

INFRAM
Mobiliteit, Ruimte, Water en Energie

Water en klimaat – De singel van Zwolle

Inhoudsopgave

1 Een bouwsteen vanuit water en klimaat voor de visie voor de singel 3

2 De binnenstad van Zwolle ervaart nu al problemen door hoogwater, wateroverlast en hittestress en dit wordt erger door klimaatverandering 5

3 Klimaatrobuustheid vormgeven via oplossingsrichtingen voor hoogwater, piekbuien en hitte 12

1.1 Leven met hoogwater: de hoge delen in de binnenstad bieden een uitweg bij extreme hoogwater situaties 14

1.2 Gevolgbeperking in de binnenstad en vergroten van afvoercapaciteit bij de Thorbeckegracht 15

1.3 Ontwerp de regionale kering bij ruimtelijke ontwikkelingen op +2,70m NAP en versterk waar nodig aan de binnendijkse kant om zo meer ruimte te reserveren voor water 16

1.4 De geplande woningbouw biedt kansen voor klimaatadaptief bouwen 18

1.5 Parken en parkeerterreinen aan de buitenkant van de singel bieden een unieke kans voor de stad als “superspons” 19

1.6 Versterk het Singelpark als groenstructuur voor verkoeling en opvang van piekbuien 20

4 Ambities vanuit water en klimaat kunnen andere ambities in de Singel versterken maar kennen ook schuurpunten 22

5 Conclusie: de ligging van de singel van Zwolle maakt het nodig én mogelijk om klimaatrobuuster te worden. De bijbehorende oplossingsrichtingen vragen om heldere keuzes vanuit water en klimaat. 23

6 Bronnen 26



Foto omslagpagina
Fig. 1 Singel van Zwolle Zwolle van bovenaf *(Erik Fotografie, 2024)*

Foto rechts
Fig. 2 Hoogwater bij het herontwikkelde Noordereiland in december 2023 *(Gemeente Zwolle, 2023)*

1 Een bouwsteen vanuit water en klimaat voor de visie voor de singel

Zwolle wil de stad ontwikkelen naar een toekomstbestendig Stadshart. De Omgevingsvisie (*Zwolle, 2021*) wil ruimte bieden voor ontwikkeling met behoud en versterken van leefbaarheid en leefkwaliteit. Meer woningen gaat dus bijvoorbeeld samen met het groener maken van de stad. Naast de woningbouwopgave (de bouw van 3000 woningen in het Stadshart) is daartoe in de uitvoeringsagenda voor het Stadshart (*Zwolle, 2023*) ook het aanpassen van de singelstructuur als belangrijke opgave opgenomen.

Zwolle stelt een integrale visie op de singel op, met als doel te komen tot een uitnodigende singel die de weerbaarheid tegen de gevolgen van het veranderend klimaat vergroot, dat uitnodigt om te verblijven, het welzijn van mens, plant en dier bevordert, culturele- en economische ontwikkeling stimuleert, de bereikbaarheid en gastvrijheid van de binnenstad waarborgt en een positieve bijdrage levert aan de uitstraling van de stad: een boegbeeld voor stad en regio (*Zwolle, 2024, Startnotitie visie singel van Zwolle*). Daarnaast wil de stad in 2050 klimaatbestendig zijn en sterk bijdragen aan de klimaatopgave (solidariteit met landelijk gebied).

Deze rapportage water en klimaat is een bouwsteen voor de integrale visieontwikkeling. Zicht op de water- en klimaatopgave en mogelijke oplossingsrichtingen is belangrijk, omdat het stadshart kwetsbaar is voor klimaatverandering. Deze kwetsbaarheid in combinatie met de ambitieuze woningbouwopgave maakt het noodzakelijk om bij de inrichting van de singel en haar omgeving klimaatrobuustheid als uitgangspunt te nemen.

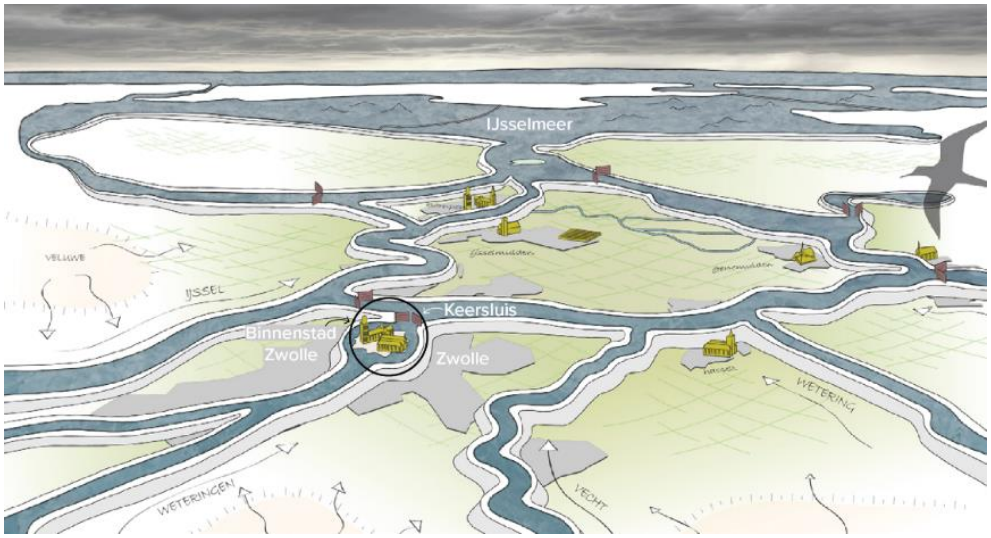


Fig. 3 Ligging van de stad Zwolle waar het water van alle kanten samenkomt *(Infram, Urhahn, HydroLogic, 2015)*

Door de ligging van de stad is de singel kwetsbaar voor klimaatverandering
Zwolle ligt in het laaggelegen gebied waar de IJssel, de Overijsselse Vecht en de Sallandse Weteringen elkaar ontmoeten: de IJssel-Vechtdelta (fig. 3). De binnenstad van Zwolle ligt op een oude zandrug en op het laagste punt van het regionaal watersysteem. Het water in de singel van Zwolle staat in open verbinding met het IJsselmeer, de Vecht en aan de andere kant het regionaal watersysteem van de Sallandse Weteringen. Het water komt van alle kanten naar Zwolle. De singel en Thorbeckegracht zijn niet enkel stadsgrachten, maar tevens doorvoerroutes voor water vanuit een groot gebied. De karakteristieke binnenstad ligt als een bebouwd eiland in dit regionale watersysteem. De binnenstad ligt buitendijks en wordt dus niet beschermd door keringen.

Door klimaatverandering krijgt de stad te maken intensievere buien, langere natte periodes en stijgende waterpeilen én met langere periodes van grotere droogte en hitte. Door de ligging van de binnenstad in de watersystemen en door grote hoeveelheid bebouwing en verharding is deze kwetsbaar voor toenemende pieken in neerslag, stijgende waterpeilen en hittestress. In hoofdstuk 2 wordt hier verder op ingegaan.

De stad Zwolle heeft een ambitieuze woningbouw opgave
De woningbouwopgave in de stad brengt uitdagingen met zich mee – de ruimte in de binnenstad is schaars en maatregelen aan de kering rondom de binnenstad zijn ruimtelijk complex inpasbaar. Door klimaatadaptief te bouwen wordt een veilige en aantrekkelijke leefomgeving gegarandeerd. Hier is Zwolle al mee bezig. Zo is bij de nieuwbouw bij Park de Weezenlanden de dijk onderdeel van de woningen en is bij het ontwerp van het Kraanbolwerk al rekening gehouden met mogelijke hogere waterstanden in de toekomst.

Extremere regenbuien, langere periodes van hitte en droogte treffen ook Zwolle. Hittestress is een serieuze bedreiging voor de volksgezondheid en het toenemend inwonersaantal dat steeds vaker woonachtig is in kleinere woonruimten vraagt om kwalitatieve openbare ruimte waar verkoeling kan worden gezocht. Tegelijkertijd is het door de buitendijkse ligging van de binnenstad een delta niet mogelijk om de gevolgen van klimaatverandering helemaal in te perken (zie hoofdstuk 2).

Klimaatrobuustheid als uitgangspunt in de verstedelijking van Zwolle
Delta's zijn economische knooppunten. Dat geldt ook voor de IJssel-Vechtdelta waarin Zwolle ligt. De Regio Zwolle is een NOVEX-gebied met ambities om vóór 2040 minimaal 50.000 woningen te bouwen en 20.000 arbeidsplaatsen te creëren *(Regio Zwolle Verstedelijkingsstrategie, 2023).* De regio wil voorkomen dat de bijbehorende investeringen op termijn weer op de schop moeten als gevolg van klimaateffecten. Ook wil de Regio Zwolle voorkomen dat woningen gebouwd worden op plekken waar in de toekomst ruimte nodig is voor het watersysteem (water en bodem sturend). Doel is klimaatrobuust te verstedelijken.

Een cruciaal onderdeel van de verstedelijkingsstrategie is het versterken van de sponswerking. Daarbij wordt in de bovenstroomse gebieden water langer vastgehouden en geïnfiltreerd, in andere gebieden wordt de afvoer van water vertraagd en in laaggelegen gebieden wordt ruimte gezocht voor het bergen van water bij veel regen. Ook in het stedelijk gebied wordt de sponswerking vergroot, door het waterbergend vermogen te vergroten. De stad moet een 'superspons' worden, die uitstekend om kan gaan met overtollig water, hitte en droogte. In combinatie daarmee wordt ook het karakter van de groene stad versterkt. De singel van Zwolle heeft een cruciale rol in deze ambities, door de kwetsbaarheid van het gebied (de buitendijkse binnenstad) én door de mogelijkheden die er zijn in dit gebied.

Doel en scope van dit onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om de water- en klimaatopgave van de singel van Zwolle duidelijk neer te zetten als bouwsteen voor de integrale visie voor de toekomst van de singel. Het plangebied van de singel van Zwolle is weergegeven in figuur 4. Dit is tevens de scope van dit onderzoek. De scope van het onderzoek is breder dan de singel Zwolle (Spiegelgracht en Achtergracht) en richt zich ook op de binnenstad, de Thorbeckegracht en de buitenzijde van de singel. De Thorbeckegracht heeft een sleutelrol in het afvoeren van water uit de Sallandse Heuvelrug en kan daardoor niet ontbreken in dit onderzoek. Als in dit onderzoek wordt gesproken over de binnenstad, dan wordt het gebied bedoeld omcirkeld door de kleine rode cirkel bedoel (dus het gebied wat wordt omgeven door de singel). Het stadshart is de binnenstad, singels en omliggende buurten. Om de grotere groenstructuren in de stad met elkaar te verbinden en sponswerking te vergroten wordt ook Park Hoogenkamp meegenomen, omdat deze direct via het watersysteem verbonden is met de singel.

De oplossingsrichtingen die in dit onderzoek worden benoemd, gaan uit van het huidige watersysteem. Het effect van deze oplossingen op andere (delen van) watersystemen behoren niet tot de scope van dit onderzoek. Oplossingen die buiten de stad kunnen worden getroffen en van invloed kunnen zijn op de singel worden niet uitgewerkt maar enkel kort beschreven in het volgende hoofdstuk.

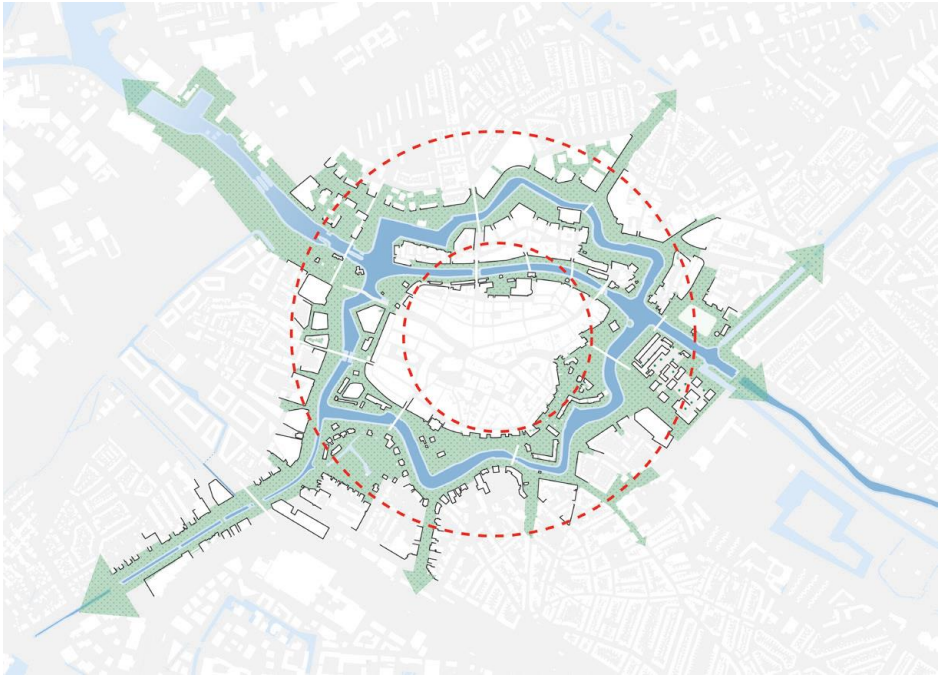


Fig. 4 plangebied van de singel van Zwolle. Kleine rode cirkelt markeert de binnenstad. *(Gemeente Zwolle, 2024)*

2 De binnenstad van Zwolle ervaart nu al problemen door hoogwater, wateroverlast en hittestress en dit wordt erger door klimaatverandering

We kunnen er niet meer omheen: de zomers zijn droger en heter en tegelijkertijd krijgen we steeds meer te maken met piekbuien. Door de locatie in de IJssel-Vechtdelta en door de inrichting van het Stadshart van Zwolle, betekent de klimaatverandering een forse opgave. Daarbij gaat het om drie verschillende opgaven (fig. 5):

- Hoogwater. Hiermee wordt bedoeld, de situatie in de winter als gevolg van extreme neerslag in de Sallandse Weteringen of in het achterland van de Overijsselse Vecht. Dit leidt vaak tot meer langdurige hoge waterstanden in de singel.
- Wateroverlast. Dit is in dit onderzoek beschouwd als het gevolg van piekbuien die in de stad zelf vallen. Dit hoeft niet per se te leiden tot langdurige hoge waterstanden in de singel.
- Hittestress. Dit treedt op tropische zomerse dagen op, met warme nachten.

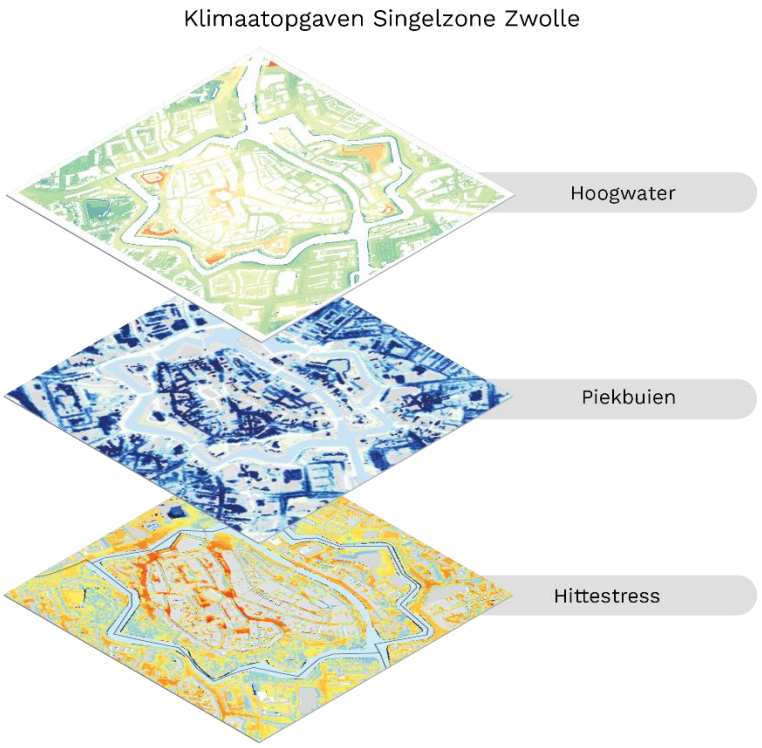


Fig. 5 Opgaven hoogwater, droogte/piekbuien en hittestress vormen samen de belangrijkste klimaatopgave voor de Singel van Zwolle in Zwolle. *Bronnen van de kaartlagen van boven naar beneden (AHN DTM, 2024; Deltares Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR), 2018; Nationale Hittestresskaart, 2020)*

Hoogwater zorgt nu al voor problemen in de singel van Zwolle
Afgelopen december (2023) was het waterpeil in de singel hoog (fig. 6 en 7) als gevolg van extreme neerslag in het achterland en hoge afvoeren in de Vecht (+1,42m NAP ter hoogte van de keersluis) met overlast (zoals grondwater in kelders van gebouwen) en schade tot gevolg. Ook waren er een aantal woonboten niet meer bereikbaar – dit is al het geval vanaf +1,20m NAP.





Fig. 6 (boven) Ondergelopen voetpad tussen de gracht en de Pannekoekendijk ten tijde van het hoogwater in december 2023 *(RTV Focus, 2023)*
Fig. 7 (onder) Hoogwater in de Thorbeckegracht waar de boten hoog boven de kade uitsteken *(RTV Focus, 2023)*

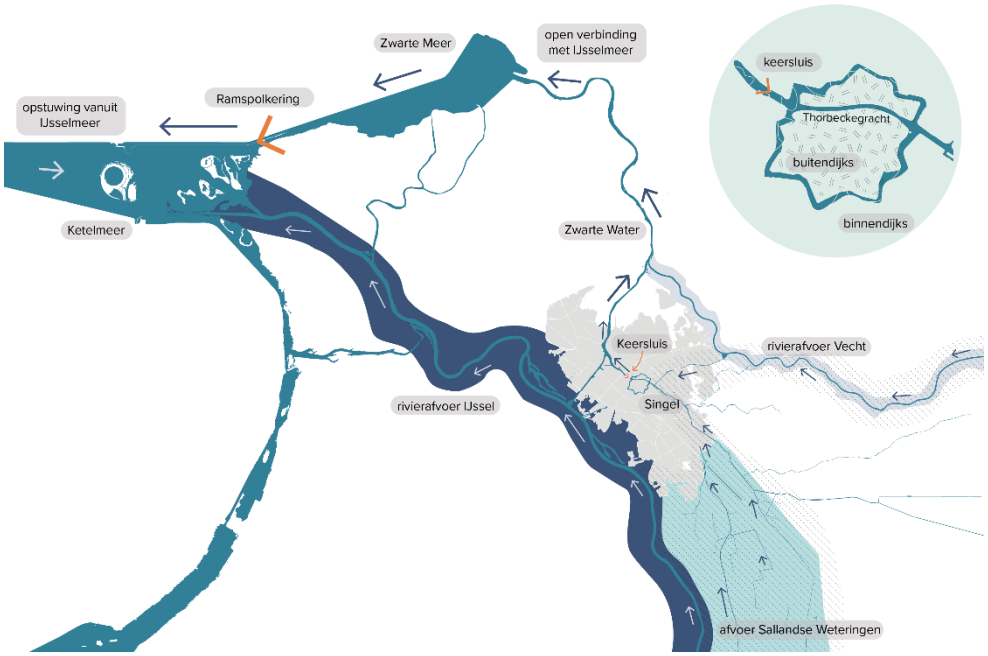


Fig. 8 Overzicht van het watersysteem rondom Zwolle

Door klimaatverandering zullen waterstanden in het IJsselmeer en de Vecht toenemen evenals de afvoer vanuit de Sallandse Weteringen: dit leidt tot hogere waterstanden in de singel en problemen in de binnenstad.

De ligging van Zwolle: cruciaal en kwetsbaar punt in het watersysteem
De singel staat in open verbinding met de buitenwateren (IJsselmeer en Vecht). Een stijging van de waterstanden op IJsselmeer en Vecht werkt daarmee door op de waterstand in Zwolle (fig. 8). Door opstuwing vanuit het IJsselmeer (in combinatie met een noordwesterstorm) en doordat bij flinke regenbuien in het achterland de afvoer in de Vecht en de Sallandse Weteringen toeneemt, kan de waterstand in de singel stijgen.

Verder ligt een deel van de binnenstad op een oude zandrug in het laagste punt van het regionaal watersysteem. Hiermee is dit deel van nature beschermd tegen hoogwater. Het water uit een groot gebied (vanaf de Sallandse Heuvelrug) moet om en door de grachten van de binnenstad heen voordat dit kan uitstromen op het Zwarte Water. De singel (en met name de Thorbeckegracht) is dus niet zomaar een stadsgracht maar heeft een belangrijke rol in de afvoer van het regionaal systeem. Een druppel water die in de laaggelegen delen van de Sallandse Weteringen valt, stroomt binnen enkele dagen in de singel. Ook toename van de afvoer vanuit de Sallandse Weteringen leidt daarmee tot hogere waterstanden.

Bescherming van de stad Zwolle tegen hoogwater - een beschrijving van de systematiek
De stad Zwolle wordt door dijken beschermd tegen overstromingen vanuit het Zwarte water, de IJssel (primaire keringen) en de Vecht (overige kering). Deze zogeheten 'primaire waterkeringen' lopen tot en met de Keersluis bij Zwolle. Primaire waterkeringen beperken het risico op overstromingen en voorkomen zo slachtoffers en schade. Bij een dijkdoorbraak van deze primaire keringen en/of overige kering kan echter wel een serieuze overstroming optreden. Om ook bij de voorziene klimaatverandering voldoende veiligheid te bieden voor alle bewoners en economische activiteiten worden deze dijken waar nodig versterkt conform de Waterwet. Dat gaat via het Hoogwaterbeschermingsprogramma, bijvoorbeeld via projecten als Stadsdijken.

Naast de dijken zorgen ook de keersluis – nabij de Hofvlietbrug in Zwolle - en de kering bij Ramspol voor bescherming. Bij noordwesterstorm stuwt het water van het IJsselmeer op richting Zwolle. De opblaasbare stormvloedkering bij Ramspol (de balgstuw) wordt in dat geval gesloten. Die sluit het Zwarte Water af van het Ketelmeer. De Vecht en de Sallandse Weteringen kunnen hun water dan nog steeds kwijt op het Zwarte Water, maar de waterstanden stijgen. De keersluis bij Zwolle beschermt de stad tegen hoogwater op de Vecht en het Zwarte Water. De keersluis staat in principe open, waardoor de singel in open verbinding staat met het IJsselmeer. De keersluis sluit alleen om Zwolle te beschermen tegen hoge waterstanden op het buitenwater. De kering zal sluiten als de waterstand bij de keersluis hoger is dan +1,0m NAP én het water vanuit het Zwarte Water richting de binnenstad stroomt. Als de keersluis gesloten is kan het water uit het regionale watersysteem (zonder aanvullende ingrepen) niet geloosd worden op het buitenwater. De keersluis is nog nooit gesloten.

De bescherming van Zwolle tegen overstromingen vanuit het Almelose Kanaal en de Sallandse Weteringen gebeurt door regionale keringen. Door de keringen wordt schade beperkt in situaties van hoge waterstanden. Langs de buitenzijde van de singel liggen regionale keringen, waar wegen, parken en bebouwing op liggen. De kering maakt dus onderdeel uit van de stad én beschermt de omliggende wijken. Voor de regionale keringen wordt verwacht dat de nieuwe klimaatscenario's betekenen dat rondom de singel rekening gehouden moet worden met hoogwaterafvoeren tot +2,70m NAP (1:1000 in 2100). Deze hoogte is recent bepaald in overeenstemming met het waterschap.

De binnenstad ligt als een soort eiland in het regionale watersysteem. Grote delen van de binnenstad ligt relatief hoog met de kerk als hoogste punt. Hierdoor is het bij hoogwatersituaties mogelijk om te vluchten naar een veilige locatie. De binnenstad wordt niet door keringen beschermd tegen hoogwater vanuit het regionale systeem en ligt dus buitendijks ten opzichte van de regionale keringen. Hiermee ligt de verantwoordelijkheid van de gevolgen voor,

tijdens en na een overstroming niet alleen bij de overheden maar ook bij de bedrijven, instellingen en bewoners zelf. Bij hoge waterstanden komen de omgeving van de Thorbeckegracht en andere delen van de binnenstad onder water te staan. Tijdens de stormvloed van 1916 (toen de Zuiderzee nog niet was afgesloten) stond het water op +2,70 meter NAP en liep half Zwolle onder water. Ondanks de aanleg van de Afsluitdijk (1932) kunnen zulke hoge waterstanden vanwege de klimaatverandering in de toekomst weer voorkomen.

Naast de bescherming tegen overstromingen door waterkeringen voor het binnendijkse gebied (meerlaagsveiligheid laag 1; fig. 9) kunnen ruimtelijke aanpassingen en gevolgbeperkende maatregelen helpen bij de beperking van gevolgen door overstromingen (laag 2). Ook crisisbeheersing (incl. evacuatie) en communicatie/waterbewustzijn maken onderdeel uit van de manier waarop wij in Nederland voor onze hoogwaterveiligheid zorgen (laag 3).

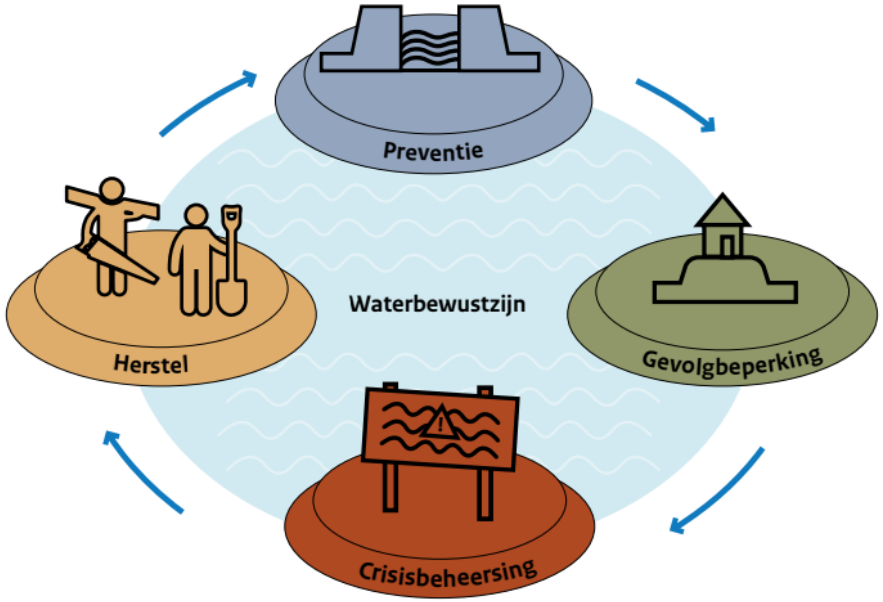


Fig. 9 meerlaagsveiligheid met vier lagen: Basislaag (laag 0): Waterbewustzijn. Laag 1: Preventie. Laag 2: Gevolgbeperking. Laag 3: Crisisbeheersing. Laag 4: Klimaatrobuust herstel. (*Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022; beleidstafel hoogwater)*

Door klimaatverandering een hoger IJsselmeerpeil
Het peilbesluit op het IJsselmeer is tot 2050 vastgesteld. Daarna kan het winterpeil maximaal 30 centimeter gaan meestijgen met de zeespiegel, om zo nodig te kunnen inspelen op klimaatverandering *(Deltabeslissing IJsselmeergebied, 2024)*. Daarnaast nemen de jaarlijkse winterafvoeren van de Rijn toe en daarmee ook van de IJssel tot met 5 tot 25% in 2100 (KNMI'23-scenario Hn) *(Deltares, 2023).* Dit leidt mogelijk tot een grotere sluitfrequentie van de Keersluis Zwolle.

Voor de periode na 2050 is nog niet duidelijk hoe wordt omgegaan met het peil. Als het vanuit klimaatverandering nodig is om te kiezen voor een verdergaande peilstijging dan heeft dit effect op de waterstanden in de singel van Zwolle. Water uit de Sallandse Weteringen en van de IJssel kan bij een hoger IJsselmeerpeil moeilijker op het IJsselmeer worden afgevoerd, waardoor de waterstand in de singel stijgt.

Een ontwikkeling die van invloed kan zijn op de waterstand is het concept 'Keteldelta'. In een onderzoekstraject van de betrokken waterschappen wordt gekeken of de stormopzet vanuit het IJsselmeer beperkt kan worden door van het Ketelmeer een delta te maken met eilandjes. Dat zou mogelijk enige beperkte invloed kunnen hebben op de waterstand in Zwolle. Dit is echter nog een ruimtelijk initiatief, waarbij het afwegingskader nog niet is vorm gegeven.

Door klimaatverandering extra afvoer vanuit de Sallandse Weteringen met meer hoogwater in Zwolle als gevolg
Door klimaatverandering zal de intensiteit van extreme/langdurige neerslag toenemen. Bij hevige regenval in de Salland wordt via de Sallandse Weteringen meer water naar Zwolle afgevoerd. Dit kan oplopen tot maximaal 75 m3/s. In de huidige situatie zal bij hogere afvoeren een deel van het water over de kades van de weteringen heen gaan ('overtoppen'). Daardoor ontstaat overlast in de lagergelegen delen rond de Sallandse Weteringen, maar wordt de stijging van de waterstand in de singel beperkt. Indien de kades van de weteringen worden verhoogd of verlaagd, dan heeft dit gevolgen voor de stad Zwolle.

Ook heeft klimaatverandering impact op de afvoermogelijkheden via het weteringensysteem. Door een hoger IJsselmeerpeil en hogere afvoeren van de Vecht komen hoge waterstanden in het Zwarte Water vaker voor. Hierdoor kan het water van de weteringen minder goed afstromen via de Keersluis en zal de waterhoogte in de binnenstad toenemen én zal het water over de laagste punten van de regionale keringen stromen (*Infram, HydroLogic, Buro MA.AN, 2024*).

Een van de ontwikkelingen in de regio om de hoge afvoeren vanuit de weteringen te beperken is het vergroten van de sponswerking van het bodem- en watersysteem op de Sallandse Heuvelrug (de regionale sponsstrategie). De sponswerking van een systeem kan worden omschreven als het watervolume dat zich in dit systeem kan bevinden zonder dat dit water leidt tot een (onacceptabele) belemmering van of schade aan de huidige functies in het

systeem (*Infram, HydroLogic, Buro MA.AN, 2024*). In nattere situaties kan de dit beperkt worden door bijvoorbeeld extra ruimte voor waterberging in laaggelegen gebieden, vertragen van de afvoer via oppervlaktewater en door infiltratie (water vasthouden en bergen daar waar het valt, bijv. in de bodem) (fig. 10). Deze regionale sponsstrategie kan een positief effect hebben op de klimaatopgave in de singel van Zwolle, doordat er bovenstrooms meer water wordt vastgehouden en daarmee een minder grote piekafvoer is vanuit de weteringen naar de singel van Zwolle. Tegelijk vraagt de sponsstrategie onderlinge solidariteit, waarbij ook Zwolle inzet op sponswerking in de stad.

Een concept dat past bij de regionale sponsstrategie en dat verder wordt verkend is 'Vechtstrangen' (fig. 11). In het gebied ten zuidoosten van Zwolle wordt in dit concept meer ruimte gecreëerd voor het water rondom de regio Zwolle, bijvoorbeeld door aanleg van een of meerdere nieuwe beken langs de Vecht en door gestuurde waterberging vanuit de Vecht en de Weteringen. Hierdoor kan het water gecontroleerd bergingsgebieden ten zuidoosten van de stad instromen. Dit concept zou positieve gevolgen kunnen hebben op de waterveiligheidsopgave van de stad. Het gaat hier om een lange termijnvisie, dus nog geen concreet plan. Daarnaast doet de gemeente Zwolle een voorverkenning aan de Ceintuurbaanzone; gekoppeld aan de opgave vanuit de verstedelijking wordt gekeken wat de mogelijkheden zijn voor waterberging. Dit gebied overlapt deels met het studiegebied van Vechtstrangen.

Voor zowel de regionale sponsstrategie als een concept als Vechtstrangen geldt dat dit nog geen concrete projecten zijn.

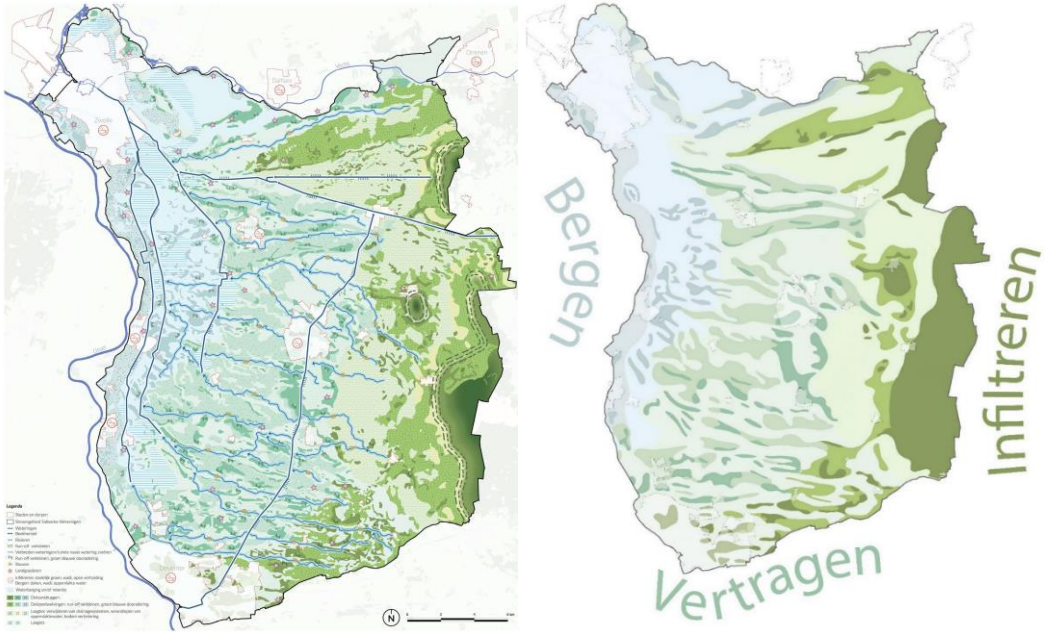


Fig. 10 Afbeelding uit de Regionale Sponsstrategie voor Sallandse Weteringen. Het systeem kan op hoofdlijnen worden verdeeld in drie zones om sponswerking te vergroten: infiltreren in de hogere gebieden (groene kleur), vertragen en bergen (lichtblauwe kleur) *(Infram, HydroLogic, Buro MA.AN, 2024).*

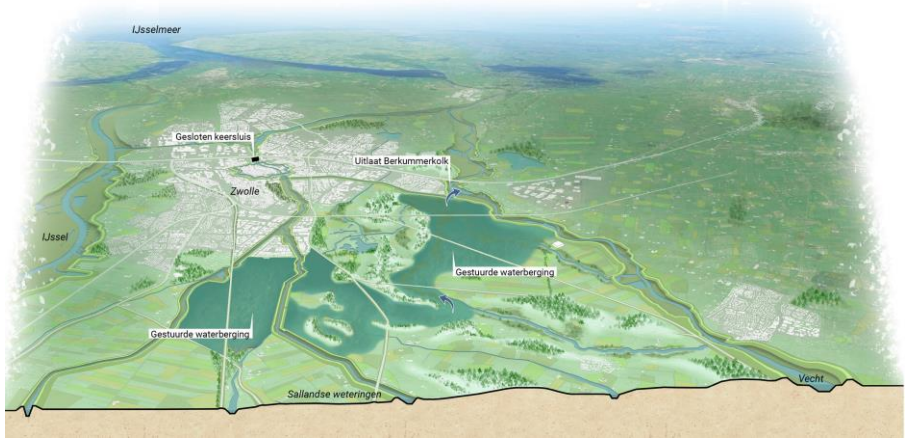


Fig. 11 Impressie van het project Vechtstrangen bij extreem hoogwater *(H+N+S, 2023)*

Problemen in de binnenstad door hoge waterstanden in de singel
Bij de keersluis kunnen waterstanden van +2,30m NAP voorkomen in een 1:1000 situatie in het jaar 2050 (*Infram, 2018*). In 2018 werd ingeschat dat dit kan oplopen tot +2,70m NAP in een 1:1000 situatie in het jaar 2100. Op basis van de nieuwe klimaatscenario's wordt berekend hoe de nieuwe verwachting is. Een eerste inschatting is dat al eerder rondom de singel rekening gehouden moet worden met maatgevende hoogwaterafvoeren tot +2,70m NAP.

Vanaf +1,8m NAP ondervindt de binnenstad – name op de Thorbeckegracht – problemen. Daar loopt het water dan ook de huizen in.

Bij een waterstand van +2,30m NAP ontstaan er serieuze problemen in de binnenstad (fig. 12). Dan zullen delen van de stad onderlopen, waaronder woningen aan de Thorbeckegracht, zullen vitale netwerken (zoals energievoorziening en riolering) hinder ondervinden en zullen openbare wegen mogelijk onbegaanbaar zijn voor calamiteitenverkeer. Aan de buitenzijde van de singel zullen ook de eerste problemen ontstaan, omdat de kering is ontworpen op +2,30m NAP. De meest laaggelegen delen van de buitenzijde die al eerste zullen overstromen in het huidige situatie is aan de Stadsgracht nabij het provinciehuis in Zwolle en bij de kruising van de Assendorper-straat en Groot Wezenland. Ook zullen langdurige hoge waterstanden in de singel leiden tot hoge grondwaterstanden, waardoor kelders onder water komen te staan.

Bij een waterstand van +2,70m NAP zullen grote delen aan weerzijden van de singel overstromen. In de binnenstad staat een groot gedeelte van het Noordereiland onder water en de noordkant van de binnenstad (fig. 13) Aan de buitenzijde van de singel zullen grote delen van de stad onder water komen te staan, omdat de stad is gebouwd op een hoogte van +2,70m NAP.



Fig. 12 Blauw gekleurde gebieden liggen lager dan 2,30m NAP (op basis van AHN-DTM via nationaalgeorgister.nl)



Fig. 13 Blauw gekleurde gebieden liggen lager dan 2,70m NAP (op basis van AHN-DTM via nationaalgeorgister.nl)

Hevige neerslag/piekbuien in Zwolle zelf zorgt voor natte voeten in delen van de binnenstad en voor een stijging van de waterstanden in de singel

Door klimaatverandering neemt de kans op extreme kortdurende neerslag toe *(KNMI, 2023).* Deze piekbuien kunnen ook in de zomer voorkomen. Ze komen nu al voor (denk aan de Limburgbui in 2021 en juli 2023 in Zwolle) en zullen in de toekomst vaker optreden. Om een indruk te geven van de mogelijke toename in omvang: de 1-daagse neerslagsom die gemiddeld eens in de 10 jaar valt kan in het ongunstige geval met maar liefst 26% toenemen in 2100 *(KNMI, 2023).*

In figuur 14 is een projectie gemaakt van de effecten van hevige neerslag – een bui waarin 140 mm valt in 2 uur - en wat dat betekent voor de binnenstad en



Fig. 14 Wateroverlast in de stad Zwolle bij een hevige bui waarin 140mm neerslag valt in 2 uur met als gevolg op sommige plekken tot 100 cm water op straat *(MJOP Zwolle).* Met de rode cirkel zijn gebieden aangegeven die bij dergelijker waterstanden niet meer bereikbaar zijn voor calamiteitenverkeer.

iets daarbuiten. Door piekbuien neemt de kans op hoge waterstanden in de singel toe. In de winter is dit een groter probleem, omdat de waterstand vaak al hoger is. In de zomer zal de waterstand in de singel lager zijn en is er dus meer bergingscapaciteit. Bij een dergelijke bui heeft een groot gedeelte van de binnenstad natte voeten, met op sommigen plekken hoge waterstanden (tot 100 cm). Naast water in kelders kunnen ook huizen daarbij overstromen als het water hoger komt te staan dan de vloerhoogte. De wateroverlast ontstaat in de binnenstad met name door het groot oppervlak verharding (bebouwing en bestrating) en omdat het water vanaf de zandrug in het midden van de binnenstad afstroomt naar de lagere delen en daar ophoopt. Ook andere delen van het centrum – buiten de binnenstad – ondervinden problemen, zoals in Assendorp ten zuiden van de Burgemeester van Royensingel en grote delen van Diezerpoort.

Op plekken met waterstanden vanaf 20-30 cm zal het normale verkeer verhinderd zijn. Als het water hoger staat dan 50 cm is de weg ook onbegaanbaar voor calamiteitenverkeer. Deze plekken zijn voor de binnenstad en iets daarbuiten omcirkeld in figuur 14.

Zonder de singel zouden de problemen nog groter zijn; veel van de neerslag zal in korte tijd afstromen naar de singel, die in de zomerse situaties deze extra wateraanvoer kan bergen.

Hittestress speelt nu al in delen van de binnenstad en door klimaatverandering wordt dit probleem groter

Door klimaatverandering wordt het warmer. Niet alleen stijgt de gemiddelde temperatuur, ook komen extreem hoge temperaturen steeds vaker voor. Dit is met name voelbaar in de stad doordat verharde oppervlakken van straten en bebouwing in de stad door de straling van de zon veel sterker opwarmen dan natuurlijke niet verharde oppervlakken. Door de stedelijke omgeving is de luchttemperatuur in de stad een paar graden warmer dan in de omgeving (ook 's nachts) en kan overdag (mede door gebrek aan schaduw) de gevoelstemperatuur onaangenaam hoog worden. De opwarming van de stad ten opzichte van het gebied eromheen wordt het 'hitte-eiland' effect genoemd.

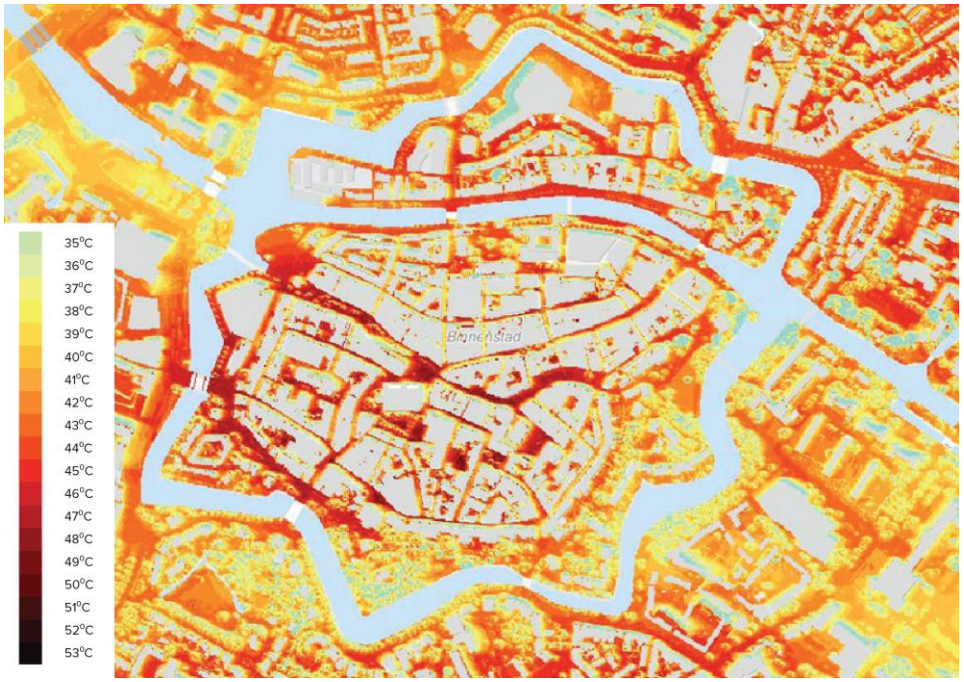


Fig. 15 Resultaten van de stresstest hitte uitgevoerd voor Zwolle *(Zwolse klimaatadaptatie)*

Zwolle ervaart op warme dagen al extreme warmte. Figuur 15 geeft de resultaten weer van de stresstest die is uitgevoerd voor Zwolle. De resultaten laten zien dat op meerdere plekken in de binnenstad de temperatuur nu al kan oplopen tot hoger dan 45°C. De nieuwe KNMI scenario's 2023 rapporteren dat het in de zomer tot 2,2°C in 2050 en tot 5,4°C in 2100 (KNMI'23-scenario Hd) warmer kan worden in de stad ten opzichte van het huidige klimaat.

Extreme hitte brengt ook gezondheidsrisico's met zich mee, vooral voor ouderen en jonge kinderen. Zij kunnen last krijgen van ademhalingsproblemen, uitdroging en enkelen met de dood tot gevolg. Van aan weersextremen gerelateerde doodsoorzaken in Europa is meer dan 90% het gevolg van hitte *(EEA, 2017).* Ook zorgt het er voor dat ouderen meer binnen blijven waardoor ze eenzaam worden. Hittestress is een serieuze bedreiging voor de volksgezondheid. In de binnensteden vraagt het toenemend inwonersaantal, vaak in combinatie met kleine woonoppervlaktes, om kwalitatief hoogwaardige openbare ruimte waar verkoeling kan worden gezocht.

Droogte en hitte zorgt voor een slechte waterkwaliteit van de singel

Door klimaatverandering stijgt de temperatuur van het oppervlaktewater, waardoor de kwaliteit en de ecologische toestand van het water verminderen. Dit komt o.a. doordat zuurstof in warm water moeilijker oplost en blauwalg en ziekteverwekkers beter groeien in warm water (*Klimaateffectatlas, 2024*). Ook komen meer hoosbuien voor in de zomer, met het risico op tijdelijke verslechtering van de waterkwaliteit door overstort van afvalwater.

De Thorbeckegracht is onderdeel van een KRW-waterlichaam. KRW staat voor de Kaderrichtlijn Water. Vanaf de keersluis tot ver in Salland heeft het waterschap een opgave om de chemische en/of ecologische kwaliteit van het water te verbeteren (de huidige toestand van het waterlichaam voldoet niet). De toenemende kans op langere perioden van droogte en hittestress heeft een negatief effect op de waterkwaliteit.

Droogte is relatief geen groot probleem door de gunstige ligging in de delta in open verbinding met het IJsselmeer

Het peil in de singel wordt bepaald door afvoeren van de Vecht, de Sallandse Weteringen en door het IJsselmeerpeil. Omdat het peil op het IJsselmeer gereguleerd wordt, is de uitgangspositie van de stad voor droogte relatief gunstig ten opzichte van hoger gelegen gebieden. Wel wordt de kans op het voorkomen van lage waterstanden van het IJsselmeer door klimaatverandering steeds groter.

De minimale afvoer van de Rijn en de IJssel voor een periode van 7 dagen (een indicator voor periodes van droogte) zal afnemen *(Deltares, 2023).* De afname varieert tussen 10% en 17% in 2050 en tussen de 10% en 30% voor 2100. Wat dit precies betekent voor het IJsselmeerpeil is nog onbekend, maar lage afvoeren kunnen leiden tot het sneller en jaarlijkse vroeger uitzakken van het IJsselmeerpeil en daarmee ook het (grondwater) peil in de stad. De waterstanden op de IJssel, de Vecht en de Sallandse Weteringen beïnvloeden de grondwaterstanden in Zwolle ook via de regionale grondwaterstromen: lage waterstanden op de IJssel, Vecht en in de weteringen zorgen voor lagere waterstanden in de stad.

Vanaf een peil van -1,0m NAP gaan er problemen ontstaan in de binnenstad. Deze problemen bestaan uit palen onder kademuren die bloot komen te liggen en het rottingsproces versnellen, woonschepen die droog komen te liggen en

belangrijke voorzieningen kunnen problemen krijgen. De stresstest voor het IJsselmeer uit 2021 – op basis van de oude KNMI scenario's – rapporteert dat eens in de 15-20 jaar het peil in het IJsselmeer onder de -0,40 m NAP uitzakt in 2050 *(Deltares, 2021).* Daarom lijkt het vooralsnog onwaarschijnlijk dat een IJsselmeerpeil van -1,0m NAP vaak gaat optreden.

Door het vaker voorkomen van lage waterstanden op de IJssel, zullen grondwaterstanden in de stad mogelijk sterk dalen en daarmee het rottingsproces van funderingen versnellen en mogelijk verzakkingen veroorzaken.

3 Klimaatrobuustheid vormgeven via oplossingsrichtingen voor hoogwater, piekbuien en hitte

Om in 2050 klimaatbestendig zijn – voor zowel hoogwater, piekbuien en hittestress (fig. 16) - en sterk bij te dragen aan de klimaatopgave van de regio, zijn oplossingen nodig. De ondergrond en de inrichting van het watersysteem zijn immers bepalend voor de impact van de toenemende klimaatextremen. Hieronder schetsen we zes oplossingsrichtingen, die aansluiten bij de principes en uitgangspunten vanuit 'Klimaatadaptief ruimtelijk ontwikkelen Regio Zwolle'.

Elke oplossingsrichting heeft zijn eigen bijdrage aan een locatie en/of klimaatopgave op lokaal of op watersysteemniveau. In figuur 17 is een overzicht opgenomen van deze oplossingsrichtingen samen met de locatie waar deze oplossingsrichting van toepassing is.

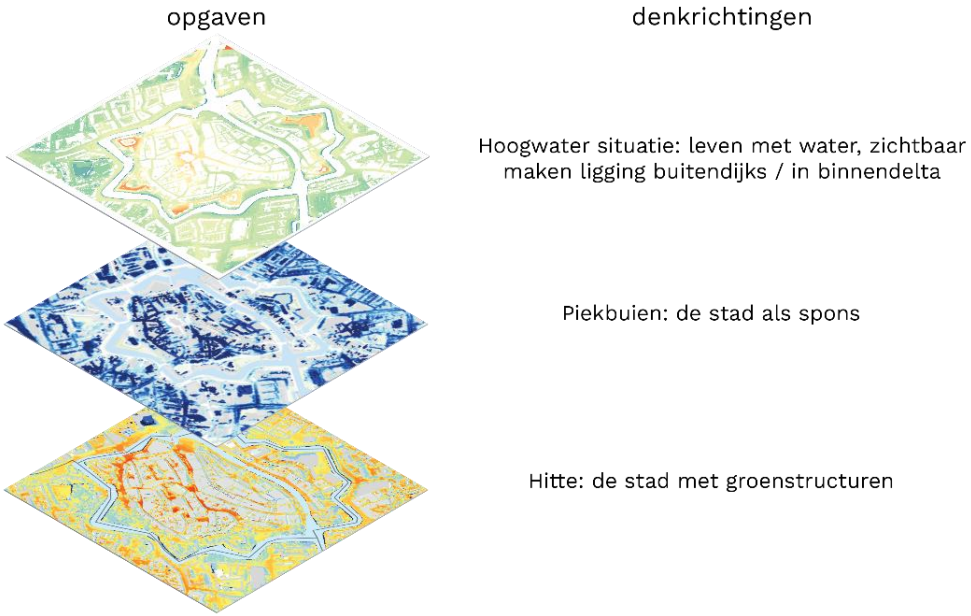


Fig. 16 Opgaven met bijbehorende denkrichtingen voor de oplossingsrichtingen

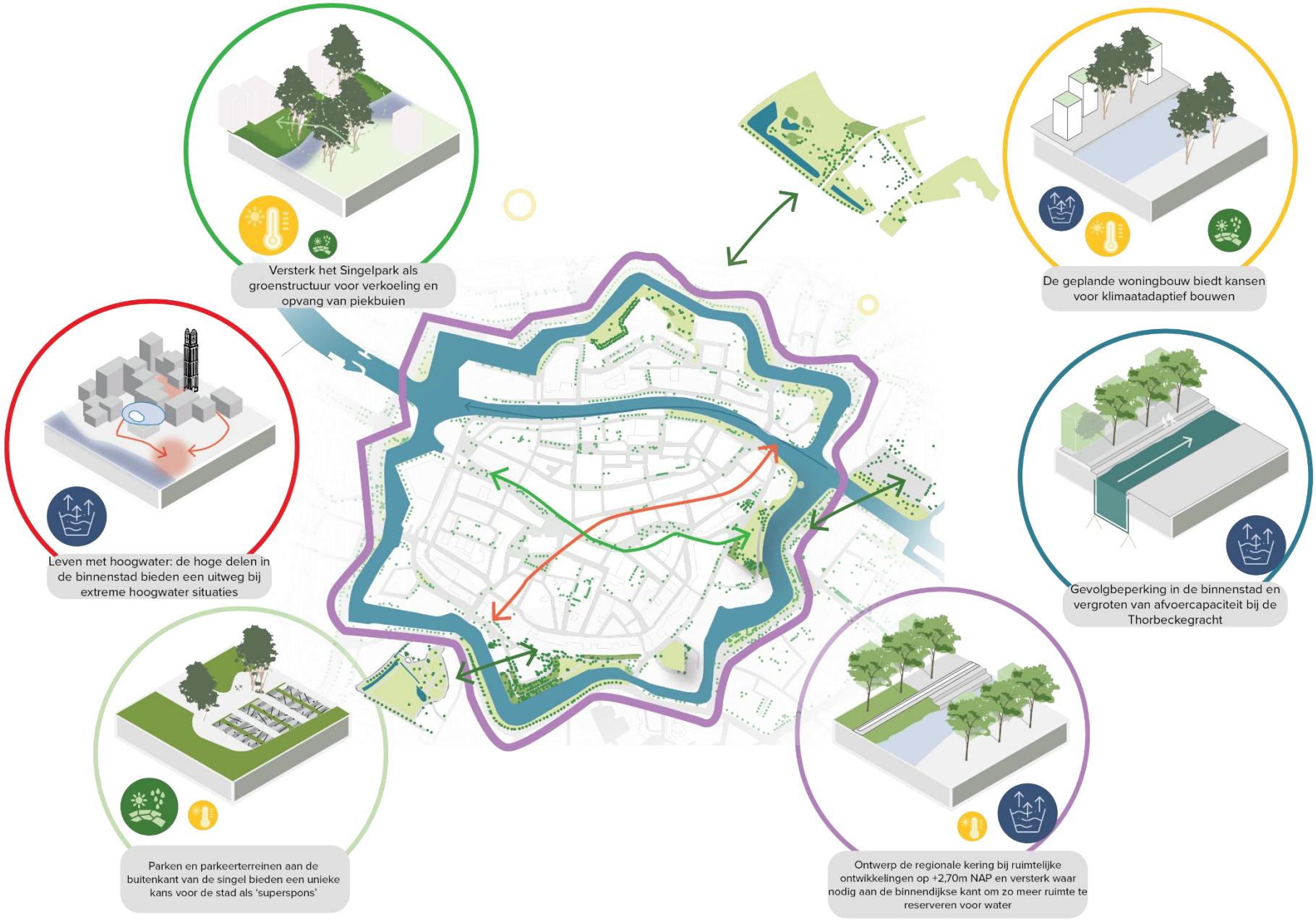
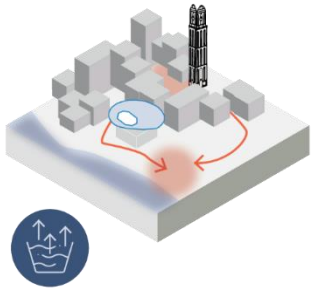


Fig. 17 De 6 oplossingsrichtingen die op de volgende pagina's verder worden toegelicht



Leven met hoogwater: de hoge delen in de binnenstad bieden een uitweg bij extreme hoogwater situaties

Een groot deel van ons land is beschermd door dijken. Doordat kans op overstromingen klein is, is slechts beperkt aandacht voor gevolgbeperking en noodplannen. De binnenstad van Zwolle ligt buitendijks en wordt dus niet beschermd door keringen. Maar ondanks deze kwetsbaarheid is ook hier lang niet iedereen zich bewust van wat er kan gebeuren en wat dan te doen (laag 0 van meerlaagsveiligheid). Het vergroten van het bewustzijn en voorbereid zijn op evacuaties bij overstromingen is daarom belangrijk. Hierbij is de hoge ligging van de binnenstad een belangrijk uitgangspunt en dient rekening gehouden te worden met vluchtroutes vanaf die natuurlijke hoogte. Leven met hoogwater vraagt ook communicatie. Daarnaast zijn er gevolgbeperkende maatregelen mogelijk (zie de volgende oplossingsrichting).

De dekzandrug in de binnenstad is een veilige haven bij hoogwatersituaties
De binnenstad ligt buitendijks in het regionale systeem en is daarmee gevoelig voor hoogwater. In gebieden met een overstromingsrisico vanaf 0,5m moeten maatregelen getroffen worden om te kunnen evacueren in geval van een overstroming en, als de evacuatietijd te kort is, om veilig te schuilen. Een deel van de binnenstad is gebouwd op een oude dekzandrug – met de kerk als hoogste punt. Door deze zandrug ligt de binnenstad hoog en is hiermee een veilige haven bij (extreem) hoogwater situaties (tot +2,70m NAP, zie fig. 18). Ook de bastions aan de rand van de binnenstad liggen hoog.

Houd rekening met vluchtroutes bij een hoogwatersituatie
Om de hoge delen van de binnenstad bereikbaar te houden, is het belangrijk om wegen (en dus vluchtroutes) op hoger gelegen plekken van de binnenstad te bepalen, zodat de route tot de snelweg zo goed als begaanbaar als vluchtroute bij een waterstand van +2,70m NAP.

Bouw vitale functies op hoger gelegen plekken of klimaatrobuust
De energietransitie zal de komende jaren ook in de singel van Zwolle vragen om veel extra investeringen in infrastructuur. In de gebieden waar een overstromingsdiepte van 20 tot 50 cm kan voorkomen, is het belangrijk dat deze en andere vitale functies in geval van overstroming beschermd zijn en dat ze blijven functioneren of snel weer kunnen opstarten. Streven is om vitale functies zo veel mogelijk op de hoge delen van de binnenstad (op de dekzandrug of juist op de keringen aan buitenzijde singel) te plaatsen of klimaatrobuust te ontwerpen (voorkom bijv. plaatsing in kelders).

Crisiscommunicatie en vergroten waterbewustzijn
Naast gevolgbeperking in de binnenstad (m.n. bij Thorbeckegracht) is aandacht nodig voor mogelijkheden voor evacuatie en voor waterbewustzijn. Leven met hoogwater vraagt accepteren dat extreme gebeurtenissen voorkomen en dat deze overlast en schade kunnen veroorzaken. Hier speelt de gemeente samen met de veiligheidsregio een belangrijke rol in de regie en de communicatie.

Bij de herinrichting van de singel kan het waterbewustzijn worden vergroot door de manier van vormgeving: door flauwere taluds van de singel tussen de bastions of door getrapte aanleg wordt hoogwater beter zichtbaar in de stad. Dit zorgt ook voor extra ruimte voor het water.

Ook kunnen beelden, kunstwerken of andere objecten worden geplaatst om te laten zien tot hoever het water kan komen. Maar ook het samenstellen van een informatiepakket door de gemeente in samenwerking met het waterschap kan van grote waarde zijn.

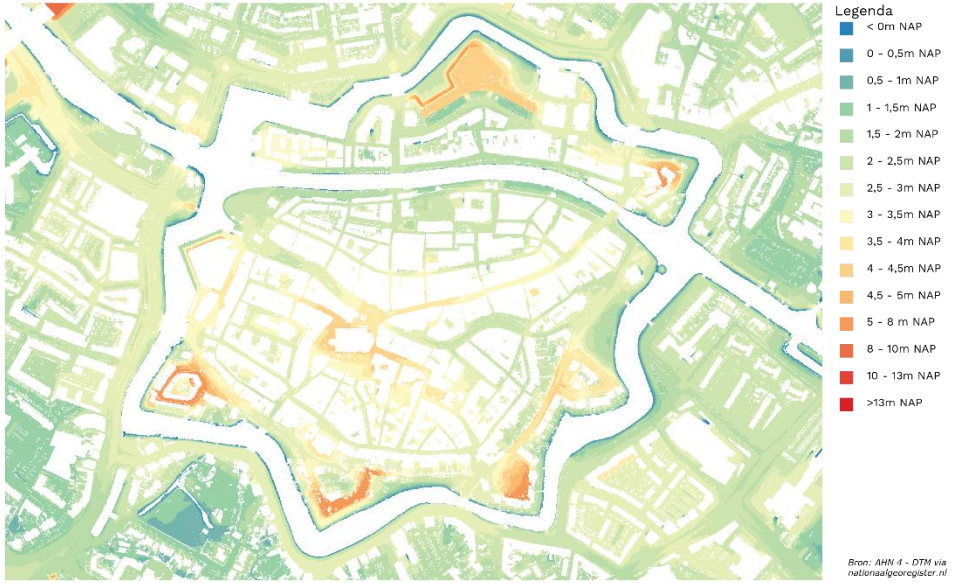
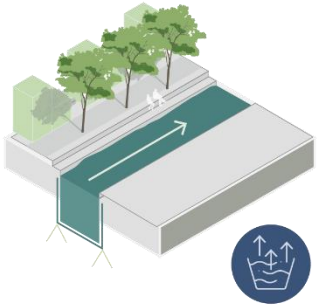


Fig. 18 Hoogtekaart van Zwolle, de oranje/rode kleur geeft de hoogste delen van de binnenstad weer. De bastions en de oude dekzandrug (die van rechtsboven naar linksonder loopt) zijn duidelijk zichtbaar.



Gevolgbeperking in de binnenstad en vergroten van afvoercapaciteit bij de Thorbeckegracht

Bij hoge waterstanden komen de omgeving van de Thorbeckegracht en andere delen van de binnenstad onder water te staan. De Thorbeckegracht (aangelegd in de veertiende eeuw) heeft een grote cultureel historische waarde. Aan de kade voor de pakhuizen werd altijd druk gelost en geladen. Ook vervult de Thorbeckegracht een grote rol in het afvoeren van water vanuit het regionale systeem naar het buitenwater. Met name bij hoogwater stroomt een groot deel van het water via de Thorbeckegracht. De Thorbeckegracht is tevens een van de laagste punten van de binnenstad. Hier ontstaat dus als eerste wateroverlast bij hoogwater. Kelders stromen vol met water en de huizen lopen onder. Oplossingen kunnen gezocht worden in gevolgbeperkende maatregelen in de binnenstad in/aan de huizen en de openbare ruimte en in het verbeteren van de afvoercapaciteit van de Thorbeckegracht.

Focus in de binnenstad - en met name op de Thorbeckegracht - op gevolgbeperkende maatregelen voor hoogwatersituaties

Toen de stad Zwolle nog in directe verbinding stond met de Zuiderzee, kwam het regelmatig voor dat het water in de huizen aan de Thorbeckegracht stond. Met de komst van de Afsluitdijk, is er geen sprake meer van getij en is het systeem gereguleerd. Hierdoor werd het fluctueren van de waterstanden in de singel minder. Door klimaatverandering neemt de kans op hoge waterstanden in de singel echter weer toe.

Verhogen van de kades of aanleg van muren als keringen ligt bij de Thorbeckegracht niet voor de hand: de binnenstad ligt buitendijks, dus de kades zijn niet bedoeld als keringen. Er zijn formeel geen beschermingsnormen vastgelegd. Daarnaast is door de cultuurhistorische waarde van de Thorbeckegracht het aanpassen en verhogen van de kade ongewenst. Het is wel aan te raden om lokaal de bescherming te realiseren voor vitale functies – bijvoorbeeld een ophoging van een transformatorhuis.

Ook geldt dat in het stroomvoerende deel van het watersysteem (de Thorbeckegracht) ruimte moet blijven voor de afvoer van het water; dat is leidend voor de ruimtelijke ontwikkeling (*Regio Zwolle, 2022*). De focus in de binnenstad en met name de Thorbeckegracht moet dus liggen op oplossingen die de gevolgen van een hoogwatersituatie beperken (meerlaagsveiligheid laag 2: gevolgbeperking) in plaats van het realiseren van preventiemaatregelen (aanleg/verhogen kades of keringen).

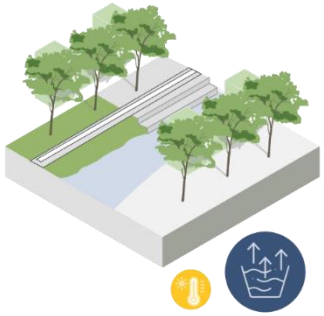
De buitendijkse ligging betekent dat bedrijven, instellingen en bewoners zelf verantwoordelijk zijn voor de gevolgen voor, tijdens en na een overstroming. Gebruikers zijn verantwoordelijk voor het treffen van maatregelen. De overheid is verantwoordelijk voor het blijvend functioneren van de openbare ruimte en de bescherming van vitale functies (zie ook oplossingsrichting: leven met hoogwater). Een van de meest voor de hand liggende maatregelen die bewoners zelf kunnen treffen, is het handmatig plaatsen van waterkerende schotten voor doorgangen (zie fig. 19) bij een hoogwatersituatie. Hiermee voorkom je dat water een woning instroomt. Bij laagwater kunnen deze weer worden weggehaald. Het plaatsen van schotbalken gebeurde ook in het verleden al in de omgeving van de Thorbeckegracht. Naast waterkerende maatregelen in de woningen kan de gemeente de bewoners helpen door de in de openbare ruimte maatregelen te nemen (schotbalken bij stegen). Ook kan overwogen worden om financieel bij te dragen aan gevolgbeperkende maatregelen (bijvoorbeeld met een subsidie).



Fig. 19 Demontabele (links) en zelfopdrijvende schotten voor woningen (rechts) *(Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2024)*

Bij vervanging of renovatie van de kade constructies kan de afvoercapaciteit vergroot worden

De kademuren van de Thorbeckegracht staan op een houten paalfundatie. Deze fundatie moet binnenkort vervangen worden. Door erosie is de onderzijde van de gracht nu ruw. De vervangingsopgave biedt dé kans om de afvoercapaciteit van de Thorbeckegracht te vergroten door het profiel aan de onderzijde gladder te maken. Hiermee vergroot je de doorstroomsnelheid en kan er meer water worden afgevoerd. Het vergroot dus enkel de afvoersnelheid, niet de bergingscapaciteit. Voor vergroten van de bergingscapaciteit zou het profiel van de gracht verbreed of verhoogd moeten worden; dat is gezien de cultuurhistorische waarde niet gewenst.



Ontwerp de regionale kering bij ruimtelijke ontwikkelingen op +2,70m NAP en versterk waar nodig aan de binnendijkse kant om zo meer ruimte te reserveren voor water

De wijken rondom de singel liggen binnendijks: de kering die aan de buitenzijde van de singel ligt is een regionale kering die dit gebied beschermt tegen hoogwater. Bij deze kering zijn de maatgevende waterstanden bij de keersluis leidend (nu +2,30m NAP). In de toekomst (vanaf 2050) zal deze hoogte waarschijnlijk onvoldoende bescherming bieden. De kering is geen op zichzelf staande kade maar is integraal onderdeel van de stad. Ook bij versterking is dat uitgangspunt. Bij gebiedsontwikkelingen op/rond de kering is de oplossingsrichting om de versterkingsopgave nu al mee te nemen en klimaatrobuust wordt ontworpen. Als de kering wordt versterkt is het gewenst om daarbij meer ruimte voor water te creëren door de kering in binnendijkse richting te versterken.

Ontwerp gebiedsontwikkelingen bij regionale kering al op +2.70m NAP
Om te zorgen dat bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen klimaatrobuust wordt ontworpen, is het gewenst om uitgangspunten/principes vast te stellen waar projectontwikkelaars zich aan moeten houden. Voor ontwikkelingen in de omgeving van de regionale kering is het logisch dat deze rekening houden met de lange termijn. Om ook in 2100 weerbaar te zijn tegen hoge waterstanden in de singel, zijn klimaatrobuuste ontwerpen op +2,70m NAP nodig. Deze ontwerphoogte volgt uit een onderzoek dat in 2013 is gedaan voor de bouw van Kraambolwerk (*Zwolle, 2013*) en is reeds afgestemd met het waterschap. De effecten van klimaatverandering (opwaaiing, hevige regenval) en fluctueren van het peil op het IJsselmeer (met peilopzet in het voorjaar) is hierin vertaald naar maatgevende ontwerpwaterstanden in de singel voor 2050 en 2100. De ontwerpwaterstand is op basis van de inzichten uit 2013 afgerond op +2,60 m NAP. Dit is in de Verstedelijkingsstrategie (*Regio Zwolle, 2022*) ook als minimale bouwhoogte opgenomen. Deze +2,60m NAP is echter op basis van de oude klimaatscenario's. Voor de regionale kering wordt verwacht dat de nieuwe klimaatscenario's betekenen dat om te voldoen aan de norm van de kering rondom de singel (overschrijdingskans per jaar 1:1.000) rekening gehouden moet worden met hoogwaterafvoeren (MHW) tot ca. +2,70m NAP *(WDODelta/gemeente Zwolle, 2024).*

Een al te hoge kering is ook ongewenst vanuit de stad Zwolle. Dit heeft te maken met de hoogteligging van de stad; deze is van oudsher vanwege de vroegere springvloeden gebouwd op +2,70m NAP *(expert judgement, gemeente Zwolle).* Mocht in de toekomst een kering van +2,70m NAP onvoldoende blijken, dan lijkt een oplossing buiten de stad meer voor de hand liggend.

Het is een bewuste keuze *het ontwerp* van een gebiedsontwikkeling op +2,70m NAP te ontwikkelen en dit niet als *de norm* te stellen. In feite gaat het in de singel om maatwerk, waarbij de partijen bewust een keuze maken. Er mag periodiek best wat onderlopen. Dat is juist goed voor het bewustzijn. Als er maar geen structurele schade is of als deze schade snel herstelbaar is.

Versterk de kering binnendijks en verflauw aan de singelzijde zodat er meer ruimte komt voor water en groen en ecologische taluds
Als de kering niet meer voldoet aan de norm wordt bepaald wat nodig is (o.a. hoogte). Daarop kan ook anticiperend bij de ontwikkeling van de singel van Zwolle de kering verhoogd worden. Bijvoorbeeld in combinatie met aanpassing van de weg. Bij aanpassing van de kering kan meer ruimte voor water gecreëerd worden, om zo klimaatrobuustheid te vergroten. Door de kades binnendijks te verplaatsen en te versterken, kan mogelijk meer ruimte worden gecreëerd voor het water (of zal in ieder geval geen ruimte verdwijnen). Binnendijks versterken zal vragen om innovatieve oplossingen i.v.m. aanwezige bebouwing. Meer ruimte biedt de mogelijkheid voor het aanleggen van vlakke (ecologische) of getrapte (harde of zachte) taluds waarmee dezelfde veiligheid kan worden gewaarborgd. Met ecologische taluds wordt ook een bijdrage geleverd aan de biodiversiteit en een betere waterkwaliteit (KRW) (fig. 20). Met getrapte taluds (hard of zacht) wordt de beleving van het water versterkt; bij hoge waterstanden loopt de laagst liggende "trap" onder water en bij laagwater kan kunnen inwoners hier wandelen of recreëren.



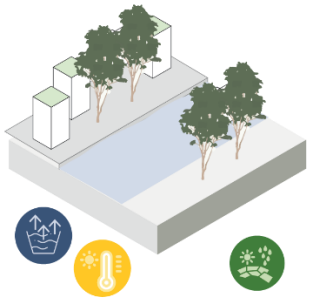
Fig. 20 Voorbeeld van een natuurvriendelijke oever in de stad Utrecht *(Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, 2024)*

Combineer functies door dijken te verwerken in nieuwbouwwoningen
De ruimte in de singel van Zwolle is beperkt. Tegelijkertijd heeft de regio Zwolle de ambitie om een koploper te zijn op het gebied van klimaatadaptatie en innovatieve ideeën. Door functies te combineren komt er ruimte vrij voor water en groen. Dit kan door bijvoorbeeld dijken te verwerken in (nieuwbouw)woningen (zie volgende oplossingsrichting)(fig. 21). Dit is succesvol toegepast bij de herinrichting van Groot Wezenland, waar niet alleen de kering is verwerkt in de woning, maar waar ook tijdelijke waterberging is gerealiseerd. De gemeente kan voorkomen dat er kansen worden gemist door verplichtingen te stellen bij de realisatie van nieuwbouw. Dit kan bijvoorbeeld door in het bouwbesluit op te nemen dat een klimaatrobuuste ontwikkeling betekent dat nieuwbouw wordt ontworpen op een minimale hoogte van +2,70m NAP.



Fig. 21 Huizen aan Groot Wezenland die al onderdeel zijn van de kering *(gemeente Zwolle, 2023)*

Op langere termijn zijn voor een klimaatrobuuste stad ook ingrepen buiten de singel in het watersysteem nodig
De singel van Zwolle is slechts een klein onderdeel in het watersysteem (Zwarte Water – Vecht – Sallandse Weteringen). Met alleen oplossingsrichtingen in de singel is de stad niet klimaatrobuust. Op lange termijn zijn ook aanpassingen in andere delen van het systeem nodig, zoals meer sponswerking bovenstrooms in het systeem (vasthouden en vertragen in de Sallandse Weteringen) en ruimte voor waterberging in laaggelegen delen (Ceintuurbaan, Vechtstrangen).



De geplande woningbouw biedt kansen voor klimaatadaptief bouwen

De singel van Zwolle kent een forse woningbouwopgave. In de komende jaren worden ca. 3.000 woningen gebouwd rondom de singel. De grote woningbouwopgave in beperkte ruimte, op de kwetsbare plek in het systeem, maakt het noodzakelijk om innovatief en klimaatadaptief te bouwen.

Klimaatadaptief bouwen als uitgangspunt bij realiseren nieuwbouw
Nieuwe gebiedsontwikkelingen bieden kansen voor de verschillende klimaatopgaven. De gemeente Zwolle kan hierin een cruciale rol pakken door de uitgangspunten voor klimaatadaptieve verstedelijking die door de regio zijn opgesteld (*regio Zwolle, 2022*) te hanteren als randvoorwaarde. Hiermee wordt het water en bodemsysteem sturend voor gebiedsontwikkeling. Ingezet wordt op vergroten van de sponswerking en verbindingen van een groenblauw netwerk.

Hiermee kan de gemeente actief te sturen op:

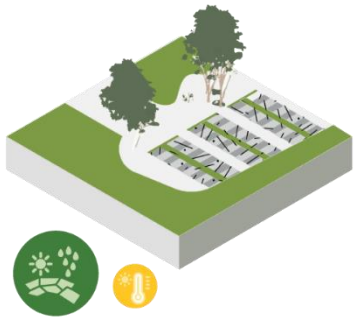
- Hoogwatersituatie: Verwerk op en rond de regionale kering in nieuwbouwwoningen om hiermee ruimte te creëren voor andere "groene" oplossingen. Houd in het ontwerp van gebiedsontwikkelingen rekening met +2,70m NAP.
- Wateroverlast/piekbuien: actief vasthouden van hemelwater (aanleggen groene daken, groene tuinen, maar bijvoorbeeld ook regenwater bufferen in afscheiding van tuinen) en het realiseren van tijdelijke waterberging (zodat er bij een bui van 70 mm in een uur geen onomkeerbare schade optreedt aan bebouwing en infrastructuur) en zorgen voor infiltratie van regenwater. Bijvoorbeeld met raingardens of met een kolk, zoals is gerealiseerd op het stationsplein van Zwolle (fig. 22).
- Hittestress: houd in de bouw ook rekening met hitte door oriëntatie en warmtewerende oppervlakten. Zorg ook voor koeling door de aanleg van schaduw in het plangebied (bijv. met bomen), verticaal groen (geveltuinen/bekleding). Door groene daken (fig. 23), groen en water kan gezorgd worden voor verkoeling i.c.m. wateropvang.



Fig. 22 De 'superkolk' op het stationsplein voor station Zwolle *(Gemeente Zwolle, 2021)*



Fig. 23 Groene daken in Oosterhout *(Ad Evers, 2020)*



Parken en parkeerterreinen aan de buitenkant van de singel bieden een unieke kans voor de stad als “superspons”

Zwolle heeft de ambitie om een ‘superspons’ te worden. Dat vraagt om het benutten van alle kansen. De singel zelf heeft veel buffercapaciteit om zomerse piekbuien te bergen. Vooral aan de buitenzijde van de singel liggen kansen voor sponswerking in de aanwezige parken en huidige parkeerterreinen. Bij vergroten van de sponswerking in de binnenstad gaat het vooral om tijdelijk bergen van water en daarna afvoeren naar de singel. Mogelijkheden voor infiltratie in de bodem zijn in de binnenstad beperkt in verband met aanwezige historische kelders. Ook bij gebiedsontwikkelingen kan de sponswerking worden vergroot. Als vergroten van de sponswerking wordt gecombineerd met groen, kan de stad daarmee ook extra verkoeling krijgen (tegengaan hittestress).

Geef bestaande parken een kwaliteitsimpuls met meer groen en bomen, zodat ze de stad klimaatrobuuster maken
Ten opzichte van de dichtbebouwde binnenstad bieden de bestaande parken aan de rand van de binnenstad (op de vestingwerken) en aan de buitenzijde van de singel relatief veel ruimte (park Eekhout). Ook park Hogenkamp is relevant, omdat dit park via het watersysteem direct is verbonden met de singel. De parken bieden kansen:

- De beschikbare ruimte kan worden ingezet voor waterbuffering en retentie: bijvoorbeeld door ondergrondse oplossingen (bassins) en bovengrondse oplossingen als watergangen, vijvers, wadi's en fonteinen. De oplossingen kunnen gericht zijn op infiltratie of op tijdelijk vasthouden.
- De parken kunnen zorgen voor verkoeling. Dit kan geoptimaliseerd worden door aanpassing van de beplanting t.b.v. schaduwwerking en eventueel het sturen van luchtstromen. Bijv. door grote bomen met dichte kronen te planen of meerdere bomen bij elkaar te plaatsen.
- Kunstobjecten in parken kunnen bijdragen aan waterbewustzijn.

Richt bastions en parkeergelegenheden anders in, zodat het meer water kan infiltreren en bergen om pieken af te vlakken
In de binnenstad zijn de mogelijkheden voor infiltratie beperkt, door de aanwezigheid van historische kelders die kunnen vollopen. Wel kan er beperkt extra ruimte voor waterberging worden gerealiseerd door het verlagen van de groengebieden tussen de bastions. Ook het verflauwen van het profiel van de regionale kade (aan de buitenzijde van de singel) kan extra ruimte voor het bergen van water bieden.

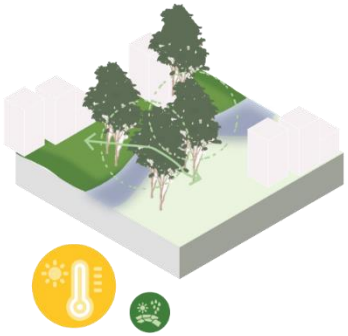
Zwolle heeft de ambitie/plannen om in de binnenstad de parkeergelegenheden op maaiveld te verwijderen en rondom de binnenstad parkeerhubs aan te leggen. Daar waar parkeerruimte verdwijnt kan de openbare ruimte worden heringericht; met groen en/of technische maatregelen kan ruimte voor tijdelijke waterberging worden gerealiseerd. Bij piekbuien staat het water dan niet op de verharding, maar kan het langzaam in de bodem zakken of worden afgevoerd. Ook zorgt vergroening voor verkoeling (door toename verdamping). In de selectie en uitwerking van maatregelen ligt de nadruk op tijdelijk vasthouden.

De aanleg van parkeerhubs kan sponswerking vergroten door deze op een klimaatadaptieve (en mogelijk innovatieve) manier te bouwen. Dat kan bijvoorbeeld door te zorgen dat de hub ruimte heeft voor ondergrondse waterberging, of door halfverharding en groen (als heggen) ook de mogelijkheid biedt om water te infiltreren. Bij zomerse piekbuien wordt op deze manier naast snelle afvoer op de singel ook gezorgd voor een vertraagde afvoer en voor infiltratie (waar dat kan). Hierdoor neemt wateroverlast af en is de stad ook beter bestand tegen hitte en droogte.

Sponswerking bij gebiedsontwikkelingen
Bij gebiedsontwikkelingen kan sponswerking worden vergroot. Zelfs bebouwing kan door technische maatregelen voor extra berging zorgen. Zo zorgen bijv. bij Weezenlanden Noord de aanleg van dakpolders voor een extra buffer. Groene daken kunnen afvoer bij piekbuien vertragen. Buiten de singel van Zwolle kunnen ook maatregelen voor infiltratie worden genomen. Stads(voor)tuinen kunnen aangelegd worden als raingarden (fig. 24). Ook kan in de inrichting van de buitenruimte door hoogteverschillen tijdelijke berging gerealiseerd worden, door bijvoorbeeld wadi’s.



Fig. 24 Schematische weergave van een raingarden. Een raingarden is een verdiept aangelegd plantvak waar regenwater in kan worden opgevangen *(NYC Environemntal Protection, 2017)*



Versterk het Singelpark als groenstructuur voor verkoeling en opvang van piekbuien

In Zwolle zal bij hitte de leefbaarheid in het stadshart (en dus de binnenstad) afnemen door hittestress. De binnenstad wordt op warme dagen een hitte-eiland als gevolg van de grote hoeveelheid verharding en bebouwing. In de binnenstad zelf is weinig groen. De verharding zorgt lokaal ook voor overlast door piekbuien. Ook de omliggende wijken hebben last van hittestress. De singel kan de inwoners van de binnenstad en daarbuiten verkoeling bieden op warme dagen en biedt ruimte voor afvoer van water bij piekbuien. Door verbindingen dwars door de binnenstad en een andere inrichting van de singel zelf kan de leefbaarheid van het stadshart op warme dagen worden vergroot en wateroverlast door piekbuien worden verminderd. Zo ontstaat een singelpark, dat een essentieel onderdeel is van de stad en wijken verbindt.

Vergroenen van de binnenstad op tracés van Groene Aa en Oude Dekzandrug i.c.m. geveltuinen en verkoelende bomen zorgt voor koele luchtstromen

Bomen zijn een zeer effectieve maatregel om hittestress tegen te gaan *(Kluck et al., 2020).* Een groenblauw netwerk met diverse groensoorten kan verkoeling bieden, vooral door verdamping en het bieden van schaduw. De singel en andere waterelementen bieden verkoeling door verdamping en soms ook doordat het zorgt voor ventilatie (windcorridors) in de singel en omliggende wijken. Bij groen gaat het om een afwisseling van bomen, struiken en beplanting die zorgen voor schaduw en verkoeling door verdamping. Ook geveltuinen en groene daken dragen bij aan koelte; naast verkoeling door verdamping is er ook minder warmtestraling door de beplating *(Kluck et al, 2020).* Groepen van bomen zorgen voor meer schaduw en verdamping dan solitaire bomen. Hierdoor ontstaan koele luchtstromen. Per boomsoort verschilt het koelend effect door de eigenschappen van de boom (type blad, vorm van de stam, takkenstructuur, droogtebestendigheid en leeftijd) *(bomentabel.nl, 2024).* Bij nieuw groen en bij beheer van het huidig groen is het gewenst om hier rekening mee te houden.

Door verschillende groenstructuren (bomen, struiken, beplanting) aan te leggen ontstaan zonnige, halfschaduw- en schaduwplekken, met ieder hun eigen mate van koeling *(Weppelman et al, 2023).* Uit onderzoeken naar ontwerpcriteria voor een hittebestendige stad blijkt dat het belangrijk is om op het heetst van de dag op belangrijke looproutes voldoende schaduw (ca. 40%) te hebben. Dit naast voldoende groen en een beperkte afstand van woningen tot een koele plek *(Kluck et al, 2020).*

Groen op het tracé Groene Aa en Oude Dekzandrug zorgt voor een verkoelende groenblauwe ader in de stad. Het tracé van de Groene Aa en de Oude Dekzandrug is een belangrijke looproute door de stad waar nu nog beperkte schaduw is. Daarnaast kunnen de groenstructuren worden doorgetrokken aan de buitenzijde van de singel (fig. 25). Deze groenstructuren aan de buitenzijde zorgen met uitstek voor de verbinding van de binnenstad met de wijken er om heen.



Fig. 25 Voorbeelden van vergroening in de binnenstad van Antwerpen (boven) en Haarlem (onder) (Engelchor, 2023; Selz, 2024)

Door herinrichting van het tracé Groene Aa kunnen piekbuien gericht en vertraagd worden afgevoerd
Zoals in hoofdstuk 2 beschreven hoopt bij piekbuien het water zich in de binnenstad op aan de oostkant ter hoogte van park Ter Pelkwijk. De hoogtekaart van Zwolle laat zien dat dit het laagste punt van de stad is. Door het tracé van de Groene Aa opnieuw in te richten, met meer ruimte voor opvang van piekbuien, kan het water vertraagd en getrapt afgevoerd worden richting de singel. Het gaat dus niet om het terugbrengen van de oude watergang, maar om een klimaatadaptieve inrichting van de openbare ruimte. Daarbij kan gedacht worden aan verlagingen in verharding (greppels) en ondergrondse kratten, in combinatie met groen dat bij piekbuien kan overstromen.

Het verwijderen van parkeerplekken in de binnenstad biedt dé kans om groenstructuren aan te leggen; kades kunnen zo helpen om van de singel een koelte-eiland te maken.
Parkeren op maaiveld verdwijnt op termijn uit de binnenstad. De huidige parkeerplekken aan de Thorbeckegracht en op andere plekken aan de singel bieden dan dé kans voor het realiseren van extra groenstructuren. De combinatie van schaduw door bomen en water werkt extra verkoelend. Zo kan de singel een koelte eiland worden.





Fig. 26 Foto's van de Singel waar al vergroend is en gewandeld kan worden *(Erik Fotografie, 2024)*

4 Ambities vanuit water en klimaat kunnen andere ambities in de Singel versterken maar kennen ook schuurpunten

De singel heeft een belangrijke functie in het toekomstbestendig maken van de binnenstad. Naast het vergroten van de weerbaarheid van de singel tegen het veranderend klimaat heeft de gemeente hier ook andere ambities en verplichtingen. Het gaat bijvoorbeeld een Singel die uitnodigt om te verblijven, het welzijn van mens, plant en dier bevordert, culturele- en economische ontwikkeling stimuleert en de bereikbaarheid en gastvrijheid van de binnenstad waarborgt. Er zijn veel functies en ambities die in een gebied met beperkte ruimte een plek moeten krijgen. Dit biedt meekoppelkansen voor de eerder geschetste oplossingsrichtingen voor water en klimaat, maar kan ook voor schuurpunten zorgen. Ontwerpend onderzoek voor de integrale visie op de singel van Zwolle kan onderzoeken hoe te komen tot oplossingen die meer belangen dienen.

Er zijn volop meekoppelkansen bij andere lopende ambities/trajecten

- De ambities ten aanzien van groen en recreatie en die rond water en klimaat versterken elkaar. Zo is bijvoorbeeld 1 van de 10 ambities in het groen- en recreatiebeleid 'het groen is voor iedereen dichtbij' (fig. 27). Het versterken van de groenstructuur in de singel past hier bij.

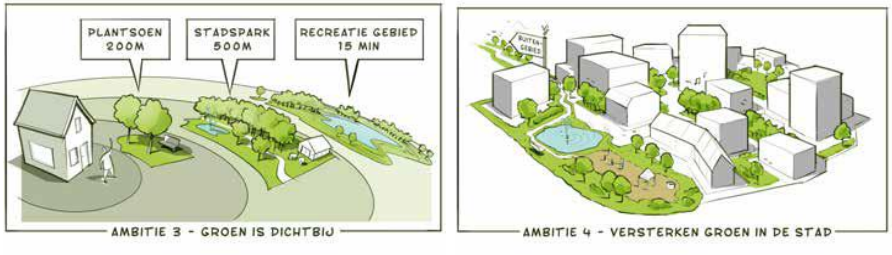


Fig. 27 Illustraties van de ambities om groen dichterbij de stad te creeeren in Zwolle *(Groen- en recreatiebeleid Zwolle. 2024)*

- Het groen- en recreatiebeleid zet in op versterken van bestaande groenstructuren en verbeteren van de groenblauwe structuur. Een aantal van de opgenomen knelpunten liggen in de omgeving van de singel en kunnen mogelijk overlappen met de oplossingen voor water en klimaat (*Gemeente Zwolle, 2024).* Zo is een verbeterpunt het groener en toegankelijker maken van de Schuttevaerkade, net als het vergroenen van de Turfmarkt.
- De houten fundatie van de kades aan de Thorbeckegracht zijn aan vervanging toe. Dit is al een lopend project en biedt de uitgelezen kans om het profiel van de Thorbeckegracht aan te pakken en glad te maken, zodat het water zo goed mogelijk kan worden afgevoerd bij hoogwater.
- Parkeren op maaiveld verdwijnt in de binnenstad. Hiermee komt er ruimte beschikbaar die voor vergroening gebruikt kan worden en daarmee kan bijdragen aan tegengaan hittestress, vergroten sponswerking en omgaan met piekbuien.
- Een groene singel vergroot het welzijn van de mens. Dit biedt een plek om te verkoelen en te recreëren (bijvoorbeeld door een rondje om de singel te wandelen of te hardlopen).
- Door variatie in beplanting en passende plantkeuzes kunnen meer verschillende soorten het goed doen in een gebied. Dit leidt tot meer biodiversiteit.
- Ecologische taluds vergroten de aanwezige biodiversiteit en verbetert de waterkwaliteit; hierbij zijn kansen om dit te koppelen met de KRW opgaven. De Thorbeckegracht maakt deel uit van een KRW waterlichaam, waarvoor het waterschap de chemische en/of ecologische kwaliteit moet verbeteren. Flauwe taluds aan de singel kunnen mogelijk een invulling zijn van Natuurvriendelijke Oevers en hieraan bijdragen omdat de singel in open verbinding staat met de Thorbeckegracht.

Ruimte voor klimaatoplossingen kan schuren met ambities rond mobiliteit of negatieve effecten hebben

- Ruimte voor vergroening en verflauwing van de regionale kade kan op gespannen voet staan met de benodigde ruimte voor infrastructuur/mobiliteit. Verflauwing van de kade voor bijvoorbeeld een natuurvriendelijker talud of een getrapte kade vraagt om meer ruimte. Dit kan vaak alleen als de weg wordt versmald. Dit kan knellen met de vanuit mobiliteit gewenste ontwikkelingen.
- De aanleg van goed bereikbare parkeerhubs op huidige parkeerterreinen buiten de singel vraagt om voldoende parkeerruimte; een groenere inrichting die ook de sponswerking vergroot is hiermee combineerbaar maar kan ook tot schuurpunten leiden of extra investeringen vragen.
- Ruimte voor vergroening kan ook schuren met de ruimte die nodig is voor de energietransitie (bijv. transformatoren of warmtestations). Deze dienen te worden geplaatst op locaties die niet / nauwelijks te maken hebben met wateroverlast of klimaatrobuust te worden vormgegeven; dit kan op gespannen voet staan met de grote opgave vanuit de energietransitie. Tegelijkertijd biedt dit dé kans om het in een keer goed te doen.
- Als in de binnenstad maatregelen worden genomen die sponswerking vergroten door infiltratie, dan kan dat leiden tot toename van wateroverlast in de oude historische kelders.
- Ruimte voor groen en tijdelijk bergen van regen, bijvoorbeeld op de tracés van de Groene Aa en Oude dekzandrug, kan op gespannen voet staan met de manier waarop in de huidige situatie deze openbare ruimte wordt gebruikt, voor bijvoorbeeld markten en evenementen.

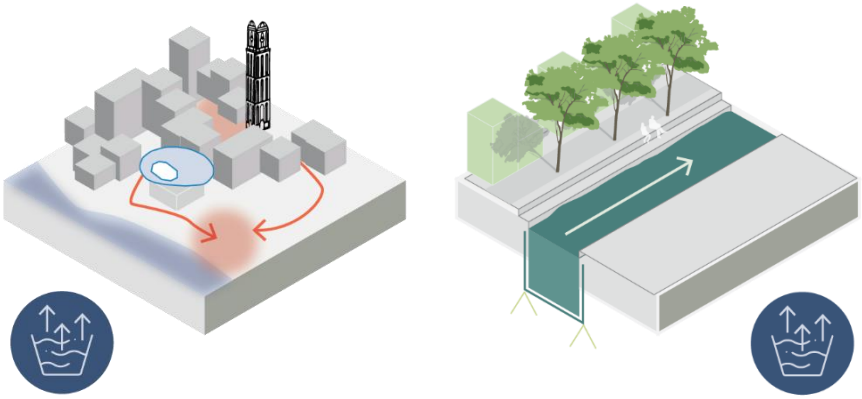
5 Conclusie: de ligging van de singel van Zwolle maakt het nodig én mogelijk om klimaatrobuuster te worden. De bijbehorende oplossingsrichtingen vragen om heldere keuzes vanuit water en klimaat.

Zwolle wil de stad ontwikkelen naar een toekomstbestendig Stadshart. Naast de woningbouwopgave is daarbij ook het aanpassen van de singel van Zwolle als belangrijke opgave opgenomen. Hiervoor wordt een integrale visie ontwikkeld. Eén van de doelen bij de visieontwikkeling op de singel is te komen tot een uitnodigende Singel die de weerbaarheid tegen de gevolgen van het veranderend klimaat vergroot. Deze bouwsteen vanuit water en klimaat maakt de noodzaak hiervan duidelijk. De ligging van Zwolle maakt de stad kwetsbaar voor klimaatverandering. In het huidige klimaat is er al sprake van overlast. Door klimaatverandering wordt de opgave alleen maar groter.

Deze studie laat zien dat er integrale oplossingsrichtingen mogelijk zijn, die er voor zorgen dat de stad extremen zoals hoogwater, piekbuien en hitte beter aankan. De impact van droogte valt mee door open verbinding met IJsselmeer. De oplossingsrichtingen vragen wel om heldere keuzes vanuit water en klimaat, bijvoorbeeld door eisen te stellen aan gebiedsontwikkelingen en door te kiezen voor ruimte voor water en groen. De inzet is om in de singel te doen wat maximaal kan. Zo zetten we in op het realiseren van voldoende sponswerking en een robuuste en complete groenblauwe structuur, zowel in de wijk, stad als in aansluiting met het gebied daarbuiten (*Gemeente Zwolle, 2021*). Daarnaast moeten we leren leven met hoogwater in de winter en met piekbuien in de zomer.

Ook bij realisatie van de oplossingsrichtingen geldt met name voor hoogwater en voor sponswerking dat de singel slechts een deel van de oplossing zelf kan bieden. Een kering hoger dan +2,70m NAP is ongewenst en de mogelijkheden voor extra berging zijn qua omvang beperkt door het intensieve ruimtegebruik en de historische waarden. Het concreet maken van ontwikkelingen, zoals de regionale sponsstrategie (vasthouden, vertragen en tijdelijk bergen van water buiten de binnenstad) is dan ook gewenst.

Omgaan met hogere waterstanden in de binnenstad door gevolgbeperkende maatregelen, zorgen voor afvoercapaciteit evacuatie en crisiscommunicatie en waterbewustzijn.



Leven met hoogwater: de hoge delen in de binnenstad bieden een uitweg bij extreme hoogwater situaties

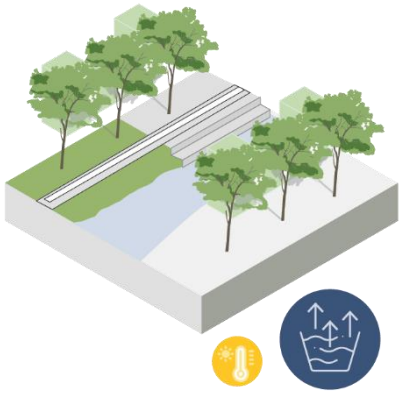
Gevolgbeperking in de binnenstad en vergroten van afvoercapaciteit bij de Thorbeckegracht

Door klimaatverandering zullen waterstanden in het IJsselmeer en de Vecht toenemen evenals de afvoer vanuit de Sallandse Weteringen: dit leidt tot hogere waterstanden in de singel en problemen in de buitendijks gelegen binnenstad. Ook zal door klimaatverandering in de zomer de kans op voorkomen en de intensiteit van extreme buien toenemen. Dat leidt tot lokaal wateroverlast en kan ook tot een tijdelijk hoger waterpeil door hogere afvoer vanuit de Sallandse Weteringen leiden.

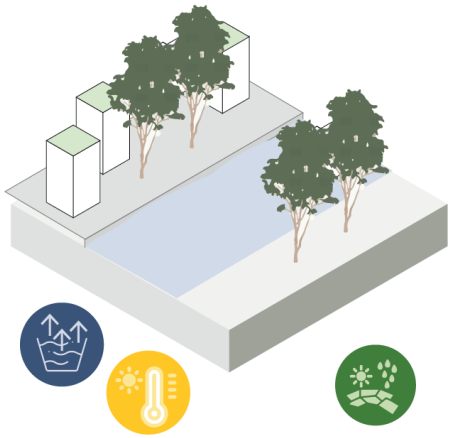
De binnenstad ligt als een soort eiland in het regionale watersysteem, waarbij afvoer van een groot gebied via de singel en Thorbeckegracht richting het buitenwater gaat. Een deel van de binnenstad ligt hoog, op een oude zandrug; andere delen (waaronder met name de Thorbeckegracht) liggen laag en ervaren nu al wateroverlast bij hoge waterstanden. Vanuit de buitendijkse ligging is in de binnenstad vooral het nemen van gevolgbeperkende maatregelen door bewoners en overheden belangrijk naast aandacht voor evacuatie en crisiscommunicatie. De binnenstad moet leren leven met hoogwater. Bewoners en bedrijven in buitendijkse gebieden zijn zelf verantwoordelijk voor de gevolgen van een overstroming en het treffen van maatregelen. De overheid heeft ten aanzien van gevolgbeperking een rol in het beschermen van vitale infrastructuur (o.a. riolering) en het toegankelijk houden van de openbare ruimte. Gevolgbeperkende maatregelen zijn bijvoorbeeld het plaatsen van schotten voor doorgangen. Daarnaast biedt de geplande vervanging van de fundatie van de kades op de Thorbeckegracht de kans om het profiel aan onderzijde gladder te maken, waardoor de afvoercapaciteit groter wordt.

Ondanks de kwetsbaarheid van de binnenstad is lang niet iedereen zich bewust van wat er kan gebeuren en wat dan te doen. Het vergroten van het bewustzijn en voorbereid zijn op het nemen van maatregelen en eventueel op evacuaties bij overstromingen is daarom belangrijk; de gemeente heeft een belangrijke rol in de regie en communicatie. Bij hoogwatersituaties zijn de hoge delen van de binnenstad (de dekzandrug met de kerk als hoogste punt en bastions) veilige havens. Er dient rekening gehouden te worden met vluchtroutes vanaf die natuurlijke hoogtes. Leven met hoogwater vraagt ook communicatie. Ook kan hoogwater beter zichtbaar gemaakt worden. Bijvoorbeeld door getrapte vormgeving en/of flauwe taluds of verlaagd aanleggen van de groengebieden tussen de bastions. Dit zorgt voor extra ruimte voor water.

Beschermen van Zwolle door verhogen van de waterkeringen en waterrobuust bouwen aan buitenzijde van de singel



Ontwerp de regionale kering bij ruimtelijke ontwikkelingen op 2,7m NAP en versterk waar nodig aan de binnendijkse kant om zo meer ruimte te reserveren voor water



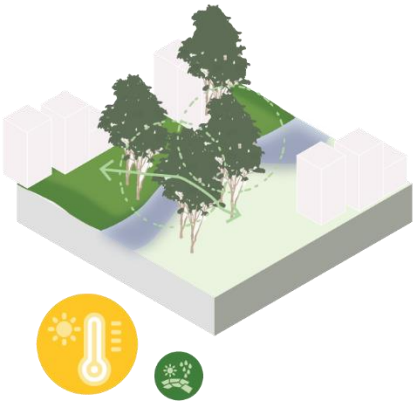
De geplande woningbouw biedt kansen voor klimaatadaptief bouwen

De buitenzijde van de singel is een regionale kering die grote delen van Zwolle beschermt. Bij deze kering zijn de maatgevende waterstanden bij de keersluis leidend (nu +2,30m NAP). Tot 2050 zal uitgaan van die waterstanden voldoende bescherming bieden. Daarna neemt de kans op natte voeten toe. Verhoging of een andere vormgeving van de kering is nodig. Het is nodig dat Zwolle tijdig anticipeert op deze waterstandsstijging. De kering is geen op zichzelf staande kade maar is integraal onderdeel van de stad. Ook bij versterking is dat uitgangspunt. Bij gebiedsontwikkelingen in/rond de kering is de oplossingsrichting om de versterkingsopgave mee te nemen in de gebiedsontwikkeling en wordt klimaatrobuust ontworpen, op +2,70m NAP. Dit is ambtelijk afgestemd met het waterschap. Bij nieuwbouwprojecten kan de kering worden verwerkt in het gebouw, waardoor ruimte vrijkomt voor water en groen. De gemeente kan voorkomen dat er kansen gemist worden door dit verplicht te stellen. Dit kan bijvoorbeeld door in het bouwbesluit op te nemen dat een klimaatrobuuste ontwikkeling betekent dat nieuwbouw wordt ontworpen op een minimale hoogte van +2,70m NAP. Daarnaast biedt de forse woningbouwopgave – in beperkte ruimte, op de kwetsbare plek in het systeem – de kans om innovatief en klimaatadaptief te bouwen.

Als de kering wordt versterkt is het gewenst om daarbij meer ruimte voor water te creëren door de kering in binnendijkse richting te versterken. Dit biedt de mogelijkheid voor het aanleggen van vlakke (ecologische) of getrapte (harde of zachte) taluds. Met ecologische taluds wordt ook een bijdrage geleverd aan de biodiversiteit en een betere waterkwaliteit (KRW). Met getrapte taluds (hard of zacht) wordt de beleving van het (hoog)water versterkt.

Tegengaan hittestress in binnenstad door groen, o.a. op looproutes

Op warme dagen ervaart de binnenstad van Zwolle nu al extreme warmte (tot hoger dan 45 graden Celsius); door klimaatverandering zal dat toenemen. Dit komt door de dichtbebouwde en verharde binnenstad. Het realiseren van schaduwrijke plekken door groenstructuren is dan heel belangrijk (door verdamping neemt de temperatuur af), zowel in de binnenstad als aan de buitenzijde van de singel. Water verkoelt ook, mits het in de schaduw ligt. Concreet gaat het om zowel vergroenen van de straten met minder verhard oppervlak (minder weginfrastructuur en parkeerplaatsen).

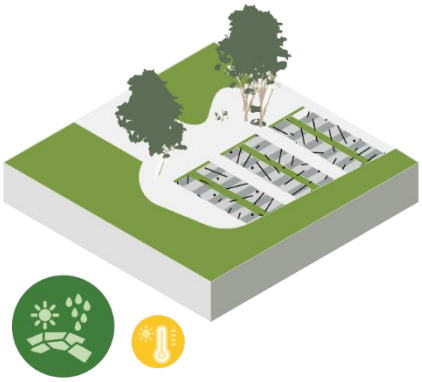


Versterk het Singelpark als groenstructuur voor verkoeling en opvang van piekbuien

Het verdwijnen van parkeren op maaiveld biedt ruimte voor deze gewenste vergroening. Voor koelte is een bewuste keuze voor boomsoorten bij aanleg/vervanging van belang. Ook bewoners/gebiedsontwikkelingen kunnen bijdragen door de aanleg van (gevel)tuinen en groene daken. Looproutes met voldoende schaduw zijn belangrijk voor een hittebestendige stad; daarbij gaat het om groen op de tracé Groene Aa en Oude Dekzandrug.

Piekbuien opvangen en vergroten sponswerking o.a. in tracé Groene Aa, parken en parkeerterreinen

Door klimaatverandering neemt de kans op extreme kortdurende neerslag (piekbuien) toe. Dat zorgt voor natte voeten in delen van de binnenstad en een tijdelijke stijging van de waterstanden in de singel. De singel heeft veel buffercapaciteit om piekbuien te bergen. Door het reliëf in de binnenstad ontstaan er lokaal toch problemen met wateroverlast als gevolg van piekbuien, met name in de lager gelegen delen van de binnenstad. Ook in de wijken aan de buitenzijde van de singel ontstaat lokaal wateroverlast.



Parken en parkeerterreinen aan de buitenkant van de singel bieden een unieke kans voor de stad als 'superspons'

In de binnenstad hoopt het water zich bij piekbuien op aan de oostkant, bij park Ter Pelkwijk. Door het tracé van de Groene Aa opnieuw in te richten, met meer ruimte voor opvang van piekbuien in bijvoorbeeld drainagebakken, kan het water vertraagd en getrapt afgevoerd worden richting de singel. Daar waar het water zich ophoopt in achtertuinen van bewoners is ook acceptatie en bewustwording belangrijk.

De bestaande parken op de vestingwerken en vooral de parken aan de buitenzijde van de singel bieden kansen voor waterbuffering en retentie (bijvoorbeeld bij park Eekhout en park de Hogenkamp). De oplossingen kunnen gericht zijn op infiltratie of op tijdelijk vasthouden. In de binnenstad zijn de mogelijkheden voor infiltratie beperkt, door de aanwezigheid van historische kelders die kunnen vollopen. Wel kan er beperkt extra ruimte voor waterberging worden gerealiseerd door het verlagen van de groengebieden tussen de bastions. Ook het verflauwen van het profiel van de regionale kade (aan de buitenzijde van de singel) kan extra ruimte voor het bergen van water bieden. Het verdwijnen van parkeren op maaiveld en aanleg van parkeerhubs biedt kansen om met groen en/of technische maatregelen tijdelijke waterberging te realiseren, bijv. Door andere functie (groen) of door halfverharding of drainagebakken aan te leggen. Ook bij gebiedsontwikkelingen kan sponswerking worden vergroot, bijv. door technische maatregelen (dakpolders, groene daken) en door groen (bijv. raingardens).

De totale bijdrage vanuit het gebied van de singel aan de sponswerking is relatief beperkt maar wel belangrijk vanuit solidariteit. Het vasthouden, vertragen en bergen van water op andere locaties in Zwolle en in de Sallandse Weteringen zal meer mogelijkheden bieden qua omvang en zo ook bijdragen aan de klimaatopgave van Zwolle. Ook op die locaties heeft dat impact op de functies, wat maakt dat vanuit solidariteit het belangrijk is om als Zwolle maximaal te doen wat kan.

Een integrale visie op de singel die Zwolle klimaatrobuust maakt

De singel en binnenstad van Zwolle zijn kwetsbaar voor klimaatontwikkelingen. De ambitie om Zwolle klimaatrobuust te ontwikkelen is voor dit gebied niet vrijblijvend, maar noodzakelijk. Deze bouwsteen biedt handvaten om dit op te nemen in de integrale visieontwikkeling voor de singel. De oplossingsrichtingen vragen nog om nadere uitwerking en in sommige gevallen een afweging met andere opgaven/ontwikkelingen.

Omgaan met hoogwater, piekbuien en hitte vraagt aanpassing van inrichting van de openbare ruimte, gebiedsontwikkelingen en keringen. Het combineren met groen en met woningbouw biedt hierin kansen voor integrale oplossingen. Dit is hét moment om oplossingen integraal in te bedden in gebiedsontwikkelingen. Meer groen kan een grote bijdrage leveren aan tegengaan van hittestress en opvang van piekbuien. Tegelijk vergroot het de leefbaarheid en biedt het kansen voor recreatie. Als gebiedsontwikkelingen klimaatrobuust gebeuren kunnen ze bijdragen aan klimaatopgaven door bijvoorbeeld onderdeel uit te maken van de (toekomstbestendige) kering en door ruimte voor waterberging en infiltratie en groen (op daken, tegen gevels en in tuinen). Tegelijk vragen deze oplossingen om ruimte: meer ruimte voor water en groen zorgt voor minder ruimte voor de weginfrastructuur op de regionale kering, wat effect kan hebben op mobiliteit. Of andere inrichting van parkeerplaatsen, wat mogelijk het gebruik voor evenementen beperkt. Naast inrichtingsopgaven vragen de opgaven ook om bewustzijn bij bewoners en acceptatie en nemen van gevolgbeperkende maatregelen.

6 Bronnen

- Deltares, 2021. Stresstest voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II. Het effect van nieuwe inzichten en onzekerheden op knelpunten in de zoetwatervoorziening.
- Deltares, 2023. De consequenties van de KNMI'23 scenario's voor de Rijn en Maas.
- Infram, 2018. Werking watersysteem Zwolle. Aanzet tot een robuust watersysteem
- Infram, Urhahn, HydroLogic, 2015. Strategie waterveiligheid en klimaatbestendigheid in de IJssel-Vechtdelta.
- Infram, HydroLogic, Buro MA.AN, 2024. Gebiedsrapportage Sallandse Weteringen regionale sponsstrategie.
- KNMI, 2023. KNMI'23 klimaatscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.
- EEA, 2017. Urban adaptation to climate change in Europe: Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. EEA Report 2/2012, EEA, Copenhagen. 143 pp., doi:10.2800/41895.
- Gemeente Zwolle, 2021. Omgevingsvisie 'Ons Zwolle van Morgen'
- Gemeente Zwolle, 2023. 'Ons Stadhart van morgen'. Uitvoeringsagenda
- Gemeente Zwolle, 2024. 'Startnotitie visie singel van Zwolle'
- Gemeente Zwolle, mei 2024. Groen- en recreatiebeleidsplan (Be)leefbaar voor iedereen (CONCEPT).
- Gemeente Zwolle, april 2013. Accordering uitgangpunten aanleghoogte ontwikkeling Kraanbolwerk / Binnenstad Zwolle o.b.v. richtinggevende ontwerpwaterstanden
- Regio Zwolle, 2022. Klimaat adaptief ruimtelijk ontwikkelen Regio Zwolle. Uitgangspunten voor de verstedelijkingsopgave vanuit het bodem- en watersysteem en klimaatadaptatie
- Regio Zwolle, 2022. Warme Harten in een Klimaatadaptieve Delta (verstedelijkingsstrategie)
- RTV focus Zwolle, 26/12/2023. Artikel: Hoogwater op de gracht in Zwolle; hier loopt het (bijna) over.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022. Eindadvies Beleidstafel wateroverlast en hoogwater.
- MJOP, gemeente Zwolle
- Klimaateffectatlas Nederland - Klimaateffectatlas, 2024
- Kluck et al, 2020. Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte; de hittebestendige stad. Hogeschool van Amsterdam, dr. ir. Jeroen Kluck, dr. ir. Lisette Klok, dr. ir. Anna Solcerová, dr. ir. Laura Kleerekoper, dr. Liesbeth Wilschut, dr. ir. Cor Jacobs, ir. Ronald Loeve
- WDODelta/gemeente Zwolle, 2024. Mail m.b.t. MHW van L. Berends d.d. 12 augustus 2024
- Weppelman et al, 2023. Aantrekkelijke koele plekken & Routes; Basisprincipes en richtlijnen voor natuurlijke verkoeling. Mei 2023. Wageningen University & Research: Ineke Weppelman, Robbert Snep, Jelle Hiemstra, Joris Voeten.
- Bomentabel.nl – Nuttige bomen met positieve effecten op ons ecosysteem, Wageningen University & Research 2024.



Fig. 28 Kijkend vanaf Ter Pelkwijkpark richting de Kerkbrug *(Erik Fotografie, 2024)*