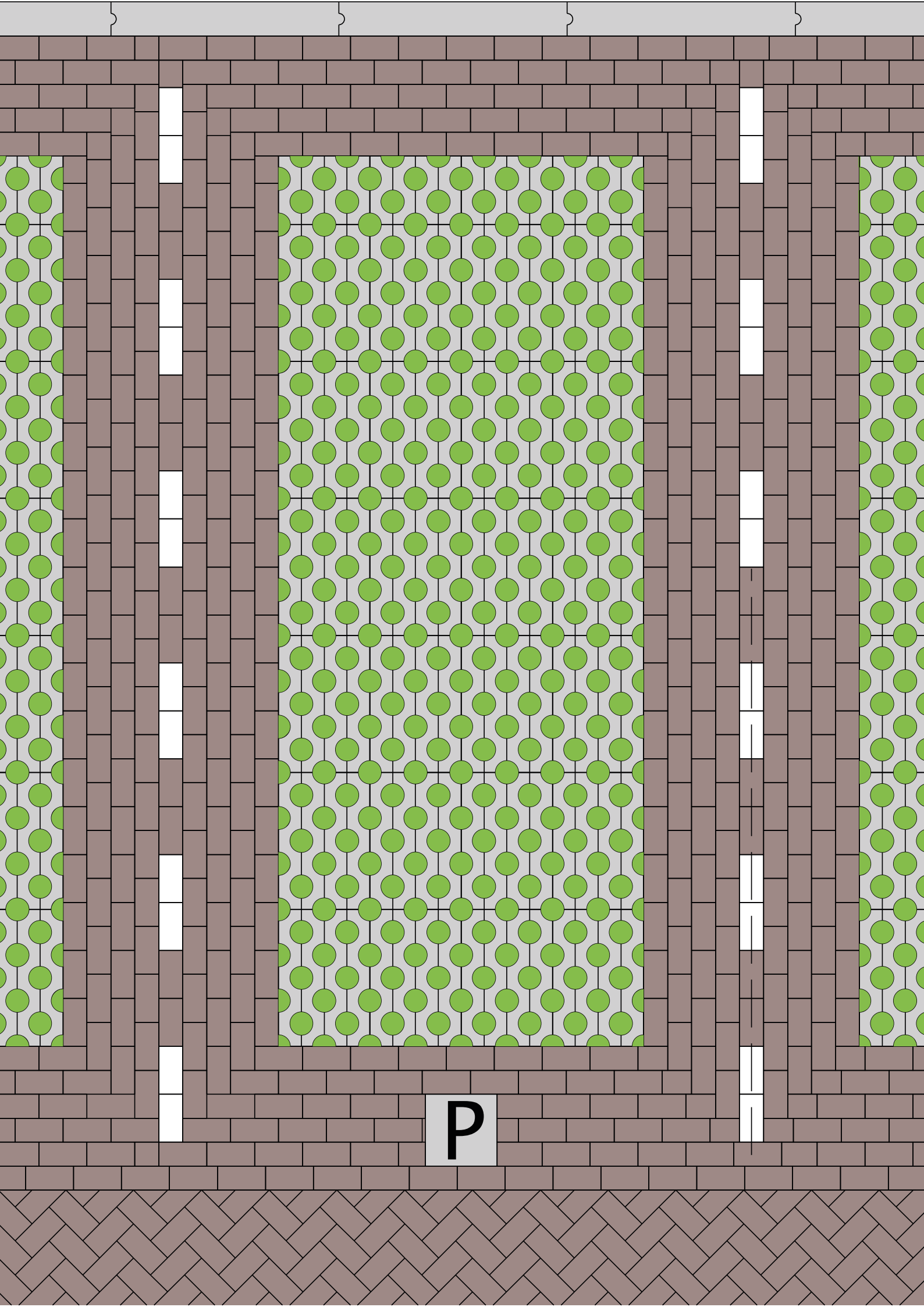


# Infiltratie van regenwater in stedelijk gebied

Wadi's, raingardens en waterdoorlatende verharding

Aandachtspunten bij ontwerp, aanleg en beheer





P

# Waar de druppel valt

Steeds meer projectontwikkelaars en gemeenten gaan anders om met regenwater in de gebouwde omgeving. Niet afvoeren naar het riool, maar aan de oppervlakte bufferen en langzaam in de bodem laten zakken. Zoveel mogelijk dáár waar de druppel valt.



In plaats van naar het riool, wordt regenwater op steeds meer plekken bovengronds afgevoerd.

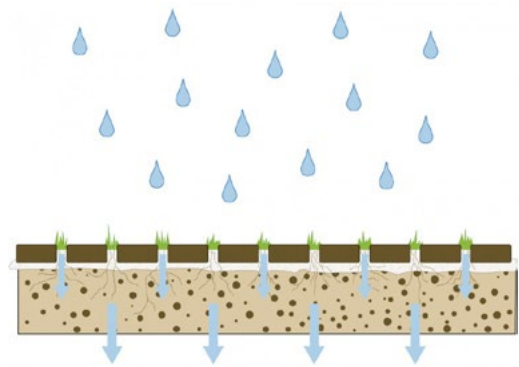
De openbare ruimte in steden en dorpen, vooral in intensief bebouwde binnensteden, is grotendeels verhard. Als het regent, wordt het water dat op daken en straten valt, via straatkolken en het riool zo snel mogelijk afgevoerd. Buiten het zicht van bewoners en bezoekers. Nieuwbouwwijken hebben daarvoor meestal gescheiden rioolstelsels. Onder de straat stroomt regenwater af naar een infiltratievoorziening of naar vijvers, sloten, beken, grachten en kanalen. Bestaande wijken en binnensteden hebben meestal een gemengd stelsel voor regenwater én vuil water. Rioolstelsels zijn duur en vaak niet berekend op hevige regen: dan stroomt het riool over en komt onbehandeld afvalwater in het oppervlaktewater terecht. Andersom, als het een tijd niet regent, verdroogt de bodem en moeten bomen en groenstroken extra water krijgen. In een warme periode leidt een stenige omgeving bovendien tot hittestress. De bestaande watersystemen zijn met het merkbaar veranderende klimaat niet langer toereikend.

Het is dringend nodig om de openbare ruimte op een andere manier in te richten. Bovengrondse afvoer van regenwater is daarbij de sleutel. Water wordt zichtbaar in de stad, zorgt voor verkoeling en bevordert biodiversiteit. De belasting op ondergrondse rioolstelsels wordt beperkt.

Bovengrondse afvoer van regenwater betekent dat water via open goten, holle wegen en open waterlopen zichtbaar afstroomt naar groenstroken. Daar infiltreert het. Waar dat geen kwaad kan, blijft water na een hevige bui iets langer op straat staan: acceptatie is een deel van de oplossing. Bovengrondse afvoer lijkt eenvoudig, maar impliceert toepassing van andere technieken, materialen en ontwerpen. Ontwikkelaars, waterbeheerders en beheerders van de openbare ruimte komen in een andere verhouding tot elkaar te staan. Bewoners worden meer bij het waterbeheer en bij de inrichting van de openbare ruimte betrokken.



Bovengrondse afvoer van regenwater naar een wadi.



Afvoer van regenwater via infiltrerende verharding.

## Nut en noodzaak

Het klimaat verandert en de bebouwde oppervlakte in ons land dijt uit. Het is urgent dat we de openbare ruimte écht gaan gebruiken om regenwater te bergen en te infiltreren.

Regenwaterinfiltratie vergroot de sponswerking van de stad. Het bestrijdt droogte en beperkt bodemdaling. Het riool wordt minder belast en de (woon) omgeving wordt groener en koeler. Voor stedelijke natuur is het cruciaal.

Feit is, dat steeds meer mensen het onlogisch vinden dat schoon regenwater zomaar via het riool verdwijnt. En andersom: als wateroplossingen goed worden uitgevoerd, kunnen die het straatbeeld verrijken met natuurlijk en gevarieerd groen in bermen en plantsoenen, langs gevels en rond boomspiegels.

Uitgangspunt in deze factsheet is dat regenwater kan infiltreren waar de druppel valt. Liefst zichtbaar, met zo weinig mogelijk riolering. Dus dóór de verharding of via verharding naar groenstroken langs de straat. De regenafvoer van gebouwen komt uit in wadi's en raingardens. Die kunnen regenwater korte tijd bufferen en langzaam in de bodem laten zakken. Het is ook mogelijk de bestrating zelf te verbeteren door toepassing van waterpasseerbare en doorgroeibare

stenen. In deze publicatie bespreken we beide opties:

- Bovengrondse infiltratie via wadi's en raingardens.
- Waterdoorlatende verharding zoals doorgroeibare stenen.

We bespreken de belangrijkste do's-and-don'ts. Welke ervaringen zien we in de praktijk? Waar moet je rekening mee houden bij ontwerp en aanleg? Wat vinden de bewoners ervan? Waar moet je op rekenen bij beheer en onderhoud?

Er is veel kennis beschikbaar en er zijn al duizenden kleinschalige projecten gerealiseerd. In deze factsheet bespreken we de meest actuele inzichten. Ontwikkelaars, gemeenten, stedenbouwkundigen, landschapsarchitecten en beheerders van de openbare ruimte kunnen er hun voordeel mee doen.

# Leren van de praktijk

Projecten met regenwaterinfiltratie zijn overal te vinden. In hoog en laag Nederland, zelfs in diepe polders. In steden en dorpen. In woonwijken en stadscentra. Op en langs doorgaande wegen en op parkeervakken.

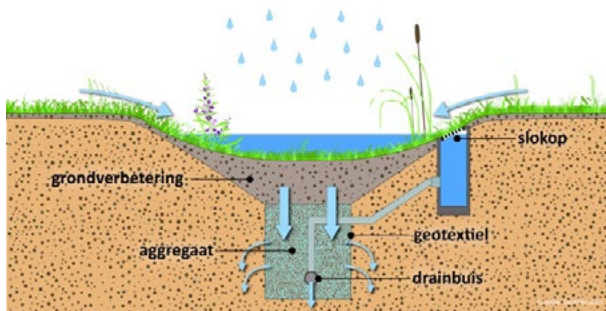
## Wadi

Een wadi (verkort van waterafvoer, drainage en infiltratie, tevens Arabisch voor 'droge rivierbedding') bestaat meestal uit een verlaging van een groenstrook of een gazon waar de omgeving en/of omliggende gebouwen op afwateren. Met een flauw talud ligt de bodem van een wadi zo'n 30 tot 50 centimeter onder maaiveldniveau, maar nog steeds boven het grondwaterpeil. De bodem bestaat uit een mengsel van tuinaarde en zand. De bedoeling is, dat een volle wadi in een tijdsbestek van maximaal 48 uur leegloopt.

De eerste wadi's zijn in de jaren 90 in de nieuwbouwwijk Ruwenbos in Enschede aangelegd en functioneren nog steeds prima. Inmiddels zijn er in Nederland duizenden te vinden.



Doorsnede droge wadi. In de ondergrond bevindt zich aggregaat (beschermd met geotextiel) en een drainagebuis.



Doorsnede gevulde wadi. Als het water boven een zeker peil komt, stroomt het via de slokop direct af naar de drainagebuis.



De wadi's in Ruwenbos (Enschede) functioneren na vele jaren nog steeds uitstekend.



## Projecten in beeld

Duizenden projecten zijn in kaart gebracht op [www.climatescan.nl](http://www.climatescan.nl). Niet alleen projecten in de openbare ruimte; ook op particuliere grond. Niet alleen in Nederland; ook elders in de wereld



Raingardens in Amsterdam markeren de overgang tussen de openbare weg en de toegang tot de woningen.



## Raingarden

Sinds een jaar of vijf kennen we in Nederland zogenoemde raingardens. Een raingarden is een verdiept aangelegd plantvak: een ‘engineered garden’. Een raingarden is begroeid met meer soorten vegetatie dan een wadi en is daarmee aantrekkelijk voor vogels en insecten. Regenwater wordt vanuit regenwaterafvoeren van gebouwen en vanaf de omliggende bestrating naar de raingarden geleid. Daar zakt het water langzaam weg in de ondergrond. Plantenwortels dragen ertoe bij dat de bodem van de raingarden openblijft.

## Stedelijke infiltratiekansen

In de Klimaat-effectatlas is een kaart opgenomen met stedelijke infiltratiekansen (zie <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/stedelijk-infiltratiekansen>). Deze kaart laat rode spots zien waar de kansen kleiner zijn dan elders en de aanleg van waterdoorlatende verharding, wadi’s en raingardens kritisch is. Toch is ook daar met extra maatregelen voldoende infiltratiecapaciteit mogelijk.

## Waterdoorlatende verharding

Bij waterdoorlatende verharding zijn parkeervakken of delen van de rijbaan waterdoorlatend. Door gebruik van goede materialen en een juiste opbouw van het cunet heeft de straat niet alleen genoeg draagkracht, maar ook voldoende infiltratievermogen.

Diverse verhardingsmaterialen kunnen hiervoor worden toegepast:

- Doorwortelbare (of doorgroeibare) stenen. Deze stenen hebben open delen waar gras, sedum, microklaver of iets anders kan groeien. Wanneer de wortels de ondergrond bereiken en er zich een gezonde bodem met voldoende organisch materiaal ontwikkelt, blijft de bodemstructuur open en de infiltratiecapaciteit jarenlang in stand.
- Waterdoorlatende stenen. Hierbij infiltreert overtollig regenwater door de stenen naar het substraat eronder. De voegen kunnen smal zijn, aangezien het totale infiltrerende vermogen rust op de stenen zelf.
- Waterpasseerbare verharding. Dit bestaat uit dichte stenen die voorzien zijn van nokken zodat brede voegen open blijven. De voegen worden gevuld met grof materiaal waardoor regenwater wegstroomt.
- Halfverharding. Hierbij gaat het om onsaamenhangend materiaal dat is verdicht. Het is vaak mogelijk op wandel- en fietspaden.

Doorwortelbare, waterdoorlatende en waterpasseerbare stenen liggen op een ondergrond waarvan de samenstelling afhankelijk is van lokale omstandigheden en de functie van de weg. Vaak ligt er ook een infrastructuur van drains en straatkolken die voldoende infiltratie garandeert. Soms is er een bergingslaag aangelegd met infiltratiekratten die extra water bufferen bij een piekbui en daarna geleidelijk in de grond laten zakken.

## Kan het overal?

De duizenden praktijkvoorbeelden laten zien dat bovengrondse infiltratie via wadi's, raingardens en waterdoorlatende verharding in principe overal mogelijk is. Afhankelijk van bodemsamenstelling en de grondwaterstand is het soms nodig een wadi extra groot te maken of extra drainage aan te leggen. In het algemeen geldt: hoe groter het infiltrerende oppervlak, hoe beter. Als er niet genoeg ruimte is, is afvoer of overstort via straatkolken of een slokop naar een drainage- en infiltratiebuis aan te raden. Soms zijn aanvullende voorzieningen nodig zoals bovengrondse afvoer naar een watergang.

## Vier soorten waterdoorlatende verharding



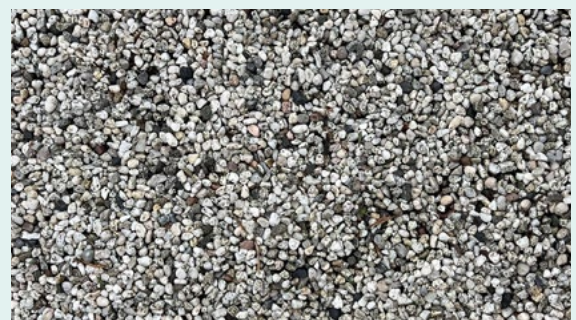
Doorgroeibare (of doorwortelbare) verharding



Waterdoorlatende stenen



Waterpasseerbare verharding



Halfverharding

# Eisen aan infiltratiecapaciteit

Door klimaatverandering komen extreme buien vaker voor. Bij de inrichting van de openbare ruimte moeten we hierop inspelen. Er bestaan echter geen landelijke eisen. Gemeenten mogen die zelf bepalen.



Wadi's zijn in principe overal mogelijk. Dat bewijst de natuurlijk ingerichte wadi in de Harkstraat in Amsterdam: 5 meter onder NAP.

## Wadi's en raingardens

Als ontwerpvereiste voor een wadi of een raingarden geldt dat deze na een piekbui binnen 48 uur weer leeg is. Dat is een richtlijn die beschreven is in de kennisbank van RIONED, de koepelorganisatie voor stedelijk waterbeheer.

Veel gemeenten schrijven echter een infiltratiecapaciteit van minimaal 50 cm per dag voor. Dan zou een volle wadi van 50 cm diep al binnen één etmaal leeg zijn. Dat is geen probleem zolang het water maar niet via het grondwater direct verdwijnt naar het oppervlaktewater. In het algemeen lijkt dat echter te streng. Het is nu juist de bedoeling dat regenwater het grondwater bereikt. Daarvoor is tragere infiltratie beter. Kans op wateroverlast is er in de praktijk nauwelijks, zeker niet als de wadi wordt uitgevoerd met een slokop en een drainage- en infiltratiebuis. Als een wadi langzamer leegloopt is de verblijftijd van (licht) verontreinigd water in de toplaag van de wadi bovendien langer waardoor het water beter wordt gezuiverd.

In de loop der jaren kan de infiltratiecapaciteit van een wadi iets verminderen, bijvoorbeeld door betreding en bladval. Dat levert gezien de vele praktijkvoorbeelden in Nederland slechts in enkele gevallen overlast op. Het ontwerp en de kwaliteit van aanleg en beheer zijn bepalend voor een duurzaam resultaat.

## Waterdoorlatende verharding

De eisen die gemeenten aan waterdoorlatende bestrating stellen, worden vaak ontleend aan de beoordelingsrichtlijn BRL 2317. Volgens deze richtlijn moet een waterkolom van 194,4 mm in één uur via de verharding kunnen wegzakken (equivalent met 540 liter per seconde per hectare).





Een full-scale test geeft een betrouwbaar beeld van het infiltratievermogen van een verhard oppervlak.

## Meten is weten

De infiltratiecapaciteit van een straat kan worden bepaald met een zogenoemde infiltrometer. Zo'n meter bestaat uit een cilinder die op het wegdek wordt gezet. De cilinder wordt gevuld met water. Een rubberen ring zorgt dat water alleen door de verharding weg kan stromen. De snelheid waarmee de waterkolom daalt, is een maat voor de infiltratiecapaciteit. Het is een kleinschalige proef waarvan de uitkomst niet altijd representatief is voor een hele straat.



Een beter beeld wordt verkregen met een full-scale test. Hierbij wordt een deel van de straat met zandzakken omdijkt en onder water gezet. Opnieuw is de snelheid waarmee het water zakt een maat voor de infiltratiecapaciteit. Zo'n uitgebreide test geeft een betrouwbaar resultaat en meer inzicht in hoe de totale voorziening functioneert. De straat wordt tijdelijk geblokkeerd voor verkeer, maar het voordeel is, dat het voor spektakel zorgt en dat bewoners ervaren dat ze in een bijzondere straat wonen.

In de praktijk realiseert waterdoorlatende verharding een capaciteit van gemiddeld 300 mm per uur. Zelfs na een plensbui liggen er nauwelijks plassen op straat. Ook niet als meer verhard oppervlak naar de straat afwatert of als de straat niet vlak ligt. De spreiding is echter groot. Uit metingen blijkt dat sommige doorlatende verhardingen met 30 tot 50 mm per uur amper beter presteren dan gesloten klinkerverharding. Er zijn ook straten die, vaak kort na oplevering, een infiltratiecapaciteit van meer dan 10.000 mm per uur realiseren. Het blijkt dat niet alleen het ontwerp, maar ook de kwaliteit van aanleg, onderhoud en beheer zeer bepalend zijn voor een goed resultaat.

### Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving

In een brief aan de Tweede Kamer (23 maart 2023) is een Landelijke maatlat groene klimaatadaptief

gebouwde omgeving gepresenteerd. Deze maatlat is ontwikkeld om aan te geven hoe gemeenten bij de inrichting van de openbare ruimte rekening kunnen houden met de gevolgen van klimaatverandering. Op basis van praktijkervaringen bekijkt het Rijk hoe toepassing van de maatlat kan worden ondersteund, hoe dat kan worden geborgd in wetgeving, welke kosten ermee zijn gemoeid en bij wie deze terechtkomen. De maatlat schrijft onder andere voor dat er geen waterschade mag ontstaan bij een bui met een neerslagsom van 70 mm per uur. Met het veranderende klimaat moeten we erop rekenen dat zo'n bui eens per 100 jaar voorkomt. Het is extreem, maar niet ondenkbaar: in landen om ons heen zijn in de zomer van 2023 al buien gevallen met meer dan 200 mm neerslag in een dag en 150 mm in twee uur. De maatlat schrijft verder voor dat er geen waterschade mag ontstaan als er enige tijd 200 mm water op straat staat.

# Aandachtspunten bij ontwerp

## Wadi's en raingardens

Wadi's en raingardens vormen een onderdeel van de groenvoorziening in een wijk. Door deze voorzieningen slim in het ontwerp mee te nemen, kosten ze per saldo maar weinig extra ruimte.

- Een wadi heeft bij voorkeur een **flauw talud** van maximaal 1:3. Dan is een wadi veilig toegankelijk en bespeelbaar. Ook zijn beheer en onderhoud dan met gebruikelijke machines mogelijk.
- De meeste wadi's zijn **begroeid met gras** en zijn dus eigenlijk een verdiept gazon.
- De laatste jaren zie je ook meer wadi's die **natuurvriendelijk** worden ingericht: met gevarieerde beplanting. Er zijn aanwijzingen dat de infiltratiecapaciteit van een natuurlijk ingerichte wadi langer in stand blijft dankzij een betere doorworteling van de grond.
- \* De infiltratiesnelheid wordt groter met **diep wortelende planten**. In zandgrond maakt dat niet zoveel verschil, maar wel als de grond veel leem bevat.
- Een raingarden heeft vaak **rechte wanden of een steil talud** en de grond ligt 20 tot 30 centimeter onder straatniveau. De omgeving watert naar de raingarden af.
- Een raingarden is gevuld met **granulaat (lava, grind of argex) in combinatie met een bodemlaag**. De vegetatie is vrijwel altijd natuurvriendelijk en er groeien verschillende planten. De wortels houden de bodem open.
- Zowel wadi's als raingardens kunnen worden uitgevoerd met een **drainage- en infiltratiebuis**, gecombineerd met een slokop. Als het water bij overvloedige regen te hoog dreigt te komen, stroomt het direct naar de infiltratiebuis af.



Boven: raingarden.  
Rechts: wadi in Rijswijk-Buiten  
(foto Nanda Sluijsmans).





## Waterdoorlatende verharding

Waterdoorlatende verharding is meestal goed toepasbaar op pleinen, voetgangers- en fietsstraten, parkeerplaatsen en opritten. Verder zijn er kansen op middenstroken van minder intensief bereiden wegen.

- Zowel voor doorgroeibare, doorlatende als waterpasseerbare verharding zijn **tientallen producten** op de markt in uiteenlopende materialen, vormen en formaten. Voor iedere toepassing en beeldkwaliteit is wel een goed product te vinden. Vaak zie je ook combinaties van producten of een afwisseling van open en dichte bestrating en groenstroken.
- Een **back-upstelsysteem** met straatkolken of een slokop, gekoppeld aan een drainage- en infiltratiebuis neemt het risico van wateroverlast bij piekbuien weg. Het biedt bovendien de mogelijkheid om achteraf de waterafvoer te regelen. Soms zijn ondergrondse infiltratiekragen of een geperforeerd IT-riool (infiltratie en transport) met een grote diameter wenselijk voor extra waterberging.
- Waterdoorlatende verharding is **geen middel om te besparen op de kosten voor riolering en waterzuivering**. De besparing staat namelijk tegenover extra kosten voor drainage en infiltratievoorzieningen, beheer en onderhoud.
- Pas op met waterdoorlatende verharding in straten met een **hoogteverschil**. Dan is het infiltrerende oppervlak kleiner en verzamelt zich sediment op lageregelegene plekken, bijvoorbeeld bij verkeersdrempels. Dat veroorzaakt dichtslibbing waardoor de infiltratiecapaciteit afneemt en modder op straat achterblijft.
- Wees voorzichtig met waterdoorlatende verharding onder bladverliezende bomen en heesters. Bladval kan **dichtslibbing** veroorzaken. Pas ook op bij wegen waar grond of sediment vrijkomt uit (land)bouwverkeer of tuintjes.
- Waterdoorlatende verharding, zeker bij gebruik van geotextiel, kan beter **niet boven kabels en leidingen** worden aangelegd. Als de weg voor onderhoud open moet, is het vaak lastig te regelen dat de verharding op de juiste manier wordt hersteld.



Waterdoorlatende verharding in de wijk Ackerswoude (boven) en karrespoor voor vuilniswagen (onder), beide in Pijnacker (foto's Nanda Sluijsmans).

# Aandachtspunten bij aanleg

## Wadi's en raingardens

De aanleg van een wadi of een raingarden is maatwerk. Dimensionering, vorm, bodemopbouw en beplanting hangen nauw samen met het afwaterende oppervlak, de doorlatendheid van de ondergrond, de grondwaterstand en de beschikbare ruimte.

### Raingarden

- Een raingarden heeft een **steil talud of steile wanden** met een opsluitband of borderrand. Het is belangrijk dat deze rand het afstromende water vanuit de omgeving onbelemmerd doorlaat.
- De bodem van de raingarden kan bestaan uit verschillende mengsels van zand, grind, grond, lava en kleikorrels (argex). De mengsels **verhogen** **buffering en infiltratie**. De bovenste laag bestaat uit een mengsel dat geschikt is voor beplanting.
- Een volle raingarden moet **in 48 uur weer leeg** zijn (net als een wadi). Een slokop gekoppeld aan een drainage- en infiltratiebuis neemt het risico op overstromen weg.



Regentuin met een strook doorgroeibare verharding in Antwerpen (foto Nanda Sluijsmans).



Autoloze straat met wadi met wilde bloemenwei in Pijnacker (foto Nanda Sluijsmans).

## Wadi

- Veel wadi's in bestaand stedelijk gebied zijn aangelegd op plekken waar voordien een grasveld was. Het veld wordt dan zo'n **30 tot 50 cm verdiept**, waarna het gras terugkomt en het veld weer op dezelfde manier voor recreatie of spel gebruikt kan worden.
- Een wadi met **gevarieerde beplanting** is vaak duurder in aanleg. Het beheer is daarentegen extensiever en daardoor goedkoper.
- De wadibodem bestaat uit grond die qua samenstelling (lutum- en humusgehalte) zo is gekozen dat deze **goed infiltreert en voeding geeft** aan het beoogde gewas. Vaak zijn het drie delen aarde en twee delen zand.
- De wadi kan worden uitgerust met een **slokop en een drainage- en infiltratiebuis**. Wanneer het water in de wadi te hoog komt, stroomt het via de slokop weg.



Aanleg van een van de eerste wadi's in Nederland in Ruwenbos (Enschede) met een drainagekoffer bestaande uit aggregaat (donkergekleurd) en geotextiel (wit).

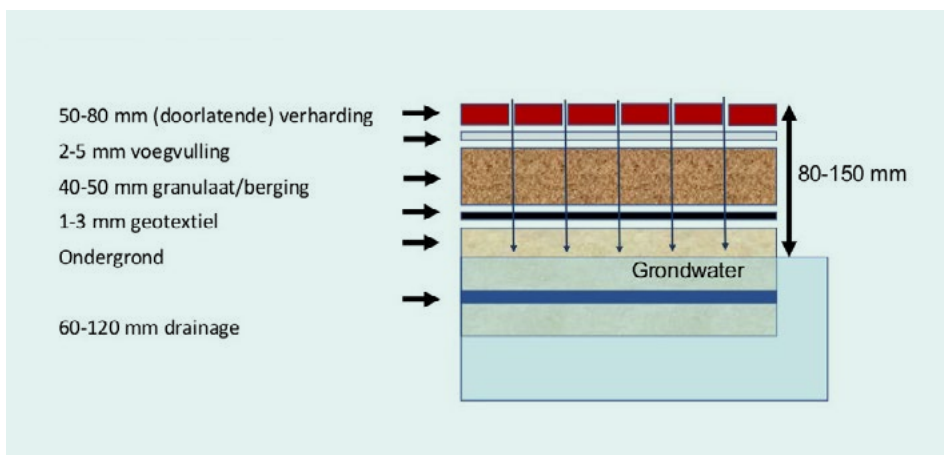
## Waterdoorlatende verharding

De aanleg van waterdoorlatende verharding vraagt om bijzondere aandacht. Het systeem is kwetsbaar voor fouten. Deskundig toezicht is bij straatwerk erg belangrijk. Dat is bij reguliere verharding zo, maar zeker bij waterdoorlatende verharding.

### Doorgroeibare verharding

- Doorgroeibare verharding wordt **op een ondergrond (substraat) gelegd**, bestaande uit een mengsel van zand en tuinaarde. Het substraat moet waterdoorlatend zijn, maar ook voldoende vocht vasthouden voor droge perioden. Verder moet het voldoende organisch materiaal bevatten om voeding te geven aan het gewas. De substraatleverancier kan hierover adviseren.
- Het inveegsubstraat is soms net anders qua samenstelling. Het vult de openingen in de stenen tot enkele centimeters onder de bovenrand. Het gewas blijft hierdoor **beschermd tegen kapotrijden** waardoor het beter aanslaat. Dat verkleint bovendien de kans op modder als het hard regent.
- Soms wordt **geotextiel** toegepast om te voorkomen dat de substraatlaag uitspoelt. Dat is echter af te raden. Zeker bij een relatief hoge grondwaterstand. Geotextiel kan namelijk dichtslibben, waardoor de infiltratiecapaciteit al na een paar jaar afneemt. Als toch geotextiel wordt gebruikt, kies dan een poriëngrootte (O90-waarde) van minimaal 500 micron.
- Doorgroeibare verharding is succesvol als het gewas daadwerkelijk aanslaat. Dan zorgen de **wortels van planten** dat de grond openblijft. Planten slaan het best aan als de verharding in het voorjaar of in het najaar wordt gelegd.
- Doorgroeibare verharding hoeft **niet op afschot** te liggen. De bedoeling is nu juist dat regenwater niet afstroomt naar de zijkant van de weg, maar door de verharding in de bodem zakt.

De ondergrond van doorgroeibare verharding moet waterdoorlatend zijn, maar ook vocht vasthouden om gewas te laten groeien.



Opbouw van een cunet met waterdoorlatende verharding





De infiltratiecapaciteit neemt snel af als de bestrating te vroeg in het proces wordt aangelegd en (bouw)verkeer de bestrating dichtrijdt.

### Waterpasseerbare verharding

- Bij waterpasseerbare verharding volstaat een **normale fundering van puingranulaat** en een zandbed, afhankelijk van de omstandigheden en de belasting van de weg. Daarin verschilt waterpasseerbare verharding dus niet van gesloten klinkerverharding.
- Pas op met ongewassen mengsels met puingranulaat. Kalk en kleine deeltjes in het granulaat **veroorzaken dichtslibbing**, vooral in combinatie met geotextiel.
- Net als doorgroeibare verharding ligt waterpasseerbare verharding **niet op afschot**.
- De bestrating wordt vaak enkele keren **met het juiste materiaal ingeveegd**. Dan blijven de voegen doorlatend en kan de bestrating zich zetten. Bij waterpasseerbare verharding luistert dat extra nauw aangezien de voegen zorgen voor de gewenste infiltratie.
- Door bouwverkeer wordt de bestrating **snel dichtgereden**. Dat is een risico als de bestrating in een nieuwbouwwijk te vroeg wordt gerealiseerd.



# Betrokken bewoners

Veruit de meeste bewoners zijn positief over voorzieningen om regenwater te bergen en te infiltreren. In enkele gevallen zijn er klachten over water op straat, modder of kale plekken. Vragen zijn er over muggen en plaagdieren.

## Onbekend maakt onbemind

Veel bewoners weten niet dat er in hun woonomgeving voorzieningen zijn getroffen om regenwater te infiltreren. Sterker nog: ook beheerafdelingen van sommige gemeenten weten niet waar in hun gebied waterdoorlatende verharding te vinden is. Dat is verontrustend, want dan wordt het waarschijnlijk ook niet speciaal beheerd en kan het binnen een paar jaar zijn functie verliezen. Onbekend maakt onbemind.



Veruit de meeste bewoners zijn positief over een inrichting van de openbare ruimte met wadi's en raingardens. Wadi en speelplek in één, omgeving Nijmegen (foto Nanda Sluijsmans).

## Positief

Als bewoners in een vroeg stadium worden betrokken, of op z'n minst goed zijn geïnformeerd, hebben zij in het algemeen positieve waardering voor de getroffen maatregelen. Veel mensen zijn zich immers bewust van de verschraving van de natuur en vinden het niet meer van deze tijd dat regenwater zomaar via het riool verdwijnt. Steeds meer mensen beperken om die reden ook in hun eigen tuin het percentage verharding.

Een merkbaar positief effect van oppervlakkige waterafvoer is de vergroening van de woonomgeving. Ook verkoeling is een belangrijk positief effect. Planten geven schaduw en zorgen voor verdamping. In een woonstraat kan dat 's zomers wel drie graden schelen. Ook dat wordt door bewoners steeds meer gewaardeerd.

## Negatief

Klachten zijn er soms wanneer regenwater niet goed genoeg infiltreert waardoor na hevige regen lang water blijft staan op plekken die daarvoor niet zijn ingericht. Het kan dan modderig worden. Ook kale plekken, bijvoorbeeld als de begroeiing wordt kapotgereden, leveren geen fraai beeld op. Door de verharding goed aan te leggen, zijn die risico's te beperken. Waterdoorlaatbare verharding met grote openingen en brede voegen is soms lastig begaanbaar met bijvoorbeeld een buggy of een rollator. Problemen zijn te voorkomen door een goed ontwerp op de juiste plaatsen, met een afwisseling van dichte en halfopen delen.

## Muggen en andere plaagdieren

Beheerders krijgen vaak de vraag of stilstaand water in een wadi of raingarden geen muggen aantrekt. Het antwoord is nee. Als het goed is, staat er nooit langer dan 48 uur water in, terwijl muggenlarven minimaal vijf etmalen nodig hebben om uit te komen. Een andere veelgehoorde vraag is of wadi's en raingar-





Door een slimme afwisseling van open en gesloten verharding is de straat voor iedereen goed begaanbaar (foto Nanda Sluijsmans).

dens geen ratten aantrekken. Ook dat is niet het geval. Plaagdieren komen af op zwerfvuil en voedselresten. En ja, die kunnen ook in wadi's en raingardens terechtkomen. Maar de oorzaak van het probleem is vervuiling op straat. Plekken met extra biodiversiteit, zoals wadi's en raingardens, zorgen er juist voor dat plaagdieren meer natuurlijke vijanden hebben.

### **Bewoners betrekken**

Het is belangrijk bewoners vroeg te betrekken bij een plan voor toepassing van bovengrondse waterafvoer. Zorg in ieder geval voor goede informatie. Bewoners kunnen meedenken over de keuze van stenen en beplanting of ideeën aandragen voor vormgeving en inrichting van een wadi of raingarden. Soms kan een wadi ook worden ingericht als waterspeelplaats of kunnen bewoners een raingarden adopteren. Een bijzondere

manier om bewoners te betrekken, is de uitvoering van een full-scale test om de infiltratiecapaciteit van een weg te meten.

Als bewoners weten waarvoor deze oplossingen zijn gekozen en begrijpen hoe ze bijdragen aan een natuurlijk watersysteem, hebben zij er ook meer waardering voor. Het stimuleert om ook in eigen tuin aan de slag te gaan met klimaatadaptatie.

Bovendien zijn bewoners een belangrijke partner bij monitoring en beheer. Zij zien het eerder dan een gemeentelijke afdeling Beheer wanneer regenwater te lang op straat blijft staan of wanneer een wadi of raingarden overstroomt. Als zij daar melding van maken, kan de beheerder maatregelen nemen om de infiltratie te herstellen. Snel ingrijpen spaart vaak kosten.

# Aandachtspunten bij beheer

## Wadi's en raingardens

Wadi's en raingardens kunnen door goed beheer lange tijd mooi blijven en hun infiltratiecapaciteit behouden. Er zijn enkele punten waar beheerders rekening mee moeten houden.



Visuele inspectie is belangrijk om dichtslibbing van infiltrerende voorzieningen in een vroeg stadium te voorkomen.

### Infiltratiecapaciteit

- De infiltratiecapaciteit van een wadi of raingarden blijft bijna altijd vele jaren in stand. De praktijk laat dat zien. Soms leidt bladval of betreding tot **enige dichtslibbing**. Soms is het **grondwater (sterk) ijzerhoudend**. In combinatie met geotextiel, kan dat dichtslibbing veroorzaken bij drainage.
- Een te lage infiltratiecapaciteit of dichtslibbing is meestal te verhelpen door de grond te **verticute-**  
**ren**. Soms kan **andere vegetatie** helpen. Mocht dat niet genoeg zijn, dan wordt de bovenste laag afgegraven en opnieuw ingericht met een nieuw grondmengsel en nieuwe beplanting.
- Snel ingrijpen bespaart kosten. Daarom is **visuele inspectie** zo belangrijk. Dat onderstreept ook hoe belangrijk het is om bewoners bij ontwerp en aanleg te betrekken.



### Groenonderhoud

- Als het talud van een wadi niet steiler is dan 1:3 kan deze **met gebruikelijke machines worden gemaaid**, net als een grasveld. Een flauw talud is uiteraard ook belangrijk voor de veiligheid.



- Natuurlijk ingerichte wadi's en raingardens zijn begroeid met meer soorten. Deze worden bij voorkeur **extensief beheerd**. Dat wil zeggen: hooguit twee keer per jaar snoeien en onkruid weghalen.

### Zware metalen

- Zware metalen die in regenwater zijn opgelost, bijvoorbeeld afkomstig van loodslabben, zinken daken en dakgoten, blijven achter in de bodem van een wadi of raingarden. Het is aan te bevelen om **eenmaal per vijf jaar metingen te doen** op punten waar het meeste water infiltreert.
- Als **wettelijke normen worden overschreden**, zijn maatregelen nodig. Hoogopgaande beplanting kan bijvoorbeeld voorkomen dat mensen (kinderen) in contact komen met verontreinigde grond. Verontreiniging kan worden gebonden met speciale planten (fytoremediatie). Soms worden mengsels van ijzeroxide en actief kool gebruikt om zware metalen en PAK's te binden.

Op punten waar het meeste water infiltreert is meting op zware metalen eens per vijf jaar aan te bevelen.

## Waterdoorlatende verharding

Het beheer van straten en terreinen met waterdoorlatende verharding vraagt speciale aandacht. Waar moet je aan denken? Goed beheer brengt kosten met zich mee waar de gemeente vooraf rekening mee moet houden.

### Doorgroeibare verharding

- **Schoonmaken van wegdelen** met doorgroeibare verharding moet handmatig gebeuren. Veegwagens of een ZOAB-reiniger zijn daarvoor niet geschikt. Die beschadigen de beplanting.
- Begroeiing kan worden bijgehouden met een **bosmaaier**. Het is slim om bij het maaien van parkeervakken vooraf een briefje bij omwonenden in de bus te doen om te vragen even ergens anders te parkeren.
- **Maaien van gras** in doorgroeibare verharding is meestal slechts driemaal per jaar nodig, afhankelijk van het gebruikte grasmengsel en de verkeersbelasting. Voor de infiltratie is het overigens beter om zo weinig mogelijk te maaien. Dan groeien planten hoger op en steken de wortels dieper. Bewoners vinden dat echter niet altijd mooi.
- Bij begroeiing met sedum of klaver is **maaien vaak niet nodig**.
- Als er werkzaamheden in de grond nodig zijn, moeten daarna de substraatlaag, de verharding, eventueel het geotextiel en de beplanting weer

worden hersteld. Dat is lastig, vooral in het proces. Daarom wordt aanbevolen doorgroeibare verharding **niet boven kabels en leidingen aan te leggen**.

### Waterpasseerbare verharding

- Schoonmaken van wegdelen met waterpasseerbare verharding kan handmatig of met een veegwagen gebeuren. Een **ZOAB-reiniger is niet geschikt** omdat die vaak ook het grit tussen de stenen opzuigt.
- Ook **hogedrukreiniging (met perslucht)** is mogelijk. In buurlanden, bijvoorbeeld Duitsland, worden ook kleinere en multifunctionele machines ingezet.
- Gemiddeld eens per vier jaar is proactief onderhoud nodig om de infiltratiecapaciteit op peil te houden. Daarvoor is een **ZOAB-reiniger wél geschikt**. Fijne suspensie die de infiltratie kan belemmeren, wordt dan verwijderd. Daarna moet de straat weer opnieuw enkele malen worden ingeveegd.
- Ook waterpasseerbare verharding kan met goed onderhoud 20 tot 40 jaar **voldoende infiltratiecapaciteit** behouden.



Soms kan een terrasreiniger met hogedrukreiniging worden gebruikt om waterdoorlatende verharding schoon te maken.

# Aan de slag

Het klimaat verandert snel en de bouwopgave is enorm. Daarom is het urgent om nú aan de slag te gaan en de openbare ruimte op grote schaal te benutten voor infiltratie. Daarvoor is steeds meer kennis en informatie beschikbaar.

## Referenties

Er zijn inmiddels duizenden binnen- en buitenlandse projecten met infiltratievoorzieningen gerealiseerd. Het is aan te bevelen om bij een nieuw project van deze referenties kennis te nemen. Veel projecten zijn te vinden op [www.climatescan.nl](http://www.climatescan.nl). Dit is een interactieve tool voor uitwisseling van kennis over maatregelen voor een groene en blauwe ruimtelijke inrichting. Iedere publieke en private initiatiefnemer kan projecten aan het overzicht toevoegen.

## Meer informatie

Er wordt voortdurend nieuwe kennis over waterdoorlatende verharding en bovengrondse infiltratievoorziening ontwikkeld:

- [Deltares](#) werkt samen met hogescholen en universiteiten aan een praktijkonderzoek naar het daadwerkelijk functioneren van waterdoorlatende verharding en bovengrondse infiltratie.
- In februari 2024 heeft Deltares de studie '[Door-groeibare verhardingen in praktijk](#)' uitgebracht. Dit onderzoek geeft op grond van ervaringen advies over ontwerp, aanleg en beheer.
- Het [Overleg Standaarden Klimaatadaptatie \(OSKA\)](#) gaat met verschillende partijen in gesprek om te bevorderen dat nieuwe inzichten over klimaatverandering een plek krijgen in standaarden voor het ontwerpen, bouwen en onderhouden van gebouwen, infrastructuur en openbare ruimte.
- Het kennisplatform [CROW](#) werkt aan richtlijnen, opleidingen en praktische tools voor inrichting van de openbare ruimte.
- De Kennisbank [Groenblauwe netwerken](#) helpt om passende maatregelen te vinden en inspireert door aantrekkelijke voorbeelden.

- Het Kennisportaal [Klimaatadaptatie](#) geeft praktische informatie, handige hulpmiddelen, inspirerende voorbeelden en de laatste nieuwtjes voor iedereen die met klimaatadaptatie aan de slag gaat.
- De Maatlat [klimaatadaptieve groene gebouwde omgeving](#) biedt houvast voor overheden, woningcorporaties en partijen uit de bouw zoals projectontwikkelaars. De maatlat beschrijft prestatie-eisen en geeft richtlijnen voor de thema's wateroverlast, droogte, hitte, biodiversiteit, bodemdaling en gevolgbeperking overstromingen.

# Verantwoording

## KAN Bouwen

Het platform [KAN Bouwen](#) is bedoeld om kennis te ontwikkelen en ervaringen te delen op het gebied van klimaatadaptief bouwen, wateroverlast, hittestress, biodiversiteit en natuurwaarde. KAN richt zich daarbij expliciet op nieuwbouw. Partners zijn Bouwend Nederland, NEPROM, WoningbouwersNL en de ministeries van BZK, LNV en I&W.

## Themagroep

Deze publicatie is gemaakt naar aanleiding van de KAN themagroep ‘Doorgroeibare Verharding en beheer’. Deze groep kwam digitaal bijeen op 15 november 2022, 6 april 2023 en 29 juni 2023 met Floris Boogaard en Reinder Brolsma als sprekers en experts. Verslagen van de drie bijeenkomsten staan op [www.kanbouwen.nl](http://www.kanbouwen.nl).

## Redactie en samenstelling

Claudia Bouwens (KAN Platform, NEPROM)

## Speciale dank aan

Floris Boogaard (Hanzehogeschool Groningen en Deltares) en Reinder Brolsma (Deltares) voor hun onmisbare inhoudelijke inbreng en expertise.

## Tekst

Henk Bouwmeester

## Foto omslag

Regenwaterinfiltratie in de wijk Boszoom, Pijnacker (foto Nanda Sluijsmans).

## Fotografie en illustraties

Atelier GroenBlauw, Floris Boogaard, Claudia Bouwens, Nanda Sluijsmans stedenbouwkundige, Thomas Klomp van Scherp Gesteld, Gemeente Arnhem

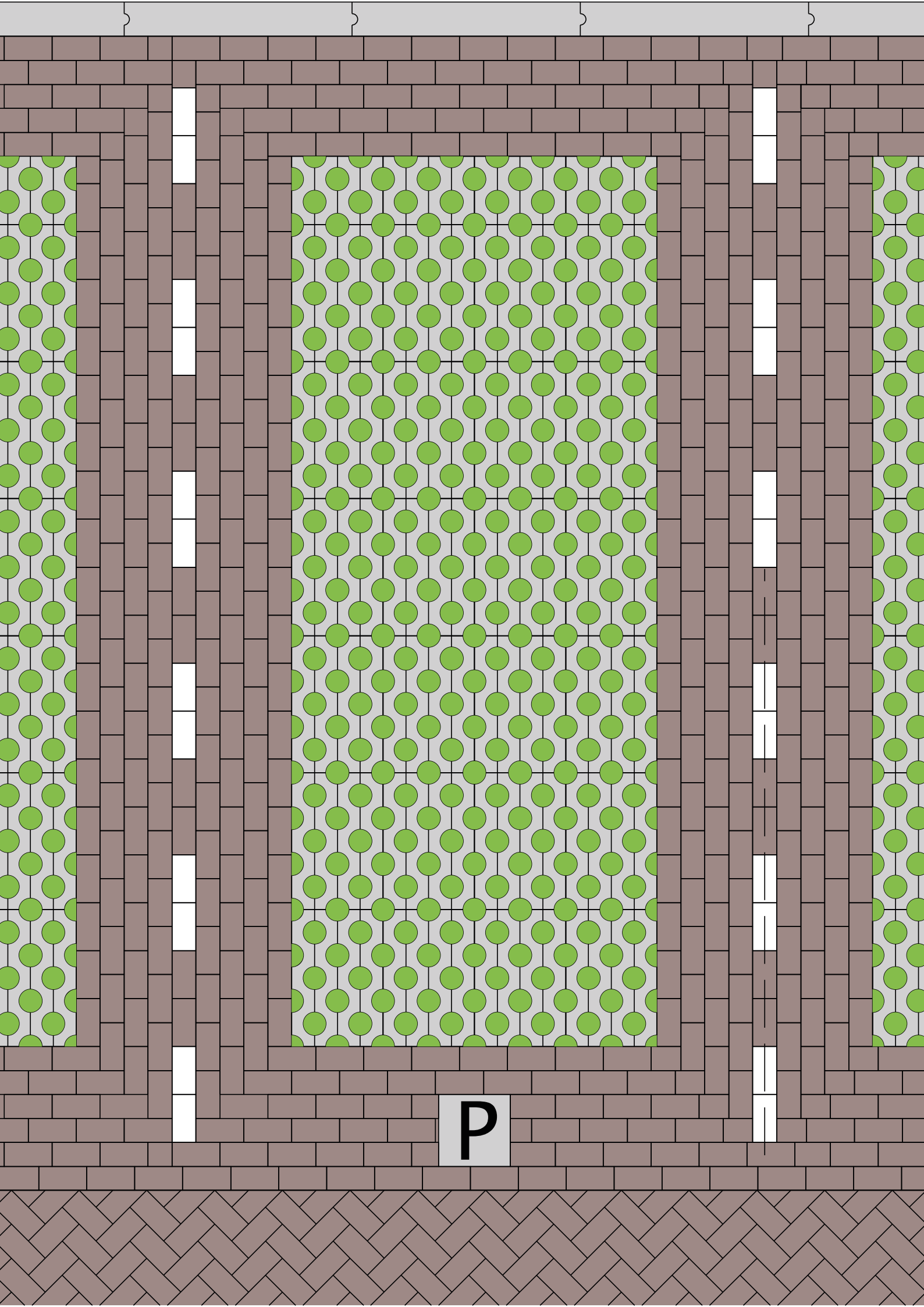
## Vormgeving

Studio Menno van der Veen

## Uitgave

KAN Bouwen, februari 2024

Kijk verder op [www.kanbouwen.nl](http://www.kanbouwen.nl)



P

## Infiltratie van regenwater in stedelijk gebied

Het klimaat verandert merkbaar. We moeten daarom zorgen dat de openbare ruimte in steden en dorpen beter bestand is tegen hoosbuien, zomerdroogte en hittestress. Een belangrijke oplossing is bovengrondse afvoer met infiltratie van regenwater via wadi's, raingardens en waterdoorlatende verharding.

Regenwater voedt de bodem, zorgt voor verkoeling en bevordert biodiversiteit. Als wateroplossingen goed worden uitgevoerd, kunnen die het straatbeeld verrijken met natuurlijk en gevarieerd groen. Bewoners en bezoekers worden meer bij het waterbeheer betrokken.

In binnen- en buitenland zijn hiervan duizenden geslaagde projecten te zien. Er is dus veel praktische kennis beschikbaar. In deze publicatie bespreken we de meest actuele inzichten. Welke ervaringen leert de praktijk? Welke tips zijn er voor ontwerp en aanleg? Welke fouten zijn te vermijden? Wat vinden de bewoners ervan? Waar moet je op rekenen bij beheer en onderhoud? Ontwikkelaars, gemeenten, stedenbouwkundigen, landschapsarchitecten en beheerders van de openbare ruimte kunnen er hun voordeel mee doen.