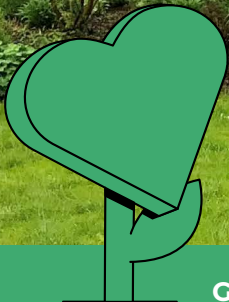


MERWEDE  
LAB

# Blauwgroene Daken

*In samenwerking met: Gemeente Utrecht – 22 februari 2024*



Gezond Stedelijk Leven

# COLOFON

## Eerste druk

### In opdracht van het Merwede LAB, uitgevoerd door/in samenwerking met Gemeente Utrecht

Merwede LAB brengt impactvolle, praktisch toepasbare, duurzame innovaties en interventies op het vlak van duurzame energie, circulair bouwen, social design, gezond stedelijk leven in het planproces van Merwede.

© Merwede LAB

Inhoudelijke vragen of opmerkingen?

Neem contact op via: [office@merwedelab.nl](mailto:office@merwedelab.nl)

We hebben ons best gedaan om van alle foto's en afbeeldingen de oorspronkelijke eigenaar te achterhalen. Mocht u van mening zijn dat een foto of afbeelding onterecht zonder toestemming is opgenomen verzoeken wij u contact op te nemen met de auteur.

**Vormgeving:** Studio Flauwer

**Disclaimer:** Dit naslagwerk dient ter inspiratie voor het verleggen van de lat in Merwede. Uitkomsten van het Merwede LAB zijn nooit automatisch aanvullende eisen of toetsingskaders. Alleen als expliciet in het Eigenarencollectief het besluit wordt genomen, kan de lat verlegd worden.

### Mede mogelijk gemaakt door:

#### Het eigenarencollectief:

Gemeente Utrecht, Janssen de Jong, BPD | Bouwfonds Gebiedsontwikkeling, Synchron, Boelens de Gruyter, G&S, AM, Greystar, Roundhill Capital, Lingotto en 3T Vastgoed.

EFRO React EU en Kansen voor West II



#### EUROPESE UNIE

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling  
Mede gefinancierd in het kader van de respons  
van de Unie op de COVID-19-pandemie.



# INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	5
ALGEMEEN	7
KLIMAATADAPTATIE NOODZAAK EN URGENTIE	9
AFSPRAKEN OVER WATERBERGING IN MERWEDE	11
TOELICHTING VAN HET TOTALE WATERSYSTEEM IN MERWEDE	13
OPBOUW BLAUWGROENE DAKEN	19
BERGINGSCAPACITEIT	21
REGULIERE WATERBERGING	22
CALAMITEITENBERGING	22
BEREKENING WATERBERGING	23
TYPEN GROENE DAKEN	25
PRINCIPEWERKING BLAUWGROENE DAKEN	27
VOORDELEN BLAUWGROENE DAKEN	31
WATERBEHOEFTE	35
BRONNEN	37



**VOOR ALLE DAKEN BINNEN  
MERWEDE GELDT HET PRINCIPLE  
GEEN DAK ONBENUT.**

## **VOORWOORD**

Beste betrokkene bij Merwede,

Het Merwede LAB brengt impactvolle, praktisch toepasbare, duurzame innovaties en interventies op het vlak van duurzame energie, circulair bouwen, social design en gezond stedelijk leven in het planontwikkelingsproces van Merwede.

De waterbergingsopgave is een belangrijk onderwerp in Merwede. Dit naslagwerk geeft een handreiking hoe dit kan worden gecombineerd met groenblauwe daken en de binnentuinen. Dit naslagwerk geeft daarom een voorbeeldberekening van de hemelwateropgave op basis van de uitgangspunten in de samenwerkingsovereenkomst en de beleidsregels “uitvoering programma Merwede”. Ook geeft het een toelichting hoe waterberging ingezet kan worden voor de bewatering van de beplanting op de daken. Merwede LAB heeft dit samen met de Gemeente Utrecht opgepakt en Wavin heeft een onafhankelijke review gedaan op deze handreiking.

De handreiking is bedoeld voor ontwikkelaars, ontwerpers en adviseurs van groene daken en voor waterberging in Merwede.

Hartelijke groet,  
Mirjam Schmüll | Programmamanager Merwede LAB

*Met dank aan de Gemeente Utrecht  
Ruud Koch, Thijs van Veen en Ellen de Boer  
Review Joost Jacobi (Wavin)*

# ALGEMEEN

## DOEL

De handreiking is een verduidelijking van de afspraken rond de waterbergingsopgave op de bouwblokken in Merwede en geeft duidelijkheid in de veelheid aan begrippen over blauwgroene daken.

Dit naslagwerk geeft een handreiking in de rekenwijze van de waterbergingsopgave. Ook wordt vrijblijvend inzicht gegeven in hoe het gebruik van drinkwater bij de grote hoeveelheid groen op daken en binnentuinen in Merwede zoveel mogelijk te beperken is (duurzaam Merwede)

Dit naslagwerk geeft een voorbeeldberekening hoe de hemelwateropgave per blok kan worden berekend, deze berekening is gebaseerd op uitgangspunten van de samenwerkingsovereenkomst in Merwede (SOK). Deze berekening is afgestemd met de gemeente Utrecht. Het is geen verplichting voor de ontwikkelende partijen deze berekening toe te passen. Dit naslagwerk dient als handreiking en kan niet als verplichting beschouwd worden. De suggesties kunnen meegenomen worden in het ontwerpproces.

## BORGING INNOVATIERUIMTE

Uitkomsten van het Merwede LAB zijn nooit automatisch aanvullende eisen of toetsingskaders. Alleen als expliciet in het Eigenarencollectief het besluit wordt genomen dat de lat verlegd kan worden.

## LEESWIJZER

Dit naslagwerk is als volgt opgebouwd: Het begint met een korte toelichting van de noodzaak en uitgangspunten en opgave in Merwede. Dit wordt vervolgens vertaald naar een aanpak en suggestie voor een berekening blauwgroene daken. Afsluitend worden de verschillende typen blauwgroene daken verder uitgelicht en toegelicht.

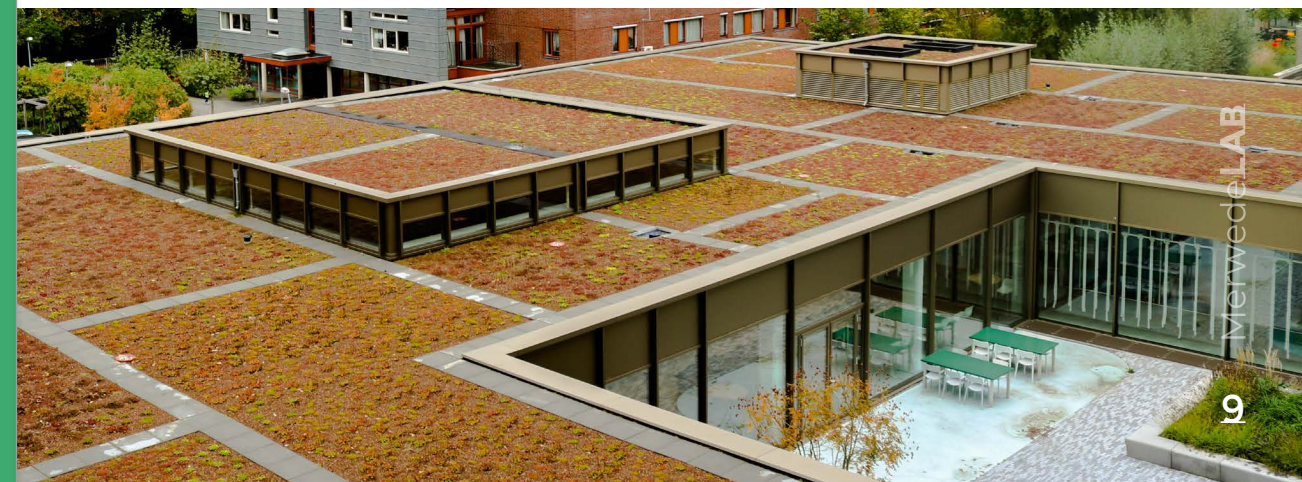
# KLIMAATADAPTATIE NOODZAAK EN URGENTIE

We hebben te maken met een opwarmend klimaat met hogere temperaturen en extremere natte en droge perioden. Onze leefomgeving moeten we daar zo goed mogelijk op aanpassen zodat we meebewegen met deze veranderingen (klimaatadaptatie). Ook Utrecht moet in een opwarmend klimaat een aangename plek zijn om te wonen, te werken of te recreëren.

## **Klimaatadaptief bouwen vertaald naar Merwede**

Als Utrecht, en dus ook de Merwedekanaalzone, klimaatrobuust wil zijn zal de sponswerking van de stad vergroot moeten worden. We willen hemelwater niet langer afvoeren via het riool naar de rioolwaterzuivering, maar het regenwater zoveel mogelijk vasthouden op de plek waar het valt. Hiermee kunnen we het water hergebruiken, infiltreren in de bodem om droogte tegen te gaan of afvoeren naar het oppervlaktewater. Om het regenwater beter en langer vast te houden moet zo veel mogelijk oppervlak onverhard blijven en groen worden: "Groen, tenzij" is het leidende principe. Verharding voegen we alleen toe als het nodig is om het gewenste gebruik en beheer te faciliteren. Hiermee wordt niet alleen het riolerings- en afwateringssysteem ontlast, maar is water ook beschikbaar in perioden van droogte.

Daarnaast zal het groen door de verkoelende werking en het creëren van schaduw bijdragen aan het voorkomen van hittestress in Merwede en draagt het bij aan de Merwede biotoop.



# AFSPRAKEN OVER WATERBERGING IN MERWEDE

In de Samenwerkingsovereenkomst en het Stedenbouwkundig Plan zijn onderstaande uitgangspunten vastgelegd over hemelwater en dakgebruik.

## Afspraken over de waterbergingsopgave

1. Reguliere waterberging: 45 mm water per m<sup>2</sup> verharding kan tenminste 48 uur worden vastgehouden en waar mogelijk worden gebruikt voor het groen en vervolgens vertraagd worden afgevoerd naar de openbare ruimte;
2. Piekwaterberging: een bui van 80 mm per uur kan afwateren zonder schade aan de gebouwen en de binnenterrein aan te richten en kan worden afgevoerd zodat veiligheidsrisico's in de bouwblokken worden voorkomen.

## DAKGEBRUIK

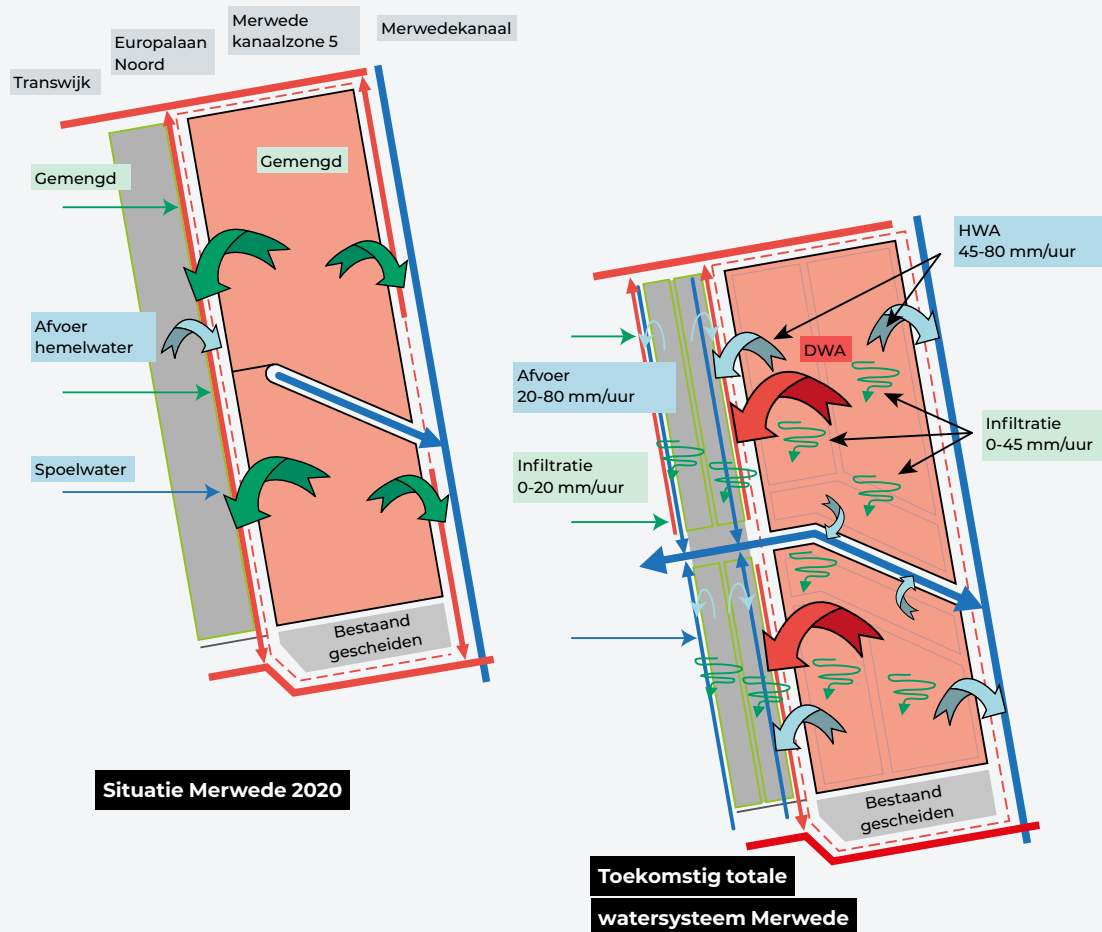
Voor alle daken binnen het plangebied geldt het principe 'geen dak onbenut'. Dit betekent dat binnen het plangebied gemiddeld:

- Minimaal vijftig procent (50%) van het dakoppervlak wordt gebruikt voor groenvoorzieningen, ten behoeve van klimaatbestendigheid, gezondheid, biodiversiteit en hittestress;
- Maximaal vijftig procent (50%) van het dakoppervlak wordt gebruikt voor zonnepanelen (PV-cellen), ten behoeve van duurzame energieopwekking;
- Minimaal vijfentwintig procent (25%) op gebiedsniveau en minimaal twintig procent (20%) op blokniveau van het dakoppervlak bestaat uit volwaardig groen;
- Maximaal vijfentwintig procent (25%) van het dakoppervlak bestaat uit mos sedum groen (met aandacht voor zoveel mogelijk nectar en zaadvormend groen), wat in stroken rondom of onder zonnepanelen (PV-cellen) kan worden gesitueerd of op plekken waar volwaardig groen niet mogelijk is;
- Onder 'volwaardig groen' wordt verstaan: groen met een royale aanplant en gevarieerde vegetatie, met vooral nectar- en zaadvormende planten als voedsel voor vogels en insecten;
- De volwaardig groene dakoppervlakken mogen toegankelijk en functioneel zijn.

## TOELICHTING VAN HET TOTALE WATERSYSTEEM IN MERWEDE

Om wateroverlast te voorkomen wordt vuil water en schoon regenwater gescheiden (dit is een wettelijke verplichting). Bestrating en dakvlakken worden aangesloten op een regenwatersysteem en met name in het openbaar gebied wordt voortkomend uit de 'voorkeursvolgorde'- hemelwater zichtbaar over het oppervlak afgevoerd i.p.v. ondergronds. In Merwede kan een extreme regenbui tot 80 mm/uur verwerkt worden zonder dat er schade zal ontstaan aan woningen, infrastructuur of nutsvoorzieningen. Dit is een bui die volgens de huidige klimaatscenario's eens in de 100 jaar kan vallen.

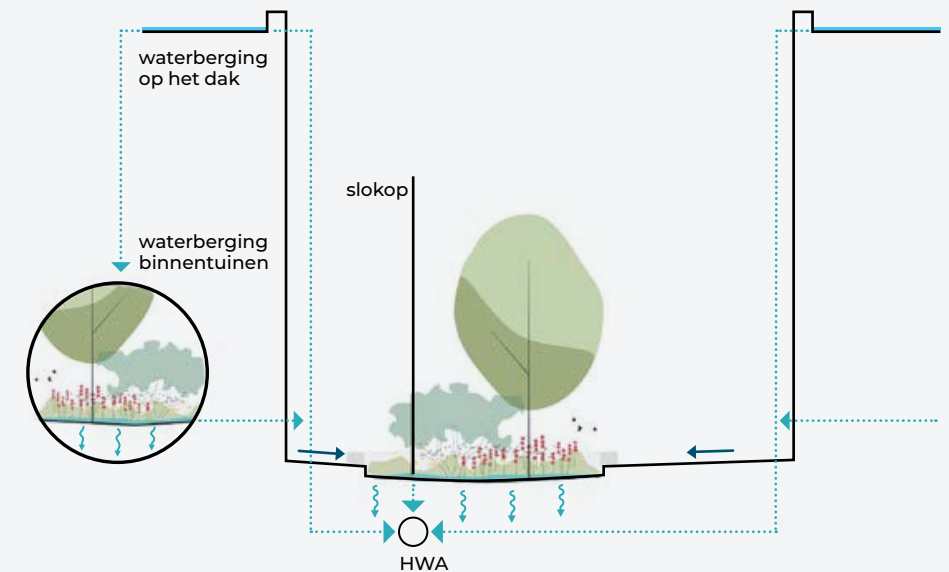
Het hemel- en vuilwater wordt in de huidige situatie afgevoerd naar het gemeentelijk gemengd riool in de Europalaan en in de Kanaalweg. De riolering in zowel Merwede als in de Europalaan wordt omgebouwd tot gescheiden stelsel. Een bui tot 45 mm in één uur over verhard terrein en dakvlakken wordt binnen het eigen terrein gehouden en wordt geïnfiltreerd, hergebruikt of vertraagd afgevoerd. Zwaardere buien worden wel direct afgevoerd. Tot 80 mm over het volledige oppervlak mag dit echter niet leiden tot schade aan woningen en infrastructuur. Water mag daarbij tijdelijk op straat worden geborgen en wordt via IT-riolen afgevoerd naar het Merwedekanaal en diagonale watergang in Merwede. De "Diagonaal" wordt verbreed en via een duiker onder de Europalaan verbonden met de watergang in Transwijk.



In de openbare ruimte wordt regenwater in wadi's en verlaagd groen geborgen t.b.v. infiltratie. Het regenwater stroomt over het oppervlak naar de wadi's in de straten. Een teveel aan water wordt via een zogenaamde slokop afgevoerd naar de HWA. Via een infiltratieriool wordt dat water vervolgens afgevoerd naar het oppervlaktewater van de Diagonaal of het Merwedekanaal. Het overschot aan regenwater bij calamiteiten wordt ook voor de daken en binnentuinen gedeeltelijk tijdelijk geborgen in de openbare ruimte.

Kortom, de bergingsvoorzieningen, zowel op de daken, de binnentuinen als de openbare ruimte, moeten na 48 uur water weer leeg zijn om een volgende bui te kunnen verwerken. De nuancering hierop is dat het water niet binnen 10 uur afgevoerd mag worden om een (piek)belasting van het hemelwater rioelstelsel te voorkomen.

Onderstaande tekening laat de situatie in een inprikker vanaf de Europalaan onder normale omstandigheden zien.



Afwatering inprikker onder normale omstandigheden

### Toelichting afspraak 1:

#### Omgaan met hemelwater onder normale omstandigheden

Onder normale omstandigheden kan 45 mm regenwater per m<sup>2</sup> verharding (inclusief daken) in een uur op eigen terrein geborgen worden op daken en in binnentuinen. Het water kan gebruikt worden voor het groen of kan vertraagd afgevoerd worden. Door de vertraagde afvoer wordt het openbare rioelstelsel bij calamiteiten niet onnodig belast. De afvoer of overloop van de daken wordt aangesloten op het hemelwaterriool (HWA) in de openbare ruimte.

## Toelichting afspraak 2:

### Omgaan met hemelwater bij extreme hoosbuien

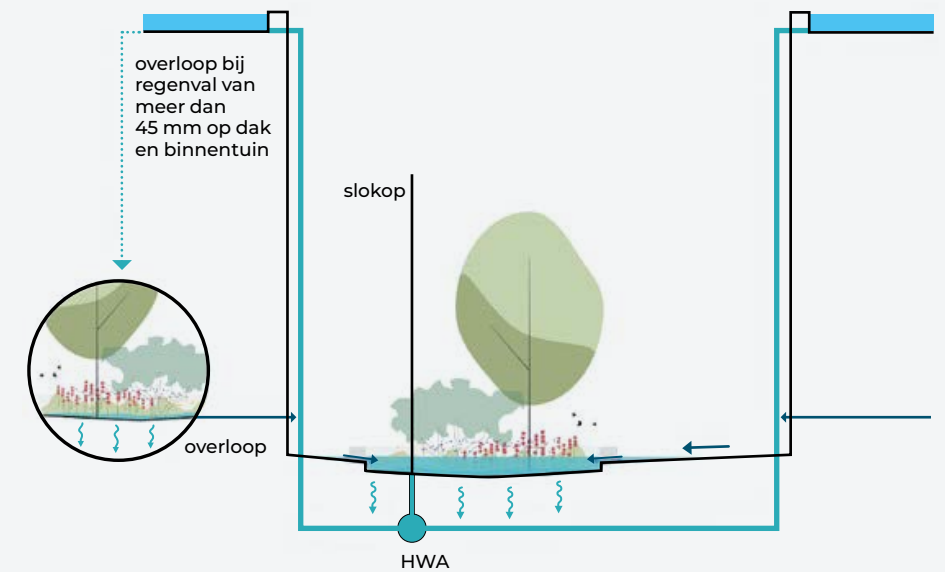
Bij extreme hoosbuien moet regenwater tot 80 mm in een uur, berekend over zowel het verhard als onverhard oppervlak, tijdelijk geborgen kunnen worden om schade aan panden, nutsvoorzieningen en infrastructuur te voorkomen. Onderstaande tekening laat zien hoe dat werkt in dezelfde inrikker vanaf de Europalaan.

Regenwater wordt bij calamiteiten op de daken tijdelijk vastgehouden om vertraagd afgevoerd te kunnen worden. Dat betekent dat het water tijdelijk op het oppervlak van de daken mag staan maar dat er geen aparte of extra bergingsvoorzieningen gerealiseerd hoeven worden. Wel moet geborgd worden dat het water de gebouwen niet in kan lopen. Hiervoor kunnen maatregelen zoals bijvoorbeeld een voldoende hoge en dichte dakrand en afvoerhoger op de HWA's met drossels (gaatjes in de verhoger) voor een vertraagd afvoer voor getroffen worden.

Het overschot aan water wordt vanaf 45 mm via de overlopen van de daken en de binnentuinen afgevoerd naar de hemelwaterriolering in de straat.

Ook in de openbare ruimte wordt een calamiteitenberging tot een bui van 80 millimeter per uur gerealiseerd. Dat betekent dat de wadi's, als deze vol zijn, over kunnen lopen en dat er water op maaiveld kan staan. Wanneer het hemelwaterstelsel helemaal gevuld is, is het systeem zo ontworpen dat ook een overschot van de daken en de binnentuinen via de slokops in de wadi's omhoog kan komen. Ook in dat geval zal er geen schade ontstaan.

De zogenaamde calamiteitenbergingen moeten na 3 uur weer leeg zijn. Het overtollige water wordt via de slokops en het hemelwaterriool afgevoerd naar het oppervlaktewater van de Diagonaal en het Merwedekanaal.



Afwatering inrikker bij calamiteiten tot 80 mm/uur

# OPBOUW BLAUWGROENE DAKEN

## **Wat is een blauwgroen dak**

Een blauwgroen dak is een multifunctioneel dak waarbij waterberging (blauw) op het dak gecombineerd wordt met beplanting (groen). In de opbouw van een blauwgroen dak of daktuin (al dan niet gecombineerd met dakverharding) vindt specifieke, gereguleerde waterberging plaats.

Een blauwgroen dak heeft in principe twee bergingsmogelijkheden, de substraatlaag en de retentielaag.

## **Substraatlaag**

De substraatlaag is de laag waar de beplanting op/in groeit en kan worden beschouwd als een type grondlaag. Deze laag kan een bepaalde hoeveelheid water bergen, hierbij maken we onderscheid tussen de *veldcapaciteit* (bergingscapaciteit) en de *verzadigingscapaciteit*.

De **veldcapaciteit** is de hoeveelheid water dat het substraat vast kan houden, dit komt dus niet tot afvoer en kan alleen minder worden door opname van beplanting en verdamping.

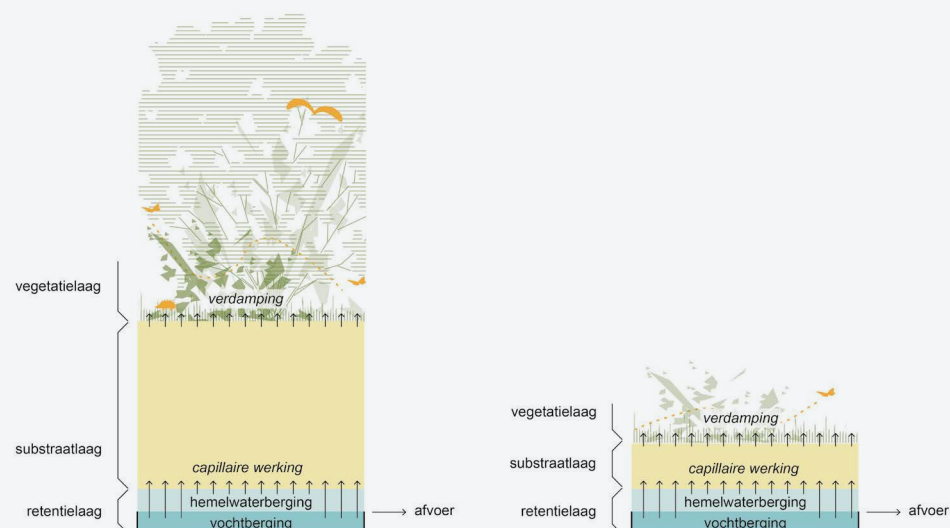
De **verzadigingscapaciteit** is maximale hoeveelheid water in het substraat wanneer alle poriën (lege ruimtes tussen het substraat) van de substraat volledig zijn gevuld met water. Een groot gedeelte van de verzadigingscapaciteit kan het substraat niet vasthouden. Het “overtollige” water stroomt relatief snel door het substraat heen. De verzadigingscapaciteit kan niet als berging van hemelwater worden gerekend, hoogstens als (tijdelijke) calamiteitenberging.

De dikte van de substraatlaag is bepalend voor het type beplanting dat kan groeien op het dak. De substraatlaag bepaalt daarmee de ecologische functie en dus ook het type dak: volwaardig groen (intensief groen) of mos sedum (extensief groen). Bij de bouwplanbeoordeling is hier veel aandacht voor.

## **Retentielaag**

De retentielaag onder de substraatlaag is een reservoir dat hemelwater kan bergen en gereguleerd kan afvoeren. De meest gebruikte methode zijn kunststof kratjes waar in de holle ruimtes water geborgen kan worden.

De retentielaag biedt kansen om te combineren met een vochtberging waarin water voor langere tijd kan worden vastgehouden en niet wordt afgevoerd. Deze vochtberging kan het groenpakket in tijden van droogte van water door middel van de capillaire werking voorzien van water en zo voor verdamping zorgen. Het grote voordeel hiervan is dat er, afhankelijk van de hoeveelheid water in de vochtberging, niet of minder snel beregend hoeft te worden met drinkwater.



**Schematische opbouw dakpakket met links: volwaardig groen dak, rechts: mos sedum dak**

## BERGINGS-CAPACITEIT

De belangrijkste processen die de hydrologische werking van blauwgroene daken bepalen zijn het bergend vermogen van het dak (substraat- en retentielaag), verdamping (van beplanting en uit de retentielaag) en de vormgeving van de dakafvoer (hoogte, diameter en al dan niet dynamisch).

### Substraatberging

De verdamping door de dakvegetatie en het substraat bepaalt voor een groot deel hoe lang het duurt voordat de waterberging (veldcapaciteit) in het substraat na een bui weer beschikbaar is. Bij korte, hevige buien is het effect van de verdamping relatief klein omdat een groot deel van het regenwater door het substraat heen zakt en direct afgevoerd wordt. In de natte wintermaanden en in natte perioden met opeenvolgende buien is de verdamping nihil, en is de veldcapaciteit van het substraat vrijwel continu benut. Het groene dak voert dan overtollig water bij vrijwel iedere bui af.

Het water dat vastgehouden wordt door het substraat (veldcapaciteit) wordt in principe beschouwd als een zogenaamde niet-reguleerbare berging. In de handreiking Blauw-groene daken van het Nationaal Dakenplan wordt namelijk gesteld dat 'sponswerking geen retentie' is. Het water dat in de 'spons' blijft hangen kan immers alleen door verdamping uit het systeem verdwijnen, wat door weersomstandigheden beïnvloed wordt en niet jaarrond hetzelfde is. Deze niet-reguleerbare berging biedt onvoldoende zekerheid voor waterbeheerders en is daarmee niet geschikt om mee te nemen in de wateropgave.

Ondanks dat de substraatberging gedurende het hele jaar onvoldoende zekerheid voor het waterbeheer geeft, dragen groenblauwe daken wel positief bij aan het stedelijk waterbeheer door het reduceren van de afvoer naar het hemelwaterriool, het deels voorkomen van piekafvoeren en wateroverlast, het hergebruiken van water en het voorkomen van droogte. Uit onderzoek blijkt dat ca. 50 - 70 % van de jaarlijkse neerslag op een groen dak verdampt en dus niet afgevoerd wordt.

Om die reden nemen we toch een deel van de bergingscapaciteit in het substraat mee in de bergingsberekening en maken we een duidelijk onderscheid in de 2 typen opgaven voor waterberging:

- Een reguliere waterbergingsopgave t.b.v. hergebruik en droogtebestrijding;
- Een calamiteitenberging t.b.v. het voorkomen van wateroverlast als gevolg van extreme hoosbuien.

## REGULIERE WATERBERGING

Voor de daken en de binnentuinen die op de daken van een parkeergarage worden gerealiseerd geldt een waterbergingsopgave van 45 mm per m<sup>2</sup> dakoppervlak. Het doel van deze afspraak is hergebruik, droogtebestrijding en gereguleerde afvoer. De afspraak geldt voor zowel de openbare ruimte als de bouwblokken. Bij de beoordeling van de bouwblokken worden het totale dakoppervlak en de verhoogde binnentuinen als verhard oppervlak wordt beschouwd. Voor binnentuinen in de volle grond geldt een waterbergingsopgave van 45 mm per m<sup>2</sup> verhard oppervlak. Het regenwater dat in het groen valt kan daar infiltreren.

## CALAMITEITENBERGING

Om hevige piekbuien te kunnen verwerken moet er een calamiteitenberging van 80 mm per m<sup>2</sup> gerealiseerd worden om te voorkomen dat het water de gebouwen in kan lopen en schade kan veroorzaken. Het water zal tijdelijk geborgen moeten worden en vertraagd afgevoerd worden naar het oppervlaktewater. Deze calamiteitenberging wordt berekend over het totale oppervlak, zowel groen als verhard.

Deze hoeveelheid water hoeft niet per definitie in de retentielaag geborgen te worden maar kan ook op het dakoppervlak of in het groen vastgehouden worden voordat het d.m.v. overlopen op het dakoppervlak en de overloop van de retentielaag in maximaal 48 uur vertraagd wordt afgevoerd. Wanneer er een dynamische berging, zie uitleg onder 'Principewerking Blauwgroene daken', wordt toegepast wordt alleen water afgevoerd wanneer er een bui verwacht wordt waarvoor de berging beschikbaar moet zijn.

## BEREKENING WATERBERGING

Vanwege de positieve bijdrage van de substraatberging aan het waterbeheer door het jaar heen hanteert de Gemeente bij de beoordeling van de bouwplannen de volgende uitgangspunten voor de berekening van de waterbergingscapaciteit in het substraat:

- De veldcapaciteit kan voor 50% ingezet worden voor de bergingsopgave.
- We hanteren de rekenregel dat de veldcapaciteit bij een gemiddelde samenstelling van het substraat 20 mm (20 liter) per 10 cm substraatdikte is;
- De verzadigingscapaciteit minus de veldcapaciteit kan voor 50% ingezet worden voor de bergingsopgave bij calamiteiten;
- De gemeente Utrecht hanteert de rekenregel dat per 10 cm substraat met een gemiddelde samenstelling maximaal 60 mm (60 liter) per m<sup>2</sup> geborgen kan worden voordat de laag verzadigd is;
- De substraatberging mag alleen meegerekend worden wanneer er onder de substraatlaag een retentielaag aanwezig is waarmee het hemelwater gereguleerd afgevoerd kan worden.
- De substraatberging mag alleen meegerekend worden als het hemelwater aantoonbaar in het substraat terecht kan komen.

### Rekenvoorbeeld:

Bij een volwaardig groen dak met een substraatdikte van 40 cm.

- De veldcapaciteit per m<sup>2</sup> is dan: 40 cm substraat x 20 mm water per 10 cm laagdikte = 4 x 20 = 80 mm. 50% hiervan is 40 mm (40 liter)
- De verzadigingscapaciteit per m<sup>2</sup> is dan: 40 cm substraat x 60 mm water per 10 cm laagdikte - 80 mm veldcapaciteit = 4 x 60 - 80 = 160 mm. 50% hiervan is 80 mm (60 liter).

Om het functioneren van het totale systeem voor hemelwaterverwerking te kunnen toetsen, moet per dak(deel) inzichtelijk gemaakt worden wat de bergingsopgave is en hoe en op welke plek deze wordt ingevuld en verwerkt. Daarnaast moet inzichtelijk gemaakt worden hoe een bui van 80 mm per uur tijdelijk geborgen en verwerkt kan worden.

Als het water van een dak(deel) op een andere plek geborgen wordt moet inzichtelijk gemaakt worden dat er voldoende bergingscapaciteit is en dat het water daar ook kan komen.

De volgende reketabellen kunnen hierbij helpen:

Reketabel per dakvlak of binnentuin op parkeergarage		
1	Dakoppervlak	m <sup>2</sup>
2	Oppervlakte groen	m <sup>2</sup>
3	Oppervlakte verhard	m <sup>2</sup>
4	Verharding watert af op groen	Ja/nee
5	Bergingsopgave blauwgroen dak: totaal oppervlak in m <sup>2</sup> x 0,045	m <sup>3</sup>
6	Gerealiseerde substraatbergiging (veldcapaciteit): m <sup>2</sup> groen x dikte substraat in dm x 0,02 x 50%	m <sup>3</sup>
7	Gerealiseerde bergiging in retentielaag	m <sup>3</sup>
8	<b>Over- of ondercapaciteit waterbergiging: (6 + 7 - 5) Let op de uitkomst van punt 4</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
9	Opgave calamiteitenbergiging: totaal oppervlak in m <sup>2</sup> x 0,08	m <sup>3</sup>
10	Gerealiseerde calamiteitenbergiging in substraat: (m <sup>2</sup> groen x dikte substraat in dm x 0,06 - veldcapaciteit) x 50%	m <sup>3</sup>
11	Gerealiseerde bergiging in retentielaag of op oppervlak	m <sup>3</sup>
12	<b>Over- of ondercapaciteit calamiteitenbergiging: (10 + 11 - 9) Let op de uitkomst van punt 4</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Reketabel per binnentuinen in de volle grond		
1	Oppervlakte totaal	m <sup>2</sup>
2	Oppervlakte groen	m <sup>2</sup>
3	Oppervlakte verhard	m <sup>2</sup>
4	Bergingsopgave verhard oppervlak x 0,045	m <sup>3</sup>
5	Gerealiseerde bergiging	m <sup>3</sup>
6	<b>Over- of ondercapaciteit waterbergiging (5-4)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
7	Opgave calamiteitenbergiging totaal oppervlak x 0,08	m <sup>3</sup>
8	Gerealiseerde calamiteitenbergiging	m <sup>3</sup>
9	<b>Over- of ondercapaciteit calamiteitenbergiging (8-7)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

## TYPEN GROENE DAKEN

### Volwaardig groen dak

In de SOK en het SP wordt 'volwaardig groen' omschreven als een royale aanplant en gevarieerde vegetatie waarbij wordt gelet op voedselaanbod (nectar en zaken).

Bij gevarieerde vegetatie past een mix van grassen, opgaande beplanting als struiken en bij voorkeur ook (kleine) bomen. Het doel van de beplanting is aansluiten op de Merwedebiotoop. Naast passende beplanting voor de doelsoorten zijn ook mogelijkheden om te schuilen en nestelen nodig. In het naslagwerk Uitwerking Merwedebiotoop staat welke beplanting en nestplekken het beste aansluiten op de doelsoorten van de Merwedebiotoop. Bij de bouwplanbeoordeling door het Kwaliteitsteam is veel aandacht voor de royale en gevarieerde aanplant. Deze handreiking geeft aan hoe waterbergiging ingezet kan worden voor de bewatering van deze beplanting.

### Mos sedum dak

Het type beplanting bestaat uit mos, sedum, kruiden en grassen, waarbij wordt gelet op voedselaanbod (nectar en zaken). Het naslagwerk Uitwerking Merwedebiotoop geeft ook voor de keuze voor mossedum, kruiden en grassen een handreiking.



# PRINCIPEWERKING

## BLAUW-GROENE DAKEN

In het algemeen werken groene daken net als een spons. Rijk begroeide groene daken met dikkere substraatlagen houden meer water vast als gevolg van de grotere veldcapaciteit. Daarnaast maken we een onderscheid in blauwgroene daken met of zonder een gereguleerde waterberging in de laag onder de substraatlaag.

### **Blauwgroene daken zonder retentielaag**

Bij groene daken zonder retentielaag infiltreert de neerslag in de substraatlaag die het water vasthoudt tot de substraatlaag verzadigd is. Het teveel aan water wordt afgevoerd via een overloop. Het water dat de substraatlaag kan vasthouden wordt alleen door opname van beplanting en verdamping geleegd. De snelheid waarmee dat gebeurt is afhankelijk van het seizoen. Omdat deze berging niet altijd beschikbaar is en de afvoer niet gereguleerd is, kan deze niet meegenomen worden in de wateropgave om wateroverlast te voorkomen.

### **Blauwgroene daken met retentielaag**

De retentielaag heeft 3 functies:

- Het bergen van hemelwater;
- Het hergebruiken van water ter bevochtiging van de beplanting;
- Het vertraagd afvoeren van hemelwater;

Er zijn verschillende mogelijke uitwerkingen waarbij de hemelwaterberging en de vochtberging afzonderlijk worden gerealiseerd of juist worden gecombineerd. De hemelwaterberging is bedoeld om regenwater bij hevige buien te bergen en vertraagd af te voeren. Het water in de vochtberging wordt niet afgevoerd maar is altijd beschikbaar voor de beplanting d.m.v. de capillaire werking.

Regenwater dat op verharding van blauwgroene daken valt wordt via hemelwaterafvoeren zoals kolken, lijngoten etc. naar de retentielaag getransporteerd. Het regenwater dat in de dak- of binnentuin valt wordt voor een deel vastgehouden in de substraatlaag. De substraatlaag houdt niet meer water vast dan

de veldcapaciteit van dat type substraat. Het overschot aan water wanneer de veldcapaciteit benut is zakt door het substraat in de retentielaag.

Wanneer de vochtberging in de retentielaag volledig gevuld is dan wordt het overtollige water via een overloop vertraagd afgevoerd. Dat kan naar de binnentuin om te infiltreren of naar het hemelwaterstelsel dat afvoert naar het oppervlaktewater van de Diagonaal of het Merwedekanaal.

Omdat bij een blauwgroen dak met een retentielaag de waterberging en -afvoer goed gereguleerd kan worden heeft deze oplossing de voorkeur.

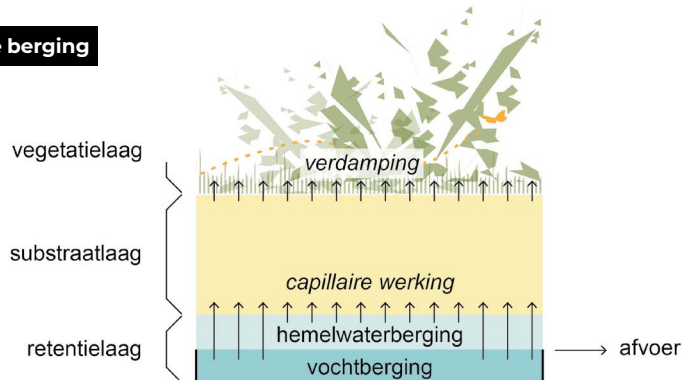
## DE RETENTIELAAG KAN ALS STATISCHE OF ALS DYNAMISCHE BERGING VORM WORDEN GEGEVEN:

### Statische berging

Bij een statische berging is de retentielaag opgedeeld in twee lagen, een voor vochtberging en een voor waterberging.

Als eerste vult het onderste deel van de retentielaag, de vochtberging, zich. Het water dat hierin wordt vastgehouden kan d.m.v. capillaire werking opgenomen worden door de substraatlaag. Er wordt dus geen water uit afgevoerd. Als de vochtberging vol is zal de hemelwaterberging, het bovenste deel van de retentielaag, gevuld worden. Hierin wordt regenwater geborgen en wordt via het hemelwaterriool vertraagd afgevoerd naar een andere voorziening of naar het oppervlaktewater. Deze berging zal na een regenbui binnen 48 uur weer leeg moeten zijn.

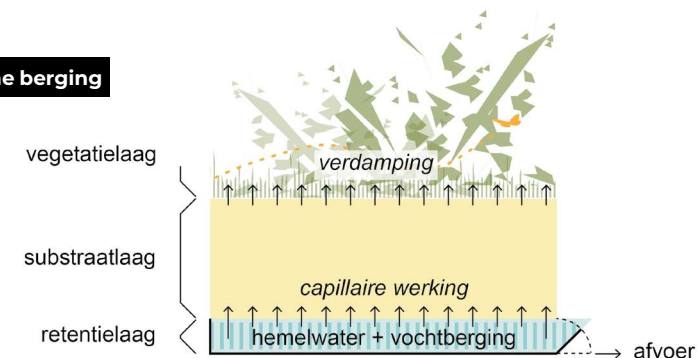
### Statische berging



### Dynamische berging

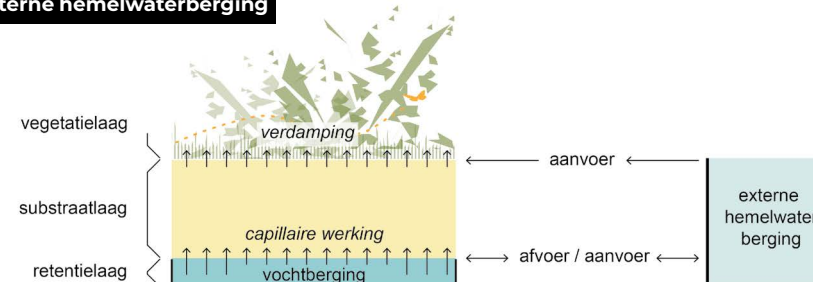
Een variant hierop is een dynamische berging. Hier zijn hemelwaterberging en vochtberging in de retentielaag gecombineerd. Dit is in principe een vochtberging waarin altijd water beschikbaar is voor het groen. Vraag en aanbod van het water worden zo goed mogelijk op elkaar afgestemd. Wanneer er een hevige bui aankomt zal deze berging zich o.b.v. een regenalarm legen zodat de volledige berging op tijd beschikbaar is om deze bui te verwerken. Er wordt dus nooit meer water onnodig afgevoerd dat ten goede kan komen aan het groen. Dit heeft ook minder gebruik van drinkwater om te beregenen tot gevolg. Door een actieve regulering van het waterniveau in retentielaag is er sprake van optimaal gebruik van hemelwater. De eis dat deze berging na een regenbui binnen 48 uur weer leeg moet zijn is hier dan ook niet van toepassing.

### Dynamische berging



Ook bestaat de mogelijkheid om de hemelwaterberging extern te realiseren, bijvoorbeeld in een opslagtank op een ander dakvlak, ondergronds of in een parkeergarage. Hiermee kan de hoeveelheid water dat vastgehouden moet worden op het dak, de waterberging, gereduceerd worden. Zie onderstaande figuur.

### Externe hemelwaterberging



## VOORDELEN

### BLAUW GROENE DAKEN



#### **Waterberging**

Blauwgroene daken reduceren een aanzienlijk deel van de jaarlijkse afvoer van regenwater naar het hemelwaterriool en/of de rioolwaterzuivering. Uit onderzoek blijkt dat ca. 50 - 70 % van de jaarlijkse neerslag op een groen dak verdampt en dus niet afgevoerd wordt. Hierdoor vermindert de kans op wateroverlast, de totale afvoer naar riolering en rioolwaterzuivering en leidt o.m. tot minder overstromen.

Blauwgroene daken zorgen voor meer hergebruik van water en in combinatie met een vochtberging tot minder gebruik van drinkwater om te besproeien, en dus voor minder kosten voor water en stroom.

Hoe intensiever de dakbegroeiing, dus hoe meer kruiden, grassen, heesters en bomen, hoe groter de potentiële verdamping en dus hoe groter de positieve effecten.

Waterberging in een retentielaag met een gereguleerde afvoer heeft een gunstig effect op de reductie van de piekafvoer naar het rioolstelsel en dus ook op de bijbehorende kans op wateroverlast.

#### **Minder drinkwater verspilling**

Door de opslag van hemelwater (in geval van een dynamische retentiesysteem) kan veel drinkwater worden bespaard. In plaats van drinkwater wordt regenwater gebruikt voor de irrigatie van de planten, en/of gebruik bij toiletspoeling, wasmachine etc. Water dat wordt vastgehouden onderin een blauwgroen dak voorziet in de waterbehoefte van planten en zorgt daarmee voor verminderd gebruik van drinkwater gedurende droge periodes. Een groot verdampingsverlies bij traditionele besproeiing van groene daken van bovenaf wordt zo voorkomen.

### Goed voor de natuur

Insecten en vogels profiteren van groene daken, waardoor de biodiversiteit toeneemt en het leefgebied van bedreigde soorten wordt vergroot.

Blauwgroene daken verhogen de biodiversiteit omdat ze wat vochtiger zijn dan reguliere groene daken. Om de inheemse vegetatie te stimuleren is juist een vochtige omgeving noodzakelijk, wat een veel rijkere plantengroei oplevert. Ook neemt de begroeiing CO<sub>2</sub> en zware metalen op, wat de kans op vervuild hemelwater vermindert.

### Comfort

Groene daken dragen bij aan een gezonde en prettige leefomgeving, verminderen stress en verbeteren de tevredenheid en gezondheid. Onderzoek toont aan dat zelfs het zien van groen alleen al zorgt voor deze positieve effecten zoals vermindering van stress, verbetering van het concentratievermogen en minder ziekteverzuim.

Blauw-groene daken passen goed in de groeiende behoefte aan leefbare en gezonde steden en dorpen, doordat ze hoogwaardiger groen opleveren.

### Rustigere omgeving

Een hard dak reflecteert geluid, terwijl een zacht, groen dak geluid juist absorbeert. Dit zorgt ervoor dat het in de omgeving minder luid en onrustig wordt.

### Verkoeling in de zomer en tegengaan van hittestress

Groene daken blijven in de zomer koeler dan gewone, pannen- of bitumen daken. Dit verschil kan oplopen tot 50 graden. In het gebouw blijft het daardoor ook koeler, waardoor er geen of minder airconditioning nodig is.

Blauwgroene daken kunnen een belangrijke bijdrage leveren in de verkoeling van de omgeving, zeker wanneer hogere beplantingen worden aangeplant die veel schaduw creëren en gedurende warme periodes blijven verdampen. Naarmate de beplantingen hoger worden, wordt het effect sterker. Daarbij zorgt de aanwezigheid van vocht in het systeem voor meer verdamping. Dit in tegenstelling tot eenvoudige extensieve groene daken zonder irrigatiesysteem waar na korte tijd de verdamping nagenoeg stopt en er slechts in zeer beperkte mate sprake is van schaduwwerking.

### Energiebesparing

Een blauwgroen dak vermindert 's zomers de behoefte aan koeling in de ruimte onder het dak. Onderzoek in Duitsland heeft uitgewezen dat een (blauw-)groen dak de binnentemperatuur met 3 tot 4 graden kan verlagen.

Deze koelende werking komt in belangrijke mate door verdamping van het opgeslagen vocht. Ook worden de opwarming en afkoeling van het dak vertraagd door de grote massa van een groen dak. Overdag warmt een groen dak minder snel en hoog op en 's nachts blijft het groen dak langer warm en koelt minder diep af.

Door schaduwwerking, hogere reflectie van zonstraling en verdamping van de begroeiing op een groen dak lopen de temperatuur aan de buitenkant van het dak minder hoog (vooral als er water beschikbaar is voor verdamping). Hierdoor is het temperatuurverschil tussen buiten- en binnenkant van het dak tijdens een warme dag kleiner (dan bij een traditioneel bitumendak) en is bij gelijke isolatiewaarde het warmtetransport door het dak van buiten naar binnen kleiner. Door beide effecten warmen de ruimtes onder een groen dak tijdens een warme dag dus langzamer en minder op dan die onder een verhit zwart bitumendak.



## WATERBEHOEFTE

De potentiële verdamping verschilt per type groen dak en is afhankelijk van het substraat en het type beplanting.

Op basis van onderzoeken naar de referentie-gewasverdamping (o.a. KNMI - Verdamping in Nederland) hanteren we de volgende vuistregel: De watervraag van een gemiddeld volwaardig groen dak zal op een droge hete dag ongeveer 8 liter per m<sup>2</sup> zijn. Voor een dak begroeiing met grassen en kruiden zal dat 6 liter, en voor een mos sedum dak 4 liter per m<sup>2</sup> per dag zijn.

Afhankelijk van de capaciteit van de vochtberging kan een bepaalde periode van droogte overbrugd worden zonder dat er drinkwater gebruikt hoeft te worden om te voorzien in de waterbehoefte.

In de winterperiode is het blauwgroen dak nat en geleidt het de warmte goed. De isolerende werking is er dan niet, of zeer beperkt. Echter biedt de mogelijkheid om de retentielaag te laten leeglopen hierin een sterk voordeel. Er ontstaat daardoor een luchtlaag tussen dakbedekkingsconstructie en het begroeiingssysteem. Dit heeft een isolerende werking (indicatief EPC+1). De waterbuffer van een dynamisch retentiesysteem kan in het koude seizoen al kort na een bui leeglopen. De voordelen van een volle buffer zijn er in dat seizoen niet, omdat er nauwelijks verdamping en nauwelijks vegetatiegroei is. In deze koude periodes mag de waterbuffer op het dak dus leeg zijn.

### Verhoging levensduur dak

Doordat groene daken koel blijven en het onderliggende dak beschermen tegen direct zonlicht en sterke temperatuurverschillen waardoor dakbedekking minder snel veroudert. De dakbedekkingen kunnen wel tot ca. twee keer langer meegaan dan vergelijkbare daken zonder een groene dakafwerking.

### Hogere waarde

Groen zorgt voor een aantrekkelijk uitzicht op het dak. Dit kan resulteren in een hogere taxatiewaarde bij verkoop.



## BRONNEN

- Samenstelling | Gids Duurzame Gebouwen
- Groene daken nader beschouwd | Onderzoeken | Kennisbank | Groenblauwe netwerken (urbangreenbluegrids.com)
- Handreiking Blauwgroene Daken | Nationaal Daken Plan (<https://dakenplan.nl/storage/pdfs/ndp-handreiking-blauw-groen.pdf>)
- Soil water storage properties – Minnesota Stormwater Manual (state.mn.us)
- Soil Quality Physical Indicator Information Sheet Series (usda.gov)



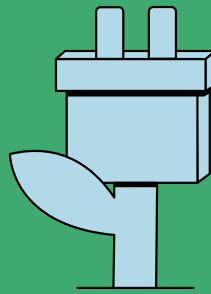
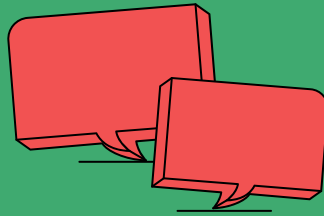
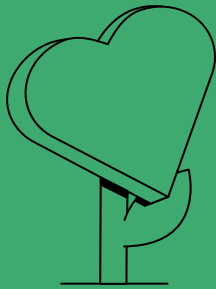
# MERWEDE LAB



LOLA Landscape Architects

[www.merwedelab.nl](http://www.merwedelab.nl)

# MERWEDE LAB



[www.merwedelab.nl](http://www.merwedelab.nl)