## Wadi

Een wadi is een verlaagd groengebied waarin regenwater tijdelijk wordt opgevangen en vertraagd wordt verwerkt via berging en, indien mogelijk, infiltratie.

Figuur : Wadi in Utrecht (Foto Nanda Sluijsmans)

### Inhoudelijk

Een wadi is een bovengrondse voorziening waarin hemelwater van daken en verhardingen via maaiveldafvoer of kolken wordt geleid naar een verlaagd groengebied. In dit gebied wordt het water tijdelijk vastgehouden, waardoor piekafvoeren worden afgevlakt en het riool wordt ontlast. Afhankelijk van bodemopbouw en grondwaterstand infiltreert het water (gedeeltelijk) in de ondergrond of wordt het vertraagd afgevoerd naar het oppervlaktewatersysteem.

De wadi staat het grootste deel van de tijd droog en is alleen tijdelijk gevuld tijdens en na neerslag. Hierdoor combineert de maatregel waterberging met groen, maar is de waterfunctie niet continu zichtbaar. De werking is sterk afhankelijk van ontwerp, onderhoud en lokale omstandigheden.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Tijdelijke berging en vertraging van regenwater bij piekbuien.
* Ontlasting van gemengde en gescheiden rioolstelsels.
* Mogelijke infiltratie en aanvulling van het ondiepe grondwater, locatieafhankelijk.
* Beperkte bijdrage aan verkoeling en microklimaat door vergroening.
* Niet geschikt als structurele oplossing voor grondwaterproblemen of langdurige wateroverlast.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Een wadi vraagt bovengrondse ruimte en beïnvloedt direct het gebruik van het maaiveld. De ruimteclaim zit vooral in het benodigde oppervlak voor berging en flauwe taluds. In wijken met smalle profielen of hoge gebruiksdruk betekent dit vrijwel altijd een afweging ten koste van andere functies.

**Kosten**  
De kosten worden hoofdzakelijk bepaald door grondverzet, afkoppeling van hemelwater en herinrichting van de openbare ruimte. In vergelijking met ondergrondse voorzieningen zijn de aanlegkosten relatief beperkt, maar sterk afhankelijk van de mate waarin bestaande verharding moet worden aangepast.

**Onderhoud**  
Het onderhoud bestaat uit regulier groenbeheer, inspectie en reiniging van in- en uitlaten en het verwijderen van slib en zwerfvuil. Achterstallig onderhoud leidt snel tot verminderde werking en negatieve beeldvorming in de wijk.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Ongeschikt bij structureel hoge grondwaterstanden.
* Beperkt toepasbaar bij slecht doorlatende klei- of veenbodems zonder aanvullende voorzieningen.
* Ongeschikt op locaties met beperkte bovengrondse ruimte of hoge functionele druk op het maaiveld.
* Niet wenselijk bij aanwezigheid van veel ondergrondse kabels en leidingen.
* Ongeschikt op locaties waar tijdelijke waterberging veiligheidsrisico’s oplevert.
* Vereist structureel beheer; zonder dit neemt zowel de technische als sociale werking snel af.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Een wadi kan sociale waarde hebben in wijken waar behoefte bestaat aan vergroening, ruimtelijke openheid en een rustiger straatbeeld. Voor bewonersgroepen die waarde hechten aan groen, uitzicht en seizoensverandering kan de wadi bijdragen aan de ervaren kwaliteit van de leefomgeving.

De toegevoegde waarde is echter beperkt voor doelgroepen die primair behoefte hebben aan actieve gebruiksruimte, zoals speelvoorzieningen of sport. In wijken met voornamelijk ouderen of bewoners met beperkte mobiliteit kan de wadi positief bijdragen aan beleving, maar alleen wanneer de inrichting overzichtelijk en toegankelijk is. Zonder duidelijke relatie tussen functie en gebruik bestaat het risico dat de maatregel als ‘restgroen’ wordt ervaren.



Figuur : Wadi met speelelementen. Foto databank Publieke Ruimte.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde van een wadi manifesteert zich vooral bij lichte dagelijkse aanwezigheid en incidentele watermomenten. Tijdens en kort na neerslag wordt de functie zichtbaar en kan dit bijdragen aan bewustwording en beleving. Buiten deze momenten is de wadi in sociale zin vooral relevant als onderdeel van de groene structuur van de wijk en minder als zelfstandige ontmoetingsplek.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onbegrip over de functie kan leiden tot negatieve perceptie (“altijd nat”, “rommelig”).
* Tijdelijke plasvorming kan als onveilig of hinderlijk worden ervaren.
* Concurrerend ruimtegebruik, bijvoorbeeld ten opzichte van parkeren of speelruimte.
* Beeldkwaliteit en sociale acceptatie zijn sterk afhankelijk van beheer en onderhoud.
* Onvoldoende communicatie vergroot de kans op weerstand.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Groene verblijfsruimten die het gebruik en de betekenis van de wadi verduidelijken.
* Waterdoorlatende verharding die de maatregel logisch in het straatbeeld opneemt.
* Zichtbare afkoppeling van daken, waardoor de waterfunctie begrijpelijker wordt.
* Werkt sociaal minder goed samen met intensieve speelvoorzieningen die conflicteren met tijdelijke waterberging.
* Maatregelen die het maaiveld sterk functioneel claimen, zoals parkeeroplossingen.
* Ondergrondse maatregelen die geen zichtbare relatie hebben met de wadi en de uitleg bemoeilijken.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

De wadi neemt binnen het wijkwatersysteem een positie in als lokale bronmaatregel en tijdelijke buffer. Regenwater wordt zo dicht mogelijk bij de plek van neerslag opgevangen en vertraagd verwerkt, waardoor piekbelasting op het rioolstelsel en benedenstroomse voorzieningen wordt verminderd. De maatregel werkt voornamelijk incidenteel, gekoppeld aan neerslagmomenten, en heeft buiten deze momenten geen actieve waterfunctie. Hierdoor is de bijdrage aan het watersysteem sterk afhankelijk van samenhang met andere maatregelen en van lokale bodem- en grondwatercondities.

De interactie van een wadi met het wijkwatersysteem beperkt zich niet tot wateroverlast alleen. Afhankelijk van ontwerp en ligging kan de maatregel ook raken aan droogte- en hittestress, zij het in meer beperkte en indirecte mate. Deze interacties zijn hieronder expliciet uitgesplitst in versterkende en conflicterende effecten binnen het watersysteem.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: lokale berging en vertraagde afvoer van hemelwater verminderen de piekbelasting op het rioolstelsel en beperken de kans op water op straat bij hevige neerslag.
* Wateroverlast: door opvang op maaiveldniveau wordt de afvoer richting benedenstroomse buffers en oppervlaktewater vertraagd, waardoor het systeem als geheel robuuster functioneert tijdens piekbuien.
* Wateroverlast / droogte: bij infiltratiegeschikte bodems kan een wadi bijdragen aan aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem, waardoor lokaal meer water in de bodem beschikbaar blijft.
* Hitte (indirect): vergroening en tijdelijke aanwezigheid van water kunnen lokaal bijdragen aan verkoeling door verdamping en schaduwwerking, mits het ontwerp hierop is ingericht.
* Wateroverlast: zichtbare en bovengrondse verwerking van regenwater vergroot de bewustwording van water in de wijk en kan het draagvlak voor aanvullende afkoppel- en bergingsmaatregelen versterken.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: bij structureel hoge grondwaterstanden is de bergings- en infiltratiecapaciteit beperkt, waardoor de maatregel minder effectief is en water langer op maaiveld kan blijven staan.
* Wateroverlast: onvoldoende afstemming met maaiveldafschot, inlaten en noodafvoer kan leiden tot lokale waterophoping en verplaatsing van wateroverlast binnen de wijk.
* Droogte: de bijdrage aan droogtebestrijding is beperkt, omdat water slechts tijdelijk wordt vastgehouden en bij langdurige droge perioden geen aanvullende waterbron beschikbaar is.
* Hitte: het koelend effect is sterk afhankelijk van neerslagmomenten en vegetatie; tijdens warme, droge perioden zonder neerslag is de bijdrage aan hittestressreductie gering.
* Wateroverlast / hitte: wanneer beheer en onderhoud tekortschieten, kan de wadi verdrogen of juist langdurig nat blijven, wat zowel de technische werking als de ruimtelijke en sociale acceptatie negatief beïnvloedt.

In samenhang bezien betekent dit dat de wadi vooral waarde toevoegt in het deel van het watersysteem dat gericht is op het opvangen en vertragen van piekafvoeren. De bijdrage aan droogte en hitte is aanvullend en contextafhankelijk, en mag niet als zelfstandig argument voor toepassing worden gezien. Zonder aanvullende maatregelen die water langer vasthouden of actief inzetten voor verkoeling, blijft de rol van de wadi in deze thema’s beperkt.

**Bronnen**: (Niezen, 2024; Carter et al., 2018; Voskamp & Van de Ven, 2015; Limaheluw et al., 2021; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2012).

## Bovengrondse afvoer | EindhovenduurzaamBuffergreppels

Een buffergreppel is een ondiepe, lineaire verlaging waarin regenwater tijdelijk wordt opgevangen en vertraagd wordt afgevoerd of geïnfiltreerd langs wegen, paden of groenzones.

### Inhoudelijk

Een buffergreppel is een bovengrondse, langgerekte voorziening waarin hemelwater vanaf verhard oppervlak oppervlakkig wordt afgevoerd en tijdelijk wordt vastgehouden. De greppel ligt meestal langs wegen, parkeerzones of groenzones en volgt het profiel van de openbare ruimte. Het water kan in de greppel infiltreren in de bodem of vertraagd worden afgevoerd naar een volgende voorziening of het oppervlaktewatersysteem.

Figuur : Voorbeeld van een buffergreppel in Eindhoven. Foto Eindhovenduurzaam

De buffergreppel staat het grootste deel van de tijd droog en is primair bedoeld voor tijdelijke opvang bij neerslag. Door het lineaire karakter is de maatregel vooral geschikt om afstromend water te geleiden, te spreiden en lokaal te bufferen, in plaats van grote volumes op één plek te bergen. De werking is sterk afhankelijk van bodemdoorlatendheid, lengte van de greppel en onderhoudstoestand.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Tijdelijke buffering en vertraging van afstromend regenwater langs verhardingen.
* Ontlasting van het rioolstelsel door oppervlakkige afvoer en spreiding van piekafvoeren.
* Mogelijke infiltratie van hemelwater in de bodem, locatieafhankelijk.
* Beperkte bijdrage aan vergroening en visuele kwaliteit van straatprofielen.
* Niet geschikt als oplossing voor grootschalige wateroverlast of structurele grondwaterproblemen.

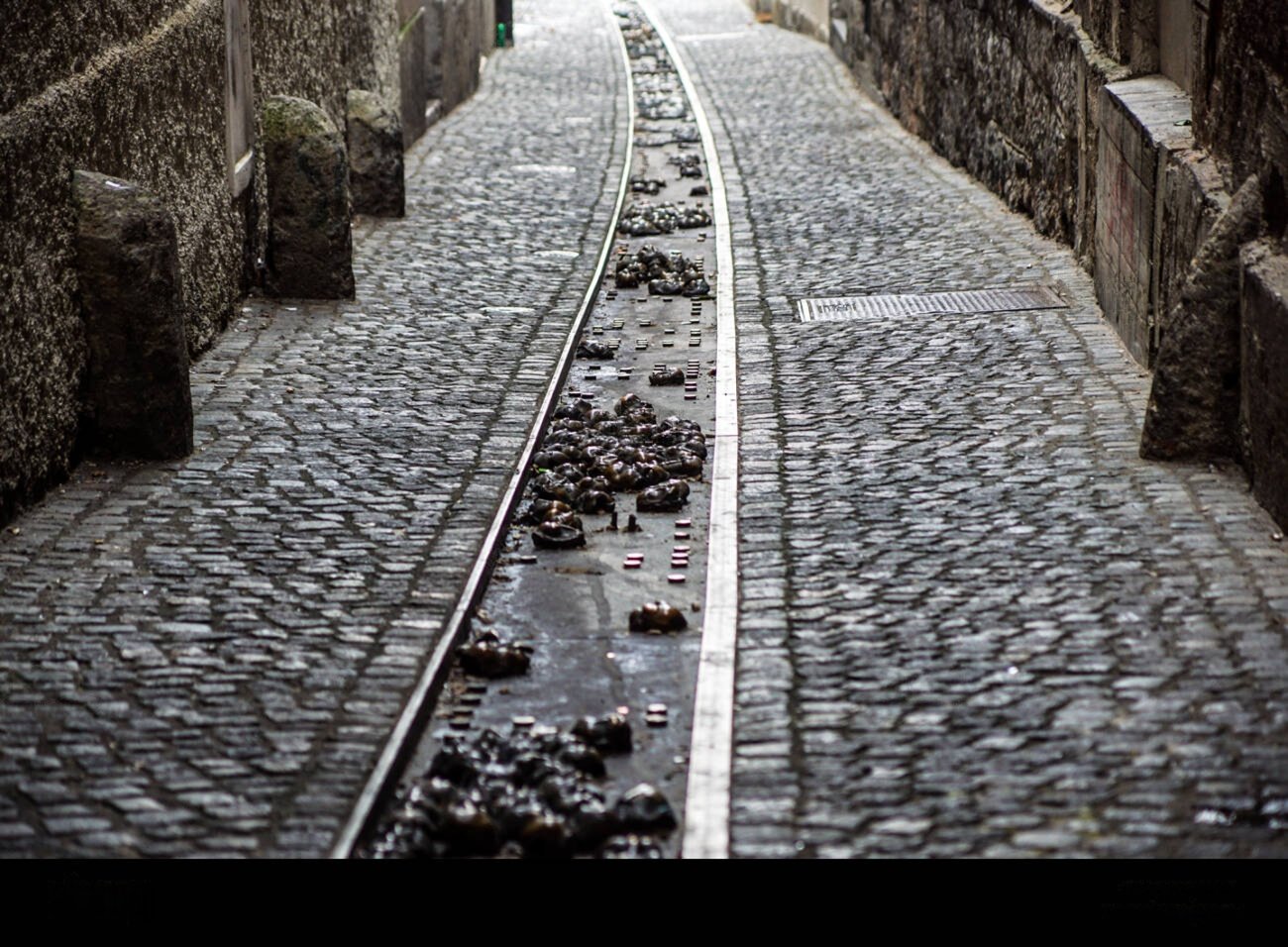
#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Buffergreppels vragen relatief weinig extra ruimte doordat ze vaak worden ingepast binnen bestaande profielen, zoals bermen of groenzones langs wegen. De ruimteclaim is lineair en verspreid, wat de maatregel geschikt maakt voor straten en wijken waar geen plek is voor grotere voorzieningen.

**Kosten**  
De kosten worden vooral bepaald door grondverzet, herprofilering van de openbare ruimte en eventuele aanpassingen aan verharding en afwatering. In vergelijking met wadi’s en ondergrondse voorzieningen zijn de aanlegkosten doorgaans laag, mede doordat geen grote volumes hoeven te worden ontgraven.

**Onderhoud**  
Het onderhoud bestaat uit maaien, verwijderen van slib en blad en het vrijhouden van in- en uitstroming. Door de ligging langs wegen zijn buffergreppels gevoelig voor vervuiling. Achterstallig onderhoud leidt snel tot verminderde infiltratie en afvoercapaciteit.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Ongeschikt bij structureel hoge grondwaterstanden.
* Beperkt toepasbaar bij slecht doorlatende bodems zonder aanvullende afvoer.
* Niet geschikt op locaties met intensief verkeersgebruik direct naast de greppel.
* Beperkte werking bij korte of onderbroken greppeltrajecten.
* Gevoelig voor vervuiling door blad, zand en verkeersemissies.
* Vereist regelmatig onderhoud om hydraulische werking te behouden.

Figuur : Moderne buffergreppel in een smalle straat. Foto Stefano Carnevali.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Buffergreppels kunnen bijdragen aan een groener en rustiger straatbeeld, met name in woonstraten en wijken waar vergroening gewenst is zonder grootschalige herinrichting. Voor bewoners kan de maatregel bijdragen aan een meer natuurlijke uitstraling van de openbare ruimte en aan het zichtbaar maken van waterafvoer.

De sociale waarde is echter beperkt doordat buffergreppels geen verblijfsfunctie hebben en meestal niet worden gebruikt als ontmoetings- of speelruimte. In wijken waar de openbare ruimte intensief wordt gebruikt of waar behoefte bestaat aan actieve functies, is de toegevoegde sociale waarde gering.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde van buffergreppels is vooral relevant in het dagelijks straatbeeld, los van neerslagmomenten. Tijdens regen wordt de waterfunctie zichtbaar, maar dit leidt zelden tot actief gebruik. Buiten deze momenten dragen buffergreppels vooral bij als onderdeel van een samenhangende groene structuur in de wijk.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onduidelijkheid over functie kan leiden tot het ervaren van de greppel als reststrook.
* Water en modder kunnen als hinderlijk worden ervaren bij in- en uitstappen van voertuigen.
* Vervuiling door blad en zwerfafval kan het straatbeeld negatief beïnvloeden.
* Beperkte zichtbaarheid kan leiden tot onderschatting van het belang van onderhoud.
* Conflicten met parkeren of looproutes bij onzorgvuldige inpassing.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Groene bermen en straatprofielen die de greppel visueel ondersteunen.
* Waterdoorlatende verharding die de maatregel logisch in het straatbeeld opneemt.
* Straatgroen dat de greppel onderdeel maakt van een bredere groenstructuur.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Intensieve verblijfs- of speelvoorzieningen langs de greppel.
* Parkeeroplossingen waarbij in- en uitstappen direct naast de greppel plaatsvinden.
* Maatregelen die het profiel sterk functioneel verstenen.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Buffergreppels functioneren binnen het wijkwatersysteem als lineaire bronmaatregel en lokale vertrager. Regenwater wordt langs het maaiveld geleid en gespreid verwerkt, waardoor piekafvoeren worden afgevlakt voordat het water het riool of oppervlaktewatersysteem bereikt. De maatregel werkt voornamelijk lokaal en incidenteel, gekoppeld aan neerslagmomenten.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: vertraging en spreiding van afstromend regenwater langs verhard oppervlak vermindert piekbelasting op het rioolstelsel.
* Wateroverlast: geleiding van water richting andere bovengrondse of centrale bergingsvoorzieningen.
* Wateroverlast / droogte: bij geschikte bodems kan infiltratie bijdragen aan aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem.
* Hitte (indirect): vergroening van straatprofielen kan lokaal bijdragen aan een beperkt verkoelend effect.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: beperkte bergingscapaciteit maakt de maatregel onvoldoende bij extreme buien.
* Wateroverlast: verstopping of vervuiling kan leiden tot falende afvoer en lokale wateroverlast.
* Droogte: water wordt slechts tijdelijk vastgehouden en draagt niet bij aan structurele waterbeschikbaarheid.
* Hitte: bijdrage aan hittestressreductie is gering en sterk afhankelijk van groeninrichting.
* Wateroverlast / hitte: onvoldoende onderhoud kan leiden tot uitdroging of juist langdurig natte greppels, met negatieve effecten op werking en beeldkwaliteit.

In samenhang bezien zijn buffergreppels vooral effectief als onderdeel van een fijnmazig netwerk van bron- en vertragersmaatregelen. Zonder koppeling aan grotere buffers of afvoervoorzieningen blijft de systeemwaarde beperkt en vooral lokaal van aard.

**Bronnen:** (Niezen, 2024; Voskamp & Van de Ven, 2015; Limaheluw et al., 2021; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2012).

## Groene buffers

Een groene buffer is een aaneengesloten groenstrook of groengebied dat regenwater tijdelijk opvangt, vertraagt en deels vasthoudt, en tegelijkertijd fungeert als ruimtelijke en ecologische overgang binnen de wijk.

### Inhoudelijk

Groene buffers bestaan uit groenzones zoals bermen, plantsoenen, parkstroken of overgangszones tussen functies, waarin water bewust ruimte krijgt. Regenwater van omliggende verharding en daken kan oppervlakkig worden afgevoerd naar deze zones, waar het tijdelijk wordt vastgehouden en vertraagd wordt verwerkt. Afhankelijk van bodemopbouw en inrichting kan het water infiltreren in de ondergrond of vertraagd afstromen naar andere voorzieningen.

De maatregel is niet primair ontworpen voor maximale waterberging, maar voor spreiding en vertraging in combinatie met vergroening. Groene buffers functioneren continu als groenstructuur en krijgen tijdens neerslag een aanvullende waterfunctie. De werking is sterk afhankelijk van samenhang met maaiveldafschot, bodemdoorlatendheid en beheer.

Figuur : Kleine groene buffer in Rotterdam. Foto Wareco.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Vertraging en spreiding van regenwater binnen het maaiveldsysteem.
* Ontlasting van het rioolstelsel door oppervlakkige afvoer en tijdelijke buffering.
* Mogelijke infiltratie en aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem, locatieafhankelijk.
* Structurele bijdrage aan vergroening en ruimtelijke kwaliteit van de wijk.
* Niet geschikt als zelfstandige maatregel voor grootschalige waterberging bij extreme buien.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Groene buffers vragen bovengrondse ruimte, maar deze ruimte vervult doorgaans meerdere functies tegelijk. De ruimteclaim is vaak minder conflicterend dan bij specifieke watermaatregelen, omdat de buffer ook zonder water een duidelijke groenfunctie heeft. In dichtbebouwde wijken kan inpassing echter beperkt zijn.

**Kosten**  
De kosten worden voornamelijk bepaald door herinrichting van de openbare ruimte, grondbewerking en beplanting. In vergelijking met technische watermaatregelen zijn de aanlegkosten vaak gematigd, vooral wanneer de buffer wordt gecombineerd met regulier groenbeheer of herstructurering.

**Onderhoud**  
Het onderhoud bestaat uit regulier groenbeheer, aangevuld met aandacht voor waterafvoer en bodemconditie. De onderhoudsintensiteit is doorgaans lager dan bij specifieke watervoorzieningen, maar slecht beheer kan leiden tot verdichting, verminderde infiltratie of ongewenste waterophoping.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Beperkte werking bij sterk verdichte of slecht doorlatende bodems.
* Ongeschikt op locaties waar geen ruimte is voor oppervlakkige afstroming.
* Beperkte effectiviteit bij structureel hoge grondwaterstanden.
* Afhankelijk van goed afgestemd maaiveldafschot en aansluitende voorzieningen.
* Risico op functieverlies bij intensief recreatief gebruik.
* Vereist beheer dat zowel op groen als op water is gericht.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Groene buffers kunnen aanzienlijke waarde hebben voor wijken waar behoefte bestaat aan vergroening, ruimtelijke samenhang en ecologische kwaliteit. Voor bewoners dragen zij bij aan een aantrekkelijker leefomgeving, met mogelijkheden voor verblijf, doorzicht en informele recreatie. De maatregel is breed toepasbaar en sluit aan bij verschillende doelgroepen.

De sociale waarde neemt toe wanneer de buffer duidelijk herkenbaar is als groenstructuur en niet uitsluitend als wateropvang wordt ervaren. In wijken met hoge druk op de openbare ruimte kan de buffer echter onder spanning komen te staan door concurrerend gebruik, zoals intensieve recreatie of informele routes.

Figuur : Samenkomst bij groene buffer in Spangen. Regenwater wordt gezuiverd en gebruikt voor sproeien en spelen.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde van groene buffers is continu aanwezig, los van neerslagmomenten. Tijdens regen wordt de waterfunctie zichtbaar, maar dit versterkt vooral het begrip van het systeem in plaats van het gebruik. De maatregel is sociaal het meest relevant als onderdeel van een groter netwerk van groene ruimten in de wijk.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onduidelijkheid over functie kan leiden tot ongewenst gebruik of betreding.
* Intensief gebruik kan leiden tot bodemverdichting en functieverlies.
* Waterophoping kan als hinderlijk worden ervaren bij slecht ontwerp.
* Beheerconflicten tussen ecologische en recreatieve doelen.
* Verwarring over verantwoordelijkheid voor onderhoud en gebruik.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Parken en plantsoenen die onderdeel zijn van een groen netwerk.
* Langzame verkeersroutes en verblijfsplekken langs de buffer.
* Andere groene maatregelen die de samenhang vergroten.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Intensieve sport- of speelvoorzieningen die de buffer functioneel overbelasten.
* Verkeersoplossingen die de groenstructuur doorsnijden.
* Maatregelen die het maaiveld sterk verstenen en de buffer isoleren.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Groene buffers functioneren binnen het wijkwatersysteem als ruimtelijke schakel en lokale vertrager. Ze vangen afstromend water op, spreiden het over een groter oppervlak en vertragen de afvoer richting andere voorzieningen. De maatregel werkt continu als groenstructuur en incidenteel als waterbuffer.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: vertraging en spreiding van oppervlakkig afstromend regenwater vermindert piekbelasting op het rioolstelsel.
* Wateroverlast: ondersteuning van bovengrondse afwateringsstructuren door opvang en geleiding.
* Droogte: bij infiltratiegeschikte bodems kan langdurige vergroening bijdragen aan behoud van bodemvocht.
* Hitte: structurele vergroening draagt bij aan verkoeling door schaduw en verdamping.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: beperkte bergingscapaciteit bij extreme buien.
* Wateroverlast: risico op waterophoping bij onvoldoende afwatering.
* Droogte: beperkte waterbeschikbaarheid tijdens langdurige droge perioden.
* Hitte: verkoelend effect afhankelijk van vegetatietype en onderhoud.
* Wateroverlast / hitte: intensief gebruik kan werking en beleving aantasten.

In samenhang bezien zijn groene buffers vooral effectief als verbindend element tussen andere water- en groenmaatregelen. Zonder koppeling aan afvoer, berging of infiltratievoorzieningen blijft de bijdrage aan wateroverlastbeperking beperkt, terwijl de ruimtelijke en ecologische waarde overeind blijft.

**Bronnen**: (Carter et al., 2018; Voskamp & Van de Ven, 2015; Noome et al., 2023; Dirven-van Breemen et al., 2011; Niezen, 2024).

## Infiltrerende verharding

Infiltrerende verharding is verharding die regenwater doorlaat naar een waterbergende funderingslaag, waardoor afstroming wordt beperkt en hemelwater lokaal wordt verwerkt.

### Inhoudelijk

Infiltrerende verharding bestaat uit verhardingssystemen die water doorlaten via open voegen, poriën of een doorlatende structuur. Regenwater infiltreert door de verharding en wordt tijdelijk geborgen in een speciaal opgebouwde funderingslaag. Vanuit deze laag infiltreert het water in de ondergrond of wordt het vertraagd afgevoerd naar een andere voorziening.

Figuur : Schematische weergave verhardig. Bron Atelier GROENBLAUW

De maatregel wordt toegepast op locaties waar verharding functioneel noodzakelijk is, zoals straten, parkeerplaatsen, pleinen en paden. Infiltrerende verharding vervangt reguliere gesloten verharding en verandert daarmee de waterafvoerfundamenteel, zonder het maaiveldgebruik aan te passen. De werking is sterk afhankelijk van bodemdoorlatendheid, grondwaterstand, dimensionering van de funderingslaag en onderhoud.

Binnen deze maatregel worden twee hoofdvarianten onderscheiden: infiltrerende klinkers en infiltrerend asfalt. Beide varianten vervullen dezelfde rol in het watersysteem, maar verschillen duidelijk in toepasbaarheid, onderhoudsgevoeligheid en faalgedrag.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Beperking van oppervlakkige afstroming door directe infiltratie onder verharding.
* Ontlasting van het rioolstelsel door afkoppeling van verhard oppervlak.
* Tijdelijke berging van hemelwater in de funderingslaag.
* Mogelijke aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem, locatieafhankelijk.
* Geen structurele oplossing voor extreme buien of hoge grondwaterstanden.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Infiltrerende verharding vraagt geen extra bovengrondse ruimte, omdat zij reguliere verharding vervangt. Wel is extra ruimte nodig in de ondergrond voor een waterbergende funderingslaag. Hierdoor is de maatregel goed toepasbaar in bestaande wijken met beperkte ruimte, mits de ondergrond dit toelaat.

**Kosten**  
De aanlegkosten liggen hoger dan bij traditionele verharding door aangepaste materialen en funderingsopbouw. De kosten verschillen per variant en zijn sterk afhankelijk van verkeersbelasting, schaal en detaillering.

**Onderhoud**  
Het functioneren van infiltrerende verharding is sterk afhankelijk van onderhoud. Verstopping van voegen of poriën leidt direct tot functieverlies. De onderhoudsbehoefte en herstelbaarheid verschillen per variant.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Ongeschikt bij structureel hoge grondwaterstanden.
* Beperkt toepasbaar bij slecht doorlatende of sterk verdichte bodems.
* Niet geschikt zonder voldoende waterbergende funderingslaag.
* Onvoldoende werking bij hoge verkeersbelasting zonder aangepaste constructie.
* Gevoelig voor verstopping bij hoge aanvoer van slib, zand of blad.
* Niet toepasbaar wanneer onderhoud niet structureel kan worden geborgd.

#### Differentiatie binnen de maatregel

Binnen infiltrerende verharding verschillen infiltrerende klinkers en infiltrerend asfalt vooral in toepasbaarheid, onderhoud en faalmechanismen. Deze verschillen zijn relevant voor ontwerp en beheer, maar veranderen de rol van de maatregel in het watersysteem niet.

**Infiltrerende klinkers**  
Relatief flexibel toepasbaar in woonstraten, parkeerplaatsen en pleinen met lage tot middelhoge verkeersbelasting. De open voegen maken inspectie, reiniging en plaatselijk herstel goed mogelijk. Door de modulaire opbouw zijn aanpassingen en reparaties relatief eenvoudig uit te voeren. De werking is echter gevoelig voor dichtslibben van voegen bij onvoldoende onderhoud.

**Infiltrerend asfalt**  
Met name geschikt voor grotere aaneengesloten oppervlakken en situaties waar een egaal rijvlak gewenst is. De poriënstructuur maakt de verharding gevoeliger voor verstopping en lastiger te reinigen of herstellen. Goed functioneren vereist een strikte ontwerp- en beheerdiscipline. Falen treedt vaak abrupt op en is moeilijk lokaal te herstellen.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Infiltrerende verharding is vooral waardevol in wijken waar verhard oppervlak noodzakelijk is, maar waar wateroverlast moet worden beperkt zonder ingrijpende herinrichting. Voor bewoners blijft de openbare ruimte volledig bruikbaar, terwijl wateroverlast tijdens buien afneemt.

De sociale waarde is beperkt zichtbaar. De maatregel draagt nauwelijks bij aan beleving of verblijfskwaliteit en wordt vooral gewaardeerd door het uitblijven van hinder. In wijken waar zichtbaarheid van water of vergroening gewenst is, biedt infiltrerende verharding weinig directe meerwaarde.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde manifesteert zich vrijwel uitsluitend tijdens neerslagmomenten, wanneer water op straat wordt voorkomen. Buiten deze momenten is de maatregel sociaal neutraal. De bijdrage aan leefkwaliteit is daarmee indirect en afhankelijk van de ernst van de oorspronkelijke waterproblematiek.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onzichtbaarheid van de maatregel kan leiden tot onderschatting van het belang van onderhoud.
* Verstopping kan onverwacht leiden tot wateroverlast op plekken waar dit niet wordt verwacht.
* Hogere aanlegkosten kunnen vragen oproepen bij bewoners zonder zichtbare tegenprestatie.
* Beperkte flexibiliteit bij latere functiewijzigingen van de openbare ruimte.
* Afhankelijkheid van specialistisch beheer en reiniging.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Zichtbare bovengrondse watermaatregelen die de systeemwerking uitleggen.
* Groene maatregelen die de ruimtelijke kwaliteit verhogen.
* Afkoppeling van daken en aangrenzende verharding.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Maatregelen die extra vervuiling veroorzaken, zoals zandige speelplekken.
* Locaties met intensieve bladval of slibaanvoer.
* Situaties waarin beheer versnipperd of onduidelijk is georganiseerd.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Infiltrerende verharding functioneert binnen het wijkwatersysteem als decentrale bronmaatregel. Regenwater wordt direct op de plek van neerslag verwerkt, waardoor afvoer naar riool en oppervlaktewater wordt beperkt. De maatregel werkt continu zolang de infiltratiecapaciteit behouden blijft.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: directe infiltratie onder verharding vermindert piekafvoer en water op straat.
* Wateroverlast: grootschalige afkoppeling van verhard oppervlak ontlast het rioolstelsel.
* Droogte: bij geschikte bodemopbouw kan infiltratie bijdragen aan aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem.
* Hitte (indirect): in combinatie met vergroening kan beperking van oppervlakkige afstroming bijdragen aan een stabieler bodemvochtregime.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: functieverlies bij verstopping leidt tot plotselinge en lokale waterproblemen.
* Droogte: beperkte betekenis tijdens langdurige droge perioden zonder neerslag.
* Hitte: geen directe verkoelende werking zonder aanvullende groen- of watermaatregelen.
* Wateroverlast / droogte: onvoldoende dimensionering van funderingslaag beperkt de systeemwaarde.

In samenhang bezien is infiltrerende verharding vooral effectief als onderdeel van een bredere strategie van afkoppeling en bronmaatregelen. Zonder structureel onderhoud en koppeling aan andere voorzieningen is de maatregel kwetsbaar en beperkt robuust.

**Bronnen**: (Niezen, 2024; Langeveld, 2019; Limaheluw et al., 2021; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2012).

## Kleine berging

Kleine berging is een kleinschalige voorziening waarin regenwater tijdelijk wordt opgevangen en vastgehouden, met als doel piekafvoer te verminderen en water gecontroleerd te laten infiltreren of afstromen.

### Inhoudelijk

Kleine bergingen zijn compacte voorzieningen waarin hemelwater lokaal wordt gebufferd. Het gaat om relatief beperkte volumes, bijvoorbeeld in verlaagde groenstroken, kleine laagtes, plantvakken of multifunctionele openbare ruimte. Regenwater wordt oppervlakkig aangevoerd en tijdelijk vastgehouden, waarna het infiltreert in de bodem of vertraagd wordt afgevoerd naar een volgende voorziening.

Figuur : Klein waterplein, fungerend als berging in Groningen. Foto shutterstock.

De maatregel is gericht op het opvangen van piekbuien op korte schaal en werkt vooral in samenhang met andere maatregelen. Kleine bergingen zijn geen centrale oplossingen, maar dragen bij aan spreiding van wateropslag binnen de wijk. De werking is sterk afhankelijk van ligging, bodemopbouw, beschikbare ruimte en beheer.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Tijdelijke opvang en buffering van regenwater bij piekbuien.
* Vertraging van afstroming richting riool of oppervlaktewater.
* Lokale ontlasting van het rioolstelsel.
* Mogelijke infiltratie in de ondergrond, locatieafhankelijk.
* Niet geschikt als zelfstandige oplossing voor grootschalige wateroverlast.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Kleine bergingen vragen beperkte bovengrondse ruimte en kunnen vaak worden ingepast binnen bestaande groenzones of openbare ruimte. De ruimteclaim is lokaal en verspreid, wat de maatregel geschikt maakt voor wijken waar grootschalige ingrepen niet mogelijk zijn.

**Kosten**  
De kosten zijn doorgaans beperkt en vooral afhankelijk van grondwerk, inrichting en eventuele aanpassingen aan het maaiveld. Omdat het om kleinschalige ingrepen gaat, kunnen kleine bergingen relatief eenvoudig worden gecombineerd met regulier beheer of herinrichting.

**Onderhoud**  
Het onderhoud bestaat uit inspectie, beheer van groen en het verwijderen van slib en zwerfvuil. Door de kleinschaligheid is onderhoud overzichtelijk, maar verwaarlozing leidt snel tot functieverlies of ongewenste waterophoping.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Beperkte werking bij structureel hoge grondwaterstanden.
* Ongeschikt bij slecht doorlatende bodems zonder aanvullende afvoer.
* Onvoldoende effect bij te kleine volumes of slechte positionering.
* Risico op waterophoping bij onvoldoende afschot of noodafvoer.
* Vereist duidelijke afbakening in gebruiksruimte.
* Niet geschikt op locaties waar tijdelijke waterberging onveilig is.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Kleine bergingen kunnen waarde toevoegen in wijken waar behoefte bestaat aan subtiele, weinig ingrijpende oplossingen voor wateroverlast. Voor bewoners blijft de openbare ruimte herkenbaar en bruikbaar, terwijl wateroverlast tijdens hevige buien wordt verminderd.

De sociale waarde is vooral functioneel: minder hinder en minder water op straat. De maatregel biedt doorgaans weinig directe belevingswaarde, tenzij deze bewust wordt gecombineerd met groen of verblijfskwaliteit. In wijken waar actieve of multifunctionele openbare ruimte gewenst is, blijft de sociale impact beperkt.

Figuur : Een letterbord fungerend als kleine waterbuffer. Foto slimmeregenton.nl.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is vooral relevant tijdens en direct na neerslagmomenten, wanneer water tijdelijk zichtbaar wordt maar overlast beperkt blijft. Buiten deze momenten functioneert de maatregel vooral als regulier onderdeel van de openbare ruimte.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onduidelijkheid over functie kan leiden tot ongewenst gebruik of betreding.
* Tijdelijke plasvorming kan als hinderlijk of onveilig worden ervaren.
* Beperkte zichtbaarheid kan leiden tot onderschatting van nut en onderhoud.
* Conflicten met andere functies bij onvoldoende ruimtelijke afbakening.
* Beeldkwaliteit is sterk afhankelijk van beheer.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Groene buffers en plantvakken die de berging visueel opnemen.
* Kleine verblijfsruimten waar tijdelijke waterberging acceptabel is.
* Maatregelen die afstromend water lokaal aanvoeren.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Intensieve speel- of sportvoorzieningen.
* Parkeerfuncties zonder duidelijke scheiding.
* Maatregelen die hoge eisen stellen aan droog en intensief gebruik van het maaiveld.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Kleine bergingen functioneren binnen het wijkwatersysteem als lokale buffer en vertrager. Regenwater wordt op korte afstand van de bron opgevangen en tijdelijk vastgehouden, waardoor piekbelasting op het riool en benedenstroomse voorzieningen afneemt. De maatregel werkt incidenteel en is sterk afhankelijk van samenhang met andere voorzieningen.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: tijdelijke opvang van piekbuien vermindert lokale wateroverlast.
* Wateroverlast: spreiding van bergingscapaciteit ontlast het rioolstelsel.
* Droogte: bij infiltratie kan beperkte aanvulling van bodemvocht optreden.
* Hitte (indirect): vergroening in combinatie met berging kan lokaal bijdragen aan verkoeling.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: onvoldoende volume leidt tot snelle overloop.
* Wateroverlast: slechte aansluiting op omliggend maaiveld veroorzaakt waterophoping.
* Droogte: water wordt slechts kort vastgehouden en is niet beschikbaar in droge perioden.
* Hitte: beperkte en tijdelijke invloed op hittestress.
* Wateroverlast / hitte: achterstallig onderhoud kan werking en beleving negatief beïnvloeden.

In samenhang bezien zijn kleine bergingen vooral effectief als fijnmazige aanvulling op andere maatregelen. Zonder koppeling aan afvoer, infiltratie of grotere buffers blijft de systeemwaarde beperkt en lokaal.

**Bronnen**: (Niezen, 2024; Boogaard et al., 2015; Voskamp & Van de Ven, 2015; Carter et al., 2018; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2012).

## Grote berging

Grote berging is een ruimtelijk dominante voorziening waarin aanzienlijke hoeveelheden regenwater tijdelijk worden opgeslagen om piekafvoeren te beheersen en het wijkwatersysteem te stabiliseren.

### Inhoudelijk

Grote bergingen zijn centrale of semi-centrale voorzieningen waarin regenwater uit een groter deel van de wijk samenkomt. Het gaat om bergingsvolumes die niet meer binnen reguliere profielen kunnen worden opgelost en waarvoor expliciet ruimte wordt gereserveerd. Water wordt via maaiveldafvoer, kolken of open structuren aangevoerd en tijdelijk vastgehouden, waarna het vertraagd wordt afgevoerd, geïnfiltreerd of gecontroleerd geloosd.

Figuur : Benthemplein in Rotterdam. Het grootste waterplein in de wereld, een enorme berging voor regenwater in de stad. Foto De Urbanisten.

De maatregel is bedoeld om extreme neerslaggebeurtenissen op te vangen en vormt vaak een kernonderdeel van de waterstructuur van een wijk. Grote bergingen functioneren niet alleen technisch, maar hebben ook een duidelijke ruimtelijke en maatschappelijke impact. Ontwerp, ligging en gebruik bepalen in sterke mate de effectiviteit en acceptatie.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Opvang van grote neerslagpieken binnen het wijkwatersysteem.
* Sterke ontlasting van rioolstelsel en benedenstroomse voorzieningen.
* Vertraging en regulering van afvoer richting oppervlaktewater.
* Mogelijke infiltratie, afhankelijk van bodem en ontwerp.
* Niet geschikt voor kleinschalige of restlocaties.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Grote bergingen vragen een substantiële bovengrondse ruimteclaim en zijn daardoor alleen toepasbaar op locaties waar expliciet ruimte kan worden vrijgemaakt. De maatregel is ruimtelijk bepalend en beïnvloedt de inrichting en het gebruik van de omgeving. Inpassing vraagt om integrale afweging met andere functies.

**Kosten**  
De aanlegkosten zijn relatief hoog en bestaan uit grondverzet, inrichting, watertechnische voorzieningen en eventuele veiligheidsmaatregelen. Kosten zijn sterk afhankelijk van schaal, complexiteit en multifunctionaliteit. Grote bergingen worden vaak alleen gerealiseerd in combinatie met gebiedsontwikkeling of herstructurering.

**Onderhoud**  
Het onderhoud is structureel en vereist duidelijke verantwoordelijkheden. Naast groenbeheer gaat het om inspectie van in- en uitlaten, oevers en veiligheidsvoorzieningen. Onvoldoende onderhoud kan leiden tot functieverlies, veiligheidsrisico’s of negatieve beeldvorming.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Alleen toepasbaar waar voldoende ruimte beschikbaar is.
* Ongeschikt in wijken zonder draagvlak voor grootschalige ingrepen.
* Beperkt toepasbaar bij structureel hoge grondwaterstanden zonder aanvullende maatregelen.
* Vereist veilige inrichting bij tijdelijke waterdieptes.
* Niet geschikt zonder duidelijke beheer- en eigendomsstructuur.
* Sterk afhankelijk van goede inpassing in maaiveld en watersysteem.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Grote bergingen kunnen grote waarde toevoegen in wijken waar wateroverlast structureel voorkomt en waar ruimte beschikbaar is voor een centrale oplossing. De maatregel kan, mits goed ontworpen, bijdragen aan ruimtelijke kwaliteit, herkenbaarheid en identiteit van een wijk.

De sociale waarde is sterk afhankelijk van ontwerp en doelgroep. In wijken met veel gezinnen of behoefte aan verblijf en recreatie kan multifunctioneel gebruik waardevol zijn. In wijken met een ouder publiek of beperkte sociale cohesie kan de maatregel juist weerstand oproepen.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is continu aanwezig wanneer de berging onderdeel is van de dagelijkse leefomgeving, en piekt tijdens neerslagmomenten wanneer de waterfunctie zichtbaar wordt. De maatregel vraagt actieve communicatie en ontwerp om acceptatie en begrip te borgen.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Veiligheidsbeleving bij tijdelijke waterdieptes.
* Conflicten tussen waterfunctie en dagelijks gebruik.
* Weerstand tegen verlies van andere functies of open ruimte.
* Onvoldoende begrip van tijdelijke waterstanden.
* Hoge verwachtingen die niet altijd worden waargemaakt.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Parken en openbare verblijfsruimten met duidelijke zonering.
* Groene buffers en landschappelijke structuren.
* Educatieve of informatieve elementen over water.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Intensieve sportvoorzieningen zonder duidelijke scheiding.
* Locaties met hoge sociale kwetsbaarheid en weinig toezicht.
* Maatregelen die volledige drooglegging vereisen.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Grote bergingen functioneren binnen het wijkwatersysteem als centrale buffer en regelvoorziening. Regenwater uit meerdere deelgebieden wordt hier samengebracht, tijdelijk opgeslagen en gecontroleerd verwerkt. De maatregel is cruciaal voor het functioneren van het systeem tijdens extreme neerslag.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: opvang van grote piekvolumes voorkomt overstroming elders in de wijk.
* Wateroverlast: ontlasting van rioolstelsel en benedenstroomse watergangen.
* Droogte: bij infiltrerend ontwerp kan beperkte aanvulling van grondwater optreden.
* Hitte: in combinatie met groen en open water kan lokale verkoeling ontstaan.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: falen heeft grote gevolgen voor omliggende gebieden.
* Droogte: water is tijdelijk beschikbaar en niet structureel inzetbaar.
* Hitte: zonder groeninrichting blijft verkoelend effect beperkt.
* Wateroverlast / hitte: slechte afstemming met andere maatregelen kan systeemdruk verplaatsen.

In samenhang bezien is grote berging een systeemdragende maatregel die alleen effectief is binnen een integraal ontworpen wijkwatersysteem. Zonder samenhang, beheer en draagvlak wegen de nadelen vaak zwaarder dan de baten.

**Bronnen**: (Niezen, 2024; Boogaard et al., 2015; Voskamp & Van de Ven, 2015; Carter et al., 2018; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2012).

## Ondergrondse infiltratieberging

Ondergrondse infiltratieberging is een voorziening waarin regenwater onder maaiveld tijdelijk wordt opgeslagen en vervolgens in de bodem infiltreert, met als doel piekafvoer te verminderen en lokaal water vast te houden.

### Inhoudelijk

Ondergrondse infiltratieberging bestaat uit infiltrerende constructies zoals kratten, poreuze buizen of holle ruimten onder maaiveld. Regenwater wordt via afgekoppelde verharding of daken aangevoerd en tijdelijk geborgen in de ondergrondse voorziening. Vanuit deze voorziening infiltreert het water gecontroleerd in de omliggende bodem.

Figuur : Infiltratiekratten worden ondergronds aangelegd. Deze houden water vast en zorgen dat het geleidelijk kan infiltreren. Foto Bouwadaptief.nl.

De maatregel is bedoeld voor locaties waar bovengrondse ruimte schaars is en waar de ondergrond geschikt is voor infiltratie. De werking is sterk afhankelijk van bodemdoorlatendheid, grondwaterstand en de afstand tot de gemiddeld hoogste grondwaterstand. In tegenstelling tot bufferende ondergrondse berging is deze maatregel direct gekoppeld aan het bodem- en grondwatersysteem.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Tijdelijke opvang en vertraagde verwerking van regenwater onder maaiveld.
* Ontlasting van het rioolstelsel door afkoppeling en lokale verwerking.
* Bijdrage aan aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem, locatieafhankelijk.
* Geen directe zichtbare waterfunctie in de openbare ruimte.
* Niet geschikt als oplossing bij ongeschikte bodem of hoge grondwaterstanden.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Ondergrondse infiltratieberging vraagt geen bovengrondse ruimte en is daardoor toepasbaar in dichtbebouwde wijken. Wel is ondergrondse ruimte nodig, waarbij rekening moet worden gehouden met kabels, leidingen en funderingen. De inpassing is vaak complexer dan bovengrondse maatregelen.

**Kosten**  
De aanlegkosten zijn relatief hoog door specialistische materialen, grondwerk en afstemming met bestaande ondergrondse infrastructuur. Kosten zijn sterk afhankelijk van schaal, diepte en bereikbaarheid. De maatregel is vooral kosteneffectief wanneer bovengrondse alternatieven niet mogelijk zijn.

**Onderhoud**  
Onderhoud is minder zichtbaar maar cruciaal. Inspectie, reiniging van inlaten en voorkomen van dichtslibben zijn essentieel voor blijvende werking. Problemen worden vaak pas zichtbaar wanneer de maatregel al gedeeltelijk faalt.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Ongeschikt bij structureel hoge grondwaterstanden.
* Niet toepasbaar bij slecht doorlatende of sterk verdichte bodems.
* Voldoende afstand tot de gemiddeld hoogste grondwaterstand vereist.
* Risico op dichtslibben bij hoge aanvoer van fijn materiaal.
* Beperkte toepasbaarheid in gebieden met complexe ondergrondse infrastructuur.
* Niet geschikt wanneer beheer en monitoring niet structureel zijn geborgd.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Ondergrondse infiltratieberging biedt waarde in wijken waar ruimte schaars is en waar bovengrondse maatregelen moeilijk inpasbaar zijn. Voor bewoners blijft de openbare ruimte volledig bruikbaar en onveranderd, terwijl wateroverlast tijdens piekbuien wordt verminderd.

De sociale waarde is indirect en voornamelijk functioneel. De maatregel draagt niet bij aan beleving of verblijfskwaliteit, maar voorkomt hinder. In wijken waar zichtbaarheid en bewustwording van water belangrijk zijn, is de sociale meerwaarde beperkt.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is vooral relevant tijdens hevige neerslagmomenten, wanneer wateroverlast uitblijft op plekken waar die anders zou optreden. Buiten deze momenten is de maatregel sociaal neutraal en onzichtbaar.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onzichtbaarheid kan leiden tot onderschatting van belang en onderhoud.
* Verwachtingen over werking kunnen te hoog zijn bij bewoners.
* Storingen of falen zijn moeilijk te communiceren en te duiden.
* Beperkte betrokkenheid van bewoners bij ontwerp en beheer.
* Afhankelijkheid van specialistische kennis en monitoring.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Zichtbare bovengrondse maatregelen die het watersysteem uitlegbaar maken.
* Groene maatregelen die de leefkwaliteit verhogen.
* Afkoppeling van daken en verharding op perceelsniveau.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Situaties waarin bovengrondse ruimte juist kansen biedt voor multifunctioneel gebruik.
* Gebieden met hoge grondwaterstanden of beperkte bodemdoorlatendheid.
* Maatregelen waarbij onderhoud niet structureel is georganiseerd.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Ondergrondse infiltratieberging functioneert binnen het wijkwatersysteem als decentrale bronmaatregel met directe koppeling aan bodem en grondwater. Regenwater wordt lokaal verwerkt, waardoor afvoer naar riool en oppervlaktewater wordt verminderd. De maatregel draagt bij aan het vasthouden van water binnen de wijk, mits de ondergrond dit toelaat.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: lokale opvang en infiltratie verminderen piekafvoer.
* Wateroverlast: ontlasting van rioolstelsel bij hevige neerslag.
* Droogte: mogelijke aanvulling van het ondiepe grondwatersysteem.
* Hitte (indirect): behoud van bodemvocht kan lokaal bijdragen aan een stabieler microklimaat.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: falen door verstopping leidt tot plotselinge afvoerproblemen.
* Droogte: beperkte betekenis bij langdurige droge perioden zonder neerslag.
* Hitte: geen directe verkoelende werking zonder aanvullende maatregelen.
* Wateroverlast / droogte: ongeschikte bodemcondities leiden tot functieverlies.

In samenhang bezien is ondergrondse infiltratieberging een effectieve maar kwetsbare maatregel. Zonder geschikte bodem, voldoende afstand tot grondwater en structureel beheer wegen de risico’s vaak zwaarder dan de baten.

**Bronnen**: (Hoogvliet et al., 2016; Langeveld, 2019; Limaheluw et al., 2021; Dirven-van Breemen et al., 2011).

## Ondergrondse bufferberging

Ondergrondse bufferberging is een gesloten voorziening waarin regenwater onder maaiveld tijdelijk wordt opgeslagen en vervolgens gecontroleerd wordt afgevoerd naar riool of oppervlaktewater.

### Inhoudelijk

Ondergrondse bufferberging bestaat uit waterdichte constructies zoals betonnen kelders, buizen, tanks of modulaire buffersystemen. Regenwater wordt via afgekoppelde verharding, kolken of leidingen aangevoerd en tijdelijk opgeslagen. Vanuit de buffer wordt het water vertraagd en gestuurd afgevoerd, bijvoorbeeld richting riool, oppervlaktewater of een andere voorziening.

Figuur : Aanleg van een grote ondergrondse waterberging in Alkmaar. Daar wordt het water in opgeslagen en uiteindelijk doorgevoerd. Foto Ed van de Pol.

In tegenstelling tot ondergrondse infiltratieberging heeft deze maatregel geen interactie met de bodem of het grondwatersysteem. De werking is daardoor minder afhankelijk van bodemdoorlatendheid en grondwaterstand, maar vereist wel actieve sturing en beheer. Ondergrondse bufferberging wordt vooral toegepast waar bovengrondse ruimte ontbreekt of waar infiltratie niet mogelijk of wenselijk is.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Tijdelijke opvang van grote hoeveelheden regenwater onder maaiveld.
* Sterke ontlasting van rioolstelsel bij piekbuien.
* Gecontroleerde en vertraagde afvoer richting oppervlaktewater of riool.
* Robuuste werking onafhankelijk van bodemcondities.
* Geen bijdrage aan grondwateraanvulling.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Ondergrondse bufferberging vraagt geen bovengrondse ruimte en is daardoor goed toepasbaar in dichtbebouwde wijken. De maatregel concurreert wel met ondergrondse ruimte voor kabels, leidingen en funderingen. Inpassing vraagt zorgvuldige afstemming in het ontwerp.

**Kosten**  
De aanlegkosten zijn hoog door complexe constructies, waterdichte materialen en technische installaties. Kosten zijn sterk afhankelijk van schaal, toegankelijkheid en mate van sturing. Ondergrondse bufferberging is vooral passend bij grotere investeringen of gebiedsontwikkelingen.

**Onderhoud**  
Het onderhoud is technisch en structureel. Inspectie van de constructie, reiniging van inlaten en onderhoud van regelvoorzieningen zijn noodzakelijk. Falen van technische componenten kan directe gevolgen hebben voor de werking van het watersysteem.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Vereist voldoende ondergrondse ruimte zonder conflicten met infrastructuur.
* Niet geschikt zonder actieve afvoer- en sturingsmogelijkheden.
* Beperkte toepasbaarheid bij hoge kostenrestricties.
* Vereist duidelijke eigendoms- en beheerafspraken.
* Niet geschikt als er geen veilige toegang voor inspectie en onderhoud is.
* Afhankelijk van goede koppeling aan het boven- en benedenstroomse watersysteem.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Ondergrondse bufferberging biedt waarde in wijken waar ruimte schaars is en waar wateroverlast structureel moet worden aangepakt zonder het maaiveld te veranderen. Voor bewoners blijft de openbare ruimte ongewijzigd, terwijl piekoverlast wordt verminderd.

De sociale waarde is voornamelijk indirect. De maatregel draagt niet bij aan beleving of verblijfskwaliteit, maar voorkomt hinder en schade. In wijken waar zichtbaarheid en bewustwording van water gewenst zijn, blijft de sociale meerwaarde beperkt.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is vooral relevant tijdens extreme neerslagmomenten, wanneer wateroverlast wordt voorkomen op plekken waar deze anders zou optreden. Buiten deze momenten is de maatregel sociaal neutraal en onzichtbaar.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onzichtbaarheid kan leiden tot onderschatting van belang en beheer.
* Hoge investeringskosten zonder zichtbare meerwaarde kunnen weerstand oproepen.
* Technisch falen is lastig uit te leggen aan bewoners.
* Beperkte betrokkenheid van bewoners bij ontwerp en besluitvorming.
* Afhankelijkheid van specialistisch beheer.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Zichtbare bovengrondse maatregelen die het systeem begrijpelijk maken.
* Gebiedsontwikkelingen waarbij ondergrondse ruimte integraal wordt ontworpen.
* Groene of blauwe maatregelen die de leefkwaliteit vergroten.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Situaties waarin bovengrondse ruimte juist kansen biedt voor multifunctioneel gebruik.
* Wijken met lage investeringsbereidheid of hoge sociale kwetsbaarheid.
* Maatregelen die gericht zijn op vergroening of beleving.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Ondergrondse bufferberging functioneert binnen het wijkwatersysteem als centrale of semi-centrale buffer en regelvoorziening. Regenwater uit meerdere deelgebieden wordt tijdelijk opgeslagen en gecontroleerd afgevoerd. De maatregel vergroot de hydraulische robuustheid van het systeem, maar heeft geen directe relatie met bodem of grondwater.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: opvang van grote piekvolumes vermindert overstromingsrisico’s.
* Wateroverlast: ontlasting van rioolstelsel en benedenstroomse voorzieningen.
* Wateroverlast: beter beheersbare afvoer door sturing en fasering.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: falen van sturing of afvoer leidt tot directe systeemproblemen.
* Droogte: geen bijdrage aan waterbeschikbaarheid of grondwateraanvulling.
* Hitte: geen directe of indirecte verkoelende werking.
* Wateroverlast: verkeerde dimensionering verplaatst problemen binnen het systeem.

In samenhang bezien is ondergrondse bufferberging een robuuste maar kostbare maatregel die vooral effectief is als onderdeel van een integraal en gestuurd wijkwatersysteem. Zonder goede afstemming en beheer wegen de nadelen vaak zwaarder dan de baten.

**Bronnen**: (Hoogvliet et al., 2016; Langeveld, 2019; Limaheluw et al., 2021; Dirven-van Breemen et al., 2011).

## Afkoppeling van verharding

Afkoppeling van verharding is het loskoppelen van daken, wegen en andere verharde oppervlakken van het rioolstelsel, zodat regenwater lokaal kan worden verwerkt via infiltratie, buffering of vertraagde afvoer.

### Inhoudelijk

Bij afkoppeling van verharding wordt hemelwater niet langer rechtstreeks afgevoerd naar het (gemengde of gescheiden) riool, maar geleid naar voorzieningen in de openbare of private ruimte. Dit kan via bovengrondse afstroming, infiltratievoorzieningen, buffers of een combinatie daarvan. Afkoppeling is daarmee geen eindoplossing, maar een randvoorwaarde voor het functioneren van veel andere klimaatadaptieve maatregelen.

De maatregel kan zowel perceelsgericht als gebiedsgericht worden toegepast en varieert sterk in schaal en uitvoering. Afkoppeling vraagt om inzicht in het bestaande afwateringssysteem, maaiveldafschot, bodemopbouw en eigendomsverhoudingen. Zonder vervolgvoorzieningen leidt afkoppeling niet tot effect, maar slechts tot verplaatsing van water.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Structurele vermindering van afvoer naar het rioolstelsel.
* Vermindering van piekbelasting bij hevige neerslag.
* Voorwaarde voor effectieve inzet van infiltratie- en bergingsmaatregelen.
* Flexibel toepasbaar op verschillende schaalniveaus.
* Niet effectief zonder adequate vervolgvoorzieningen.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Afkoppeling zelf vraagt weinig extra ruimte, maar vereist wel ruimte voor vervolgvoorzieningen zoals infiltratie, buffering of bovengrondse afvoer. De ruimteclaim verschuift daarmee van ondergronds naar maaiveld of ondergrondse voorzieningen.

**Kosten**  
De kosten variëren sterk en zijn afhankelijk van schaal, bestaande infrastructuur en gekozen vervolgmaatregelen. Afkoppeling kan relatief goedkoop zijn bij nieuwbouw of herinrichting, maar kostbaar en complex bij bestaande bebouwing.

**Onderhoud**  
Het onderhoud zit niet zozeer in de afkoppeling zelf, maar in de aangesloten voorzieningen. Slechte afstemming of gebrek aan onderhoud leidt snel tot wateroverlast op nieuwe plekken.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Niet toepasbaar zonder inzicht in het bestaande afwateringssysteem.
* Ongeschikt wanneer geen ruimte is voor vervolgvoorzieningen.
* Beperkt toepasbaar bij sterk verdichte of slecht doorlatende bodems zonder buffering.
* Risico op wateroverlast bij onvoldoende maaiveldafschot.
* Vereist duidelijke afspraken over beheer en verantwoordelijkheid.
* Niet geschikt als solitaire maatregel.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Afkoppeling van verharding kan grote waarde hebben doordat het de basis legt voor een robuuster watersysteem. Voor bewoners is de maatregel vaak nauwelijks zichtbaar, maar leidt deze indirect tot minder wateroverlast en een beter functionerende openbare ruimte.

De sociale waarde neemt toe wanneer afkoppeling wordt gecombineerd met zichtbare en begrijpelijke maatregelen, zoals groene buffers of wadi’s. Zonder zichtbare elementen blijft de maatregel abstract en moeilijk uitlegbaar.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is vooral relevant op momenten van hevige neerslag, wanneer wateroverlast uitblijft. Daarnaast speelt de waarde een rol in participatietrajecten, omdat afkoppeling vaak vraagt om medewerking van perceeleigenaren.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onduidelijkheid over verantwoordelijkheid bij falen van vervolgvoorzieningen.
* Weerstand bij particuliere eigenaren tegen ingrepen op eigen terrein.
* Verplaatsing van wateroverlast bij onvoldoende ontwerp.
* Gebrek aan zichtbaarheid kan leiden tot lage waardering.
* Complexe communicatie over werking en nut.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Wadi’s, kleine bergingen en groene buffers.
* Infiltrerende verharding en ondergrondse infiltratievoorzieningen.
* Participatieprocessen waarin bewoners actief worden betrokken.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Gesloten afvoersystemen zonder berging of infiltratie.
* Situaties met onduidelijke eigendoms- en beheerverhoudingen.
* Maatregelen die volledig ondergronds en onzichtbaar blijven.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Afkoppeling van verharding functioneert binnen het wijkwatersysteem als fundamentele bronmaatregel. Het verandert de route van regenwater in het systeem en bepaalt in hoge mate de effectiviteit van andere maatregelen. Afkoppeling is geen eindpunt, maar het begin van een keten van buffering, infiltratie en vertraagde afvoer.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: vermindert directe belasting van het rioolstelsel.
* Wateroverlast: maakt spreiding en buffering van regenwater mogelijk.
* Droogte: in combinatie met infiltratievoorzieningen kan water lokaal worden vastgehouden.
* Hitte (indirect): ondersteunt vergroening en bodemvochtbehoud in samenhang met andere maatregelen.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: verplaatst problemen bij onvoldoende vervolgvoorzieningen.
* Droogte: geen effect zonder infiltratie of berging.
* Hitte: geen directe verkoelende werking.
* Wateroverlast: verkeerde dimensionering of routing leidt tot nieuwe knelpunten.

In samenhang bezien is afkoppeling van verharding een essentiële maar ondersteunende maatregel. Zonder afkoppeling falen veel andere oplossingen, maar afkoppeling alleen is nooit voldoende.

**Bronnen**: (Langeveld, 2019; Broeksteeg, 2009; Niezen, 2024; Limaheluw et al., 2021).

## Extensief groendak

Een extensief groendak is een lichtgewicht dakconstructie met een dun substraat en lage vegetatie, bedoeld om regenwater tijdelijk vast te houden, afvoer te vertragen en de dakoppervlakte functioneel te vergroenen.

### Inhoudelijk

Een extensief groendak bestaat uit een opbouw met een waterkerende laag, drainagelaag, substraat en vegetatie, meestal sedum of andere droogteresistente soorten. Het dak vangt regenwater op, houdt een deel tijdelijk vast in substraat en vegetatie en voert het resterende water vertraagd af naar het afvoersysteem. Verdamping speelt hierbij een belangrijke rol.

Figuur : Voorbeeld Extensief groendak.

De maatregel wordt toegepast op zowel platte als licht hellende daken en is geschikt voor bestaande en nieuwe gebouwen, mits de constructie het extra gewicht kan dragen. Extensieve groendaken hebben geen verblijfsfunctie en zijn primair gericht op waterbeheer en dakvergroening. De werking is grotendeels onafhankelijk van bodemcondities, maar sterk afhankelijk van dakopbouw, onderhoud en neerslagpatroon.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Tijdelijke berging en vertraging van regenwater op daken.
* Vermindering van piekafvoer richting rioolstelsel.
* Bijdrage aan verdamping en lokale verkoeling.
* Vergroting van het groenoppervlak zonder extra ruimtebeslag op maaiveld.
* Geen oplossing voor extreme buien zonder aanvullende maatregelen.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Extensieve groendaken vragen geen extra ruimte op maaiveldniveau en maken gebruik van bestaande dakoppervlakken. De maatregel is daardoor bijzonder geschikt in dichtbebouwde wijken en op openbare gebouwen waar maaiveldruimte schaars is.

**Kosten**  
De aanlegkosten zijn hoger dan bij een conventioneel dak, maar lager dan bij intensieve groendaken. Kosten zijn sterk afhankelijk van dakconstructie, bereikbaarheid en schaal. Op openbare gebouwen kunnen kosten relatief efficiënt worden gemaakt door combinatie met regulier dakonderhoud.

**Onderhoud**  
Het onderhoud is beperkt en bestaat uit inspectie, verwijdering van ongewenste begroeiing en controle van afvoeren. Achterstallig onderhoud kan leiden tot verminderde waterbergende werking of schade aan de dakopbouw.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Dakconstructie moet geschikt zijn voor extra belasting.
* Niet toepasbaar bij onvoldoende waterdichte dakopbouw.
* Beperkte werking bij zeer steile daken.
* Geen toegang of inspectiemogelijkheid bemoeilijkt beheer.
* Onvoldoende effect bij daken met zeer kleine oppervlakken.
* Vereist goede afstemming met dakafvoeren en noodoverstorten.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Extensieve groendaken kunnen waarde toevoegen door vergroening op plekken waar maaiveldruimte ontbreekt. Voor omwonenden dragen zij bij aan een groener aanzicht, vooral bij hogere bebouwing of bij zicht vanaf omliggende gebouwen. Op openbare gebouwen kunnen groendaken bijdragen aan voorbeeldwerking en bewustwording.

Voor particuliere eigenaren ligt de waarde vooral in functionele voordelen zoals waterretentie en bescherming van de dakbedekking. De sociale waarde is indirect en minder zichtbaar dan bij maaiveldmaatregelen.



Figuur : Variatie in planten. Foto Zinco Benelux.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is vooral relevant op wijkniveau, wanneer meerdere daken gezamenlijk bijdragen aan waterbeheer en vergroening. Individuele groendaken hebben beperkte zichtbaarheid en beleving, maar kunnen in samenhang betekenis krijgen.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onzichtbaarheid kan leiden tot onderschatting van de bijdrage.
* Verwachtingen over waterberging kunnen te hoog zijn.
* Onduidelijkheid over onderhoudsverantwoordelijkheid.
* Beperkte betrokkenheid van gebruikers bij ontwerp en beheer.
* Kosten kunnen drempels vormen voor particuliere toepassing.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Afkoppeling van verharding en vertraagde dakafvoer.
* Bovengrondse groen- en watermaatregelen in de openbare ruimte.
* Programma’s gericht op verduurzaming van openbare gebouwen.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Situaties waarin zichtbaarheid of verblijf centraal staat.
* Maatregelen die volledig afhankelijk zijn van maaiveldruimte.
* Oplossingen waarbij extreme berging wordt verwacht.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Extensieve groendaken functioneren binnen het wijkwatersysteem als decentrale bronmaatregel op gebouwniveau. Regenwater wordt vastgehouden en vertraagd afgevoerd voordat het het maaiveld of het rioolstelsel bereikt. De maatregel grijpt vroeg in de afwateringsketen in en vermindert de piekbelasting van benedenstroomse voorzieningen.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: vertraging en reductie van dakafvoer vermindert piekbelasting.
* Wateroverlast: spreiding van berging over veel daken vergroot systeemrobustheid.
* Droogte: beperkte bijdrage via verdamping en tijdelijke wateropslag.
* Hitte: vegetatie en verdamping dragen lokaal bij aan verkoeling van gebouwen en directe omgeving.

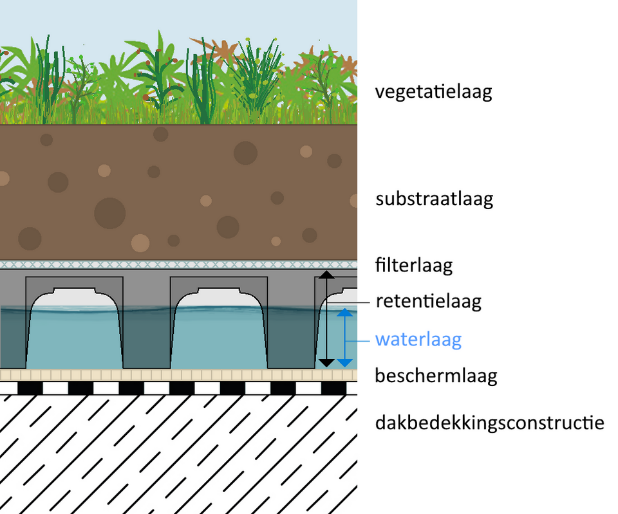
#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: beperkte bergingscapaciteit bij extreme buien.
* Droogte: water is tijdelijk beschikbaar en niet inzetbaar in droge perioden.
* Hitte: verkoelend effect is lokaal en afhankelijk van schaal.
* Wateroverlast: verkeerde aansluiting van afvoeren kan effect tenietdoen.

In samenhang bezien zijn extensieve groendaken vooral effectief als ondersteunende maatregel binnen een bredere strategie van afkoppeling, buffering en vergroening. Zonder aanvullende maatregelen blijft de bijdrage beperkt tot piekvertraging en lokale verkoeling.

**Bronnen**: (Broks & van Luijtelaar, 2015; Carter et al., 2018; Limaheluw et al., 2021; Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering, 2012).

## Retentie groendak

Een retentie-groendak is een groendak met een vergrote waterbergingscapaciteit, waarin regenwater actief wordt vastgehouden en vertraagd wordt afgevoerd, met als doel piekafvoer substantieel te reduceren.

Figuur : Schematische weergave van een retentie groendak.

### Inhoudelijk

Een retentie-groendak is een doorontwikkeling van het extensieve groendak, waarbij extra voorzieningen zijn toegevoegd om meer water vast te houden. Dit gebeurt via verdiepte substraatlagen, speciale retentiekratten, waterbergende lagen of regelbare afvoeren. Het dak slaat regenwater tijdelijk op en voert dit vertraagd of gedoseerd af, afhankelijk van het ontwerp.

In tegenstelling tot een regulier extensief groendak is waterberging hier een expliciet ontwerpdoel. Het dak fungeert als actieve schakel in het watersysteem en kan worden afgestemd op de capaciteit van het riool of benedenstroomse voorzieningen. De maatregel vereist daarom meer technische afstemming, ontwerpkeuzes en beheer.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Substantiële tijdelijke berging van regenwater op daken.
* Sterke reductie en vertraging van piekafvoer richting rioolstelsel.
* Vergroting van verdamping en bijdrage aan lokale verkoeling.
* Effectieve inzet bij gebrek aan maaiveldruimte.
* Niet geschikt zonder constructieve en beheertechnische randvoorwaarden.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Retentie-groendaken benutten bestaande dakoppervlakken en vragen geen ruimte op maaiveldniveau. Wel vraagt de maatregel extra ruimte in de dakopbouw voor waterbergende lagen. Toepassing is met name interessant op grotere dakoppervlakken van openbare of collectieve gebouwen.

**Kosten**  
De aanlegkosten liggen hoger dan bij extensieve groendaken door complexere opbouw, extra materialen en eventueel regelbare afvoeren. Kosten zijn sterk afhankelijk van de gewenste bergingscapaciteit en technische uitwerking. De maatregel is vooral kosteneffectief bij grootschalige of collectieve toepassing.

**Onderhoud**  
Het onderhoud is intensiever dan bij extensieve groendaken. Naast regulier groenbeheer is controle van waterbergende en regelende onderdelen noodzakelijk. Storingen in afvoeren of retentievoorzieningen kunnen de werking sterk verminderen en vragen specialistisch beheer.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Dakconstructie moet geschikt zijn voor hogere water- en substraatbelasting.
* Niet toepasbaar zonder waterdichte en robuuste dakopbouw.
* Beperkte toepasbaarheid bij kleine of versnipperde dakvlakken.
* Vereist duidelijke noodoverstorten en veiligheidsvoorzieningen.
* Niet geschikt wanneer beheer en monitoring niet structureel zijn geborgd.
* Afstemming met rioolcapaciteit en watersysteem is noodzakelijk.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Retentie-groendaken kunnen grote waarde hebben in dichtbebouwde wijken waar ruimte voor maaiveldmaatregelen ontbreekt. Door substantiële waterberging op daken dragen zij zichtbaar bij aan het verminderen van wateroverlast op straatniveau. Op openbare gebouwen kunnen zij bovendien een voorbeeldfunctie vervullen.

Voor particuliere eigenaren ligt de waarde vooral in waterbeheer en klimaatadaptatie, minder in directe beleving. De sociale waarde is daardoor grotendeels indirect, maar kan op wijkniveau betekenisvol zijn bij voldoende schaal.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is vooral relevant bij collectieve toepassing, wanneer meerdere daken samen bijdragen aan merkbare vermindering van wateroverlast. Tijdens hevige neerslagmomenten wordt de waarde zichtbaar door het uitblijven van overlast elders in de wijk.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Hoge verwachtingen over effectiviteit kunnen leiden tot teleurstelling.
* Onzichtbaarheid kan waardering verminderen.
* Onduidelijkheid over verantwoordelijkheden voor beheer.
* Kosten en complexiteit kunnen drempels vormen voor particuliere toepassing.
* Beperkte betrokkenheid van gebruikers bij ontwerp en beheer.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Afkoppeling van verharding en vertraagde dakafvoer.
* Bovengrondse bergings- en buffermaatregelen.
* Collectieve verduurzamingsprogramma’s voor openbare gebouwen.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Situaties waarin zichtbaarheid en verblijf centraal staan.
* Kleinschalige of versnipperde daktoepassingen.
* Maatregelen waarbij eenvoud en lage beheerkosten leidend zijn.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Retentie-groendaken functioneren binnen het wijkwatersysteem als actieve bron- en buffermaatregel op gebouwniveau. Regenwater wordt vastgehouden en gereguleerd afgevoerd voordat het het maaiveld of het riool bereikt. De maatregel grijpt vroeg in de afwateringsketen in en kan de dimensionering van benedenstroomse voorzieningen beïnvloeden.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: sterke reductie van piekafvoer vanaf dakoppervlakken.
* Wateroverlast: bijdrage aan systeemrobustheid door gespreide berging.
* Droogte: tijdelijke wateropslag kan verdamping ondersteunen.
* Hitte: extra verdamping en vegetatie dragen bij aan lokale verkoeling.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: falen van regelvoorzieningen leidt tot plotselinge afvoerpieken.
* Droogte: opgeslagen water is tijdelijk en niet inzetbaar op maaiveld.
* Hitte: verkoelend effect blijft beperkt tot directe omgeving.
* Wateroverlast: onvoldoende afstemming met rioolcapaciteit kan effect verminderen.

In samenhang bezien zijn retentie-groendaken krachtige ondersteunende maatregelen in dichtbebouwde wijken. Hun effectiviteit is sterk afhankelijk van schaal, technische uitwerking en beheer. Zonder deze randvoorwaarden wegen kosten en complexiteit vaak zwaarder dan de baten.

**Bronnen**: (Nationaal Dakenplan, 2023; Broks & van Luijtelaar, 2015; Langeveld, 2019; Limaheluw et al., 2021).

## Peilbeheer

Peilbeheer is het sturen en reguleren van waterstanden binnen een gebied, met als doel wateroverlast, droogte en bodemdaling te beheersen en het functioneren van het watersysteem te optimaliseren.

### Inhoudelijk

Peilbeheer omvat het vaststellen en actief sturen van waterstanden in sloten, vijvers, singels en andere watergangen. Dit gebeurt via vaste peilen, seizoensgebonden peilen of flexibel peilbeheer, afhankelijk van gebiedstype, bodemopbouw en gebruik. Het peil bepaalt hoeveel water wordt vastgehouden, afgevoerd of beschikbaar blijft in het systeem.

De maatregel werkt niet lokaal of objectgericht, maar op systeemniveau. Peilbeheer beïnvloedt de werking van vrijwel alle andere watermaatregelen in de wijk, zowel bovengronds als ondergronds. Het effect is sterk afhankelijk van samenhang met riolering, bodemopbouw, grondwaterstanden en beheerafspraken tussen betrokken partijen.

#### Effect en inzetbaarheid op hoofdlijnen

* Beïnvloeding van waterstanden in het gehele wijkwatersysteem.
* Beperking van wateroverlast door gecontroleerde afvoer.
* Beperking van droogte en verdroging door vasthouden van water.
* Invloed op grondwaterstanden en bodemvocht.
* Niet toepasbaar als solitaire of snelle maatregel.

#### Ruimte, kosten en onderhoud – kwalitatieve duiding

**Ruimte**  
Peilbeheer vraagt geen extra ruimte in de openbare ruimte, maar stelt eisen aan bestaande watergangen en kunstwerken. De maatregel is daardoor ruimtelijk weinig ingrijpend, maar functioneel bepalend.

**Kosten**  
De directe investeringskosten zijn vaak beperkt en zitten vooral in aanpassingen aan stuwen, gemalen en regelvoorzieningen. Indirecte kosten kunnen aanzienlijk zijn door gevolgen voor beheer, onderhoud en mogelijke aanpassingen elders in het systeem.

**Onderhoud**  
Het onderhoud richt zich op het functioneren van regelvoorzieningen en het monitoren van waterstanden. Structureel beheer en afstemming zijn essentieel; falend peilbeheer heeft direct effect op het gehele systeem.

#### Randvoorwaarden en uitsluitingscriteria

* Vereist samenhangend watersysteem met regelmogelijkheden.
* Niet toepasbaar zonder afstemming met waterschap of beheerder.
* Beperkte toepasbaarheid in sterk versnipperde systemen.
* Risico op schade bij onjuiste peilinstellingen.
* Niet geschikt als tijdelijke of ad-hoc oplossing.
* Sterk afhankelijk van bestuurlijke en beheerafspraken.

### Waarde voor de wijk: voor wie en waarom

Peilbeheer kan grote waarde hebben doordat het randvoorwaarden schept voor een stabiel en voorspelbaar watersysteem. Voor bewoners uit zich dit in minder wateroverlast, minder verdroging van groen en een robuustere leefomgeving.

De sociale waarde is indirect en vaak onzichtbaar. Bewoners ervaren vooral de effecten, niet de maatregel zelf. In wijken waar waterproblemen structureel spelen, kan goed peilbeheer het verschil maken zonder zichtbare ingrepen in de openbare ruimte.

#### Wanneer is de sociale waarde relevant

De sociale waarde is relevant op momenten van extreme neerslag of langdurige droogte, wanneer het effect van peilbeheer merkbaar wordt. Ook op de lange termijn speelt de waarde een rol door het beperken van schade en functieverlies.

#### Sociale risico’s en spanningen

* Onbegrip over veranderingen in waterstanden.
* Weerstand bij gebruikers die nadeel ervaren van aangepast peil.
* Moeilijk uitlegbaar omdat effecten indirect zijn.
* Afhankelijkheid van vertrouwen in beheerder.
* Conflicterende belangen tussen functies in de wijk.

#### Werkt sociaal versterkend samen met

* Bovengrondse bergingen en buffers.
* Groene buffers en natte groenstructuren.
* Communicatie en participatie over waterbeheer.

#### Werkt sociaal minder goed samen met

* Maatregelen die vaste drooglegging vereisen.
* Gebieden met veel functiewisselingen op korte termijn.
* Situaties waarin snelle zichtbare oplossingen worden verwacht.

### Ligging en interactie in het wijkwatersysteem

Peilbeheer functioneert binnen het wijkwatersysteem als overkoepelende systeemmaatregel. Het bepaalt de randvoorwaarden waarbinnen andere maatregelen functioneren. Peilbeheer beïnvloedt zowel de afvoercapaciteit als de beschikbaarheid van water in het systeem en heeft daarmee effect op wateroverlast, droogte en bodemdynamiek.

#### Versterkt binnen het watersysteem

* Wateroverlast: gecontroleerde waterstanden verminderen piekbelasting.
* Droogte: vasthouden van water ondersteunt bodemvocht en groen.
* Hitte: indirecte ondersteuning van groen en verdamping.
* Waterkwaliteit: stabielere waterstanden verbeteren ecologische omstandigheden.

#### Kan conflicteren binnen het watersysteem

* Wateroverlast: te hoog peil vergroot overstromingsrisico.
* Droogte: te laag peil versnelt verdroging en bodemdaling.
* Hitte: beperkte directe invloed zonder aanvullende maatregelen.
* Systeemwerking: verkeerde afstemming beïnvloedt meerdere maatregelen tegelijk.

In samenhang bezien is peilbeheer een essentiële maar onzichtbare maatregel die de effectiviteit van vrijwel alle andere klimaatadaptieve ingrepen beïnvloedt. Zonder passend peilbeheer blijven veel maatregelen suboptimaal functioneren.

**Bronnen**: (Noome et al., 2023; Dirven-van Breemen et al., 2011; Hoogvliet et al., 2016; Niezen, 2024).

## Bibliografie

Boogaard, F., Macke, F., Tax, S., & Lekkerkerk, J. (2015, 9 september). Waterpleinen voor klimaatadaptatie: Case Eikendonkplein ’s-Hertogenbosch. H2O-Online.

Broeksteeg, D. (2009). Onderzoeksrapport afkoppelvoorzieningen: Zuiver beschreven tot de laatste druppel. Hogeschool Van Hall Larenstein.

Broks, K., & van Luijtelaar, H. (2015). Groene daken nader beschouwd: Over de effecten van begroeide daken in breed perspectief met de nadruk op de stedelijke waterhuishouding (STOWA rapport 2015-12). STOWA & Stichting RIONED.

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

Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering. (2012, maart). Maatregelenmatrix: Een overzicht met 155 klimaatmaatregelen. Deltaprogramma.

Dirven-van Breemen, E. M., Hollander, A., & Claessens, J. W. (2011). Klimaatverandering in het stedelijk gebied: Groen en waterberging in relatie tot de bodem (RIVM rapport 607050008/2011). Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Hoogvliet, M., van Meerten, H., Paalman, M., van der Schans, M., Stuurman, R., & Broks, K. (2016). Ondergronds bergen en terugwinnen van water in stedelijk gebied: Een verkenning van de (on)mogelijkheden (STOWA rapport 2016-01). STOWA.

Langeveld, J. G. (2019). Afkoppelen; kansen en risico’s van anders omgaan met hemelwater in de stad (STOWA rapport 2019-22). STOWA.

Limaheluw, J., Vreman, B.-J., van der Meulen, S., Belgers, D., & Bruijns, A. (2021). Stedelijke waterkwaliteit, klimaat en adaptatie: Achtergrondrapport. NKWK Klimaatbestendige Stad.

Nationaal Dakenplan. (2023). Handreiking blauw-groene daken. Nationaal Dakenplan.

Niezen, H. (2024). De wijk in: Samen aan het werk met water. Stichting RIONED.

Noome, W., Feijen, A., Brolsma, R., Moens, M., Verhagen, F., & Föllmi, D. (2023, 15 maart). Praktische handvatten voor een droogtebestendigere inrichting van stedelijk groen: Achtergronddocument (Versie definitief 1.0).

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