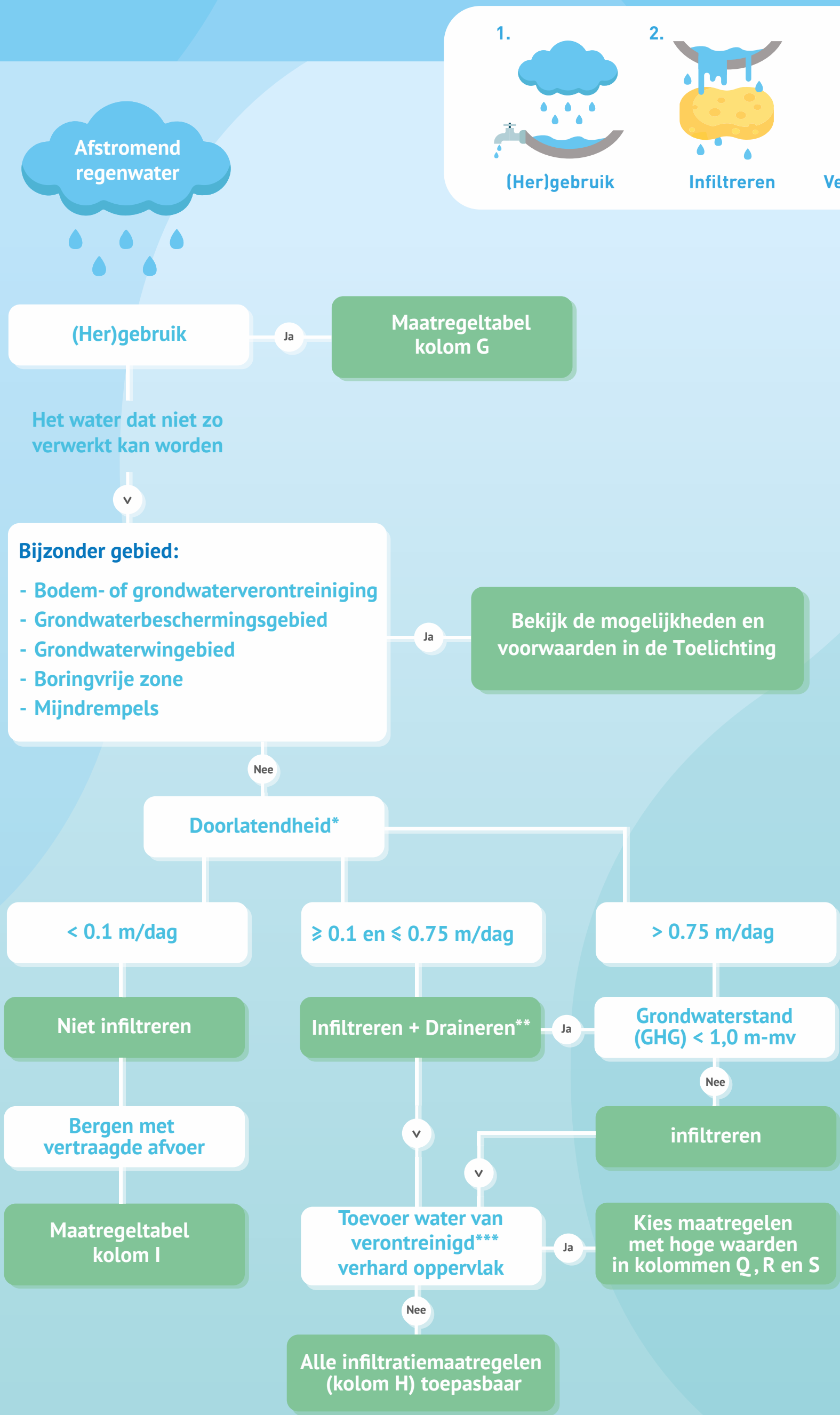


Stroomschema verantwoord omgaan met hemelwater



Dit stroomschema maakt inzichtelijk hoe u verantwoord regenwater kunt afkoppelen van verhard oppervlak, zowel bij nieuwbouw als bij de herinrichting van bestaande gebouwen en hun omgeving. Daarbij staat de verdringingsreeks (her)gebruik – infiltreren – vertraagd afvoeren centraal. In het stroomschema ziet u wanneer en op welke wijze afkoppelen verantwoord mogelijk is. In het stroomschema wordt ook verwezen naar bijbehorende maatregeltabel en de toelichting. Een actuele versie is te raadplegen op: www.waterinlimburg/producten



Maatregelentabel behorende bij het Stroomschema Verantwoord Omgaan met Hemelwater Limburg

		Klimaatthema				Doel						Bodemtype			Helling	Waterkwaliteit (% verwijdering; indicatief)		
Kolom	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Maatregel	Schaal	wateroverlast	droogte	water-kwaliteit	hitte	RWH en (her)gebruik	grondwateraanvulling	berging	waterkwaliteit	leefomgeving	leefomgeving	klei, leem, leemhoudend zand/loss/brikgonden	grondwaterstand (GHG) < 1 m-mv	toepasbaar op hellend terrein		geabsorbeerde nutriënten	verontreiniging	pathogenen
Groen dak (extensief)	Gebouw	x	x		x			b	n	g						-10	90	90
Groen dak (intensief)	Gebouw	x			x			bb	nn	gg						-20	90	90
Groen dak met afvoervertraging (polderdak)	Gebouw	x			x			bb	nn	gg						-10	90	90
Water (Blauw) dak	Gebouw	x			x			bb		g								
Groene gevel	Gebouw			x	x				p	ggg						5	10	0
Regenwaterberging onder gebouw	Gebouw	x	x	x				b/bb	pp							60	75	75
Regenton (met overloop in tuin) / regentank	Gebouw	x	x	x		hhh		b/bb	pp							60	75	75
Koele materialen (hoog albedo)	Gebouw				x	hh/hhh		b/bb	p									
Fontein, watermuur (koeling)	Perceel				x						zz							
Tegels eruit/groen erin	Perceel	x		x	x	ii	b	ppp	ggg	zz	!!!	!!	!!	j		80	90	90
Regentuin (raingarden)	Perceel	x	x	x	x	ii	bb	ppp	ggg	zzz	!!!	!!!	!!!/d	j		70	90	80
Waterdoorlatende /-passerende verharding	Perceel	x	x	x		ii	bb	pp			!!!	d	d	j		60	90	90
Verlaagd terras	Perceel	x					b/bb			zz				j				
Verlaagde tuin (deel)	Perceel	x	x	x		ii	bb	p		zz	!!!	!!/d	!!/d	j		20	60	50
Infiltratiekralen	Perceel	x	x	x		ii	bb	ppp			!!!	!!/d	!!/d	j/d		80	90	90
Aansluiten op regenwaterriool	Perceel	x									!!!	!!!	!!!	j				
Waterbergende (doorlatende) verharding	Straat	x	x	x		iii	bb	pp			!!!	!!/d	!!/d	j/d		60	90	90
Infiltratiekralen	Straat	x	x	x		iii	bb	ppp			!!!	!!/d	!!/d	j/d		80	90	90
Greppel	Straat	x	x	x		iii	bb	pp	g	zzz	!!!	!!!	!!!	j/c		20	60	50
Infiltratieveld of strook (met opslag)	Straat	x	x	x	x	iii	bb	ppp	gg	zzz	!!!	!!/d	!!/d	j/c		80	90	90
Grindkoffer	Straat	x	x	x		iii	b	n/p	g	z	!!!	!!/d	!!/d	j/c		20	50	30
Wadi (met drain)	Straat	x	x	x	x	iii	bb	ppp	gg	zzz	!!!	!!!	!!!	j/c		80	90	90
Holle/schuine weg	Straat	x					b			zz				j/c				
Drainage-Infiltratie-Transport (DIT)riolen	Straat	x	x	x		iii		p			!!!	!	!	j/c		10	20	10
Straatbomen en bomenlanen	Straat	x		x	x	ii	b	p	ggg	zz	!!!	!!/d	!!/d			5	10	0
Bergingsvijver	Buurt	x	x	x	x	i/ii/iii	bbb	pp	ggg	zzz	!!!	!!!	!!!	j/c		20	80	50
Waterplein	Buurt	x		x		0/i/ii	bbb	p		zzz	!!!	!!!	!!!	j/c		20	50	40
Extra oppervlaktewater	Buurt	x	x	x	x	i/ii/iii	bbb	ppp	ggg	zzz	!!!	!!!	!!!	j/c		20	80	50
Extra berghoogte (in opp. water)	Buurt	x	x	x		i/ii	bbb	pp		z	!!!	!!!	!!!	j		20	60	50
Bergingsbassin regenwater (geen bbb)	Buurt	x		x			bbb	p						j		20	50	40
Diepe grondwaterinfiltratie	Buurt	x	x	x		h/hh	iii	bbb	pp		!!?	?	?	j		60	90	70
Droogtebestendige planten en bomen	Buurt		x	x						ggg								
Slim beregenen / irrigeren	Buurt		x		x													
Stadsbos	Buurt	x		x	x	i/ii/iii	bb/bbb	p	ggg	zzz	!!!	!!/d	!!/d	j		20	90	90
Urban wetland / helofytenfilter	Buurt	x	x	x	x	h	i/ii	bbb	ppp	ggg	zzz	!!!	!!!	!!!	j/c	60	75	75
Perken en plantsoenen verlaagd aanleggen	Buurt	x	x	x	x	i/ii/iii	bbb	pp/ppp		zzz	!!!	!!!/d	!!!/d	j/c		80	90	90
Sportvelden benutten voor infiltratie/opvang	Buurt	x	x			hh/hhh	i/ii/iii	bbb	pp/ppp		!!!	!!!/d	!!!/d	j		80	90	90
parkeervakken vervangen door groen	Buurt	x	x	x	x	i/ii/iii	bb/bbb	pp/ppp	ggg	zzz	!!!	!!!/d	!!!/d	j/c		80	90	90

Legenda	
b/bb/bbb	klein/matig/ groot bergend vermogen
i/ii/iii	klein/matig/groot infiltrerend vermogen
g/gg/ggg	klein/matig/groot vergoegend effect
n/nn	klein/matig negatief effect op de waterkwaliteit
p/pp/ppp	klein/matig/groot zuiverend vermogen
z/zz/zzz	klein/matig groot effect op de zichtbaarheid van water
h/hh/hhh	zeer beperkt/beperkt/geschikt voor hetgebruik van het verzamelde water
!/!!/!!!	beperkt/matig/goed toepasbaar
!!/d !!!/d	matig/goed toepasbaar, maar dan altijd in combinatie met drainage en zo nodig bodemverbetering
j/d j/c	toepasbaar op hellend terrein ; toepasbaar in combinatie met drainage; toepasbaar in combinatie met compartimentering of contouring
?	nader te bepalen in overleg met waterbeheerder
0	geen doel

Toelichting bij het stroomschema verantwoord omgaan met hemelwater

30 oktober 2025

provincie limburg



Inhoudsopgave

Stroomschema Verantwoord Omgaan met Hemelwater	1
1. Inleiding	3
2. Prioriteren van maatregelen.....	4
2.1. Waterkwantiteit.....	4
2.2. Waterkwaliteit	5
2.3. Kosten (en baten)	7
3. Kiezen van maatregelen	8
4. Ontwerp en dimensioneren van voorzieningen	10
4.1 Ontwerp en aanleg	10
4.2. Dimensionering.....	11
5. Beheer en onderhoud van voorzieningen	13
5.1 Goed beheer	13
5.2 Voorlichting en communicatie.....	14
Bijlagen	15
Bijlage 1. Doorlatendheden	15
Bijlage 2 Informatie beschikbaar in Climatescan.nl	16
Bijlage 3. Baten van blauw-groene maatregelen.....	17
Bijlage 4. Toelichting maatregelen	18

1. Inleiding

Hoe gaan we verantwoord om met hemelwater? Dit stroomschema en bijbehorende tabel met maatregelen is bedoeld voor iedereen die betrokken is bij de planvorming, de inrichting of de herinrichting, het ontwerp, de aanleg en/of het beheer van (de waterhuishouding van) de gebouwde omgeving. Het spoorboekje ondersteunt het verantwoord omgaan met afstromend regenwater van verhard en soms ook van onverhard oppervlak, zowel bij nieuwbouw als bij de herinrichting van bestaande gebouwen en hun omgeving. Het biedt een overzicht van het brede pallet van beschikbare maatregelen en geeft richting aan de te maken keuze, op basis van de lokale omstandigheden en de beginselen van een duurzame en klimaatrobuuste inrichting.

‘Verantwoord omgaan met hemelwater’ is dus onderdeel van het duurzaam, klimaatbestendig, circulair, gezond en aantrekkelijk inrichten van de gebouwde omgeving. Door hemelwater zoveel mogelijk te hergebruiken of te infiltreren in de bodem of, als dat niet lukt, geleidelijk en gezuiverd af te voeren naar het oppervlaktewater, wordt stedelijk gebied ‘water-neutraal’ of zelfs ‘water-positief’ en verbetert de kwaliteit van het oppervlaktewater. Hierdoor worden wateroverlast en verdroging zoveel mogelijk voorkomen en het rioolstelsel en de watergangen worden minder belast.

Voor deze ambities is een groot aantal oplossingen beschikbaar. In de praktijk is gebleken dat natuurlijke, blauwgroene maatregelen effectief bijdragen aan de kwaliteit en leefbaarheid van de omgeving (o.a. voor het terugdringen hitte stress), aan de biodiversiteit, de volksgezondheid en aan de sociale samenhang – uiteraard de ene oplossing meer dan de andere. Veel van deze maatregelen creëren economische waarde, die we terugzien in de WOZ-waarde van het stedelijk vastgoed. Ze zijn bewezen kosteneffectief, mede door de extra (ecosysteem)diensten en baten die worden gegenereerd. Maar ze vergen ook andere vormen van onderhoud en financiering, en daarmee soms ook aanpassing van de organisatie.

De behoefte aan klimaatadaptatie – het beperken van de (toenemende) schade door wateroverlast, droogte, hitte en, in het kielzog daarvan, problemen met de waterkwaliteit en bodemdaling – heeft de behoefte aan deze natuurlijke, blauwgroene maatregelen alleen maar versterkt. De meeste maatregelen zijn namelijk relatief eenvoudig aanpasbaar aan nieuwe omstandigheden in de toekomst. En zo is ‘Verantwoord omgaan met hemelwater’ onderdeel geworden van het duurzaam en klimaatbestendig inrichten van nieuwe én bestaande stedelijke gebieden, van woonwijken en bedrijventerreinen, van gebouwen tot straten en buurten.

In veel gevallen zal niet één specifieke maatregel toepasbaar zijn, maar kunnen de doelen worden gerealiseerd door een combinatie van maatregelen, elk met hun eigen bijdragen aan die duurzame, klimaatrobuuste inrichting én vaak met bijkomende baten en (ecosysteem)diensten die ze leveren. Een goede aanleg en een goed beheer en onderhoud zijn daarbij van groot belang. Daarom worden een aantal aspecten hiervan benoemd in dit spoorboekje. De dimensionering van voorzieningen en de organisatorische, juridische, technische en financiële aspecten van de aanleg en het beheer en onderhoud vallen echter buiten de scope van deze handreiking. Provincie en Waterschap Limburg zijn nog in overleg over de vraag hoe dit spoorboekje en de bijbehorende normering kan worden verankerd in de Limburgse praktijk.

2. Prioriteren van maatregelen

Om invulling te geven aan de beginselen van een duurzame en klimaatbestendige inrichting van het stedelijk watersysteem selecteren we maatregelen, eerst op overwegingen met betrekking tot de waterkwantiteit. Vervolgens wordt die selectie verfijnd door ook de waterkwaliteitsaspecten in ogenschouw te nemen.

Maar voordat deze waterhuishoudkundige overwegingen aan de orde zijn speelt de vraag op welk schaalniveau je maatregelen kunt treffen. Alleen op het openbare terrein of ook/*juist* op particulier terrein? Bepaalde maatregelen zijn gebonden aan gebouwen, andere aan de kavel of het erf; sommige passen goed op de schaal van een straat, maar er zijn ook maatregelen die op het niveau van een hele buurt. Natuurlijk zijn sommige van die grootschalige maatregelen ook op kleinere schaal toepasbaar – het terras achter je woning kun je ook aanleggen met doorlatende verharding en bij een groot bedrijf kun je op de kavel soms ook een kleine bergingsvijver aanleggen. Stedenbouwkundige, bestuurlijke en juridische regels bepalen de keuzes. Maar wat de keuze ook is, in alle gevallen kun je een duurzame en klimaatbestendige inrichting verkrijgen.

2.1. Waterkwantiteit

Bij de keuze van maatregelen om terreinen af te koppelen geldt een *verdringingsreeks* vanuit het oogpunt van klimaatadaptatie (wateroverlast en droogte) en waterkwantiteit:

1. **Vasthouden om het, wellicht na behandeling, te kunnen (her)gebruiken;**
2. **Infiltreren in de bodem**
3. **Tijdelijk bergen in oppervlaktewater, op terreinen, in de holle ruimte in de bodem en op/in/onder gebouwen, om het rustig te laten afvloeien;**

Prioriteren van maatregelen voor een duurzame en klimaatbestendige inrichting van het stedelijk watersysteem vindt in eerste instantie plaats aan de hand van de volgende verdringingsreeks:

1. *Vasthouden van afstromend water voor **(her)gebruik** - al dan niet na voorzuivering.*

Lukt dit niet in voldoende mate dan het resterende water

2. ***Infiltreren** ten behoeve van de aanvulling van het grondwater en/of om de bodem te gebruiken als buffer om het water vertraagd en gezuiverd af te voeren.*

En lukt ook dit niet in voldoende mate dan het resterende water

3. ***Vertraagd afvoeren** door buffering in (tijdelijk of permanent) oppervlaktewater en/of bovengrondse en ondergrondse reservoirs.*

(Her)gebruiken regenwater

Om de impact van de gebouwde omgeving op de waterhuishouding en het milieu beperkt te houden wordt het afstromend regenwater zoveel mogelijk (her)gebruikt. Door het vast te houden – in open of gesloten reservoirs of tanks, bovengronds of ondergronds – en zo nodig te zuiveren tot de gewenste kwaliteit kun je de aanvoer van hoogwaardig drinkwater beperken.

Lukt het niet om al het toegevoerde water zo vast te houden voor gebruik, het reservoir zit nog te vol en/of de toevoer is te groot, dan gaan we het water lokaal in de bodem infiltreren. Zo houden we de grondwatervorraden op peil. ‘we kunt overal infiltreren’, dus ook in slecht doorlatende bodems zoals de leemhoudende zanden, klei – en brikgronden. In die gronden gaat het infiltreren minder

snel, maar het levert toch een bijdrage. In Limburg zijn tientallen voorbeelden van infiltratievoorzieningen onder diverse bodemkundige omstandigheden (ter inspiratie, zie [Climatescan.nl](https://climatescan.nl) en bijlage 2). In alle gevallen heb je een *berging* nodig van waaruit het water rustig in de bodem kan zakken. In matig tot slecht doorlatende bodems is de infiltratie echter zó langzaam dat je infiltratievoorzieningen alleen kunt gebruiken *in combinatie met drainage* en, waar nodig, bodemverbetering. Als voorbeelden noemen we de zandige aardebaan onder doorlatende verharding in een kleigebied; en een goed doorlatende tuingrond in (regen)tuinen en infiltratievelden op lemige zand- of brikgronden. Deze drainage brengt het water naar een plek waar het wél kan infiltreren of loost het water dan langzaam op het oppervlaktewater. Bovendien moeten alle infiltratievoorzieningen voorzien zijn van een noodoverloop-constructie richting oppervlaktewater of droge vijver¹. In hoofdstuk 5 zijn de gestelde eisen aan de voorzieningen verder uitgewerkt.

Grondwaterstand

Een te hoge grondwaterstand kan nooit een argument zijn om niet te infiltreren. Is de grondwaterstand te hoog, dan had het gebied voorzien moeten worden van drainage om de waterstand voldoende laag te houden in natte perioden. Op deze manier ontstaat juist een ideale uitgangssituatie om infiltratievoorzieningen in combinatie met drainage toe te passen.

Vertraagde afvoer

Als je kan aantonen dat het niet mogelijk of doelmatig is (zie ook paragraaf 3.3) om het water te hergebruiken of te infiltreren, dan kun je het tijdelijk borgen, om het daarna heel geleidelijk (vertraagd) af te voeren naar het oppervlaktewater. Vertraagde afvoer is nodig om wateroverlast benedenstrooms en erosie te voorkomen. Ook moet je voorkomen dat door piekafvoeren blijvende ecologische schade ontstaat, bijvoorbeeld omdat onderwaterfauna “wegspoelt”.

De gestelde eisen aan de benodigde berging en de ontwerp-afvoercapaciteit zijn uitgewerkt in Hoofdstuk 5: Ontwerp en dimensionering. In paragraaf 5.1 staan de gestelde eisen in Limburg aan de berging en de maximale afvoercapaciteit.

2.2. Waterkwaliteit

Bij de selectie van maatregelen geldt vanuit het oogpunt van waterkwaliteit de volgende verdringingsreeks:

1. **Bronmaatregelen: Verontreinigingsbronnen wegnemen en zorgen dat hemelwater niet verontreinigd raakt;**
2. **Maatregelen waarbij je bodempassage, bezinking van zwevende stof en biochemische afbraak combineert;**
3. **Maatregelen waarbij je bodempassage en bezinking van zwevende stof combineert;**
4. **Maatregelen waarbij je bezinking en biochemische afbraak combineert;**
5. **Maatregelen met een lange verblijftijd, waardoor biochemische zuiveringsprocessen hun werk doen.**
6. **Te vuil? Dan lozen op gemengde of vuilwaterriolering (dus afvoeren naar de rwzi). dit in lijn met de reeks ‘schoonhouden, scheiden, schoonmaken’.**

¹ Droge vijver is een laagte in het terrein – in welke vorm dan ook - die normaal droog staat maar waar overtollig afstromend water zonder probleem tijdelijk kan worden geborgen en rustig kan infiltreren in de bodem.

Verontreiniging

Bij dit alles speelt de zorg om de waterkwaliteit een cruciale rol. Afstromend regenwater wordt door diverse stedelijke activiteiten verontreinigd en we willen voorkomen dat die verontreiniging zich kan verspreiden². Eerste prioriteit ligt uiteraard bij voorkómen, saneren of ten minste beperken van de bronnen van verontreiniging. Denk aan het verkeer, uitlopende bouwmaterialen, foutieve aansluiting, het gebruik van pesticiden en (kunst)mest, de open haarden, industriële bronnen van lucht- en waterverontreiniging, bacteriële verontreiniging door honden, katten, vogels, etc. Ook door calamiteiten (bij verkeersongelukken, lekkend transport en bepaalde industriële activiteiten; bluswater bij branden) kan de waterkwaliteit in het gedrang komen.

Zuiveren

Voor zover we deze verontreiniging niet kunnen voorkómen willen we het water zuiveren, het liefst dicht bij de bron van verontreiniging en vóórdat het wordt (her)gebruikt, geïnfiltreerd of geloosd op oppervlaktewater. Veel verontreiniging is gebonden aan de zwevende stof die in het afstromend regenwater zit, zoals een groot deel van de zware metalen, olie, poly-aromatische koolwaterstoffen (PAKs) en andere organische (micro)verontreinigingen. Dus door de zwevende stof af te filteren of te laten bezinken kun je de verspreiding van veel verontreiniging beperken. Maar bijvoorbeeld veel meststoffen (nutriënten) zijn met name opgelost in het water en stromen dus mee. Een deel daarvan wordt dan weer in de grond vastgelegd, bijvoorbeeld in de humus die in de grond zit. Maar een ander deel is moeilijk te vangen en belandt in ons grond- en oppervlaktewater. Ziekteverwekkende bacteriën, virussen en andere micro-organismen zijn vaak gebonden aan de zwevende stof maar soms mobiel, afhankelijk van de soort. Belangrijke eigenschap is dat de meeste na verloop van tijd afsterven. Tijd is dan een belangrijke factor in de zuivering.

Zuiveringsmethoden

De bruikbaarheid van natuurlijke zuiveringsmethoden is afhankelijk van het type verontreiniging. Zuiveringsmethoden die we kunnen inzetten zijn bezinking van geabsorbeerde verontreiniging, (bodem)filtratie en biochemische afbraakprocessen zoals phytoremediatie. Alledrie de processen spelen in alle maatregelen. Alleen verschilt in elke maatregel de mate. Bovendien verschilt het zuiveringsrendement, afhankelijk van de grootte van de voorziening, de snelheid (traagheid, verblijftijd) waarmee het water door de voorziening wordt geleid en de temperatuur – dus het seizoen.

Bodempassage

Meest effectief voor de waterkwaliteit is een bodempassage, liefst door een doorleefde, humusrijke (eerd- of tuin)grond, in combinatie met bezinking en biochemische afbraak. De meest effectieve voorzieningen combineren deze drie, gevolgd door maatregelen die bodempassage met bezinking (dus berging in *vrijwel stilstaand* water) combineren. Infiltratie zorgt ervoor dat de meeste zware metalen, organische en bacteriële verontreinigingen, worden vastgelegd in de bodem en daar zo mogelijk worden afgebroken.

Goed oplosbare verontreinigingen zoals strooi-/wegenzout, sommige organische koolwaterstoffen en relatief mobiele zware metalen zoals cadmium, stromen deels met het water mee het grondwater in. Als de concentraties van deze stoffen significant zijn en de bronnen van de verontreiniging niet kan worden voorkomen of gesaneerd, dan mag dit deel van het afstromend water niet infiltreren. Lozing via een voorziening in het oppervlaktewater kan dan worden overwogen.

² <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/de-kwaliteit-van-afstromend-hemelwater-in-nederland> (onderzoek 2021)

Bergingsvijvers, wetlands/helofytenfilters en grachten waarin het water lange tijd vrijwel stilstaat hebben door bezinking en afbraak een zuiverende werking, tenzij het té lang stilstaat. Dan kunnen, muggenlarven zich ontwikkelen³ en de eutrofiering kan toeslaan. Circulatie met een verblijftijd van zo mogelijk korter dan zeven dagen zijn daarom nodig. Is het water ernstig of met een ongewone stof verontreinigd? Dan bepaal je in overleg met de waterbeheerder of het acceptabel is om toch te lozen op het oppervlaktewater of dat het via het vuilwaterriool naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie gaat. Dit hangt af van het type verontreiniging.

Lozing

Aandachtspunt bij de keuze van maatregel is ook het water waarop wordt geloosd. Tasten we de grondwaterkwaliteit aan, dan is dat nauwelijks te corrigeren. Diepinfiltratie van afgekoppeld water raden we daarom sterk af. Eén incident (calamiteit) kan de grondwatervoorraad geheel onbruikbaar maken of hoge kosten rond grondwatersanering veroorzaken. Daarom is het niet verstandig (diep)infiltratie door middel van putten dieper dan vijf meter te doen, zelfs na (voor)zuivering. Ondiepe infiltratiemaatregelen zijn minder gevoelig, zeker in combinatie met drainage, omdat mogelijke verontreiniging niet diep in bodem en grondwater doordringen. Infiltreren van afstromend regenwater in gebieden met een reeds bestaande grondwater- of bodemverontreiniging⁴ is ongepast.

2.3. Kosten (en baten)

De kosten van maatregelen lopen sterk uiteen en zijn in hoge mate afhankelijk van de lokale situatie en omstandigheden. Bij nieuwbouw liggen de kosten lager dan wanneer maatregelen worden ingepast in bestaand stedelijk gebied. Vanuit het oogpunt van doelmatigheid (kosteneffectiviteit) kijk je niet alleen naar de kosten van maatregelen maar ook naar de baten die de maatregelen opleveren in termen van de kwaliteit van leefomgeving, duurzaamheid, klimaatbestendigheid (dus minder schade door extreem weer), gezondheid (hittestress) en de biodiversiteit. Aan zichtbaar en beleefbaar water wordt grote waarde gehecht en groene oplossingen werken door in de volksgezondheid en de sociale stabiliteit van wijken. Daarmee ook weer in de waarde van vastgoed. Deze baten zijn, net als de kosten, moeilijk precies te kwantificeren maar nationaal en internationaal is een toenemende aantal tools beschikbaar om daar toch een schatting van te maken, zoals:

- Groene Baten Planner van het RIVM, (ingebouwd in de Toolbox Klimaatbestendige Stad; <https://kbstoolbox.nl/nl>),
- Belgische Natuurwaardeverkenner (<https://natuurwaardeverkenner.be>),
- Engelse B&EST (Benefits of Sustainable drainage systems Tool; <https://www.susdrain.org/resources/best.html>) of de Amerikaanse Green Values Calculator (<https://greenvalues.cnt.org/index.php#calculate>)
- Web tool “Triple Bottom Line Benefits of Green Stormwater Infrastructure” van de Water Research Foundation (www.waterrf.org).

Het beheer en onderhoud van de voorzieningen om verantwoord om te gaan met hemelwater verschilt van het rioleringsbeheer, en daarmee ook de kosten. Bij de keuze van maatregelen is het daarom van belang te weten wie welke maatregelen gaat beheren en hoe dit financieel is afgedekt.

De afweging tussen kosten en baten van een voorziening is gecompliceerd doordat de kosten soms op andere schouders belanden dan de baten. Een eerlijke verdeling van de kosten is dan ook vaak een punt van onderhandeling, maar mag geen reden zijn om maatregelen achterwege te laten.

³ <https://www.onehealthpact.org/news/groenblauwe-raingardens-en-muggen/>

⁴ Zie bijvoorbeeld

https://www.limburg.nl/publish/pages/1181/overzicht_risicovolle_bodemverontreinigingen_limburg_okt_2021.pdf

Belangrijk onderwerp van discussie is vaak ook of maatregelen (ook) op particulier terrein genomen kunnen worden. Naast kosten en baten speelt dan de vraag wie voor het onderhoud gaat zorgen.

Onbekendheid met de maatregelen maakt dat kosten soms erg hoog en baten laag worden ingeschat. Het is dan van belang om, juist dan het project te realiseren en achteraf gezamenlijk te evalueren hoe het nog beter had gekund. Het argument dat ‘we wel moeten aansluiten op de riolering omdat afkoppelen van verhard oppervlak en infiltreren écht niet kan’ zijn bijna altijd te verwerpen. Een passende en doelmatige combinatie van infiltratievoorzieningen, drainage en oppervlakte(water)maatregelen is altijd te vinden. Veel voorzieningen zijn al toegepast bij gemeenten in de buurt, kennis uitwisselen over de ervaringen kan veel tijd, kosten en fouten voorkomen.

3. Kiezen van maatregelen

Leidend bij het kiezen van maatregelen zijn de regels en beperkingen van de Provinciale Omgevingsverordening Limburg (versie 2021), de Keur van Waterschap Limburg (versie 2019) en daaraan gerelateerde regelingen. Binnen die regels zijn op de meeste plaatsen ruime mogelijkheden om verhard oppervlak af te koppelen, zie onderstaande Excel-tabel. De daarin opgenomen lijst van maatregelen is lang. Toch omvat deze alleen de meest gebruikte maatregelen. Elke maatregel heeft zijn eigen kwaliteiten en beperkingen. Selectie van de meest geschikte maatregelen voor een bepaald project is daarom complex; mogelijkheden en kansen weeg je af tegen de beperkingen. Daarom is van groot belang dat belanghebbenden én deskundigen vanuit verschillende disciplines meehelpen bij de selectie welke maatregelen wáár en op welke manier je realiseert en beheert. Zie ook het onderdeel *‘Wanneer betrek je welke partijen bij het (waterhuishoudkundig) herinrichtingsproject?’*

Twee stappen

De keuze van maatregelen maak je in twee stappen. In de eerste stap beperk je longlist tot een shortlist van ter plaatse bruikbare maatregelen. Deze selectie gebeurt aan de hand van vragen in de onderstaande tabel. Bij elke vraag selecteer je op bepaalde criteria, aangegeven in één of meer kolommen in de tabel, waardoor je maatregelen kunt wegstrepen als *“in deze situatie niet toepasbaar”*.

Nadat de shortlist is gemaakt, vaak met toevoeging van enkele twijfelgevallen, wordt aan de hand van bovengenoemde prioritering nagegaan welke maatregelen het best in het projectgebied kunt toepassen om het verhard gebied af te koppelen. Om na te gaan hoe die maatregelen dan ruimtelijk kunnen worden ingepast is de Toolbox Klimaatbestendige Stad (<https://kbstoolbox.nl/nl>) een handig hulpmiddel.

De uiteindelijke keuze hangt de praktijk van veel factoren af, inclusief argumenten als lokale voorkeuren, het beschikbare budget, stedenbouwkundige situatie identiteit van het gebied, etc. Dit zijn factoren die zich niet laten vangen in een welles/nietes-afweging, zolang de doelen rond klimaatbestendigheid, duurzaamheid, leefbaarheid en aantrekkelijkheid worden gehaald. Bij de uiteindelijke keuze zijn ervaringen in de buurt vaak ook een belangrijke factor; ervaringen met oplossingen kunnen dan worden gedeeld. Via de tool <https://climatescan.nl> kun je dergelijke projecten zoeken en eigen ervaringen inbrengen.

Tabel 1 Selectietabel voor de keuze van-maatregelen in de bijgevoegde (Excel-)tabel. Gebruik de vragen om maatregelen te selecteren met de betreffende kolom(men) van de Maatregellentabel.

	Vraag	Mogelijke antwoorden/ vereisten	Selecteer dan op kolom
Schaal	Op welke schaal kan ik maatregelen nemen (meerdere antwoorden mogelijk)?	- Gebouw (particulier) - Perceel/ particulier terrein - Straat/ openbaar terrein - Buurt/ openbaar terrein	B
Doel	Wil je maatregelen treffen vanwege klimaatbestendigheid? (meerdere antwoorden mogelijk)	- Wateroverlast - Droogte - Waterkwaliteit - Hitte	C D E F
	Wat is het doel waarom je maatregelen wilt nemen (meerdere antwoorden mogelijk)?	- Water (her)gebruiken - Infiltratie/grondwateraanvulling - Waterberging vergroten - Waterkwaliteit verbeteren - Vergroenen/verblauwen, biodiversiteit - Water zichtbaar, aantrekkelijk	G H I J K L
	Hergebruik van water ?	- Verwijdering geadsorbeerde verontreiniging $\geq 90\%$ en pathogenen $\geq 75\%$	R en S
	Lozing op zwemwater/ recreatiewater	- Verwijdering nutriënten $\geq 75\%$, geadsorbeerde verontreiniging $\geq 90\%$ en pathogenen $\geq 75\%$	Q, R en S
Bodemsituatie	Infiltreren in leemhoudend zand, klei en brikgronden (löss), dus gronden met een doorlatendheid $< 0,75$ m/dag?	Altijd in combinatie met drainage	Combineer H en N
	Infiltreren bij een grondwaterstand (GHG) $< 1,0$ m-mv	Altijd in combinatie met drainage	Combineer H en O
	Hellend terrein ($> 0,5\%$) (perceel, straat, buurt)?	J/D = combineer met drainage; J/C = combineer met compartimentering	P
	Waterwingebieden	Niet afkoppelen of infiltreren	
	Grondwaterbeschermingsgebied en/of boringsvrije zone Roerdalslenk of Venloschol?	- Geen Diepe grondwaterinfiltratie - In zand- en brikgrond niet of nauwelijks infiltreren (alleen $\leq i$) - Alleen infiltreren als kleilaag > 2 m dikte Zie ook Art. 4.10 Ontwerp Omgevingsverordening Limburg 2021	H In combi met M, N, O
	Bodem- of grondwaterverontreinigingslocatie? Ter plaatse van een mijndrempel?	- Niet infiltreren	H
Verhard oppervlak	Dakgoten?	Geen beperking; bij (ver)nieuwbouw liefst PVC of polyester toepassen	
	Dak- en gevelmateriaal: Bij koper, zink, lood?	- Geen hergebruik - Verwijdering geadsorbeerde verontreiniging $\geq 90\%$	G R
	Verkeersintensieve wegen (ADT > 3000); hoofdontsluitingswegen, parkeerterreinen bij winkelcentra, busstations, marktterreinen ... ?	- Verwijdering geadsorbeerde verontreiniging $\geq 90\%$ en pathogenen $\geq 75\%$	R en S
	Bedrijven(terreinen)	Maatwerk per bedrijf, afhankelijk van vervuilende activiteit(en) / Omgevingsvergunning	Q, R en S

4. Ontwerp en dimensioneren van voorzieningen

Het stedenbouwkundig ontwerpen en inpassen van voorzieningen voor het verantwoord omgaan met hemelwater is sterk afhankelijk van de lokale (huidige of toekomstige) situatie. Vragen die je daarbij stelt zijn onder andere: Waar is de meest geschikte ruimte? Hoe zit het met de beschikbare ruimte in de ondergrond? Worden maatregelen ook op particulier terrein genomen? Welke bijkomende baten zou ik willen realiseren (recreatie, groen, verkoeling, educatie,...)? Voor welke maatregelen is draagvlak, zowel bij de gemeente als bij de bewoners? Met de Toolbox Klimaatbestendige Stad (<https://kbstoolbox.nl/nl/>) kun je verkennen welke maatregelen je voorkeur hebben, maar de toolbox kun je ook gebruiken om samen met andere partijen te komen tot een gezamenlijk antwoord op de vraag wáár je wélke maatregelen toepast. Zo'n gezamenlijk gemaakt voorstel heeft een groter draagvlak.

Voor het civieltechnisch ontwerpen van de voorzieningen bestaan diverse handleidingen en richtlijnen. Een goed overzicht daarvan is te vinden in de nationale Kennisbank van RIONED (<https://www.riool.net/kennisbank>). Regionaal heb je ook de Leidraad Infiltratievoorzieningen van het Samenwerkingsverband Westelijke Mijnstreek (2021)⁵. Tevens zijn veel Limburgse voorbeelden te vinden op www.climatescan.nl.

4.1 Ontwerp en aanleg

Enkele belangrijke aandachtspunten met betrekking tot het ontwerp en de aanleg worden hier nog eens benoemd. In paragraaf 5.2 wordt ingegaan op de dimensionering van de voorzieningen.

- Alle voorzieningen leg je zodanig aan dat beheer en onderhoud zonder problemen is uit te voeren.
- Alle bergingsvoorzieningen voorzie je van een noodoverloop. Wanneer de voorziening vol is moet het water een veilige uitweg hebben naar: een watergang, een berging op maaiveld of naar een regenwaterriool. Het mag absoluut niet naar een gemengd riool, omdat overbelasting niet mag leiden tot schade aan de constructie. Daarom moet aan de bovenkant van de voorziening een calamiteitenleegloop aangelegd worden met een maximale afvoercapaciteit van 10L/s/ha.
- Waterbergende infiltrerende voorzieningen breng je boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand aan (GHG) om de volledige berging te kunnen benutten.
- Is de omliggende grond redelijk, matig of slecht doorlatend – zie ook Tabel 2-, dan leg je deze voorzieningen altijd aan in combinatie met een drainagebuis in het omliggende, goed doorlatende bodemmateriaal (grof zand, grind, lava, gebroken argex) dat is gebruikt voor de grondaanvulling rondom de voorziening. Die drainagebuis fungeert dan als een voorziening waardoor de geborgen hoeveelheid water rustig kan afvloeien. Die drainagebuis loost, net als de noodoverloop, op een regenwaterriool of op een watergang.
- Drainage mag je niet aansluiten op een gemengd rioelstelsel, het vuilwaterriool van een gescheiden stelsel of het regenwaterriool van een verbeterd gescheiden stelsel. Dan voert het drainwater namelijk af naar de rioolwaterzuiveringsinrichting.
- Grondwateroverlast van infiltrerende voorzieningen moet voorkomen worden. De opbouw van bodem en ondergrond is hierbij leidend. Ook in goed doorlatende gronden kan het daarom nodig zijn drainage aan te leggen. Infiltrerende voorzieningen leg je ook niet te dicht bij oude gevels aan, omdat het oude metselwerk vocht kan optrekken. Een afstand van ten minste twee meter wordt aanbevolen.

⁵ Samenwerkingsverband Westelijke Mijnstreek, 2021, *Leidraad Infiltratievoorzieningen; deel 2: Leidraad ontwerp, aanleg, beheer en monitoring infiltratievoorzieningen*. 20210215-BEK055-RAP, gemeente Stein/ Kragten.nl

Tabel 2 Doorlatendheid van de ondergrond en de selectie van passende maatregelen.

Overweging De doorlatendheid ($k_{\text{horizontaal}}$) bepaalt de keuze tussen kolom M en N	Doorlatendheid	Selecteer dan op kolom
	Goed: > 0,75 m/dag; grof zand; leem- arm matig fijn zand	M
Bronnen : <i>Cultuurtechnisch vademecum</i> (1988); Massop, HThL, JWJ van der Gaast en E Kiestra (2005) <i>De doorlatendheid van de bodem voor infiltratiedoeleinden; Een gebieds- dekkende inventarisatie voor het Waterschap Peel en Maasvallei. Rapport 1212, Alterra, Wageningen</i>	Redelijk: 0,4 < k < 0,75 m/dag ; zwak tot sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand, lichte klei	N
	Matig: 0,1 < k < 0,4 m/dag	N
	Slecht: 0,01 < k < 0,1 m/dag Zeer slecht: < 0.01 m/dag	Vertraagd afvoeren, I

- Een essentieel aandachtspunt bij infiltratievoorzieningen is de zwevende stof in het toestromende water. Dit is niet alleen vanwege de daaraan gebonden verontreiniging maar ook vanwege de verstoppende werking. Elke ondergrondse infiltratievoorziening moet worden voorzien van een voorzuivering (een grofvuil-filter en een sedimentvang, dus beter dan een zandvang). Bovengrondse infiltratievoorzieningen zijn minder gevoelig voor verstopping (dichtslibben) als ze zijn voorzien van een goed ontwikkelde graszode. Toch is het bij die voorzieningen ook goed om twee compartimenten te maken; een eerste compartiment waarin het meegevoerde sediment kan bezinken voordat het water verder stroomt naar het eigenlijke infiltratie-deel.
- Tijdens het bouwrijp maken komt veel sediment vrij. Het heeft daarom de voorkeur om infiltratievoorzieningen pas in de woonrijp-fase aan te leggen en in gebruik te nemen.
- Het geotextiel dat in sommige voorzieningen en rond drains wordt gebruikt moet een grof, non-woven doek zijn, met een $O_{90\%}$ ⁶ waarde van 200-450 μm (of zelfs wat hoger) wanneer het doek in een zandige laag ligt en van 200 - 300 μm in silt, löss- of leemgrond. Geweven doek raakt snel verstopt.
- Ondergrondse bergings-/infiltratievoorzieningen zijn gevoelig voor wortel ingroei. Bomen staan daarom niet met hun kruin boven de voorziening. Drains en DIT-riolen worden beschermd door ze permanent vol water te laten staan. Leg ze dus zo mogelijk onder het peil van het oppervlaktewater aan.
- Let op de weersomstandigheden bij het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Onder natte omstandigheden is het risico van versmering en dichtslibben groot. Leg daarom deze voorzieningen aan bij droog weer in een niet-drassige bodem.

4.2. Dimensionering

Om de afvoer zo goed mogelijk te beheersen is het belangrijk om het water al in de haarvaten van het systeem vast te houden, dus zo dicht mogelijk bij de plek waar de neerslag is gevallen. Kan de stroom water zich namelijk concentreren dan wordt het steeds moeilijker om die te beheersen.

De te realiseren bergingscapaciteit in een voorziening hangt af van: het type voorziening, de vereiste bergingscapaciteit, de toelaatbaar geachte afvoercapaciteit, het aangesloten afvoerend oppervlak en de ontwerp-infiltratiecapaciteit richting bodem en grondwater. Hoewel het ideaal is de

⁶ $O_{90\%}$ is de karakteristieke opening van de poriën in het doek [μm] volgens NEN-EN-ISO 12956

bergingscapaciteit zoveel mogelijk egaal over een gebied te verdelen zijn wellicht niet alle voorzieningen even groot uit te voeren. In alle gevallen moet het afstromende regenwater voldoende gradiënt hebben om vanaf het toeleverend verhard oppervlak toe te stromen naar de bergingsvoorziening; een eis die in vlakke gebieden niet altijd eenvoudig te realiseren is.

Conform de regels van het Waterschap Limburg is het lozen van hemelwater afkomstig van verhard oppervlak op (alle) oppervlaktewater altijd vergunning plichtig. De uitgangspunten en eisen die het Waterschap stelt met betrekking tot bergings-/infiltratievoorzieningen staan opgenomen in de 'Keur van Waterschap Limburg 2019', waarbij het Waterschap de volgende uitgangspunten hanteert:

1. Bij uitbreiding van verhard oppervlak brengt de initiatiefnemer regenwater door middel van infiltratievoorzieningen/dynamische bergingsvoorzieningen terug in de bodem (waterneutraal bouwen).
2. Onder dynamische berging wordt verstaan de berging die te allen tijde (= binnen 24 uur na de regenval, daarom wordt de berging 'dynamisch' genoemd) beschikbaar is voor het bergen van hemelwater. Bij bergingen die in open verbinding staan met het grondwater hanteren we de ruimte boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).
3. Dimensioneren op een neerslaggebeurtenis met een herhalingstijd van 1:100 op basis van het gemiddeld klimaatscenario 2050. Voor Noord- en Midden-Limburg hanteren we hierbij een regenbui van 24 uur, zijnde 100 mm. Voor Zuid-Limburg geldt een bui duur van twee uur, zijnde 80 mm. In Zuid-Limburg is namelijk een korte bui meer bepalend voor de benedenstroomse belasting dan een langdurige bui.
4. Als infiltratie aantoonbaar niet of nauwelijks mogelijk is, is een dynamische berging/infiltratievoorziening aan te leggen met een leegloopvoorziening. Om afwentelen naar benedenstrooms te voorkomen, mag je in Noord- en Midden-Limburg maximaal twee L/s/ha lozen en in Zuid-Limburg 10 L/s/ha. De daartoe benodigde bergingen mag de initiatiefnemer ook in de nabije omgeving van de betreffende ontwikkeling realiseren. Deze eis geldt niet voor private terreinen kleiner dan 0,5 ha.
5. Bij grote ontwikkelingen (>50 ha) moet de initiatiefnemer altijd modelmatig aantonen dat dit benedenstrooms niet tot problemen leidt.
6. Bij berging in oppervlaktewater dient boven de inhoud van een dynamische berging een waking gehanteerd te worden van minimaal 25 cm. Geadviseerd wordt een waking te hanteren van 50 cm.
7. Het waterschap gaat zo nodig in overleg met de initiatiefnemer om te bekijken welke maatwerkoplossingen acceptabel zijn. Bij wijziging van de lozingssituatie van bestaand verhard oppervlak is realisering van voorgeschreven waterberging niet in alle situaties redelijkerwijs mogelijk. In die situaties streeft het waterschap naar een redelijkerwijs zo maximaal mogelijke bergingsomvang.

Voor de overwegingen en verdere toelichting van de hiervoor genoemde uitgangspunten wordt verwezen naar de 'Keur Waterschap Limburg 2019', de uitvoeringsregels Keur Waterschap Limburg 2019 (hoofdstuk 11.1) en de Beleidsregels Keur Waterschap Limburg 2019 (hoofdstuk 10)⁷.

Voor het afvoeren van water naar gemeentelijk voorzieningen (niet zijnde oppervlaktewateren) gelden bergingsnormen van de betreffende gemeente. Die berging vind je dan in bergingsruimten ondergronds, op/in/onder gebouwen of onder wegen of parken. Past de gemeente lagere normen toe, vergroot je daarmee de kans op lokale wateroverlast. Voor de lozing van een gemeentelijke

⁷ <https://www.waterschaplimburg.nl/overons/regels-wetgeving-0/wetten-regels/keur/>

voorziening op oppervlaktewater gelden de hierboven genoemde eisen uit de 'Keur van het waterschap'. Op het overgangspunt tussen de gemeentelijke voorziening en het oppervlaktewater is dan een extra bergingsvoorziening nodig.

5. Beheer en onderhoud van voorzieningen

Het beheer en onderhoud van de voorzieningen voor het verantwoord omgaan met hemelwater is gericht op het goed blijven functioneren. Ook wat betreft de functies en diensten die de voorziening vervult in aanvulling op de waterhuishoudkundige en het verlengen van de levensduur. Het beheer en onderhoud van de genoemde voorzieningen verschilt vaak sterk van het traditionele rioolbeheer. In veel gevallen is er een relatie met groenbeheer en/of met wegbeheer en vaak ook met particuliere terreineigenaren.

5.1 Goed beheer

Goed beheer begint bij het nauwkeurig vastleggen van wat is aangelegd of gewijzigd. Juist de gegevens en de werkelijke locatie van ondergrondse voorzieningen en leidingen moeten zorgvuldig in kaart worden gebracht. Voer daarom revisies van de ontwerptekeningen snel door

Regelmatig schoonmaken

Zorgen dat de boel niet verstopt en niet vervuild raakt, is vaak de eerste prioriteit van de beheerder; daarom is regelmatig schoonmaken van het grofvuil filter en de sedimentvang van voorzieningen essentieel. Hoe vaak dat moet gebeuren hangt volledig af van de situatie en het weer. Na een zware bui kan onderhoud gewenst zijn. Maar belangrijk is dat deze activiteiten zijn opgenomen in een regulier onderhoudsschema, net als kolken zuigen.

Een 'piep'systeem voor beheer en onderhoud, bijvoorbeeld in actie komen na klachten van burgers is voor de meeste voorzieningen funest voor de levensduur. Vaak is reparatie achteraf dan ook maar deels mogelijk.

Begroeiing

Hetzelfde geldt voor het onderhoud van de begroeiing. Denk hierbij aan het geregeld maaien en afvoeren van het gras. Voer het onderhoud daarbij wel uit onder goede weersomstandigheden en met de juiste apparatuur, zodat de bodem niet wordt dichtgereden. Het onderhoud is natuurlijk afhankelijk van het soort begroeiing.

Drainage

Essentieel is ook het onderhoud van drainagebuizen en andere afvoerleidingen. Raken die verstopt dan faalt de voorziening. Die drainage is vaak essentieel voor het rustig afvoeren van het in infiltratievoorzieningen verzamelde water dat niet snel genoeg infiltreert naar het grondwater. Reguliere onderhoudsprogramma's zijn ook voor deze voorzieningen essentieel. Hoe vaak onderhoud nodig is hangt af van de situatie. Met name in gebieden met ijzerhoudend (bruin) grondwater dreigen drainageleidingen snel te verstopen en is minimaal jaarlijks onderhoud nodig.

De kwaliteit van het water dat in de voorzieningen stroomt hangt mede af van de activiteiten en het beheer en onderhoud van het toeleverend afstromend oppervlak. Vinden daar verontreinigende activiteiten plaats en vindt nauwelijks passend beheer en onderhoud plaats, dan neemt de belasting van de voorzieningen met verontreinigingen toe. In onderstaande tabel 3 vind je een aantal aandachtspunten voor de aanpak van relevante bronnen.

Tabel 3. Hoe kunnen we diverse bronnen van verontreiniging aanpakken?

Bronnen aanpak	Foutieve aansluitingen in regenwaterafvoeren?	Regelmatig controleren, publiek informeren en handhavend optreden
	Bestrijdingsmiddelen	Voorlichting en communicatie: Beperk het gebruik; Overschrijd de (bij gebruik) aanbevolen dosering niet.
	(Kunst)mest	Voorlichting en communicatie: Beperk het gebruik
	Verkeer	• Verkeersluw maken • Beperk strooizout • Bij hoge verkeersintensiteit kies dan maatregelen met hoogste verwijderingsrendement (kolommen Q, R en S)

Calamiteiten

Om de verontreiniging bij calamiteiten te beperken is het van belang om de delen van het afwateringsstelsel te kunnen sluiten, voordat het water infiltreert in de bodem. Gebruik hiervoor afsluiters op strategische plekken. Maak deze wel bekend zijn bij de beheerder en de brandweer.

Monitoring

Monitoring (én evaluatie van de uitkomsten!) is van groot belang voor het beheer en onderhoud. Visuele inspectie van het functioneren bij of na slecht weer is eenvoudig uit te voeren. De bevindingen houd je bij in een logboek.

Grondwatermeetnet

Een goed grondwatermeetnet in de buurt van infiltrerende voorzieningen is een vereiste. Door een meetbuis in of direct naast de voorziening te plaatsen signaleer je meestal snel de verstopping. Het functioneren van een wadi, regentuin of van doorlatende verharding test je door 'full-scale' infiltratieproeven.

Beoordeel ook af en toe de kwaliteit van het water en het opgehoopte sediment. De frequentie daarvan hangt af van de hoeveelheid vervuilende activiteiten in het gebied. Gemiddeld is eenmaal per vijf jaar een goede meetfrequentie. Het analysepakket moet uiteraard worden toegespitst op de te verwachte type verontreiniging en op de waterkwaliteitseisen die worden gesteld in het ontvangende water.

5.2 Voorlichting en communicatie

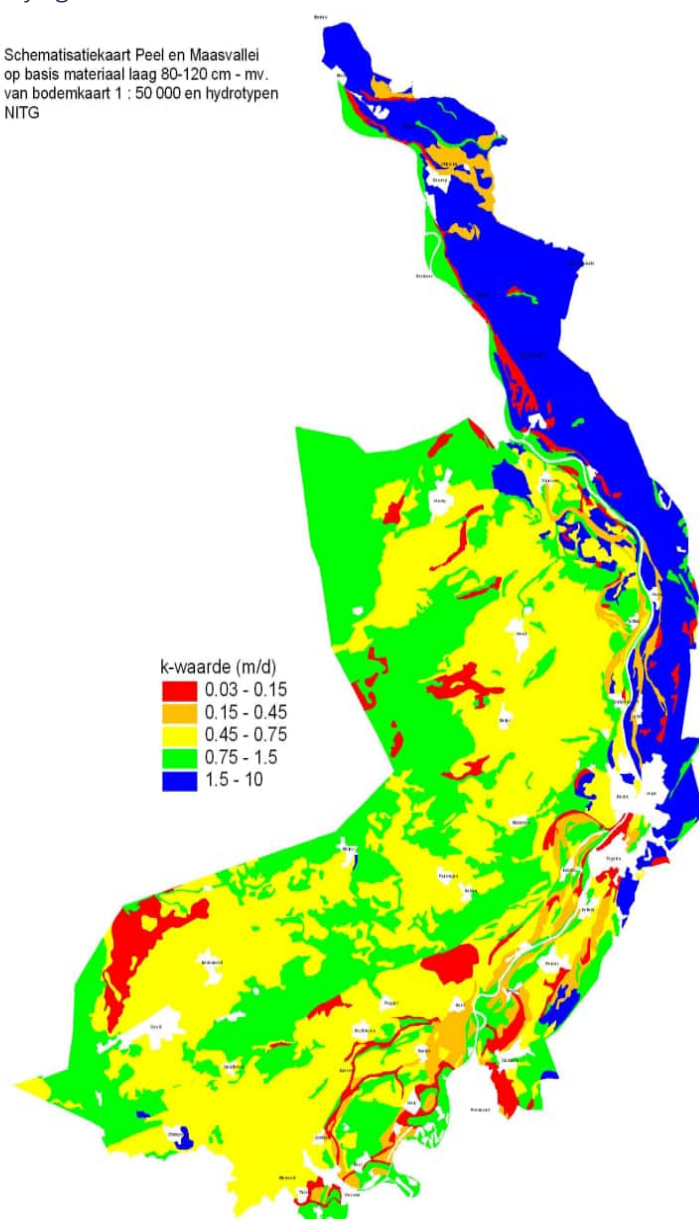
Het goed functioneren van de voorzieningen valt of staat vaak met het gedrag van de bewoners. Regelmatig komen we situaties tegen waarin bewoners niet weten 'hoe de boel in elkaar steekt'. Olie, verf of andere verontreinigende stoffen worden snel geloosd in een straatkolk of, bij een regenwaterriool. Maar wie in de wijk is op de hoogte van een gescheiden rioolstelsel of zelfs een infiltratiestelsel? Voorlichting aan het brede publiek is daarom belangrijk. Denk hierbij aan scholen, doe-het-zelf-winkels, stadskranten en informatiebijeenkomsten voor de medewerkers van bouw- en aannemingsbedrijven. Informatieborden en aangepaste kolkdeksels dragen bij aan dat bewustzijn. Belangrijk is ook dat inwoners weten waar ze problemen kunnen melden en dat snel een eerste opvolging op hun melding plaatsvindt.



Bijlagen

Bijlage 1. Doorlatendheden

Schematisatiekaart Peel en Maasvallei
op basis materiaal laag 80-120 cm - mv.
van bodemkaart 1 : 50 000 en hydrotypen
NITG



Globale horizontale doorlatendheid

grondsoort	doorlatendheid (m/dag)
zware klei	0.0001
potklei	0.001
matig zware klei	0.01
zandige klei	0,05
keileem	0,05
veen	0.001 - 0.1
kleig veen	0,005
sterk zandig veen	0,05
leem/löss	0,05
zandige leem	0,3
lichte zavel	0,5
teelaarde	5
schelpen	30
fijn zand	1 - 10
duinzand	7
grof zand	30
zeer grof zand	80
uiterst grof zand	200
fijn grind	1.000 - 10.000
grof grind	10.000 - 100.000

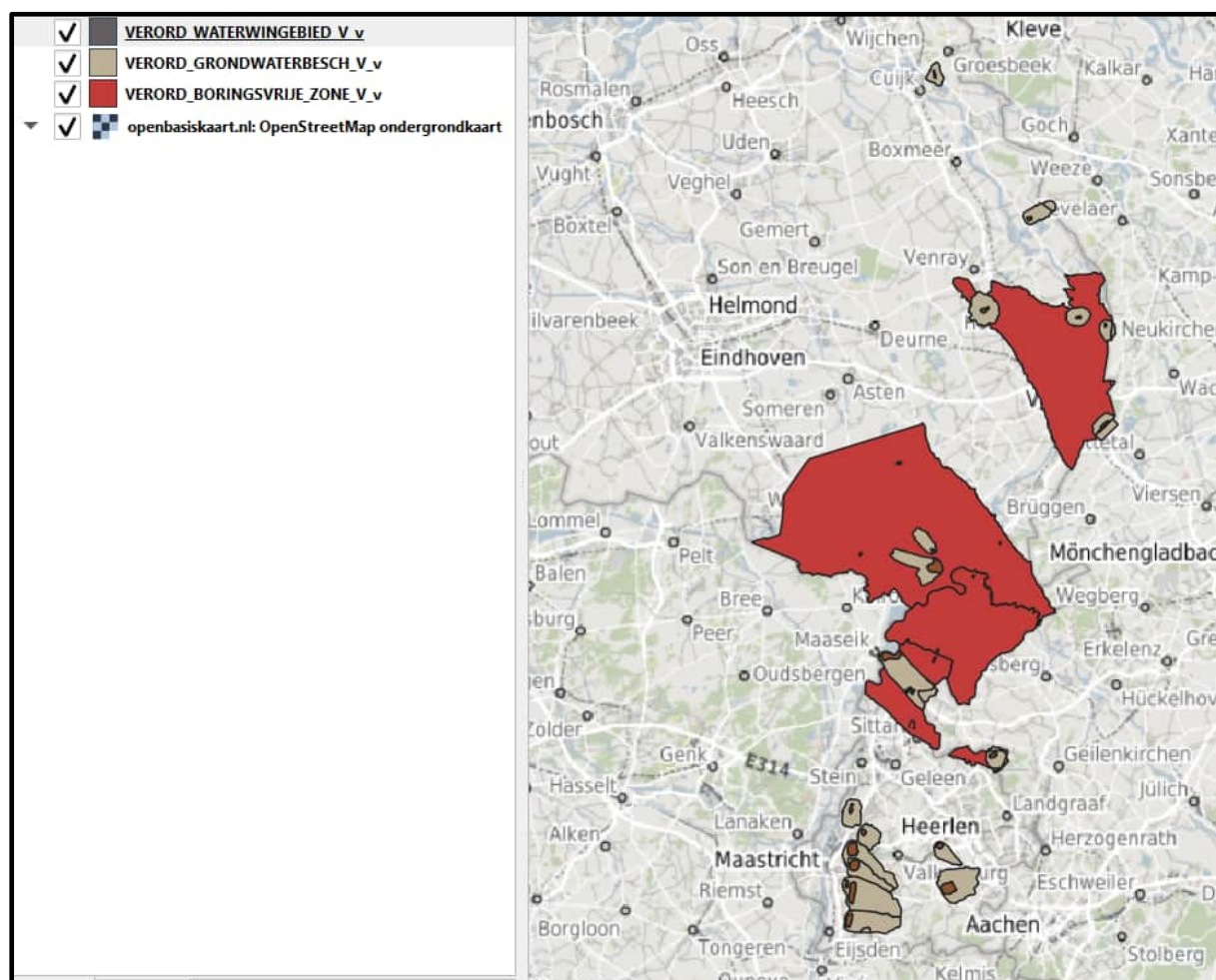
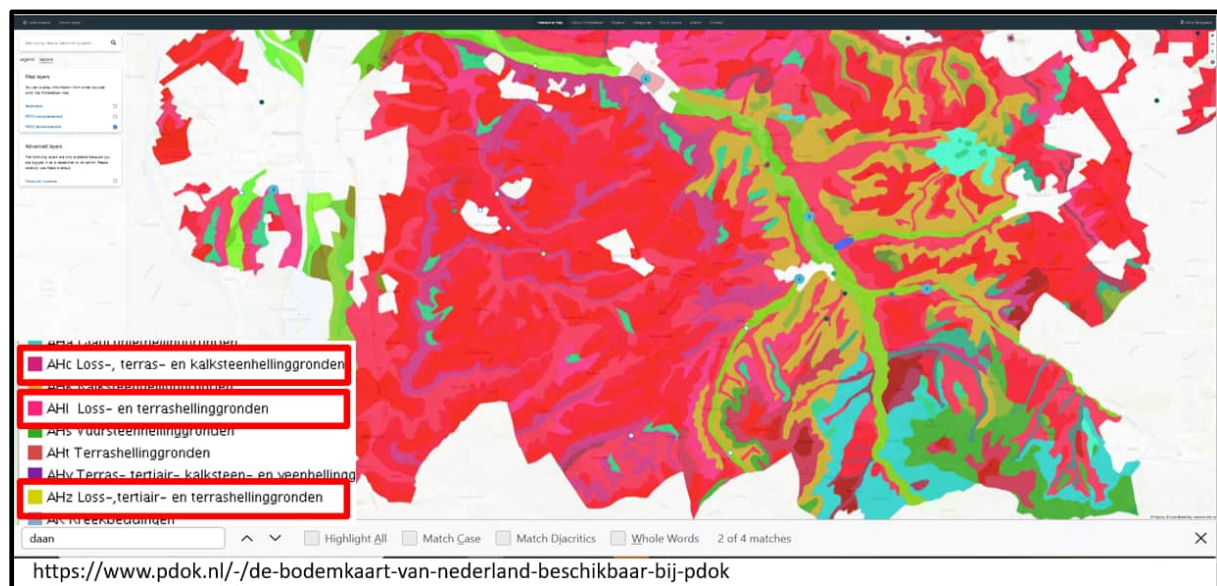
Links K-waarden kaart Noord Limburg⁸

Rechts: globale doorlatendheden⁹

⁸ Massop, HThL, JWJ van der Gaast en E Kiestra (2005) *De doorlatendheid van de bodem voor infiltratiedoeleinden; Een gebiedsdekkende inventarisatie voor het Waterschap Peel en Maasvallei*. Alterra Rapport 1212, Alterra, Wageningen.

⁹ <http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort>

Bijlage 2 Informatie beschikbaar in Climatescan.nl



In waterwingebieden niet of beperkt infiltreren; zie selectietabel 1

Bijlage 3. Baten van blauw-groene maatregelen

Vaak genoemde baten van blauw-groene maatregelen:

- Goedkoper
- Reductie wateroverlast (opgave)
- Verbetering waterkwaliteit
- Verbetering leefkwaliteit
 - Groen blauw
 - Urban Heat Islands
- Hergebruik water
- Minder energiegebruik
- Betere luchtkwaliteit
- CO2 reductie
- Esthetica van de wijk
- Verhoging waarde huizenprijzen
- Bodemdaling beperken
- Sociale waarde
 - Urban farming
- Ecologie
- Educatie

Bijlage 4. Toelichting maatregelen

In onderstaande tabel een korte toelichting op de zes vaak gekozen maatregelen in Limburg. Voor een beschrijving van alle maatregelen zie bijvoorbeeld de [handout van de Toolbox Klimaatbestendige Stad](#) of <https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/> of tool <https://climatescan.nl>

In aanvulling hierop nog een korte toelichting op de prestatiecijfers van een drietal maatregelen.

Verskil in prestatiecijfers infiltratiekratten en DIT-riolen:

Het verschil in prestatie vloeit voort uit het verschil in constructie. Het water dat vanuit de kratten wordt afgevoerd is gezuiverd door bezinking in de (voorgeschakelde) zand/sedimentvang en vervolgens door bezinking en afbraak (verblijftijd) van het water in de kratjes. Daarna door (in)filtratie vanuit het kratje naar de drain die in de buurt ligt of naar het grondwater en uiteindelijk naar een waterloop die nog veel verder weg ligt. Resultaat is een goede reiniging. Daar tegenover staat het DIT-riool. Dat staat in direct contact met het grondwater (buis ligt dieper dan het grond- en oppervlaktewaterpeil) en in direct contact met het oppervlaktewater, vergelijkbaar met een lekkend regenwaterriool. Afstromend regenwater dat door die buis wordt afgevoerd zal voor een klein deel infiltreren, maar de rest wordt direct afgevoerd. Het kleine deel dat infiltreert zal enkele uren na de buis wel weer afstromen naar het oppervlaktewater (vertraagd dus), maar dan is het wel in de bodem geïnfiltreerd geweest en daarmee gefilterd en gezuiverd. Maar dat is maar een fractie van de totaal afgevoerde hoeveelheid en dus is de zuiveringsscore laag (10-20%). De bruikbaarheid van DIT-riolen in beperkt/slecht doorlatende gronden is daarom maar één uitroepeteen, terwijl kratten twee uitroepetekens scoren in combinatie met drainagemaatregelen. En datzelfde gaat op voor toepassing in gebieden met een hoge grondwaterstand.

Holle weg

Bij de prestatiecijfers is uitgegaan van een holle weg met berging op het wegdek/maaiveld. Geen rekening is gehouden met “waterbergende weg”-constructies, waarbij water in het wegcunet wordt geborgen. Ga voor die constructie uit van dezelfde cijfers als waterdoorlatende verharding.

Tabel Bijlage 4.1. Zes vaak gekozen maatregelen in Limburg

Wadi 	 Wadi in Leunen https://climatescan.org/projects/3886/detail meer dan 1500 voorbeelden van wadis in Nederland: https://www.climatescan.nl/#filter-1-1	Een wadi is een beplante greppel met een doorlatende bodem en eronder een in geotextiel ingepakte grindkoffer met een infiltratie- en drainagebuis. Deze is daarmee geschikt voor berging, infiltratie en afvoer van regenwater terwijl ze tevens een bijdrage levert aan de vergroting van de biodiversiteit en de leef kwaliteit.
--	---	--

Groene daken



Groendak Maasduinen

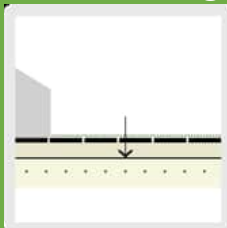
<https://climatescan.org/projects/6877/detail>

>400 voorbeelden categorie groene daken:

<https://www.climatescan.org/#filter-1-4>

‘Groene daken’ is een verzamelbegrip voor belooptbare beplante daken en beplante hellende daken, en omvat o.a. mos / sedum / gras /kruiden / struiken. Groene daken bufferen regenwater tot op zekere hoogte. Ze zijn niet geschikt om extreme neerslag te bufferen omdat ze dan verzadigd raken. Groene daken dragen positief bij aan de biodiversiteit en kunnen een positief effect hebben op o.a. hittestress, luchtkwaliteit en de isolatiewaarde.

Water passerende verharding/ Waterdoorlatende verharding



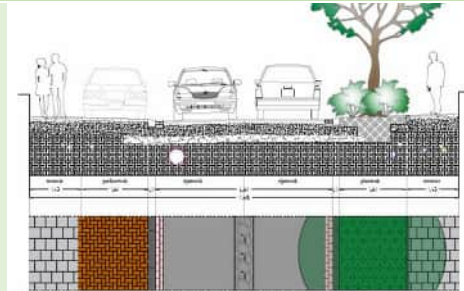
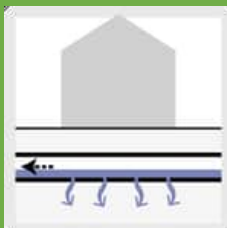
<https://climatescan.org/projects/3901/detail>

Waterpasserende verharding Heden
Meer voorbeelden:

<https://climatescan.nl/#filter-1-3>

Waterdoorlatende bestrating bestaat uit poreus materiaal dat regenwater doorlaat. Daarbij kan water zowel in de bovenste toplaag (bijvoorbeeld poreus asfalt), als ook in de fundering worden opgeslagen. Naast het vertragen van de waterafvoer, kan waterdoorlatende bestrating vervuilende stoffen opvangen en filteren. Bij waterpasserende verharding is de steen zelf niet doorlatend en ‘passeert’ het water alleen door de sleuven tussen de stenen

Ondergrondse infiltratie: DIT riool



IT riool Heerlen

<https://www.climatescan.org/projects/7826/detail>

meer voorbeelden

<https://climatescan.nl/#filter-1-5>

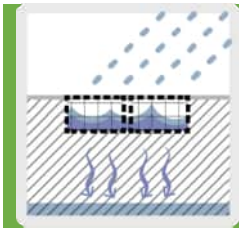
Een riool in de vorm van een met geotextiel omwikkelde geperforeerde horizontale buis draineert de bodem, laat het water infiltreren en voert het daarnaast af. Dergelijke voorzieningen worden toegepast naast verharde oppervlakken of naast onverharde oppervlakken waar geen ruimte is voor een infiltratiegreppel of waar de doorlatendheid van de bodem te gering is.

Ondergrondse infiltratie: Infiltratiekrat



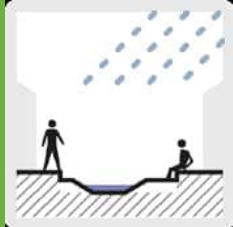
Kratten in Stationsweg Zwolle

Ondergrondse infiltrerende waterberging in de vorm van een kratten omhuld met goed doorlatend geotextiel en grof zand. In slecht doorlatende gronden wordt in dit zand een drainbuis aangebracht. Anders dan infiltratierielen zijn deze ‘lekkende kratten’ een compacte vorm waar veel m³/m² geborgen kan worden.



<https://www.climatescan.org/projects/5395/detail>

Waterplein



Waterplein Brunssum

<https://www.climatescan.org/projects/4101/detail>

meer waterpleinen

(<https://climatescan.nl/#filter-1-40>)

In verschillende steden zijn voorzieningen voor regenwaterretentie ontworpen in de openbare ruimte. Bij deze voorzieningen, de waterpleinen, is een koppeling gelegd met andere stedelijke functies zoals speelvoorzieningen, groen en verblijfsfuncties. Waterpleinen worden toegepast in binnenstedelijke gebieden waar weinig ruimte is voor waterbuffering en waar infiltratie door de hoge grondwaterstanden niet mogelijk is.