

# HANDELINGSPERSPECTIEVEN OM TE KOMEN TOT EEN WATERROBUUST ZWOLLE IN HET WATERSYSTEEM VAN DE SALLANDSE WETERINGEN



RAPPORT

2020

10

HANDELINGSPERSPECTIEVEN OM TE KOMEN TOT EEN  
WATERROBUUST ZWOLLE IN HET WATERSYSTEEM VAN  
DE SALLANDSE WETERINGEN  
EEN STRATEGIENOTITIE

RAPPORT

2020

10

ISBN 978.90.5773.889.0



[stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl) [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

AUTEUR Ferdi Timmermans

## BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Mirjam Groot Zwaaftink, Dianne Hoogendoorn, Ronald van Klinken, Toin Lambrechts,  
Andreas van Rooijen, Marieke de Wit en Robin Biemans

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA STOWA 2020-10

ISBN 978.90.5773.889.0

Copyright Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

# TEN GELEIDE

**De pilot Zwolle laat zien dat er ook andere mogelijkheden zijn om een gebied op een doelmatige manier te beschermen tegen hoog water. Het onderzoek geeft een eerste aanzet hoe we slim kunnen investeren om op een optimale manier de veiligheid van een dynamisch gebied te kunnen bereiken, door bijvoorbeeld het plaatsen van een gemaal of slimme ruimtelijke inrichting.**

In de pilot Zwolle werken gemeente, provincie en het waterschap vanaf het begin samen. Het is juist de combinatie van de drie verschillende overheden die de pilot bijzonder en waardevol maakt. Bij de pilot Zwolle is misschien wel de belangrijkste vraag: willen we het gebied beschermen met de inzet van steeds meer techniek en hogere dijken? Of willen we de stad adaptief en veerkrachtig maken, waarbij onder extreme omstandigheden er wel sprake zal zijn van wateroverlast, maar waarbij de veiligheid nooit in het geding is? Deze laatste insteek betekent een herbezinning op de veiligheidsbenadering en vergt voor Zwolle minder techniek maar meer vierkante meters.

De afgelopen 15 jaar is veel ervaring opgedaan met de toepassing van de veiligheidsbenadering voor de regionale keringen. Veel keringen zijn in deze periode versterkt, maar een groot aantal keringen, met name in de lagere normklassen, moeten nog worden aangepakt. Daarbij zijn vragen gerezen of de resulterende investeringen voor deze lagere normklassen wel altijd doelmatig zijn. Er is dan ook aanleiding om de huidige veiligheidsbenadering opnieuw tegen het licht te houden. Al is het alleen maar om de in het verleden gemaakte keuzen te kunnen herbevestigen.

Om antwoord te kunnen geven op de vraag of de veiligheidsbenadering aangepast moet worden, worden binnen het Ontwikkelingsprogramma Regionale Keringen verschillende onderzoeken uitgevoerd. De uitkomsten van deze onderzoeken vormen bouwstenen voor latere besluitvorming. Voorliggende pilot levert één van die bouwstenen door te kijken naar de verschillende mogelijkheden die het gebied rondom Zwolle de wenselijke bescherming kunnen geven.

Deze pilot laat zien dat er ook andere mogelijkheden zijn om een gebied op een doelmatige manier te beschermen tegen hoog water. Het rapport geeft een eerste aanzet hoe we slim kunnen investeren om op een optimale manier de veiligheid van een dynamisch gebied kunnen bereiken. Vanzelfsprekend blijft STOWA werken aan onderzoek ten behoeve van de uiteindelijke besluitvorming over de veiligheidsbenadering. Dit doen we in het Ontwikkelingsprogramma Regionale Keringen.

Joost 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 onderzoeklijnen 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 aan 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.*

# HANDELINGSPERSPECTIEVEN OM TE KOMEN TOT EEN WATERROBUUST ZWOLLE IN HET WATERSYSTEEM VAN DE SALLANDSE WETERINGEN EEN STRATEGIENOTITIE

## INHOUD

	TEN GELEIDE DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	HET ZWOLSE WATERSYSTEEM NADER BESCHOUWD	2
3	KERINGEN OP ORDE	5
4	MAATREGELEN OM DE VEILIGHEID TE VERGROTEN	8
4.1	Inleiding	8
4.2	Pakket Dijkversterking	9
4.3	Pakket Gemaal bij Keersluis	13
4.4	Pakket Polder Zwolle	15
4.5	Pakket Watercasco	17
4.6	Eerste vergelijking van de pakketten	20

<b>5</b>	<b>GLOBALE VERGELIJKING VAN DE PAKKETTEN</b>	<b>21</b>
5.1	Knoppen om aan te draaien	21
5.2	Overeenkomsten en verschillen	24
5.3	Vervolgstappen: hoe verder?	24
5.4	Op zoek naar de ideale combinatie	25
<b>6</b>	<b>SAMENVATTING EN CONCLUSIE</b>	<b>26</b>
BIJLAGE	WAAROM DEZE PILOT IN HET KADER VAN ORK	27

# 1

## INLEIDING

Zwolle, inclusief haar omgeving, is kwetsbaar voor hoogwatersituaties. Vanuit het noorden kan een hoge waterstand op het Zwarte Water, die zowel door storm als hoge afvoer op de Vecht ontstaat, een probleem vormen; vanuit het zuiden stroomt water via de Sallandse weteringen naar de stad en kan in en om de stad een hoogwatersituatie veroorzaken. Door klimaatverandering loopt het watersysteem tegen zijn grenzen aan. Daarom wordt nu door waterschap, provincie, gemeente en het rijk gewerkt aan een meer klimaatadaptieve inrichting van het gebied.

In een pilot, in het kader van het Ontwikkelprogramma Regionale Keringen, is onderzocht welke maatregelpakketten voor een veilige en adaptieve situatie kunnen zorgen. Een werkgroep van experts heeft zich hierop onder de vlag van de Stowa gericht. Binnen de pilot zijn een viertal pakketten benoemd waarmee de veiligheidsdoelstellingen kunnen worden behaald. De maatregelen uit de pakketten zijn eventueel te combineren, vandaar de metafoor van een 'mengpaneel'. In deze notitie worden de verschillende mogelijkheden op een rij gezet. Het gaat daarbij om het regionale systeem, aangezien de hoogwaterrisico's van het buitenwater (Vecht, IJssel, Zwarte Water tot aan het IJsselmeer) op basis van landelijke wetgeving wordt aangepakt.

De notitie richt zich in het bijzonder op professionals en bestuurders die betrokken zijn bij de besluitvorming hoe Zwolle en omgeving beschermd kan worden tegen hoogwaterrisico's. Daarnaast is de notitie wellicht interessant als voorbeeld hoe ruimtelijke adaptatie concreet kan worden vormgegeven om aldus bij te dragen aan een veilige gebiedsinrichting.



# 2

## HET ZWOLSE WATERSYSTEEM NADER BESCHOUWD

### DE SALLANDSE WETERINGEN

Zwolle is omringd door water: de Sallandse Weteringen, de Vecht, de IJssel, en het Zwarte Water. De Sallandse Weteringen voeren vanuit het Sallandse achterland het water door de stad, naar het Zwarte Water. Ook de Vecht mondt enkele kilometers stroomafwaarts uit in het Zwarte Water. Dit water stroomt vervolgens via het Zwarte Meer en het Ketelmeer richting het IJsselmeer.

Langs de Weteringen liggen over een veertigtal kilometers regionale keringen met een overschrijdingsnorm van 1/200 per jaar. In een normale situatie kunnen de Weteringen het water zonder problemen afvoeren richting het Zwarte Water.

Als zich een hoogwatersituatie voordoet wordt het ingewikkelder. De systemen kunnen dan niet meer los van elkaar gezien worden. De waterstanden in de Weteringen worden namelijk bepaald door de Waterstanden op het Zwarte Water. En deze waterstanden bepalen vervolgens ook de afvoer in de Weteringen. De meest precaire situatie ontstaat wanneer het langdurig heeft geregend (waardoor de weteringen veel water afvoeren en de waterstand op de Vecht ook hoog is) en er daarnaast een westerstorm is die de waterstand in het Zwarte Meer opstuwt, zodat het water via het Zwarte Water richting Zwolle stroomt.



Tot nu toe is de waterstand steeds binnen de gestelde grenzen gebleven. Maar mede als gevolg van klimaatverandering komen er in de toekomst meer piekbuien en langdurige natte periodes, met kans op hogere waterstanden tot gevolg. Daardoor kunnen de dijken en kades falen. Met alle gevolgen van dien: voor bewoners en bedrijven, zowel in de stad als in het buitengebied. De te verwachten schade loopt in de meest heftige scenario's op tot bijna een miljard euro. Ook zijn dan dodelijke slachtoffers niet uit te sluiten.

Een hogere waterstand op het Zwarte Water veroorzaakt ook een hogere waterstand op de Weteringen. Deze hogere waterstanden op de Weteringen werken zover door dat er bovenstrooms water, vanwege de beperkte hoogte, over de overige keringen stroomt: 'overtopping'. Een deel van de afvoer die verzameld wordt in Salland stroomt in deze situatie dus niet meer door de Weteringen naar het Zwarte Water maar het achterliggende gebied in. De hoogte van de waterstand op het Zwarte Water bepaalt dus de hoeveelheid water die nog tot afvoer kan komen door de Weteringen en de hoeveelheid water dat bovenstrooms al over de aanwezige overige keringen stroomt. Het is echter niet zo dat deze afvoer in de Weteringen in z'n geheel een andere kant op gaat stromen. Wel geldt dat hoe hoger de waterstanden in Zwolle zijn, des te sterker de afvoer op de Weteringen geremd wordt. In een situatie van 1/1000 per jaar is de afvoer op de Weteringen sterk verminderd (berekeningen geven ongeveer 47 m<sup>3</sup>/s aan). Dit is ongeveer de helft van wat er bij een lage waterstand op het Zwarte Water aan maximale afvoer mogelijk is.

#### **KEERSLUIS ZWOLLE**

In Zwolle is in 2004 de Keersluis Zwolle aan het einde van de Sallandse Weteringen aangelegd ter bescherming van het achterland voor hoge waterstanden op het Zwarte Water. Deze keersluis sluit indien de waterstand bij de Keersluis hoger is dan 1,0 m +NAP en het water vanuit het Zwarte Water richting de binnenstad stroomt. Op basis van bovenstaande werking van het systeem is echter duidelijk dat de keersluis zelden tot nooit zal sluiten omdat de situatie met een omgekeerde afvoer zich vrijwel nooit zal voordoen.

#### **KLIMAATONTWIKKELING**

Als er gesproken wordt over klimaatontwikkeling wordt er veelal aangegeven dat de afvoeren zullen toenemen. Voor het systeem rondom Zwolle ligt dit iets genuanceerder. Als de afvoer op de Vecht toeneemt treden er tevens hogere waterstanden op het Zwarte Water op. Deze hogere waterstanden hebben vervolgens hun doorwerking op de waterstanden op de Weteringen. De afvoeren over het gehele stroomgebied in Salland zullen bij klimaatverandering ook toenemen. Door het proces van 'overtopping' zal dit echter maar deels doorwerken in de afvoer van de Weteringen bij Zwolle. De hoeveelheid die bovenstrooms over de keringen stroomt wordt groter door de hogere waterstanden, de afvoer vanuit de Weteringen naar het Zwarte Water wordt lager.

Overigens kan het stedelijk water bij de (als gevolg van klimaatverandering vaker te verwachten) hoge waterstanden niet meer geloosd worden in het regionaal systeem. Dit vereist dan meer bergingscapaciteit in het stedelijk gebied.

#### **DE HOOGWATERRISICO'S NEMEN TOE**

Het risico in Zwolle is dus dat door een ongunstige samenloop van omstandigheden (hoge waterstanden op de grote rivieren, opstuwing door westerstorm, langdurige regenval in bovenstrooms gebied van Salland) de weteringen niet meer al het water kunnen afvoeren. De spanning die dan op het systeem ontstaat, zal hoog zijn. Een dijkdoorbraak van één van de regionale keringen zou onder die omstandigheden desastreuze gevolgen hebben.

Statistisch voldoet de situatie op dit moment nog steeds aan de gestelde normen, maar het is duidelijk dat, naarmate de klimaatontwikkeling zich verder ontwikkelt, het laatste beetje rek dat nog in het systeem zit, opgesoupeerd wordt. Rond 2050 zullen de risico's tot onacceptabele waarden zijn toegenomen.

Dat is het slechte nieuws. Het goede nieuws is: we kunnen er wat aan doen.

# 3

## KERINGEN OP ORDE

### LIGGING

Langs de Sallandse Weteringen liggen de regionale keringen die het achterland moeten beschermen tegen hoog water. Voor deze keringen zijn de provincie Overijssel (normstelling en toezicht) en het waterschap Drents Overijsselse Delta (beheer en uitvoering van dijkversterkingen) gezamenlijk verantwoordelijk.

De Sallandse Weteringen betreffen keringen langs de Soestwetering, Nieuwe Wetering, Almelose kanaal, stadsgrachten Zwolle en het Zwarte Water. **In de huidige situatie zijn deze keringen genormeerd op een overschrijdingsfrequentie van de waterstand van 1/200 per jaar, maar het is duidelijk dat deze normen opnieuw moeten worden gezien<sup>1</sup>.**

	Normklasse	Norm	Schade grenzen 2000 [mln euro]	Schade grenzen 2011 [mln Euro]
	normklasse 1	1/10	< 8	< 10
	normklasse 2	1/30	8 - 25	10 - 31
	normklasse 3	1/100	25 - 80	31 - 99
	normklasse 4	1/300	80 - 250	99 - 311
	normklasse 5	1/1000	> 250	> 311

### NORMERINGSSYSTEEM

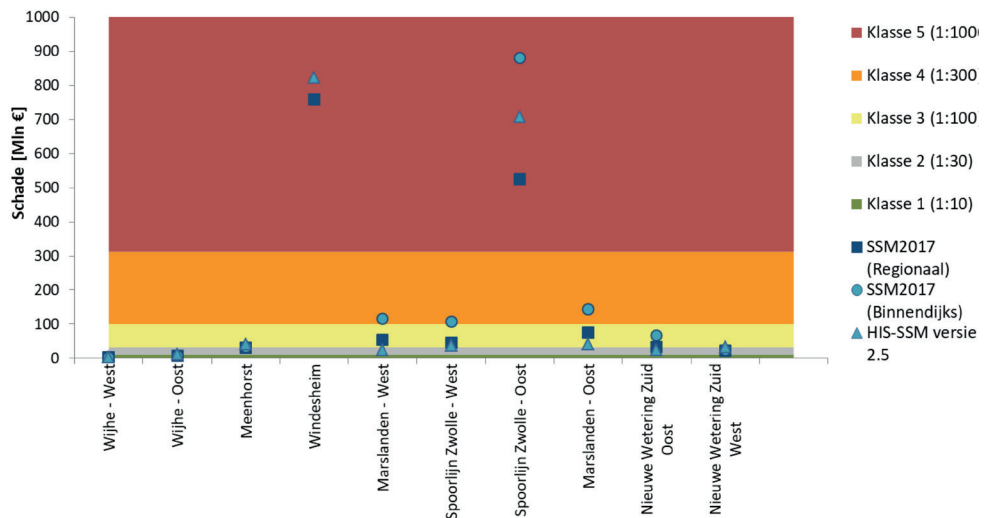
De onderstaande tabel geeft de indeling in schadeklassen en bijbehorende normklassen volgens de landelijke IPO-richtlijn. Voor regionale keringen geldt dat de gevolgschade is gekoppeld aan een veiligheidsklasse met een bepaalde terugkeertijd. In de tabel zijn de schadebedragen uit 1999 gecorrigeerd naar het prijspeil dat is gehanteerd in de schadeberekeningen (prijspeil 2011).

### SCHADEBEREKENINGEN

Bij toepassing van deze landelijke richtlijn voor het normeren van regionale keringen van de Sallandse Weteringen blijkt dat voor een aantal trajecten de huidige norm van 1/200 per jaar te laag is. Dit was al gebleken in een studie uit 2018 (HKV) en is bevestigd in aanvullend dat in het kader van deze pilot is uitgevoerd.

De onderstaande figuur geeft een overzicht van de schadeberekeningen voor een aantal breslocaties langs de Sallandse Weteringen. Er wordt opgemerkt dat in het gebied van de kades in Zwolle en langs het Almelose Kanaal geen gevolgschatting is gegeven en daarmee voor deze keringen geen schadeklasse is bepaald.

<sup>1</sup> In 2006 zijn de keringen aangewezen als regionale kering met een norm van 1/200 per jaar (GS nota 4 april 2006 (WB/2006/518). In maart 2010 zijn de hierbij behorende randvoorwaarden voor de Sallandse Weteringen opnieuw door GS vastgesteld. (GS nota 9 maart 2010, 2010/0034456).



De figuur laat de schade zien voor tien dijkdoorbraken op verschillende locaties. De schade is volgens drie bestaande modellen berekend en levert zodoende per locatie drie inschattingen op. Deze liggen weliswaar enigszins uit elkaar maar geven als voorspellende waarde wel steeds dezelfde tendens aan. De uitkomst van de berekening geeft aan in welke IPO normklasse de kering zou vallen. Voor breslocatie Windesheim (in een traject langs de Soestwetering) en breslocatie Zwolle Spoorlijn Oost (traject langs Nieuwe Wetering) wordt een schadeklasse 5 berekend. Dit betekent dat volgens de landelijke methodiek een norm van 1/1000 per jaar passend zou zijn voor deze trajecten. Daarbij zijn er nog drie andere trajecten (breslocatie Marslanden - West, Spoorlijn Zwolle-West en Marslanden - Oost) waarbij een schadeklasse 4 wordt berekend wat overeenkomt met een normstelling van 1/300 per jaar (HKV, 2018).

#### AANPASSING VAN DE NORM

Een aanpassing van de norm van de keringen betekent mogelijk ook een aanpassing van de maatgevende waterstanden op de Sallandse Weteringen. Hiernaast geldt dat nieuwe inzichten in de hydraulische belastingen op het Zwarte Water ook effect hebben op de waterstanden op de Sallandse weteringen.

De consequentie van een hogere normstelling is: uitgaan van een hoger MHW (Maatgevend Hoog Water, het waterpeil waarop de kering ontworpen wordt). Momenteel is het MHW bij de Keersluis Zwolle 1,91 m+NAP. Normverhoging inclusief het incalculeren van onzekerheden zou leiden tot een extra hoogte van 30 cm (exclusief te verwachten klimaateffecten voor de periode tot 2100). Dit zou een forse dijkverbeteringsopgave betekenen.

Maatregelen waarmee dit (deels) kan worden voorkomen, zijn:

- Het verlagen van de waterstand op het Zwarte Water, aangezien deze de waterstand op de weteringen mede bepaalt. Deze maatregel heeft echter verregaande consequenties aangezien het Zwarte Water onderdeel uitmaakt van het landelijke systeem.
- Verlagen van de waterstanden op de Weteringen. Dit kan door stuwen te plaatsen (maar dat stelt eisen aan de keringshoogte bovenstrooms van de stuwen). Het kan ook bereikt worden door de keringen op sommige trajecten overstroombaar maken, waardoor het teveel aan water afvloeit naar gebieden waar het minder kwaad kan.

### **GEDIFFERENTIEERD NORMEREN**

In lijn met het voorafgaande lijkt het logisch om de huidige norm van 1:200 aan te passen aan het landelijke systeem. Daarbij lijkt een norm die overeenkomt met klasse V, een norm van 1:1000, de meest passende waarde.

Er zou gekozen kunnen worden om dit op het gehele traject van toepassing te laten zijn.

Een andere optie is om gedifferentieerd te normeren: sommige trajecten 1:1000, en andere trajecten lager, 1:300 (hetgeen nog steeds een hogere norm is dan de huidige 1:200 waarde). Hiermee houdt je meer specifiek rekening met de grootte van de schade en waar deze kan ontstaan.

Naast normdifferentiatie per deelgebied, kan er ook normdifferentiatie plaatsvinden per faal-mechanisme: differentiatie tussen hoogte en sterkte. Hierbij stelt men dan de eisen aan de kering zodanig dat overslag wèl geaccepteerd wordt, maar doorbraak (uiteraard) niet.

# 4

## MAATREGELLEN OM DE VEILIGHEID TE VERGROTEN

### 4.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende soorten van maatregelen waarmee Zwolle en omgeving in de toekomst goed beschermd is en blijft tegen hoogwater.

Risico is gedefinieerd als het product van faalkans en gevolgen, kortgezegd: risico = kans x gevolg. Hierbij moet men zich realiseren dat 100 % veiligheid niet bestaat, er kan zich altijd een natuurlijk voorval voordoen dat verder strekt dan de vooraf vastgestelde (gekozen) veiligheidsnormen en waarbij het systeem dusdanig wordt belast dat het bezwijkt.

Om de veiligheidsrisico's op een acceptabel niveau te krijgen en te houden zijn er twee keuzes: men kan de faalkans verder verkleinen, of men kan de gevolgen verkleinen (een combinatie van beiden kan natuurlijk ook). Een manier om de faalkans te verkleinen is bijvoorbeeld het versterken (verhogen en verbreden) van dijken; voorbeelden van gevolgenbeperking zijn het gecontroleerd laten volstromen van bergingslocaties, of gebouwen en infrastructuur ontwerpen op hoogwater.

In Nederland is het zo dat de hoogwaterrisico's bijna altijd zijn opgebouwd uit een (zeer) lage faalkans gecombineerd met (zeer) ernstige gevolgen als het toch mis zou gaan. Dit komt omdat Nederland laaggelegen is, deels onder de zeespiegel, en omdat de grote rivieren onder maatgevende omstandigheden grote hoeveelheden water aanvoeren (iets dat bij een calamiteit niet stopgezet kan worden); Nederland kan zich een hoogwatercalamiteit niet permitteren. Het voorafgaande geldt met name voor het primaire systeem.

We zullen zien dat de situatie voor het regionale watersysteem van Zwolle en omgeving iets genuanceerder ligt. De verschillende maatregelen waarmee de situatie in Zwolle verbeterd kan worden bieden zowel aangrijpingspunten op de faalkans als op de gevolgenkant. Bij het bespreken van de gevolgenkant gaat het dus om schade: datgene wat toch kan gebeuren als het systeem faalt. In de bespreking wordt ook het begrip 'vermeden schade' gebruikt. Hiermee wordt bedoeld: de schade die niet optreedt, ook al faalt het systeem. Met andere woorden, de schade die je dus te allen tijde weet te vermijden.

We bespreken hieronder de vier hoofdvarianten Dijkversterking, Gemaal, Polder en Watercasco. In hoofdstuk 5 zullen we de verschillende varianten onderling vergelijken.

## 4.2 PAKKET DIJKVERSTERKING

### INHOUDELIJKE BESCHRIJVING

Dijkversterking is een preventieve maatregel. Na het vaststellen van de nieuwe normen, worden de keringen versterkt zodat zij aan de nieuwe normen voldoen.

In dit maatregelenpakket is als uitgangspunt gekozen dat de norm omhoog gaat van 1/200 per jaar naar 1/1000 per jaar op basis van schade berekeningen en dat dit voor het gehele traject van toepassing is.

### KOSTENINDICATIE

Om een kostenindicatie te kunnen maken moet er een inschatting worden gemaakt hoeveel kilometer van de Sallandse weteringen door stedelijk gebied (bebouwd gebied incl. binnenstad, bedrijventerrein en Weezenlandenpark) loopt en hoeveel kilometer dijk in landelijk gebied aanwezig is.

De schatting is weergegeven in Tabel 1.

TABEL 1

AANTAL KM WATERKERING IN STEDELIJK EN LANDELIJK GEBIED

	Aantal km kering	Geschatte kosten dijkversterking [M€ /km]
Stedelijk gebied	12,3	10
Landelijk gebied	27,5	0,4

*Nota bene: de bovenstaande getallen zijn een grove raming; kostenraming is derhalve zeer indicatief*

De keringen in het stedelijk gebied kunnen daarbij nog uitgesplitst worden in 4 km kade rondom de binnenstad en 8,3 km dijk in het stedelijk gebied.

De raming van de kosten van dijkversterking zijn gebaseerd op kentallen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.

Naast het aantal kilometers waterkering is het ook van belang om te weten *waarin* de kering tekort schiet ten opzichte van de norm. Voor welk faalmechanisme moet de dijk versterkt worden? Uit vorige technische beoordelingen is gebleken dat de belangrijkste faalmechanismen zijn: (1) tekort aan hoogte, en (2) bekleding.

Op basis van een vergelijking tussen de hydraulische belasting en de huidige hoogte kan een eerste schatting gemaakt worden welke dijktrajecten versterkt dienen te worden.

In onderstaande tabel zijn de op dit moment geldende mhw's (maatgevend hoog water) en de berekende waterstanden bij een norm van 1/1000 per jaar weergegeven voor enkele locaties. In de laatste kolom is het verschil weergegeven.

Locatie	Mhw 2009 (m+NAP)	Waterstand bij norm 1/1000 (m+NAP)	Vershil (m)
Zwolle keersluis (bovenstrooms)	1,91	2,17	0,26
Schoenkuipenbrug (uitmonding van het Overijssels kanaal in de stadsgrachten)	1,95	2,18	0,23
Gerenvonder (waar Nieuwe Wetering en Soestwetering bij elkaar komen)	2,14	2,26	0,12
Lange Slag	2,2	2,28	0,08
Wijhe (stuw 3A)	2,45	2,46	0,01



Op basis van deze berekende waterstanden en de actuele dijkhoogte is het mogelijk een eerste inschatting te maken voor een grove inschatting van de benodigde lengte aan dijkverhoging, bij een normverhoging van 1/200 per jaar naar 1/1000 per jaar.

Hiervoor moet de huidige hoogte van de keringen in kaart gebracht worden en naast deze berekende waterstanden gelegd worden. Deze exercitie moet nog worden uitgevoerd. Als de uitkomst zou laten zien dat de keringen qua hoogte over lange trajecten tekort schieten gaat er een extreem hoog bedrag voor de dijkversterkingen uitkomen.

De bandbreedte die we nu kunnen aangeven betreft een range van maximaal 150 mln. en minimaal 10 mln. De grootste kosten zitten in elk geval in het stedelijke gebied waar gerekend moet worden met 10 mln. per kilometer.

#### **RISICOREDUCTIE EN VERMEDEEN SCHADE**

Door het versterken van de kering van 1/200 per jaar naar 1/1000 per jaar wordt de kans dat het systeem bezwijkt aanzienlijk kleiner. De schade die optreedt bij een dijkdoorbraak in een situatie van 1/200 per jaar met een dijkdoorbraak bij Windesheim wordt berekend op 881 mln. € en bij een dijkdoorbraak naar het oosten, benedenstrooms van de kruising met de spoorlijn Zwolle- Meppel wordt berekend op 1.220 mln € [bron]. Door het versterken van de dijk naar een norm van 1/1000 per jaar, afhankelijk van de locatie waar mogelijk een dijkdoorbraak kan plaatsvinden, wordt de kans op een dijkdoorbraak veel kleiner. Maar de vermeden schade blijft gelijk: als het systeem (toch) faalt, is de schade in principe even groot. Het verhogen/versterken van de dijken verkleint de faalkans, maar is geen **gevolgenbepalende** maatregel. Bij een dijkdoorbraak is de schade ten opzichte van de huidige situatie niet veranderd aangezien dezelfde hoeveelheid water het achterliggende gebied in kan stromen.

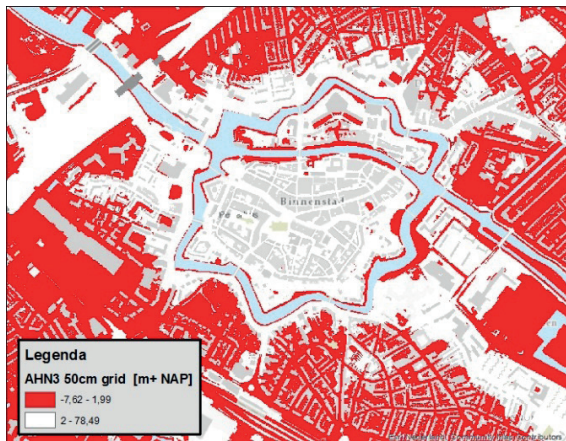
#### **STERKE PUNTEN VAN HET PAKKET**

Het is een traditionele manier van het verhogen van de veiligheid voor het achterland. Hierin is veel ervaring.

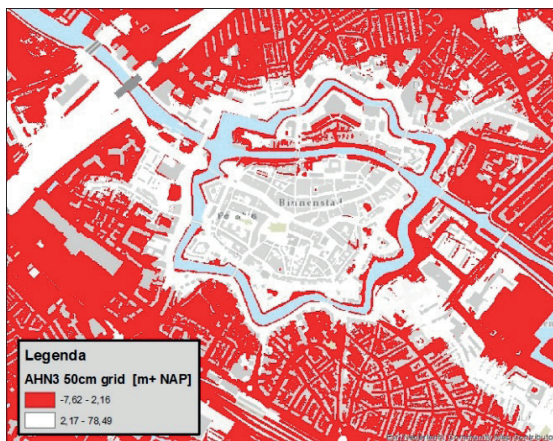
#### **ZWAKKE PUNTEN VAN HET PAKKET**

- Niet op elke locatie kan de dijk gemakkelijk versterkt worden met een grondoplossing, dit betekent mogelijk veel constructies en maatwerk in het stedelijk gebied, met hoge kosten. Ook brengt de benodigde grote ingreep rondom Zwolle veel overlast tijdens de uitvoering met zich mee.
- Door het verhogen van de dijken kunnen hogere waterpeilen optreden in de weteringen. Dit leidt ertoe dat grotere delen van de buitendijks gelegen binnenstad van Zwolle vaker zullen overstromen. Dit leidt tot meer overlast voor de binnenstad. Zie onderstaande figuur (waarin overigens het effect van klimaatverandering nog niet is meegenomen).

AHN 3 MET EEN GRENS OP 1,99 M +NAP



AHN 3 MET EEN GRENS OP 2,16 M +NAP



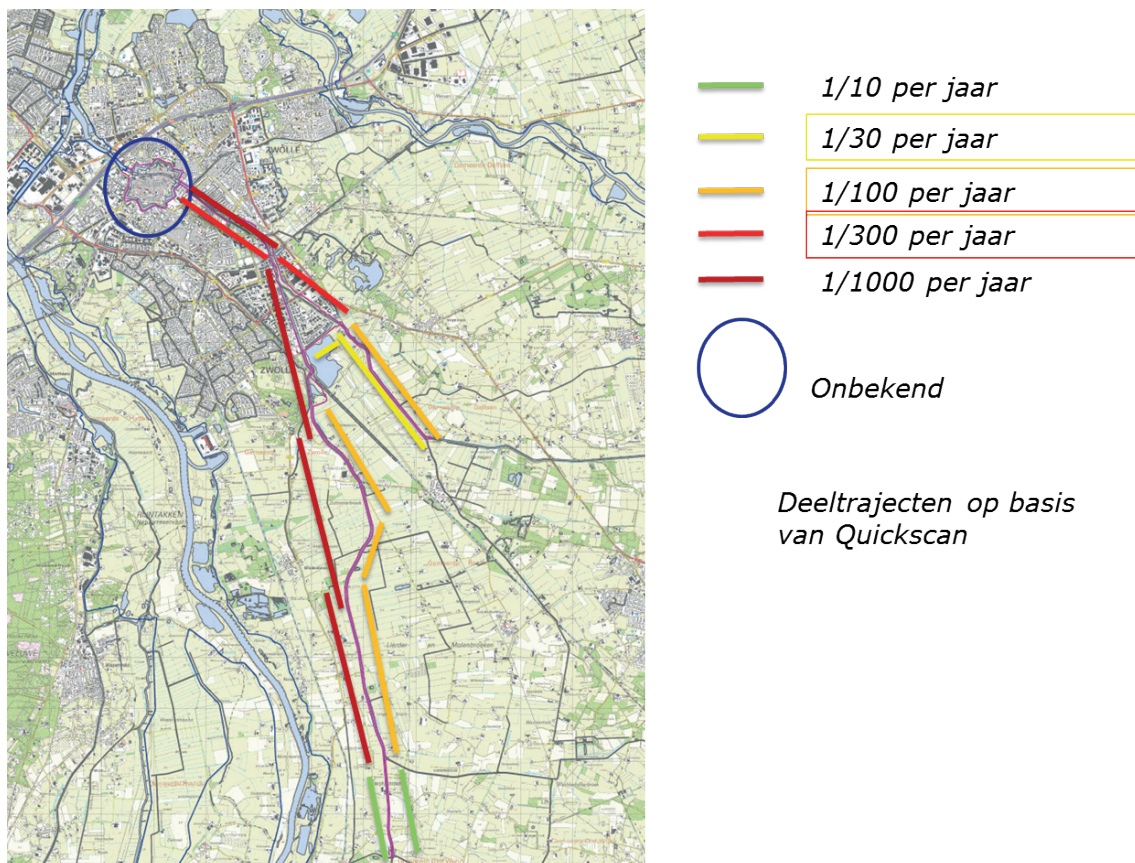
Door het ophogen van de regionale waterkeringen zal in situaties met een kans kleiner dan 1/200 per jaar (de huidige norm) meer water bovenstrooms over de overige keringen stromen door de opstuwende werking van de hogere waterstand.

#### TOEGEVOEGDE WAARDE VAN GEDIFFERENTIEERDE NORMEN

Thans geldt als norm voor alle regionale keringen in dit gebied 1/200 per jaar. Er zijn echter grote verschillen tussen de kwetsbaarheid van het achterland; niet alleen qua hoogte van het maaiveld maar ook qua gebruik (weilanden, bedrijventerreinen, stedelijk woongebied). Door de regionale keringen in diverse deelgebieden verschillende normen te geven (en de hoogte van de kering daarmee in overeenstemming te brengen) kan de economische schade beïnvloed worden. Dit kan ook gebeuren door in bepaalde dijktrajecten de norm voor overslag lager te stellen dan voor doorbraak (en de kering daarop aan te passen, door hem overslagbestendig te maken).

De onderstaande figuur laat een voorbeeld hiervan zien. Hierin hebben de 'binnenste' keringen langs de Sallandse Weteringen lagere normen dan de 'buitenste' keringen. Op basis van deze tweedeling zou het mogelijk kunnen zijn dat de 'binnenste' keringen niet versterkt moeten worden, waar dat, bij een norm van 1/1000 per jaar, waarschijnlijk wel nodig is voor de 'buitenste' keringen.

## NORMEN OP BASIS VAN QUICKSCAN SCHADEBEREKENINGEN (IPO SYSTEMATIEK)

**KLIMAATEFFECTEN**

De bovenstaande beschrijving is gebaseerd op de huidige situatie, zonder dat hierbij rekening is gehouden met klimaatverandering. Om de toenemende dynamiek van het weersysteem te kunnen opvangen, is het belangrijk dat een maatregelenpakket daarop aan te passen is, dat maakt het meer robuust. Voor dit maatregelenpakket, uitgaande van traditionele normering en dijkversterking, geldt dat de robuustheid buiten de dijken gezocht moet worden, zoals ruimtelijke inpassingsmogelijkheden en gevolgen-beperkende maatregelen. Andere mogelijkheid is om de dijken zo te ontwerpen dat ze gemakkelijk uit te breiden zijn in de toekomst of sterk genoeg zijn om te blijven staan bij een overstroming. Dit is niet gemakkelijk voor dijken in stedelijk gebied.

**SAMENVATTEND**

Om de maatregel Dijkversterking serieus te kunnen inzetten moet eerst goed in beeld worden gebracht waar de dijken verhoogd dienen te worden (hoeveel km in stedelijk en hoeveel in landelijk gebied) en hoe groot het hoogtetekort is. Dit is nodig voor een betere inschatting van de kosten. Daarnaast is een nadere uitwerking van differentiatie in normering of de overstromingskansbenadering voor regionale keringen hier gewenst aangezien 'overstroombare' dijken (waarbij de dijkversterking dus gericht is op het overslagbestendig maken) de robuustheid van het systeem sterk kunnen vergroten.



### 4.3 PAKKET GEMAAL BIJ KEERSLUIS

#### INHOUDELIJKE BESCHRIJVING

Een geheel andere oplossingsrichting is die waarbij nabij de keersluis Zwolle een gemaal wordt geplaatst waarmee de waterstand in het regionale systeem beheerst wordt. Door middel van het gemaal wordt overtollig water in het regionale systeem (stadsgracht en weteringen) uitgeslagen naar het buitenwater. Uit de HKV studie blijkt dat alleen een gemaal met een forse capaciteit van ordegrootte 60-80 m<sup>3</sup>/s zin heeft; een lagere capaciteit wordt onder maatgevende omstandigheden aangevuld vanuit de weteringen en leidt derhalve niet tot een veiligere situatie. Het aan- en afslagpeil zijn belangrijk, want hoe lager het peil in Zwolle, des te meer water zullen de Weteringen aanvoeren.

Het zou te overwegen zijn om bovenstrooms stuwen te plaatsen waarmee het water gedoseerd richting Zwolle kan stromen. In dat geval zal de bemaling sneller tot waterstandverlaging benedenstrooms leiden en is de veiligheid nog beter gewaarborgd.

#### KEERSLUIS IN ZWOLLE TER BESCHERMING VAN HET ACHTERLAND VOOR HOGE WATERSTANDEN OP HET ZWARTE WATER



#### KOSTENINDICATIE

De eerste inschatting van de kosten voor een nieuw gemaal met een capaciteit van ongeveer 80 m<sup>3</sup>/s bedraagt ongeveer 30 miljoen euro. Dit bedrag is gebaseerd op een LCC-analyse voor een Zwartewater-kering met gemaal met een vergelijkbare capaciteit.

In dit bedrag zijn de verwervingskosten nog niet meegenomen. Een locatie voor het gemaal is nog niet in beeld, maar die zal vindbaar zijn. De keuze heeft wel ruimtelijke impact aan de rand van de binnenstad. Dit kan mogelijk meegenomen worden in een ruimtelijke ontwikkeling. Voor de extra kosten (verwerving, infra, etc.) houden we rekening met zo'n 5 mln., waardoor het totaal uitkomt op 35 mln. als eerste inschatting. Voor de eventuele aanvulling met extra stuwen bovenstrooms wordt een bedrag van 10 miljoen aangehouden.

### **RISICOREDUCTIE EN VERMEDEEN SCHADE**

In het geval van extreem hoogwater op het Zwarte Water en op de Weteringen kan de keersluis dichtgezet worden en kan de maximale afvoer weggepompt worden door het gemaal. Dit betekent dat het waterpeil achter de Keersluis (in Zwolle) gereguleerd kan worden op een peil waarbij de kans op een overstroming erg klein is; kleiner dan zonder het extra gemaal. De maximale schade die op kan treden indien het systeem faalt, blijft gelijk. De grootte van de vermeden schade blijft dus ongewijzigd.

### **STERKE PUNTEN VAN HET PAKKET**

Er is in principe maar op één locatie een ingreep nodig, namelijk bij de keersluis Zwolle. Dus geen werkzaamheden aan de dijken of het binnenland. (N.B. Indien gekozen wordt om aanvullend bovenstrooms extra stuwen te plaatsen, is er uiteraard wel sprake van meer ingrepen).

De aanleg van het gemaal is goed combineerbaar met het versterken van de keersluis (die is afgekeurd; hij voldoet niet aan de nieuwe normering voor primaire keringen).

Dit pakket biedt bescherming bij, vanuit het regionale systeem gezien, bovenmaatgevende omstandigheden, als de Keersluis gesloten is. Op deze wijze wordt het regionale systeem ook in de praktijk gescheiden van het primaire systeem.

De binnenstad van Zwolle, welke buitendijks ligt, kan hiermee mogelijk ook beschermd worden (afhankelijk van waterstand en gemaalcapaciteit)

### **ZWAKKE PUNTEN VAN HET PAKKET**

Het is mogelijk lastig om het gemaal ruimtelijk in te passen bij de huidige keersluis.

Het gemaal lost alleen een eventuele hoogteopgave op voor de regionale keringen, niet een eventuele sterkte opgave.

Het gemaal vergroot de opgave voor het hoofdsysteem.

De keuze van capaciteit van het gemaal hangt samen met de waterstand waarop het gemaal in werking treedt; deze waterstand bepaalt vervolgens weer via de overtopping in het bovenstrooms gebied welke capaciteit nodig is. Een gemaal vraagt indirect dus ook een keuze in hoeveel overtopping bovenstrooms toelaatbaar is. (Hoe groter het gemaal, hoe minder overtopping bovenstrooms).

Het principe van snel afvoeren gaat in tegen vasthouden, bergen, afvoeren.

### **KLIMAATEFFECTEN**

De bovenstaande beschrijving is gebaseerd op de huidige situatie, zonder dat hierbij rekening is gehouden met klimaatverandering. Om de toenemende dynamiek van het weersysteem te kunnen opvangen, is het belangrijk dat een maatregelenpakket daarop aan te passen is, dat maakt het meer robuust. Voor dit maatregelenpakket geldt dat bepaald moet worden bij welke waterstanden de keersluis gesloten gaat worden en het gemaal inwerking wordt gesteld. In het geval van klimaatverandering kan de frequentie van het sluiten van de keersluis en in werking treden van het gemaal hoger worden. Het vaker inzetten van het gemaal in combinatie met de keersluis is technisch gemakkelijk uitvoerbaar. Een nadeel van het sluiten van de keersluis is dat er geen recreatievaart meer kan plaatsvinden. De keersluis zal alleen in extreme omstandigheden sluiten, wat waarschijnlijk betekent dat op die momenten geen recreatievaart aanwezig zal zijn. Ook zal er bij het gemaal rekening moeten worden gehouden met stijgende waterstanden op het Zwarte Water (buitenwater) door klimaateffecten. Verder lost een gemaal alleen een hoogteopgave op, niet een sterkte opgave voor de keringen langs de Weteringen.

**SAMENVATTEND**

Een gemaal nabij de keersluis is een ‘harde’ technologische oplossing waarmee de waterstand in het regionale systeem in principe goed stuurbaar is. De beheersbaarheid van het systeem zou nog versneld kunnen worden door bovenstrooms stuwen aan te leggen (die ervoor zorgen dat de toelevering van water vertraagd wordt, waardoor benedenstrooms de waterstand sneller verlaagd kan worden. De keerzijde is dat er bovenstrooms mogelijk overtopping plaatsvindt met wateroverlast als mogelijk gevolg).

De faalkans van het systeem zal lager worden, waardoor de veiligheid toeneemt. Maar evenals het pakket Dijkversterking biedt deze oplossing geen gevolgenbeperking. Als het mis gaat (ook een gemaal kan falen) zijn de gevolgen gelijk: 850 mln.

De impact van een gemaal op het hoofdsysteem van het Zwarte Water moet nog onderzocht worden.

**4.4 PAKKET POLDER ZWOLLE****ALGEMENE INLEIDING**

Deze oplossingsrichting ligt in het verlengde van het pakket Dijkversterking: dijken zorgen voor de veiligheid van het gebied. Maar in dit geval worden er ten zuiden van Zwolle nieuwe dijken aangelegd waardoor Zwolle op een bedijkt ‘eiland’ komt te liggen, een ‘dijkkring Zwolle’. Er worden keringen aangebracht in de Sallandse weteringen en nieuwe dijken aangelegd die een verbinding vormen met de IJsseldijk aan het westen en hoge gronden en de Vechtdijk in het oosten. Bij dreigend hoog water op het Zwarte water sluit(en) de kering(en) in de Sallandse weteringen. De keersluis Zwolle wordt eveneens gesloten.

De nieuwe keringen zorgen ervoor, in combinatie met het realiseren van nieuwe watergangen, dat het overtollige water van de Weteringen om Zwolle heen stroomt in plaats van erdoorheen. Het water van de Sallandse wetering wordt voor een deel geborgen in het, vanuit Zwolle gezien, bovenstrooms gelegen gebied en deels via extra gemalen afgevoerd naar de Vecht en of IJssel. Om de overlast in het bovenstroomse gebied te beperken worden ruimtelijke inrichtingsmaatregelen gerealiseerd. Voor de afvoer van regen- en kwelwater in het ingepolderde Zwolle wordt een klein gemaal gerealiseerd.

De gehele maatregel is ruimtelijk ingrijpend. Naast nieuwe dijken, vergt de maatregel ook substantiële aanpassingen op de plaatsen waar het regionale systeem zijn water zal gaan lozen op het primaire systeem. Het betreft het toepassen van bewezen technieken.

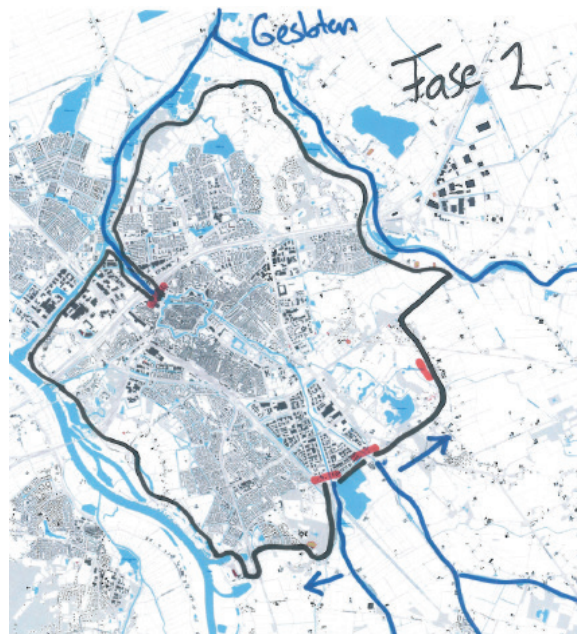
Het is waarschijnlijk logisch om de inrichting getrapt uit te voeren; zie de twee fasen hieronder.



FASE 1: 'OPEN': ZWOLLE OMTVAT NOG 3 POLDERS



FASE 2: 'GESLOTEN': SAMENVOEGING TOT 1 POLDER



### KOSTENINDICATIE

De kosten worden globaal ingeschat ergens tussen de 30 en 70 miljoen euro. Het zal gaan om ordegrrootte 10 km nieuw aan te leggen dijken, grotendeels in gebied dat thans nog als landelijk gebied kan worden getypeerd (maar later wellicht in aanmerking komt om te worden ontwikkeld tot stedelijk gebied, zie Omgevingsvisie 2.0). Daarnaast extra kunstwerken om het water uit te slaan naar het buitenwater.

Indien er ruim tijd genomen wordt voor het ontwikkeltraject, kan bij het bepalen van de inpassingsopgave goed rekening gehouden worden met meekoppelkansen.

Op korte termijn (fase 1):

- Aanleg compartimenteringskeringen (mogelijk aan te leggen als meekoppelkans met ruimtelijke ontwikkeling, bijvoorbeeld tevens geluidswal)

Op lange termijn (fase 2):

- Keersluis
- Waterberging (ten zuidwesten van Zwolle) / Bypass
- Gemalen

### RISICOREDUCTIE EN VERMEDEN SCHADE

Door een geheel nieuwe inrichting van het gebied wordt de kans op falen ten opzichte van de huidige situatie (veel) kleiner. De nieuwe dijken en keersluizen kunnen zo robuust worden uitgevoerd dat de kans op falen in de maatgevende situatie heel klein is. Daarmee wordt het overstromingsrisico (kans maal gevolg) in de stad Zwolle aanzienlijk gereduceerd.

Anderzijds zijn de effecten van een eventueel falen van het systeem, waaronder dus primaire keringen, aanzienlijk. Misschien is de schade zelfs wel groter dan in de huidige situatie aangezien de 'polder Zwolle' een relatief kleine dijkring betreft die onder bepaalde omstandigheden snel kan vollopen. Hier zal nog veel aan gerekend moeten worden. Voor dit rapport gaan we derhalve uit van geen vermeden schade.

**STERKE PUNTEN VAN HET PAKKET**

Dit pakket biedt de mogelijkheid om overstromingsrisico's in de stad Zwolle op elk gewenst niveau te realiseren.

Keringen in de stad hoeven niet versterkt te worden.

Bestaande keringen in het buitengebied hoeven niet versterkt te worden.

Biedt mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkeling, klimaatbestendig ontwikkelen. Indien er, om maar iets te noemen, ergens in het gebied een nieuw tracé van een snelweg zou worden aangelegd, is dit goed te combineren met de realisatie van een kering.

**ZWAKKE PUNTEN VAN HET PAKKET**

Dit pakket vraagt veel nieuwe infrastructuur en bijbehorende extra beheerkosten. Door de aanleg van nieuwe dijken en keermiddelen in de Weteringen introduceert dit pakket overlast op problemen waar die nu niet in die mate voorkomen. Dit heeft tot gevolg dat het landelijk gebied vaker zal overstromen.

De nieuwe inrichting biedt verder geen prikkel om in stad rekening te houden met gevolgsbeperking en waterrobuust bouwen.

Als het systeem (primaair of regionaal) toch faalt, zijn de gevolgen misschien veel ernstiger vanwege het snel bereiken van hoge waterstanden (badkuip effect).

Het is een ruimtelijk ingrijpende maatregel, waarbij tracéstudies vereist zullen zijn en wellicht tot veel discussie aanleiding geven.

De nieuw aan te leggen keringen zijn 'droge' keringen (ervan uitgaande dat de weteringen onder normale omstandigheden hun water via Zwolle afvoeren naar het Zwarte Water). Dit vraagt om andere toetsingsvoorschriften, specifiek voor compartimenteringskeringen.

Ook zal de aanleg van nieuwe keermiddelen onderzoek vergen om de nieuwe instellingen te bepalen.

**SAMENVATTEND**

Het realiseren van een dijkkring rondom Zwolle is een ingrijpende maatregel, er gaat veel op de schop. Door de nieuwe dijk en bijbehorende kunstwerken zeer robuust aan te leggen, kan een zeer veilige situatie worden bereikt. Er is interactie met het primaire systeem aangezien de dijkkring deels uit primaire keringen, en deels uit regionale keringen bestaat.

**4.5 PAKKET WATERCASCO****ALGEMENE INLEIDING**

In deze laatste oplossingsrichting staat adaptatie centraal. Uiteraard spelen ook dijken een rol, maar het gaat vooral om het opvangen van het teveel aan water op plaatsen waar het geen kwaad kan, en aldus de veerkracht van het systeem benutten. Dit betekent dat Zwolle veel vierkante meters voor een groen-blauwe functie of nevenfunctie gaat inrichten. Hoogwater wordt voorkomen door er 'breedwater' van te maken. Door het beheerst laten volstromen van gebieden, steeds meer naarmate de aanvoer van water langer duurt en/of de hoeveelheid water groter is (met acceptabele overlast als prijskaartje), voorkomt de stad ernstige overlast en grote schade. Het water wordt naar plekken gestuurd waar het weinig tot geen schade aanricht. Het Watercasco kent dus geen gevolgschade zoals bij overstromingen als gevolg van dijkdoorbraken; het water wordt geabsorbeerd als een spons. Bijkomend voordeel is dat het Watercasco, naast de berging van het water van de weteringen, ook lokale extreme neerslag-situaties goed kan opvangen.

Het Watercasco bereikt dit door middel van het slim vasthouden, doorvoeren en omleiden

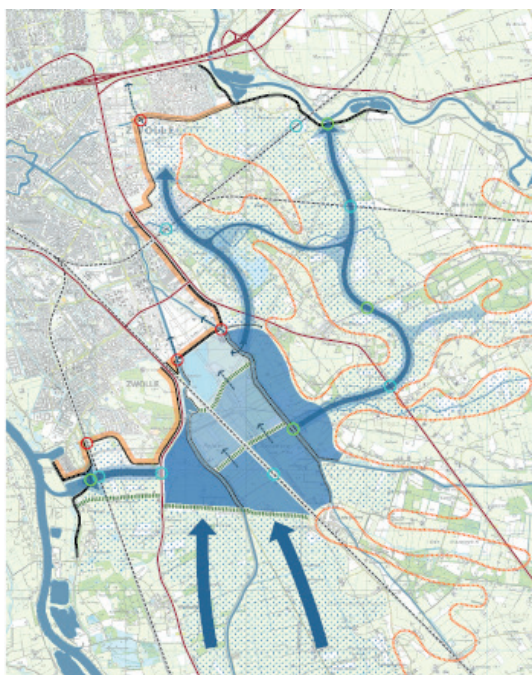


van te veel aan water. Hierbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande infrastructuur en geografische eigenschappen (hoog/laag en lijnelementen) van het landschap in combinatie met gerichte aanvullende ingrepen in het watersysteem en de waterkeringen, uit te voeren in combinatie met ruimtelijke ontwikkelingen.

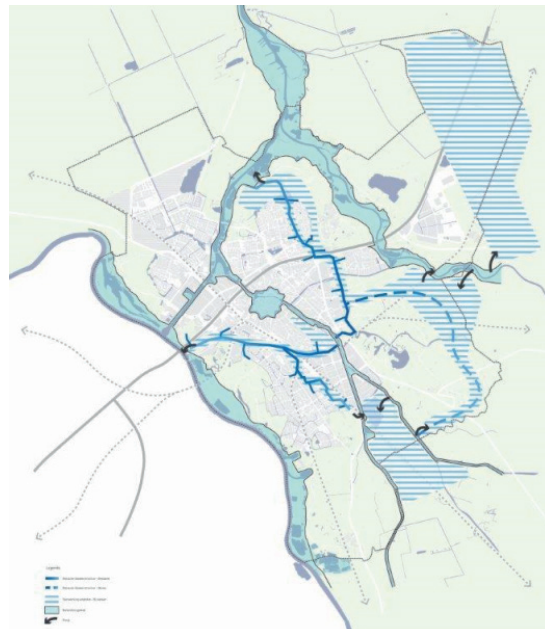
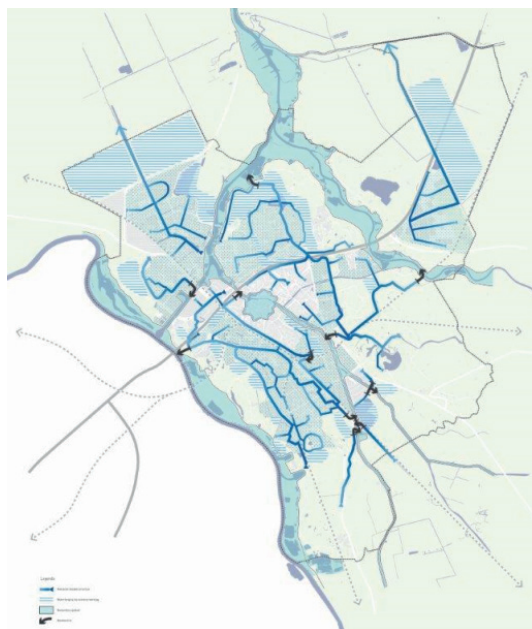
Het Watercasco is een samenspel van dijkversterking, inrichting en beheermaatregelen.

**VISUEEL**

Er zijn diverse modellen voor het Watercasco, de afbeeldingen zijn indicatief. Het gaat om het principe van het sturen van overstromingspatronen.



Verbinding watercasco in bestaand landschap bij calamiteit



**KOSTENINDICATIE**

Het watercasco is een concept dat op vele manieren vorm kan krijgen. Om de kosten te kunnen inschatten, is concretisering noodzakelijk. Een grove kosteninschatting is 30 tot

60 mln. Uitgangspunt is dat mee gekoppeld kan worden met de gebiedstransities inclusief adaptatiestrategie en woonopgave waardoor de kosten voor verwerving worden verlaagd. Voor een exacte kostenbepaling is concretisering van de plannen noodzakelijk. Eerder, in 2016 en 2017, zijn er diverse modellen nader uitgewerkt.

Kostenposten zijn o.a.:

- Maatregelen om water tegen te houden (bijv. de aanleg van kades die het water binnen het als bypass ingerichte gebied houden);
- Maatregelen om water door te voeren (bijv. een doorgang in een bestaande spoorlijn);
- Maatregelen om water om te leiden (bijv. het verlagen van hoogten in het landschap);
- Compenserende of mitigerende maatregelen voor plekken waar overlast/schade toeneemt;
- Aanleg van robuuste groen/blauwe structuur in stedelijk gebied;
- Maatregelen in het watersysteem, afsluiters, overstroombare keringen etc.

De strategie van de inrichtingsmaatregelen is gericht op het meekoppelen met ruimtelijke ontwikkelingen (dus inzetten op alleen financiering van de 'plus'). De schadereductie ligt tussen 11 en 850 miljoen. De investeringsruimte bedraagt circa 100 mln (Hydrologic, 2017).

### **RISICOREDUCTIE EN VERMEDEN SCHADE**

Het voordeel van dit pakket is dat de opnamecapaciteit van het gebied enorm vergroot is, waardoor hoge waterstanden op de weteringen praktisch niet voorkomen. De stad is door een gewijzigde inrichting intrinsiek veilig geworden. Daartegenover staat dat een groot gebied als berging wordt aangewend en nat wordt (met mogelijk overlast tot gevolg). Ten opzichte van de andere pakketten zal er dus relatief sneller overlast en (enige) schade plaatsvinden; de maximaal vermeden schade is heel groot aangezien al het water in het gebied kan worden opgevangen.

### **STERKE PUNTEN**

Waterrobuuste inrichting van het gebied. Reductie van het economisch schaderisico bij overstromingen en extreme neerslag; het gebied is intrinsiek veilig. Het vermindert Zwolle's kwetsbaarheid en past bij de lange termijn adaptatiestrategie van de stad.

Kansen voor koppeling en integratie met ruimtelijke ontwikkelingen en opgaven. Hierdoor neemt de kosteneffectiviteit sterk toe (bijv. een nieuw fietspad verhoogd aanleggen beperkt de meerkosten). Benadering van integrale visie is belangrijk. Veerkracht, ruimte om adaptief de klimaatverandering op te vangen heeft positieve invloed op de ruimtelijke kwaliteit: wonen werken, vestigingsklimaat, leefomgeving, gezondheid etc.

### **ZWAKKE PUNTEN**

Het draagvlak is belangrijk; wie heeft welke verantwoordelijkheid? Kostenverdeling? De realisatie vraagt lange adem en veel verschillende maatregelen. Hoe creëer je continuïteit? Hoe borg je de processen? Hoe ga je om met het bewust introduceren van extra schade op andere locaties ten tijde van extreme situaties? Er is veel ruimtebeslag; tijdens economische hoogconjunctuur kan er druk op de ruimte ontstaan om groen-blauwe structuren andere functie te geven.

### **TOEGEVOEGDE WAARDE VAN GEDIFFERENTIEERDE NORMEN**

Normdifferentiatie is een onderdeel van de werking van het Watercasco. Delen die kwetsbaar zijn voor overstromingen, moeten een betere bescherming krijgen om de 'sturing' in de prak-

tijk te brengen. Een deeltraject (met een lagere norm) waaronder mogelijk een overstroombare kade zorgt ervoor dat het gecontroleerd ‘misgaat’ (overloopt) op een plek waar het gebied ervoor is ingericht.

#### **KLIMAATEFFECTEN**

Het Watercasco zorgt voor een waterrobuuste inrichting van het gebied: overstromingen of extreme neerslag kunnen in het gebied worden opgevangen en veroorzaken veel minder schade. De nut en noodzaak van een dergelijke gebiedsinrichting wordt in belangrijke mate vergroot door klimaatverandering.

De gevolgbeperking heeft een positieve invloed op dijkverhoging. De hoogwaterstanden nemen in mindere mate toe (‘hoogwater wordt breedwater’). De vrije afwatering kan dus langer in stand blijven. Door het Watercasco kan een normverzwaring mogelijk worden voorkomen. Het Watercasco levert hydraulisch geen of slechts een beperkte bijdrage aan het toekomstige knelpunt rond de vrije afwatering van de weteringen via de binnenstad.

#### **SAMENVATTEND**

Adaptatie staat centraal. Het Watercasco is in essentie een gevolgbeperkende maatregel. Verkennende berekeningen laten zien dat het Watercasco een significante bijdrage kan leveren aan het beperken van overstromingsgevolgen.

Ook droogte en hittestress kunnen deels worden opgevangen (mits tijdig water geborgen is).

### **4.6 EERSTE VERGELIJKING VAN DE PAKKETTEN**

Op het eerste oog laat een vergelijking van de pakketten zien dat ze allemaal het gewenste resultaat kunnen opleveren: risicoreductie tot het gewenste, acceptabele, niveau. Qua kosten lopen ze waarschijnlijk wel uiteen, maar er ontbreken nog teveel gegevens om nauwkeurige kostenramingen op te stellen. De pakketten dijkversterking en Gemaal zijn gebaseerd op de inzet van technieken waar veel ervaring mee is. In die zin zijn ze goed voorspelbaar en beheersbaar. Het pakket Polder Zwolle draait ook om inzet van bekende technieken, maar het houdt wel een wijziging van de inrichting van het gebied in. Er gaat in dit scenario veel op de schop. De wisselwerking met het primaire stelsel is groot en er zal nog veel aan gerekend moeten worden om exact te kunnen voorspellen wat de impact hiervan is. Het vierde pakket is wellicht het meest afwijkend aangezien de insteek hier niet zozeer preventie is (laag 1 van MLV), maar ruimtelijke adaptatie (laag 2 van MLV). Vooral de beschouwing van de sterke en zwakke punten per pakket maakt inzichtelijk dat de pakketten gebaseerd zijn op verschillende denklijnen. Waar de eerste twee vooral voortbouwen op praktische en hydraulische punten, gaan de laatste twee vooral over inrichtingsmaatregelen en kansen voor de inrichting in de toekomst.

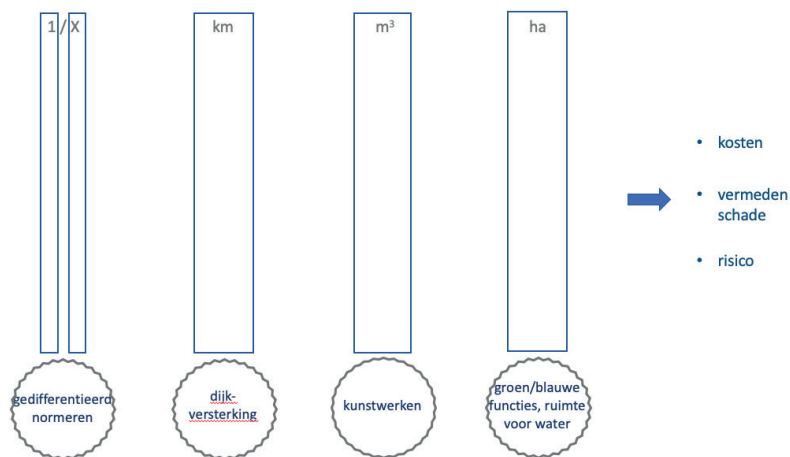
In het volgende hoofdstuk wordt een poging ondernomen om de pakketten aan de hand van een model semi-kwantitatief met elkaar te vergelijken.

# 5

## GLOBALE VERGELIJKING VAN DE PAKKETTEN

### 5.1 KNOPPEN OM AAN TE DRAAIEN

In het vorige hoofdstuk zijn vier maatregelenpakketten beschreven waarmee Zwolle in principe goed beschermd blijft ten tijde van hoogwaterperioden. De wijze waarop dit wordt bereikt, is echter geheel verschillend. Bij het bedenken en bediscussiëren van de verschillende handelingsperspectieven is gebruik gemaakt van de metafoor van een mengpaneel met draaiknoppen, zie onderstaande figuur.

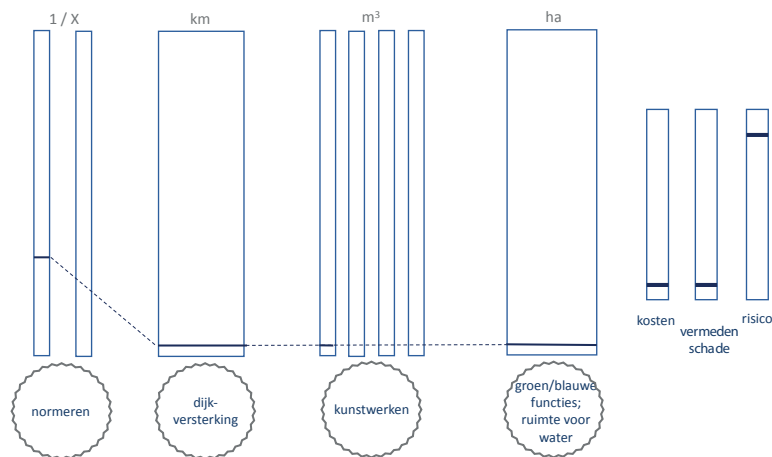


De knoppen waaraan gedraaid kan worden, zijn:

- Normeren, al dan niet gedifferentieerd;
- Dijkversterkingen inclusief nieuwe dijken
- Kunstwerken zoals gemalen etc.
- Inzetten van gebied om water op te vangen en weg te leiden.

De gekozen stand van de draaiknop bepaalt de uitslag op de verticale schaal.

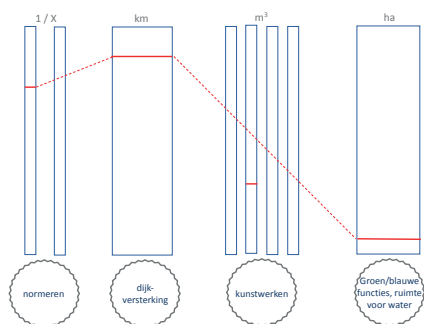
Laten we, om te beginnen, met het mengpaneel de nulvariant bespreken: de variant waarbij we niets veranderen en de actuele situatie ongewijzigd laten. De stand van de knoppen van het mengpaneel ziet er dan als volgt uit:



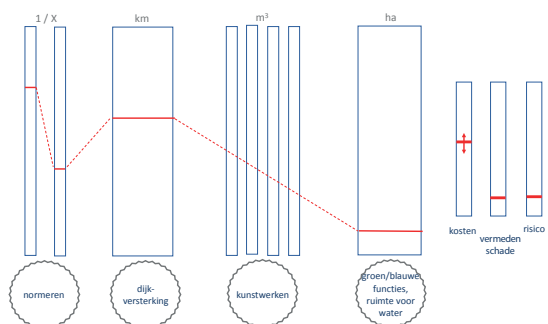
Ter toelichting: de huidige norm is één waarde, nl. 1/200. Er is uitgegaan van een minimale hoeveelheid dijkversterking voor het instandhouden van de situatie. Geen extra kunstwerken, geen extra inzet van ruimte. Het resultaat laten we rechts in het plaatje zien, in drie (kleinere) staven: kosten, vermeden schade en risico. In dit geval van de nulvariant, waarin de actuele situatie ongewijzigd blijft, zijn de kosten uiteraard minimaal. De vermeden schade is relatief laag en de risico's zijn relatief hoog.

Met het pakket **Dijkversterking** wordt gekozen voor versterking van de huidige dijken. Daarbij is de keuze of er één norm gehanteerd wordt, die zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven, dan uitkomt op 1/1000, of dat er gedifferentieerd genormeerd wordt: deels 1/1000, deels 1/300. De schematische weergave is als volgt, links het plaatje behorend bij één norm, rechts bij gedifferentieerd normeren.

DIJKVERSTERKING OP BASIS VAN 1/1000 NORM



DIJKVERSTERKING OP BASIS VAN GEDIFFERENTIEERDE NORMEN



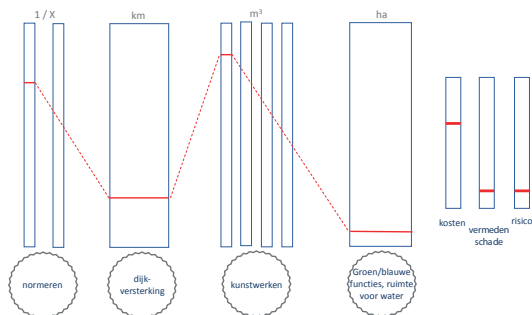
Bij één hoge norm is er een aanzienlijke dijkversterkingsopgave. De kosten zullen hoog zijn, maar zijn nog niet exact aan te geven. Het linkerplaatje laat zien hoe dit pakket 'scoort': behoorlijk hoge kosten, lage risico's maar een min of meer ongewijzigde vermeden schade: als het systeem faalt zijn de gevolgen onverminderd groot.

Bij het toepassen van gedifferentieerde normen, het rechterplaatje, is de dijkversterkingsopgave geringer. Het resultaat qua risicoreductie en vermeden schade zal niet afwijken van het dijkversterkingspakket op basis van één norm, maar het is wel goedkoper. Wat betreft de normdifferentiatie: het meest kansrijk lijkt een differentiatie naar (faal-) mechanismen. Hierbij wordt bewust onderscheid gemaakt tussen dijken die wèl overstroombaar gemaakt worden, en dijken die dat niet zijn. Dit vereist dat er achter de dijktrajecten die overstroom-

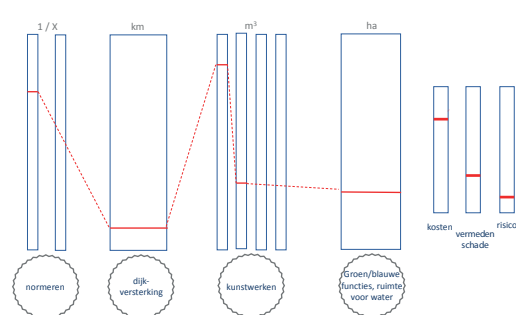
baar zijn, zich groen-blauwe structuren bevinden om het water op te vangen. Vandaar dat in het rechterplaatje de knop groen/blauw iets meer benut is dan in het linkerplaatje. Er is in beide varianten van het pakket Dijkversterking geen sprake van aanpassingen aan kunstwerken zoals gemaalcapaciteit om het bergingswater weer weg te pompen; de draaiknop 'kunstwerken' blijft ongebruikt.

In het pakket **Gemaal bij Keersluis** wordt de waterstand beheersbaar gemaakt door een nabij de keersluis nieuw te bouwen gemaal. Het systeem wordt een 'watermachine' die technisch stuurbaar en controleerbaar is.

GEMAAL BIJ KEERSLUIS



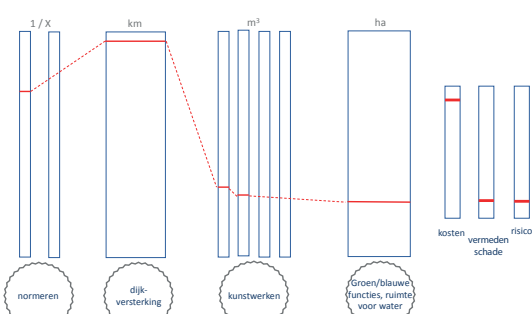
GEMAAL BIJ KEERSLUIS INCL. BOVENSTROOMSE STUWEN



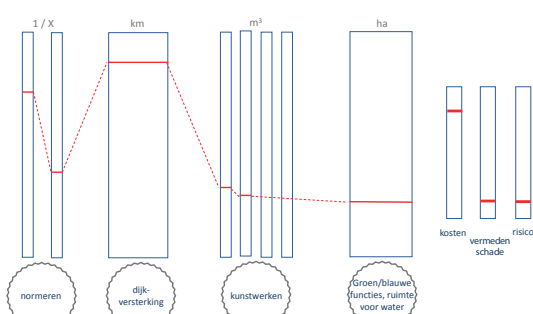
De varianten die hier zijn weergegeven betreffen het Gemaal met en zonder bovenstroomse stuwen, zie paragraaf 4.3. Er is vanuit gegaan dat bij de aanleg van het gemaal ook nog enige dijkversterking plaats zal moeten vinden. Deze dijkversterkingsopgave neemt af indien bovenstroomse stuwen worden aangelegd; daar staat tegenover dat er meer ruimtelijke implicaties zijn. Hoe de kosten van de twee varianten zich tot elkaar verhouden is thans niet te voorspellen; ze zijn daarom gelijk gehouden. De vermeden schade is in de tweede variant iets gunstiger gesteld, aangezien met de inzet van de bovenstroomse stuwen de waterstandverlaging in de stad sneller zal optreden hetgeen naar verwachting aan de gevolgenkant iets zal doen.

In het pakket **Polder Zwolle** worden nieuwe dijken en keermiddelen aangelegd, zodat het water van de weteringen om de stad heengeleid wordt en de stad aldus tijdens hoog water op een 'eiland' komt te liggen.

POLDER ZWOLLE; ENKELVOUDIGE NORM



POLDER ZWOLLE; GEDIFFERENTIEERDE NORMEN



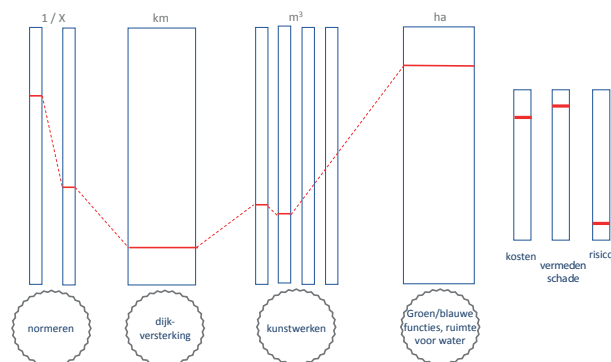
Deze maatregelen zijn qua methodiek verwant aan die van pakket Dijkversterking, met dien verstande dat er hier ook nieuwe dijken worden aangelegd. Vandaar de hoge waarde op dijkversterking (en -aanleg) en de hoge kosten. Tevens zijn er kunstwerken vereist om het water



om de stad te leiden. Ruimtelijke reserveringen zijn nodig voor de nieuwe inrichting van het gebied. Het is mogelijk zinvol om de normen te differentiëren, vandaar dat er twee varianten zijn weergegeven. De vermeden schade is in beide plaatjes laag gehouden (= ongunstig) aangezien de gevolgen, als dit systeem faalt, nog grotendeels onbekend zijn. Zwolle is een kleine polder geworden die snel kan volstromen, dat kan grote gevolgen hebben.

Met het pakket **Watercasco** wordt het water in het gebied opgevangen en weggeleid. Hoogwater wordt nu 'breed water'. Onder extreme omstandigheden is er wel overlast maar geen risico's van dijkdoorbraak.

#### WATERCASCO ZWOLLE



Er wordt in dit geval bewust gekozen om sommige gebieden te laten overstromen en het water ruimtelijk te bergen, vandaar dat er sprake is van gedifferentieerde normen. In deze variant gaat het vooral om de inzet van veel vierkante meters, in combinatie met enkele aanpassingen aan kunstwerken om het water af te kunnen voeren. Niet alle schade zal vermeden kunnen worden (er is hinder en overlast), maar wel is de vermeden schade veel groter dan in de andere pakketten.

## 5.2 OVEREENKOMSTEN EN VERSCHILLEN

Op basis van de huidige, nog globale gegevens, blijkt uit de analyse dat de vier pakketten zich niet sterk van elkaar onderscheiden in risico-reductie. Ofwel: met elk van de vier pakketten kunnen de gewenste doelen bereikt worden. Ook de kosteninschatting is nog dermate globaal dat er nog niet gesproken kan worden van significante verschillen. Wat wél verschilt, is de wijze waarop de beoogde risicoreductie wordt bereikt. Met name Watercasco, het vierde pakket, wijkt qua methode af van de andere drie omdat het effect van dit pakket veel meer tot uiting komt in de gevolgebepanking.

Opnieuw herhalen we hier de 'disclaimer': de gegevens zijn nog summier en er zal nog veel gerekend moeten worden om de daadwerkelijke effecten van de verschillende pakketten kwantitatief te kunnen beschouwen. Maar het principe is helder en voor het denkproces bruikbaar.

## 5.3 VERVOLGSTAPPEN: HOE VERDER?

De eerste keuze die gemaakt moet worden, is: willen we gedifferentieerd normeren (en aldus kiezen om sommige gebieden onder bijzondere situaties nat te laten worden) of niet? Indien niet, dan alles op 1/1000 normeren.

Tweede keuze: willen we de veiligheidsnormen halen via inzet van 'harde' techniek, die via

faalkansreductie leidt tot de gewenste risicoreductie? Of willen we het doel bereiken via de inzet van ‘zachte’ maatregelen zoals het water opvangen in daartoe ingericht gebied?

Met de pakketten Dijkversterking, Gemaal en Polder, die alle drie de inzet van technische maatregelen betreffen, kan elke gestelde veiligheidsnorm bereikt worden. Echter, als het systeem faalt, zullen de gevolgen nog steeds groot zijn en is er veel schade. Welk niveau van faalkans acceptabel is, is vooraf te bepalen.

Watercasco, een keuze voor het inzetten van gebieden om het water op te vangen, betekent daarentegen de keuze voor een veerkracht en adaptie, waarmee gevolgenbeperking centraal staat. ‘Het gebied als spons’. Dijken worden overstroombaar gemaakt, hoogwater wordt afgeleid en gebufferd op plekken waar dit weinig overlast geeft. Het systeem groeit mee met de klimaatverandering, waarbij voor de realisatie wordt aangesloten op de ruimtelijke dynamiek van transitie en opgaven (bijvoorbeeld wonen, mobiliteit, energie, Landbouw en natuur) en gebiedsontwikkeling. Daarvoor dient sprake te zijn van de juiste ruimtelijke reserveringen. Dit vraagt om inzet van alle maatschappelijke partijen en geledingen. En daarmee vraagt het ook om een governance aanpak.

#### 5.4 OP ZOEK NAAR DE IDEALE COMBINATIE

Het is niet zwart-wit. Als men kiest voor een bepaalde variant, kan nog steeds gebruik worden gemaakt van elementen uit andere pakketten. De onderstaande tabel geeft per pakket aan met welke elementen uit de andere pakketten het aangevuld kan worden.

In de eerste kolom staat verticaal het ‘dominante’ pakket: het pakket waarop de strategie in hoofdlijn gebaseerd is. In de horizontale regel staat vervolgens aangegeven of dat betreffende pakket versterkt kan worden door te ‘shoppen’ uit andere pakketten.

Dominant pakket ↓	Aanvulling vanuit ander pakket			
	Dijkversterking	Gemaal	Polder	Watercasco
<b>Dijkversterking</b>	X	Is niet logisch tenzij 80 m <sup>3</sup> /s waarmee dit feitelijk de variant Gemaal wordt.	Niet logisch	Ja, zie tekst over gedifferentieerde normen. Overstroombare keringen beperken de gevolgen, zeker indien water wordt opgevangen in groen-blauwe structuren. Elke m <sup>3</sup> die ruimtelijk wordt opgevangen helpt.
<b>Gemaal</b>	Dijkversterking beperken tot wettelijk vereiste	X	Niet logisch	Ja, bovenstroomse stuwen houden water vast, waardoor in de stad sneller verlaging van waterstand optreedt
<b>Polder</b>	Ja, vanwege dijkkringwerking	Ja, Polder heeft klein gemaal nodig voor lokaal hemelwater en voor bovenstroomse retentie	X	Ja, de bypass kan casco-achtig aangelegd worden
<b>Watercasco</b>	Ja, om dijken overstroombaar te maken (sterkte)	Ja, kleine gemalen nodig om gebufferd water later weg te pompen	Nee, casco is ‘open’ systeem; polder is ‘gesloten’	X



# 6

## SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Het slechte nieuws: Zwolle heeft een hoogwaterprobleem, dat door de klimaatverandering in ernst zal toenemen. Vanaf 2050 zal het huidige systeem niet meer toereikend zijn om Zwolle voldoende veiligheid te bieden.

Het goede nieuws: er is iets aan te doen. Er zijn diverse handelingsperspectieven om het probleem te tackelen.

In het besluitvormingsproces over wat er het beste gedaan kan worden, is misschien wel de belangrijkste vraag: willen we het gebied beschermen met de inzet van steeds meer techniek en hogere dijken? Waarbij er altijd een kleine tot zeer kleine kans blijft bestaan dat als gevolg van het falen van het systeem er forse schade optreedt. Of willen we de stad adaptief en veerkrachtig maken, waarbij onder extreme omstandigheden er wel sprake zal zijn van wateroverlast, maar waarbij de veiligheid nooit in het geding is? Deze laatste insteek vergt minder techniek maar kost meer vierkante meters.

Een combinatie van maatregelen is ook mogelijk. Om de werking en de kosten van de verschillende perspectieven scherp in beeld te krijgen is aanvullend onderzoek nodig alvorens keuzes gemaakt kunnen worden.

De direct betrokken instanties (provincie, waterschap en gemeenten) staan hierbij voor een gezamenlijke opgave, die gezamenlijk moet worden opgepakt. Daarbij is ook de betrokkenheid van bewoners en bedrijven van belang, want draagvlak voor een goed besluit is zonder inzicht en acceptatie van de risico's niet mogelijk.

## BIJLAGE

# WAAROM DEZE PILOT IN HET KADER VAN ORK

Sinds de dijkafschuiving in Wilnis in 2003 is er veel aandacht besteed aan de regionale keringen. In 2004 verscheen de eerste Visie op de regionale keringen, als product van samenwerking tussen provincies en waterschappen (toezichthouders en dijkbeheerders). Inmiddels zijn we vijftien jaar verder. De regionale waterkeringen zijn aangewezen, genormeerd en grotendeels getoetst. Honderden kilometers zijn inmiddels versterkt. In 2016 is de Visie hernieuwd. Kennishiaten en technische vragen van de beheerders worden via het programma ORK (Ontwikkelprogramma Regionale Keringen) aangepakt en beantwoord.

Het werk is nog niet af. Het toetsen en versterken van de regionale waterkeringen gaat ook de komende jaren door. Bovendien blijkt dat als gevolg van processen zoals bodemdaling en klimaatverandering, we in sommige gevallen tegen de grenzen van het systeem aanlopen. De klassieke aanpak van dijkversterkingen biedt onvoldoende soelaas of wordt te kostbaar. We moeten zoeken naar alternatieven om, tegen betaalbare kosten, stad en platteland tegen (de gevolgen van) wateroverlast te beschermen. Daarom worden in het kader van het ORK een aantal pilots uitgevoerd waarmee, experimenteel en op lokale schaal, ervaringen worden opgedaan met alternatieve oplossingen. Het is daarbij de bedoeling dat zowel de lokale probleemeigenaren voordeel hebben aan de pilot, als ook het landelijk netwerk van beheerders van regionale keringen. Dit met het oogmerk dat we niet onnodig op meerdere plekken het wiel proberen uit te vinden.

De keuze voor Zwolle als pilot is logisch omdat hier het watersysteem tegen de grenzen van wat mogelijk is aanloopt. De keuze in Zwolle is: doorgaan met maatregelen zoals dijkversterking en extra kunstwerken die het systeem steeds afhankelijk maken van techniek, of het roer omgooien en kiezen voor ruimtelijke adaptatie.

Ook andere regio's kunnen leren van dit vraagstuk, vandaar dat Zwolle een landelijke pilot is geworden.