S.N. & M. Kok, 2009

Evacuatieschattingen Nederland. HKV LIJN IN WATER. Lelystad (2009)

Roosjen, R., Kolen, B. & M. Zethof, 2012

Kosten Kentallen van Meerlaagsveiligheid maatregelen – concept-versie. Deltares. Opdrachtgever: Waterdienst

Stowa, 2012

Toepassing Basisvisie Afwegingskader Meerlaagse Veiligheid; een methode om mee te werken in de praktijk. Rapportnummer 2012-23.

Zethof, M., Maaskant, B., Stone, K., Kolen, B. & R. Hoogendoorn, 2012

Handreiking Meerlaagsveiligheid - Methode Nader Verklaard. Deltares/HKV LIJN IN WATER

Bijlagen

Bijlage A: Risico bij de gedefinieerde maatregelen

In deze bijlage worden per maatregel de resultaten van de berekeningen met het instrumentarium weergegeven. De maatregelen zijn per MLV-laag gegroepeerd.

Laag1:

Maatregel: Versterking huidig primaire kering Holwierde



Het ringdeel Holwierde wordt versterkt waardoor de overstromingskans van dit ringdeel verkleint. De huidige primaire kering wordt versterkt volgens traditionele dijkversterking of versterkt tot deltadijk.

De overstromingskans van het ringdeel Holwierde wordt 10x kleiner bij traditionele dijkversterking (hier is ook 2x, 5x of 100x mogelijk) en 100x kleiner bij een Deltadijk.

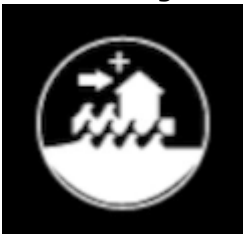



Samenvatting

1. Referentiesituatie

Dijkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkring 6-2: Groningen	WV21	2050

2. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
			

Ringdeel Holwierde: overstromingskans verkleinen (10x of 100x)	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
--	--------	--------	--------

Invloedfactor	Overstromingskans
Referentiesituatie	Dijkkring 6-2 ¼.000 per jr → Holwierde $2,25 * 10^{-5}$
Situatie met maatregel 1a	Dijkkring 6-2 ¼.620 per jr → Holwierde $2,25 * 10^{-6}$
Situatie met maatregel 1b	Dijkkring 6-2 ¼.700 per jr → Holwierde $2,25 * 10^{-7}$

Totale investeringskosten 2050

Deze zijn afkomstig van de dijkentool WV21. De kosten voor dijkversterking bestaan uit het versterken van de huidige primaire kering tot het gewenste veiligheidsniveau. Het uitgangspunt is dat de dijken voldoen aan de 'systeem op orde' situatie.

In de totale kosten zijn geen kosten voor beheer- en onderhoud (voorbeeld jaarlijkse kosten meegenomen).

	Enmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
1a	98.4	N.V.T.	98.4
1b	164.4	N.V.T.	164.4

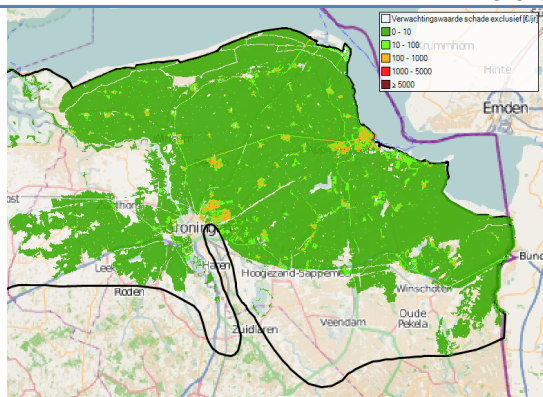
1. Beoordeling MLV Strategie

Risicomaten

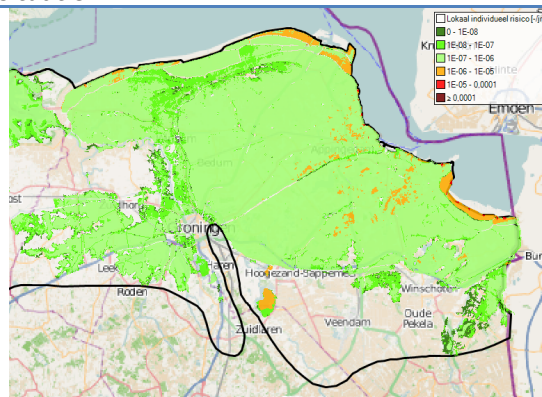
Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]
Referentiesituatie	1.42	0.047
Situatie met maatregel 1a	1.14	0.035
Situatie met maatregel 1b	1.11	0.034

Risicokaarten

Referentiesituatie

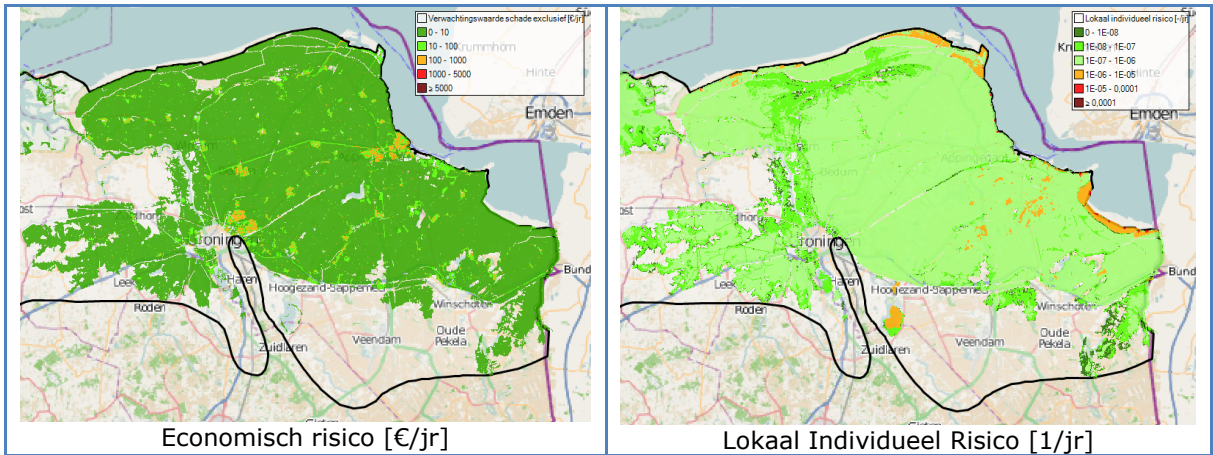


Economisch risico [€/jr]

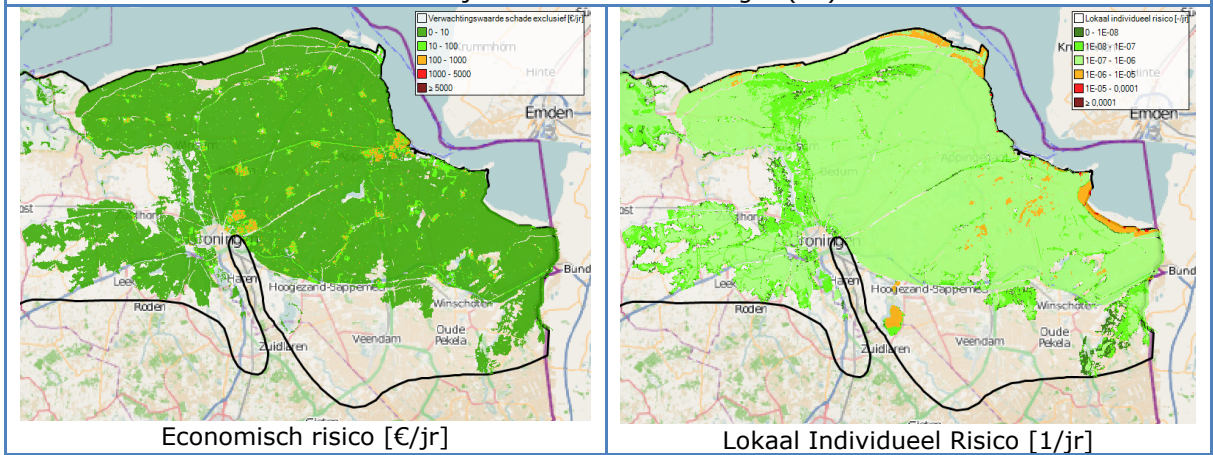


Lokaal Individueel Risico [1/jr]

Dijkversterking Holwierde 10x veiliger (1a)



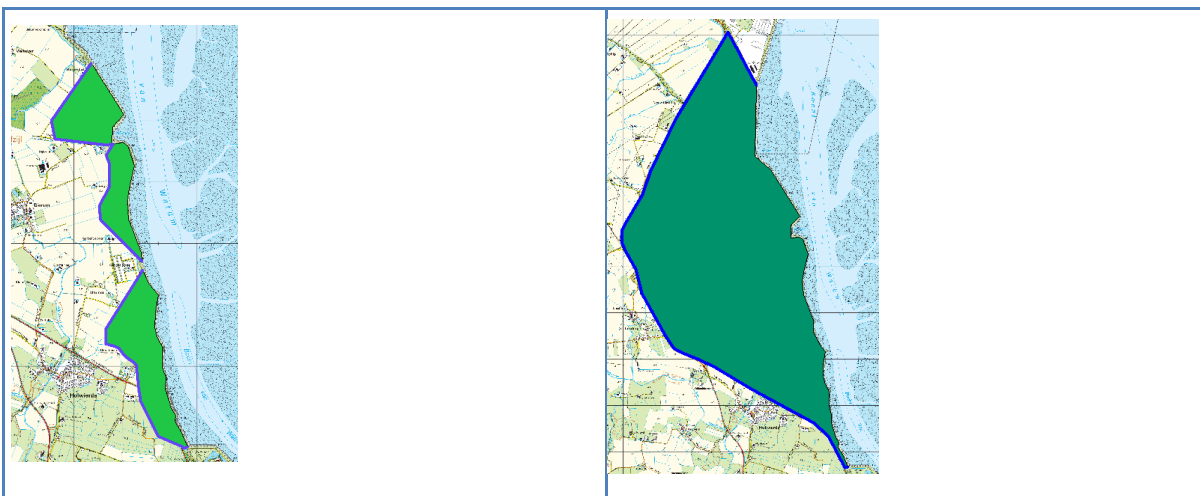
Deltadijk Holwierde 100x veiliger (1b)



Kosten-Baten analyse

	Risicokosten [m€]	Investeringskosten [m€]	Totale Kosten [m€]
Referentiesituatie	37.8	-	37.8
Situatie met maatregel 1a	29.8	98.4	128.2
Situatie met maatregel 1b	29.0	164.4	193.4

Maatregel: Aanleg nieuwe primaire kering nabij Holwierde



De huidige primaire kering voor het ringdeel Holwierde wordt op een aantal plekken doorgestoken. Een nieuwe primare kering wordt landinwaarts van de huidige kering aangelegd. De nieuwe primaire kering krijgt dezelfde sterkte als de huidige primaire kering ('systeem op orde'), dus na uitvoering van de lopende verbeterprojecten). Het gebied tussen de oude primaire kering en de nieuwe primaire kering wordt buitendijks gebied.

Er zijn twee trajecten voor de aanleg van de nieuwe kering:

- Dichtbij de oorspronkelijke kering (linker figuur)
- Traject van de N33 (rechter figuur)

De schade en mortaliteit tussen de beide keringen wordt in de risicoberekening niet meegenomen, omdat het overstromingsrisico in deze studie alleen voor binnendijks gebied wordt bepaald.





Samenvatting

3. Referentiesituatie

Dijkkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkkring 6-2: Groningen	WV21	2050

4. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
 <p>Ringdeel Holwierde: overstromingskans blijft gelijk (verkleinen kans 2x, 5x, 10x ook mogelijk)</p>	 <p>Schade tussen huidige en nieuwe primaire kering wordt 0</p>	 <p>Mortaliteit tussen huidige en nieuwe primaire kering wordt 0</p>	 <p>N.V.T.</p>

Invloedfactor	Overstromingskansen	Schade	Mortaliteit
Referentiesituatie	¼.000 per jaar	100%	100% (dijkkring)
Situatie met maatregel 1c	¼.000 per jaar	0% (buitendijks) 100% (dijkkring)	0% (buitendijks) 100% (dijkkring)
Situatie met maatregel 1d	¼.000 per jaar	0% (buitendijks) 100% (dijkkring)	0% (buitendijks) 100% (dijkkring)

Totale investeringskosten 2050

De kosten voor het aanleg van een nieuwe primaire kering zijn geschat op 15 miljoen Euro per km. De lengte van het nieuwe dijktraject van strategie 1c is 8,7 km en strategie 1d is 13,7 km.

	Enmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
1c	141	N.V.T.	141
1d	307	N.V.T.	307

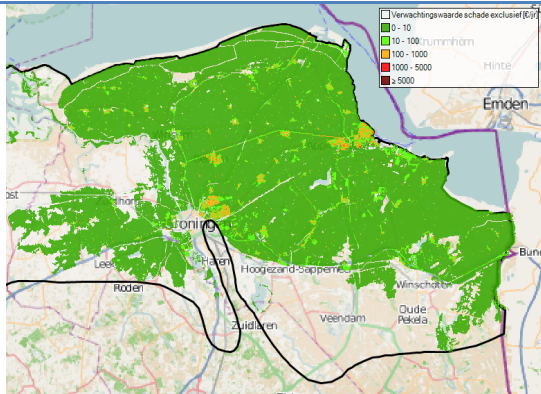
2. Beoordeling MLV Strategie

Risicomaten

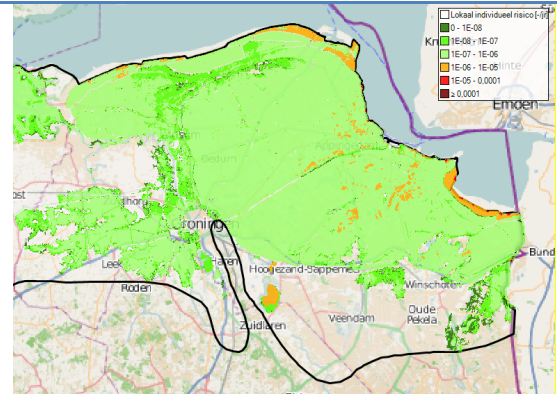
Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]
Referentiesituatie	1.42	0,047
Situatie met maatregel 1C*	1.42 (baten < 0,01 m€/jaar)	0,047* (baten < 0,001 per jaar)
Situatie met maatregel 1D	1.32	0,041

Risicokaarten

Referentiesituatie

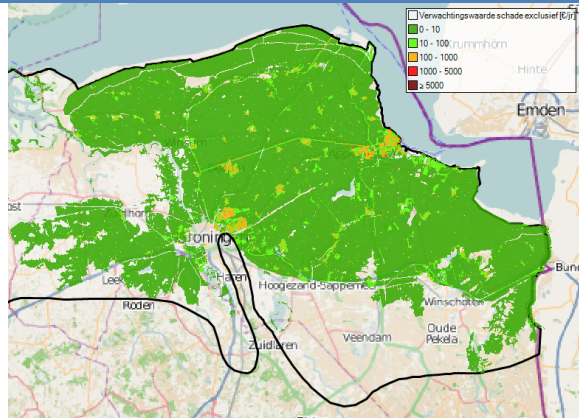


Economisch risico [€/jr]

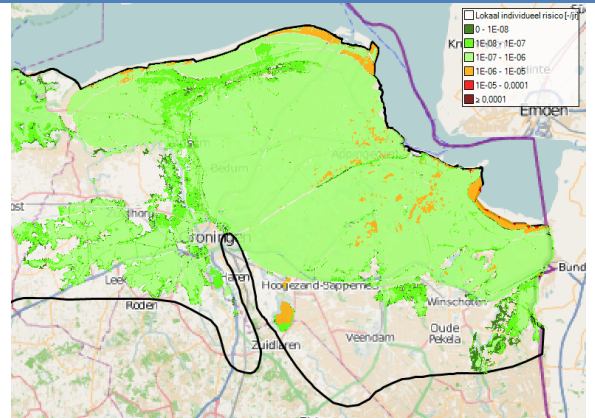


Lokaal Individueel Risico [1/jr]

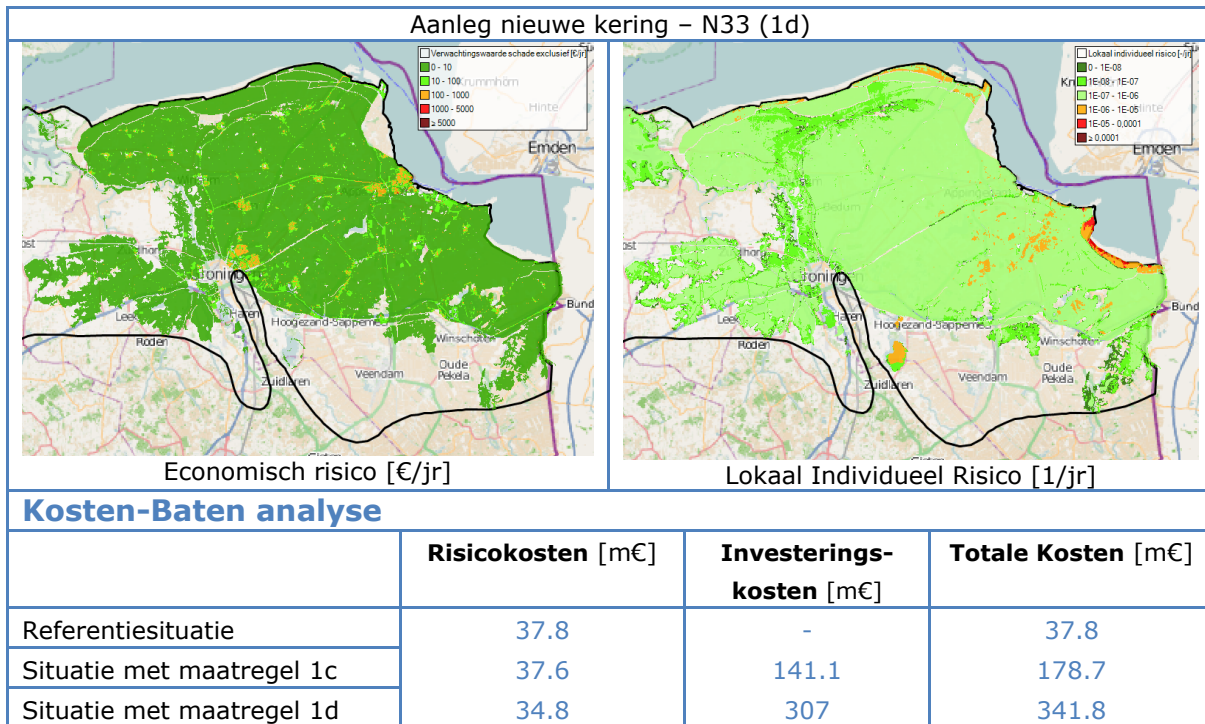
Aanleg nieuwe kering – dichtbij (1c)



Economisch risico [€/jr]

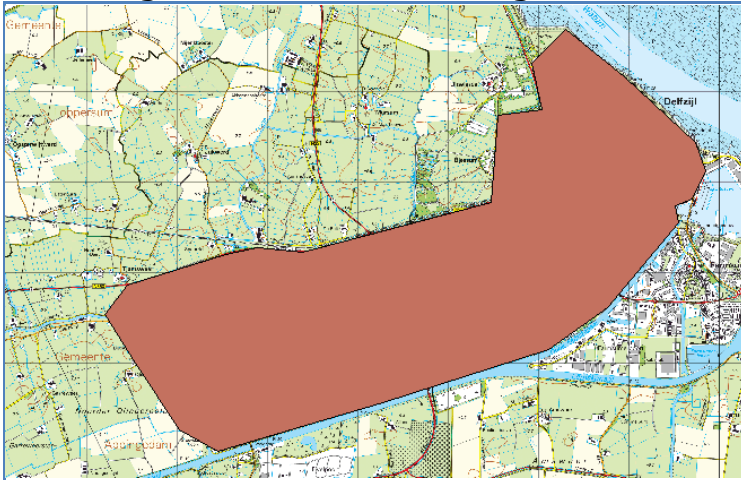


Lokaal Individueel Risico [1/jr]



Maatregelen laag 2

Maatregel: Secundaire kering rondom Delfzijl en Appingedam



Aanleg secundaire kering rond Delfzijl en Appingedam. De primaire kering langs Delfzijl wordt versterkt, zodat de overstromingskans 10x kleiner wordt.

Aangenomen wordt dat bij een doorbraak in het compartiment de gevolgen in schade en slachtoffers 2x groter zijn. Bij een doorbraak buiten het compartiment zijn de gevolgen in het compartiment 0.

Samenvatting

1. Referentiesituatie

Dijkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkring 6-2: Groningen	WV21	2050

2. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
 <p>De kans van het ringdeel Holwierde ten noorden van compartiment blijft gelijk. De kans van ringdeel Holwierde langs compartiment wordt 10x kleiner.</p>	 <p>De schade in het compartiment wordt 0 bij doorbraak buiten het compartiment. Bij doorbraak in het compartiment wordt schade 2x zo groot.</p>	 <p>De mortaliteit in het compartiment wordt 0 bij doorbraak buiten het compartiment. Bij doorbraak in het compartiment wordt mortaliteit 2x zo groot.</p>	 <p>N.V.T.</p>

Invloedfactor	Overstromingskansen	Schade	Mortaliteit
Referentiesituatie	Holwierde – A Holwierde – B	100%	100%
Situatie met maatregel 2a	Holwierde – A Holwierde – B	100% (overig) 0% (compartiment bij doorbraak erbuiten) 200% (compartiment bij doorbraak in compartiment)	100% (overig) 0% (compartiment bij doorbraak erbuiten) 200% (compartiment bij doorbraak in compartiment)

Totale investeringskosten 2050

De lengte van de secundaire kering is 18 km. De kosten voor de aanleg van de kering zijn geschat op 5 miljoen Euro per km. De kosten lopen naar schatting uiteen van 2 miljoen Euro per km tot 10 miljoen Euro per km.

	Enmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
2a	89.5	N.V.T.	89.5

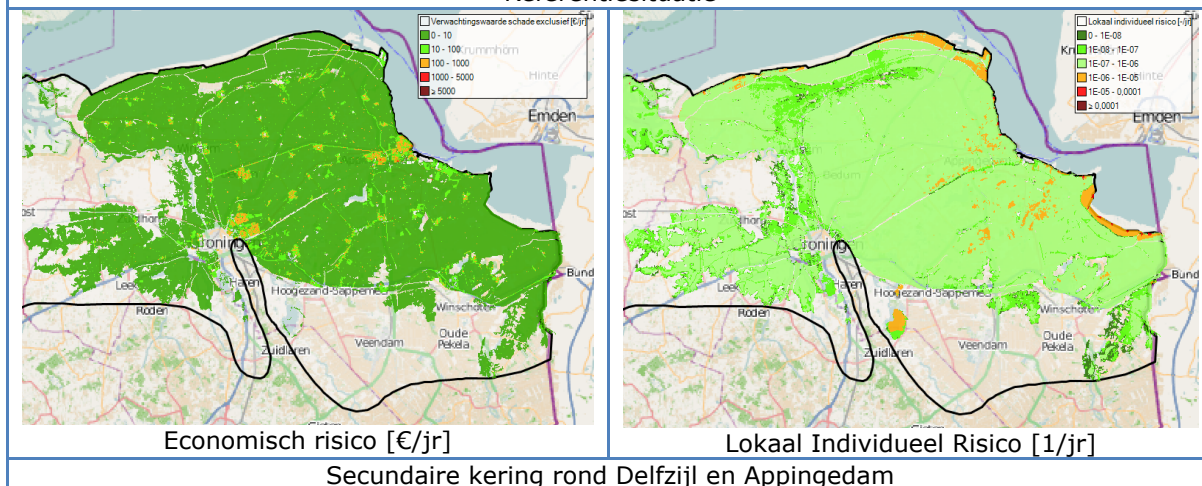
3. Beoordeling MLV Strategie

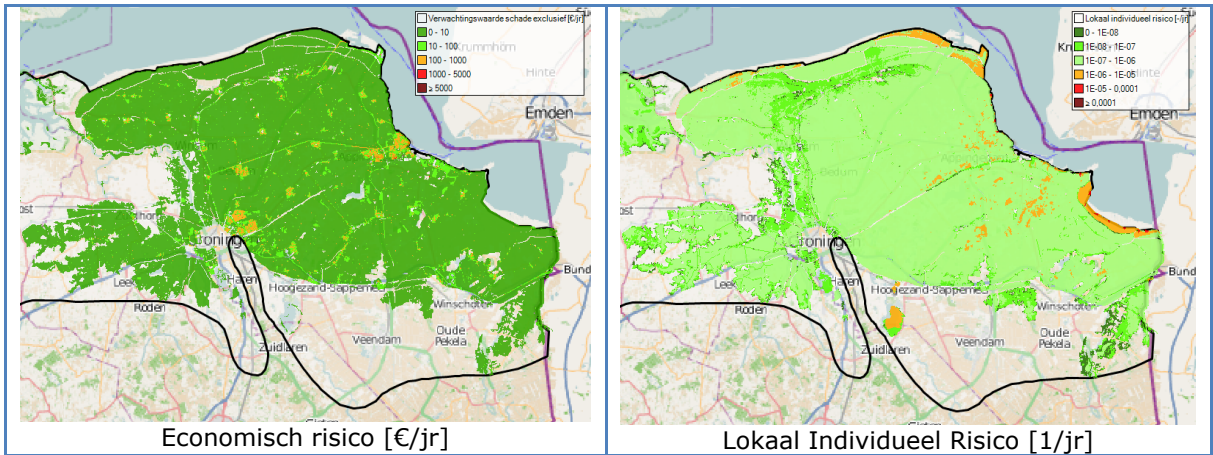
Risicomaten

Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]
Referentiesituatie	1.42	0.047
Situatie met maatregel 2a	1.37	0.044

Risicokaarten

Referentiesituatie





Kosten-Baten analyse

	Risicokosten [m€]	Investeringskosten [m€]	Totale Kosten [m€]
Referentiesituatie	37.8	-	37.8
Situatie met maatregel 2a	36.4	89.5	125.9

Maatregel: Keringen rond vitale gasobjecten

Er zijn 30 vitale gasobjecten in Groningen die kunnen worden bedreigd door water. Vijf daarvan liggen ten noorden van het Eemskanaal, 25 liggen er ten zuiden van het Eemskanaal.

Er wordt aangenomen dat de schade per object 100 miljoen Euro is (50 directe schade, 50 indirecte schade).

Indien rondom deze keringen ringdijken worden aangelegd, treedt er geen schade op aan de objecten tijdens een overstroming van het omringend gebied.

Aangenomen wordt dat de benodigde lengte van een ringkade per object 1 kilometer is.





Samenvatting

1. Referentiesituatie

Dijkkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkkring 6-2: Groningen	WV21	2050

2. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
 Ringdelen	 N.V.T.	 N.V.T.	 N.V.T.

Invloedfactor	Overstromingskans
Referentiesituatie	1/4.000 per jaar
Situatie met maatregel 2b	

Totale investeringskosten 2050

	Enmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
2b	30	N.V.T.	30

3. Beoordeling MLV Strategie

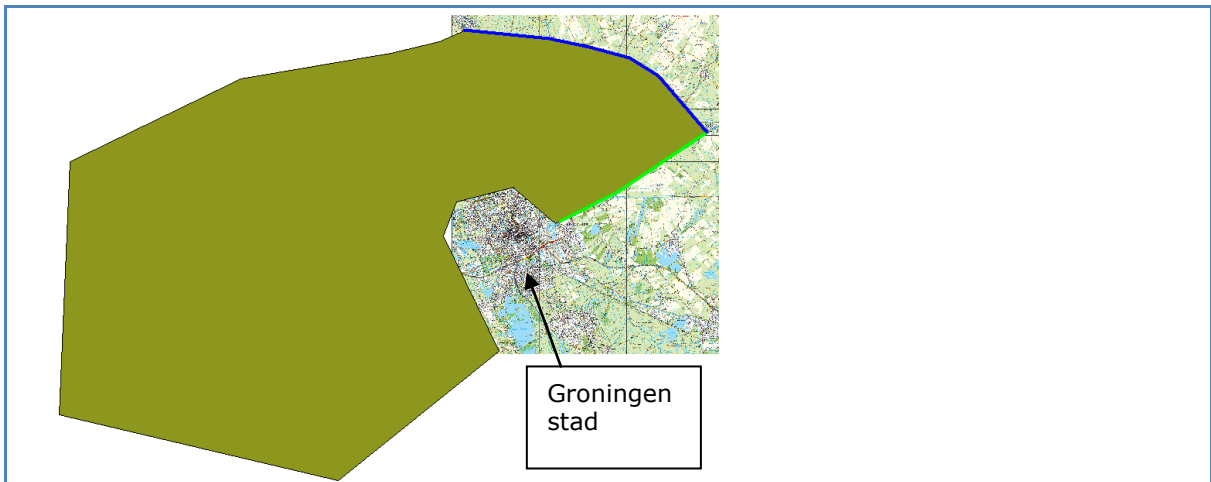
Risicomaten

Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]
Referentiesituatie	1.56	0.047
Situatie met maatregel 2b	1.42	0.047

Kosten-Baten analyse

	Risicokosten [m€]	Investeringskosten [m€]	Totale Kosten [m€]
Referentiesituatie	40.8	NVT	40.8
Situatie met maatregel 2b	37.8	30	67.8

Maatregel: Secundaire kering midden Groningen



Aanleg secundaire kering in het middengebied ter bescherming van Groningen en Gasunie objecten.





Samenvatting

1. Referentiesituatie

Dijkkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkkring 6-2: Groningen	WV21	2050

2. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
			
Secundaire kering	Schade ten westen van secundaire kering wordt 0.	Mortaliteit ten westen van secundaire kering wordt 0.	N.V.T.

Invloedfactor	Schade	Mortaliteit
Referentiesituatie	100%	100%
Situatie met maatregel 2c	0% (westelijk kering) 100% (overig)	0% (westelijk kering) 100% (overig)

Totale investeringskosten 2050

	Eenmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
2a	36.2	N.V.T.	36.2

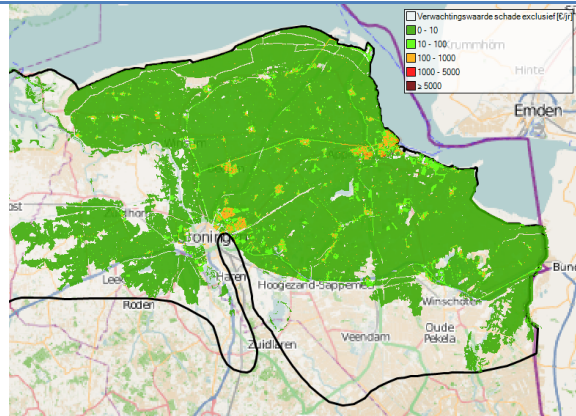
3. Beoordeling MLV Strategie

Risicomaten

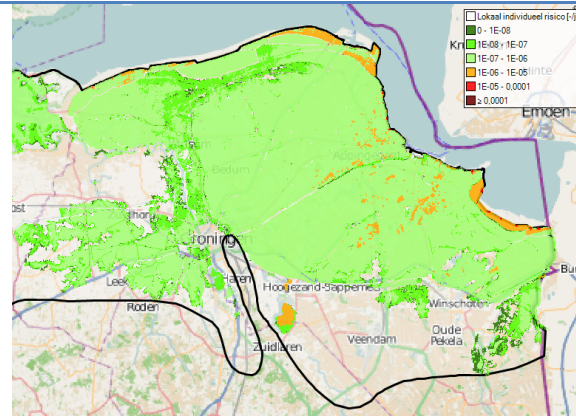
Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]
Referentiesituatie	1.42	0.047
Situatie met maatregel 2c	1.08	0.034

Risicokaarten

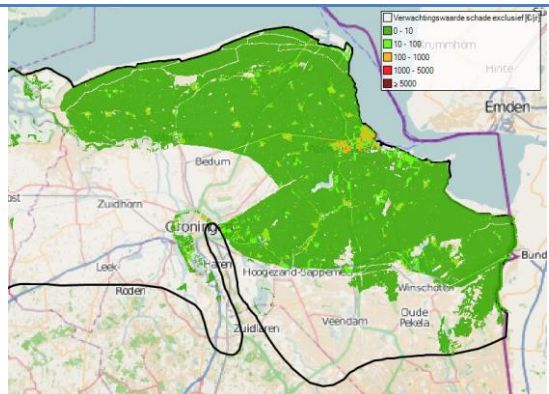
Referentiesituatie



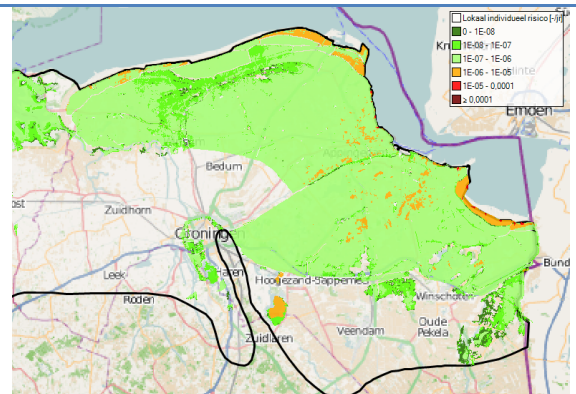
Economisch risico [€/jr]



Lokaal Individueel Risico [1/jr]



Economisch risico [€/jr]

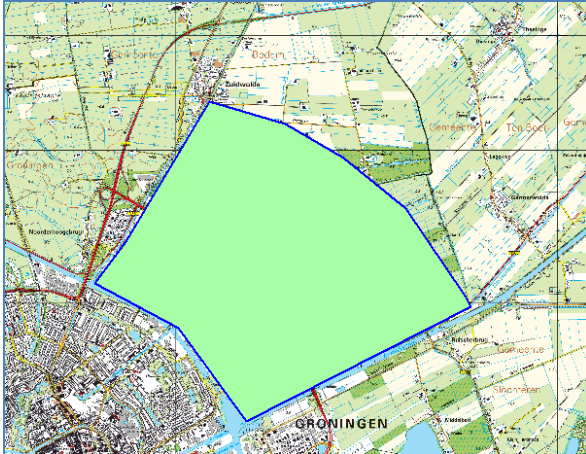


Lokaal Individueel Risico [1/jr]

Kosten-Baten analyse

	Risicokosten [m€]	Investeringskosten [m€]	Totale Kosten [m€]
Referentiesituatie	37.8	-	37.8
Situatie met maatregel 2c	28.5	36.2	64.7

Maatregel: Secundaire kering rondom Groningen noord-oost



Aanleg secundaire kering nabij Groningen ter bescherming van Groningen stad.





Samenvatting

1. Referentiesituatie

Dijkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkring 6-2: Groningen	WV21	2050

2. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
 N.V.T.	 Schade Groningen stad is 0.	 Mortaliteit Groningen stad is 0.	 N.V.T.

Invloedfactor	Schade	mortaliteit
Referentiesituatie	100%	100%
Situatie met maatregel 2d	0% (Groningen stad)	0% (Groningen stad)

Totale investeringskosten 2050

	Enmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
2d	17.2	N.V.T.	17.2

3. Beoordeling MLV Strategie

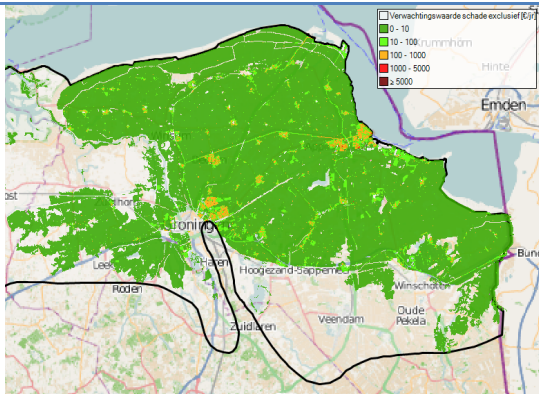
Risicomaten

Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]
---------------------	-----------------------------	--------------------------------

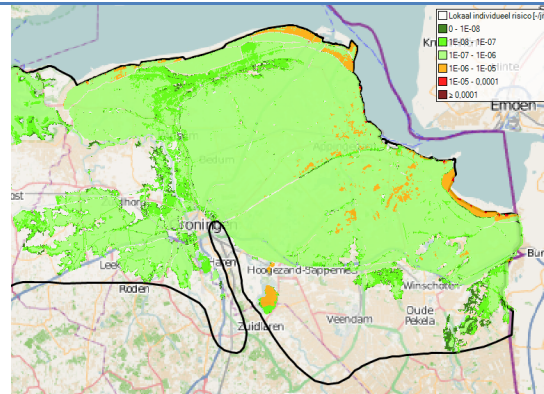
Referentiesituatie	1.42	0.047
Situatie met maatregel 2d	1.26	0.040

Risicokaarten

Referentiesituatie

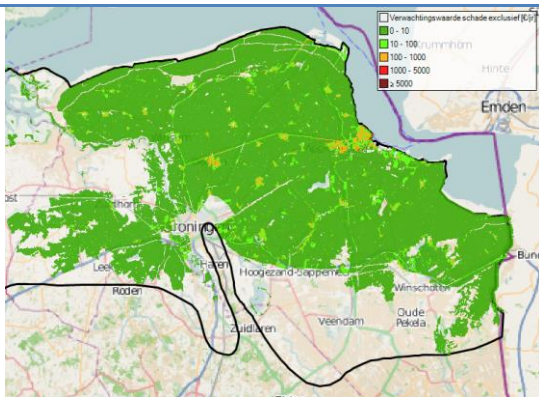


Economisch risico [€/jr]

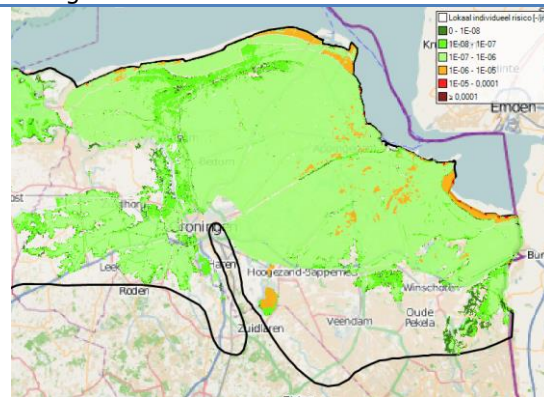


Lokaal Individueel Risico [1/jr]

Situatie met maatregel 2d



Economisch risico [€/jr]



Lokaal Individueel Risico [1/jr]

Kosten-Baten analyse

	Risicokosten [m€]	Investeringskosten [m€]	Totale Kosten [m€]
Referentiesituatie	37.8	-	37.8
Situatie met maatregel 2d	33.2	17.2	50.4

Maatregel: Versterking noordelijke dijk Eemskanaal



Versterking kade ten noorden van Eemskanaal met verkeersweg en meekoppelkans voor natuur
 Ten zuiden van het Eemskanaal bevinden zich veel (ca 30) vitale installaties van de Gasunie. De bijdrage in het overstromingsrisico in het gebied ten zuiden van Eemskanaal neemt af wanneer de noordelijke kering langs het Eemskanaal wordt verhoogd. De kans op overstroming in het gebied ten noorden van het Eemskanaal verandert niet door de maatregel.



Samenvatting

4. Referentiesituatie

Dijkring	Risicomethodiek	Zichtjaar
Dijkring 6-2: Groningen	WV21	2050

5. Schematisatie maatregel

Beoogd effect t.o.v. referentie

Overstromingskans	Schade	Mortaliteit	Evacuatie
 Secundaire kering	 Schade ten zuiden van Eemskanaal wordt 0.	 NVT	 Meekoppel: evacuatiefractie van Delfzijl en Appingedam neemt toe van 40% tot 60%

Invloedfactor	Schade	Mmortaliteit
Referentiesituatie	100% noordelijk v. Eemskan. 100% zuidelijk v. Eemskanaal	evacuatiefractie 40% in Delfzijl en Appingedam

Situatie met maatregel 2/3	100% noordelijk v. Eemskanaal 0% zuidelijk Eemskanaal	Evacuatiefractie 60% in Delfzijl en Appingedam	
Totale investeringskosten 2050			
	Eenmalige kosten [m€]	Jaarlijkse kosten [m€/jr]	Investeringskosten [m€]
2d	46	N.V.T.	46
6. Beoordeling MLV Strategie			
Risicomaten			
Verwachtingswaarden	Economisch risico [m€/jaar]	Slachtoffers [aantal per jaar]	
Referentiesituatie	1.56	0,047	
Situatie met maatregel 2/3	1.50	< 0,047	
Kosten-Baten analyse			
	Risicokosten [m€]	Investeringskosten [m€]	Totale Kosten [m€]
Referentiesituatie	40.8	-	40.8
Situatie met maatregel 2/3	39.6	46	85.6

Bijlage B: Kentallen gebruikt bij risicoberekening

Enmalige investeringskosten voor de aanleg of versterking van keringen

De kosten van keringen zijn ontleend aan de Dijkentool [Deltares, 2012] en Kostenkentallen MLV Maatregelen [Deltares & HKV, 2012]. Let op: kosten voor kunstwerken zijn niet opgenomen voor de maatregelen!

De volgende kosten zijn aangehouden bij de verschillende maatregelen:

Maatregel "Versterking huidige primaire kering"

dijkvak Holwierde	2x veiliger	5x	10x (1D)	100x (2D)
kosten per kilometer (M€)	0.98	2.32	3.38	7.16
kosten (M€)	12.4	29.4	42.9	91.0

De kosten zijn bepaald obv van de eenheidsprijs per centimeter ophoging van ca 0.05 miljoen Euro per kilometer per centimeter ophoging. De lengte van het dijkvak Holwierde is 12.7 kilometer

Maatregel "Aanleg nieuwe primaire kering IKE-variant"

ongewijzigde veiligheid: 15 M€/km

10 x veiliger: 30 M€/km

Maatregel "Aanleg nieuwe primaire kering volgens N33 tracé"

ongewijzigde veiligheid: 15 M€/km

10 x veiliger: 30 M€/km

Maatregel "Aanleg secundaire kering rondom Delfzijl en Appingedam"

17,9km x 5 M€/km

Maatregel "Aanleg keringen rond vitale gasobjecten"

Per installie is ongeveer een kering met een lengte van 1km benodigd, deze kering kost bij benadering (locaties zijn niet exact bekend) 1M€/km. Er zijn in totaal ca. 30 installaties die in bedreigd gebied ten noorden en zuiden van het Eemskanaal liggen

Maatregel "Aanleg secundaire kering in middengebied Groningen ter bescherming van gasobjecten en stad-Groningen"

15.8 km secundaire kering in middengebied a 1M€/km +

9.8 km secundaire kering langs Eemskanaal a 2M€/km

Maatregel "Secundaire kering nabij Groningen stad ter bescherming van Groningen"

10.1 km secundaire kering in middengebied a 1M€/km +

3.3 km secundaire kering langs Eemskanaal a 2M€/km

Maatregel " Versterking kade ten noorden van Eemskanaal met verkeersweg met meekoppelkansen voor natuur en meekoppelkansen verhoogde veiligheid gasinstallaties ten zuiden van het Eemskanaal"

23km x 2M€/km

Onderhoudskosten van keringen

Conform de WV21 methodiek is bij de berekening van de kosten geen rekening gehouden met terugkerende onderhoudskosten

Zouttoeslag schade

De toeslagfactor voor schade als gevolg van overstroming met zout water is binnen VNK gesteld op 2 voor landbouwgebieden. Voor stedelijke gebieden wordt binnen VNK geen toeslag gehanteerd. Doordat de schade in stedelijk gebied desondanks veel hoger is, wordt landelijk met een algemene toeslagfactor van 1.2 gewerkt. Hierin is dus de ratio schade landbouwgrond-schade stedelijk gebied versus oppervlakte verwerkt.

Voor specifiek de situatie in Groningen is een berekening uitgevoerd, die onderstaand is weergegeven.

De schade is uitgerekend met HIS-SSM (overstroming door zoet water), voor de maximale waterdiepte bij toets peil in dijkkring 6-2 (Groningen). Vervolgens is de schade voor landbouw verdubbeld omdat er sprake is van een overstroming door zout water. De totale schade neemt dan ook toe. Het quotiënt van totale schade 'zoet' en totale schade 'zout': $23\ 759 / 19\ 811 = 1.2$. Dit vormt dan de 'overall'-toeslag voor schade door een overstroming door zout water in de Provincie Groningen. Een en ander is opgenomen in de onderstaande tabel.

	Schade [10^6 Euro]	
	Totaal	Landbouw
zoet (HIS-SSM)	19 811	3 948
zout (landbouw dubbele schade)	23 759	7 896
Toeslag voor zoutwater overstroming overall	1.2	

Uit de berekening volgt dat dus ook voor het beschouwde gebied in Groningen een algemene toeslagfactor van 1.2 van toepassing is bij overstroming door zout water

Kosten aankoop landbouwgronden

Voor de kosten voor de aankoop van landbouwgebieden in de Provincie Groningen is een bedrag van €50.000 per ha gehanteerd. Dit getal is afkomstig uit het rapport 'Grondprijzmonitor 2011' [DLG, 2012].

Baten natuur

Het Instituut voor Milieuvraagstukken van de Vrije Universiteit te Amsterdam heeft in de loop van 2006 het rapport uitgebracht "Globale batenraming van Natura 2000 gebieden". Het is en

rapport met een analyse van de totale Nederlandse waarderingsstudies van de afgelopen 25 jaar.

Baten die in de literatuur gerapporteerd zijn in Contante Waarde zijn omgerekend naar jaarlijkse baten op basis van een tijdshorizon van 20 jaar en een discontovoet van 4 procent, tenzij de studie zelf andere parameters gebruikte. De gevonden baten zijn omgerekend naar Euro's van het jaar 2005 met behulp van inflatietabellen van de Wereldbank (World Bank, 2005).

Voor de Waddenzee en Delta (par 3.1.2.) worden de gemiddelde baten geschat op € 3.228 per hectare per jaar.

Sociaal-economische kentallen

Uitgegaan is van het sociaal-economisch scenario Global Economy. Voor dit scenario gelden de volgens cijfers voor economische groei en bevolkingsgroei:

- Economische groei: 2,6% per jaar
- Bevolkingsgroei: 0,7% per jaar

Schade/risico gasinstallaties

Alle schadeberekeningen zijn uitgevoerd zonder schade aan gasinstallaties mee te nemen.

Gasinstallaties zijn niet opgenomen in het rekeninstrument HIS-SSM.

Voor specifiek de berekeningen met maatregelen ten behoeve van gasinstallaties is een benadering van de schade voor de referentiesituatie gemaakt om het effect van maatregelen specifiek ter bescherming van gas infrastructuur te kunnen bepalen. Daarbij is uitgegaan van in totaal 30 installaties die door water kunnen worden bedreigd: 5 ten noorden van het Eemskanaal en 25 ten zuiden van het Eemskanaal. Per gasinstallatie is een schade van 100 miljoen Euro gehanteerd (50 miljoen Euro directe schade en 50 miljoen Euro indirecte schade).

Doorbraak locatie:	Holwierde	Borgsweer	Woldendorp	Carel Coenraadpolder	Totaal doorbraken zuid	Totaal alle scenario's
Scenariokans:	2.26E-05	1.87E-05	7.74E-06	1.32E-05		
Schatting getroffen # gasobjecten						
ten noorden Eemskanaal		5	0	0	0	
ten zuiden Eemskanaal		20	25	12	19	
directe schade per object [Euro]		5.00E+07	50 miljoen Euro			
indirecte schade per object [Euro]		5.00E+07	50 miljoen Euro			
totale schade per object		1.00E+08	100 miljoen Euro			
overstromingskans Eemskanaal [per doorbraak]:						
	Schade [Euro]					
1	2.5E+09	2.5E+09	1.2E+09	1.9E+09		
0.1	7.0E+08					
0.01	5.2E+08					
	Risico [Euro/jaar]					
1	5.6E+04	4.7E+04	9.3E+03	2.5E+04	8.1E+04	1.38E+05
0.1	1.6E+04					
0.01	1.2E+04					

Monetariseren van slachtoffers

Voor het monetariseren van slachtoffers is een waarde van 6,7 miljoen Euro per slachtoffer gehanteerd. Slachtoffers zijn waardevast en hier is geen sprake van economische groei [Stowa,2012].

Bijlage C: Rekeninstrumentarium

Risico binnendijks: MLV-instrument

In de studie is het MLV instrument ingezet om de overstromingsrisico's te bepalen voor binnendijkse gebieden voor de verschillende MLV strategieën.

Het meerlaagsveiligheid instrumentarium MLV wordt ontwikkeld in opdracht van RWS Waterdienst. In dit instrumentarium staan de totale kosten en verschillende risicomaten (schade risico, slachtoffer risico, LIR etc) voor waterveiligheid centraal. De effecten van mogelijke MLV strategieën op de waterveiligheid in de dijkkring (of een deel) kunnen worden bepaald. Bij verschillende risicomaten kunnen ook verschillende ambities (of normen) worden gesteld. De effecten van MLV maatregelen kunnen met het instrument worden vertaald op basis van aanpassingen van de kansen van scenario's (per dijkkringdeel) en de gevolgen van de scenario's. Onder het MLV instrument ligt de WV21 aanpak voor bepaling van het risico, die kort gezegd hier op neer komt:

De overstromingskans van de dijkkring wordt verdeeld over de dijkkringdelen. Het verdelen van de kans is gedaan op basis van de lengte van de VNK ringdelen in relatie tot de totale dijkkringlengte. Stel dat er een ringdeel een lengte heeft van 1/10e van de totale lengte van de dijkkring dan is de kans voor dit ringdeel $1/10 * 1/1.250$ per jaar. Omdat vooraf niet bekend is bij welk buitenwaterstand de dijk zal bezwijken wordt er rekening gehouden met zowel maatgevende scenario's als een bovenmaatgevend scenario. De verhouding tussen deze scenario's is verdeeld voor 60% voor maatgevende scenario's en 40% voor een bovenmaatgevend scenario. Dit betekent het volgende:

- In 60 procent van de gevallen zal het aantal slachtoffers en de schade worden bepaald door een doorbraaksituatie bij toetspeil (een belasting met een frequentie van 1/1250 per jaar).
- In 40 procent van de gevallen zal het aantal slachtoffers en de schade worden bepaald door een situatie die bovenmaatgevend is. Voor enkele dijkkringen (met name in het overgangsg gebied) geldt een verhouding tussen de scenario's van 80%/20%.

Risico buitendijks: Risicomethode provincie Zuid-Holland

De risicomethodiek van de Provincie Zuid-Holland wordt in de studie toegepast om voor verschillende MLV strategieën in de buitendijkse gebieden van Delfzijl en bij Eemshaven het LIR en de maatschappelijke ontwrichting te bepalen.

De risicomethodiek voor buitendijkse gebieden wordt ontwikkeld in opdracht van de Provincie Zuid-Holland en kan worden gebruikt om voor buitendijkse gebieden maatregelen door te rekenen en keuzes te maken uit verschillende maatregelen uit alle MLV lagen.