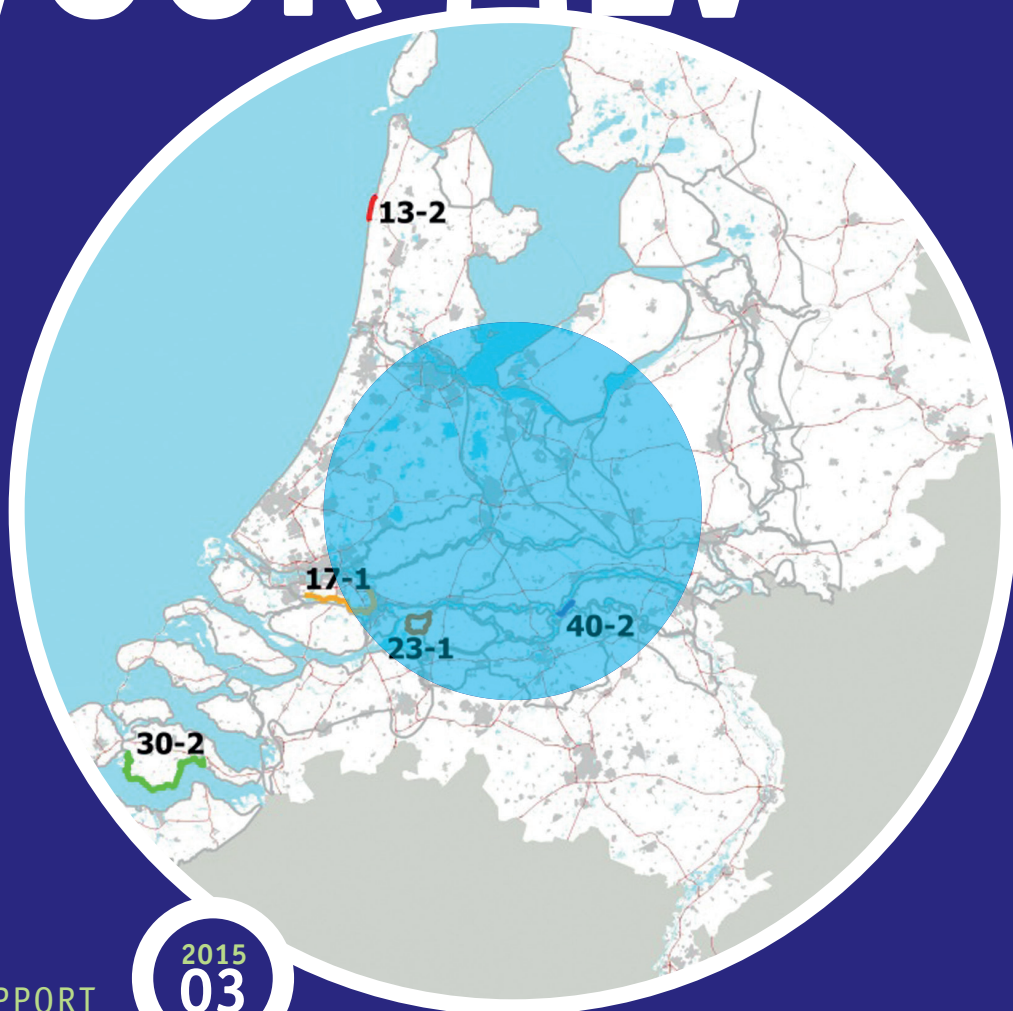


KANSEN VOOR MLV



RAPPORT

2015
03

VERKENNING VOOR 5 NORMTRAJECTEN WAAR DE EIS
AAN DE KERING WORDT BEPAALD DOOR BASISVEILIGHEID
DOOR ENKELE DOMINANTE BUURTEN

KANSEN VOOR MLV
VERKENNING VOOR 5 NORMTRAJECTEN WAAR DE EIS
AAN DE KERING WORDT BEPAALD DOOR BASISVEILIGHEID
DOOR ENKELE DOMINANTE BUURTEN

RAPPORT

2015

03

ISBN 978.90.5773.681.0



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS
Marit Zethof (HKV Lijn in water)
Bas kolen (HKV Lijn in water)

BEGELEIDING
Frank Alberts (RWS)
Carina Verbeek (RWS)
Ludolph Wentholt (STOWA)
Rob Ruijtenberg (Bureau WeL namens STOWA)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2015-03
ISBN 978.90.5773.681.0

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

TEN GELEIDE

Van oudsher is in Nederland veel aandacht voor waterveiligheid. Er wordt veel geld geïnvesteerd in waterkeringen om overstromingen zo veel mogelijk te voorkomen. Die waterkeringen moeten daarvoor in Nederland aan veiligheidsnormen voldoen en worden daarop periodiek getoetst. Een van de opties om op een ander manier te kijken naar de waterveiligheid is door de introductie, enkele jaren geleden, van het begrip Meerlaagsveiligheid. De bescherming tegen overstroming wordt daarin bereikt door maatregelen in de drie lagen van het veiligheidsbeleid: het voorkomen van overstromingen of preventie, de ruimtelijke inrichting en de rampenbeheersing.

In het kader van het Deltaprogramma Rivieren is het begrip Meerlaagsveiligheid als begrip in diverse pilots en proeftuinen inmiddels meer concreet gemaakt. De STOWA heeft hier aan bijgedragen door de ontwikkeling van een stappenplan en een afwegingskader.

In het voorliggende rapport is een methodiek uitgewerkt. Hierbij worden locaties geïdentificeerd waar het door het treffen van maatregelen in de ruimtelijke inrichting of de rampenbestrijding mogelijk is om een minder strenge eis aan de waterkering te stellen en toch te voldoen aan de basisveiligheidseis voor alle inwonenden. Dit kan vooral in gebieden waar de omvang van de dijkversterking met name wordt bepaald door het realiseren van het basisveiligheidsniveau van een of meerdere kleine kernen voor het gehele gebied. Dat basisveiligheidsniveau kan in die gevallen goedkoper worden bereikt door maatregelen te treffen in het kader van de ruimtelijke inrichting of de rampenbeheersing. Met de besparing op dijkversterking is het dan mogelijk de maatregelen in de ruimtelijke inrichting of rampenbestrijding te organiseren en te financieren. Daarnaast is de haalbaarheid van meerlaagsveiligheid uiteraard afhankelijk van andere factoren zoals de “uitvoerbaarheid en de governance”.

De voorliggende methode is dus een nadere verkenning naar de kansen voor meerlaagsveiligheid. Het is een hulpmiddel voor het bestuur van het waterschap om tot een keuze voor slimme (of logische) combinaties van maatregelen in de verschillende veiligheidslagen te komen om zo kosteneffectief aan de eis voor basisveiligheid in een gebied te voldoen.

Door Rijkswaterstaat wordt momenteel aan de hand van deze methode een generiek kaartbeeld van Nederland gemaakt waarop de gebieden staan aangegeven waar dit mogelijk zou kunnen spelen. Een volgende stap is de uitvoerbaarheid, governance en de kosten in de regio nader te onderzoeken aan de hand van de specifieke gebiedskenmerken. Via het nieuwe onderzoeksprogramma ‘Water en Klimaat’ (NKWK) wordt verkend hoe hier invulling aangegeven kan worden.

Amersfoort, januari 2015

Ir. J.J. Buntsma
Directeur STOWA

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

KANSEN VOOR MLV

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Context	1
	1.1.1 Basisveiligheid in enkele begrippen	1
	1.1.2 Trajecten	2
1.2	Onderzoeksvraag	3
1.3	Leeswijzer	3
2	BEOORDELINGSKADER KANSRIJKHEID MLV	4
2.1	De opgave	4
2.2	Maatregelen gericht op slachtofferreductie	4
2.3	Beoordelingskader	5
2.4	Uitvoerbaarheidscriteria	6
	2.4.1 Gevolgen bij overstroming	6
	2.4.2 Evacuatiefractie	8
	2.4.3 Potentieel aantal vluchtplekken	9
	Toekomstige ontwikkelingen	11
2.5	Governance	11
2.6	Investeringskosten laag 2/3 & kostenbesparing laag 1	12
3	SYNTHESE	13
3.1	Bevindingen	14
3.2	Conclusies per locatie	15
	BIJLAGEN	
A	Traject 13-2 Petten	17
B	Traject 17-1 IJsselmonde	23
C	Traject 30-2 Hansweert	29
D	Traject 23-1 Biesbosch	35
E	Traject 40-2 Heerwaarden	41
F	Kostenberekening anders bouwen	47
G	Kostenberekening lokaal beschermen	49
H	Kostenberekening preventieve evacuatie	51
I	Kostenberekening verticale evacuatie	53

1

INLEIDING

1.1 CONTEXT

In de technische uitwerking DPV 2.1 [DPV,2014] zijn de normen voor de primaire waterkeringen geactualiseerd. Bij de actualisering van het waterveiligheidsbeleid zijn drie principes leidend (brief minister Schultz aan de Tweede Kamer dd. 26 april 2013 betreffende de koersbepaling waterveiligheid [ministerie van Infrastructuur en Milieu,2013]): allereerst een basisveiligheidsniveau voor iedereen achter de dijk; ten tweede het tegengaan van maatschappelijke ontwrichting door gericht extra te investeren in gebieden met een relatief grote kans op grote economische schade en op grote groepen slachtoffers en ten slotte de bescherming van vitale en kwetsbare infrastructuur. De eerste twee principes leiden tot drie beschermingsniveaus:

- 1 **Basisveiligheidsniveau:** eis waaraan de overstromingskans van een normtraject moet voldoen zodat het lokaal individueel risico van 10^{-5} per jaar in geen enkele buurt¹ wordt overschreden;
- 2 **Economisch optimaal beschermingsniveau** (doelmatigheid): meest doelmatige verhouding economische gevolgen van een overstroming en de kosten om een hoger beschermingsniveau te realiseren, uitgedrukt in een MKBA-norm;
- 3 Aanvullende eisen t.a.v. **groepsrisico**.

Voor een aantal normtrajecten blijkt dat de norm voor basisveiligheid strenger is dan de MKBA-norm en dus maatgevend is voor de normstelling. Voor sommige trajecten blijkt dat de strenge norm voor basisveiligheid wordt veroorzaakt door een lokaal veel hogere mortaliteit in slechts één of enkele buurten t.o.v. de overige buurten binnen de dijkkring. Dit kan leiden tot veel zwaardere eisen aan de kering. De vraag werpt zich op of het interessant is om de veiligheid in deze buurten lokaal te verbeteren door gevolg-beperkende maatregelen (laag 2/3) te treffen, zodat er op de kosten kan worden bespaard door een minder strenge eis aan de kering te stellen.

1.1.1 BASISVEILIGHEID IN ENKELE BEGRIPPEN

De **norm voor basisveiligheid** wordt uitgedrukt in de overstromingskans waaraan een normtraject moet voldoen zodat het lokaal individueel risico van 10^{-5} per jaar in geen enkele buurt wordt overschreden.

Het **lokaal individueel risico** (LIR) is de jaarlijkse kans om te overlijden op een bepaalde locatie door een overstroming, rekening houdend met de mogelijkheid tot evacueren voorafgaand aan de overstroming.

1 CBS wijken en buurten 2008 (<http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/dossiers/nederland-regionaal/publicaties/geografische-data/archief/2009/2010-wijk-en-buurkaart-2008.htm>)

Het lokaal individueel risico wordt bepaald door:

- de **overstromingskansen** van een normtraject;
- de kans om aanwezig te zijn (**preventieve evacuatiefractie**);
- de kans om op een locatie te overlijden (**mortaliteit**), bepaald door
 - de overstromingskenmerken,
 - gedrag en kwetsbaarheid van mensen.

Het LIR kan met de volgende formule worden beschreven:

1.1.2 TRAJECTEN

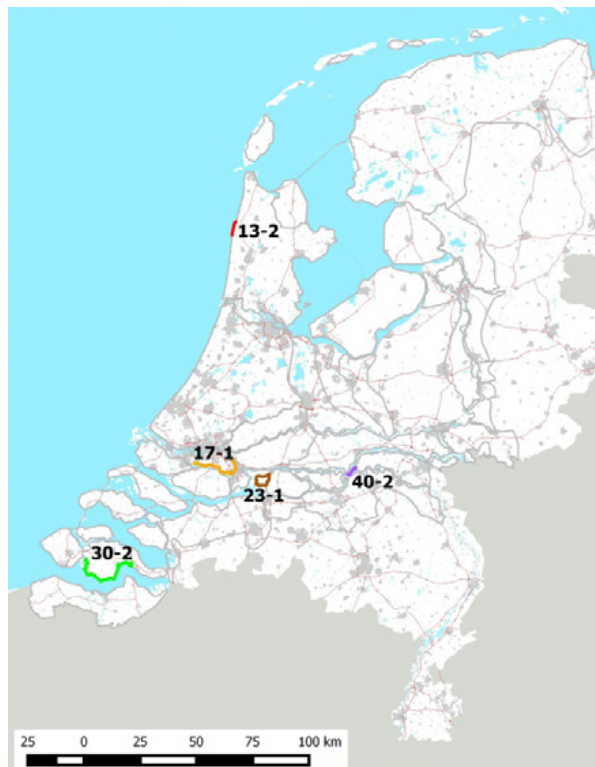
In deze studie behandelen we vijf normtrajecten die in de Technische uitwerking DPV 2.1 in de rapportage van 26 februari 2014 zijn gedeut als meerlaagsveiligheid kansrijk. DPV heeft trajecten als meerlaagsveiligheid kansrijk gedeut als geldt dat:

- de eis voor basisveiligheid strenger is dan MKBA norm; en
- dat in één of slechts enkele buurten de mortaliteit veel hoger is dan de andere buurten.

Naast de vijf normtrajecten die we in deze studie beschouwen, zijn er meer trajecten die als MLV kansrijk zijn aangeduid. Voor een overzicht van deze trajecten wordt verwezen naar de rapportage Technische uitwerking DPV 2.1 [DPV, 2014].

FIGUUR 1

OVERZICHT BESCHOUWDE VIJF NORMTRAJECTEN



Tabel 1 geeft per traject de ruwe MKBA-eis en de basisveiligheid-eis en de bijbehorende normklasse conform Technische uitwerking DPV 2.1 weer. Het normvoorstel volgt uit de strengste norm per traject (deze is dikgedrukt weergegeven in Tabel 1).

TABEL 1 MKBA-NORM EN BASISVEILIGHEID NORM DPV 2.1

Dijkring	Norm-traject	Locatie	MKBA-eis Per jaar		Basisveiligheid-eis Per jaar	
13	13-2	Petten	1/500	(1/300)	1/4.000	(1/3.000)
17	17-1	IJsselmonde-zuid	1/800	(1/1.000)	1/1.900	(1/3.000)
23	23-1	Biesbosch	1/300	(1/300)	1/3.000	(1/3.000)
40	40-2	Heerwaarden	1/1.200	(1/1.000)	1/9.800	(1/10.000)
30	30-2	Hansweert	1/1.000	(1/1.000)	1/60.000	(1/100.000)

1.2 ONDERZOEKSVRAAG

Deze studie heeft tot doel om de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden:

Welke gevolgbepurende maatregelen in de ruimtelijke inrichting en rampenbeheersing hebben potentie, uitgedrukt in uitvoerbaarheid, governance en investeringskosten, om een mindere strenge eis aan de kering te stellen en zodoende besparen op de totale kosten van laag 1?

1.3 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 schets de methodiek om per maatregel te bepalen of deze interessant is om de eis aan de kering met één normklasse te verlagen. Hoofdstuk 3 is een synthesehoofdstuk met de algemene bevindingen en de conclusies per gebied. In bijlagen A tot en met E staat de uitgewerkte methode per traject beschreven. Bijlagen F tot en met I geven een beschrijving van de bepaling van de investeringskosten van een maatregel aan de hand van de gebruikte kostenkennallen.

2

BEOORDELINGSKADER KANSRIJKHEID MLV

2.1 DE OPGAVE

De norm voor basisveiligheid wordt bepaald door de buurt met de hoogste mortaliteit. Voor sommige trajecten geldt dat er één of meerdere buurten zijn die een veel hogere mortaliteit hebben dan de andere buurten die overstromen. Dit komt omdat de waterdiepte en/of de stijgsnelheid in deze buurten veel hoger is dan in de andere buurten. Stel dat we deze buurten met de veel hogere mortaliteit niet meenemen in het bepalen van de LIR-eis, dan zou de norm voor basisveiligheid minder streng zijn.

Voor elk traject ligt er de opgave om het slachtofferrisico te reduceren in die buurten zodat de eis voor basisveiligheid:

- 1 één normklasse minder streng wordt; of
- 2 MKBA-norm = basisveiligheidsnorm.

2.2 MAATREGELEN GERICHT OP SLACHTOFFERREDUCTIE

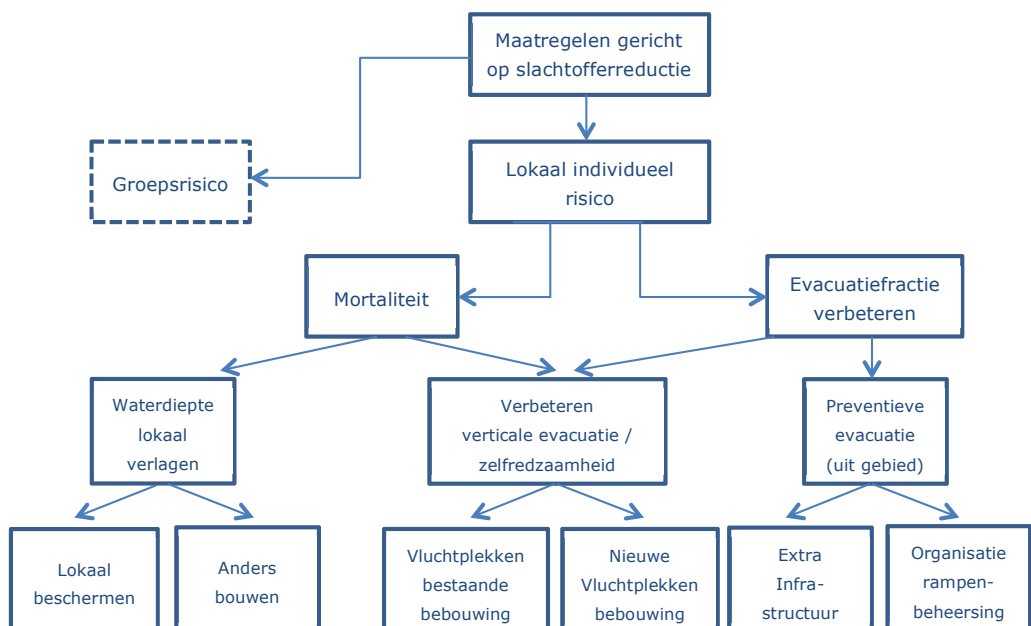
Het **beslisprobleem** is:

Kunnen maatregelen in de ruimtelijke ordening en rampenbeheersing in buurten die de norm voor basisveiligheid bepalen leiden tot een lagere eis aan de kering om zo te besparen op de kosten voor dijkversterking?

Het bovenstaande beslisprobleem is onderzocht voor de maatregelen uit laag 2 en 3 in Figuur 2.

FIGUUR 2

OVERZICHT ONDERZOCHE MAATREGELEN DIE HET SLACHTOFFERRISICO KUNNEN BEÏNVLOEDEN



De maatregelen uit Figuur 2 worden kort toegelicht:

- Lokaal beschermen:

Lokaal beschermen zijn maatregelen waarmee voorkomen wordt dat het achterliggende beschermde gebied “nat” wordt bij een overstroming. Een voorbeeld van een maatregel waarbij te bereiken is, is de aanleg van een compartimenteringskering (permanente constructie) of een mobiele kering (noodmaatregel).

- Anders bouwen:

Anders bouwen is een type maatregel waarbij door bijvoorbeeld verhoogd aanleggen van een individueel gebouw (bijvoorbeeld 1 meter hoger dan het oorspronkelijke maaiveldhoogte) of zelfs een hele woonwijk (integraal ophogen) de inundatiediepte ter plaatse wordt vermindert of zelfs helemaal wordt voorkomen dat het gebied “nat” wordt. Deze maatregel is hoofdzakelijk relevant voor een nieuw te ontwikkelen gebied. Herstructurering van bebouwing of gebied is ook mogelijk, maar komt minder vaak voor.

- Verbeteren zelfredzaamheid door verticale evacuatie

Het bieden van een handelingsperspectief voor de achterblijvers zorgt ervoor dat mensen zelfredzamer worden. Communicatie over de veilige en droge vluchtplekken kunnen de verticale evacuatie vergroten. Er zijn twee typen maatregelen: communicatie over de bestaande vluchtplekken (eventuele inrichting van gebouwen die als shelter kunnen dienen) en daarnaast de nieuw te ontwikkelen publieke gebouwen die ook als shelter kunnen dienen bij een overstroming (bijvoorbeeld sportzaal, bibliotheek, gemeentehuis et cetera). De kosten voor een zelfredzaamheidscampagne baseren we op een grote landelijke campagne die elke 5 jaar wordt gehouden (zie verder bijlage I).

- Verbeteren preventieve evacuatie: aanleg extra infrastructuur

Door de aanleg van extra wegen of het verbeteren van de bereikbaarheid van de infrastructuur kunnen mogelijk meer mensen voorafgaand aan de overstroming het gebied uit evacueren. Deze maatregel is dus een constructieve maatregel.

- Verbeteren preventieve evacuatie: verbeteren organisatie rampenbeheersing

Door organisatorische maatregelen in de rampenbeheersing te nemen, zoals bijvoorbeeld het trainen, opleiden en oefenen van rampenbestrijders, kan de organisatie van het evacuatieproces voorafgaand aan een overstroming effectiever verlopen. Hierdoor kunnen meer mensen uit het gebied worden geëvacueerd.

2.3 BEOORDELINGSKADER

Een beoordelingskader maakt inzichtelijk welke maatregelen potentie hebben om de eis voor de primaire kering met één normklasse te verlagen, op basis van de beoordeling op de criteria uitvoerbaarheid, governance en kosten. Een voorbeeld van een ingevuld beoordelingskader is opgenomen in Tabel 2.

TABEL 2 BEOORDELINGSKADER MAATREGELEN OP CRITERIA: UITVOERBAARHEID, GOVERNANCE EN KOSTEN

	Uitvoerbaarheid		Governance				Investeringskosten gevolgbeperking		Kostenbesparing laag 1		
	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	Gemeente	Provincie	Veiligheidsregio	Projectontwikkelaar	Bevolking	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm
Anders bouwen (opgehoogd)	V	V	X	X		X		50 nieuwbouw	150 nieuwbouw		
Totaal 500 huishoudens	0,4-0,8 meter	0,8-1,6 meter						200 opvijzelen	200 opvijzelen		
								400 - 500 sloop&herbouw	400 - 500 sloop&herbouw		
Lokaal beschermen		?	X		X			75	75		
		Hoogte 3 meter									
Verbeteren preventieve evacuatie	V	X			X		X	5 - 10 organisatie	10 - 20 organisatie	50	100
	Max evac. 35>25%	Max evac. 35<70%						500 extra wegen	1.000 extra wegen		
Verticale evacuatie bestaande bouw	V	V	X		X		X	5 - 10	5 - 10		
	Max 10 pers/ pand	Max 10 pers/ pand									
Aanleg nieuwe gebouwen vluchtplekken		n.v.t.	X		X	X	X	20	t.		

Toelichting op het beoordelingskader:

Uitvoerbaarheid:

V = maatregel is niet uitvoerbaar

? = twijfel uitvoerbaarheid maatregel

X = maatregel is niet uitvoerbaar

Governance:

Betrokken partijen met (bestuurlijke) belangen en verantwoordelijkheden bij de uitvoering van een maatregel (weergegeven met X in Tabel 2)

Kosten:

€ = kosten maatregel zijn lager dan kostenbesparing dijkversterking

€ = kosten maatregel zijn orde grootte gelijk aan de kostenbesparing dijkversterking

€ = kosten maatregel zijn groter dan kostenbesparing dijkversterking

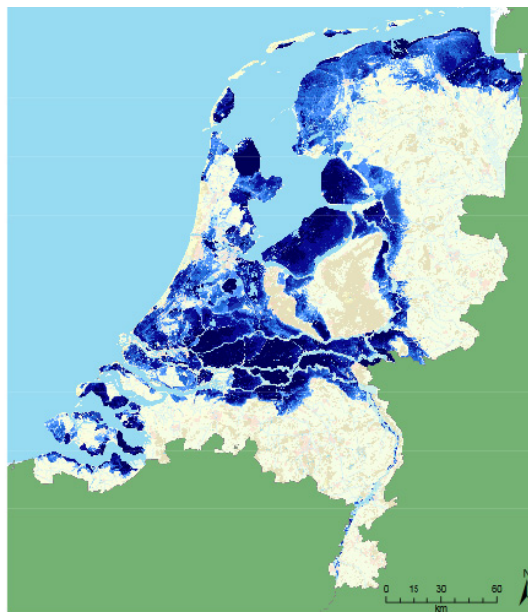
2.4 UITVOERBAARHEIDSCRITERIA

2.4.1 GEVOLGEN BIJ OVERSTROMING

De mortaliteit per buurt wordt bepaald door de waterdiepte na een overstroming, de snelheid waarmee het water stijgt en het oppervlakte van de buurt dat overstroomt. Hoe groter de waterdiepte en stijgsnelheid, des te groter is de kans op overlijden.

FIGUUR 3

MAXIMALE WATERDIEPTE NA OVERSTROMING VANUIT CATEGORIE A-KERING
(BRON [HTTP://WWW.WATERVIEWER.NL/?CASE=EVACUATIE_GROTE_OVERSTROMINGEN](http://www.waterviewer.nl/?CASE=EVACUATIE_GROTE_OVERSTROMINGEN))



Legenda waterdiepte [m]		Waterdiepte na een overstroming vanuit categorie a kering	
Geen water	1 - 1,5 m	-Waterdiepte zijn bepaald op basis van maximale waterdiepte bij de scenario's van VNK2 en EU-ROR -Regionale keringen zijn in de scenario's veelal als standzeker verondersteld.	
0 - 0,2 m	1,5 - 2 m		
0,2 - 0,5 m	2 - 3 m		
0,5 - 1 m	> 3 m		

EISEN MAXIMALE MORTALITEIT PER NORMKLASSE

Door een gebied lokaal te beschermen of anders te bouwen veranderen de overstromingskenmerken.

Tabel 3 geeft weer wat de mortaliteit per buurt² maximaal mag zijn, om te voldoen aan een normklasse voor basisveiligheid, gegeven de ondergrens van de bandbreedte van de evacuatiefractie (conform DPV 2.1):

TABEL 3

MAXIMALE MORTALITEIT PER NORMKLASSE PER NORMTRAJECT GEGEVEN ONDERGRENNS EVACUATIEFRACTIE

	Maximale mortaliteit per normklasse				
	13-2	17-1	30-2	23-1	40-2
LIR-eis huidige situatie	1/3.000	1/3.000	1/100.000	1/3.000	1/10.000
Evacuatiefractie	9%	8%	20%	8%	59%
Normklasse					
1/30.000	-	-	34%	-	-
1/10.000	-	-	11%	-	-
1/3.000	-	-	3,4%	-	3,4%
1/1.000	0,9%	0,9%	1,1%	0,9%	1,0%
1/300	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%

In de huidige situatie geldt voor trajecten 13-2, 17-1, 23-1 een eis voor basisveiligheid van 1/3.000 per jaar; voor traject 40-2 van 1/10.000 per jaar en voor traject 30-2 van 1/100.000 per jaar.

² Mediane waarde mortaliteit per buurt (conform methodiek DPV)

BEPALEN EIS MORTALITEIT LOKAAL BESCHERMEN

Lokaal beschermen van een gebouw of wijk kan door rondom een permanente kering (groene dijk/compartimenteringskering) aan te leggen of via een noodmaatregel zoals een mobiele kering. Als we ervan uitgaan dat de compartimenteringskering of mobiele kering niet bezwijkt (100% standzeker), dan zal het achterliggende gebied niet meer overstromen. De mortaliteit in de beschermde buurt is dan 0%. Het is ook mogelijk om het effect van de onzekerheden van constructief falen (kering bezwijkt toch) of menselijk falen (mobiele kering niet op tijd opgezet) op de mortaliteitseis mee te nemen. Stel in huidige situatie is in de maatgevende buurt de mortaliteit 5%. Bij de aanname dat in 1 van de 10 overstromingen de kering toch niet standzeker is en de buurt toch overstromt, dan is de gewogen mortaliteit na maatregel 0,5% (o.b.v. onzekerheden maatregel).

BEPALEN EIS MORTALITEIT ANDERS BOUWEN

Een voorbeeld van anders bouwen is opgehoogd bouwen, door het maaiveld 1 meter of meer hoger aan te leggen. Bij een overstroming neemt de waterdiepte in de opgehoogde buurt af en daarmee ook de mortaliteit (zie paragraaf 1.1.1). Stel dat in de maatgevende buurt er een gemiddelde waterdiepte van ongeveer 3,0 meter optreedt bij een overstroming, dan leidt dit tot een gemiddelde mortaliteit van 2%³ in deze buurt (gebaseerd op de mortaliteitsfuncties van Jonkman (2007)). Als we de eis aan de kering willen verlagen tot 1/1.000 per jaar bij een gegeven evacuatiefractie van 9%, dan mag er bij een mogelijke overstroming gemiddeld 2,5 meter water komen te staan om te voldoen aan de norm voor basisveiligheid. De mortaliteit in deze buurt neemt dan af van 2% naar 1%. Om hieraan te voldoen moet het hele gebied met 0,5 meter integraal worden opgehoogd. Over het algemeen zijn de meeste buurten al deels bebouwd. Ter illustratie: stel dat in dit voorbeeld voor een gedeelte van de buurt nieuwbouw wordt ontwikkeld of herstructurering van bestaande bouw plaatsvindt, dan moet de eis aan het ophoogniveau zodanig zijn dat op buurtniveau de mortaliteit 1% is (dus bijvoorbeeld 1,5 meter ophogen i.p.v. 0,5 meter).

2.4.2 EVACUATIEFRACTIE

De evacuatiefractie geeft het percentage inwoners weer dat op basis van de beschikbare en benodigde tijd, de non response en de kwaliteit van de uitvoering van de preventieve evacuatie kan worden geëvacueerd uit het overstromingsgebied voordat de kering bezwijkt (horizontale evacuatie).

MINIMALE VERBETERING EVACUATIEFRACTIE PER NORMKLASSE

Door organisatorische maatregelen in de rampenbeheersing of het vergroten van de wegcapaciteit is het mogelijk het percentage mensen dat kan worden geëvacueerd te verbeteren. Kolen (2013) heeft onderzocht wat de bovengrens is van de te behalen evacuatiefractie is, voor de maatregelen (zie Tabel 4):

- Verbeteren organisatie rampenbeheersing met/zonder extra tijd besluitvorming;
- Vergroten wegcapaciteit met 5% en 20%.

³ Aanneمة stijgsnelheid in deze buurt van 1 m/h.

TABEL 4 ONDERGRENSEN EVACUATIEFRACHTIE HUIDIGE SITUATIE EN BOVENGRENSEN EVACUATIEFRACHTIE BIJ VERBETEREN ORGANISATIE RAMPENBEHEERSING EN VERGROTEN WEGCAPACITEIT PER NORMTRAJECT [KOLEN,2013]

	Evacuatiefractie referentie	Max evacuatiefractie verbeteren organisatie rampenbeheersing		Max evacuatiefractie vergroten wegcapaciteit	
		Ondergrens (verwachtings-waarde)	Zonder extra tijd besluitvorming	Met extra tijd besluitvorming	+5%
13-2	9% (15%)	16%	35%	13%	15%
17-1*	8% (12%)	5%	16%	4%	5%
30-2	20% (26%)	32%	61%	32%	37%
23-1	8% (12%)	5%	16%	4%	5%
40-2	59% (68%)	75%	85%	72%	82%

* Geldig voor stormgedomineerde dreiging overstroming

Stel dat in de huidige situatie 9% van de mensen kan worden geëvacueerd voorafgaand aan een overstroming. Voor normtraject 13-2 leidt dit tot een norm voor basisveiligheid van 1/3.000 per jaar. Om de norm één normklasse te verlagen naar 1/1.000 per jaar moeten er maatregelen zodanig genomen worden dat de evacuatiefractie stijgt naar 61% (zie Tabel 5). Stel dat er extra wegen worden aangelegd, zodat er meer mensen het gebied uit kunnen evacueren dan leidt dit maximaal tot een evacuatiepercentage van 15%. Als er organisatorische maatregelen worden genomen dan is het ook niet mogelijk om 61% van de inwoners te evacueren (zie Tabel 4).

Tabel 5 geeft de minimale evacuatiefractie per normtraject weer, uitgaande van de mortaliteit in de strengste buurt.

TABEL 5 ONDERGRENSEN EVACUATIEFRACHTIE HUIDIGE SITUATIE EN BOVENGRENSEN EVACUATIEFRACHTIE BIJ VERBETEREN ORGANISATIE RAMPENBEHEERSING EN VERGROTEN WEGCAPACITEIT PER NORMTRAJECT (BRON: KOLEN, 2013)

Evacuatiefractie referentie	Evacuatiefractie per normklasse o.b.v. maximale mortaliteit per buurt				
	13-2 (9%)	17-1 (8%)	30-2* (20%)	23-1 (8%)	40-2* (59%)
Normklasse					
1/30.000	-	-	27%	-	-
1/10.000	-	-	77%	-	-
1/3.000	-	-	93%	-	77%
1/1.000	61%	16%	98%	66%	93%
1/300	87%	73%	99%	89%	98%

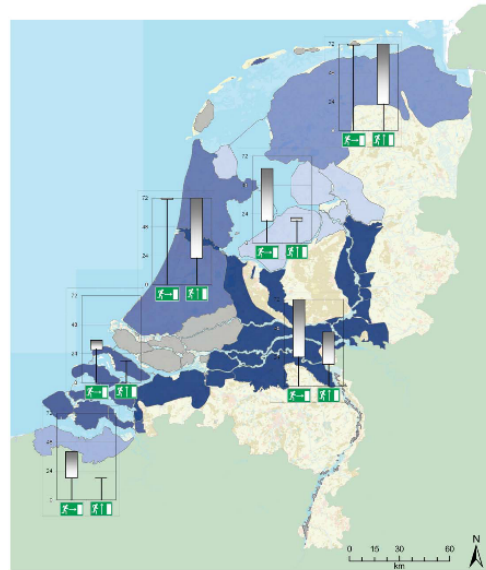
* De buurt met de hoogste mortaliteit overstroomt ook vanuit andere normtrajecten en hiervoor is gecorrigeerd.

2.4.3 POTENTIEEL AANTAL VLUCHTPLEKKEN

Een indicatie van het aantal achterblijvers per droge vluchtplek geeft inzicht in de omvang van de problematiek.

- 1 Het aantal beschikbare droge vluchtplekken per buurt is bepaald, op basis van de maximale waterdiepte en het totaal aan bebouwing. Een eengezinswoning of gebouw is een droge vluchtplek als de maximale waterdiepte minder is dan 2,5 meter.
- 2 Het aantal achterblijvers per droge vluchtplek per buurt is bepaald, op basis van het aantal inwoners per buurt, evacuatiefractie en aantal droge vluchtplekken per buurt uit vorige stap.

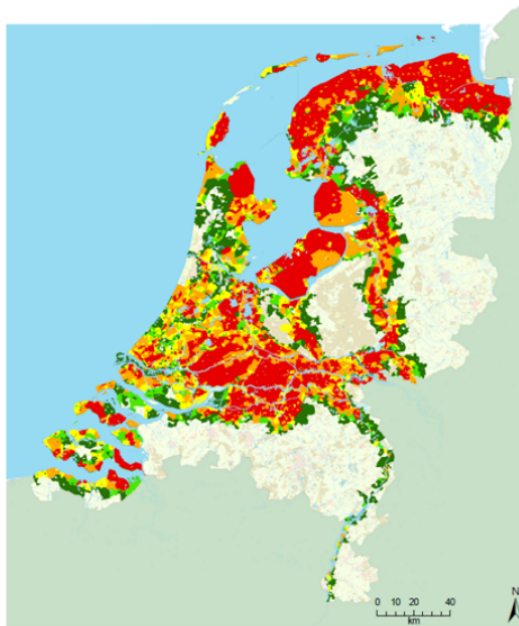
FIGUUR 4 BANDBREEDTE BENODIGDE TIJD VOOR VERTICAAL EN PREVENTIEF EVACUEREN VOOR VERSCHILLENDE EVACUATIEGEBIEDEN



Legende
 Evacuatiegebied
 Oost- en Zuid-Nederland
 West-Nederland
 Rijngebied

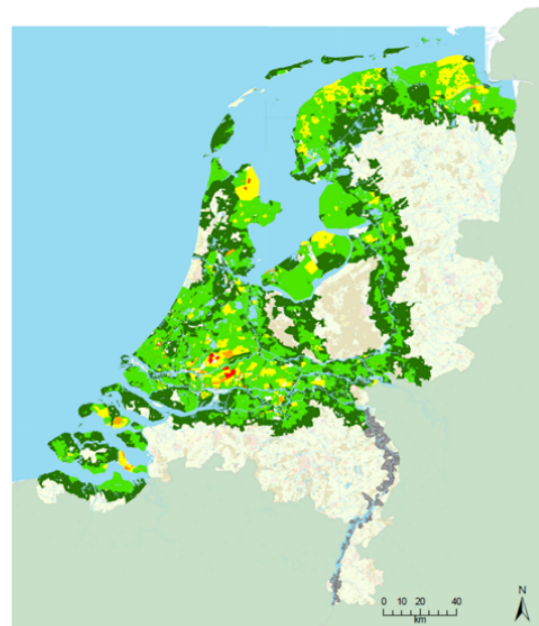
Benodigde tijd voor verticaal en preventief evacueren voor verschillende evacuatiegebieden
 Bron: Betooglijn - Als het toch dreigt mis te gaan: Invloed van wegecapaciteit op grootschalige evacuatie bij (dreigende) overstromingen

FIGUUR 5 PERCENTAGE DROGE VLUCHTPLEKKEN IN BESTAANDE BOUW PER BUURT GEGEVEN MAXIMALE WATERDIEPTE (LINKS) EN AANTAL ACHTERBLIJVERS PER DROGE VLUCHTPLAATS PER BUURT (RECHTS) (BRON [HTTP://WWW.WATERVIEWER.NL/?CASE=EVACUATIE_GROTE_OVERSTROMINGEN](http://www.waterviewer.nl/?case=EVACUATIE_GROTE_OVERSTROMINGEN))



Legenda
 [%]
 0-0.2
 0.2-0.4
 0.4-0.6
 0.6-0.8
 0.8-1

Percentage droge vluchtplaatsen in bestaande bouw per buurt gegeven de maximale waterdiepte
 Brongegevens
 - waterdieptekaart VNK2 en EU-ROR
 - BAG gegevens 2011, Een verdieping is 2.5 m verondersteld
 - CBS buurtgegevens 2011



Legenda
 Geen gegevens
 0-10 pers per plaats
 10-50 pers per plaats
 50-100 pers per plaats
 >100 pers per plaats

Aantal achterblijvers per droge vluchtplaats per buurt;
 Brongegevens
 - waterdieptekaart VNK2 en EU-ROR
 - BAG gegevens 2011, Een verdieping is 2.5 m verondersteld
 - CBS buurtgegevens 2011
 - CBS inwoners 2010, 100 x 100m.
 - Evacuatieachtingen (Nederland)
 - Achterblijvers is 1* evacuatiefractie * aant. inwoners (CBS)

De beschikbaarheid van het aantal droge vluchtplek per buurt is een indicator voor de behoefte aan extra vluchtplekken. Deze analyse is uitgevoerd voor de Module Evacuatie Groot-schalige Overstroming (MEGO). Deze module wordt onderdeel van het platform met basisinformatie (zoals genoemd in de brief van minister Schultz over het waterveiligheidsbeleid dd. 02 juni 2014 [ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014]). In het kader hiervan wordt MEGO momenteel geüpdatet.

Deze analyse is een conservatieve inschatting, omdat voor een aantal panden is opgemerkt dat het aantal verdiepingen is onderschat in het Basisregistratie Adressen en Gebouwen (bijvoorbeeld 1 verdieping, terwijl in werkelijkheid 3 verdiepingen).

Genoeg vluchtplekken?

- Als er minder dan 10 achterblijvers per vluchtplek moeten worden ondergebracht zijn er in de huidige situatie genoeg vluchtplekken. Dit is een uitgangspunt dat is in deze studie is gehanteerd.

Niet genoeg vluchtplekken?

- Als er meer dan 10 achterblijvers per pand moeten worden ondergebracht, is er niet genoeg ruimte om met de bestaande bebouwing onderdak te bieden aan achterblijvers. Publieke gebouwen, zoals stadions en sporthallen, kunnen aan meer achterblijvers onderdak bieden. De aanwezigheid van deze gebouwen in de buurt is een mogelijkheid om toch met verticale evacuatie voldoende onderdak aan achterblijvers te bieden en zo de norm te versoepelen.

TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN

Door aan te sluiten op de ruimtelijke agenda zijn er meekoppelkansen voor ruimtelijke ontwikkelingen. Bij de ontwikkeling van een nieuw publiek gebouw kan de agenda van water en ruimte geïntegreerd worden. Als het publiek gebouw op een logische plek wordt gebouwd, dan kan het meteen dienen als extra droge vluchtplek voor de achterblijvers.

2.5 GOVERNANCE

Bij de uitvoering van een maatregel zijn één of meerdere betrokken private of publieke partijen. Elke partij heeft zijn eigen belangen en verantwoordelijkheden en streeft zo zijn eigen resultaat na. Hoe groter het aantal betrokken partijen, des te complexer is het om een maatregel te organiseren.

Voorbeelden van enkele aandachtspunten hierbij zijn:

- voor ruimtelijke ontwikkelingen geldt dat het bestuurlijke traject per ontwikkeling apart moet worden doorlopen, terwijl een rampenplan per gebied één keer bestuurlijk moet worden vastgesteld (en vervolgens wordt onderhouden voor een gebied);
- voor maatregelen “anders bouwen” is handhaving en toezicht nodig of het maatregel is uitgevoerd conform plan.

Het criterium governance is in deze studie nog niet onderscheidend in de afweging. De bestuurlijke overwegingen ten aanzien van de juridische aspecten (*welke eisen stellen we aan maatregel, hoe leggen we deze vast en wie houdt toezicht hierop?*), institutionele aspecten (*welke partijen zijn betrokken bij beleid, uitvoering en toetsing?*) en financiële aspecten (*wie betalen mee aan de maatregel?*) moeten in de regio verder worden onderzocht.

2.6 INVESTERINGSKOSTEN LAAG 2/3 & KOSTENBESPARING LAAG 1

Een minder streng normvoorstel leidt tot lagere dijkversterkingskosten voor de primaire kering.⁴ Deze kostenbesparing op laag 1 (Tabel 6) bepaalt in welke mate het vanuit kosten oogpunt interessant is om een minder strenge eis aan de primaire kering te stellen. Met de besparing op dijkversterking is het mogelijk de andere maatregelen uit de ruimtelijke ordening en rampenbeheersing te financieren. De investeringskosten voor laag 2 & 3 zijn bepaald op basis van de ECK kostenkentalen [Roosjen en Zethof, 2012]; zie hiervoor bijlagen F tot en met I.

TABEL 6 KOSTENBESPARING DIJKVERSTERKING IN MILJOEN EURO VOOR 1 NORMKLASSE MINDER STRENG OF BASISVEILIGHEIDSNORM = MKBA-NORM

Normtraject	Kostenbesparing dijkversterking (miljoen Euro)	
	1 normklasse minder streng	Basisveiligheidsnorm = MKBA-norm
13-2	30	60
17-1	40	1 normklasse minder streng
30-2	120	480
23-1	5	10
40-2	5	20

Een minder strenge norm voor laag 1 leidt tot lagere investeringskosten en is dus wel interessant als:

- Kostenbesparing laag 1 > investeringskosten laag 2 & 3

Een minder strenge norm voor laag 1 leidt tot orde grootte gelijke investeringskosten en er zijn mogelijk andere overwegingen die een minder strenge norm voor laag 1 interessant maken als (bijvoorbeeld later moment van investering in dijk):

- Kostenbesparing laag 1 ~ investeringskosten laag 2 & 3

Een minder strenge norm voor laag 1 leidt tot hogere investeringskosten en is dus helemaal niet interessant als:

- Kostenbesparing laag 1 < investeringskosten laag 2 & 3

⁴ De vaste kosten voor dijkversterking blijven gelijk, maar de variabele kosten nemen af.

3

SYNTHESE

HKV heeft in samenwerking met STOWA, DPNH/Rijkswaterstaat een methodiek ontwikkeld om kansen te identificeren waardoor middels meerlaagsveiligheid de norm aan de kering kan worden bijgesteld door met name het reduceren van slachtoffers. De methode richt zich op gebieden waar de eis aan de kering door basisveiligheid wordt bepaald, en waarbij lokaal één of enkele buurten maatgevend zijn. De studie toont aan dat er met deze methode kansen voor meerlaagsveiligheid kunnen worden geïdentificeerd in deze gebieden.

De methode gaat uit van de systematiek van het Deltaprogramma Veiligheid op basis waarvan de eisen aan de primaire keringen zijn bepaald.

De methode identificeert de locaties waar door maatregelen in de ruimtelijke inrichting of rampenbestrijding te treffen, het mogelijk is om een minder strenge eis aan de kering te stellen en zo te besparen op de kosten voor dijkversterking. Met de besparing op dijkversterking is het mogelijk de maatregelen in de ruimtelijke inrichting of rampenbestrijding te organiseren en te financieren. De haalbaarheid is ook afhankelijk van andere factoren als de “uitvoerbaarheid en de governance” die wel afhankelijk zijn van het gebied en de maatregel zelf.

De voorliggende methode is een hulpmiddel voor de bestuurders om tot een keuze voor slimme (of logische) combinaties te komen om zo aan de eis voor basisveiligheid in een gebied te voldoen. De methode is ook een hulpmiddel voor doelmatige investeringen. De methode is een eerste verkenning naar de kansen voor meerlaagsveiligheid. De bevindingen t.a.v. de uitvoerbaarheid, governance en de kosten kunnen nu in de regio nader worden onderzocht aan de hand van lokale gebiedskenmerken.

Een mogelijke vervolgstap is het reflecteren van de bevindingen met de vertegenwoordigers van de ruimtelijke ordening en rampenbeheersing uit de regio. Daarna kunnen de maatregelen in een maatwerkstrategie (bijvoorbeeld de drie meest kansrijke maatregelen) verder in detail door de regio worden uitgewerkt. Eén belangrijke stap is het nader specificeren van de kosten en de bestuurlijke verankering van de maatregelen, want die zijn erg gebied- en maatregelspecifiek. Deze twee aspecten zijn belangrijke factoren in het afwegingsproces, voordat vervolgens de ruimtelijke inpassing van de maatregelen verder wordt uitgewerkt.

De analyse per traject is opgenomen in bijlagen A tot en met E.

3.1 BEVINDINGEN

Er zijn een aantal generieke lessen die we kunnen trekken.

WINST HALEN DOOR TE KIJKEN NAAR DE GEBIEDSKARAKTERISTIEKEN VAN DE MAATGEVENDE BUURTEN

Allereerst is het belangrijk dat er met lokaal maatwerk wordt gekeken naar de gebiedskarakteristieken van de buurt die de eis voor basisveiligheid aan de kering stelt. Hiermee bedoelen we het aantal mensen dat in deze buurt woont, hoe groot het gedeelte van de buurt is dat overstroomt en hoe diep ligt deze buurt t.o.v. van de andere buurten. Een goed voorbeeld is Heerewaarden, waar de oude dorpskern (85% van de huishoudens) hoger ligt dan het omliggende laaggelegen buurten waar slechts enkele huizen staan. In de omliggende dunbevolkte buurten kan bij een overstroming een waterdiepte van 3 – 4,5 meter optreden, terwijl in de oude dorpskern de waterdiepte maximaal 1 – 1,5 meter is. De eis voor basisveiligheid is hier gebaseerd op de dunbevolkte buurten.

WINST HALEN DOOR TE KIJKEN NAAR DE AANWEZIGHEID VAN VOLDOENDE DROGE VLUCHTPLEKKEN

Over het algemeen is de meeste winst te behalen door de organisatie van de rampenbeheersing te verbeteren en de zelfredzaamheid te vergroten door extra in te zetten op verticale evacuatie. Voor veel gebieden geldt dat er in de huidige situatie nu al voldoende droge plekken beschikbaar zijn voor het aantal achterblijvers op basis van bestaande bouw, die potentieel als vluchtplek kunnen dienen om te overleven. Voor deze maatregel is het dus noodzakelijk om een risicocommunicatiecampagne op te zetten om zo het waterbewustzijn van de achterblijvers te vergroten en dat men weet waar de droge vluchtplekken aanwezig zijn in het gebied.

WINST HALEN DOOR TE KIJKEN WAAR MOBIELE KERINGEN BESTAANDE OF NIEUW AAN TE LEGGEN KADE/REGIONALE DIJK (EVT. I.C.M. WEGAANLEG OF -RECONSTRUCTIE) EXTRA OP HOOGTE BRENGEN OF COUPURES KUNNEN SLUITEN

Een regionale kering (kade/dijk) kan voorkomen dat het te beschermen gebied niet overstroomt als deze standzeker is en niet overstroomt. Dat betekent dat de regionale kering minimaal even hoog moet zijn als de waterdiepte die tegen de kering aan staat plus een toeslag op de hoogte voor de golfbelasting. Mobiele keringen kunnen extra waterkerende hoogte bieden bovenop bestaande of nieuw aan te leggen regionale keringen. Een voorbeeld is de Bandijk bij Werkendam.

HOUD REKENING MET BEPERKTE ROBUUSTHEID VAN MOBIELE KERINGEN VANWEGE DE KANS OP FALEN DOOR ONVOLDOENDE STERKTE OF MENSELIJK HANDELEN

Over het algemeen kunnen mobiele keringen zonder aanvullende maatregelen geen waterkerende functie vervullen, omdat de benodigde hoogte vaak groter moet zijn dan 2 meter.

Een kanttekening bij een mobiele kering (bijvoorbeeld bestaande uit aluminium schotten) is dat deze net als de primaire kering ook kan bezwijken (ten minste even sterk als primaire kering) of niet op tijd wordt opgezet door organisatorisch of menselijk falen, waardoor de slachtoffers nog niet worden voorkomen. Ter illustratie: bij de Sinterklaasstorm in Hamburg is het niet gelukt om de coupures op tijd te sluiten.

BEPERKTE KANSEN VOOR GEBIEDEN MET GROTE WATERDIEPTEN (VAN MEER DAN 5 METER)

Voor gebieden met relatief grote waterdiepten van meer dan 5 meter zijn er beperkte kansen voor zowel ruimtelijke ordening als rampenbeheersing. In gebieden met grote overstromingsdiepten geldt dat ruimtelijke maatregelen vragen om grote fysieke ingrepen. Stel dat

er maximale waterdiepten tot wel 5 – 6 meter optreden, zoals bijvoorbeeld in Hansweert, dan betekent dit voor de maatregel anders bouwen dat er grote ophooghoogtes vereist zijn om de norm met één normklasse te verlagen. Als er niet voldoende droge plekken aanwezig zijn in een gebied, dan moeten er gebouwen van tenminste drie verdiepingen hoog (bijvoorbeeld bouw van een nieuwe school, bibliotheek of sportzaal) worden gerealiseerd.

3.2 CONCLUSIES PER LOCATIE

In deze paragraaf is per gebied aangegeven welke maatregelen op basis van deze verkenning interessant zijn om verder in de regio te verkennen. Interessante maatregelen zijn maatregelen die vanuit economisch oogpunt aantrekkelijk zijn en niet negatief scoren op de overige overwegingen. Een maatregel is economisch aantrekkelijk als de kosten van een maatregel lager zijn dan de kostenbesparing op dijkversterking (gehanteerd uitgangspunt in deze studie). Bijlagen A tot en met E geven per traject een toelichting op de duiding wel interessante maatregel of geen interessante maatregel aan de hand van het beoordelingskader.

Het criterium governance is in deze studie nog niet onderscheidend in de afweging. De bestuurlijke overwegingen ten aanzien van de juridische aspecten (*welke eisen stellen we aan maatregel, hoe leggen we deze vast en wie houdt toezicht hierop?*), institutionele aspecten (*welke partijen zijn betrokken bij beleid, uitvoering en toetsing?*) en financiële aspecten (*wie betalen mee aan de maatregel?*) moeten in de regio verder worden onderzocht.

TRAJECT 17-1: IJSSELMONDE

- Maatregelen die wel interessant zijn:
 - Verbeteren organisatie rampenbeheersing
 - Verticale evacuatie met bestaande bouw
- Maatregelen die misschien interessant zijn:
 - (mobiele kering) die aansluit op de Middeldijk (*aanvullende eis: Middeldijk en mobiele kering standzeker)
- Maatregelen die niet interessant zijn:
 - Anders bouwen
 - Mobiele kering die heel het compartiment afsluit

TRAJECT 23-1: BIESBOSCH

- Maatregelen die wel interessant zijn:
 - Verbeteren organisatie rampenbeheersing (maatwerk plan voor 50 inwoners plus werknemers)
 - Verticale evacuatie met bestaande bouw (Fort Steurgat)
- Maatregelen die niet interessant zijn:
 - Anders bouwen
 - Mobiele kering

TRAJECT 30-2: HANSWEERT

- Maatregelen die wel interessant zijn:
 - Verbeteren organisatie rampenbeheersing
- Maatregelen die misschien interessant zijn:
 - Verticale evacuatie met bestaande bouw (*onderzoek haalbaarheid publieke gebouwen dienen als droge vluchtplek in de regio)

- Maatregelen die niet interessant zijn:
 - Anders bouwen
 - Mobiele kering

TRAJECT 40-2: HEEREWAARDEN

- Maatregelen die wel interessant zijn:
 - Verbeteren organisatie rampenbeheersing
 - Verticale evacuatie met bestaande bouw
- Maatregelen die niet interessant zijn:
 - Anders bouwen
 - Mobiele kering

TRAJECT 13-2: PETTEN*

- Maatregelen die wel interessant zijn:
 - Verticale evacuatie bij bestaande bouw of naar de duinen
- Maatregelen die niet interessant zijn:
 - Anders bouwen
 - Mobiele kering
 - Verbeteren preventieve evacuatie

** Het normtraject 13-2 Petten is ter illustratie van de theoretische methode wel meegenomen in deze studie. Op dit moment is de versterking van Hondsbossche en Pettemer Zeewering in uitvoering, waardoor een discussie over een eventuele normverlaging nu niet relevant is.*

BIJLAGE A

TRAJECT 13-2 PETTEN

Het normtraject 13-2 Petten is ter illustratie van de theoretische methode in deze studie wel meegenomen. Op dit moment is de versterking van Hondsbossche en Pettemer Zeewering in uitvoering, waardoor discussie over een eventuele normverlaging nu niet relevant is.

De eis voor basisveiligheid leidt tot de strengste norm, namelijk 1/3.000 per jaar. De MKBA norm is twee klassen minder streng dan de norm voor basisveiligheid, namelijk 1/300 per jaar.

Er zijn twee buurten waar de mortaliteit veel hoger is dan in de andere buurten. Dit is de dorpskern van Petten en de polder ten zuiden van Petten (mortaliteit 2,2% respectievelijk 1,8%). Stel dat je deze twee buurten buiten beschouwing laat dan is kan de norm voor basisveiligheid naar 1/1.000 per jaar worden versoepeld.

TABEL 7 NORMEN MKBA EN BASISVEILIGHEID VOOR TRAJECT 13-2 PETTEN

Dijkkring	Normtraject	Locatie	MKBA	Basisveiligheid
13	13-2	Petten	1/300 per jaar	1/3.000 per jaar

TABEL 8 SPECIFICATIES TRAJECT 13-2 PETTEN

Specificaties gebied	
Aantal buurten met opgave	2 buurten (1 normklasse) / 3 buurten (2 normklassen)
Gemiddelde waterdiepte	2,5 - 3,0 meter (Hondsbossche Zeewering & Pettemer Zeewering)
Evacuatiefractie	9%
Achterblijvers	1600 (laag stedelijk gebied met 1750 inwoners)

Bij de Hondsbossche Zeewering overstroomt de kern van Petten niet en is de overstrooming beperkt tot enkele verspreide boerderijen. Bij een overstrooming van de Pettemer Zeewering overstroomt de kern van Petten en worden ongeveer 700 huishoudens getroffen.

BEOORDELINGSKADER

TABEL 9 BEOORDELINGSKADER TRAJECT 13-2 PETTEN

	Uitvoerbaarheid		Governance				Investeringskosten gevolgbeperking		Kostenbesparing laag 1		
	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	Gemeente	Provincie	Veiligheidsregio	Projectontwikkelaar	Bevolking	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm
Anders bouwen (opgehoogd)	V	V	X	X		X		50 nieuwbouw	150 nieuwbouw		
Totaal 700 huishoudens	0,2-0,6 meter	0,4-1,8 meter						210 opvijzelen	210 opvijzelen		
								400 sloop&herbouw	400 sloop&herbouw		
Lokaal beschermen		?	X		X			70	70		
		Hoogte 2 – 6 m woonkern Petten direct achter primaire kering								30	60
Verbeteren preventieve evacuatie	X	X			X		X	0 - 5 Organisatie	0 - 5 Organisatie		
	Max evac. 35<61%	Max evac. 35<85%						> 100 wegen	> 100 wegen		
Verticale evacuatie bestaande bouw	V	V	X		X		X	5 – 10	5 - 10		
	Max 10 pers/pand	Max 10 pers/pand									
Aanleg nieuwe gebouwen vluchtplekken		n.v.t.	X		X	X	X	n.v.t.	n.v.t.		

TOELICHTING OP HET BEOORDELINGSKADER

* het aspect governance is nog niet onderscheidend in de onderstaande afweging.

Maatregelen die wel interessant zijn:

- Verticale evacuatie bij bestaande bouw
 - Verticale evacuatie bestaande bouw is interessant om de norm voor de primaire kering te verlagen met één of twee normklassen, omdat er in de bestaande situatie al genoeg droge plekken zijn die als vluchtplek kunnen dienen voor de achterblijvers. Er moet een risicocampagne worden opgezet om het waterbewustzijn te vergroten, zodat de achterblijvers weten waar ze heen moeten. Er is geen ruimtelijke beleid nodig om nieuwe publieke gebouwen te ontwikkelen om zo te voorzien in extra droge vluchtplekken.

Maatregelen die niet interessant zijn:

- Anders bouwen
 - Door opgehoogd te bouwen is het mogelijk om de eis aan de kering met één klasse te reduceren, maar de kosten voor het ophogen zijn hoger dan de kostenbesparing laag 1 en dus niet interessant vanuit economische motieven.

- Mobiele kering
 - Mobiele kering rondom Petten lijkt niet uitvoerbaar omdat bebouwing Petten direct achter de primaire kering ligt, waardoor de mobiele kering direct achter de Pettemer Zeewering een zelfde hoogte/sterkte als de primaire kering moet krijgen. Daarnaast kan een mobiele kering ook bezwijken door menselijk/ organisatorisch falen. De kosten zijn ook hoger dan de kostenbesparing op laag1.
- Verbeteren preventieve evacuatie
 - Verbeteren van de preventieve evacuatie (organisatie of extra wegen) is niet uitvoerbaar op basis van Kolen (2013), omdat de benodigde evacuatiefractie van 61% om de norm te verlagen met één klasse niet is te realiseren is.

MAATREGELEN

- Anders bouwen (opgehoogd)

TABEL 10 MAATREGEL ANDERS BOUWEN TRAJECT 13-2 PETTEN

Opgave	Norm per jaar	Ophogen in m	Oppervlakte in ha	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	0,2-0,6 m	450 ha (woonkern Petten 60 ha)	50 (nieuwbouw) 210 (opvijzelen) 400 (sloop & herbouw)
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/300	0,4-1,8 m	450 ha (woonkern Petten 60 ha)	150 (nieuwbouw) 210 (opvijzelen) 400 (sloop & herbouw)

TOELICHTING

Door opgehoogd te bouwen neemt de waterdiepte bij een overstroming lokaal af, waardoor de mortaliteit daalt. Voor de huidige situatie geldt dat de waterdiepte op buurniveau ongeveer 3,0 meter is.

Om de norm voor basisveiligheid met één klasse te verlagen moet het totale gebied met 0,2 – 0,6 meter integraal worden opgehoogd. Om de norm voor basisveiligheid twee klassen minder streng te stellen moet het gebied met 0,4 - 1,8 meter worden opgehoogd.

Stel dat het gebied nog onbebouwd is dan zijn de benodigde kosten voor integrale ophoging van het totale gebied (450 hectare) 50 – 150 miljoen Euro.

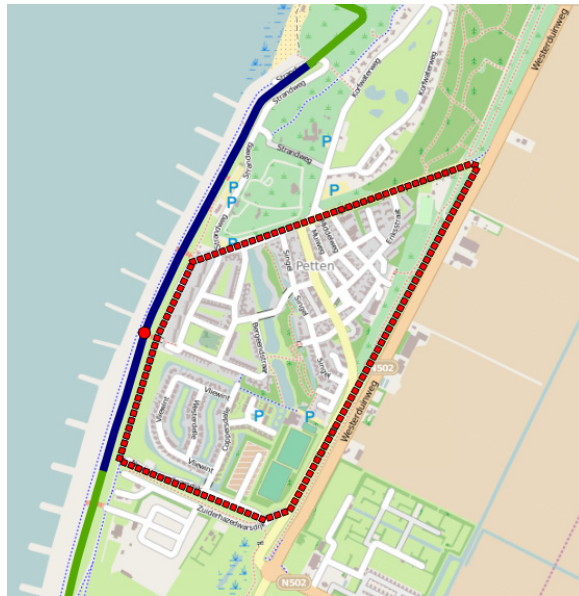
Voor de buurt met de dorpskern van Petten geldt dat een groot deel al bebouwd is. De grootste waterdiepten treden hier in de woonkern van Petten (60 hectare) op, namelijk 3 – 4 meter. Stel dat de woonkern van Petten wordt opgevijseld dan zijn de kosten 210 miljoen Euro. Een andere optie is de woonkern van Petten te slopen en daarna verhoogd te herbouwen, maar de kosten zijn 2x zo groot als het opvijzelen van bestaande bebouwing (orde grootte 400 miljoen Euro).

LOKAAL BESCHERMEN

TABEL 11 MAATREGEL LOKAAL BESCHERMEN TRAJECT 13-2 PETTEN

Opgave	Norm per jaar	Lengte in meter (mobiele kering)	Hoogte in meter	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	3,5 km	2 - 6 m	70
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/300	3,5 km	2 - 6 m	70

FIGUUR 6 VOORSTEL LIGGING MOBIELE KERING TRAJECT 13-2 PETTEN



TOELICHTING

Een mobiele kering rondom de dorpskern van Petten (rode arcering in Figuur 6) kan ervoor zorgen dat de woonkern van Petten (60 hectare) niet meer overstroomt, bij een overstroming van de Pettemer Zeewering. Een belangrijke voorwaarde is dat de mobiele kering niet bezwijkt en voor het traject parallel aan de Pettemer Zeewering lastig uitvoerbaar, omdat de bebouwing van Petten direct achter de Pettemer Zeewering ligt.

De kering moet een lengte van 3,5 km krijgen en een hoogte van 6 meter direct achter de Pettemer Zeewering en voor de overige trajecten 2 meter. De kosten voor de mobiele kering bedragen 70 miljoen Euro.

Een ander optie is een lokaal strengere norm voor het traject waar de bebouwing direct achter de Pettemer Zeewering, in combinatie met een mobiele kering rondom Petten. Het overige deel van de primaire kering van traject 13-2 kan een mindere strenge norm krijgen.

VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE

TABEL 12 MAATREGEL VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE TRAJECT 13-2 PETTEN

Opgave	Norm per jaar	% preventief evacueren	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	61 %	0 - 5 organisatie >100 extra wegen
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/300	85 %	0 - 5 organisatie >100 extra wegen

TOELICHTING

Het huidige normvoorstel van DPV is gebaseerd op een evacuatiefractie van 9% voor normtraject 13-2. Het is niet mogelijk om de norm voor basisveiligheid te beïnvloeden door de preventieve evacuatie te verbeteren.

Door het verbeteren van de organisatie van de rampenbeheersing (inclusief extra tijd besluitvorming) is het mogelijk om maximaal 35% van de inwoners te evacueren uit het overstroomingsgebied. De kosten hiervoor zouden minder dan 5 miljoen Euro zijn voor het organiseren van een rampenoefening en een cursus.

Het vergroten van de wegcapaciteit maakt het mogelijk om maximaal 15% van de mensen uit het gebied te evacueren. De kosten worden geraamd op meer dan 100 miljoen Euro. Evacuatie richting de achterliggende duinen is een onderdeel van verticale evacuatie.

Om de norm voor basisveiligheid te verlagen naar 1/1.000 per jaar moet de evacuatiefractie verhogen van naar 61%. Om de norm te verlagen naar 1/300 per jaar moet de evacuatiefractie verhoogd worden naar 85%.

VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW

TABEL 13 MAATREGEL VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW TRAJECT 13-2 PETTEN

Opgave	Norm per jaar	Mortaliteit	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	0,9 %	5 – 10
Normklasse MKBA = Basisveiligheid	1/300	0,3 %	5 – 10

TOELICHTING

Er is ruim genoeg droge plekken beschikbaar zijn voor het aantal achterblijvers. De kans op overlijden tijdens verticaal evacueren is 0,1% [Kolen, 2013] en is dit is kleiner dan de toegestane mortaliteit van 0,9% om de norm te versoepelen naar 1/1.000 per jaar en zelfs ook naar 1/300 per jaar.

In de dorpskern van Petten en in de polder ten zuiden van Petten biedt 40 – 60% van de bestaande bebouwing een vluchtplek aan de achterblijvers (bron MEGO). Voor het aantal achterblijvers geldt dat er maximaal 10 personen per droge vluchtplek moet worden ondergebracht. Dit geldt voor de dorpskern van Petten en in de polder ten zuiden van Petten en in de buurt Camperduin is dit zelfs maar 1 achterblijver per vluchtplek.

Daarnaast ligt Petten net achter de duinen. De duinen zijn hooggelegen en kunnen ook als tijdelijke (droge) vluchtplek kunnen dienen.

De kosten hiervoor zijn 5 – 10 miljoen Euro. Hiervoor wordt een campagne voor risicocommunicatie opgezet om het waterbewustzijn te vergroten.

AANLEG NIEUWE GEBOUWEN VLUCHTPLEKKEN

Het is niet nodig om nieuw aan te leggen gebouwen aan te wijzen als vluchtplek, omdat er al genoeg vluchtplekken aanwezig zijn.

BIJLAGE B

TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

De eis voor basisveiligheid leidt tot de strengste norm, namelijk 1/3.000 per jaar. De MKBA norm is één klassen minder streng dan de norm voor basisveiligheid, namelijk 1/1.000 per jaar.

Er zijn twee buurten waar de mortaliteit hoger is dan in de andere buurten. Dit zijn de buurten aan de zuidzijde van Barendrecht, namelijk Ter Leede (BU04890614) en Kilweg (BU04893164). Als deze buurten buiten beschouwing worden gelaten bij het bepalen van de norm voor basisveiligheid dan kan de eis aan de kering één normklasse soepeler zijn, namelijk 1/1.000 per jaar. De mortaliteit in beide buurten is ongeveer 1%.

TABEL 14 NORMEN MKBA EN BASISVEILIGHEID VOOR TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

Dijkkring	Normtraject	Locatie	MKBA-eis	Basisveiligheid-eis
17	17-1	Barendrecht	1/1.000 per jaar	1/3.000 per jaar

TABEL 15 SPECIFICATIES TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

Specificaties gebied	
Aantal buurten met opgave	2 buurten (1 normklasse)
Gemiddelde waterdiepte	2,5 - 3,0 meter (Oude Maas km 6)
Evacuatiefractie	8%
Achterblijvers	2025 (matig stedelijk gebied met 2200 inwoners)

BEOORDELINGSKADER

TABEL 16 BEOORDELINGSKADER TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

	Uitvoer-baarheid		Governance				Investeringskosten gevolgbeperking	Kostenbesparing laag 1
	MKBA norm = basisveiligheidsnorm		Gemeente	Provincie	Veiligheidsregio	Projectontwikkelaar	Bevolking	MKBA norm = basisveiligheidsnorm
Anders bouwen (opgehoogd) Totaal 440 huishoudens	V 0,10 meter		X	X			X	3-5 nieuwbouw 130 opvijzelen 250
Lokaal beschermen	V Lengte 2,5 - 4,5 km en hoogte 3 m		X		X			40 (2,5 km; aansluiting Middeldijk) 80 (4,5 km; totale compartiment)
Verbeteren preventieve evacuatie	V(organisatie) Max evac. 16~16%				X		X	0 - 5 Organisatie > 100 Extra wegen
Verticale evacuatie bestaande bouw	? Kilweg 50-100 pers/pand		X		X		X	5 - 10
Aanleg nieuwe gebouwen vluchtplekken	n.v.t.		X		X	X	X	n.v.t

TOELICHTING OP HET BEOORDELINGSKADER

* het aspect governance is nog niet onderscheidend in de onderstaande afweging.

Maatregelen die wel interessant zijn:

- Verbeteren organisatie rampenbeheersing
 - Door de organisatie van de rampenbeheersing te verbeteren kunnen maximaal 16% van de mensen geëvacueerd worden op basis van Kolen (2013) en dat is precies genoeg om de eis aan de kering met één klasse te verlagen. De kosten zijn lager dan de kostenbesparing laag 1. Aanleg van extra wegen is niet interessant.
- Verticale evacuatie met bestaande bouw
 - Verticale evacuatie met bestaande bouw lijkt mogelijk. Er zijn een aantal publieke gebouwen (scholen en kerkgemeenschap) die als opvang kunnen dienen, maar dit moet in de regio verder worden onderzocht. Er moet een risicocampagne worden opgezet om het waterbewustzijn te vergroten, zodat de achterblijvers weten waar ze heen moeten. Er is geen ruimtelijke beleid nodig specifiek gericht om nieuwe publieke gebouwen te ontwikkelen die kunnen dienen als vluchtplek voor de achterblijvers, omdat er in de huidige situatie al een aantal publieke gebouwen zijn die als opvang kunnen dienen.

Maatregelen die misschien interessant zijn:

- (mobiele kering) die aansluit op de Middeldijk (*aanvullende eis: Middeldijk en mobiele kering standzeker)
 - Lokaal beschermen door een mobiele kering die aansluit op de Middeldijk is interessant, want de kosten van de maatregel zijn orde grootte vergelijkbaar met de kostenbesparing op dijkversterking. Hier geldt dan wel de aanvullende eis dat de Middeldijk en de mobiele kering beiden standzeker moeten zijn. Daarnaast kan een mobiele kering ook bezwijken door menselijk/organisatorisch falen. Voor een mobiele kering die heel het compartiment afsluit, zijn de kosten groter dan de kostenbesparing op preventie.

Maatregelen die niet interessant zijn:

- Anders bouwen
 - Anders bouwen is wel uitvoerbaar, maar de kosten overstijgen de kostenbesparing dijkversterking. De ophooghoogte om de norm te verlagen naar 1/1.000 per jaar is beperkt, maar alleen opvijzelen en slopen en herbouwen zijn mogelijke maatregelen, omdat beiden buurten al bebouwd zijn.
- Mobiele kering die heel het compartiment afsluit
 - Voor een mobiele kering die heel het compartiment afsluit, zijn de kosten groter dan de kostenbesparing op preventie.

MAATREGELEN

ANDERS BOUWEN (OPGEHOOGD)

TABEL 17

MAATREGEL ANDERS BOUWEN TRAJECT 13-2 PETTEN

Opgave	Norm per jaar	Integraal ophogen	Oppervlakte in ha	Kosten in mEuro
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	0,05–0,10 meter	86 ha	3-5 nieuwbouw 130 opvijzelen 250 sloop & herbouw

TOELICHTING

Om de norm voor basisveiligheid met één klasse te verlagen moet het totale gebied met maximaal 0,10 meter integraal worden opgehoogd (bandbreedte hoge en lage stijgsnelheid). De kosten voor het integraal ophogen van 86 ha onbebouwd gebied zijn 5 miljoen Euro.

Voor beiden buurten geldt dat deze voor groot deel al bebouwd zijn, waardoor opvijzelen van de bestaande bebouwing ook een mogelijke maatregel is. De kosten hiervoor 130 miljoen Euro. Het hele gebied slopen en herbouwen van het bebouwde gebied kost ongeveer 250 miljoen Euro.

LOKAAL BESCHERMEN

TABEL 18

MAATREGEL LOKAAL BESCHERMEN TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

Opgave	Norm per jaar	Lengte in meter (mobiele kering)	Hoogte in meter	Kosten in mEuro
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	2,5 km	3,0 m	40
		4,5 km	3,0 m	80

FIGUUR 7

VOORSTEL LIGGING MOBIELE KERING TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE



TOELICHTING

Een mobiele kering om de buurten Kilweg en Ter Leede heeft een lengte van 4,5 km en loopt over de Middelweg (parallel aan A27), Kilweg en Leedeweg (zuidzijde) en Middeldijk (noordzijde). De Middeldijk aan de noordzijde is al een verhoogde weg en compartimenteert de overstrooming al in de huidige situatie. Als de mobiele kering op de Middeldijk aan kan sluiten, is de benodigde lengte 2,5 km. Zie Figuur 7 voor de ligging van het traject van de mobiele kering.

De mobiele kering moet een hoogte van 3 meter krijgen, op basis van de maximale waterdiepte die tegen de mobiele kering komt te staan bij een doorbraak vanuit de Oude Maas.

De kosten voor de mobiele kering bedragen 40 miljoen Euro als de kering kan aansluiten op de Middeldijk (lengte 2,5 km) en 80 miljoen Euro als de mobiele kering het hele compartiment afsluit (lengte 4,5 km).

VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE

TABEL 19

MAATREGEL VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

Opgave	Norm per jaar	% preventief evacueren	Kosten in mEuro
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	16 %	0 – 5 organisatie >100 extra wegen

TOELICHTING

Het huidige normvoorstel van DPV is gebaseerd op een evacuatiefractie van 8% voor normtraject 17-1. Het is wel mogelijk om de norm voor basisveiligheid te beïnvloeden door de organisatie van preventieve evacuatie te verbeteren.

Om de norm voor basisveiligheid te verlagen naar 1/1.000 per jaar moet de evacuatiefractie verhogen van naar 16%.

Door het verbeteren van de organisatie van de rampenbeheersing (inclusief extra tijd besluitvorming) is het mogelijk om maximaal 16% van de inwoners te evacueren. De kosten hiervoor zouden ongeveer minder dan 5 miljoen Euro zijn voor het organiseren van een rampenoefening en een cursus.

Het vergroten van de wegcapaciteit zorgt ervoor dat er maximaal 1% meer mensen geëvacueerd kunnen worden. Het is met het uitbreiden van de wegcapaciteit dus niet haalbaar om 16% van de inwoners te horizontaal te evacueren.

VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW

TABEL 20 MAATREGEL VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE

Opgave	Norm per jaar	Mortaliteit	Kosten in mEuro
Normklasse MKBA = Basisveiligheid	1/1.000	0,9 %	5 - 10

TOELICHTING

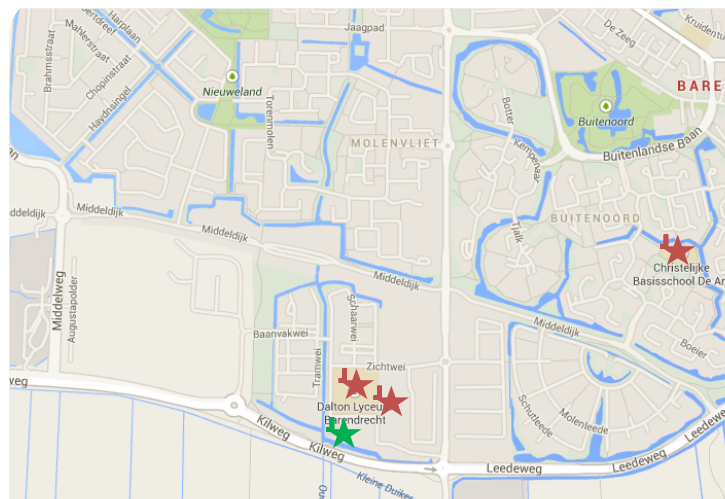
Verticale evacuatie is een mogelijkheid om de norm voor basisveiligheid te verlagen. In de huidige situatie is het aantal beschikbare droge plekken in de buurt Ter Leede niet toereikend is voor het aantal achterblijvers. Er zijn wel een aantal publieke gebouwen waar meer dan 10 achterblijvers kunnen worden ondergebracht.

In de buurt Kilweg zijn voldoende vluchtplekken beschikbaar, want het aantal achterblijvers per gebouw is maximaal 10 personen (bron MEGO). Er zijn niet genoeg droge vluchtplekken beschikbaar voor het aantal achterblijvers in de buurt Ter Leede. Per gebouw moeten 50 – 100 mensen in de buurt Ter Leede worden ondergebracht en dit is meer dan de bovengrens van 10 personen per gebouw.

In de buurt Kilweg zijn twee middelbare scholen⁵ (rode sterren in Figuur 8) die aan veel meer dan 10 achterblijvers een droge vluchtplek kunnen bieden. Net ten zuiden van deze twee scholen is een grote kerk gelegen (groene ster in Figuur 8 toont Gereformeerde gemeenschap Barendrecht). Daarnaast is er ook nog een basisschool in de buurt ten noordoosten van de buurt Ter Leede.

De twee buurten (Achterzeedijk Oost en - West) tussen de Oude Maas en de buurten Kilweg en Ter Leede hebben ruim genoeg vluchtplekken voor het aantal achterblijvers in die buurt, namelijk 1 persoon per pand. In beiden buurten kan 40 – 60% van de bestaande bebouwing als vluchtplek dienen. Deze buurten kunnen mogelijk ook extra vluchtplekken aan de achterblijvers van de buurt Ter Leede bieden.

FIGUUR 8 VOORSTEL PUBLIEKE GEBOUWEN VOOR DROGE VLUCHTPLEKKEN TRAJECT 17-1 IJSSELMONDE



De kans op overlijden tijdens verticaal evacueren is 0,1% [Kolen, 2013] en is dit is kleiner dan de toegestane mortaliteit van 0,9% om de norm te versoepelen naar 1/1.000 per jaar. De kosten hiervoor zijn 5 – 10 miljoen Euro. Hiervoor wordt een campagne voor risicocommunicatie opgezet om het waterbewustzijn te vergroten.

AANLEG NIEUWE GEBOUWEN VLUCHTPLEKKEN

Het is niet nodig om nieuw aan te leggen gebouwen aan te wijzen als vluchtplek, omdat er al genoeg vluchtplekken aanwezig zijn.

BIJLAGE C

TRAJECT 30-2 HANSWEERT

De eis voor basisveiligheid leidt tot de strengste norm, namelijk 1/100.000 per jaar (onafgerond 1/60.000 per jaar). De MKBA norm is vier normklassen minder streng dan de norm voor basisveiligheid, namelijk 1/1.000 per jaar.

Er zijn drie buurten waar de mortaliteit hoger is dan in de andere buurten. Dit zijn de buurt Hansweert (gelegen aan de Westerschelde), het dorp Schore ten zuiden van de A58 en de polder ertussen gelegen. De mortaliteit in deze buurten is 17 – 22%. Als deze buurten buiten beschouwing worden gelaten bij het bepalen van de norm voor basisveiligheid dan kan de eis aan de kering gelijk worden gesteld aan de MKBA-norm, namelijk 1/1.000 per jaar. De mortaliteit in de overige buurten is minder dan 1%.

TABEL 21 NORMEN MKBA EN BASISVEILIGHEID VOOR TRAJECT 30-2 HANSWEERT

Dijkkring	Normtraject	Locatie	MKBA-eis	Basisveiligheid-eis
30	30-2	Hansweert	1/1.000 per jaar	1/100.000 per jaar

TABEL 22 SPECIFICATIES TRAJECT 30-2 HANSWEERT

Specificaties gebied	
Aantal buurten met opgave	3 buurten (4 normklassen)
Gemiddelde waterdiepte	5,0 -6,0 meter (Westerschelde Hansweert)
Evacuatiefractie	20%
Achterblijvers	1780 (matig stedelijk gebied met 2400 inwoners)

BEOORDELINGSKADER

TABEL 23 BEOORDELINGSKADER TRAJECT 30-2 HANSWEERT

	Uitvoerbaarheid		Governance				Investerings- kosten gevolgbeperking		Kostenbesparing laag 1		
	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	Gemeente	Provincie	Veiligheidsregio	Projectontwikkelaar	Bevolking	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm
Anders bouwen (opgehoogd) Totaal 950 huishoudens	V 0,1-0,4 meter	? 1,4-3,2 meter	X	X		X		40-80 nieuwbouw 290 opvijzelen 550 sloop& herbouw	300-600 nieuwbouw 290 opvijzelen 550 sloop& herbouw		
Lokaal beschermen		? De waterdiepte 5 - 6 m lijkt te hoog.	X		X			200	200		
Verbeteren preventieve evacuatie	V Max evac. 0561>27% WS37>27%	X Max evac. 05 61<98% WS 37<98%			X		X	5 Organisatie >100 Extra wegen	5 Organisatie >100 Extra wegen	120	480
Verticale evacuatie bestaande bouw	? 10-50/ >100 pers/pand	? 10-50/ >100 pers/pand	X		X		X	5 - 10	5 - 10		
Aanleg nieuwe gebouwen vluchtplekken	V	V	X		X	X	X	10 - 20	10 - 20		

TOELICHTING OP HET BEOORDELINGSKADER

* het aspect governance is nog niet onderscheidend in de onderstaande afweging.

Maatregelen die wel interessant zijn:

- Verbeteren organisatie rampenbeheersing
 - Verbetering van de rampenbeheersing door eerder te beslissen kan gemiddeld 37 - 61% van bevolking preventief worden geëvacueerd op basis van Kolen (2013), dus met deze maatregel kan de norm naar 1/30.000 per jaar worden verlaagd. De kosten zijn ook lager dan de besparing op versterking. De aanleg van extra wegen is misschien interessant, maar er moet in de regio nader gekeken worden naar de kosten voor het vergroten van de wegcapaciteit want die zijn erg onzeker.

Maatregelen die misschien interessant zijn:

- Verticale evacuatie met bestaande bouw (*onderzoek haalbaarheid publieke gebouwen dienen als droge vluchtplek in de regio)
 - Verticale evacuatie met bestaande bouw is misschien mogelijk, omdat moet worden onderzocht of er een aantal bestaande publieke gebouwen (scholen en kerkgemeenschap) zijn die als droge vluchtplek kunnen dienen. Op basis van MEGO zijn er te weinig droge vluchtplekken voor het aantal achterblijvers zijn. Er moet in de regio worden onderzocht of deze gebouwen ten minste drie verdiepingen hebben (vanwege de

waterdiepten tot wel 5 – 6 meter). Er moet een risicocampagne worden opgezet om het waterbewustzijn te vergroten, zodat de achterblijvers weten naar welke vluchtplek ze moeten gaan.

- Als de bestaande bebouwing ontoereikend is voor het aantal benodigde vluchtplekken dan is ruimtelijke beleid nodig om nieuwe publieke gebouwen te ontwikkelen, die ten minste drie verdiepingen hoog zijn en als opvangplek kunnen dienen.

Maatregelen die niet interessant zijn:

- Anders bouwen
 - Om de eis aan de kering met één klasse te verlagen is ander bouwen uitvoerbaar, maar de kosten voor opvijzelen van de bestaande bouw of het slopen en herbouwen zijn groter dan besparing op dijkversterking. Om beiden buurten al bebouwd zijn, is de maatregel ophogen van nieuwbouw geen alternatief.
- Mobiele kering
 - Door de grote waterdiepte van 5 – 6 meter lijken mobiele keringen om Schore en Hansweert niet uitvoerbaar. De mobiele kering moet ten minste even sterk zijn als de primaire kering en kan daarnaast ook bezwijken door menselijk /organisatorisch falen, bijvoorbeeld doordat de kering niet op tijd wordt opgezet. De kern van Hansweert ligt ook direct achter de primaire kering.

MAATREGELEN

TABEL 24 MAATREGEL ANDERS BOUWEN TRAJECT 13-2 PETTEN

Opgave	Norm per jaar	Ophogen in m	Oppervlakte in ha	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/30.000	0,1-0,4 m	440 ha (Schore/Hansweert 180 ha)	40 - 80 nieuwbouw 290 opvijzelen 550 sloop&herbouw
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	1,4-3,2 m	440 ha (Schore/Hansweert 180 ha)	300 - 600 nieuwbouw 290 opvijzelen 550 sloop&herbouw

TOELICHTING

De gemiddelde waterdiepte is 5 - 6 meter. Om de eis aan de kering naar 1/30.000 per jaar te verlagen moet het hele gebied integraal (totaal 440 hectare) met 0,10 – 0,40 meter (bandbreedte hoge en lage stijgsnelheid) worden opgehoogd. De meerkosten zijn 40 – 80 miljoen Euro als het gebied nieuw aangelegd worden.

De kosten voor het opvijzelen van de oude kernen Schore en Hansweert zijn ongeveer 5x zo hoog (290 miljoen Euro) en 10x zo hoog voor het slopen en herbouwen (550 miljoen Euro).

Anders bouwen om de eis aan de kering te verlagen tot de MKBA-norm lijkt niet uitvoerbaar, omdat de ophoogte dan 1,4 – 3,2 meter is.

LOKAAL BESCHERMEN

TABEL 25

MAATREGEL LOKAAL BESCHERMEN TRAJECT 30-2 HANSWEERT

Opgave	Norm per jaar	Lengte in meter (mobiele kering)	Hoogte in meter	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/30.000	1,8 km Schore 3,4 km Hansweert	6 m	200
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	1,8 km Schore 3,4 km Hansweert	6 m	200

FIGUUR 9

VOORSTEL LIGGING MOBIELE KERING TRAJECT 30-2 HANSWEERT

**TOELICHTING**

Mobiele keringen om de kernen Schore en Hansweert (Figuur 9) lijkt niet praktisch uitvoerbaar, omdat deze 5 – 6 meter hoog moeten worden vanwege de grote waterdiepten (van wel 5 – 6 meter). Daarnaast ligt Hansweert direct achter de kering, dus bij een doorbraak van de primaire kering overstroomt het dorp direct.

De kosten voor de mobiele kering zijn ongeveer 200 miljoen Euro. Dit betreft aluminium schotten met een hoogte van 6 meter.

VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE

TABEL 26

MAATREGEL VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE TRAJECT 30-2 HANSWEERT

Opgave	Norm per jaar	% preventief evacueren	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/30.000	27 %	5 organisatie >100 extra wegen
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	98 %	5 organisatie >100 extra wegen

TOELICHTING

Het huidige normvoorstel van DPV is gebaseerd op een evacuatiefractie van 20% voor normtraject 30-2. Het is niet mogelijk om de norm voor basisveiligheid te beïnvloeden door de preventieve evacuatie te verbeteren.

Om de eis aan de kering te verlagen van 1/100.000 per jaar naar 1/30.000 per jaar moet er een rampenorganisatie worden opgezet, zodanig dat 27% van de inwoners preventief kan worden geëvacueerd. Dit is zowel mogelijk met door de wegcapaciteit te verbeteren (+5 extra capaciteit leidt tot evacuatiefractie van maximaal 32%), als het beter organiseren van de rampenbeheersing (zonder extra besluitijd, maximaal 32% evacueren).

De kosten voor het organiseren van een rampenoefening en een cursus zijn ongeveer 5 miljoen Euro. De kosten voor het aanleggen van extra wegen zijn erg onzeker en bedragen wel meer dan 100 miljoen Euro.

Om de norm voor basisveiligheid te verlagen naar 1/1.000 per jaar moet de evacuatiefractie worden verhoogd naar 98%. Dit is niet mogelijk door de preventieve evacuatie te verbeteren.

VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW

TABEL 27

MAATREGEL VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW TRAJECT 30-2 HANSWEERT

Opgave	Norm per jaar	Mortaliteit	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/30.000	34 %	5 – 10
Normklasse MKBA = Basisveiligheid	1/1.000	1,1 %	5 – 10

TOELICHTING

In de huidige situatie is het misschien mogelijk om de norm voor basisveiligheid te verlagen met het verbeteren van de verticale evacuatie. Het aantal beschikbare vluchtplekken voor het aantal achterblijvers lijkt te beperkt. Verder onderzoek in de regio moet uitwijzen of de beschikbare publieke gebouwen kunnen dienen als vluchtplek.

Vanwege de grote maximale waterdiepten (tot wel 5 – 6 meter) kunnen in alle drie de buurten, maar 0 – 20% van alle gebouwen als droge vluchtplek dienen (bron MEGO).

In Hansweert moeten er 10 – 50 personen per gebouw worden ondergebracht, in de buurt Schore zijn dit meer dan 100 achterblijvers per gebouw en in de polder rondom Schore zijn dit ook 10 – 50 personen per gebouw.

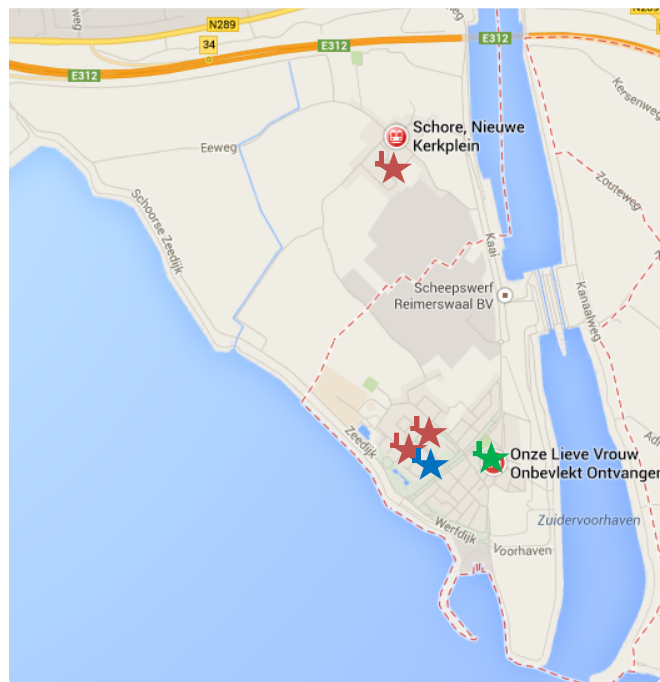
Er zijn een aantal publieke gebouwen die mogelijk aan meer achterblijvers opvang kunnen bieden, maar dit hangt af van het aantal verdiepingen. In Hansweert zijn er twee basisscholen (rode sterren), een bibliotheek (blauwe ster in Figuur 10) en een kerk (groene ster in Figuur 10). Ook in Schore is een basisschool en een dorps huis gelegen (rode ster in Figuur 10). Bij een waterdiepte van 5 – 6 meter lijkt verticale evacuatie geen kansrijke maatregel.

De buurt ten noorden van Schore en van de A58 kan onderdak geboden worden aan 1 – 10 achterblijvers per gebouw. Deze buurt biedt mogelijk dus nog onderdak aan de achterblijvers uit Schore en Hansweert.

De kosten om de verticale evacuatie te verbeteren bestaan uit een risicocampagne om het waterbewustzijn van de inwoners te vergroten en een handelingsperspectief te bieden, zodat de achterblijvers weten naar welke droge vluchtplekken ze heen moeten evacueren.

FIGUUR 10

VOORSTEL PUBLIEKE GEBOUWEN VOOR DROGE VLUCHTPLEKKEN TRAJECT 30-2 HANSWEERT



De kans op overlijden tijdens verticaal evacueren is 0,1% [Kolen, 2013] en is dit is kleiner dan de toegestane mortaliteit van 34% om de norm te versoepelen naar 1/30.000 of zelfs 1/1.000 per jaar.

AANLEG NIEUWE GEBOUWEN VLUCHTPLEKKEN

In de huidige situatie is er in de buurten Hansweert en Schore en rondom Schore lijkt niet voldoende gebouwen aanwezig om achterblijvers op te vangen (zie toelichting maatregel 'vluchtplakken bestaande bouw').

Indien blijkt dat er niet voldoende droge plekken zijn is het dus nodig om nieuw aan te leggen gebouwen aan te wijzen als vluchtplek, omdat er niet genoeg droge vluchtplekken aanwezig zijn. In totaal moeten er ruim 1800 achterblijvers onderdak worden geboden. De volgende stappen moeten worden gezet:

- Aanwezigheid van publieke gebouwen die als shelter kunnen dienen nagaan.
- Indien niet aanwezig, ruimtelijk beleid met de gemeente / provincie / veiligheidsregio afstemmen zodat over 30 jaar wel gebouw aanwezig dat als shelter kan dienen.

Stel dat zowel in Schore als in Hansweert een grote multifunctioneel publiek gebouw wordt neergezet, dan worden de kosten geschat op 10 - 20 miljoen Euro (5 - 10 miljoen Euro per gebouw).

TABEL 28

MAATREGEL AANLEG NIEUWE GEBOUWEN VLUCHTPLEKKEN TRAJECT 30-2 HANSWEERT

Opgave	Norm per jaar	Mortaliteit	Aantal multifunctionele gebouwen	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/30.000	34 %	2	10 - 20
Normklasse MKBA = Basisveiligheid	1/1.000	1,1 %	2	10 - 20

BIJLAGE D

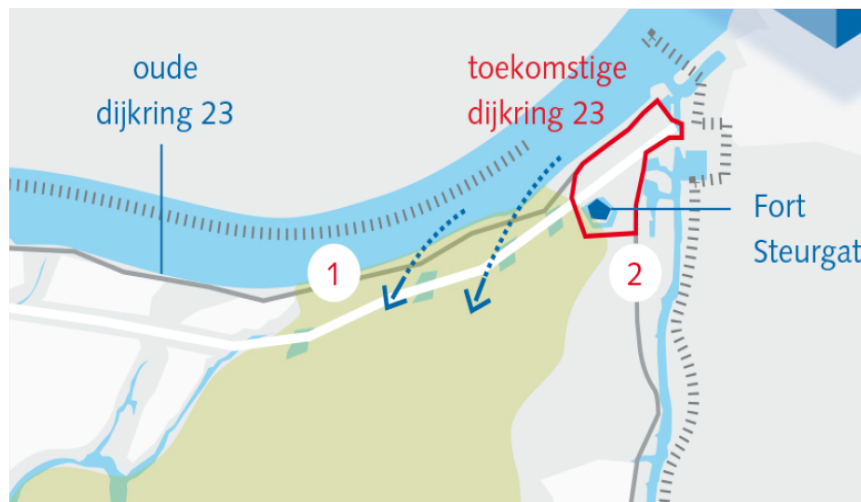
TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

De eis voor basisveiligheid leidt tot de strengste norm, namelijk 1/3.000 per jaar. De MKBA norm is twee klassen minder streng dan de norm voor basisveiligheid, namelijk 1/300 per jaar.

Na uitvoering van de ontpoldering van de Noordwaard in het kader van Ruimte voor de Rivier blijft er nog een klein deel van dijkkring 23 over (zie Figuur 11). De nieuwe dijkkring loopt langs de Nieuwe Merwede, Steurgat en omsluit Fort Steurgat. Een forse dijkversterking direct voor het Fort is onwenselijk, vanwege de ruimtelijke kwaliteit en cultuurhistorische waarden van het Fort.

FIGUUR 11

SITUATIEKENING OUDE DIJKRING EN TOEKOMSTIGE DIJKRING 23



Direct achter de primaire kering van de Nieuwe Merwede ligt het industrieterrein van Werkendam. Aan de westzijde van het Steurgat ligt een Jachthaven en wat bedrijvigheid. Tussen beiden industrieterreinen ligt een woonwijk van Werkendam met ongeveer 25 huishoudens.

TABEL 29

NORMEN MKBA EN BASISVEILIGHEID VOOR TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

Dijkkring	Normtraject	Locatie	MKBA-eis	Basisveiligheid-eis
23	23-1	Noordwaard	1/300 per jaar	1/3.000 per jaar

TABEL 30

SPECIFICATIES TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

Specificaties gebied	
Aantal buurten met opgave	2 buurten (1 normklasse)
Gemiddelde waterdiepte	2,5 - 3,5 meter (Noordwaard en bedrijventerrein Werkendam)
Evacuatiefractie	8%
Achterblijvers	45 (laag stedelijk gebied met 50 inwoners + werknemers bedrijventerrein)

BEOORDELINGSKADER

TABEL 31 BEOORDELINGSKADER TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

	Uitvoerbaarheid		Governance				Investeringskosten gevolgbeperking		Kostenbesparing laag 1		
	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	Gemeente	Provincie	Veiligheidsregio	Projectontwikkelaar	Bevolking	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm
Anders bouwen (opgehoogd)	V	V						5-15	20-35		
Totaal 25 huishoudens + opp bedrijven	0,3-0,7 meter	0,5-1,9 meter	X	X		X		nieuwbouw 20	nieuwbouw 20		
								opvijzelen 40 sloop&herbouw	opvijzelen 40 sloop&herbouw		
Lokaal beschermen		V						10	10		
	Bandijk ophogen (2m)		X		X			Bandijk 10	Bandijk 10		
	Fort / woonwijk (4m)							Fort / woonwijk 0 - 5	Fort / woonwijk 0 - 5	5	10
Verbeteren preventieve evacuatie	? Max evac. 16<66%			X		X		Organisatie >100 extra wegen	Organisatie >100 extra wegen		
Verticale evacuatie bestaande bouw		V						5 - 10	5 - 10		
	50 achterblijvers verticaal evacuëren Fort Steurgat		X		X		X				
Aanleg nieuwe gebouwen vluchtplekken		n.v.t.	X		X	X	X	n.v.t.	n.v.t.		

TOELICHTING OP HET BEOORDELINGSKADER

* het aspect governance is nog niet onderscheidend in de onderstaande afweging.

Maatregelen die wel interessant zijn:

- Verbeteren organisatie rampenbeheersing (maatwerk plan voor 50 inwoners plus werknemers)
 - Verbeteren van de preventieve evacuatie is niet uitvoerbaar op basis van Kolen [2013], omdat de benodigde evacuatiefractie om de norm te verlagen niet is te realiseren op. Verbeteren van de preventieve evacuatie in deze dijkkring vraagt om een maatwerk plan, om zo de besluttijd te vergroten en zo meer mensen te evacueren. Het gaat hier om de evacuatie van maar 50 inwoners en de werknemers op het industrieterrein van Werkendam (alleen overdag aanwezig). Het vergroten van de wegcapaciteit voor 50 inwoners liggen vanuit economische motieven niet voor de hand.
- Verticale evacuatie met bestaande bouw (Fort Steurgat)
 - Fort Steurgat kan aangewezen worden als opvang voor achterblijvers voor verticale evacuatie. De overige huizen hebben 2 verdiepingen (inclusief begane grond) en zijn dus geen droge vluchtplek (waterdiepte tot 3,5 meter). Er moet campagne voor een risicocommunicatie worden opgezet, zodat de achterblijvers weten dat ze naar Fort Steurgat moeten evacueren.

Maatregelen die niet interessant zijn:

- Anders bouwen
 - Opvijzelen van de woningen lijkt praktisch uitvoerbaar, want het betreft de ophoging van 25 woningen met minder dan 1 meter grond. De kosten voor het opvijzelen van de bestaande bebouwing liggen wel hoger dan de besparing. Datzelfde geldt voor het slopen en herbouwen van de bestaande bebouwing.
- Mobiele kering
 - Ophogen van de Bandijk met mobiele keringen is uitvoerbaar, maar de kosten van de mobiele kering zijn groter dan de besparing op dijkversterking. Als de eis aan de kering wordt verlaagd tot 1/300 per jaar, dan zijn de kosten voor de mobiele kering orde grootte gelijk aan de besparing op laag 1. Let wel op dat de schade en slachtoffers alsnog kunnen optreden door menselijk/organisatorisch falen, doordat de kering bijvoorbeeld niet op tijd is opgezet.

MAATREGELEN

ANDERS BOUWEN (OPGEHOOGD)

TABEL 32 MAATREGEL ANDERS BOUWEN TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

Opgave	Norm per jaar	Integraal ophogen	Oppervlakte in ha	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	0,3 – 0,7 meter	50 ha	5-15 (nieuw ophogen) 20 (opvijzelen) 40 (sloop&herbouw)
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/300	0,5 – 1,9 meter	50 ha	20-35 (nieuw ophogen) 20 (opvijzelen) 40 (sloop&herbouw)

TOELICHTING

Door opgehoogd te bouwen neemt de waterdiepte bij een overstroming lokaal af, waardoor de mortaliteit daalt. Voor de huidige situatie geldt dat de waterdiepte op buurniveau ongeveer 2,5 – 3,5 meter is.

Om de norm voor basisveiligheid met één klasse te verlagen moet het totale gebied met 0,3 tot 0,7 meter integraal worden opgehoogd. Om de norm voor basisveiligheid twee klassen minder streng te stellen moet het gebied met 0,5 – 1,9 meter worden opgehoogd.

Stel dat de woonwijk en het industriegebied gesloopt en herbouwd wordt dan zijn de kosten 40 miljoen Euro (totaal 50 hectare). Dit is gebaseerd op de kostenkanten voor woningbouw (inclusief tijdelijke huisvesting). De extra kosten zijn de tijdelijke inkomstenverliezen voor de industrie. Het opvijzelen van de bebouwing in het gebied is geraamd op 20 miljoen Euro.

Als de dijkkring nog onbebouwd zou zijn, dan zijn de benodigde meerkosten voor het integraal ophogen 5 – 15 miljoen Euro voor 0,5 meter (1 normklasse lager) en 20 – 35 miljoen Euro voor 1,2 meter ophogen (2 normklassen lager).

LOKAAL BESCHERMEN

TABEL 33

MAATREGEL LOKAAL BESCHERMEN TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

Opgave	Norm per jaar	Lengte in meter (mobiele kering)	Hoogte in meter	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	0,6 km Bandijk	2 m	10
		0,4 km Fort	4 m	10
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/300	0,6 km Bandijk	2 m	10
		0,4 km Fort	4 m	10

FIGUUR 12

VOORSTEL LIGGING MOBIELE KERING TRAJECT 23-1 BIESBOSCH



TOELICHTING

De Bandijk ligt al hoger dan het industrieterrein en de achterliggende woonwijk (ongeveer 3,8 m+NAP) en heeft daardoor in de huidige situatie al een vertragende werking op de overstroming vanuit de Nieuwe Merwede. De hoogte van de Bandijk is niet genoeg om compartimenterend te werken. Met mobiele keringen van 2 meter hoog komt de Bandijk op die hoogte dat het achterliggende gebied niet overstroomt. Belangrijke voorwaarde is wel dat de mobiele kering niet bezwijkt en op tijd wordt neergezet. Zie Figuur 12 voor de ligging van de mobiele kering.

Het traject van de Bandijk waar de mobiele kering op geplaatst moet worden is 600 meter lang en de kosten bedragen ongeveer 10 miljoen Euro.

Een tweede optie is nog een extra mobiele kering tussen het Fort en de woonwijk in. Stel dat de primaire kering grenzend aan de Noordwaard bezwijkt, dan kan de mobiele kering de achterliggende woonwijk beschermen. De kering moet dan 4 meter hoog worden en 350 meter lang. De kosten voor deze tweede mobiele keringen zijn dan ongeveer 10 miljoen Euro.

VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE

TABEL 34

MAATREGEL VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

Opgave	Norm per jaar	% preventief evacueren	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	66 %	0 – 5 organisatie >100 extra wegen
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/300	89 %	0 – 5 organisatie >100 extra wegen

TOELICHTING

Voor deze dijkkring is het nodig om een maatwerk plan op te stellen om de mensen preventief te evacueren⁶. Het huidige normvoorstel is gebaseerd op een evacuatiefractie van 8%, rekening houdend met een stormgedomineerde dreiging in het benedenrivierengebied. Het gebied is een kleine dijkkring die bij een overstroming snel volstroomt.

In de dijkkring wonen maar 50 inwoners en daarnaast zijn de werknemers van het industrie-terrein aanwezig (wel voornamelijk overdag). Deze dijkkring vraagt om een maatwerk plan om de aanwezige mensen te evacueren, met name gericht op het verbeteren van de organisatie van de rampenbeheersing en de besluitijd voorafgaand aan de evacuatie. Het vergroten van de wegcapaciteit voor een kleine dijkkring lijkt niet uitvoerbaar.

Als het mogelijk is om met een rampenoefening en een cursus 66% van de bevolking preventief te evacueren, kan de norm naar 1/1.000 per jaar worden verlaagd. Stel dat je de rampenorganisatie zo kan inrichten dat 89% van de bevolking preventief kan worden geëvacueerd, dan is het mogelijk om de norm naar 1/300 per jaar te verlagen (gelijk aan de MKBA-norm). De kosten hiervoor zouden ongeveer minder dan 5 miljoen Euro zijn voor het organiseren van een rampenoefening en een cursus.

VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW

TABEL 35

MAATREGEL VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW TRAJECT 23-1 BIESBOSCH

Opgave	Norm per jaar	Mortaliteit	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/1.000	0,9 %	5 – 10
Normklasse MKBA = Basisveiligheid	1/300	0,3 %	5 – 10

TOELICHTING

Voor deze dijkkring is op dit moment onbekend of er voldoende droge gebouwen zijn. Er zijn ongeveer 50 achterblijvers (uitgaande dat er geen werknemers op het industrieterrein aanwezig zijn om het moment van de doorbraak).

De gemiddelde overstromingsdiepte is 3,0 meter. Dit betekent dat mensen alleen verticaal naar gebouwen met meer dan 2 verdiepingen kunnen evacueren. De huizen aan het Steurgat hebben maar 2 verdiepingen, namelijk begane grond en 1e verdieping, (zie Figuur 13). Het is een beter alternatief om het Fort Steurgat aan te wijzen als gebouw waar de bewoners opgevangen kunnen worden.

6 Het verbeteren van de preventieve evacuatie is niet uitvoerbaar op basis van Kolen [2013], omdat de benodigde evacuatiefractie om de norm te verlagen niet is te realiseren op.

FIGUUR 13 BESTAANDE BEBOUWING (LINKS) EN FORT STEURGAT (RECHTS) TRAJECT 23-1 BIESBOSCH (BRON: GOOGLE)



De kans op overlijden tijdens verticaal evacueren is 0,1% [Kolen, 2013] en is dit is kleiner dan de toegestane mortaliteit van 0,9% om de norm te versoepelen naar 1/1.000 per jaar en zelfs ook naar 1/300 per jaar.

De kosten hiervoor zijn 5 – 10 miljoen euro. Hiervoor wordt een campagne voor risicocommunicatie opgezet om het waterbewustzijn te vergroten.

AANLEG NIEUWE GEBOUWEN VLUCHTPLEKKEN

Het is niet nodig om nieuw aan te leggen gebouwen aan te wijzen als vluchtplek, omdat er al genoeg vluchtplekken aanwezig zijn.

BIJLAGE E

TRAJECT 40-2 HEEREWAAARDEN

De eis voor basisveiligheid leidt tot de strengste norm, namelijk 1/10.000 per jaar. De MKBA norm is twee klassen minder streng dan de norm voor basisveiligheid, namelijk 1/1.000 per jaar.

Het dijkkringgebied is opgesplitst in drie buurten: stadskern Heerewaarden en de landelijke gebieden met enkele verspreide huizen ten oosten en ten westen van Heerewaarden. Heerewaarden is van oudsher hoger gelegen en de naastgelegen buurten zijn lager gelegen. De mortaliteit in de dorpskern Heerewaarden (0,4%) is 10 tot 15x lager dan in de andere twee buurten. Stel dat de norm voor basisveiligheid van traject 40-2 alleen wordt gebaseerd op de dorpskern van Heerewaarden dan leidt dit tot een norm van 1/1.000 per jaar.⁷ Deze norm voor basisveiligheid is gelijk aan de MKBA-norm.

TABEL 36 NORMEN MKBA EN BASISVEILIGHEID VOOR TRAJECT 40-2 HEEREWAAARDEN

Dijkkring	Normtraject	Locatie	MKBA-eis	Basisveiligheid-eis
40	40-2	Heerewaarden	1/1.000 per jaar	1/10.000 per jaar

TABEL 37 SPECIFICATIES TRAJECT 40-2 HEEREWAAARDEN

Specificaties gebied	
Aantal buurten met opgave	2 buurten (2 normklassen)
Gemiddelde waterdiepte	Dorpskern Heerewaarden (1 – 1,5 meter) overig gebied (3 – 4,5 meter)
Evacuatiefractie	59%
Achterblijvers	600 (laag stedelijk gebied met 1470 inwoners; waarvan 1225 in dorpskern Heerewaarden)

⁷ Voor het normtraject 40-1 langs de Waal is de MKBA-norm en basisveiligheidsnorm 1/30.000 per jaar, mede vanuit het oogpunt van systeemwerking.

BEOORDELINGSKADER

TABEL 38 BEOORDELINGSKADER TRAJECT 40-2 HEEREWAAARDEN

	Uitvoerbaarheid		Governance				Investeringskosten gevolgbeperking		Kostenbesparing laag 1		
	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	Gemeente	Provincie	Veiligheidsregio	Projectontwikkelaar	Bevolking	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm	1 normklasse soepeler	MKBA norm = basisveiligheidsnorm
Anders bouwen (opgehoogd)	V 0,1-0,5 meter	V 0,6-2,7 meter	X	X		X		15-30 nieuwbouw 30 opvijzelen 60 sloop&herbouw	80-160 nieuwbouw 30 opvijzelen 60 sloop&herbouw		
Lokaal beschermen		?	X		X			n.v.t.	n.v.t.		
Verbeteren preventieve evacuatie	V Max evac. 85>77%	X Max evac. 85<98%			X		X	0 – 5 Organisatie >100 Extra wegen	0 – 5 Organisatie >100 Extra wegen	5	20
Verticale evacuatie bestaande bouw	V Max 10 pers/ pand	V Max 10 pers/ pand	X		X		X	5 – 10	5 – 10		
Aanleg nieuwe gebouwen vluchtplekken		n.v.t.		X		X	X	n.v.t.	n.v.t.		

TOELICHTING OP HET BEOORDELINGSKADER

* het aspect governance is nog niet onderscheidend in de onderstaande afweging.

Maatregelen die wel interessant zijn:

- Verbeteren organisatie rampenbeheersing
 - Verbeteren van de preventieve evacuatie met organisatorische maatregelen is interessant; op basis van Kolen (2013) kunnen max. 85% van de inwoners preventief worden geëvacueerd door eerder te beslissen. Dit is meer dan de benodigde 77% om de eis aan de kering met één klasse te verlagen. Er moet een maatwerk plan voor de rampenbeheersing komen, zodat de inwoners in de dieper gelegen delen van de dijkkring worden geëvacueerd naar de hoger gelegen oude dorpskern van Heerewaarden. De kosten zullen orde grootte gelijk zijn aan de kostenbesparing op preventie.
- Verticale evacuatie met bestaande bouw
 - Verticale evacuatie bestaande bouw is een interessante maatregelen om de eis aan de kering met één normklasse te verlagen, omdat er ruim genoeg droge plekken in de hoger gelegen dorpskern Heerewaarden zijn. Er moet een campagne voor risicocommunicatie worden opgezet, zodat de inwoners die in de diepere polders (verspreide bebouwing) wonen weten dat waar de droge plekken in het gebied zijn. De kosten voor een campagne zijn ongeveer gelijk aan de kostenbesparing op laag 1.

Maatregelen die niet interessant zijn:

- Anders bouwen
 - Opvijzelen of herstructureren van de bestaande bebouwing zijn wel uitvoerbaar, maar de kosten zijn hoger dan de kostenbesparing.

- Mobiele kering
 - Lokaal beschermen van een wijk ligt niet voor de hand, omdat het om de bescherming van enkele verspreidde huizen gaat en niet om een hele woonwijk die moet worden beschermd.

MAATREGELEN

ANDERS BOUWEN (OPGEHOOGD)

TABEL 39

MAATREGEL ANDERS BOUWEN TRAJECT 40-2 HEEREWAARDEN

Opgave	Norm per jaar	Ophogen in m	Oppervlakte in ha	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/3.000	0,1-0,5 m	175 ha	15-30 (nieuwbouw) 30 (opvijzelen) 60 (sloop & herbouw)
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	0,6-2,7 m	175 ha	80-160 (nieuwbouw) 30 (opvijzelen) 60 (sloop & herbouw)

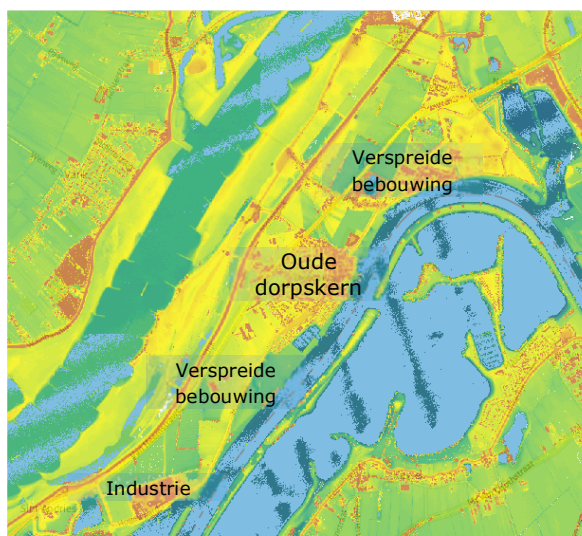
TOELICHTING

De oude dorpskern van Heerewaarden ligt al zo hoog dat dit leidt tot een norm voor basisveiligheid van 1/300 per jaar (zie Figuur 14). Om de norm voor basisveiligheid met één klasse te verlagen moeten de twee buurten rondom de oude dorpskern met 0,1 - 0,5 m integraal worden opgehoogd. In totaal gaat het om een gebied van 175 hectare met ongeveer 240 inwoners en dus ongeveer 100 huishoudens. Als dit gebied nog nieuw te aanleggen is, zouden de meerkosten voor het integraal ophogen van 175 hectare met 0,1 - 0,5 meter ongeveer 15 - 30 miljoen Euro zijn.

Het opvijzelen of slopen en verhoogd aanleggen van de bestaande 100 huizen kost respectievelijk 30 en 60 miljoen Euro.

FIGUUR 14

HOOGTELIKKING HEEREWAARDEN



TABEL 40

MAATREGEL LOKAAL BESCHERMEN TRAJECT 40-2 HEEREWAARDEN

Opgave	Norm per jaar	Lengte in meter (mobiele kering)	Hoogte in meter	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/3.000	-	-	-
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	-	-	-

TOELICHTING

De bestaande bebouwing in beide buurten rondom de oude dorpskern ligt zeer verspreid. Het lijkt niet logisch om de individuele bebouwing met een kering te omringen en zo te beschermen. Het ligt niet voor de hand om de oude dorpskern met mobiele keringen te beschermen, vanwege de beperkte overstromingsdiepten. Het maaiveld van de oude dorpskern van Heerewaarden ligt namelijk al op minimaal 5 – 6 m + NAP.

VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE

TABEL 41

MAATREGEL VERBETEREN PREVENTIEVE EVACUATIE TRAJECT 40-2 HEEREWAARDEN

Opgave	Norm per jaar	% preventief evacueren	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/3.000	77% (bovenstrooms) 65% (benedenstrooms)	0 – 5 organisatie >100 extra wegen
Normklasse MKBA = basisveiligheid	1/1.000	98% (bovenstrooms) 97% (benedenstrooms)	0 – 5 organisatie >100 extra wegen

TOELICHTING

De eis aan de kering kan met één normklasse worden verlaagd door de organisatie van de rampenbeheersing te verbeteren (bovengrens evacuatie is 85%) of de wegcapaciteit met 20% te verbeteren, waardoor 82% van de inwoners gemiddeld is te evacueren.

Dijkkringgebied Heerewaarde is relatief klein en heeft geen wegverbindingen over de Waal en de Maas naar de omringende dijkringen (die naar alle waarschijnlijkheid bij een dreigende overstroming ook preventief zullen evacueren). Dit vraagt echt om een maatwerk oplossing om de rampenbeheersing zo in te richten dat er een maatwerk plan wordt opgesteld om de inwoners naar de hoger gelegen oude dorpskern te evacueren.

VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW

TABEL 42

MAATREGEL VERTICALE EVACUATIE BESTAANDE BOUW TRAJECT 40-2 HEEREWAARDEN

Opgave	Norm per jaar	Mortaliteit	Kosten in mEuro
Één normklasse soepeler	1/3.000	3,4 %	5 – 10
Normklasse MKBA = Basisveiligheid	1/1.000	0,4 %	5 – 10

Er is ruim genoeg droge plekken beschikbaar zijn voor het aantal achterblijvers. De kans op overlijden tijdens verticaal evacueren is 0,1% [Kolen, 2013] en is dit is kleiner dan de toegestane mortaliteit van 0,9% om de norm te versoepelen naar 1/3.000 per jaar en zelfs ook naar 1/1.000 per jaar.

In de dorpskern van Heerewaarden en in de buurt ten oosten van Heerewaarden geldt dat er maximaal 10 personen per droge vluchtplek moet worden ondergebracht. In de buurt ten westen van Heerewaarden is dit zelfs maar 1 achterblijver per vluchtplek.

De kosten hiervoor zijn 5 – 10 miljoen euro. Hiervoor wordt een campagne voor risicocommunicatie opgezet om het waterbewustzijn te vergroten.

AANLEG NIEUWE GEBOUWEN VLUCHTPLEKKEN

Het is niet nodig om nieuw aan te leggen gebouwen aan te wijzen als vluchtplek, omdat er al genoeg vluchtplekken aanwezig zijn.

BIJLAGE F

KOSTENBEREKENING ANDERS BOUWEN

INTEGRAAL OPHOGEN

De kosten voor integraal ophogen zijn bepaald op basis van de ECK kostenkennallen [Roosjen en Zethof,2012] voor integraal ophogen van een nieuw aan te leggen gebied. Dit zijn de meerkosten in Euro per m². De investeringskosten voor het ophogen van 1 m² zand met 1 meter zijn 30 Euro, voor klei 44 Euro en voor veen 59 Euro. Omdat niet exact bekend is wat het type ondergrond is, zijn de kosten voor alle typen ondergrond inzichtelijk gemaakt om zo de bandbreedte aan te geven.

Nummer	Bouwkosten	Vastgoed kosten	Engineering kosten	Overige Bijkomende Kosten	Risico reservering	Σ Investeringskosten (CAPEX)		Eenheid
Integraal ophogen, 1 m, ZAND. Inklinking ratio bruto-netto 1:1.								
						€ 22	L-waarde	
04.1-a	€ 19.28	€ 0	€ 1	€ 1	€ 3	€ 30		€/m2
						€ 37	U-waarde	
Integraal ophogen, 1m, KLEI. Inklinking ratio bruto-netto 1.5:1.								
						€ 33	L-waarde	
04.1-a	€ 28.92	€ 0	€ 1	€ 1	€ 5	€ 44		€/m2
						€ 55	U-waarde	
Integraal ophogen, 1m VEEN. Inklinking ratio bruto-netto 2:1.								
						€ 44	L-waarde	
04.1-a	€ 38.56	€ 0	€ 2	€ 2	€ 6	€ 59		€/m2
						€ 74	U-waarde	

Traject	Type grond	Ophooghoogte	Investeringskosten miljoen Euro	
			Integraal ophogen 1 normklasse lager	Integraal ophogen normklasse MKBA = LIR
13-2	Zand	Ophooghoogte	0,4 m	1,1 m
		Totaal 453 hectare	50	150
17-1	Zand Klei Veen	Ophooghoogte	0,1 m	
		Totaal	5	n.v.t.
		86 hectare	5	
			5	
23-1	Zand Klei Veen	Ophooghoogte	0,5 m	1,2 m
		Totaal	5	20
		50 hectare	10	25
			15	35
30-2	Zand Klei Veen	Ophooghoogte	0,3 m	2,3 m
		Totaal	40	300
		439 hectare	60	450
			80	600
40-2	Zand Klei Veen	Ophooghoogte	0,3 m	1,5 m
		Totaal	15	80
		176 hectare	25	120
			30	160

OPVIJZELN BESTAANDE BOUW & SLOPEN EN HERBOUWEN

De kosten voor het ophogen van bestaande bouw door het opvijzelen of het slopen en herbouwen van bestaande bouw zijn bepaald met de ECK kostenkentalen [Roosjen en Zethof,2012]. Deze kostenkentalen zijn gebaseerd op een standaardwijk van 16 hectare met 400 huizen, inclusief voorzieningen en tijdelijke huisvesting. De kosten voor het opvijzelen van 400 huizen is dus 16 hectare * 7,5 miljoen Euro/ha =120 miljoen Euro. De kosten voor het slopen en herbouwen van 400 huizen is 16 hectare * 14,5 miljoen Euro/ha = 230 miljoen Euro

Nummer	Bouwkosten	Vastgoed kosten	Engineering kosten	Overige Bijkomende Kosten	Risico reservering	Σ Investeringskosten (CAPEX)		Eenheid
Variant I. Opvijzelen woonwijk.								
						€ 5,981,000	L-waarde	
04.1-b	€ 3,609,375	€ 0	€ 541,406	€ 997,969	€ 1,029,750	€ 7,476,000		€/ha
						€ 10,466,000	L-waarde	
Variant II. Sloop / nieuwbouw woonwijk.								
						€ 11,561,000	L-waarde	
04.1-b	€ 7,181,367	€ 0	€ 1,077,205	€ 1,694,068	€ 1,990,528	€ 14,451,000		€/ha
						€ 20,232,000	L-waarde	

Traject	Aantal huishoudens	Investeringskosten miljoen Euro	
		Opvijzelen bestaande bouw	Slopen en nieuwbouw
13-2	700	210	400
17-1	440	130	250
23-1	75	20	40
30-2	950	290	550
40-2	100	30	60

BIJLAGE G

KOSTENBEREKENING LOKAAL BESCHERMEN

MOBIEL KERING

De maatregel lokaal beschermen wijk wordt uitgevoerd door het opzetten van een mobiele kering. Deze kosten zijn bepaald op basis van de ECK kostenkennallen voor noodkeringen [Roosjen en Zethof,2012]. De kosten voor deze maatregel bestaan uit de kosten van het aanbrengen van aluminium vloedschotten plus de kosten voor een opslagloods. Daarnaast is bij het bepalen van de kosten rekening gehouden met de kosten voor een jaarlijkse inspectie van de vloedschotten door een opzichter en een jaarlijkse oefening voor het plaatsen van de vloedschotten. Dit zijn de kosten in Euro per m¹.

De investeringskosten voor het aluminium vloedschotten van 1 meter hoogte zijn 1.800 Euro/m¹ investeringskosten en 4360 Euro/m¹ levensduurkosten. Daarnaast is aangenomen dat er twee opslagloodsen nodig zijn voor trajecten 13-2, 17-1, 30-2 en één loods voor traject 23-1.

Nummer	Bouwkosten	Vastgoed kosten	Engineering kosten	Overige Bijkomende Kosten	Risico reservering	Σ Investeringskosten (CAPEX)		Jaarlijkse levensduur kosten	Σ Levensduurkst (OPEX) voor 100 jaar.	Eenheid
Variant I. Aluminium vloedschotten.										
						€ 1,300	L-waarde			
04.4	€ 1,094.08	€ 0	€ 109	€ 55	€ 252	€ 1,800		€ 50	€ 4,360	€/m¹
						€ 2,400	U-waarde			
Variant II. Zandzakken.										
						€ 90	L-waarde			
04.4	€ 78.71	€ 0	€ 2	€ 4	€ 17	€ 120				€/m¹
						€ 160	U-waarde			
Opslagloods t.b.v stallen vloedschotten en/of zandzakken e.d.										
						€ 117,560	L-waarde			
04.4	€ 86,250.00	€ 4,347	€ 8,625	€ 4,313	€ 5,177	€ 130,630				
						€ 143,690	U-waarde			

Traject		Lengte / hoogte in m	Investerings-kosten in miljoen Euro	Levensduur-kosten voor 50 jaar in miljoen Euro	Opslagloods in miljoen Euro	Totale kosten in miljoen Euro
13-2	Achter Pettemer Zeewering	1000m / 6m	10,8	26,2	0,26	37
	Overig	2500m / 2m	9,0	21,8	0,26	31
17-1	Totaal traject (incl. Middeldijk)	4500m / 3m	24,3	58,9	0,26	83
	Traject aansluiten op Middeldijk	2500m / 3m	13,5	32,7	0,26	46
30-2	Schore	1800m / 6m	19,4	47,1	0,26	67
	Hansweert	3400m / 6m	36,7	88,9	0,26	126
23-1	Bandijk	600m / 2m	2,2	5,2	0,13	8
	Verbinding Bandijk / Steurgat	350m / 4 m	2,5	6,1	0,13	9

BIJLAGE H

KOSTENBEREKENING PREVENTIEVE EVACUATIE

Het verbeteren van de rampenbeheersing kan worden bewerkstelligd door de organisatie van de rampenbeheersing te verbeteren of door de wegcapaciteit te vergroten.

VERBETEREN ORGANISATIE RAMPENBEHEERSING

De kosten voor het verbeteren van de organisatie van de rampenbeheersing bestaan uit een rampenoefening voor de hulpverleners en een cursus. De kosten zijn gebaseerd op de ECK kostenkennallen voor de organisatie van een rampenoefening en -cursus [Roosjen en Zethof,2012]. De rampenoefening wordt één keer per twee jaar georganiseerd voor 200 mensen (kosten 25.900 Euro per jaar voor 400 mensen) en de cursus voor 40 mensen elk jaar (13.800 Euro voor 400 mensen). Per huishouden gaat één persoon (gemiddelde samenstelling huishouden 2,2) naar de rampenoefening en cursus.

Stel dat er 1100 inwoners zijn in een wijk, dan betekent dit 500 huishoudens met één aanwezige persoon bij de cursus of oefening. Dan bedragen de kosten:

- Oefening:
500 inwoners / 400 mensen per oefening * 25.900 Euro per oefening per jaar = 32.500 Euro per jaar
- Cursus:
500 inwoners / 400 mensen per cursus * 13.800 Euro per cursus per jaar = 17.500 miljoen Euro per jaar

De totale kosten zijn dan ongeveer 50.000 Euro per jaar. Over een periode van 50 jaar betekent dit dat de kosten 2,5 miljoen Euro bedragen.

Traject	Aantal huishoudens	Investeringskosten in Euro		Totale kosten	
		Oefening	Cursus	Per jaar in Euro	50 jaar in miljoen Euro
13-2	700	45.325	24.150	70.000	3,5
17-1	440	28.490	15.180	45.000	2,2
23-1	75	4.856	2.588	7.500	0,4
30-2	950	61.513	32.775	95.000	5
40-2	100	6.475	3.450	10.0000	0,5

VERGROTEN WEGCAPACITEIT

Het aantal extra aan te leggen wegen om de wegcapaciteit met 5% of 20% te vergroten is lastig in te schatten. De kostenkennallen zijn bekend voor een nieuw aan te leggen autosnelweg 2x2 (7.000 Euro per m1), autoweg 1x2 (1.800 Euro per m1) en lokale weg (900 Euro per m1) [Roosjen en Zethof,2012].

De kosten worden geschat op ten minste 100 miljoen Euro. Voor deze kosten kan je bijvoorbeeld 15 km autosnelweg aanleggen.

Nummer	Bouwkosten	Vastgoed kosten	Engineering kosten	Overige Bijkomende Kosten	Risico reservering	Σ Investeringskosten (CAPEX)		Eenheid
Autosnelweg 2*2								
						€ 5,200	L-waarde	
11	€ 4,374.99	€ 0	€ 656	€ 219	€ 525	€ 7,000		€/m1
						€ 8,700	U-waarde	
Autoweg 1*2								
						€ 1,300	L-waarde	
11	€ 1,107.60	€ 0	€ 166	€ 55	€ 133	€ 1,800		€/m1
						€ 2,200	U-waarde	
Lokale weg								
						€ 700	L-waarde	
11	€ 574.80	€ 0	€ 86	€ 29	€ 69	€ 900		€/m1
						€ 1,100	U-waarde	

BIJLAGE I

KOSTENBEREKENING VERTICALE EVACUATIE

COMMUNICATIE VOOR GEBRUIK BESTAANDE VLUCHTPLAATSEN

De verticale evacuatie kan worden verbeterd door de zelfredzaamheid van de achterblijvers te vergroten. Dit kan door middel van een campagne over risico- en crisiscommunicatie het waterbewustzijn te vergroten. Door risicocommunicatie informeer je de inwoners over de mogelijke risico's van een overstroming en biedt je een handelingsperspectief in geval van een mogelijke overstroming. Dit betekent dus onder andere dat ze zich bewust moeten zijn waar de droge vluchtplekken zijn. Een crisiscommunicatie campagne zorgt ervoor dat de bevolking op de hoogte wordt gehouden nadat de ramp zich heeft voltrokken.

Stel dat er één keer per vijf jaar grote landelijke mediacampagne wordt georganiseerd dan zijn de kosten per campagne 700.000 Euro (ECK kostenkennallen [Roosjen en Zethof,2012]). Voor een periode van 50 jaar betekent dit een totaal bedrag van 7 miljoen Euro.

Nummer	Bouwkosten	Vastgoed kosten	Engineering kosten	Overige Bijkomende Kosten	Risico reservering	Σ Investeringskosten (CAPEX)		Eenheid
Mediacampagne klein (Postbus 51)						€ 225,000	L-waarde	
13	€ 300,000.00	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 300,000		€/campagne
						€ 375,000	U-waarde	
Mediacampagne groot (Postbus 51)						€ 525,000	L-waarde	
13	€ 700,000.00	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 700,000		€/campagne
						€ 875,000	U-waarde	

NIEUWE GEBOUWEN VOOR VLUCHTPLAATSEN

Als er nog niet voldoende droge vluchtplekken in een gebied aanwezig zijn, dan moeten nieuwe publieke (multifunctionele) gebouwen worden ontwikkeld. De kosten hiervoor zijn 5-10 miljoen Euro per gebouw (inschatting o.b.v. ECK kostenkennallen [Roosjen en Zethof,2012]). Eén publiek gebouw kan voldoende capaciteit bieden aan 500 mensen (aanname).

Nummer	Bouwkosten	Vastgoed kosten	Engineering kosten	Overige Bijkomende Kosten	Risico reservering	Σ Investeringskosten (CAPEX)		Eenheid
Variant I. Nieuw te bouwen en in te richten shelter.						€ 7,090,000	L-waarde	
13.2-a	€ 4,341,997.50	€ 0	€ 868,400	€ 217,100	€ 1,085,499	€ 7,880,000		€/st
						€ 9,460,000	U-waarde	
Variant II. Nieuw te bouwen en in te richten shelter als onderdeel van een nieuw multifunctioneel gebouw.						€ 3,960,000	L-waarde	
13.2-a	€ 2,422,647.50	€ 0	€ 484,530	€ 121,132	€ 605,662	€ 4,400,000		€/st
						€ 5,280,000	U-waarde	

