



BUILDING CHANGES

Document Afstuderen

Robert Bruininga – 18117732

Ruimtelijke Ontwikkeling

September 2025 – Februari 2026

THE HAGUE
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Contactgegevens

Stagiair

Robert Bruininga

Studentnummer 18117732

Stationsweg 133c-2

2515 BM Den Haag

06-20705114

18117732@student.hhs.nl

R.Bruininga@Buildingchanges.nl

Begeleiders Haagse Hogeschool

Eerste begeleider

Wim Mantje

W.J.Mantje@hhs.nl

Tweede begeleider

Bjørn Jansen

b.l.g.jansen@hhs.nl

Gegevens afstudeerbedrijf

Building Changes

Van der Burghweg 1

2628 CS Delft

Bedrijfsbegeleider

Lisanne Dorlas

l.dorlas@buildingchanges.nl

Inhoudelijk begeleiders

Jan-Willem Weststrate

jw.weststrate@buildingchanges.nl

Guus Pieters

g.pieters@buildingchanges.nl

Voorwoord

Dit document is geschreven vanuit een simpele observatie: klimaatadaptatie op wijkniveau is inhoudelijk volwassen, maar de manier waarop keuzes worden gemaakt is dat vaak niet. In de praktijk verdwijnen ambities over water- en bodemsturend ontwerpen te snel in losse maatregelen, spreadsheets of projectdruk. Wat ontbreekt, is een helder en gedeeld afwegingsproces dat helpt om eerst het probleem goed te begrijpen, voordat oplossingen worden gekozen.

Tijdens mijn afstuderen bij Building Changes heb ik van dichtbij gezien hoe complex wijkgerichte klimaatopgaven zijn. Niet omdat kennis ontbreekt, maar omdat techniek, ruimte, bodem, beheer en sociale context voortdurend door elkaar lopen. Juist op wijkniveau komen die werelden samen. Dat maakt dit schaalniveau kansrijk, maar ook kwetsbaar voor versnipperde keuzes. Dit afstudeeronderzoek is een poging om daar iets tegenover te zetten: geen extra rapportlaag, geen rekentool, maar een praktisch denkkader dat helpt om samenhang expliciet te maken.

Het resultaat is een afwegings- en ontwerp kader in de vorm van een beslisboom met bijbehorende maatregelsheets en interactie-inzichten. Het kader dwingt niet tot één juiste oplossing, maar tot betere vragen. Wat gaat hier mis? Waardoor? En wat betekent dat voor welke maatregelen wel of juist niet logisch zijn? Daarmee verschuift de focus van “wat willen we toepassen” naar “wat past hier daadwerkelijk”.

Dit document vormt de inhoudelijke onderbouwing van dat kader. Het beschrijft de analyse, keuzes en beperkingen die eraan ten grondslag liggen. Het is geen eindpunt, maar een begin: een proof of concept dat laat zien hoe systeemdenken, praktijkkennis en toepasbaarheid samen kunnen komen in één hulpmiddel. De waarde ervan zit niet alleen in het product zelf, maar vooral in de manier van kijken die het stimuleert.

Ik wil Building Changes bedanken voor de ruimte om dit onderzoek kritisch en inhoudelijk scherp uit te voeren, en voor het vertrouwen om te experimenteren met nieuwe vormen van afwegen en ontwerpen. Daarnaast dank ik mijn begeleiders vanuit De Haagse Hogeschool voor hun inhoudelijke reflectie en kritische vragen, die hebben geholpen om focus te houden en aannames te blijven bevragen.

Ik hoop dat dit document professionals helpt om met meer structuur, scherpte en vertrouwen keuzes te maken in complexe wijkopgaven. Niet door complexiteit weg te poetsen, maar door haar hanteerbaar te maken.

Robert Bruininga

Managementsamenvatting

Dit afstudeeronderzoek richt zich op een kernprobleem binnen de hedendaagse klimaatadaptieve gebiedsontwikkeling: het ontbreken van een gestructureerde en herleidbare manier om op wijkniveau samenhangende keuzes te maken voor klimaatadaptieve maatregelen in het watersysteem. In de huidige praktijk worden maatregelen vaak sectoraal of ad hoc gekozen, waardoor systeemwerking, onderlinge interacties en wijkbrede randvoorwaarden onvoldoende worden meegenomen. Dit leidt tot suboptimale oplossingen, beperkte effectiviteit en een kloof tussen beleidsambities en uitvoeringspraktijk.

Het onderzoek is uitgevoerd binnen Building Changes, in de context van het programma Toekomstgerichte Wijk. De wijk vormt hierin het cruciale schaalniveau: groot genoeg om systeemwerking zichtbaar te maken, maar concreet genoeg om ontwerp- en vervangingsopgaven te koppelen aan klimaatadaptatie. Juist in bestaande wijken, vaak gebouwd vóór 1980, vallen klimaatopgaven samen met grootschalige vervangingsmomenten van riolering, verharding en openbare ruimte. Dit biedt kansen, maar vraagt om scherpe afwegingen.

Doel van het onderzoek is het ontwikkelen van een praktisch en toepasbaar technisch afwegings- en ontwerkkader dat professionals ondersteunt bij het maken van samenhangende, contextspecifieke keuzes voor klimaatadaptieve maatregelen op wijkniveau. Het eindproduct bestaat uit een beslisboom met bijbehorende maatregelsheets en een interactiematrix. Het kader is nadrukkelijk geen reken- of ontwerpinstrument, maar een kwalitatief, reproduceerbaar hulpmiddel voor de verkennende en ontwerpfase.

De analysefase vormt het fundament van het onderzoek. Hierin is het wijkwatersysteem systematisch ontleed aan de hand van vier invalshoeken: maatregelen, bodem, watersysteem en sociaal-ruimtelijke context. Op basis van literatuuronderzoek, documentanalyse en praktijkcasussen zijn de bepalende randvoorwaarden en interacties in kaart gebracht. De analyse laat zien dat technische effectiviteit sterk afhankelijk is van lokale condities zoals bodemopbouw, doorlatendheid, grondwaterdynamiek en type rioolstelsel. Maatregelen die hier niet op zijn afgestemd, leiden aantoonbaar tot falen, extra beheerlast of nieuwe risico's.

Binnen de maatregelenanalyse is gekozen voor een thematische benadering, waarbij berging en buffering verdiepend zijn uitgewerkt. Deze keuze is ingegeven door de centrale rol van buffering in het dempen van piekbuien, de ruimtelijke haalbaarheid in bestaande wijken en de sterke samenhang met andere thema's zoals infiltratie, afvoer, peilbeheer en groen-blauwe adaptatie. De analyse maakt duidelijk dat buffering zelden op zichzelf functioneert, maar juist een schakel vormt tussen snelle afstroming en langzamere processen zoals infiltratie en hergebruik.

Het hoofdstuk over het wijkwatersysteem laat zien dat maatregelen altijd ingrijpen in een gekoppeld systeem van maaiveld, riolering, grondwater en oppervlaktewater. Ingrepen verschuiven belasting en risico's binnen dat systeem. Zonder expliciete afstemming kunnen maatregelen elkaar tegenwerken. Dit onderstreept de noodzaak van een kader dat niet uitgaat van losse ingrepen, maar van samenhang en volgordeelijkheid.

De sociaal-ruimtelijke analyse bevestigt dat klimaatadaptatie niet louter een technische opgave is. Eigendomsstructuren, ruimtegebruik, participatie en beheer bepalen in hoge mate of maatregelen uitvoerbaar en duurzaam zijn. Casussen tonen aan dat projecten beter functioneren wanneer sociale randvoorwaarden expliciet worden meegewogen en bewoners vroegtijdig worden betrokken. Dit

legitimeert het opnemen van sociaal-ruimtelijke indicatoren als volwaardig onderdeel van het afwegingskader.

In de ontwikkelfase zijn de analysebevindingen vertaald naar een concreet product: een beslisboom die gebruikers dwingt eerst het probleem te typeren voordat oplossingen in beeld komen. De kernlogica is oorzaakgericht en niet maatregelgedreven. Door stapsgewijs te werken van probleem, via systeemkenmerken en randvoorwaarden, naar maatregelclusters, wordt voorkomen dat populaire oplossingen automatisch worden toegepast zonder context. De maatregelsheets bieden per maatregel een overzicht van technische, ruimtelijke en sociale randvoorwaarden en aandachtspunten. De interactiematrix maakt expliciet welke maatregelen elkaar versterken of juist conflicteren.

Het eindproduct is opgezet als proof of concept, met een duidelijke focus op regenwateroverlast en buffering. Tegelijk is het kader bewust modulair ontworpen, zodat uitbreiding naar andere thema's zoals droogte, hitte en grondwaterproblematiek mogelijk is zonder de onderliggende logica te doorbreken. Daarmee vormt dit onderzoek een robuuste basis voor verdere doorontwikkeling binnen Toekomstgerichte Wijk en vergelijkbare programma's.

De belangrijkste conclusie is dat samenhangende klimaatadaptatie op wijkniveau vraagt om een expliciet en gedeeld afwegingskader. Door techniek, bodem, watersysteem en sociale context integraal te benaderen, wordt de kans op maatregelfalen verkleind en de kwaliteit van besluitvorming vergroot. Het ontwikkelde kader laat zien dat deze integratie praktisch en hanteerbaar kan worden vormgegeven, zonder te vervallen in complexiteit of schijnnaauwkeurigheid.



Inhoudsopgave

Contactgegevens	2
Inhoudsopgave	6
Building Changes	7
Opdracht.....	8
Context	8
Probleemstelling.....	8
Doelstelling.....	9
Eindproduct	9
Onderzoeksopzet.....	11
Hoofdvraag	11
Deelvragen en methodiek	11
Scope	12
Analysefase	14
Maatregelen	14
Bodem	16
Watersystemen.....	20
Sociaal Ruimtelijk.....	25
Casussen	28
Ontwikkelfase	29
Ontwerp.....	29
Klankbordgroep	33
Conclusies en aanbevelingen	35
Aanbevelingen	36
Bibliografie.....	38
Bijlage 1 – Programma van Eisen.....	42
Bijlage 2 - Interactiematrix	46
Bijlage 3 – Casusuitwerkingen	47

Building Changes

Building Changes is een onafhankelijk adviesbureau dat zich richt op het versnellen van duurzame transitie in de gebouwde omgeving. Vanuit een brede kennisbasis en met een verbindende werkwijze ondersteunt het bureau overheden, marktpartijen en maatschappelijke organisaties bij het realiseren van toekomstbestendige gebiedsontwikkelingen. De kracht van Building Changes ligt in het samenbrengen van partijen, perspectieven en disciplines, met oog voor zowel technische als sociale en bestuurlijke aspecten.

Het bureau is actief in vrijwel alle fasen van projecten: van beleidsontwikkeling en conceptvorming tot ontwerp, uitvoering en beheer. De projecten waar Building Changes aan werkt, hebben vrijwel altijd een duurzaam, klimaatadaptief of natuurinclusief karakter, en spelen zich vaak af in een multidisciplinaire context waarin samenwerking essentieel is.

Een voorbeeld hiervan is het programma Toekomstgerichte Wijk, waarin wordt gewerkt aan kennisontwikkeling en praktische oplossingen voor het klimaatrobuust inrichten van bestaande Nederlandse wijken. Dit programma vormt ook de context van de afstudeeropdracht. Binnen Toekomstgerichte Wijk wordt gewerkt aan integrale en schaalbare benaderingen, waarbij inhoudelijke verdieping wordt gekoppeld aan praktische toepasbaarheid.

Opdracht

Context

Wijkniveau als schaal voor samenhangende keuzes in het watersysteem

De wijk vormt het schaalniveau waarop water, bodem, infrastructuur en gebruik samenkomen en waar klimaatadaptieve keuzes in samenhang moeten worden gemaakt. Op stadsniveau blijven keuzes vaak abstract en beleidsmatig, terwijl op straatniveau maatregelen veelal technisch en enkelvoudig worden toegepast. Juist op wijkniveau ontstaat de mogelijkheid om systeemwerking te betrekken bij ontwerp en vervanging van de openbare ruimte.

In bestaande stedelijke wijken, met name die gebouwd vóór 1980, vallen klimaatopgaven samen met grootschalige vervangingsopgaven van riolering, verharding en groen. Deze wijken zijn ontworpen volgens verouderde uitgangspunten en bieden beperkte flexibiliteit in het onder- en bovengrondse watersysteem. Hierdoor is het noodzakelijk om keuzes niet maatregelgericht, maar systeemgericht te maken, met aandacht voor onderlinge samenhang en randvoorwaarden vanuit water en bodem.

Binnen het programma Toekomstgerichte Wijk wordt ingezet op het ontwikkelen van een technisch afwegings- en ontwerkkader dat deze samenhang expliciet maakt. Dit kader moet ondersteunen bij het vertalen van principes als water- en bodemsturend ontwerpen naar concrete keuzes op wijkniveau. De beslisboom en bijbehorende maatregelsheets vormen hierin een praktisch hulpmiddel om systematisch te bepalen welke maatregelen passend zijn binnen een specifieke wijkcontext en welke niet.

Probleemstelling

Gebrek aan structuur belemmert samenhangende maatregelkeuzes op wijkniveau

De huidige praktijk van klimaatadaptatie op wijkniveau wordt gekenmerkt door gefragmenteerde besluitvorming. Maatregelen worden vaak ad hoc of sectoraal gekozen, zonder expliciete afweging van systeemwerking, onderlinge interacties en wijkbrede randvoorwaarden. Hierdoor sluiten maatregelen onvoldoende op elkaar aan en blijft het effect op het functioneren van het wijkwatersysteem beperkt.

Dit afstudeerproject adresseert dit probleem door een gestructureerde beslisboom en bijbehorende maatregelsheets te ontwikkelen die:

- Inzicht geven in relevante randvoorwaarden en uitsluiters op wijkniveau,
- Keuzes voor klimaatadaptieve maatregelen systematisch en herleidbaar maken,
- Leiden tot een onderbouwde shortlist van passende maatregelen per wijkcontext.
- Een brug slaan tussen verschillende betrokken partijen met wisselende kennis.

Hierdoor functioneren maatregelen minder effectief en ontstaan knelpunten doordat bodem, watersysteem, infrastructuur en gebruik niet integraal worden meegewogen (NKWK, 2020). Door gefragmenteerde besluitvorming en beperkte afstemming blijven kansen voor integrale oplossingen onbenut en zijn keuzes moeilijk te onderbouwen en herhaalbaar (Bouma et al., 2020).

Dit leidt tot een kloof tussen beleidsambities, zoals water- en bodemsturend ontwerp, en de uitvoeringspraktijk. Dit afstudeerproject richt zich daarom op het ontwikkelen van een gestructureerd

afwegings- en ontwerkkader dat samenhang expliciet maakt en ondersteunt bij het selecteren en combineren van klimaatadaptieve maatregelen op wijkniveau.

Doelstelling

Het doel van dit afstudeerproject is het ontwikkelen van een praktisch en toepasbaar beslisondersteunend product voor klimaatadaptieve watersystemen op wijkniveau, bestaande uit een beslisboom en bijbehorende maatregelsheets. Dit product draagt bij aan het technisch afwegings- en ontwerkkader binnen het programma Toekomstgerichte Wijk van TKI Deltatechnologie.

De doelstelling van het product is om ruimtelijk ontwikkelaars, beleidsmedewerkers en ontwerpers te ondersteunen bij het maken van samenhangende en herleidbare keuzes voor klimaatadaptieve maatregelen in bestaande stedelijke wijken. Daarbij ligt de focus op de verkennende en ontwerpfase, waarin richting wordt gegeven aan maatregelpakketten en waarin uitsluiting, prioritering en combinaties van maatregelen plaatsvinden.

Concreet beoogt het product:

- Structuur aan te brengen in het afwegingsproces door relevante technische, ruimtelijke en sociale randvoorwaarden expliciet te maken op wijkniveau;
- Keuzemomenten en uitsluiters inzichtelijk te maken, zodat maatregelen niet los, maar in relatie tot het wijkwatersysteem kunnen worden beoordeeld;
- Te leiden tot een onderbouwde shortlist van passende maatregelen, uitgewerkt in maatregelsheets die direct toepasbaar zijn in planvorming en ontwerpssessies.

Het product is nadrukkelijk niet bedoeld als hydrologisch rekeninstrument, monitoringstool of definitief ontwerp. Het levert geen kwantitatieve doorrekeningen of prestatiegaranties, maar biedt een kwalitatief en reproduceerbaar afwegingskader dat helpt om beleidsambities zoals water- en bodemsturend ontwerpen te vertalen naar concrete en uitvoerbare keuzes op wijkniveau.

Eindproduct

Het eindproduct is een praktisch beslisondersteunend kader voor klimaatadaptieve watersystemen op wijkniveau, bestaande uit een beslisboom en bijbehorende maatregelsheets. Het kader ondersteunt gemeenten en ontwerpers bij het maken van samenhangende en herleidbare keuzes in de verkennende en ontwerpfase van wijkgerichte herinrichtings- en vervangingsopgaven.

Het product richt zich niet op het ontwerpen of doorrekenen van maatregelen, maar op het structureren van het afwegingsproces dat daaraan voorafgaat. Centraal staat de vraag welke maatregelen in een specifieke wijkcontext passend zijn, onder welke randvoorwaarden en in welke samenhang met andere ingrepen. Het kader vertaalt beleidsambities, zoals water- en bodemsturend ontwerpen, naar concrete keuzes op wijkniveau.

Vorm en onderdelen

Het product heeft de vorm van een modulaire en visueel afwegingskader dat is ontworpen voor gebruik in de voorfase van wijkprojecten. De kern wordt gevormd door een beslisboom die gebruikers stapsgewijs door het afwegingsproces leidt, van probleemkenmerking en systeemeigenschappen naar een onderbouwde selectie van maatregelen.

Het eindproduct zal bestaan uit de volgende onderdelen:

- **Een visuele beslisstructuur in de vorm van een beslisboom** waarmee gebruikers door het keuzeprocess worden geleid;
- **Een set afwegingscriteria en randvoorwaarden**, die helpen bepalen welke maatregelen in een specifieke context wel of niet geschikt zijn;
- **Een overzicht van omgevingsvariabelen en systeemeigenschappen per maatregel**, zoals bodemtype, kosten- en ruimteraming, sociale waarde en samenhang in het watersysteem;
- **Profielen van een selectie klimaatadaptieve maatregelen**, met voor elke maatregel technische randvoorwaarden, ruimtelijke vereisten, systeemimpact en aandachtspunten bij toepassing;

Het product wordt gepositioneerd als een *proof of concept*. Het is geen volledig software-instrument of beleidsstuk, maar een goed onderbouwd, gebruiksvriendelijk hulpmiddel voor de praktijk.

Programma van eisen

Hoewel het exacte eindresultaat afhankelijk is van de onderzoeksuitkomsten, gelden op voorhand de volgende eisen:

- Het eindproduct is praktisch toepasbaar door beleidsmakers, ontwerpers en uitvoerders die betrokken zijn bij klimaatadaptieve wijkontwikkeling.
- Het biedt inzicht in de werking van maatregelen in samenhang, rekening houdend met omgevingscondities en systeeminteracties.
- Het is begrijpelijk zonder diepgaande technische achtergrond, en geschikt voor gebruik in ontwerpssessies of werkgroepen.
- Het kader is modulaire en flexibel, zodat het inzetbaar is voor verschillende wijktypen of binnen uiteenlopende fasen van projectvoorbereiding.
- Het eindproduct ondersteunt de vertaalslag van beleid naar uitvoering.

Het volledige programma van eisen kan worden gevonden in de bijlagen.

Adviesrapport

Naast het afwegings- en ontwerpkader wordt een onderbouwend adviesrapport opgeleverd. Dit rapport bevat:

- De verantwoording van het onderzoek;
- Een toelichting op de keuzes die aan het kader ten grondslag liggen;
- Reflectie op toepasbaarheid, beperkingen en aanbevelingen voor verdere ontwikkeling en implementatie.

Het adviesrapport vormt het inhoudelijke fundament van het eindproduct. Hierin staan het onderzoek en bevindingen, eveneens als alle onderbouwingen in detail beschreven. Dit kan helpen als extra toelichting op de inhoud, of voor verdere verkenningen door belanghebbende partijen. Hiermee wordt een zo breed en transparant mogelijk beeld gevormd.

Onderzoeksopzet

Hoofdvraag

Hoe kan een technisch afwegings- en ontwerpkader bijdragen aan het maken van samenhangende en contextspecifieke keuzes voor klimaatadaptieve maatregelen binnen het wijkgebonden watersysteem?

In veel bestaande wijken staan gemeenten en andere partijen voor de uitdaging om maatregelen te nemen tegen wateroverlast, droogte en andere gevolgen van klimaatverandering. Er zijn inmiddels allerlei technische oplossingen beschikbaar, maar het blijkt lastig om in de praktijk de juiste keuzes te maken; vooral als het gaat om de samenhang tussen maatregelen en het afstemmen op de lokale omstandigheden. Denk hierbij aan zaken als bodemtype, verharding of rioolkwaliteit.

Deze hoofdvraag richt zich op het ontwikkelen van een hulpmiddel dat daarbij kan helpen: een technisch afwegings- en ontwerpkader. Dit kader moet duidelijk maken welke maatregel waar wel of juist niet past, en welke maatregelen elkaar versterken of juist tegenwerken. Het doel is om daarmee bij te dragen aan betere, meer onderbouwde keuzes in wijkprojecten, zonder dat je als gemeente of aannemer alles zelf hoeft uit te zoeken.

Deelvragen en methodiek

1. Welke omgevingsfactoren zijn bepalend voor het functioneren en de toepasbaarheid van klimaatadaptieve maatregelen in stedelijke wijken?

- Literatuuronderzoek naar bodem, grondwater, verhardingsgraad, rioolkwaliteit en andere relevante fysieke systeemkenmerken (bronnen als STOWA en Rioned).
- Analyse van projectdocumentatie uit het programma *Toekomstgerichte Wijk*.
- Indien mogelijk: casusanalyse op wijkniveau (bijv. bloemkoolwijk of demonstratiegebieden)

2. Welke technische en ruimtelijke afwegingen spelen een centrale rol bij het kiezen van passende maatregelen in wijkprojecten?

- Analyse van bestaande maatregelentypologieën en classificaties (bv. uit RIONED, DPRA, of gemeenten).

- Interviews of informele gesprekken met praktijkexperts (gemeente, aannemer, adviesbureau).
- Documentstudie (beleid, praktijkhandleidingen, evaluaties)

3. Hoe kunnen klimaatadaptieve maatregelen systematisch geordend en beoordeeld worden op hun technische randvoorwaarden en samenhang met andere maatregelen?

- Ontwerpend onderzoek: structureren van afwegingscriteria, randvoorwaarden en interacties.
- Ontwikkeling van een keuzematrix of beslisstructuur op basis van input uit deelvraag 1 en 2.

4. Hoe kan het afwegings- en ontwerpkader op een toegankelijke en bruikbare manier worden vormgegeven voor gebruik door gemeenten en ontwerpteams?

- Analyse van bestaande hulpmiddelen (beslisbomen, menukaarten, visualisatietools) uit de praktijk.
- Verkennende gebruikstoets op leesbaarheid en toepasbaarheid (bijv. intern of met feedback van collega's of begeleiders).

5. Wat zijn de kansen en beperkingen van het kader in een praktijksituatie?

- Toepassing van het ontwikkelde kader op een voorbeeldcasus of wijktypologie.
- Reflectie op toepasbaarheid en opschaalbaarheid binnen het bijbehorende adviesrapport.
- (Optioneel) feedbacksessie met praktijkpartner of begeleider voor realiteitscheck.

Een praktijkgericht afwegings- en ontwerpkader begint met inzicht in de wijkcontext die het watersysteem stuurt, zoals bodemtype, verhardingsgraad, grondwaterstand en rioolkwaliteit. Vervolgens wordt onderzocht waar in projecten de belangrijkste keuzemomenten zitten en hoe maatregelen elkaar kunnen versterken of juist conflicteren. Op basis daarvan wordt het kader opgebouwd als een logisch en contextspecifiek selectiemiddel, met een vorm die visueel helder en direct bruikbaar is voor gemeenten en ontwerpteams. Tot slot wordt het kader toegepast op een voorbeeldwijk om de werking te toetsen en verbeterpunten te identificeren, zodat het eindproduct realistisch en onderbouwd is.

Scope

Het onderzoek richt zich op de ontwikkeling van een technisch afwegings- en ontwerpkader voor klimaatadaptieve watersystemen op wijkniveau. Binnen deze opgave is het van belang om de onderzoeksvraag af te bakenen tot een werkbaar, haalbaar en relevante schaal en inhoud. Daarom is de scope van dit onderzoek als volgt gedefinieerd:

Binnen de scope

1. **Wijkniveau als schaalniveau:** Het onderzoek richt zich specifiek op het niveau van de wijk, als tussenschaal tussen straat en stad. Dit sluit aan bij de praktijk van ruimtelijke (her)inrichtingsprojecten, waarin veel klimaatadaptieve maatregelen worden afgewogen. Binnen het onderzoek wordt gewerkt met een representatieve wijktypologie (bijv. bloemkoolwijk) of met een demonstratiegebied uit het programma *Toekomstgerichte Wijk* (bijv. Zaanstad).
2. **Waterhuishouding als inhoudelijk domein:** De focus ligt op maatregelen die betrekking hebben op de waterbalans in de wijk: infiltratie, buffering, afkoppeling, ondergrondse berging,

waterdoorlatende verharding, enz. De interactie tussen bovengrondse en ondergrondse systemen en tussen natuurlijke en civieltechnische maatregelen vormt hierin de kern.

3. **Selectie van maatregelen en keuzemomenten:** Binnen het kader wordt een selectie gemaakt van veelvoorkomende klimaatadaptieve maatregelen. Deze worden uitgewerkt op basis van hun technische randvoorwaarden, ruimtelijke vereisten en systeemimpact. Het kader ordent deze maatregelen aan de hand van relevante keuzemomenten en afwegingscriteria (zoals bodemgesteldheid, gebruiksdruk of rioolcapaciteit).
4. **Samenhang en systeemwerking:** Het kader richt zich niet op afzonderlijke maatregelen, maar op hun samenhang binnen het wijkwatersysteem. Interacties tussen maatregelen (versterkend, conflicterend of conditioneel) worden meegenomen in de analyse en visueel inzichtelijk gemaakt.
5. **Toetsing op een casus:** Het kader wordt toegepast op één voorbeeldcasus (bijvoorbeeld een bloemkoolwijk of pilotlocatie in Zaanstad). Deze toepassing dient als toets om te evalueren of het afwegingskader bruikbaar, logisch en realistisch is binnen een praktijksituatie.
6. **Oplevering van twee eindproducten:** Het onderzoek resulteert in (1) een visueel en inhoudelijk afwegingskader als hulpmiddel voor ontwerp en besluitvorming, en (2) een onderbouwend adviesrapport waarin keuzes, onderliggende analyses en toepassingsmogelijkheden worden toegelicht.

Buiten de scope

1. **Volledige modellering of doorrekening van maatregeleneffecten:** Hoewel het kader inzicht geeft in de verwachte werking van maatregelen, worden er geen geavanceerde hydrologische of economische modellen gebruikt om effecten door te rekenen. Bijvoorbeeld: de hoeveelheid mm berging of m³ infiltratie wordt niet op wijkniveau gesimuleerd. Wel kunnen indicatieve waarden of literatuurverwijzingen worden opgenomen.
2. **Monitoring en datagedreven evaluatie:** Het opstellen van meetstrategieën of het ontwikkelen van monitoringtools valt buiten scope. Suggesties voor prestatie-indicatoren kunnen genoemd worden, maar het implementeren van sensoren of dataplatforms behoort niet tot dit onderzoek.
3. **Volledige integratie van andere klimaatthema's:** Maatregelen gericht op hittestress, biodiversiteit, sociale cohesie of luchtkwaliteit worden alleen meegenomen voor zover ze direct samenhangen met het functioneren van het watersysteem. Het ontwikkelen van een integraal kader voor alle klimaatthema's valt buiten deze opdracht. Dit is niet haalbaar in de gegeven tijd van het onderzoek.
4. **Implementatie in beleid of uitvoeringsplannen:** Het kader wordt ontworpen als concept of prototype, niet als kant-en-klaar beleidsinstrument. De praktische bruikbaarheid wordt geëvalueerd aan de hand van een casus, maar het daadwerkelijke gebruik door overheden of aannemers valt buiten het bereik van deze opdracht.

Doel van deze afbakening

De afbakening is bedoeld om de onderzoeksopzet overzichtelijk en haalbaar te houden binnen de beschikbare tijd van 20 weken. Tegelijk zorgt deze scope ervoor dat het eindproduct wél voldoende diepgang en relevantie biedt om daadwerkelijk van meerwaarde te zijn voor ruimtelijk ontwikkelaars, beleidsmakers en uitvoerders die werken aan toekomstgerichte wijkprojecten.

Analysefase

De analysefase vormt de inhoudelijke basis van dit onderzoek. In deze fase is het wijkwatersysteem ontleed in technische, ruimtelijke en organisatorische aspecten om te bepalen hoe het systeem functioneert, welke maatregelen in samenhang kunnen bijdragen aan klimaatbestendigheid en onder welke randvoorwaarden deze toepasbaar zijn.

Op basis van literatuuronderzoek, documentanalyse en praktijkvoorbeelden zijn de relevante thema's, maatregeltypen en onderlinge interacties in kaart gebracht. De uitkomsten van de analysefase vormen de bouwstenen voor de ontwikkelfase, waarin het afwegings- en ontwerpkader wordt opgebouwd.

Maatregelen

De analyse van maatregelen richt zich op het structureren van klimaatadaptieve ingrepen binnen de waterhuishouding op wijkniveau. Om overzicht en vergelijkbaarheid te creëren, zijn maatregelen geordend in een aantal samenhangende thema's. Deze thema's beschrijven verschillende manieren waarop het watersysteem kan worden beïnvloed, maar grijpen in de praktijk sterk op elkaar in. In deze analyse worden de hoofdthema's verkend; één thema wordt vervolgens verdiepend uitgewerkt als basis voor het afwegings- en ontwerpkader.

Thema-indeling

Binnen dit onderzoek worden de volgende maatregelthema's onderscheiden:

- Infiltratie & vertraging
- Afvoer & geleiding
- Groen-blauwe adaptatie
- Circulair hergebruik
- Peilbeheer
- Berging & buffering

Deze thematische indeling maakt het mogelijk om maatregelen niet afzonderlijk, maar als onderdeel van het wijkwatersysteem te beschouwen en vormt de basis voor verdere afweging in de beslisboom.

Infiltratie & vertraging

Dit thema richt zich op het lokaal vasthouden en vertraagd afvoeren van regenwater. Door infiltratie in de bodem en het afvlakken van piekafvoeren wordt het riool ontlast en kan het grondwatersysteem worden aangevuld (RIVM, 2011). Combinaties met groen versterken deze werking en leveren aanvullende ruimtelijke en ecologische meerwaarde op (Sweco et al., 2023).

Afvoer & geleiding

Afvoer & geleiding betreft het gecontroleerd transport van water door de wijk naar bergings- of afvoerlocaties. Een goed functionerende toevoerstructuur is essentieel om andere maatregelen effectief te laten werken (Stichting RIONED, 2024). Bovengrondse geleiding kan daarnaast bijdragen aan ruimtelijke kwaliteit en bewustwording.

Groen-blauwe adaptatie

Dit thema benut groene en blauwe structuren voor waterberging, verkoeling en ecologie. Maatregelen zoals waterpleinen, natuurvriendelijke oevers en groene daken combineren klimaatadaptatie met verbetering van leefkwaliteit en biodiversiteit (Dirven-van Breemen et al., 2011; Carter et al., 2018).

Circulair hergebruik

Circulair hergebruik richt zich op het benutten van opgevangen regenwater, bijvoorbeeld voor groenbeheer of huishoudelijke toepassingen. Hiermee wordt de druk op het riool en het drinkwatersysteem verminderd en wordt water beter beschikbaar gehouden in droge perioden (Deltares, 2021; PBL, 2024).

Peilbeheer

Peilbeheer omvat maatregelen waarmee grond- en oppervlaktewaterstanden actief worden gestuurd. Flexibel peilbeheer kan bijdragen aan het beperken van wateroverlast, verdroging en bodemdaling, met name in combinatie met andere maatregelen op wijkniveau (RIVM, 2011; Noome et al., 2023).

Berging & buffering

Vanwege de directe relatie met wateroverlast, systeembelasting en ruimtelijke inpassing is het thema berging & buffering geselecteerd voor verdere uitwerking. Berging richt zich op het tijdelijk opslaan van water, bijvoorbeeld op waterpleinen of ondergrondse voorzieningen (RIVM, 2011; Boogaard et al., 2015). Buffering richt zich op het gecontroleerd vertragen van afvoer, bijvoorbeeld via retentiedaken, waterdoorlatende verharding of debietbeperkende voorzieningen (Deltares, 2021; Dai et al., 2018).

Themakeuze

Gezien de complexiteit van klimaatadaptieve waterhuishouding op wijkniveau is focus noodzakelijk. Het gelijktijdig uitwerken van alle maatregelthema's zou leiden tot versnippering en beperkte diepgang. Daarom is gekozen om één thema verdiepend uit te werken, terwijl de overige thema's in samenhang worden meegenomen binnen het systeemkader en in latere fases afzonderlijk kunnen worden verdiept.

Binnen de beschikbare maatregelthema's is gekozen voor berging & buffering als centraal thema. Dit thema richt zich op het tijdelijk vasthouden van regenwater om piekafvoeren te dempen en wateroverlast te voorkomen. De keuze is gebaseerd op drie overwegingen: de toenemende urgentie door intensievere neerslag (Dai, Wörner, & van Rijswijk, 2018), de ruimtelijke en technische haalbaarheid van buffers in bestaande wijken, en de multifunctionaliteit van deze maatregelen, die ook bijdragen aan verkoeling, vergroening en sociale kwaliteit (Voskamp & van de Ven, 2015; Derkzen et al., 2017).

Buffering vervult een centrale systeemfunctie binnen het wijkwatersysteem. Het fungeert als tijdelijke opslag en schakelpunt tussen snelle processen zoals afstroming en langzamere processen zoals infiltratie, hergebruik en regionale afvoer. Hierdoor verbindt buffering lokale maatregelen met het bredere watersysteem op wijk- en regionaal niveau (Dai et al., 2018).

Hoewel buffering centraal staat, functioneert het alleen effectief in samenhang met andere thema's. Infiltratie en vertraging verminderen piekbelasting en ondersteunen grondwateraanvulling (Carter et al., 2018). Afvoer en geleiding zorgen dat water gecontroleerd bij buffers terechtkomt. Groen-blauwe adaptatie vergroot de ruimtelijke en ecologische meerwaarde, terwijl circulair hergebruik buffering benut als bron voor lokaal watergebruik (Schifman et al., 2017). Peilbeheer koppelt wijkbuffers aan regionale systemen en voorkomt geïsoleerde werking (Dai et al., 2018).

Bodem

De bodem vormt de basis van de stedelijke leefomgeving en bepaalt in hoge mate of klimaatadaptieve maatregelen technisch haalbaar en duurzaam zijn. Bodemonderzoek is daarom een essentieel onderdeel van klimaatadaptieve planvorming. Bij maatregelen zoals wadi's, retentiedaken en infiltratievoorzieningen moet rekening worden gehouden met draagkracht, doorlatendheid en bodemkwaliteit.

Een maatregel die niet past bij de ondergrond kan leiden tot wateroverlast, zettingsproblemen of risico's voor grondwaterkwaliteit, terwijl een goed afgestemde ingreep juist kan bijdragen aan buffering, infiltratie en verkoeling (Deltares, 2022; STOWA, 2016).

Bodeminhoud en relevante parameters

De bodemanalyse op wijkniveau richt zich op een beperkt aantal kernparameters die direct doorwerken in de toepasbaarheid van maatregelen:

- Bodemopbouw: de samenstelling en gelaagdheid van de ondergrond, die bepalend is voor draagkracht, infiltratiegedrag en gevoeligheid voor zettingen (Van de Ven et al., 2012).
- Doorlatendheid: een indicatie van hoe gemakkelijk water door de bodem beweegt en daarmee een randvoorwaarde voor infiltrerende maatregelen (STOWA, 2025).
- Grondwaterstanden en dynamiek: het niveau en de fluctuatie van grondwater, met gevolgen voor wateroverlast, zettingen en funderingsrisico's (Deltares, 2023).
- Bodemkwaliteit: chemische en biologische kenmerken die bepalen of infiltratie verantwoord is voor grondwater en ecologie (STOWA, 2025).
- Rioolstelsel: type en functioneren van het stelsel beïnvloeden de effectiviteit van afkoppelen, infiltreren en het beperken van wateroverlast (RIONED, 2025).

Deze parameters worden in het afwegingskader gebruikt als uitsluiters en randvoorwaarden: zij bepalen welke maatregelen kansrijk zijn en welke in een wijkcontext minder passend of risicovol zijn.

Bodemopbouw en doorlatendheid

Bodemtype en doorlatendheid bepalen of infiltrerende maatregelen kansrijk zijn. In zandgronden werken wadi's en infiltratievoorzieningen doorgaans goed; in klei- en veengebieden is infiltratie beperkt en zijn aanvullende voorzieningen of andere strategieën vaker nodig (STOWA, 2016; Deltares, 2022). In veen speelt daarnaast zettingsgevoeligheid mee, waardoor veranderingen in vochtcondities risico's kunnen geven voor funderingen en ondergrondse infrastructuur (Van de Ven et al., 2012). Lokale lagen, zoals ophoog- of puinlagen, kunnen het gedrag sterk verstoren en maken bodemonderzoek op wijkniveau noodzakelijk.

Grondwaterstanden en dynamiek

Grondwaterstanden sturen zowel wateroverlast als droogteschade. Stijging vergroot de kans op natte kelders en langdurig natte situaties; daling vergroot zettings- en funderingsrisico's, vooral in gevoelige bodems (Deltares, 2023; Van de Ven et al., 2012). Bij extreme neerslag kunnen tijdelijk hoge standen

Grondsoortenkaart Nederland



Figuur 1: Grondsoortenkaart Nederland. Figuur door Alterra.

optreden; droogte versterkt juist langdurige daling en zettingen (STOWA, 2016). Daarom zijn vasthouden en infiltratiemaatregelen alleen passend als de grondwatercondities dit toelaten en kan peilgestuurde drainage nodig zijn om risico's te beperken (RIONED, 2025).

Bodemkwaliteit

Infiltratie vraagt ook om kwaliteitsborging. Afstromend hemelwater kan verontreinigingen bevatten, waardoor infiltratie in kwetsbare gebieden risico's kan geven voor grondwater en ecologie (RIONED, 2025; STOWA, 2025). Het STOWA-raamwerk stelt daarom dat infiltratie soms alleen verantwoord is met voorzuivering (STOWA, 2025). Bodemkwaliteit is daarmee een expliciet toetsingspunt: technisch mogelijk betekent niet automatisch wenselijk (Deltares, 2022).

Rioolstelsels

Het type rioolstelsel bepaalt het probleembeeld en de oplossingsruimte. Gemengde stelsels zijn gevoelig voor overbelasting en overstorten; gescheiden stelsels beperken dit, maar blijven kwetsbaar voor foutaansluitingen en beheerproblemen (Gemeente Midden-Delfland, 2024; RIONED, 2025). Combinaties met drainage en peilgestuurde elementen kunnen kansen bieden voor actief grondwaterbeheer (Deltares, 2023). In het afwegingskader is het stelseltype daarom een randvoorwaarde voor strategieën zoals afkoppelen, infiltreren en bufferen.

Kern voor het afwegingskader

Bodemopbouw, doorlatendheid, grondwaterdynamiek, bodemkwaliteit en riooltype bepalen welke maatregelen kansrijk zijn en waar extra risico's of aanvullende eisen gelden. Daarmee voorkomt het kader keuzes die technisch niet passen of op termijn tot schade en beheerproblemen leiden (Deltares, 2022; STOWA, 2016; STOWA, 2025; RIONED, 2025).



Figuur 2: Het Basisrioleringsplan (BRP) uit Arnhem laat rechts de complexiteit van de ondergrondse leidingen zien. Links is een risicoanalyse voor wateroverlast te zien. GIS-kaart van de Roelofs groep.

Bodemverhoudingen

De lokale bodem- en rioolcondities bepalen welke maatregelen op wijkniveau werken. Doorslaggevend is de samenhang tussen bodemopbouw, doorlatendheid, grondwater, bodemkwaliteit en riooltype. Daarom worden bodem en riool hier direct verbonden met de andere thema's, zodat keuzes integraal en herleidbaar worden.

Bodemopbouw en doorlatendheid

Zandgronden maken infiltratie meestal kansrijk; klei- en veengebieden beperken infiltratie en vragen vaker om bovengrondse berging en gecontroleerde afvoer (STOWA, 2016; Deltares, 2022; STOWA, 2025). Lokale lagen kunnen dit beeld verstoren en vereisen toetsing.

Grondwaterstanden en dynamiek

Grondwaterfluctuaties sturen risico's: hoge standen vergroten overlast, lage standen vergroten zettings- en funderingsrisico's. In zulke situaties zijn sturing en maatregelcombinaties nodig, niet enkel infiltratie (Deltares, 2023; Van de Ven & Hoogvliet, 2012).

Bodemkwaliteit

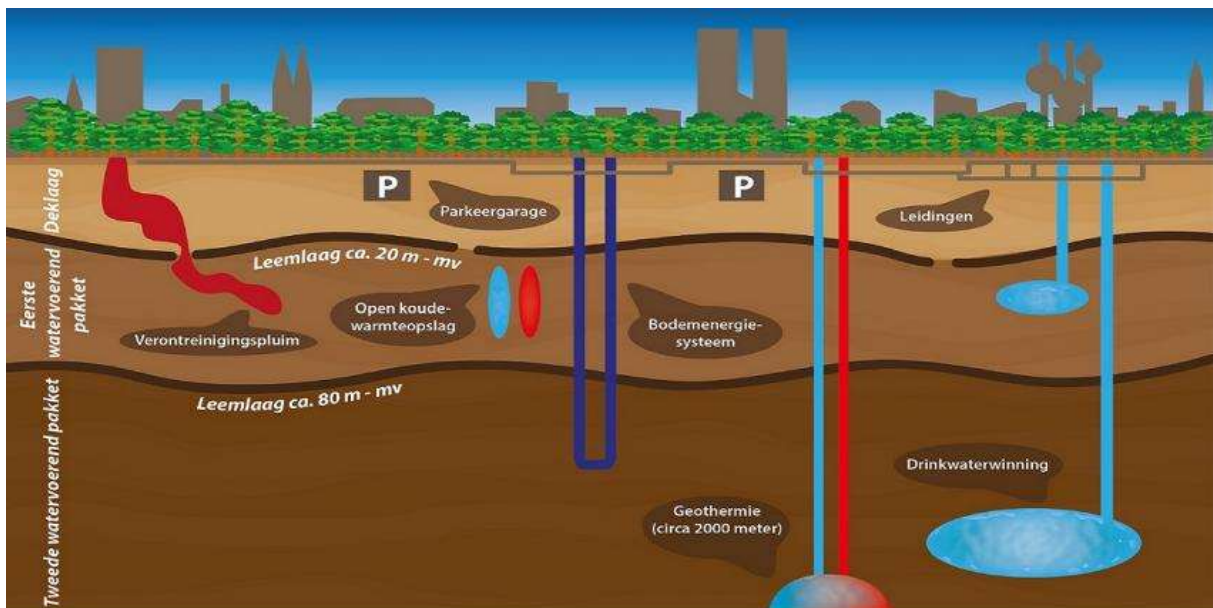
Infiltratie is alleen verantwoord als waterkwaliteit wordt geborgd, zeker bij afstroming van daken en wegen en in kwetsbare zones. Voorzuivering kan nodig zijn en stelt eisen aan ruimte en beheer (RIONED, 2025; STOWA, 2025).

Rioolstelsel

Het riooltype bepaalt de strategie: bij gemengde stelsels ligt de nadruk op retentie en afkoppelen; bij vervanging is stelseltransitie een kans. Bij gescheiden stelsels blijven foutaansluitingen en capaciteit kritische punten (Gemeente Midden-Delfland, 2024; RIONED, 2025).

Knelpunten en meekoppelkansen

Knelpunten zijn voorspelbaar: lage doorlatendheid, grondwaterextremen en gemengde stelsels vergroten falen en overlast. Meekoppelkansen liggen bij herinrichting en rioolvervanging: stelseltransitie + retentie/afkoppelen, in klei/veen bovengrondse berging + vergroening, in zand infiltratie + sturing om risico's te beperken.



Figuur 3: Voorbeeld doorsnede stadsondergrond. Figuur van Gemeente Eindhoven.

Knelpunt	Oorzaak (conditie)	Gevolg	Oplossingsrichting / mitigatie
Falen van infiltratievoorzieningen	Slecht doorlatende bodem (vaak klei/veen) of lokale ophoog-/tussenlagen die water tegenhouden	Plasvorming, langdurig natte voorzieningen, minder effectieve berging	Kies voor bovengrondse berging (waterpleinen, groenblauwe straten) en vertraagde afvoer; pas infiltratie alleen toe na lokale toets/veldproef (Deltares, 2022; STOWA, 2025)
Opbarsten en kwel	Hoge stijghoogte en kwelstromen in de ondergrond	Instabiele ondergrond, schade aan constructies, troebel/kwelwater op maaiveld	Vermijd diepe infiltratie; werk met oppervlakkige retentie en gecontroleerde afvoer (Deltares, 2022)
Funderingsschade (paalrot en vershilzetting)	Grondwaterdaling door droogte of bemalingen, vooral bij houten paalfunderingen en zettingsgevoelige bodems	Aantasting fundering, scheurvorming, hoge herstel- en beheerkosten	Beperk grondwaterverlaging; pas peilgestuurde drainage toe; gebruik funderingsrisicokaarten als uitsluiter/keuzepunt (Van de Ven & Hoogvliet, 2012; Deltares, 2023)
Wateroverlast in kruipruimtes en straten	Hoge grondwaterstanden tijdens piekbuien in combinatie met onvoldoende drainage	Overlast, stank, schade aan eigendommen en materiaal	Vergroot (tijdelijke) bovengrondse berging; koppel waar passend drainage/IT- of DT-systemen; optimaliseer afvoerpunten en overstortlogica (STOWA, 2016; Deltares, 2023)
Overstorten en waterkwaliteitsproblemen	Gemengd rioelstelsel, beperkte capaciteit en/of foutaansluitingen	Vervuiling van oppervlaktewater, ecologische schade, klachten	Gefaseerd afkoppelen; benut vervangingsmomenten voor overgang naar (verbeterd) gescheiden systemen; overweeg dynamische sturing waar dat kan (RIONED, 2025; Gemeente Midden-Delfland, 2024)
Wortelindringing en verstoppingen	Droge perioden; wortels zoeken vocht in leidingen of infiltratievoorzieningen	Minder werking, verstoppingen, hogere onderhoudslast	Gebruik wortelwerende details/materialen; voorkom structurele droogstress; koppel irrigatie/aanvulling aan retentievoorzieningen waar logisch (RIONED, 2025)
Kwaliteitsrisico bij infiltratie	Afstromend water bevat verontreinigingen van daken en wegen	Verontreiniging bodem/grondwater, risico's voor natuur en drinkwater	Pas voorzuivering toe (bijv. helofytenfilter, actief kool, ultrafiltratie) en werk met zonering: waar wel/niet infiltreren (STOWA, 2025; RIONED, 2025)

Tabel 1: Inzicht in de knelpunten en gevolgen van de bodeminhoud.

Ook sociaal-ruimtelijk ontstaan er kansen: maatregelen die zichtbaar bijdragen aan leefkwaliteit, zoals waterpleinen die ook als speelruimte fungeren of schaduwrijke groenblauwe straten, vergroten het draagvlak bij bewoners. Dit vergemakkelijkt beheer en onderhoud op de lange termijn (STOWA, 2016).

Watersystemen

De werking van het wijkwatersysteem bepaalt of klimaatadaptieve maatregelen effectief zijn. Waar het bodemhoofdstuk de fysieke randvoorwaarden beschrijft, gaat dit hoofdstuk over de waterstromen in de wijk: hoe water wordt geleid, tijdelijk vastgehouden en afgevoerd via bovengrondse en ondergrondse onderdelen. Lokale condities zoals bodem, peilbeheer en verharding sturen de balans tussen afvoer, berging en infiltratie. Verouderde riolering, beperkte bergingsruimte en hoge grondwaterstanden kunnen daarbij knelpunten veroorzaken. Daarom worden drie kernonderdelen uitgewerkt: riolering, grondwater en maaiveldafvoer, inclusief hun werking, knelpunten en verbeterkansen.



Figuur 4: Praatplaat over klimaatbestendig stedelijk gebied geeft inzicht in de complexiteit van het stedelijk watersysteem.

Basis

Bodemkenmerken bepalen de speelruimte van het watersysteem en sturen de toepasbaarheid van maatregelen.

Riool

Riolering voert afval- en hemelwater af. Bij piekbuien kunnen overstorten ontlasten, maar dit kan waterkwaliteits- en hygiënerisico's geven (NKWK, 2018; STOWA, 2023).

Grondwater

Grondwater werkt als buffer tussen maaiveld en ondergrond en is cruciaal voor vegetatie en funderingen. Sturing via peilbeheer en ondergrondse voorzieningen kan droogterisico's beperken (STOWA, 2023).

Maaiveld

Maaiveld en verharding bepalen of water infiltreert of afstroomt. Ontharden en vergroenen vergroten infiltratie en tijdelijke berging, terwijl verdamping en interceptie de vochtbalans beïnvloeden.

Oppervlaktewater

Sloten, vijvers en grachten functioneren als eindbuffer. Peilbeheer bepaalt hoeveel water kan worden vastgehouden of afgevoerd (Deltaprogramma, 2024).

Samenvatting van mechanismen

Het watersysteem combineert infiltratie, berging en gecontroleerde afvoer. Wat niet infiltreert stroomt af naar kolken, riool en uiteindelijk oppervlaktewater; buffering zit in voorzieningen en vegetatie. In droogte verschuift de balans door verdamping, waardoor vasthouden en sturen belangrijker wordt. Een robuust systeem stemt deze processen af op lokale bodem, verharding en gebruik (NKWK, 2018; STOWA, 2023; Deltaprogramma, 2024).

Belangrijkste variabelen

- **Bergingscapaciteit:** hoeveel water tijdelijk kan worden opgeslagen voordat afvoer of overlast optreedt.
- **Bodemdoorlatendheid** en verzadiging: hoe makkelijk water de bodem in kan en of de bodem nog opnamecapaciteit heeft.
- **Grondwaterpeil** en dynamiek: hoe hoog het grondwater staat en hoe sterk het schommelt; stuurt overlast en funderingsrisico's.
- **Peilbeheer:** mate van sturing op grond- en oppervlaktewater; bepaalt of water langer kan worden vastgehouden of sneller wordt afgevoerd.
- **Verhardingsgraad:** aandeel oppervlak dat niet infiltreert; hogere verharding betekent snellere afstroming en hogere piekbelasting.
- **Neerslagintensiteit:** hoe snel water valt; bepaalt of het systeem pieken aankan of dat afstroming domineert.
- **Verdamping en interceptie:** hoeveel water via vegetatie en oppervlakken verdwijnt; beïnvloedt droogtegevoeligheid en verkoeling.
- **Waterkwaliteit:** aanwezigheid van vervuiling/nutriënten; bepaalt of afvoer/infiltratie ecologisch en juridisch acceptabel is.
- **Oppervlaktewaterpeil en verbindingen:** ruimte in sloten/vijvers en de doorstroming ertussen; stuurt buffering en afvoer in de wijk.

Wijkwatersysteem

Het wijkwatersysteem koppelt perceel- en straatwater aan riolering, oppervlaktewater en lokale infiltratie- en bergingsvoorzieningen. Hemelwater stroomt via maaiveld en kolken naar het riool of naar voorzieningen zoals wadi's, retentievijvers en watergangen; de werking hangt af van bodem, grondwater, verharding en aanwezige buffers (STOWA, 2023). Op wijkniveau vindt de praktische verdeling plaats tussen vasthouden, infiltreren en (vertraagd) afvoeren richting het hoofdwatersysteem (NKWK, 2022).

Hydraulisch bestaat het systeem uit drie gekoppelde delen: riolering, maaiveldsysteem en oppervlaktewatersysteem (Hulsman, 2024). Hun interactie bepaalt waar water terechtkomt: bij piekbuien via overstorten richting oppervlaktewater, bij droogte via dalend grondwater met effecten op peil en vegetatie (RIONED, 2004; STOWA, 2023).

Verhouding tot overkoepelend watersysteem

Het wijkwatersysteem is onderdeel van het regionale watersysteem en moet aansluiten op peilbeheer en zoetwaterstrategieën. Beleidsmatig is dit verankerd in Water en Bodem Sturend: ruimtelijke keuzes volgen uit water- en bodemcondities en worden afgestemd op het bovenliggende systeem (Deltaprogramma, 2024; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023; Wetenschappelijke Klimaatraad, 2025).

Verhouding tot straat- en huissystemen

Perceel- en straatmaatregelen beïnvloeden het wijkstelsel door piekafvoer te verlagen en water lokaal vast te houden. De effectiviteit is locatieafhankelijk: zandgronden bieden meer ruimte voor infiltratie, terwijl in klei/veen afvoer en bovengrondse berging vaker leidend zijn (STOWA, 2023; RHDHV, 2021; Kusters et al., 2023). Voor analyse en modellering vraagt dit om een geïntegreerde benadering van maaiveld, riool en oppervlaktewater (Hulsman, 2024; Deltares, 2025).

Systeemafhankelijkheid en samenhang

Maatregelen werken nooit geïsoleerd: ingrepen in afvoer, berging of infiltratie verschuiven belasting en risico's tussen subsystemen. Daarom moet de maatregelkeuze aansluiten op de bottlenecks per subsystem en op de interactie ertussen (Hulsman, 2024; RIONED, 2004; Deltares, 2025).

Reflectie per onderdeel

Onderdeel	Knelpunt	Betekenis voor maatregelkeuze
Riolering	Beperkte berging en afvoer bij piekneerslag, verouderde stelsels zonder gescheiden hemelwaterriool (STOWA, 2023-21).	Vergt lokale buffering en afkoppeling om piekbelasting te verminderen. Retentiedaken en wadi's kunnen de lozingsfrequentie op oppervlaktewater beperken (RIONED, 2004).
Grondwater	Hoge of fluctuerende grondwaterstand beperkt infiltratiepotentieel, vooral bij klei- of veengronden (STOWA, 2023-24).	Maatregelen moeten focus leggen op bovengrondse berging of vertraagde afvoer in plaats van infiltratie. In zandgronden biedt juist diep-infiltratie potentie om droogte te beperken.
Maaiveld	Sterk verharde oppervlakken en geringe helling veroorzaken snelle afstroming en lokale waterophoping (Hulsman, 2024).	Afstromingsroutes en microtopografie moeten actief worden benut bij ontwerp. Groene corridors of open verharding helpen bij geleiding en verdamping.
Oppervlaktewater	Beperkte ontvangstcapaciteit bij hoge waterstanden en risico op terugstuwing (NKWK, 2022).	Vereist dynamisch peilbeheer en koppeling met berging op wijkniveau, bijvoorbeeld door retentievijvers of flexibele inlaten.

Tabel 2: Belangrijke knelpunten voor onderdelen van het watersysteem.

Interactie tussen klimaatadaptieve maatregelen en het wijkwatersysteem

De werking van maatregelen hangt af van hun interactie met riolering, maaiveld, grondwater en oppervlaktewater. Maatregelen beïnvloeden afvoer, berging, infiltratie en verdamping; in samenhang versterken ze elkaar, zonder afstemming kunnen ze juist nieuwe knelpunten veroorzaken, zoals verzadiging of grondwaterproblemen (Kusters, Moens & Slingerland, 2023; NKWK, 2022).

Functionele koppeling

Wadi's, retentiedaken, waterpasserende verharding en (ondergrondse) buffers dempen piekafvoer, vergroten tijdelijke opslag en kunnen infiltratie en grondwateraanvulling ondersteunen. Daarmee verlagen ze rioolbelasting en verkleinen ze het risico op overstorten richting oppervlaktewater (STOWA, 2023; RIONED, 2004). Vergroening verhoogt verdamping en draagt bij aan verkoeling (Deltaprogramma, 2024). Ondergrondse oplossingen vragen wel passende bodemcondities en goede aansluiting op drainage en oppervlaktewater om effectief te blijven.

Systeeminteractie en spanningen

Conflicten ontstaan vooral bij hoge grondwaterstanden, slecht doorlatende bodems of onvoldoende onderhoud: infiltratie kan leiden tot verzadiging en drukproblemen, en bergingsvoorzieningen verliezen capaciteit als beheer achterblijft (STOWA, 2023). Daarom is integrale beoordeling van het gekoppelde systeem nodig; modellering kan helpen om effecten op piekbelasting, waterstanden en capaciteit zichtbaar te maken (Hulsman, 2024; Deltares, 2025).

Samenhang binnen berging en buffering

Binnen berging en buffering werken maatregelen als meerlagig systeem: opvang, tijdelijke opslag en vertraagde afvoer zijn hydraulisch verbonden via riool en grondwater. Effectiviteit neemt toe bij goede koppeling en adaptieve sturing, bijvoorbeeld via leeglooptregimes en peilbeheer (NKWK, 2022; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2023).

Integrale benadering en context

Beleidsmatig sluit dit aan op Water en Bodem Sturend: maatregelen worden ontworpen vanuit bodem- en watercondities en afgestemd op het regionale systeem (Deltaprogramma, 2024; Wetenschappelijke Klimaatraad, 2025). Dit vraagt gebiedsspecifieke strategie: meer infiltratie/vasthouden waar dat kan, en meer berging/gecontroleerde afvoer waar dat nodig is.



Figuur 5: Visualisatie van Deltares in het nieuwe IPCC-rapport. Geeft een goede visualisatie van de interacties tussen onderlinge systemen.

Samenhang en interacties

Veel literatuur beschrijft de werking van afzonderlijke klimaatadaptieve maatregelen, maar maakt de onderlinge koppelingen binnen het stedelijke watersysteem vaak niet expliciet (STOWA, 2023; NKWK, 2022). In de praktijk werken maatregelen niet geïsoleerd: ze beïnvloeden elkaars hydraulische en ecologische effectiviteit.

Een goed functionerende wadi kan bijvoorbeeld rioolbelasting verlagen en een retentievijver ontlasten, terwijl slecht onderhoud aan infiltratievoorzieningen juist keteneffecten veroorzaakt en andere voorzieningen sneller overbelast (Deltaprogramma, 2024; Hulsman, 2024).

Systematisch overzicht van interacties

De onderstaande tabel geeft een vereenvoudigd overzicht van de onderlinge relaties tussen veelvoorkomende maatregelen binnen het thema *Berging en Buffering*. Elke relatie is ingedeeld als **versterkend** (↑), **neutraal** (≈) of **conflicterend** (↓), afhankelijk van de hydrologische en functionele interactie.

MAATREGEL	WADI'S	RETENTIED.	ONDERGR. BUFFERS	WATERP. VERHARDING	DYNAMISCH PEILBEHEER
WADI'S	—	↑ Vertraagde afvoer vult wadi's geleidelijk aan	↑ Extra berging onder maaiveld, bevordert infiltratie	↑ Ondersteunt toevoer en infiltratie-capaciteit	↑ Stabiliseert grondwater-stand en afvoer
RETENTIED.	↑ Ontlasten maaiveld en wadi's bij piekbuien	—	↑ Verminderen belasting op buffers	≈ Neutraal; beperkt effect op verharding	↑ Peilbeheer vergroot benuttings-grad
ONDERGR. BUFFERS	↑ Kunnen water uit wadi's tijdelijk opslaan	↑ Versterken vertraagde dakafvoer	—	≈ Neutraal bij goede afstemming	↑ Cruciaal bij adaptieve regeling van lozing
WATERP. VERHARDING	↑ Bevordert lokale infiltratie richting wadi's	≈ Neutraal; vooral lokaal effect	↑ Ontlast buffers door infiltratie	—	↑ Vertraagt piekafvoer, gunstig voor peilbeheer
DYNAMISCH PEILBEHEER	↑ Optimaliseert bergings-ruimte voor wadi's	↑ Maakt extra afvoer vanuit retentiedaken mogelijk	↑ Vergroot gebruiksduur buffers	↑ Reguleert afvoer bij verzadiging	—

Tabel 3: Voorbeeld interactiematrix klimaatadaptieve maatregelen binnen het wijkwatersysteem

Een uitgebreidere versie van de interactiematrix is te vinden in de bijlagen.

Conditie bepalend voor succes

De sterkte van deze interacties is afhankelijk van lokale condities die bepalen of een maatregel daadwerkelijk effectief is binnen het systeem (STOWA, 2023; RIONED, 2004):

1. Bodemtype

- Infiltratiemaatregelen presteren optimaal in zandgronden (hoge K-waarde) en minder in klei- of veengebieden.
- In slecht doorlatende bodems is koppeling aan berging of gecontroleerde afvoer noodzakelijk.

2. Peilbeheer

- Dynamisch peilbeheer bepaalt de mate waarin bovengrondse en ondergrondse berging kunnen samenwerken.
- Te hoge initiële waterpeilen beperken de werking van buffers en wadi's.

3. Onderhoud en beheer

- Verstopping van infiltratievoorzieningen of onvoldoende vegetatieonderhoud vermindert infiltratie en vertraagt lediging.
- Regelmatig onderhoud en monitoring van overstorten, wadi's en daken zijn essentieel voor blijvende werking.

4. Afstemming in ontwerp

- Hydraulische koppeling tussen bovengrondse en ondergrondse voorzieningen is noodzakelijk om stuwdruk en terugstuwing te voorkomen.
- Gebruik van modelinstrumenten (zoals SOBEK-Urban) ondersteunt het dimensioneren en testen van deze samenhang (Deltares, 2025).

Klimaatadaptieve maatregelen werken niet op zichzelf: hun effect hangt af van onderlinge interacties en de lokale context. Een robuust wijkwatersysteem vraagt om een gelaagde combinatie van maatregelen, waarbij de samenhang de uitkomst bepaalt. Door koppelingen expliciet te ontwerpen en af te stemmen op bodem, peilbeheer en onderhoud kan de werking van berging en buffering worden versterkt en de klimaatbestendigheid van stedelijke wijken duurzaam verbeteren.

Sociaal Ruimtelijk

Klimaatadaptatie is ook een sociale opgave: maatregelen werken pas goed als bewoners en lokale partijen ze begrijpen, accepteren en mee kunnen doen. Sociale structuren, eigendom en gebruik bepalen daardoor de haalbaarheid net zo sterk als technische randvoorwaarden (Derkzen, Van Teeffelen & Verburg, 2017).

Omdat een groot deel van het stedelijk oppervlak privaat is, zijn gedrag, samenwerking en onderhoud cruciaal voor duurzame werking (HZ University of Applied Sciences et al., 2021). Sterke sociale cohesie vergroot de actiebereidheid, terwijl fysieke ingrepen zoals vergroening en waterpleinen ook sociale veerkracht en leefbaarheid kunnen versterken (Deltares, 2020).

Tegelijk wordt sociaal-ruimtelijke waarde in de praktijk nog beperkt meegenomen: afwegingen zijn vaak technisch of financieel gedreven, terwijl effecten op gebruik, ontmoeting, veiligheid en draagvlak

zelden expliciet worden gewogen of gemonitord. Beleidsmatig vraagt dit om integratie met ruimtelijke ordening en om sociaal-ruimtelijke indicatoren voor participatie, adaptieve capaciteit en leefbaarheidsimpact (Rli, 2024).

Bewonersparticipatie en sociaal-ruimtelijke samenhang

Betrokkenheid van bewoners en VvE's is cruciaal voor klimaatadaptatie: participatie bepaalt draagvlak, beheerbereidheid en daarmee de werking op lange termijn (Deltares, 2020). Participatie werkt het best als die vroeg, transparant en gebiedsgericht wordt georganiseerd, bijvoorbeeld via Living Labs en ClimateCafés waarin bewoners meten, meedenken en meedoen bij ontwerp en testen van maatregelen (HZ University of Applied Sciences et al., 2021). Daarnaast helpt het als maatregelen herkenbaar en visueel aantrekkelijk zijn en als de werking duidelijk wordt uitgelegd met goede communicatie en visualisaties; dat vergroot acceptatie en eigenaarschap (Derkzen, Van Teeffelen & Verburg, 2017).

Beleidsvoering

Ook beleidsmatig wordt participatie steeds centraler. De Rli stelt dat klimaatadaptatie pas duurzaam slaagt als burgers en VvE's medeverantwoordelijkheid dragen voor ruimtelijke keuzes, via een "nieuw watercontract" met gedeeld eigenaarschap en flexibiliteit (Rli, 2024). Dit vraagt om structurele verankering van participatie in omgevingsplannen, klimaattoetsen en uitvoeringsagenda's, ondersteund met instrumenten zoals wijkbudgetten en lokale klimaatactieteams.

Belangrijke succesfactoren bij deze participatieve aanpak zijn:

- **Lokale verankering en maatwerk:** participatieprocessen moeten aansluiten bij de identiteit en sociale structuur van de wijk.
- **Participatieve monitoring:** bewoners verzamelen zelf data via sensoren of observaties, waardoor inzicht en betrokkenheid toenemen.
- **Verbinding met onderwijs en verenigingen:** scholen en buurtinitiatieven fungeren als dragers van bewustwording.
- **Concreet handelingsperspectief:** praktische hulpmiddelen zoals regentonnenacties, subsidies voor groendaken of tegeltaxi's versterken het gevoel van invloed.

Weerstand ontstaat vooral bij top-down communicatie zonder zichtbare meerwaarde, of wanneer participatie slechts symbolisch is. Dit vraagt van gemeenten een verschuiving van informeren naar co-creëren en van uitvoering naar partnerschap. Goed ingebedde participatie versterkt zowel technische effectiviteit als maatschappelijk draagvlak en bouwt sociaal kapitaal op door samen te meten, leren en handelen (HZ University of Applied Sciences et al., 2021; Rli, 2024). Dit vormt de brug naar het volgende hoofdstuk over hoe eigendom, ruimtegebruik en sociale cohesie de uitvoerbaarheid en het succes van maatregelen bepalen.

Invloed van sociaal-ruimtelijke omstandigheden

In dichtbebouwde stedelijke gebieden is de beschikbare ruimte voor klimaatadaptieve maatregelen beperkt. De hoge druk op bovengrondse functies, zoals verkeer, parkeren en energie-infrastructuur, maakt het moeilijk om ruimte vrij te maken voor waterberging of infiltratie (Rli, 2024). Toch bieden multifunctionele oplossingen, waarin waterberging wordt gecombineerd met andere functies zoals recreatie of vergroening, aanzienlijke kansen. Hier drie bekende maatregelen als voorbeeld:

- **Wadi's** botsen vaak met bestaande mobiliteits- en parkeerfuncties, maar kunnen bij herinrichting of tijdelijke inrichting effectief worden toegepast. Ze verhogen bovendien de belevingswaarde en biodiversiteit van de openbare ruimte (Boogaard et al., 2015).
- **Infiltratiezones** worden technisch vaak beperkt door ondergrondse congestie, kabels, leidingen en wortelzones, waardoor nauwkeurige afstemming met beheer en ondergrondplanning vereist is (Dirven-van Breemen et al., 2011).
- **Retentiedaken** vormen een kansrijk alternatief bij ruimtegebrek. Ze benutten het vaak onbenutte dakoppervlak en dragen bij aan hittestressreductie en verdamping (Rli, 2024).

Een integrale benadering waarin ruimteclaims vroegtijdig worden vastgelegd in ruimtelijke plannen is cruciaal. Daarnaast vergroten co-benefits zoals gezondheid en leefbaarheid het draagvlak bij bewoners (Wamsler & Brink, 2014).

Eigendoms patronen

Eigendomsstructuren bepalen waar maatregelen überhaupt kunnen landen: gemeenten bezitten maar een deel van de ruimte, de rest ligt bij corporaties, VvE's en ontwikkelaars (Rli, 2024; De Roo & Portman, 2016). Op publiek terrein zijn maatregelen relatief direct te realiseren; op privaat terrein zijn prikkels, ontzorging en heldere beheerafspraken vaak randvoorwaardelijk (Rli, 2024). Bij retentiedaken is vooral VvE-besluitvorming beperkend door eisen, kostenverdeling en onderhoud (Klimaatadaptatie Met Natuur, 2022). Instrumenten zoals subsidies, levensduurbenadering en convenanten met corporaties/ontwikkelaars helpen om private investeringen structureel te borgen (De Roo & Portman, 2016; Rli, 2024).

Multifunctioneel ruimtegebruik

Ruimtegebrek vraagt om maatregelen die meerdere doelen combineren. "Double-duty spaces" vergroten haalbaarheid én leveren extra belevings- en leefbaarheidswaarde op (Rli, 2024). Voorbeelden zijn wadi's als verblijfs- of speelplek, retentiedaken met groen en zonnepanelen, en infiltratiestroken in parkeer- of trottoirprofielen (Boogaard et al., 2015; Klimaatadaptatie Met Natuur, 2022; Dirven-van Breemen et al., 2011).

Governance, participatie en sociaal draagvlak

Succes hangt sterk af van governance en participatie, vooral waar private partijen geraakt worden (Eindrapport Burgerparticipatie in Klimaatadaptatie, 2021). Projecten werken beter als technische ingrepen worden gekoppeld aan co-creatie, wijkclubs en monitoring, waardoor begrip, acceptatie en beheerbereidheid toenemen (Wamsler & Brink, 2014).

Acceptatie is groter wanneer maatregelen zichtbare voordelen geven; bij retentiedaken is juist organisatorische ondersteuning en standaardisatie voor VvE's cruciaal (Rli, 2024). Gezamenlijke planvorming met overheid, bewoners en private partijen is daarmee een randvoorwaarde voor duurzame verankering (De Roo & Portman, 2016).

Voorbeelden

Projecten slagen vaker wanneer gemeenten niet alleen "uitvoeren", maar een netwerkende en responsieve rol pakken. Vroege samenwerking met waterschappen, kennisinstellingen en bewoners vergroot draagvlak en maakt het makkelijker om waterdoelen te koppelen aan biodiversiteit en recreatie (LievenceCSO, 2019).

In stedelijke contexten laat Rotterdam zien dat burgerparticipatie bij groene infrastructuur acceptatie en effectiviteit verhoogt, vooral wanneer maatregelen visueel aantrekkelijk en multifunctioneel zijn en bewoners duidelijke uitleg krijgen over de klimaatvoordelen (Derkzen et al., 2017). Living Labs en

ClimateCafés ondersteunen dit proces doordat meten–beleven–doen leidt tot vertrouwen, eigenaarschap en wijkgericht maatwerk (HZ University of Applied Sciences et al., 2021).

Sociaal-ruimtelijke condities bepalen vervolgens of maatregelcombinaties haalbaar zijn binnen het wijkwatersysteem. Drie factoren zijn daarbij richtinggevend:

- Privaat eigendom met hoge verharding: opschaling is sociaal lastig en maatregelen blijven sneller losstaand (Derkzen et al., 2017);
- Gedeelde buitenruimte: collectieve besluitvorming en investering worden eenvoudiger, waardoor synergie tussen waterberging, vergroening en verblijfskwaliteit toeneemt (HZ University of Applied Sciences et al., 2021);
- Tuingebruik en onderhoud: bepaalt infiltratiepotentie en beïnvloedt of maatregelen elkaar versterken of juist extra afstroming veroorzaken (LievenseCSO, 2019).

Waar het misgaat, is het patroon juist omgekeerd: top-down projecten zonder echte participatie of zonder interne afstemming tussen gemeentelijke afdelingen leveren fragmentatie op en weinig sociale meerwaarde (LievenseCSO, 2019). Daarnaast blokkeren bestuurlijke knelpunten zoals versnipperde verantwoordelijkheden en gebrek aan prikkels de vroege inbreng van water- en bodemcondities; daarom pleit de Rli voor structurele betrokkenheid van waterschappen en meer adaptieve sturing (Rli, 2024).

Casussen

Ter verdieping van de analysefase zijn enkele praktijkcasussen uitgewerkt waarin klimaatadaptieve maatregelen op wijkniveau zijn toegepast. De casussen maken inzichtelijk hoe technische, ruimtelijke, sociale en organisatorische factoren elkaar in de praktijk beïnvloeden. Zij dienen als toets van de analysebevindingen en leveren concrete lessen voor de verdere ontwikkeling van het technisch afwegings- en ontwerp kader. De volledige uitwerking en onderbouwing van de casussen is opgenomen in de bijlagen.

De uitgewerkte casussen laten zien hoe klimaatadaptieve maatregelen in de praktijk functioneren binnen uiteenlopende wijkcontexten. Gezamenlijk bevestigen zij dat technische effectiviteit niet los kan worden gezien van ruimtelijke, sociale en organisatorische randvoorwaarden. De casussen fungeren daarmee als toetssteen voor de bevindingen uit de analysefase en leveren concreet inzicht op dat direct is vertaald naar uitgangspunten voor het technisch afwegings- en ontwerp kader.

Uit de Utrechtse casussen (Kanaleneiland Noord en Overvecht) blijkt vooral het belang van samenhang en volgorde in het wijkwatersysteem. Maatregelen functioneren aantoonbaar beter wanneer zij in combinatie worden toegepast en expliciet zijn afgestemd op riolering, maaiveld, grondwater en oppervlaktewater. Afkoppelen, bovengrondse berging en vergroening versterken elkaar, terwijl bodemopbouw en grondwaterstanden bepalend zijn voor de daadwerkelijke werking. De casus onderstreept dat probleemypering en randvoorwaardentoetsing essentieel zijn om maatregelfalen te voorkomen.

De casus Schansen-Noord (Nieuwegein) maakt inzichtelijk dat sociaal-ruimtelijke condities minstens zo sturend zijn als hydrologische parameters. Eigendomsstructuur, beschikbare ruimte en participatievormen bepalen in hoge mate welke maatregelen schaalbaar en uitvoerbaar zijn. Waar publieke ruimte en meekoppelmomenten aanwezig zijn, ontstaan versterkende combinaties; waar eigendom versnipperd is, blijven technische kansen onbenut. Deze casus legitimeert het opnemen van sociaal-ruimtelijke indicatoren als volwaardig onderdeel van het afwegingskader.

De Urban Waterbuffer in Spangen (Rotterdam) laat zien dat innovatieve technische oplossingen alleen duurzaam functioneren wanneer governance, beheer en financiering expliciet zijn georganiseerd. Heldere rolverdeling, koppeling aan reguliere beheerprocessen en structurele monitoring blijken doorslaggevend voor succes. Deze casus benadrukt dat organisatorische randvoorwaarden niet aanvullend, maar bepalend zijn voor de effectiviteit van maatregelen op lange termijn.

Gezamenlijk tonen de casussen aan dat klimaatadaptatie op wijkniveau vraagt om een integrale benadering waarin techniek, ruimte, sociale context en organisatie samen worden afgewogen. Dit inzicht vormt een directe bouwsteen voor de ontwikkeling van het technisch afwegings- en ontwerpkader.

Ontwikkelfase

De ontwikkelfase staat in het teken van het vertalen van de analyse naar een concreet en bruikbaar product. Waar de analysefase inzicht heeft gegeven in het functioneren van het watersysteem op wijkniveau en de belangrijkste technische, ruimtelijke en sociaal-ruimtelijke randvoorwaarden, richt deze fase zich op het daadwerkelijk ontwerpen van de tool. De analyse vormt daarbij geen bijlage, maar het fundament: zij stuurt keuzes, begrenst mogelijkheden en voorkomt dat het product een losse verzameling aannames wordt.

In deze fase wordt gewerkt aan een tool die logisch is opgebouwd, aansluit bij de gebruiker en daadwerkelijk helpt bij het maken van afgewogen keuzes. Dat betekent scherpe keuzes in inhoud en structuur, met een duidelijke ordening van stappen, criteria en maatregelen. Het doel is niet om alles te vangen, maar om een hanteerbare oplossing te bieden die richting geeft in complexe wijkopgaven. Het eindresultaat is een nieuw product, niet eerder in deze vorm ontwikkeld, waarin analyse, systeemdenken en praktische toepasbaarheid samenkomen.

Het ontwikkelde product is nadrukkelijk opgezet als een proof of concept. De focus ligt niet op volledigheid, maar op het aantonen van de werking en toepasbaarheid van de gekozen systematiek. Binnen deze fase is gewerkt met een vaste, afgebakende set klimaatadaptatieve maatregelen, zodat de onderliggende logica van de beslisboom, maatregelclusters en maatregelsheets scherp kon worden uitgewerkt.

Inhoudelijk is het thema bewust gericht op berging en buffering van water. De uitwerking concentreert zich voornamelijk op regenwateroverlast, omdat dit binnen stedelijke wijken het meest voorkomende en ruimtelijk zichtbare probleem is, en zich goed leent voor een oorzaakgerichte benadering via een beslisboom. Andere thema's, zoals droogte, hitte en grondwaterproblematiek, zijn nog niet volledig uitgewerkt.

De tool is echter expliciet ontworpen met het oog op verbreding. De structuur van de beslisboom, de opzet van de maatregelclusters en de samenhang met maatregelsheets en interactiematrix maken het mogelijk om in latere fases nieuwe maatregelen, thema's en probleemttypen toe te voegen, zonder de bestaande logica te doorbreken. Daarmee vormt deze ontwikkelfase een robuuste basis voor verdere uitbreiding en verdieping.

Ontwerp

De kernlogica is probleem > oplossing, maar met een strikte tussenstap: eerst het probleem goed typeren, dan pas richting maatregelen. De boom stuurt je bewust weg van "we willen een wadi" en dwingt je om te benoemen wat er werkelijk misgaat (bijvoorbeeld: stagnatie op verharding door

infiltratieprobleem, of door afvoer/aanvoer). Pas daarna kom je uit bij een oplossingsrichting in de vorm van een maatregelcluster.

Toegankelijkheid is het expliciete ontwerpdoel. Je hoeft geen hydraulische kennis te hebben om de stappen te doorlopen, omdat de vragen zijn opgebouwd vanuit herkenbare observaties: waar zit de overlast, wat zie je gebeuren (stagnatie, stroming, terugstuwing), hoelang blijft het staan, hoeveel is het. Dat is praktisch: een wijkbeheerder of projectleider kan hiermee starten zonder eerst een handboek door te ploegen. Het blijft wel essentieel dat de gebruiker eerlijk en feitelijk observeert; de boom compenseert geen foute input.

De boom specificeert van grof naar fijn. Je begint bij het domein (wateroverlast/droogte/hitte), daarna type water (regen/grond/oppervlakte), daarna plek (verharding/groen/bebouwing), daarna mechanisme (stagnatie/stroming/terugstuwing) en pas dan oorzaaklagen (infiltratie vs afvoer, bodem vs top laag, verdichting vs verzadiging, etc.). In de proof of concept is vooral de tak wateroverlast en specifiek regenwater op verharding diep uitgewerkt, inclusief ernst-variabelen (duur en hoeveelheid).

Vorm

De vorm is bewust simpel: één dia = één vraag of stelling, met een paar antwoordopties en klikknoppen. Geen lange toelichtingen, geen technische definities op de dia zelf, en navigatie is basaal (klik door, pijltje terug). Daarmee houdt je de cognitieve belasting laag per stap.

Tegelijkertijd adresseert de boom complexe problemen. Wateroverlast is zelden één oorzaak; het kan zitten in maaiveld, top laag, bodem, putten, stelselcapaciteit, peil, of combinaties daarvan. De boom probeert die complexiteit te vangen zonder te vervallen in rekenwerk of modellering. Dat is sterk, maar ook het spanningsveld: hoe eenvoudiger je de vraag maakt, hoe groter het risico op versimpeling of verkeerde routekeuze.

De balans tussen simpele inhoud en complexe problemen is nu vooral bereikt door opsplitsen in veel kleine stappen. Dat werkt, maar het heeft een prijs: de boom wordt lang en tekst-intensief. In de praktijk vraagt dit om twee ontwerpkeuzes later:

- Of je houdt de lengte en accepteert dat dit een tool is voor gemotiveerde professionals.
- Of je bouwt “snelle afslagen” in (bijvoorbeeld: bij duidelijke komvorming direct naar maaiveld/stroomprofiel zonder extra tussenstappen) en houdt de diepte als optioneel.

Maatregelclusters

Inhoudelijk zijn maatregelclusters de brug tussen diagnose en ontwerp. Ze zijn geen maatregelenlijst, maar een bundeling van oplossingsrichtingen die passen bij het type probleem dat je zojuist hebt vastgesteld. Voorbeelden zijn clusters als maaiveld en stroomprofiel, putten en inlaten, riool- en stelselhydraulica, bodem en infiltratiecapaciteit, verhardingstop laag, grondwater en drainage.

Ze zijn doelgericht, omdat ze niet vertrekken vanuit “wat is populair”, maar vanuit “waar zit het falen in het systeem”. Als het probleem vooral bij aanvoer/stroming op straat ligt, kom je logisch uit bij maaiveld en stroomprofiel. Ligt het bij putwerking, dan bij putten en inlaten. Ligt het bij structurele capaciteit of terugstuwing, dan bij stelselhydraulica. Dat maakt de stap naar maatregelen inhoudelijk verdedigbaar.

Ze zijn nadrukkelijk de eerste stap voor verdere specificatie, niet het eindpunt. Het cluster zegt: dit is het domein waar je maatregelen moet zoeken. Daarna moet je nog kiezen wat precies past bij de plek, ruimte, kosten, beheer, sociale impact en verdere randvoorwaarden.

De maatregelclusters zijn thematisch en systeemgericht opgezet:

- Maaiveld en stroomprofiel
- Putten en inlaten
- Riool- en stelselhydraulica
- Oppervlaktewater en peilbeheer
- Bodem en infiltratiecapaciteit
- Systeemconfiguratie
- Verhardingstoplaag
- Grondwater en drainage

Deze clustering voorkomt dat maatregelen los van elkaar worden bekeken. Een wadi staat niet op zichzelf, maar altijd in relatie tot maaiveld, bodem, afvoer en beheer.

De clusters zijn gekoppeld aan het falen in het systeem, niet aan populariteit of beleidsmode. Dat betekent dat verschillende routes in de beslisboom bij hetzelfde cluster kunnen uitkomen, maar om een andere reden. De maatregelsheets maken dat onderscheid expliciet.

Maatregelsheets

De maatregelsheets vormen de tweede laag van het instrumentarium, direct aansluitend op de beslisboom. Waar de beslisboom antwoord geeft op de vraag wat er misgaat in het watersysteem, geven de maatregelsheets richting aan de vraag waar je inhoudelijk moet ingrijpen en met welk type oplossing. Ze zijn daarmee expliciet geen ontwerphandleiding en ook geen keuzelijst, maar een onderbouwde verdieping per maatregelcategorie.

De maatregelsheets zijn ontworpen vanuit dezelfde probleem–oplossingslogica als de beslisboom. Ze bouwen voort op het eindpunt van de boom: het maatregelcluster. Binnen dat cluster beschrijven de sheets wat een maatregel doet, wanneer deze werkt en wanneer juist niet.

Elke sheet is consequent opgebouwd rond:

- Werking in het watersysteem,
- Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen,
- Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria,
- Ruimtelijke, beheertechnische en sociale implicaties,
- Positie binnen de thema's wateroverlast, droogte en hitte.

Daarmee sluiten ze direct aan op de redeneertrant van de beslisboom. Wie via de boom bij bijvoorbeeld “bodem en infiltratiecapaciteit” uitkomt, krijgt in de sheets niet één antwoord, maar inzicht in meerdere mogelijke oplossingsrichtingen, inclusief hun beperkingen.

Sociaal

In de maatregelsheets is bewust nadruk gelegd op de sociale factor. Naast de technische werking wordt per maatregel expliciet stilgestaan bij de waarde voor de wijk: voor wie de maatregel betekenisvol is, hoe deze wordt ervaren en welke sociale risico's of spanningen kunnen ontstaan.

Deze benadering sluit aan bij een bredere ontwikkeling binnen gebiedsontwikkeling en waterbeheer, waarbij maatregelen niet alleen technisch effectief moeten zijn, maar ook bijdragen aan leefkwaliteit, acceptatie en gebruik. Het creëren van waarde voor de wijk is daarmee geen bijvangst meer, maar een volwaardig afwegingscriterium.

Door sociale aspecten structureel op te nemen in de maatregelsheets wordt zichtbaar dat maatregelen verschillend uitpakken voor verschillende doelgroepen en contexten. Een maatregel kan technisch

goed werken, maar sociaal minder passend zijn, of juist extra waarde toevoegen wanneer deze aansluit bij wensen rondom groen, verblijf of identiteit van een wijk.

De sociale factor fungeert in de sheets niet als doorslaggevend criterium, maar als essentieel perspectief naast wateroverlast, droogte en hitte. Daarmee ondersteunen de maatregelsheets een bredere en meer integrale afweging, waarin technische prestaties en maatschappelijke waarde samen worden bekeken.

Watersysteem

De maatregelsheets beschrijven per maatregel de positie in het watersysteem en het effect op wateroverlast, droogte en hitte. Ze maken duidelijk waar een maatregel ingrijpt (bron, buffer, afvoer of systeemniveau) en onder welke omstandigheden deze werkt of juist niet.

Omdat maatregelen zelden los functioneren, is samenhang essentieel. Een bronmaatregel beïnvloedt altijd wat stroomafwaarts gebeurt, terwijl systeemmaatregelen de randvoorwaarden bepalen voor lokale ingrepen. Die onderlinge werking wordt inzichtelijk gemaakt met de interactiematrix.

De interactiematrix legt, op basis van de maatregelsheets, vast:

- Welke maatregelen elkaar **versterken** bij wateroverlast, droogte en hitte;
- Welke maatregelen elkaar **aanvullen** zonder directe wisselwerking;
- Waar maatregelen elkaar **beperken of conflicteren**.

Zo ondersteunt de matrix het samenstellen van samenhangende maatregelpakketten. Het is geen zelfstandig beslisinstrument, maar een overzichtelijk hulpmiddel naast de maatregelsheets. Zowel de sheets als de interactiematrix zijn uitbreidbaar en groeien mee met de verdere ontwikkeling van de tool.

Toegankelijk zonder (veel) voorkennis

Net als de beslisboom zijn de maatregelsheets bewust beschrijvend en kwalitatief. Er worden geen dimensioneringsregels, rekenwaarden of normatieve eisen gepresenteerd. De focus ligt op begrijpen wat een maatregel doet en welke vragen je moet stellen voordat je deze inzet.

Dat maakt de sheets bruikbaar voor:

- Projectleiders en ontwerpers in een vroeg stadium,
- Beheerders en beleidsmedewerkers,
- Gesprekken met bewoners of bestuur.

Technische verdieping is expliciet uitbesteed aan vervolgstappen en aanvullende documentatie.

Van grof naar fijn

De maatregelsheets volgen dezelfde schaalopbouw als de beslisboom:

- Eerst de rol van de maatregel in het wijkwatersysteem,
- Daarna de lokale werking,
- Vervolgens de randvoorwaarden,
- Pas daarna sociale en ruimtelijke consequenties.

Hierdoor kun je snel beoordelen of een maatregel überhaupt logisch is, zonder al in details te verzanden. Pas wanneer de maatregel passend lijkt, wordt verdere uitwerking zinvol.

Simpele inhoud, complexe werkelijkheid

De sheets reduceren complexe systeeminteracties tot hanteerbare inzichten. Wateroverlast, droogte en hitte worden niet los behandeld, maar expliciet in samenhang. Dat voorkomt dat maatregelen als “oplossing voor alles” worden gepresenteerd.

Elke maatregel wordt bewust begrensd:

- Wat lost hij wel op,
- Wat juist niet,
- Waar kan hij conflicteren met andere doelen of maatregelen.

Dit voorkomt overselling en dwingt tot realistische afwegingen.

De kracht van de maatregelsheets zit in de balans: ze zijn uitgebreid genoeg om verkeerde keuzes te voorkomen, maar niet zo gedetailleerd dat ze besluitvorming blokkeren. Ze zijn bedoeld om gesprekken te structureren, niet om ze af te sluiten.

Klankbordgroep

Voor de ontwikkeling van de tool is een klankbordgroep samengesteld met professionals uit de gemeentelijke praktijk, bewust met verschillende rollen en perspectieven. De klankbordgroep bestond uit medewerkers van de gemeenten Zaanstad en Nijmegen, aangevuld met expertise op het gebied van waterbeheer, gebiedsontwikkeling en beleidsadvisering. De samenstelling bood een mix van strategisch, beleidsmatig en uitvoerend perspectief, waardoor zowel inhoudelijke scherpte als praktische toepasbaarheid konden worden getoetst.

De klankbordgroep is twee keer bijeengekomen, met elk een eigen focus:

De eerste sessie was verkennend van aard. Deze stond in het teken van het conceptuele ontwerp van de tool: de beslisboom als structuur, de beoogde doelgroep, de schaalniveaus (wijk, straat, perceel) en de rol van sociale, ruimtelijke en systeemfactoren. Ook is besproken hoe gemeenten in de praktijk omgaan met maatregelkeuzes, beheer, en participatie. Deze sessie leverde vooral richtinggevende feedback op voor de opzet en positionering van het instrument.

De tweede sessie was verdiepend en toetsend. Hierbij lag de nadruk op de inhoudelijke uitwerking van de beslisboom en maatregelclusters, met focus op regenwateroverlast. Onderwerpen waren onder meer de start van de beslisboom, filtering en trechtering, ernstbepaling, herkenbaarheid voor gemeenten, taalgebruik en de uitvoerbaarheid van maatregelen. Deze sessie leverde concrete aandachtspunten op voor aanscherping en doorontwikkeling van de tool.

In de klankbordgroepsessies is uitgebreid gesproken over:

- De opzet en logica van de beslisboom als instrument voor het structureren van het denkproces;
- De afbakening van de doelgroep en het toepassingsmoment (bestaande wijken, herinrichting, nieuwbouw);
- Het onderscheid tussen typen waterproblemen, met nadruk op regenwateroverlast;
- De manier waarop ernst, oorzaken en schaalniveaus worden herkend;
- De herkenbaarheid van maatregelclusters binnen gemeentelijke werkwijzen;
- Het belang van systeemwerking, beheer en onderhoud;

- En de expliciete rol van sociale factoren, uitvoerbaarheid en draagvlak.

De meerwaarde van de klankbordgroep lag vooral in het spiegelen van het concept aan de dagelijkse praktijk. Deelnemers herkenden de behoefte aan een instrument dat helpt om complexiteit te ordenen, tunnelvisie te voorkomen en het gesprek tussen disciplines te ondersteunen. Tegelijkertijd leverde de klankbordgroep concrete aandachtspunten op voor aanscherping, zoals het explicieter maken van aannames, het verduidelijken van begrippen en het beter positioneren van de tool binnen bestaande beleids- en beheerlogica.

De input uit de klankbordgroep is gebruikt om het ontwerp van de beslisboom, de maatregelclusters en de maatregelsheets inhoudelijk te verfijnen en praktijkgericht te maken. De volledige verslagen van de klankbordgroep sessies zijn te vinden in de bijlagen.

Conclusies en aanbevelingen

1. Kernconclusie: het probleem zit niet in “te weinig maatregelen”, maar in “te weinig structuur”

De analyse in dit rapport laat een herkenbaar patroon zien: op wijkniveau worden klimaatadaptieve maatregelen nog vaak ad hoc en sectoraal gekozen, waardoor samenhang, systeemwerking en herleidbaarheid ontbreken. Het gevolg is suboptimale werking, moeilijk uitlegbare keuzes en een grotere kans op nieuwe knelpunten verderop in het watersysteem. De hoofdconclusie is daarom dat de grootste winst niet zit in nóg een menukaart met maatregelen, maar in een reproduceerbaar afwegingsproces waarmee niet alleen problemen kunnen worden behandeld, maar ook bruggen kunnen worden gelegd tussen verschillende partijen.

2. Wijkniveau is het juiste schaalniveau voor werkbare systeemkeuzes

Het rapport onderbouwt dat wijkniveau de schaal is waarop water, bodem, riolering, verharding, ruimtegebruik en beheer daadwerkelijk samenkomen. Stadsniveau is vaak te abstract; straatniveau is vaak te technisch en enkelvoudig. De wijk is daardoor het meest bruikbare niveau om samenhangende maatregelenpakketten te vormen en om “water- en bodemsturend” te vertalen naar concrete ontwerpkeuzes. Dit is niet alleen een inhoudelijke keuze, maar ook een praktische: op wijkniveau vallen klimaatopgaven samen met vervangingsopgaven (riolering, verharding, groen), waardoor meekoppelkansen ontstaan.

3. Randvoorwaarden zijn geen bijzaak: bodem, grondwater en riooltype bepalen of maatregelen überhaupt kansrijk zijn.

Een stevige conclusie uit de analysefase is dat een groot deel van maatregelfalen voorspelbaar is vanuit enkele dominante randvoorwaarden:

- Doorlatendheid en bodemopbouw bepalen of infiltratie realistisch is of juist leidt tot plasvorming/structureel falen.
- Grondwaterstand en -dynamiek sturen zowel wateroverlastrisico als funderings- en zettingsrisico's.
- Bodemkwaliteit en waterkwaliteit sturen of infiltratie verantwoord is en welke eisen (zoals voorzuivering) nodig worden.
- Riooltype en functioneren bepalen of de nadruk moet liggen op afkoppelen, retentie/buffering of systeemaanpassing.

Daarmee volgt een duidelijke ontwerpimplicatie: het afwegingskader moet deze parameters niet als “achtergrondinformatie” behandelen, maar als uitsluiters en keuzeknooppunten die routes in de beslisboom hard kunnen stoppen of omleiden.

4. Maatregelen werken niet geïsoleerd; effect ontstaat (of verdwijnt) in de keten

Het rapport maakt aannemelijk dat maatregelen elkaar hydraulisch en functioneel beïnvloeden via riolering, maaiveldafvoer, grondwater en oppervlaktewater. De relevante conclusie is dat “maatregelkeuze” eigenlijk “ketenontwerp” is: een ingreep bij de bron verschuift belasting naar downstream schakels, en andersom bepaalt downstream capaciteit of bronmaatregelen hun effect kwijt kunnen. Dat verklaart ook waarom interacties (versterkend, neutraal,

conflicterend) expliciet in beeld moeten komen, bijvoorbeeld via een interactiematrix naast de sheets. Zonder dat blijft het risico bestaan dat een maatregel lokaal logisch lijkt, maar systeemmatig faalt.

5. De gekozen focus (berging & buffering, en vooral regenwateroverlast) is inhoudelijk verdedigbaar en methodisch slim

De keuze om berging & buffering centraal te stellen werkt goed als proof of concept, omdat dit thema direct raakt aan piekbelasting, ruimtelijke inpassing en zichtbare overlast, en omdat het bovendien een “schakelfunctie” heeft tussen snelle processen (afstroming/riolering) en langzamere processen (infiltratie, hergebruik, afvoer naar oppervlaktewater). Daarmee is het thema geschikt om de kernlogica van het kader te testen: van probleembeeld naar cluster naar maatregelprofielen, inclusief randvoorwaarden en interacties. Tegelijk is de conclusie ook dat het huidige product (bewust) nog geen volledig integraal kader is voor droogte, hitte en grondwaterproblematiek; dat is een expliciete beperking van deze versie en moet zo benoemd blijven om overselling te voorkomen.

6. Sociale factor is geen “extra hoofdstuk”, maar een succesvoorwaarde voor uitvoering en beheer

Het rapport trekt terecht de sociale dimensie naar voren: maatregelen werken pas duurzaam als bewoners en lokale partijen ze begrijpen, accepteren en mee kunnen doen. De belangrijkste conclusie hier is dat sociale waarde en sociale risico's niet alleen relevant zijn voor draagvlak, maar direct terugkoppelen naar technische prestaties via beheer en onderhoud (verstoppert, verkeerd gebruik, weerstand tegen ruimteclaims, etc.). Daardoor is het logisch dat de maatregelsheets structureel sociale waarde, gebruik, veiligheid/overzicht, en beheerbaarheid meenemen. Tegelijk moet ook hier de grens helder blijven: sociale factoren vervangen technische uitsluiters niet, maar bepalen wel of een technisch kansrijke maatregel uitvoerbaar en onderhoudbaar is.

7. Conclusie over status van het product: proof of concept is een sterke positionering, mits de beperkingen hard blijven

De huidige uitwerking is overtuigend als proof of concept: afgebakende set maatregelen, één thema diep uitgewerkt, duidelijke koppeling tussen beslisboom, clusters, sheets en interactiematrix. De voorwaarde voor geloofwaardigheid is dat het product expliciet blijft over wat het niet is:

- Geen rekeninstrument of dimensioneringstool;
- Geen prestatiegarantie;
- Geen volledige integrale klimaattoets voor alle thema's;
- Geen kant-en-klaar beleidsinstrument.

Als je dat scherp houdt, is de tool juist waardevol: hij ordent de vroege fase, voorkomt verkeerde starts en maakt keuzes beter uitlegbaar.

Aanbevelingen

De beslisboom functioneert in de huidige vorm goed als proof of concept, maar is inhoudelijk en functioneel nog niet afgerond. De kernlogica staat, de werking is bewezen, maar het instrument is duidelijk uitbreidbaar. De centrale aanbeveling is daarom om de beslisboom verder uit te werken en te verrijken met aanvullende opties en routes, zonder de bestaande structuur los te laten.

Inhoudelijke doorontwikkeling

Een eerste en logische stap is het verbreden van de thematiek. De huidige focus op wateroverlast, met name via berging en buffering, is passend maar beperkt. Aanbevolen wordt om:

- De thema's droogte en hitte expliciet toe te voegen.
- Wateroverlast verder te differentiëren, zodat meerdere typen problemen beter herkenbaar worden.

De complexiteit van de tool kan in principe verder worden verdiept, maar hier is terughoudendheid gewenst. De kracht van de huidige opzet zit juist in het kunnen verbinden van verschillende partijen en disciplines. Een te technische beslisboom kan deze brugfunctie onder druk zetten. De aanbeveling is daarom om complexiteit vooral in de verdieping te organiseren, niet in de eerste keuzestappen.

Rol van beslisboom en maatregelsheets

De huidige werking, waarin de beslisboom fungeert als een overzichtelijke quick-scan en de maatregelsheets zorgen voor inhoudelijke verdieping, is logisch en effectief en dient als uitgangspunt behouden te blijven. Daarbij gelden twee aandachtspunten:

- De maatregelsheets zijn inhoudelijk volledig en technisch correct.
- Voor sommige gebruikers kan de technische diepgang een drempel vormen wanneer zij de sheets zelfstandig moeten gebruiken.

Een mogelijke verbetering is het ontwikkelen van een aanvullende, minder technische variant van de maatregelsheets, gericht op begrip, toepasbaarheid en afweging in plaats van detailniveau.

Technische doorontwikkeling van de tool

De huidige uitwerking in Excel en PowerPoint is praktisch, overzichtelijk en eenvoudig aanpasbaar, maar niet optimaal voor verdere groei. Voor de volgende ontwikkelfase wordt aanbevolen om een webbased variant te verkennen. Dit biedt ruimte voor meer interactie en functionaliteit.

Concrete uitbreidingen die hierbij kansrijk zijn:

- Een interactief navigatie-overzicht dat per stap inzicht geeft in positie en voortgang.
- De mogelijkheid om maatregelen vooraf te filteren op harde randvoorwaarden, zoals bodemtype, grondwaterstand en beschikbare ruimte.
- Een systeem voor het rangschikken of prioriteren van maatregelen binnen de maatregelclusters op basis van gemaakte keuzes in de beslisboom.
- Een schaalbare ernstbepaling met filters voor schade, uitval van functies en bereikbaarheid.

Vormgeving en gebruiksgemak

Tot slot is een duidelijke en consistente vormgeving essentieel voor bredere toepassing. Logische kleurkeuzes, herkenbare iconen en heldere visualisaties dragen direct bij aan begrip en gebruiksgemak. Vormgeving is daarmee geen cosmetische toevoeging, maar een noodzakelijke voorwaarde voor verdere adoptie en doorontwikkeling van de tool.

Bibliografie

Voor redactie, controle en bronvermelding is gebruik gemaakt van ChatGPT en Perplexity AI.

Boogaard, F. C., Van de Giesen, N. C., Van de Ven, F. H. M., & Van Loosdrecht, M. C. M. (2015). *Waterpleinen: Innovatieve oplossingen voor stedelijk waterbeheer*. Deltares.

Bouma, G., Van den Berg, J., & Van de Ven, F. (2020). *Integrale afweging van klimaatadaptatiemaatregelen in de stad* (Rapport BLG-791816). Deltares. <https://www.deltares.nl/publicatie/integrale-afweging-klimaatadaptatie>

Carter, J. G., Handley, J., Butlin, T., & Gill, S. (2018). Adapting cities to climate change – Exploring the flood risk management role of green infrastructure landscapes. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(9), 1535–1552. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1355777>

Dai, L., Wörner, R., & Van Rijswijk, H. F. M. W. (2018). Rainproof cities in the Netherlands: Approaches in Dutch water governance to climate-adaptive urban planning. *International Journal of Water Resources Development*, 34(4), 652–674. <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1372273>

Deltares. (2020). *Sociale veerkracht en klimaatadaptatie*. Delft: Deltares.

Deltares. (2022). *Bodem en water als basis: Klimaatbestendig op lange termijn* (Rapport 11208014-025-BGS-0001). Deltares.

Deltares. (2023). *Integrale grondwaterstudie Nederland – module 1: Landelijke analyse* (Rapport 11208092-001-BGS-0001). Deltares.

Deltares. (2025). *SOBEK User Manual: 1D/2D modelling suite for integral water solutions*. Delft: Deltares.

Deltares, RIVM, STOWA, & NKWK. (2018). *Klimaatbestendige stad – Rapportage onderzoeksprogramma 2018*. STOWA.

Deltacommissaris. (2023). *Deltaprogramma 2024: Nu voor later*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Derkzen, M. L., Van Teeffelen, A. J. A., & Verburg, P. H. (2017). Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences? *Landscape and Urban Planning*, 157, 106–130. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.027>

De Roo, G., & Portman, M. E. (2016). Societal resilience and spatial planning: Concepts, challenges and policies. *Land Use Policy*, 52, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.018>

Dirven-van Breemen, L., et al. (2011). *Stedelijke waterberging en klimaatadaptatie: Ontwerprichtlijnen voor retentievijvers en infiltratievoorzieningen*. STOWA/RIONED.

Dolman, N., Nougues, L., & Rooze, D. (2024). De watercirculaire stad als strategie om de waterkringloop te sluiten in tijden van droogte en waterschaarste. *Water Governance*, 2024(1), 30–33.

Eindrapport Burgerparticipatie in Klimaatadaptatie. (2021). *Burgerparticipatie in klimaatadaptatie: Lessen en aanbevelingen*. Klimaatadaptatie.nl.

Gemeente Midden-Delfland. (2024). *Water- en rioleringsprogramma 2024–2030*.

- Gilissen, H. K., Hegger, D. L. T., Mees, H. L. P., Van den Ende, M., & Van Rijswijk, H. F. M. W. (2021). *Op weg naar een handreiking voor de implementatie van klimaatadaptatie: Lessen uit het project 'Klimaatbestendige woonwijken regio Utrecht'*. Universiteit Utrecht, Centrum voor Water, Recht en Beleid.
- Hogeschool van Amsterdam. (2016). *Voor hetzelfde geld klimaatbestendig: De klimaatbestendige wijk – achtergronden*. Hogeschool van Amsterdam, Kenniscentrum Urban Technology.
- HZ University of Applied Sciences, Hanzehogeschool Groningen, Hogeschool Van Hall Larenstein, & Hogeschool Rotterdam. (2021). *Burgerparticipatie in klimaatadaptatie: Praktijkgericht onderzoek over hittemetingen in wijken, beleving van extreem weer en participatie in klimaatadaptatie*. Regieorgaan SIA.
- Hulsman, R. (2024). *Handreiking modelleren stedelijk water*. RHDHV / STOWA.
- Klimaatadaptatie Met Natuur. (2022). *Klimaatadaptatie met natuur: Natuurlijke oplossingen voor een klimaatbestendige leefomgeving*. Provincie Zuid-Holland & Stichting De Natuurverdubbelers.
- Kumar, D., Shekhar, S., & Tewary, T. (2025). AI and data analytics for climate data management. *Frontiers in Environmental Science*, 13, 1679608. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1679608>
- Kusters, V., Moens, M., & Slingerland, E. (2023). *Kleinschalige klimaatadaptatieve maatregelen en de watervraag in stedelijk gebied* (STOWA-rapport 2023-24). STOWA.
- KWR. (2020). *Urban Waterbuffer: Een integrale oplossing voor wateroverlast en droogte in de stad* (Rapport KWR 2020.058). KWR Watercycle Research Institute.
- LievenseCSO. (2018). *Voorbeeldenboek klimaatadaptatie*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023). *Deltaprogramma 2024: Nu voor later*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (NKWK). (2020). *Klimaatadaptatie met de praktijk: kennisprogramma en voorbeelden van adaptieve maatregelen*.
- Moreno, O. (2024). Urban wetlands as resilient landscape infrastructure—The case of Llanquihue Green Infrastructure Plan, Chile. In *Restoration, and Community for Sustainable and Water Management* (pp. 129–150). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-69590-2_8
- Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). (2020). *Handreiking Slim Koppelen Klimaatadaptatie voor gemeenten*. <https://waterenklimaat.nl>
- Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). (2022). *Stedelijke Waterkwaliteit, Klimaat en Adaptatie – Achtergrondrapportage*.
- Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat [NKWK-KBS]. (2018). *Klimaatbestendige Stad: Rapportage Onderzoeksprogramma 2018*. STOWA, Deltares, Wageningen Environmental Research.
- Pistone, I. (2025). *Urban coasts in socio-ecological transition: A methodological framework to support planning and management of the city-sea interface*. Springer.
- Planbureau voor de Leefomgeving & Stichting Climate Adaptation Services. (2021). *Aanpak klimaatadaptatie door gemeenten: Een kwalitatieve analyse*. Planbureau voor de Leefomgeving. <https://klimaatadaptatienederland.nl>

Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (Rli). (2024). *Ruimtelijke ordening in een veranderend klimaat*. Den Haag: Rli.

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (Rli). (2024). *Klimaatadaptatie: Ruimte maken voor de toekomst*. Den Haag: Rli.

Rasker, M., Luesink, E., Van der Schaft, A., & Coenen, R. (2023). *De stedelijke vernieuwingsopgave integraal benaderd: Samenwerken aan toekomstbestendige wijken*. TNO. <https://www.tno.nl/nl/newsroom/2023/09/stedelijke-vernieuwingsopgave/>

Reza, M. I. H., Hossain, M. A., & Uddin, S. B. (2025). Recreational forests for co-benefits: Conservation, tourism, and well-being. *Frontiers in Forests and Global Change*, 8, 1670540. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2025.1670540>

RIONED. (2004). *Leidraad Riolerings – Module C2100: Hydraulisch functioneren*. Stichting RIONED.

Romero-Muñoz, S., & Sánchez-Chaparro, T. (2024). Management arrangements between municipalities and citizens for effective climate adaptation pathways: Four case studies from The Netherlands. *Land*, 13(9), 1414. <https://doi.org/10.3390/land13091414>

Schifman, L. A., Herrmann, D. L., & Shuster, W. D. (2017). Situating green infrastructure in context: A framework for adaptive socio-hydrology in cities. *Water Resources Research*, 53(11), 8964–8979. <https://doi.org/10.1002/2017WR020926>

Stichting Climate Adaptation Services, Van Bijsterveldt, M., Boon, E., Hofland, S., Van der Horst, S., Stolk, A., & Goosen, H. (2021). *Aanpak klimaatadaptatie door gemeenten: Een kwalitatieve analyse*. Planbureau voor de Leefomgeving.

Stichting RIONED. (2025). *Selectie uit de kennisbank stedelijk water* [Versie geautoriseerd op 9 september 2025]. Stichting RIONED.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer [STOWA]. (2016). *Slim samenwerken – Klimaatactieve stad (KAS)* (Rapport STOWA 2016-03). STOWA.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer [STOWA]. (2019). *Metten op hoogte: Een overzicht van onderzoek op groenblauwe daken* (Rapport 2019-23). STOWA / Stichting RIONED.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer [STOWA]. (2023). *Systeemintegratie stedelijk water* (Rapport 2023-21). STOWA.

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer [STOWA]. (2025). *Verantwoord infiltreren en aanvullen van grondwater – Hoofdrapport* (Rapport STOWA 2025-21). STOWA.

STOWA, Stichting RIONED, & Nationaal Daken Plan. (2019). *Metten op hoogte: Community of Practice metten en monitoren groenblauwe daken* (Rapport 2019-23). STOWA.

STOWA, Stichting RIONED, & Samen Klimaatbestendig. (2024). *Kennis in de Regio × Klimaatbestendige Stad – Terugblik op een interactief jaar (sessieverslagen 2023–2024, o.a. Almere/Lelystad/Leiden)*.

Utrecht University, Faculty of Law, Economics and Governance (REBO). (2021). *Klimaatbestendige woonwijken: Juridische en governance-aanbevelingen voor lokale uitvoering*. Universiteit Utrecht.

Van de Ven, F. H. M., & Hoogvliet, M. A. (2012). *Klimaatverandering en grondwaterbeheer in stedelijk gebied*. Deltares.

- Van Dooren, T., & Boer, A. W. (2020). *Urban Waterbuffer: Een integrale oplossing voor wateroverlast en droogte in de stad* (Samenvattend overzicht TKI-project, pp. 1–72). KWR Watercycle Research Institute.
- Voskamp, I. M., & Van de Ven, F. H. M. (2015). Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue–green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*, 83, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.018>
- Wamsler, C., & Brink, E. (2014). Interfacing citizens’ and institutions’ practice and responsibilities for climate change adaptation. *Urban Climate*, 7, 64–91. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.10.009>
- Wetenschappelijke Klimaatraad [WKR]. (2025). *Meeveranderen met het klimaat: Ruimtelijke en maatschappelijke keuzes voor klimaatadaptatie*. Den Haag: WKR.

Bijlagen

Bijlage 1 – Programma van Eisen

PROGRAMMA VAN EISEN & WENSEN

Kwalitatief Ontwerpkader Klimaatadaptieve Maatregelen

1. Technisch

Eisen

- Het kader biedt een begrijpelijke beschrijving van technische randvoorwaarden per maatregel, zonder exacte berekeningen.
- Technische (on)mogelijkheden worden op hoofdlijnen benoemd, zodat gebruikers snel kunnen beoordelen of een maatregel kansrijk is.
- Het kader maakt duidelijk welke factoren technische risico's vormen (ruimte, kosten, ondergrond).
- Het kader stuurt niet op technische diepgang maar op technische geschiktheid op hoofdniveau.

Wensen

- Het kader helpt gebruikers signaleren wanneer technische verdieping noodzakelijk wordt.
- Het kader benoemt waar technische afhankelijkheden zitten tussen maatregelen, maar zonder detailniveau of modeluitkomsten.
- Het kader kan eenvoudig uitgebreid worden met technische specificaties in een latere fase.

2. Hydrologisch

Eisen

- Het kader beschrijft de basis-hydrologische condities die bepalen welke maatregelen mogelijk zijn (bodem, grondwater, afstroming).
- Het kader helpt gebruikers herkennen welk type waterprobleem ze zien: onvoldoende afvoer, te weinig berging, verkeerde stromingsrichting.
- Hydrologische interacties tussen maatregelen worden expliciet opgenomen (bijv. waterdoorlatende verharding werkt alleen als achterliggend infiltratiegebied voldoende capaciteit heeft).

Wensen

- Het kader ondersteunt gebruikers bij het kiezen tussen infiltratie- en bergingsmaatregelen zonder dat technische doorrekeningen nodig zijn.
- Het kader geeft kwalitatieve inschattingen van systeemrobustheid (bijv. maatregel blijft bruikbaar bij extreme buien).
- Het kader stimuleert brede blik op het watersysteem (stroomopwaarts/stroomafwaarts-effecten op hoofdlijnen).

3. Ruimtelijk

Eisen

- Het kader benoemt per maatregel welke ruimtelijke condities bepalend zijn voor toepasbaarheid (beschikbare ruimte, functie).
- Maatregelen worden ingedeeld op hun ruimtelijke voetafdruk, zodat ze snel te matchen zijn met een situatie.
- De uitkomsten van de beslisboom moeten passen binnen bestaande en vaak krappe stedelijke structuren.
- Het kader maakt zichtbaar waar combinaties mogelijk zijn tussen maatregelen en andere functies (groen, spel, routes).

Wensen

- Het kader helpt gebruikers alternatieven zien wanneer een maatregel ruimtelijk niet past.
- Het kader draagt bij aan het gesprek met stedenbouw, beheer en ontwerp, door ruimtelijke implicaties helder te schetsen.

4. Sociaal

Eisen

- Het kader maakt duidelijk welke maatregelen sociale of eigendomsgebonden randvoorwaarden hebben (beheer, draagvlak).
- Het kader moet bruikbaar zijn in ontwerpssessies en gesprekken met bewoners, zonder technische taal.
- Het kader benoemt sociale bottlenecks: beheerlast, verandering van gebruik, veiligheid, weerstand tegen water op straat.
- De beslisboom moet maatregelen uitsluiten die sociaal niet haalbaar zijn in een bepaalde context.

Wensen

- Het kader benoemt positieve effecten ("co-benefits"), zodat acceptatie en waardecreatie meewegen.
- De beslisboom helpt herkennen waar participatie kansen biedt (bijvoorbeeld regentonnen, gevelgroen, tuininfiltratie).
- Het kader maakt sociaal-ruimtelijke gevoeligheid onderdeel van de maatregelselectie, maar zonder complexe analyses.

5. Systeemwerking

Eisen

- Systeemwerking is een zelfstandig afwegingsdomein en geen afgeleide van andere thema's.
- Het kader maakt expliciet hoe maatregelen elkaar beïnvloeden binnen het wijkwatersysteem (versterkend, conflicterend, conditioneel).
- Het kader benoemt effecten buiten het projectgebied wanneer deze relevant zijn.
- De uitwerking blijft kwalitatief en beschrijvend.

Wensen

- Het kader maakt systeemgrenzen expliciet en bespreekbaar.
- Het kader helpt voorkomen dat lokale oplossingen elders problemen veroorzaken.
- Het kader stimuleert vroege afstemming met waterbeheerder en beheerafdelingen.

6. Beheer en onderhoud

Eisen

- Beheer en onderhoud zijn een vast onderdeel van elk maatregelprofiel.
- Het kader benoemt onderhoudsgevoeligheid en schaaft dit in.
- Het kader maakt zichtbaar wanneer structureel beheer een voorwaarde is voor succes.

Wensen

- Het kader helpt voorkomen dat maatregelen een negatief imago krijgen door gebrekkig onderhoud.
- Het kader is later te koppelen aan beheerafspraken of standaardwerkwijzen.

7. Financieel

Eisen

- Het kader bevat een afzonderlijk financieel afwegingsperspectief.
- Kosten worden kwalitatief weergegeven voor aanleg en beheer (laag, middel, hoog).

Wensen

- Het kader benoemt waar meervoudige waardecreatie of restwaarde mogelijk is.
- Het kader kan later worden uitgebreid met kengetallen of scoremethodes.

8. Functionele eisen aan het Ontwerpkader zelf

Eisen

- Het product is helder, laagdrempelig en begrijpelijk voor niet-technische gebruikers.
- Het kader moet toepasbaar zijn tijdens de verkennende fase van projecten (voor PvE/PvW).
- De uitkomst moet een shortlist van mogelijke maatregelen opleveren, geen eindadvies.
- De logica van de boom moet reproduceerbaar zijn.
- Het kader moet schaalbaar zijn: bruikbaar voor verschillende wijktypologieën.

Wensen

- Het kader kan later gekoppeld worden aan een technische catalogus of scorekaart.
- Het kader kan in workshops gebruikt worden voor co-creatie met stakeholders.
- Het product mag visueel aantrekkelijk zijn, zodat het uitnodigt om ermee te werken.

Bijlage 2- Interactiematrix

	Wadi	Buffergreppel	Groene buffers	Inf. Verhard. Klinkers	Inf. Verhard. Asphalt	Berging klein	Berging groot	Og. Berging infiltratie	Og. Berging buffer	Afkoppeling verharding	Groendak extensief	Groendak retentie	Peilbeheer
Wadi	X	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	- licht conflicterend
Buffergreppel	++ duidelijke versterking	X	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking
Groene buffers	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	X	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	- licht conflicterend	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	- licht conflicterend
Inf. Verhard. Klinkers	+ lichte versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	X	+ lichte versterking	0	0	+ lichte versterking	0	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0
Inf. Verhard. Asphalt	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	X	0	0	+ lichte versterking	0	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0
Berging klein	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	X	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	0
Berging groot	+ lichte versterking	+ lichte versterking	- licht conflicterend	0	0	+ lichte versterking	X	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	+ lichte versterking
Og. Berging infiltratie	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	X	- licht conflicterend	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	- licht conflicterend
Og. Berging buffer	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	+ lichte versterking	+ lichte versterking	- licht conflicterend	X	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking
Afkoppeling verharding	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	++ duidelijke versterking	++ duidelijke versterking	X	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking
Groendak extensief	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	X	+ lichte versterking	0
Groendak retentie	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	+ lichte versterking	X	0
Peilbeheer	- licht conflicterend	+ lichte versterking	- licht conflicterend	0	0	0	+ lichte versterking	- licht conflicterend	+ lichte versterking	+ lichte versterking	0	0	X

Bijlage 3 – Casusuitwerkingen

Om de werking van maatregelen en systemen in de praktijk te kunnen duiden, worden in dit hoofdstuk enkele casussen geanalyseerd. Deze praktijkvoorbeelden laten zien hoe technische, ruimtelijke en sociale factoren samenkomen binnen concrete wijkcontexten. Door de toepassing van klimaatadaptieve maatregelen in verschillende situaties te bestuderen, ontstaat inzicht in de samenhang, haalbaarheid en effectiviteit van oplossingen op wijkniveau. De casussen vormen daarmee een toets voor de bevindingen uit de analysefase en een opstap naar de ontwikkeling van het technisch afwegings- en ontwerpkader.

Utrecht – Kanaleneiland Noord & Overvecht

Context en opgave

Kanaleneiland Noord en Overvecht zijn dichtbebouwde naoorlogse wijken met een hoge verhardingsgraad en beperkte openbare ruimte. In het kader van de DPRA-uitvoeringspilots zijn hier meerdere klimaatadaptieve maatregelen gecombineerd en gekoppeld aan lopende gebiedsvernieuwing (o.a. rioleringsvervanging, renovatie en herinrichting van de openbare ruimte) om wateroverlast, hittestress en leefbaarheidsopgaven integraal aan te pakken (Gilissen, Hegger, Mees, Van den Ende & Van Rijswijk, 2021).



Figuur 6: Kanaleneiland. Foto Stijn Brakkee fotografie

Gerealiseerde/ingezette maatregelen (combinaties):

Afkoppelen van daken/straten, wadi's, waterdoorlatende parkeerplaatsen, vergroening van profielen en pleinen; meekoppelkansen met corporatierenovatie en herprofilering van straten/riolen (Gilissen et al., 2021).

Opbouw wijkwatersysteem

- **Riolering:** Overwegend gemengd stelsel op straatniveau met vervangingsopgave; piekafvoeren bij buien veroorzaken water op straat en overstorten. Parallelle rioleringsprojecten zijn benut om af te koppelen en bovengrondse afvoer/berging te introduceren (Gilissen et al., 2021).
- **Maaiveld:** Sterk verhard; herprofilering (meer dwars- en lengteligging naar groen/wadi's), vergroening van pleinen en doorlatende parkeervakken om infiltratie en tijdelijke berging op maaiveld te vergroten (Gilissen et al., 2021).
- **Grondwater:** Infiltratie via wadi's/boomspiegels; effectiviteit afhankelijk van bodemdoorlatendheid en (seizoens)grondwaterstanden.
- **Oppervlaktewater:** Aansluiting van groenzones en wadi's op nabijgelegen watergangen voor vertraagde afvoer; doel: piekverlaging en minder rioolbelasting (Gilissen et al., 2021).

Technische interacties tussen maatregelen

Onderstaande matrix toont per maatregel de relatie met systeemonderdelen en met andere maatregelen. "V" = versterkend, "N" = neutraal, "C" = conflicterend (met korte motivatie).

SYSTEEMONDERDEEL	AFKOPPELEN	WADI'S	DOORLATENDE PARKEERPLAATSEN	VERGROENING	(BLAUW-) GROENDAKEN
RIOLERING	V	V	V	V	V
MAAIVELD / BERGING	V	V	V	V	N/V
GRONDWATER	N/V	V	V	V	N
OPPERVLAKTEWATER	V	V	V	V	V
ONDERLINGE INTERACTIE	V	V	V	V	V

- **Afkoppelen** vermindert de instroom in het gemengd riool en versterkt vrijwel alle andere maatregelen doordat piekafvoeren worden afgevlakt.
- **Wadi's** zorgen voor tijdelijke berging en infiltratie en werken optimaal samen met afkoppelen en vergroening.
- **Doorlatende parkeerplaatsen** versterken de infiltratiecapaciteit en dragen bij aan piekvertraging.
- **Vergroening** (bomen, plantvakken, groenprofielen) verbetert infiltratie en koeling, en versterkt bovengrondse maatregelen.
- **(Blauw-) groendaken** leveren piekknip en verkoeling, maar hun effect op maaiveld- en grondwatersystemen blijft beperkt zonder gestuurde afvoer.

Kernmechanismen uit onderzoek voor combinaties:

- Vertraagde/gestuurde afvoer op daken kan pieken in wijkafvoer substantieel reduceren; conventionele groendaken bufferen beperkt maar gestuurde drainagelagen spreiden de afvoer over uren tot dagen (STOWA, 2019).
- Bovengrondse berging (wadi's/groene profielen) werkt synergetisch met afkoppelen en doorlatende verharding door het stelsel primair te ontzien en hydraulische pieken te dempen vóór het riool (Gilissen et al., 2021; STOWA, 2019).

Fysieke omstandigheden voor effectiviteit

- **Bodemtype en infiltratiepotentie:** Wadi's en doorlatende parkeerplaatsen renderen vooral bij matig-tot-goed doorlatende bodems; bij slechter doorlatende lagen is extra voorbehandeling/uitvullaag of ondergrondse drainage gewenst (Gilissen et al., 2021).
- **Grondwaterstand:** Hoge (seizoens)standen beperken berging/infiltratie in wadi's; dan verschuift de functie naar tijdelijke bovengrondse buffering + vertraagde afvoer. Combinatie met gestuurde dakafvoer helpt pieken alsnog te spreiden (STOWA, 2019).
- **Verhardingsgraad:** Hoe hoger het verharde aandeel, hoe groter de winst van afkoppelen + bovengrondse berging + doorlatende parkeervakken; herprofilering is randvoorwaarde om afstroming naar groen te dirigeren (Gilissen et al., 2021).
- **Hittestress:** Bomen en vergroende profielen leveren schaduw en verdamping; dakmaatregelen dragen bij aan lokale koeling (STOWA, 2019; HvA, z.j.).

Waar gaat er mis?

- **Ontwerp- en toetsonderbouwing:** In veel gemeenten worden keuzes nog te vaak op "onderbuik" gemaakt; objectieve onderbouwing met tools (PerceelTool, Toolbox Klimaatbestendige Stad, tygron-/hydrologische modellen) verbetert de set-keuze en volgorde, maar wordt niet consequent ingezet (KIDR x KBS, 2023–2024).
- **Fasering met beheer/onderhoud:** Zonder duidelijke afspraken over beheer (sediment, doorlatendheid, vegetatie) nemen prestaties van wadi's/doorlatendheid snel af. Utrechtse lessen benadrukken uitvoerbaarheid en monitoring in technische én juridische zin (Gilissen et al., 2021).
- **Ruimteclaims & ondergrond:** Kabels/leidingen en smalle profielen beperken volumenorren; daarom stapelen (dak- én maaiveldmaatregelen) en slim knooppunten kiezen (parkeerhoven/pleinen) om berging te concentreren (Gilissen et al., 2021; KIDR x KBS, 2023–2024).
- **Grondwater/interactie:** In hoog-GW-situaties botsen infiltratie-ambities met realiteit; verschuif functie van wadi's naar buffer + vertraagde afvoer en benut gestuurde daken voor voorspelbaar piekmanagement (STOWA, 2019).

Nieuwegein – Schansen-Noord

Schansen-Noord is een dichtbebouwde bloemkoolwijk uit de jaren zeventig met een fijnmazige structuur van woonerven, beperkte openbare ruimte en een sterke verweving van publiek en privaat terrein. De wijk kent een gemengde eigendomsverhouding: grond en infrastructuur zijn grotendeels publiek, terwijl de bebouwing vaak particulier bezit of onderdeel van Verenigingen van Eigenaren

(VvE's) is. De verhardingsgraad is hoog en groen is voornamelijk aanwezig in kleine perken en binnenhoven. Deze fysieke en eigendomsstructuur beïnvloedt direct de mogelijkheden voor watermaatregelen zoals infiltratie, berging en buffering (Gilissen et al., 2021).



Figuur 7: Schans Noord. Foto van Drainvast BV.

Betrokkenheid van bewoners en lokale organisaties

De gemeente Nieuwegein betrok bewoners bij de planvorming via laagdrempelige participatiebijeenkomsten en wijktafels. Daarbij werd klimaatadaptatie niet uitsluitend technisch gepresenteerd, maar gekoppeld aan thema's als leefbaarheid, groen en gezondheid. Bewoners konden meedenken over inrichting en beheer, vooral bij vergroening van pleinen en het onderhoud van bomen. Door de coronapandemie verliepen veel participatievormen digitaal, wat de betrokkenheid van kwetsbare groepen beperkte (Gilissen et al., 2021). De focus op praktische, zichtbare baten (zoals schaduw, speelruimte en esthetiek) bleek bepalend voor draagvlak (Hogeschool van Amsterdam, 2016).

Invloed van sociaal-ruimtelijke factoren op de samenwerking tussen maatregelen

De beperkte openbare ruimte en de complexe eigendomsverhoudingen bepaalden in sterke mate hoe maatregelen technisch konden worden gecombineerd. Maatregelen als waterdoorlatende bestrating, boombunkers en infiltratiezones konden worden samengebracht in de herinrichting van straten, waardoor infiltratie, buffering en berging elkaar versterkten. De fysieke koppeling aan geplande onderhoudswerkzaamheden maakte realisatie financieel en organisatorisch haalbaar. Daarentegen vormden de particuliere daken en binnenterreinen een belemmering: groene daken en decentrale berging werden slechts op kleine schaal toegepast vanwege het appartementsrecht en de noodzaak van unanieme instemming binnen VvE's (STOWA & Stichting RIONED, 2019). De sociaal-ruimtelijke structuur werkte dus versterkend waar maatregelen in publieke ruimte konden worden gecombineerd, maar beperkend waar eigendom gefragmenteerd was.

Effecten op wijkniveau

De gerealiseerde combinaties van maatregelen leidden tot minder wateroverlast tijdens piekbuien, verbeterde infiltratiecapaciteit en een hogere gebruikswaarde van de openbare ruimte. De vergroening van pleinen en straten droeg bij aan hittestressreductie en een aantrekkelijker straatbeeld, wat de leefkwaliteit in de wijk zichtbaar verhoogde (Gilissen et al., 2021). Daarnaast versterkte de betrokkenheid van bewoners het beheer en de sociale cohesie, wat de duurzaamheid van de maatregelen ten goede kwam. Desondanks bleven de effecten van meer technische maatregelen zoals groene daken beperkt tot enkele individuele voorbeelden, vooral door juridische en organisatorische barrières.

Lessen voor sociaal-ruimtelijke indicatoren in het technisch afwegings- en ontwerp kader

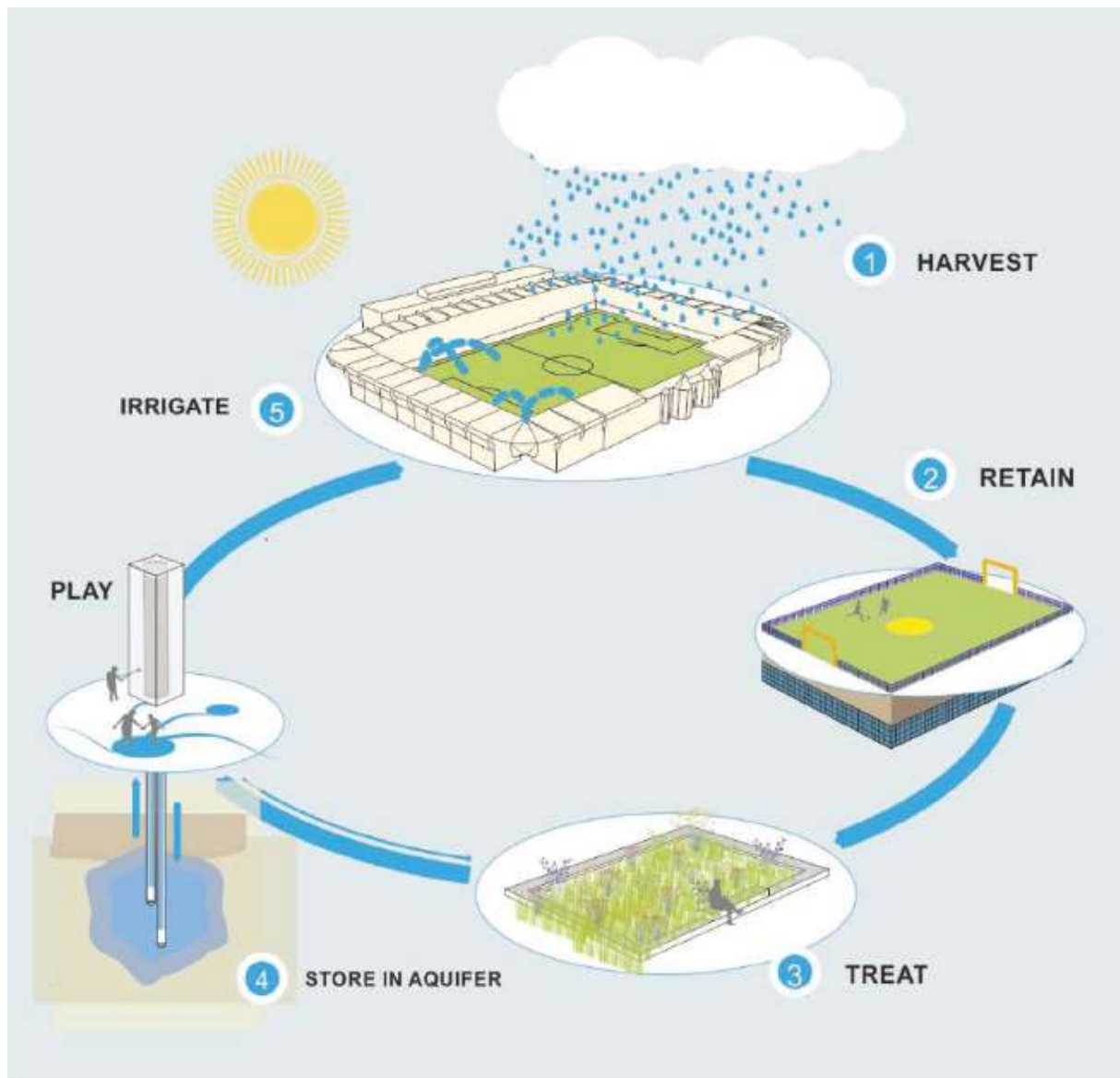
De casus Schansen-Noord laat zien dat de effectiviteit van klimaatadaptieve maatregelen niet alleen afhangt van hydrologische parameters, maar ook van sociaal-ruimtelijke condities. Voor toekomstige afwegings- en ontwerp kaders kunnen de volgende indicatoren worden afgeleid:

1. **Eigendomsfragmentatie:** de mate waarin publieke en private ruimte versnipperd is, bepaalt de schaal waarop maatregelen kunnen worden geïntegreerd.
2. **Participatiebereik:** de vorm en toegankelijkheid van participatie beïnvloeden draagvlak en beheer.
3. **Ruimtelijke beschikbaarheid:** beperkte profielen vragen om multifunctionele oplossingen zoals boombunkers of waterpasserende verharding.
4. **Meekoppelmomenten:** integratie met gepland onderhoud vergroot uitvoerbaarheid en efficiëntie.
5. **Beheerorganisatie:** duidelijke verantwoordelijkheden na aanleg zijn essentieel voor continuïteit.
6. **Maatschappelijke baten:** zichtbare voordelen zoals verkoeling, gebruikswaarde en esthetiek vergroten de acceptatie.

In Schansen-Noord blijkt dat technische effectiviteit en maatschappelijke waarde nauw verweven zijn. Waar fysieke ruimte en eigendom samenwerking mogelijk maken, ontstaan versterkende combinaties tussen berging, buffering en infiltratie. Waar eigendom en besluitvorming versnipperd zijn, stopt de uitvoering ondanks aanwezige technische kansen. Het opnemen van sociaal-ruimtelijke indicatoren in het afwegingskader is daarom cruciaal voor een realistisch en uitvoerbaar ontwerp van klimaatadaptieve maatregelen.

Rotterdam – Urban Waterbuffer Spangen

In de Rotterdamse wijk Spangen is tussen 2016 en 2020 een Urban Waterbuffer (UWB) gerealiseerd: een ondergronds systeem voor het opvangen, zuiveren, opslaan en hergebruiken van regenwater. De buffer vermindert wateroverlast tijdens piekbuien en levert water aan in perioden van droogte. Het project werd ontwikkeld binnen een publiek-private samenwerking onder het Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI-Watertechnologie) en geldt als een van de eerste Nederlandse voorbeelden van een technisch én governance-matig geïntegreerde klimaatadaptieve maatregel (Van Dooren & Boer, 2020; KWR, 2020).



Figuur 8: Werking Urban Waterbuffer in Spangen. Afbeelding KWR.

Verdeling van verantwoordelijkheden

De gemeente Rotterdam fungeerde als gebiedsregisseur en opdrachtgever voor de ruimtelijke inpassing, koppeling met riolering en beheer van de openbare ruimte. KWR Watercycle Research Institute trad op als kennispartner en penvoerder van het onderzoeksdeel, verantwoordelijk voor de monitoring en evaluatie (KWR, 2020). Field Factors en Wareco Ingenieurs ontwierpen het technische systeem, terwijl het waterschap Schieland en de Krimpenerwaard toezicht hield op grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit en systeemafstemming (Dolman et al., 2024). Bewoners werden betrokken via informatieavonden over uitvoering en gebruik, maar hun rol bleef adviserend. Deze verdeling weerspiegelt de bredere verantwoordelijkheidsverdeling in stedelijke waterprojecten, waarin de gemeente het maaiveld en rioolstelsel beheert, het waterschap het regionale peil bewaakt, en kennisinstellingen expertise leveren (Utrecht University, 2021).

Afstemming en besluitvorming

De besluitvorming over de samenhangende maatregelen werd georganiseerd in drie lagen: (1) opvang en afkoppeling van hemelwater via oppervlakkige voorzieningen, (2) ondergrondse opslag en terugwinning via het ASR-systeem, en (3) hergebruik voor irrigatie en groenbeheer (KWR, 2020).

Binnen het TKI-programma werden fasen onderscheiden voor ontwerp, vergunningverlening, monitoring en evaluatie. De samenwerking maakte gebruik van formele afspraken over data-uitwisseling, evaluatiecriteria en taakverdeling. De technische besluitvorming werd daarmee gekoppeld aan bestuurlijke doelen, zoals waterveiligheid, droogtebestendigheid en circulair watergebruik (Van Dooren & Boer, 2020).

Knelpunten en succesfactoren

Een belangrijke succesfactor was de koppeling aan bestaande beheer- en vervangingsmomenten van riolering en openbaar groen. Hierdoor kon de aanleg efficiënt worden uitgevoerd, een aanpak die ook elders als kansrijk wordt gezien (Utrecht University, 2021). Financiering verliep via TKI-subsidies en gemeentelijke bijdragen, maar de complexiteit van eigendomsverhoudingen en vergunningen vormde een knelpunt, vooral bij de ondergrondse opslag (Dolman et al., 2024). De betrokken partijen benadrukten dat langdurige samenwerking en kennisdeling noodzakelijk zijn, omdat traditionele beheerafdelingen vaak nog niet zijn ingericht op gecombineerde berging- en hergebruiksystemen (Stouten, 2024). De casus laat zien dat duidelijke afspraken over monitoring, verantwoordelijkheden en financiering doorslaggevend zijn voor het succes van innovatieve maatregelen.

Beheer en onderhoud

Het beheer van de Urban Waterbuffer omvat periodieke inspecties van voorzuivering, infiltratie- en onttrekkingsputten en controles op waterkwaliteit en volume. Operationeel beheer vereist afstemming tussen gemeentelijke onderhoudsdiensten en de technische beheerder (Field Factors). De evaluatie van KWR (2020) toont aan dat dit onderhoud daadwerkelijk invloed heeft op het realiseren van de ontwerpdoelen: een goed functionerende zuiveringsstap voorkomt kwaliteitsproblemen, terwijl seizoensafhankelijke sturing van opslag en onttrekking essentieel is om droogtebuffering te waarborgen. Deze koppeling tussen ontwerp en onderhoud is een belangrijke les voor toekomstige toepassingen (STOWA et al., 2019).

Governance-principes en procesaanbevelingen

1. **Duidelijke rolverdeling** tussen gemeente, waterschap en kennispartners is cruciaal om beheer- en ontwerpfasen te verbinden (Utrecht University, 2021).
2. **Meekoppelen aan reguliere vervangingsprogramma's** verhoogt de kans op structurele implementatie (Van Dooren & Boer, 2020).
3. **Monitoring en leeragenda's** moeten vanaf de ontwerpfase verplicht worden opgenomen, zodat effecten op berging, kwaliteit en kosten kunnen worden geëvalueerd (STOWA et al., 2019).
4. **Bestuurlijke en technische taalbruggen** zijn nodig om afstemming tussen disciplines te verbeteren; gezamenlijke besluitafels met vaste data-uitwisseling versterken het vertrouwen en de uitvoerbaarheid (Dolman et al., 2024).

Reflectie

De casus Spangen toont dat technische innovatie niet volstaat zonder organisatorische integratie. De effectiviteit van de Urban Waterbuffer hangt af van gedeelde verantwoordelijkheden, consistent beheer en structurele financiering. Voor het technisch afwegings- en ontwerp kader betekent dit dat governance-aspecten als harde randvoorwaarden moeten worden meegenomen. Zo ontstaat een integrale koppeling tussen de technische effectiviteit van maatregelen en de organisatorische draagkracht die hun werking in stand houdt.

Bijlage 4 – Verslagen klankbordgroepsessies

Verslag eerste klankbordgroepsessie

Datum: 27 november 2025

Duur: circa 45 minuten

Deelnemers:

- Robert Bruininga – ontwikkelaar / afstudeerder
- Guus Pieters – Collega Building Changes
- Ariane Cruz – Gemeente Zaanstad
- Redmar van Steen – Gemeente Nijmegen

1. Doel van de sessie

De bijeenkomst had als doel te toetsen of het beoogde technisch afwegings- en ontwerpkader, vormgegeven als beslisboom, bruikbaar en relevant is voor professionals en – mogelijk – bewoners. Daarnaast was het een verkenning van de eisen, randvoorwaarden en aandachtspunten die in het kader moeten worden verwerkt.

2. Verkenning van doelgroepen en bruikbaarheid

Een van de eerste thema's was de vraag voor wie het instrument wordt ontwikkeld.

Ariane en Redmar benadrukken dat een kader dat zowel professionals als bewoners moet bedienen problematisch kan worden. Professionals kunnen omgaan met technische terminologie; bewoners hebben een ander niveau van uitleg nodig. Redmar geeft aan dat dit aan het begin van het ontwerpproces een cruciale keuze is.

Ariane ziet veel potentie in de beslisboomvorm. Ze verwijst naar bestaande instrumenten zoals Atelier Blauw Groen en constateert dat Roberts aanpak onderscheidend is door het meenemen van sociaal-ruimtelijke factoren – iets wat volgens haar in bestaande catalogi ontbreekt.

3. Over de systematiek: trechtering, schaal en filtering

Beide klankbordgroepleden zien waarde in een beslisboom die begint op grotere schaal en vervolgens trechtert naar wijk, straat, perceel en type buitenruimte. Dit maakt het volgens hen mogelijk om het instrument bruikbaar te maken voor zowel beleidsmedewerkers als ontwerpers, en – indien gewenst – ook bewoners.

4. Praktijkervaring met besluitvorming en maatregelen

Redmar legt uit hoe in Nijmegen beslissingen feitelijk worden gemaakt: in de praktijk zit men al snel in een impliciete beslisboom. Criteria zoals maakbaarheid, beheerbaarheid, financiën, juridische kaders en feitelijke situatie bepalen de keuzes. Hij benadrukt dat het onderscheid tussen wateroverlast, waterhinder en water op straat essentieel is voor gemeenten, omdat deze termen beleidsmatige gevolgen hebben.

Ariane vult aan hoe Zaanstad werkt met buitypes en acceptatiegrenzen (bijvoorbeeld TS5, TS10, TS100) en waarschuwt dat ontwerp en werkelijkheid soms uiteenlopen door gebrek aan monitoring of exacte gegevens.

Beiden beschrijven dat de praktijk vaak snel vernauwt naar enkele standaardmaatregelen vanwege lokale omstandigheden (zoals klei- en veengrond in Zaanstad).

5. De 'bak met maatregelen' en het risico op tunnelvisie

Robert vraagt hoe overheidsorganisaties omgaan met de grote hoeveelheid beschikbare maatregelen.

Ariane benadrukt het risico dat professionals door ervaring in vaste patronen schieten. De brede maatregelcatalogus is volgens haar vooral nuttig wanneer men met bewoners in gesprek gaat, omdat daar soms andere mogelijkheden ontstaan dan in de vrij beperkte openbare ruimte.

6. Sociale component en de rol van bewoners

Zowel Ariane als Redmar onderschrijven dat de sociale en organisatorische dimensie belangrijk is.

- Bewonersparticipatie kan leiden tot andere keuzes dan een gemeente normaal zou maken.
- Eigenaarschap beïnvloedt haalbaarheid en duurzaamheid van maatregelen.
- Sociale partners zijn in veel gemeenten versnipperd georganiseerd, waardoor integraal werken lastig is.

Redmar benoemt dat gemeenten vaak niet goed weten welke vraag ze sociale partners moeten stellen. De koppeling tussen fysieke en sociale domeinen is nog volop in ontwikkeling (o.a. door de Omgevingswet).

7. Innovatie en de relatie met de markt

Redmar benadrukt dat innovatiekracht ook in het instrument terug zou mogen komen. Niet alleen technische innovaties, maar ook nieuwe vormen van beheer, participatie of circulaire processen. Hij noemt o.a. het uitdaagrecht voor bewoners en het slim betrekken van aannemers in een eerder stadium.

Hij geeft concrete voorbeelden waar aannemers tijdens het ontwerpproces oplossingen aandragen die logisch zijn, maar door gemeenten niet eerder waren overwogen.

8. Domeinen voor het afwegingskader: aanvulling en aanscherping

Robert legde een indeling voor in vijf domeinen (technisch, hydrologisch, ruimtelijk, sociaal, systeemwerking). De klankbordgroep reageerde:

- Redmar vindt dat financiën een zelfstandig domein moeten zijn, inclusief investeringskosten, beheerlasten en restwaarde.
- Ariane mist in Roberts documenten de expliciete uitwerking van systeemwerking en adviseert om dit los te trekken van de overige domeinen om de kern ervan duidelijker te maken.
- Beide deelnemers benadrukken dat beheer en onderhoud als thema explicieter terug moet komen.

Ariane geeft voorbeelden van mislukkende maatregelen waar onderhoud tijdens de aanlegfase vergeten werd, waardoor de maatregel onterecht een slecht imago kreeg.

9. Systeemwerking en samenwerken buiten projectgrenzen

Zowel Ariane als Redmar benoemen systeemwerking als een grote blinde vlek in gemeentelijke praktijk.

Ariane wijst op het effect van grondwaterstanden, funderingstypen en verschillen binnen kleine afstand. Ze benadrukt dat maatregelen elkaar kunnen tegenwerken.

Redmar illustreert dit met voorbeelden uit Nijmegen:

- Kettingwerking tussen verschillende wijken langs een watersnelweg van hoog naar laag.
- Afstemming met provinciale grondwaterbeschermingsregels.
- Onvoldoende doorrekening van gemengde systemen (DWA/HWA) en interacties met bassins en overstorten.
- Projecten die buiten projectgrenzen ingrepen nodig hebben, wat organisatorisch lastig is.

Beiden signaleren dat bewoners vaak een eenvoudige verwachting hebben ("gemeente lost wateroverlast op"), terwijl de systeemcomplexiteit dat zelden toelaat.

10. Innovatievragen vanuit gemeenten

Robert vroeg: "Waar zou je nu onderzoek naar willen doen?"

Ariane:

- Innovatieve, lichtgewicht ophoogmaterialen die ook water kunnen bergen.
- Vermijden van vervuilende productieprocessen (zoals bij steenwolproducten).
- Toepasbaarheid in wijken met slappe bodem en hoge grondwaterstanden.

Redmar:

- Doorontwikkeling van circulaire marktplatformen zoals "douchepot" voor vrijkomende materialen.
- Verbeteren van ondergrondse ordening en efficiënt gebruik van schaarse ondergrondse ruimte (zoals verticale kabelsleuven).

11. Randvoorwaarden voor een bruikbaar instrument

Robert vroeg wat de grootste randvoorwaarden zijn om het kader in de praktijk te laten werken.

Ariane:

- Tijd. Zonder tijd schiet iedereen terug in standaardoplossingen. Tijd is nodig om breder te kijken, alternatieven te overwegen en het systeem te begrijpen.

Redmar:

- Ambitie en ervaren meerwaarde. Als gebruikers niet zien waarom het instrument iets toevoegt, wordt het niet gebruikt.
- Instrumenten moeten niet als ballast worden ervaren maar als hulpmiddel dat tijd bespaart en betere keuzes mogelijk maakt.

12. Vervolgstappen en afspraken

- Beide klankbordleden geven aan dat zij documenten graag bij de volgende sessie in januari zien en dat tussentijdse concepten niet noodzakelijk gedeeld hoeven te worden.
- Redmar zal nagaan of het ambitieweb dat zijn gemeente gebruikt openbaar gedeeld kan worden.
- Deelnemers geven aan de sessie nuttig te vinden en veel potentie in Roberts onderzoek te zien.

13. Relevantie voor het onderzoeks- en PvE-kader

De sessie levert verschillende inhoudelijke aanscherpingen op die direct relevant zijn voor het PvE en voor de opbouw van het ontwikkelkader:

- Expliciet opnemen van financiële afwegingen.
- Expliciet en zelfstandig uitwerken van systeemwerking.
- Toevoegen van beheer en onderhoud als integraal onderdeel van elke maatregel.
- Nog scherper kiezen van de primaire doelgroep.
- Besef dat maatregelen in de praktijk vaak vernauwen door lokale bodemcondities.
- Benadrukken dat sociale component onderscheidend is en waarde toevoegt.
- Rekening houden met juridische en bestuurlijke realiteit (grondwaterregels, ketenpartners, politiek, projectschalen).
- Instrument moet tijdswinst, helderheid en ruimte voor afweging bieden — geen extra ballast worden.

Verslag tweede klankbordgroepsessie

Datum: 8 januari 2026

Duur: circa 45 minuten

Deelnemers:

- Robert Bruininga – ontwikkelaar / afstudeerder
- Guus Pieters – Collega Building Changes
- Ariane Cruz – Gemeente Zaanstad
- Redmar van Steen – Gemeente Nijmegen
- Frank Heger – Gemeente Nijmegen

1. Doel van de sessie

De bijeenkomst had als doel het verder toetsen en aanscherpen van de ontwikkelde beslisboom/quickscan voor klimaatadaptieve maatregelen, met specifieke focus op de bruikbaarheid, logica en toepasbaarheid van de tool in de gemeentelijke praktijk. De nadruk lag op regenwateroverlast en de manier waarop problemen, ernst en maatregelen worden herkend en geselecteerd.

2. Verkenning van doelgroep en toepassingsmoment

Net als in de eerste sessie kwam de vraag naar de doelgroep direct aan bod, maar nu scherper en kritischer.

Ariane gaf aan dat de term “beslisboom” bij haar automatisch de associatie oproept met nieuwbouw en planvorming, terwijl de vragen in de tool (hoeveel water, hoe lang blijft het staan) sterk leunen op observaties in bestaande situaties. Dit zorgt voor verwarring aan het begin van het gebruik. Zij adviseert expliciet te maken of de tool primair bedoeld is voor bestaande wijken, herinrichting of ook voor nieuwbouw.

Frank stelde de vraag wie de beoogde gebruiker concreet is: bewoners, beheerders, projectleiders of wateradviseurs. Volgens hem bepaalt die keuze direct hoe technisch de vragen mogen zijn en welke aannames je kunt doen.

Redmar nuanceerde dat grote gemeenten vaak al waterspecialisten hebben, maar dat de tool juist waardevol kan zijn voor kleinere gemeenten, wijkregisseurs, beheerders en niet-specialisten die wel beslissingen moeten voorbereiden of gesprekken voeren. De toegevoegde waarde zit dan vooral in het structureren van het denkproces.

3. Systematiek van de beslisboom: start, filtering en trechtering

Een belangrijk thema was de vraag waar de beslisboom moet beginnen.

Meerdere deelnemers gaven aan dat de huidige opzet te snel de inhoud induikt, zonder eerst context vast te leggen. Genoemde contextvariabelen zijn:

- type overlast (regenwater, grondwater, oppervlaktewater),
- schaalniveau (gebouw, straat, wijk),
- bodemtype (zand, klei, veen),
- ligging in het watersysteem en gebiedstype.

Frank benadrukte dat zonder deze eerste filtering de boom vrijwel altijd bij dezelfde maatregelen uitkomt, ook in situaties waar die feitelijk niet logisch of haalbaar zijn. Hij koppelde dit expliciet aan water- en bodemsturend denken.

Robert gaf aan dat hij deze specificaties bewust later in de boom wilde plaatsen om generiek te blijven. De klankbordgroep stuurt echter richting een beperkte “voorkant” van de tool waarin enkele harde filters worden toegepast om onrealistische paden vroegtijdig uit te sluiten.

4. Afbakening van wateroverlast en scope

Frank was kritisch op het gebruik van de term “wateroverlast”.

Hij gaf aan dat regenwateroverlast, grondwateroverlast en overstromingen fundamenteel andere problemen zijn, met andere schaalniveaus, oorzaken en oplossingsrichtingen. Als de tool zich primair richt op regenwater, moet dit expliciet benoemd worden om scope creep te voorkomen.

Ernstbepaling en interpretatie van symptomen

De huidige ernstindeling (hoeveel water en hoe lang) werd door meerdere deelnemers als te beperkt ervaren.

Frank gaf aan dat ernst in de praktijk vaak functioneel wordt beoordeeld, bijvoorbeeld op basis van bereikbaarheid voor hulpdiensten. Hij noemde 30 cm water als een relevante drempelwaarde. Zulke ankerpunten maken keuzes consistenten dan abstracte categorieën als “weinig” of “veel”.

Daarnaast werd het voorbeeld van kolken genoemd: verstopping door bladval kan leiden tot veel water op straat, maar is vaak met beheer snel op te lossen. In de huidige systematiek kan dit onterecht als een “ernstig” probleem worden gezien.

Redmar stelde daarom voor om onderscheid te maken tussen maatregelen “in de lijn” (beheer en onderhoud) en “niet in de lijn” (projectmatige ingrepen). Dit voorkomt dat eenvoudige beheeropgaven automatisch in zware oplossingsrichtingen belanden.

5. Maatregelclusters en herkenbaarheid voor gemeenten

Ariane gaf aan dat zij het positief vindt dat de tool eindigt in maatregelclusters in plaats van losse maatregelen. Dit sluit beter aan bij hoe gemeenten werken.

Tegelijkertijd mist zij herkenbare ordeningsprincipes die gemeenten al gebruiken, zoals:

- de voorkeursvolgorde vasthouden – benutten – bergen – afvoeren,
- het werken met lagen of een piramidemodel (systeemlaag onderin, maatregelen daarboven).

De suggestie was om maatregelclusters te labelen of te taggen met dit soort logica, zodat gebruikers direct zien hoe een maatregel past binnen bestaand beleid.

6. Sociale component en uitvoerbaarheid

De sociale dimensie werd opnieuw als essentieel gezien, maar wel met de nadruk op concreetheid.

Ariane adviseerde een expliciete sociale kolom of aandachtspunt op te nemen, zodat het instrument niet uitsluitend technisch wordt.

Redmar gaf praktische voorbeelden uit Nijmegen waarin per maatregel duidelijk wordt gemaakt:

- of bewonersparticipatie nodig is,
- hoeveel mensen minimaal nodig zijn,
- of professionele begeleiding vereist is,
- wie verantwoordelijk is voor beheer en onderhoud.

Volgens hem maakt dit de stap van analyse naar uitvoering veel realistischer.

Taalgebruik en begrijpelijkheid

Redmar en Ariane benadrukten het risico van jargon.

Woorden als “kolk” zijn voor professionals vanzelfsprekend, maar niet voor bewoners of niet-specialisten. Dit kan leiden tot verkeerde antwoorden en dus verkeerde paden in de beslisboom.

Redmar adviseerde expliciet een leken-test uit te voeren: laat iemand zonder vakkennis de tool doorlopen en markeer alle termen die uitleg nodig hebben.

7. Visualisatie en vraagstelling

Frank en Ariane gaven aan dat visuele ondersteuning effectiever is dan extra tekst.

Voorbeelden van eenvoudige visuele ankers zijn:

- water blijft binnen de stoeprand of stroomt eroverheen,
- een stilstaande plas versus zichtbaar stromend water.

Dit helpt gebruikers om vragen eenduidiger te beantwoorden zonder technische meetgegevens.

Juridische en planologische realiteit

Redmar gaf aan dat bij de uitkomst van de tool altijd een expliciete waarschuwing moet staan dat maatregelen getoetst moeten worden aan juridische en planologische kaders, zoals het omgevingsplan, functies van de openbare ruimte en parkeernormen. Zonder deze check kunnen technisch logische maatregelen alsnog onuitvoerbaar blijken.

8. Vormgeving en gebruik

Ariane gaf aan dat digitale toepassing logisch is, maar dat nummering en positionering in de beslisboom belangrijk blijven voor overzicht en bespreekbaarheid, bijvoorbeeld bij wijkbijeenkomsten of intern overleg.

De groep stuurde aan op compacte slides of schermen met één duidelijke vraag, beperkte toelichting en visuele ondersteuning, om interpretatiefouten te voorkomen.

Relevantie voor verdere ontwikkeling van de tool

De tweede klankbordgroepsessie bevestigt dat de kern van de beslisboom wordt herkend en gewaardeerd, maar dat verdere aanscherping nodig is om de tool robuust en praktijkgericht te maken.

Belangrijke aandachtspunten voor het vervolg zijn:

- expliciete afbakening van doelgroep en toepassingsmoment,
- een korte context- en filterstap aan het begin van de beslisboom,
- herdefinitie van ernst met functionele en beheersmatige ankers,
- betere aansluiting bij bestaande gemeentelijke denkkaders,
- operationalisering van de sociale component,
- vereenvoudiging van taal en inzet van visuele ondersteuning,
- expliciete borging van juridische en planologische randvoorwaarden.

Deze feedback vormt een directe input voor de doorontwikkeling van de beslisboom en het technisch afwegings- en ontwerpkader richting een volgende conceptversie.