

Memo

Datum: 28-02-2020
Projectnummer: 010-19-BWZ Droge Voeten Sint-Oedenrode
Van: BWZ Ingenieurs (Susanne Groot en Robin Crooij)
Aan: Waterschap De Dommel & Gemeente Meierijstad
Onderwerp: Uitwerking klimaatadaptatie

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Aanpak.....	1
2.1	Stap 1. Inventarisatie.....	1
2.2	Stap 2. Selectie	2
2.3	Stap 3 Concretisering	2
2.3.1	Maatregelen in stedelijke inrichting.....	3
2.3.2	Overige watersysteemmaatregelen	5
3	Voorstel klimaatmaatregelen	5
3.1	Maatregelen in stedelijk gebied	5
3.1.1	Klimaatadaptatiemaatregelen Centrum Sint-Oedenrode	5
3.1.2	Klimaatadaptatiemaatregelen De Neul en Stille Dommel	8
3.1.3	Klimaatadaptatiemaatregelen Sluisplein.....	10
3.1.4	Klimaatadaptatiemaatregelen Ahrend.....	12
3.2	Maatregelen in watersysteem	15
	Bijlage 1: Geïnterviewde maatregelen en ideeën	i
	Bijlage 2: Factsheets resultaten Toolbox Klimaatbestendige Stad	vii
	Bijlage 3: Maatregelen in Toolbox Klimaatbestendige Stad	viii

1 Inleiding

Droge Voeten Sint-Oedenrode heeft als doel de bebouwde kom van Sint-Oedenrode te beschermen tegen hoogwater en overstromingen. Het betreft een integrale aanpak waarin ook klimaatrobustheid wordt meegenomen. Kansen ten aanzien van klimaatrobustheid worden expliciet gemaakt en (deels) meegenomen in het ontwerp.

Zowel gemeente Meierijstad als waterschap De Dommel hebben ambities om te komen tot een meer klimaatrobust systeem. De hevige neerslag in 2016 en extreme droogte in 2018 zijn hier mede aanleiding toe geweest. Ook voor de herinrichting van de Dommel door Sint-Oedenrode en daaraan verbonden de herinrichting van gebied De Neul wordt daarom gekeken naar meekoppelkansen om klimaatmaatregelen op te nemen.

In het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 2) is de aanpak om tot concrete klimaatmaatregelen te komen beschreven. In hoofdstuk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is de hieruit volgende set concrete klimaatmaatregelen gepresenteerd. Deze set is een voorstel waarop we reactie vragen van het waterschap en de gemeente.

2 Aanpak

De aanpak bestaat uit drie stappen. Stap 1 is de inventarisatie op conceptueel niveau, waarna in stap 2 de maatregelen zijn beoordeeld op haalbaarheid en wenselijkheid binnen het project Droge Voeten Sint- Oedenrode. De maatregelen waarvan gekozen is deze binnen het project te faciliteren, zijn verder geconcretiseerd in stap 3.

2.1 Stap 1. Inventarisatie

Als eerste stap ten aanzien van de klimaatambities heeft Gemeente Meierijstad in samenwerking met Waterschap De Dommel en BWZ Ingenieurs een “Integraal Klimaatadaptatie Overleg” geïnitieerd dat heeft plaatsgevonden op 23 oktober 2019. In dit overleg zijn mogelijke klimaatadaptatiemaatregelen binnen het integrale planproces van Droge Voeten Sint-Oedenrode geïnventariseerd en besproken. De basis hiervoor zijn de zeven hoofdmaatregelen die Waterschap De Dommel van primair belang stelt voor een klimaatadaptatieve inrichting van het stedelijk gebied. Dit zijn de volgende maatregelen:

1. Water vasthouden en slim sturen in het landelijk gebied;
2. Sponswerking bebouwd gebied vergroten;
3. Samen met gebiedspartners het juiste gebruik op de juiste plek;
4. Risicogestuurd maai-beheer;
5. Onttrekking van grond- en oppervlaktewater zoals beregening;
6. Waterverdeling;
7. Bodem als spons.

Om de ideeën en mogelijke maatregelen te inventariseren is eerst een ronde gemaakt onder de deelnemers. Vervolgens heeft iedere deelnemer 10 stickers toe kunnen kennen

aan de meest kansrijke of interessante klimaat-adaptatiemaatregel (maximaal 3 stickers per maatregel per persoon). Hierdoor is inzicht verkregen in waar de behoeftes liggen vanuit de gemeente en het waterschap. De maatregelen en ideeën zijn na het overleg ingedeeld in drie niveaus: strategisch, tactisch en operationeel. In totaal heeft het overleg geresulteerd in 41 maatregelen en ideeën.

Vervolgens zijn de maatregelen en ideeën gerubriceerd aan de hand van de thema's uit het bestuursprogramma "Bruggen bouwen met water voor nu en later" van Waterschap De Dommel. Dit zijn vijf thema's:

1. Met en voor het gebied
2. Omgaan met klimaatverandering
3. Toekomstbestendig gebruik en beheer van het (grond)watersysteem
4. Het watersysteem verbindt landbouw, natuur en bebouwd gebied
5. Schoon water voor iedereen

2.2 Stap 2. Selectie

In een volgend overleg met Waterschap De Dommel, Gemeente Meierijstad en BWZ Ingenieurs is een onderscheid gemaakt in de lijst met maatregelen en ideeën, tussen welke vanuit het project Droge Voeten Sint-Oedenrode gefaciliteerd worden en welke worden geparkeerd. Hieruit volgt dat zeventien van de maatregelen en ideeën gefaciliteerd worden. Deze worden in het project meegenomen in- of uitgewerkt tot een bouwsteen.

De volledige lijst maatregelen en ideeën is opgenomen in Bijlage 1. Hierin is aangegeven in welk bestuursthema de maatregel past en welke maatregelen en ideeën wel en welke niet worden gefaciliteerd binnen het project. Een deel van de maatregelen die worden gefaciliteerd is, als eerste aanzet, gelokaliseerd op de overzichtskaart van het Voorlopig Ontwerp (Overzicht VO DVS0 9 januari 2020). Het gaat hierbij niet om alleen operationele maatregelen, maar ook om tactische of strategische maatregelen. De maatregelen dienen nog geconcretiseerd te worden voordat ze kunnen worden opgenomen in het definitief ontwerp van Droge Voeten Sint-Oedenrode.

Naast deze lijst zijn er wensen ingebracht in het participatietraject. Relevante ideeën hieruit zijn opgenomen in de concretisering. [PM lijst inbreng stakeholderanalyse doornemen]

2.3 Stap 3 Concretisering

De derde stap is gericht op de concretisering van de maatregelen. Een deel van de maatregelen betreft inrichting van het stedelijk gebied. Deze maatregelen zijn uitgewerkt in de online toolbox Klimaatbestendige Stad. Op deze werkwijze wordt ingegaan in paragraaf 2.3.1. De andere maatregelen (niet stedelijke inrichting) die ingrijpen op het watersysteem zijn geanalyseerd op basis van geografische gegevens, analyse van metingen en kennis van het watersysteem. Deze werkwijze wordt behandeld in paragraaf 0.



2.3.1 Maatregelen in stedelijke inrichting

Aan de hand van de toolbox Klimaatbestendige Stad zijn waar mogelijk, klimaatadaptatiemaatregelen op strategisch- en tactisch niveau vertaald tot operationeel niveau en geconcretiseerd. Met de tool (<https://kbstoolbox.nl/nl/>) worden aan de hand van kentallen klimaateffecten en kosten van een maatregel inzichtelijk gemaakt. De focus in Droge Voeten Sint-Oedenrode ligt op klimaatbestendigheid ten aanzien van droogte, hitte en het opvangen van neerslagpieken. Waterveiligheid is in de klimaatmaatregelen niet beschouwd, omdat dit met de focus van het project wat betreft Ruimte voor de Dommel al is geborgd.

Toelichting toolbox

De Toolbox Klimaatbestendige Stad is er voor bedoeld om een beeld te krijgen van de effectiviteit van klimaatadaptatiemaatregelen in een bepaald gebied. Met de toolbox wordt inzicht verkregen welke maatregelen positief bijdragen aan de vermindering van droogte, hittestres en wateroverlast en de vergroting van waterveiligheid. Dit kan op basis van verschillende schaalniveaus, namelijk stad, buurt, straat en gebouw. Projectgebieden worden gekarakteriseerd aan de hand van de grondsoort, relatieve hoogte en helling en type bebouwing/ inrichting van de buitenruimte.

De toolbox berekent vanuit een conceptueel hydrologisch model de bijdrage van een klimaatadaptatiemaatregel aan grondwateraanvulling, waterberging, verdamping, hittedeductie en de aanwezigheid van 'koele gebieden'. Daarnaast worden standaarden voor verwachte aanleg- en onderhoudskosten van de maatregel berekend.

In de toolbox zijn in totaal 40 mogelijke klimaatadaptatiemaatregelen opgenomen, zie Bijlage 3. Niet alle maatregelen in de tool zijn relevant voor het project, anderzijds zijn er in de tool ook maatregelen opgenomen die wel relevant maar niet eerder geïnterpreteerd zijn in het project. Waar zich kansen lijken voor te doen, zijn in deze stap nog aanvullende maatregelen voorgesteld bovenop de lijst uit Stap 2.

Een kanttekening is dat de toolbox zich beperkt tot een veertigtal adaptatiemaatregelen die conceptmatig te dimensioneren zijn. De daadwerkelijke klimaateffecten en kosten zijn afhankelijk van in welke condities de maatregel wordt geplaatst. De maatregelen dienen dan ook aan de hand van deze inventarisatie verder te worden uitgewerkt tot een realistisch ontwerp.

Werkwijze met toolbox



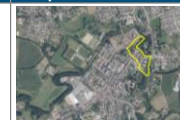

Om de maatregelen te concretiseren in de toolbox is beoordeeld:

- Welke klimaatmaatregelen uit Stap 2 kunnen bijdragen aan de vermindering van hittestres, droogte en wateroverlast en vertaald worden naar een maatregel in de toolbox?
- Waar binnen het projectgebied kunnen bepaalde maatregelen worden getroffen?
- In welke vorm, met welke afmetingen kan de maatregel binnen het projectgebied worden geïntegreerd?

De toolbox werkt met projectgebieden. Effecten worden berekend voor het projectgebied waarbinnen de maatregel ligt. Binnen de projectgrenzen van het project Droge Voeten Sint-Oedenrode definiëren wij een viertal projectgebieden: Centrum, De Neul en Stille

Dommel, Sluisplein, en Ahrend, alle op 'buurt' schaalniveau. De projectgebieden onderscheiden zich op type inrichting en grondgebruik. Voor de gebieden Centrum, De Neul en Sluisplein zijn in de eerdere inventarisatie maatregelen benoemd. Vanuit de stakeholderanalyse is de wens om klimaatadaptatiemaatregelen op het terrein van Ahrend te realiseren voortgekomen, vandaar dat ook Ahrend als projectgebied is beschouwd.

Per projectgebied worden effecten op de buitenruimte in relatie tot hittestress, droogte en wateroverlast bepaald aan de hand van projectgebonden parameters. In Figuur 1 zijn de uitgangspunten per projectgebied opgenomen.

Projectgebied	Centrum	De Neul	Sluisplein	Ahrend
Gebiedsbegrenzing				
Gebiedsgrootte	192.388 m ²	197.750 m ²	37.674 m ²	71.692 m ²
Wijktype	Stadscentrum	Laag NL - Bloemkoolwijk	Laag NL - Vinexwijken	Stadscentrum
Klimaatadaptatiedoel	Hittestress Droogte Wateroverlast	Hittestress Droogte Wateroverlast	Hittestress Droogte Wateroverlast	Hittestress Droogte Wateroverlast
Belang multifunctioneel landgebruik	Zeer belangrijk	Beperkt belangrijk	Zeer belangrijk	Beperkt belangrijk
Schaalniveau	Buurt	Buurt	Buurt	Gebouw
Bestaande ruimtetypes	Grijs - Bestraat oppervlak Rood - Gebouwen	Grijs - Bestraat oppervlak Rood - Gebouwen Groen intensief gebruik Blauw - Water Groen/grijs - Sportterrein en speeltuin	Grijs - Bestraat oppervlak Rood - Gebouwen Groen intensief gebruik Blauw - Water	Grijs - Bestraat oppervlak Rood - Gebouwen
Ondergrondse beschikbaarheid	Laag	Laag	Matig	Matig
Daktype	Daken met een helling groter dan 35 graden	Platte daken	Daken met een helling groter dan 35 graden	Platte daken
Grondtype	Zand	Klei	Zand	Zand
Helling	Hooggelegen vlak gebied	Laaggelegen vlak gebied	Hooggelegen vlak gebied	Hooggelegen vlak gebied

Figuur 1 Uitgangspunten per projectgebied (Toolbox Klimaatbestendige Stad)

Zie de Toolbox Klimaatbestendige Stad (<https://kbstoolbox.nl/nl/>) voor alle keuzemogelijkheden

De toolbox biedt de mogelijkheid om per projectgebied doelen te definiëren. Deze doelen zorgen ervoor dat de bijdrage van een klimaatadaptatiemaatregel kan worden getoetst aan de doelen die zijn gesteld binnen het gebied. Dit kan de keus voor bepaalde maatregelen ondersteunen. Binnen het project Droge Voeten Sint-Oedenrode zijn door Gemeente Meijerijstad en Waterschap De Dommel geen concrete doelen geformuleerd ten aanzien van reductie aan hittestress, droogte en wateroverlast.

Tabel 1: Doelen en kosten die worden onderscheiden in de Toolbox Klimaatbestendige Stad

Doel klimaatmaatregel	Kosten
Bergingscapaciteit (m ³)	Aanleg (€)
Herhalingstijd factor (aantal)	Onderhoud (€)
Grondwateraanvulling (mm/jaar)	
Verdamping (mm/jaar)	
Hittereductie (°C)	
Koele gebieden (plek met schaduw en verdamping groter dan 200 m ²)	



2.3.2 Overige watersysteemmaatregelen

Maatregelen die direct ingrijpen op het watersysteem, en niet op het stedelijk gebied, zijn niet vertegenwoordigd in de toolbox. Ook deze maatregelen zijn op kaart gezet en de effecten hiervan zijn zoveel mogelijk beredeneerd en waar mogelijk berekend.

3 Voorstel klimaatmaatregelen

3.1 Maatregelen in stedelijk gebied

Klimaatadaptatiemaatregelen die vanuit de toolbox klimaatbestendige stad als kansrijk zijn geacht voor de implementatie er van in het stedelijk gebied van Sint-Oedenrode zijn:

- Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag;
- Waterdoorlatende verharding;
- Groene daken met afvoervertraging;
- Bergingsvijver;
- Berging door de realisatie van extra berghoogte;
- Holle en schuine wegen;
- Grindkoffers;
- Straatbomen en bomenlanen;
- Groene gevels.

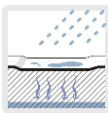

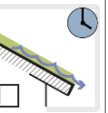
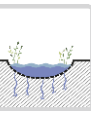
Per projectgebied binnen het project Droge Voeten is in onderstaande tabellen weergegeven welke maatregelen als kansrijk zijn geacht en op welke locatie dit kan worden geïmplementeerd. Door gebruik te hebben gemaakt van de klimaateffectatlas “wateroverlast” en “hitte eiland effect”, gebiedskennis en expert judgement zijn de locaties per klimaatadaptatiemaatregel bepaald. Op basis van de bijdrage die een maatregel levert op de reductie van hittestress, droogte en wateroverlast wordt in relatie tot aanleg- en beheerkosten een advies gegeven met een voorstel voor welke maatregelen te implementeren binnen Droge Voeten Sint-Oedenrode.

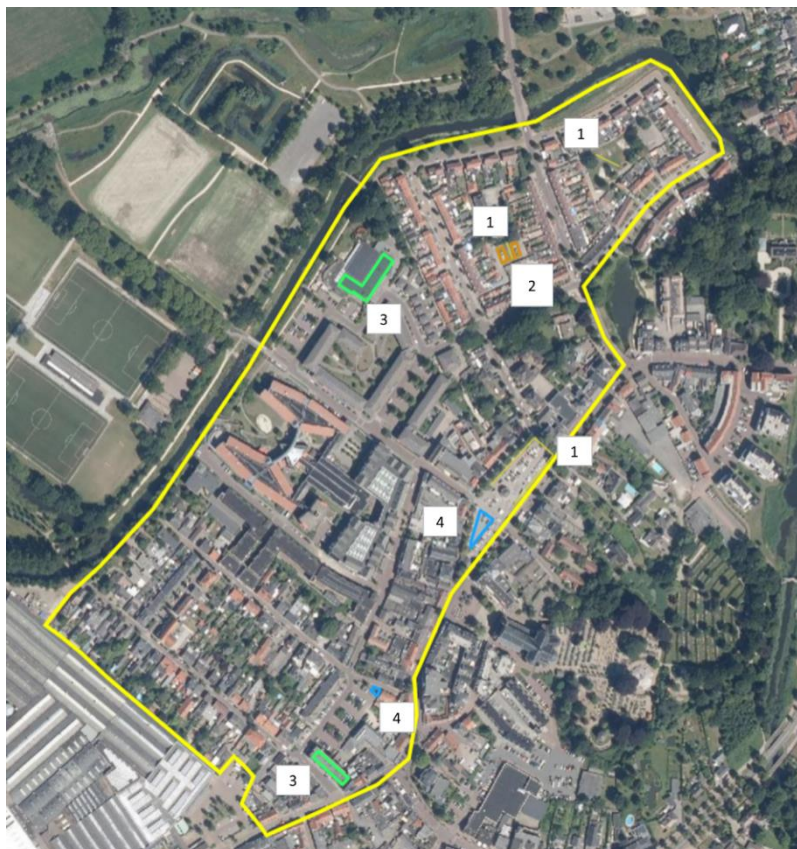
3.1.1 Klimaatadaptatiemaatregelen Centrum Sint-Oedenrode

Maatregelen die hieronder zijn gepresenteerd sluiten aan op drie van de eerder geïnventariseerde klimaatmaatregelen uit het integraal klimaatadaptatie overleg (Bijlage 1), namelijk:

- **17)** Water op verhardingen moet geen last meer zijn maar een ervaring door het toepassen van infrastructuur die kan overstromen/afvoeren/doorlaten;
- **18)** Sponswerking van het bebouwd gebied gebruiken en toepassen;
- **27)** Investeren in energie-neutrale gebouwen door het realiseren van groene daken en/of zonnepanelen.

Tabel 2: Klimaatadaptatiemaatregelen Centrum Sint-Oedenrode (Toolbox Klimaatbestendige Stad)

Adaptatiemaatregel	Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag	Waterdoorlatende verharding	Groene daken met afvoertraging	Bergingsvijver
Nummer op kaart	1	2	3	4
				
Waterbergingsdiepte (m)	0,5 - 0,8	0,1	0,1	0,4 - 0,8
Toestroomgebied (x)	5	1	1 - 1,5	10
Breedte (m)	1,5 - 2	-	-	-
Lengte (m)	530	-	-	-
Oppervlakte (m ²)	290	160	1.010	300
Bergingscapaciteit (m ³)	209	16	101	136
Herhalingstijd factor (+1)	0,28	0,08	3,32	1,93
Grondwateraanvulling (mm/jaar)	5	0	0	10
Verdamping (mm/jaar)	2	0	4	4
Hitte reductie (graden Celcius)	0	0	0,01	0
Koele gebieden (>200 m ²)	0	0	0	0
Aanlegkosten (eenmalig)	€ 17.351	€ 15.922	€ 80.669	€ 12.088
Aanlegkosten (eenmalig/m ²)	€ 60	€ 100	€ 80	€ 40
Onderhoudskosten (jaar)	€ 144	€ 67	€ 4.840	€ 60
Onderhoudskosten (jaar/m ²)	€ 0,5	€ 0,4	€ 5	€ 0,2



Maatregelen

De locaties zijn weergegeven op bovenstaande kaart en zijn hieronder per locatie beschreven:

- 1) Op het speelterrein tussen de bebouwing aan de Philippusstraat en De Jongsingel is een infiltratiestrook beoogd met bovengrondse opslag. Een zelfde strook is beoogd op het parkeerterrein tussen de bebouwing aan de Stompersstraat.
- 2) De parkeervakken op deze parkeerplaats aan de Stompersstraat worden tevens voorzien van waterdoorlatende verharding.
- 3) Op een deel van zwembad De Neul aan de Dommelstraat wordt een groen dak met afvoertraging voorgesteld. Meer richting het centrum op het appartementencomplex aan de Hoge Vonderstraat 4-6 is dit ook een optie (nu niet opgenomen).
- 4) Op twee locaties die gevoelig zijn voor hittestress en wateroverlast wordt aanleg van een bergingsvijver voorgesteld. Het gaat hierbij om de zuidelijke punt van de Markt en een plantsoen aan de Knapenhoek 4.

Advies

Voorgesteld wordt om de wadi's (*infiltratiestroken met bovengrondse opslag*) te implementeren omdat deze relatief hoog scoren op zowel lokale waterberging als grondwateraanvulling binnen het gebied. Daarnaast vergroten dergelijke klimaatadaptatiemaatregelen de bewustwording van nut en noodzaak van water onder de burgers, wat aansluit bij Thema 1 uit het bestuursprogramma van het waterschap (*Thema 1: Met en voor het gebied*). De totale aanlegkosten worden geschat op €85 per m³ extra bergingscapaciteit.

Het realiseren van een waterbergingsvijver, in welke vorm dan ook, levert een grote hoeveelheid aan bergingscapaciteit op in verhouding met het benodigd oppervlak. Het voorstel is om dit te realiseren op de Markt. Door het zuidelijke gedeelte van de Markt hiervoor te benutten wordt plaatselijk zowel waterberging als verkoeling gerealiseerd. Door een juiste inrichting met afschot richting de bergingsvijver kan het lagergelegen noordelijke gedeelte van de Markt onder vrij verval hierop afwateren en blijft het overgrote deel aan parkeervoorzieningen in het centrum behouden. De totale aanlegkosten worden geschat op €90 per m³ extra bergingscapaciteit.

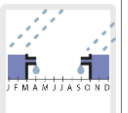
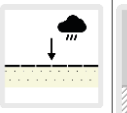
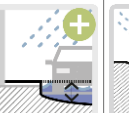
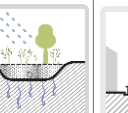

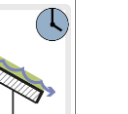
De aanlegkosten van een wadi en bergingsvijver zijn relatief laag, maar ze vragen enige ruimte voor inpassing. Op de Markt bijvoorbeeld verdwijnen parkeerplaatsen door aanleg van de vijver. Hiermee moet rekening gehouden worden in de bepaling van bijkomende kosten. Aanleg van de vijver sluit aan bij de wens van Gemeente Meijerijstad om een autovrij centrum te creëren. Het plaatsen van waterdoorlatende verharding en groene (retentie) daken zijn naar ratio bergingscapaciteit en aanlegkosten met €800,- tot €1000,- per m³ extra bergingscapaciteit relatief duur. Daarentegen vragen deze maatregelen geen extra ruimte en faciliteren ze multifunctioneel ruimtegebruik. Geadviseerd wordt dan ook om de waterdoorlatende verharding op de parkeerplaats Stompersstraat op te nemen. In overleg met het zwembad kan worden verkend wat de mogelijkheden van een groen dak zijn, maar vanwege kosten en effectiviteit wordt deze maatregel is eerste instantie niet geadviseerd.

3.1.2 Klimaatadaptatiemaatregelen De Neul en Stille Dommel

Maatregelen die hieronder zijn gepresenteerd sluiten aan op zes van de eerder geïnventariseerde klimaatmaatregelen uit het integraal klimaatadaptatie overleg (Bijlage 1), namelijk:

- **17)** Water op verhardingen moet geen last meer zijn maar een ervaring door het toepassen van infrastructuur die kan overstromen/afvoeren/doorlaten;
- **18)** Sponswerking van het bebouwd gebied gebruiken en toepassen;
- **23c)** De Stille Dommel als waterberging verbinden met de Dommel;
- **25)** De Neul kan een gebied zijn voor het hitte-ontstressen vanuit Sint-Oedenrode en omliggende steden en dorpen;
- **26)** Bij het planten van bomen kan ook worden gekozen voor bomen die fijnstof afvangen of extra schaduw bieden;
- **27)** Investeren in energie-neutrale gebouwen door het realiseren van groene daken en/of zonnepanelen.

Tabel 3: Klimaatadaptatiemaatregelen De Neul en Stille Dommel (Toolbox Klimaatbestendige Stad)

Adaptatiemaatregel	Berging door de realisatie van extra berghoogte	Waterdoorlatende verharding	Holle en schuine wegen	Grindkoffers	Straatbomen en bomenlanen	Groene daken met afvoertraging
Nummer op kaart	1	2	3	4	5	6
						
Waterbergingsdiepte (m)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Toestroomgebied (x)	10	1	3	4	2	1
Breedte (m)	20	-	3	1	6	-
Lengte (m)	1210	-	250	250	420	-
Oppervlakte (m ²)	24.230	3.670	750	250	2.510	470
Bergingscapaciteit (m ³)	4.846	367	75	25	251	94
Herhalingstijd factor (+1)	0	18,54	0	0,42	0,03	0,01
Grondwateraanvulling (mm/jaar)	277	5	0	1	7	0
Verdamping (mm/jaar)	277	5	0	1	7	0
Hitte reductie (graden Celcius)	0	0	0	0	0,04	0,01
Koele gebieden (>200 m ²)	0	0	0	0	2	0
Aanlegkosten (eenmalig)	€ 0	€ 366.962	€ 22.492	€ 46.483	€ 14.299	€ 37.643
Aanlegkosten (eenmalig/m ²)	€ 0	€ 100	€ 30	€ 186	€ 6	€ 80
Onderhoudskosten (jaar)	€ 0	€ 1.541	€ 1.687	€ 1.004	€ 5	€ 2.259
Onderhoudskosten (jaar/m ²)	€ 0	€ 0,4	€ 2	€ 4	€ 0	€ 5





Maatregelen

De locaties zijn weergegeven op bovenstaande kaart en zijn hieronder per locatie beschreven:

- 1) Er is uitgegaan van een mogelijke peilopzet van 20 centimeter op de gehele Stille Dommel (bijvoorbeeld gevoed door een afvoergolf op de Dommel) ten behoeve van waterberging en aanvulling van het grondwater.
- 2) Het nieuwe parkeerterrein in de Neul conform het VO (Overzicht VO DVSO van 9 januari 2010) zal worden voorzien van waterdoorlatende verharding.
- 3) Het streven is het gehele Klaverpad tussen de bruggen terug te plaatsen als een holle en schuine weg waarmee aan de oppervlakte water kan worden geborgen en afgevoerd naar de zijkant.
- 4) Parallel aan de holle en schuine weg een grindkoffer beoogd om het afgevoerde water versneld te laten infiltreren in de bodem.
- 5) Het nieuwe parkeerterrein wordt ingeplant met bomen (in rijen langs randen en op midden) (straatbomen en bomenlanen).
- 6) De nieuwe sportkantine (ter vervanging van de huidige kantine(s)) wordt voorzien van een groen (retentie) dak.

Advies

Het bergen van water op de Stille Dommel draagt sterk bij aan de bergingscapaciteit binnen het gebied. Tevens levert dit mogelijk extra aanvulling van het grondwater (dit moet verder onderzocht worden, zie ook paragraaf 3.2). Vanuit de toolbox worden hier geen kosten voor berekend, en eventuele effecten in relatie tot de ecologie en waterkwaliteit zijn hieruit ook niet inzichtelijk te maken. Om deze reden is het advies de

maatregel verder te onderzoeken. Welke effecten heeft het tijdelijk bergen van water op de Stille Dommel en welke ingrepen dienen te worden uitgevoerd voor het mogelijk maken van deze klimaatadaptatiemaatregel?

Het planten van bomen op het nieuwe parkeerterrein resulteert in een toename aan waterberging, grondwateraanvulling, verdamping, zorgt voor schaduw en resulteert daardoor in plaatselijke hittedeductie. Het voorstel is om deze bomen te planten conform het VO (Overzicht VO DVSO van 9 januari 2010). De totale aanlegkosten worden geschat op €60,- per m³ extra bergingscapaciteit. Ook kan het parkeerterrein worden voorzien van waterdoorlatende verharding. Hierdoor wordt de bergingscapaciteit vergroot en vindt er grondwateraanvulling en verdamping plaats. Omdat het parkeerterrein volledig nieuw wordt aangelegd, kan in het ontwerp direct rekening worden gehouden met juiste funderingslagen; iets wat bij herinrichting altijd een extra kostenpost is. De totale aanlegkosten worden geschat op €1000,- per m³ extra bergingscapaciteit (circa €100,- per m²).

Ten behoeve van de verbreding van de Dommel dienen de huidige sportcomplexen te worden vernieuwd en op een nieuwe locatie te worden ingepast. Omdat er toch nieuwbouw plaatsvindt, wordt voorgesteld om het sportcomplex te voorzien van een groen (retentie) dak. Dit dak draagt zowel bij aan bergingscapaciteit als hittedeductie. Het groene (retentie) dak kan in het ontwerp van het sportcomplex worden geïntegreerd waardoor direct extra daklast rekening kan worden gehouden. De totale aanlegkosten worden geschat op €400,- per m³ extra bergingscapaciteit.

Het implementeren van een holle en schuine weg in combinatie met een grindkoffer ter plaatsen van het Klaverpad draagt zowel bij aan bergingscapaciteit als grondwateraanvulling en verdamping. Deze maatregelen scoren ten opzichte van de overige kansrijke maatregelen relatief lage effecten. Daarnaast zijn de aanlegkosten vrij hoog en dient de bestaande weg vóór vervangingstijd te worden heringericht. De totale aanlegkosten van beide maatregelen worden geschat op €700,- per m³ extra bergingscapaciteit. We adviseren daarom deze maatregelen niet op te nemen. Een mogelijkheid is nog (vanuit kostenoverweging) om de grindkoffer te vervangen voor een greppel waarin het water vanaf het Klaverpad afvloeit.


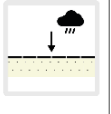

3.1.3 Klimaatadaptatiemaatregelen Sluisplein

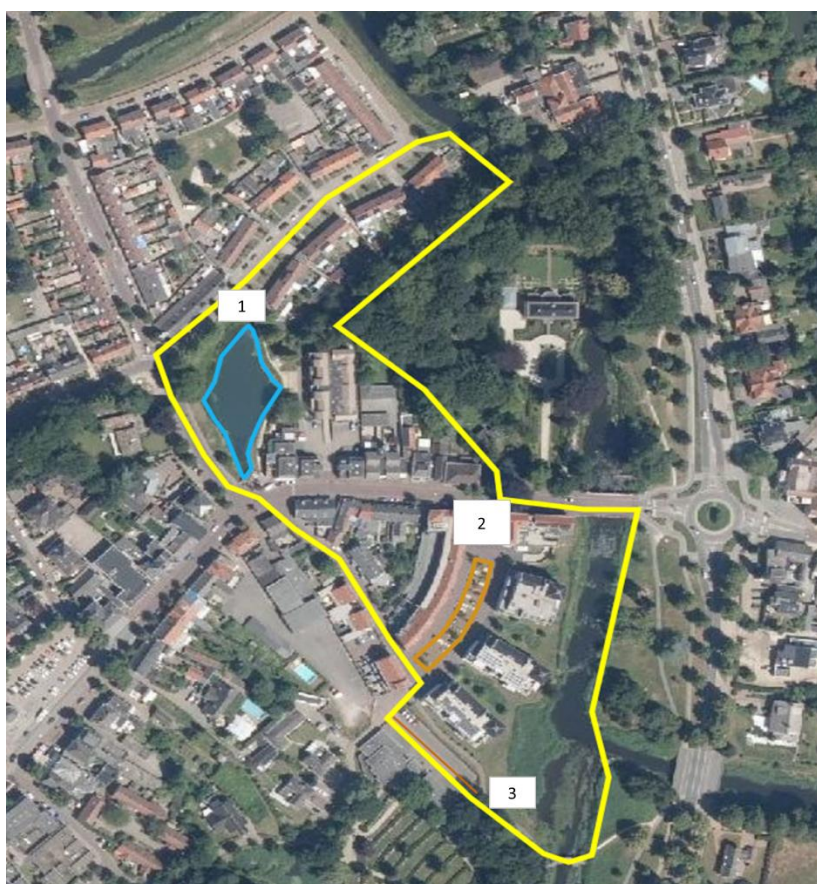
Maatregelen die hieronder zijn gepresenteerd sluiten aan op twee van de eerder geïnventariseerde klimaatmaatregelen uit het integraal klimaatadaptatie overleg (Bijlage 1), namelijk:

- **17)** Water op verhardingen moet geen last meer zijn maar een ervaring door het toepassen van infrastructuur die kan overstromen/afvoeren/doorlaten;
- **18)** Sponswerking van het bebouwd gebied gebruiken en toepassen.



Tabel 4: Klimaatadaptatiemaatregelen Sluisplein (Toolbox Klimaatbestendige Stad)

Adaptatiemaatregel	Berging door de realisatie van extra berghoogte	Waterdoorlatende verharding	Holle en schuine wegen
Nummer op kaart	1	2	3
			
Waterbergingsdiepte (m)	0,2	0,1	0,1
Toestroomgebied (x)	5	1	3
Breedte (m)	-	-	5
Lengte (m)	-	-	57
Oppervlakte (m ²)	1.440	570	285
Bergingscapaciteit (m ³)	288	57	29
Herhalingstijd factor (+1)	0	15,07	0,01
Grondwateraanvulling (mm/jaar)	37	5	0
Verdamping (mm/jaar)	54	7	0
Hitte reductie (graden Celcius)	0	0	0
Koele gebieden (>200 m ²)	0	0	0
Aanlegkosten (eenmalig)	€ 0	€ 56.831	€ 8.557
Aanlegkosten (eenmalig/m ²)	€ 0	€ 100	€ 30
Onderhoudskosten (jaar)	€ 0	€ 239	€ 642
Onderhoudskosten (jaar/m ²)	€ 0	€ 0,4	€ 2



Maatregelen

De locaties zijn weergegeven op bovenstaande kaart en zijn hieronder per locatie beschreven:

- 1) Het voorstel is om op de bestaande waterpartij aan de Philippusstraat-Coeveringslaan 20 centimeter waterberging te realiseren doormiddel van het tijdelijk opzetten van het waterpeil.
- 2) De bestaande parkeerplaats op het Sluisstraat wordt heringericht met waterdoorlatende verharding.
- 3) Het voorstel is om de weg tussen de parkeervakken op het Sluisplein te vervangen voor een holle en schuine weg.

Advies

Het bergen van water op de waterpartij draagt sterk bij aan de bergingscapaciteit binnen het gebied. Tevens is de verwachting dat hierdoor grote hoeveelheden water in de ondergrond wordt geborgen en verdampt. Vanuit de toolbox worden hier geen kosten voor berekend, de mogelijkheid om (zonder aanpassing) extra water te bergen is momenteel niet bekend. In 2018 is in de waterpartij blauwalg geconstateerd. Het advies is om te onderzoeken of (tijdelijke) peilverhogingen mogelijk zijn, of er inrichtingsmaatregelen nodig is om het regenwater aan te voeren en wat de verwachte gevolgen zijn voor de waterkwaliteit.

Het implementeren van waterdoorlatende verharding op het parkeerterrein op de Sluisstraat draagt zowel bij aan bergingscapaciteit en grondwateraanvulling in combinatie met verdamping. In de klimaateffectatlas is te zien dat hier wateroverlast wordt verwacht. Met de implementatie van deze maatregel wordt het effect hiervan gereduceerd. Het gaat hier om een bestaand plein dat, zoals het er op luchtfoto's uit ziet, naar alle waarschijnlijkheid vóór de vervangingstijd wordt heringericht. De totale aanlegkosten van deze maatregel wordt geschat op €1000,- per m³ extra bergingscapaciteit oftewel €100,- per m². Deze maatregel wordt daarom niet geadviseerd.

Ook wordt volgens de klimaateffectatlas op het Sluisplein wateroverlast verwacht. Om dit water tijdelijk op te vangen en gestuurd aan de oppervlakte af te voeren kan worden gekozen voor holle en schuine wegen. Tevens kan worden onderzocht of dit kan worden gekoppeld met de bergingsvijver aan de Philippusstraat. De totale aanlegkosten van deze maatregel wordt geschat op €300,- per m³ extra bergingscapaciteit oftewel €60,- per m². We adviseren deze maatregel wel op te nemen.

3.1.4 Klimaatadaptatiemaatregelen Ahrend

Naar aanleiding van een uitgebreide stakeholderanalyse is gebleken dat er vanuit de omgeving behoefte is om het bedrijventerrein inclusief het pand klimaatadaptief in te richten. Met behulp van de toolbox is dit geconcretiseerd in een viertal klimaatadaptatiemaatregelen. De maatregelen die hieronder zijn gepresenteerd sluiten daarbij aan op vier van de eerder geïnventariseerde klimaatmaatregelen uit het integraal klimaatadaptatie overleg (Bijlage 1), namelijk:

- **17)** Water op verhardingen moet geen last meer zijn maar een ervaring door het toepassen van infrastructuur die kan overstromen/afvoeren/doorlaten;
- **18)** Sponswerking van het bebouwd gebied gebruiken en toepassen.




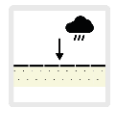
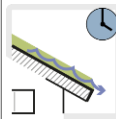

- **26)** Bij het planten van bomen kan ook worden gekozen voor bomen die fijnstof afvangen of extra schaduw bieden;
- **27)** Investeren in energie-neutrale gebouwen door het realiseren van groene daken en/of zonnepanelen.

Maatregelen

De locaties zijn weergegeven op bovenstaande kaart en zijn hieronder per locatie beschreven:

- 1) Ten zuidwesten van het bedrijfspand van Ahrend zijn straat- en laanbomen beoogd op het parkeerterrein om de hitte te reduceren en waterberging te realiseren.
- 2) Op dezelfde locatie (parkeerterrein) is het voornemen om de bestrating van de parkeervakken te vervangen voor waterdoorlatende verharding.
- 3) Het meest noordelijke bedrijfsgebouw van Ahrend, direct aan de Dommel, lijkt geschikt voor het plaatsen van een groen (retentie) dak.
- 4) Bij de ingang van het bedrijfspand van Ahrend is een groene gevel, voor een aantrekkelijke en koele uitstraling.

Tabel 5: Klimaatadaptatiemaatregelen Ahrend (Toolbox Klimaatbestendige Stad)

Adaptatiemaatregel	Straatbomen en bomenlanen	Waterdoorlatende verharding	Groene daken met afvoertraging	Groene gevels
Nummer op kaart	1	2	3	4
				
Waterbergingsdiepte (m)	0,1	0,1	0,1	0,02
Toestroomgebied (x)	1	1	1	2
Breedte (m)	6	-	-	0,2
Lengte (m)	145	-	-	-
Oppervlakte (m ²)	870	1.340	1.900	7
Bergingscapaciteit (m ³)	87	134	191	0
Herhalingsfactor (+1)	0,04	1,85	12,5	0
Grondwateraanvulling (mm/jaar)	5	6	0	0
Verdamping (mm/jaar)	3	10	15	0
Hitte reductie (graden Celcius)	0,03	0	0,08	0
Koele gebieden (>200 m ²)	2	0	0	0
Aanlegkosten (eenmalig)	€ 49.514	€ 133.875	€ 152.529	€ 20.849
Aanlegkosten (eenmalig/m ²)	€ 57	€ 100	€ 80	€ 2.978
Onderhoudskosten (jaar)	€ 14.765	€ 562	€ 9.152	€ 2.085
Onderhoudskosten (jaar/m ²)	€ 17	€ 0	€ 5	€ 298



Advies

Het planten van bomen op het parkeerterrein van Ahrend resulteert in een toename aan waterberging, grondwateraanvulling, verdamping, zorgt voor schaduw en resulteert daardoor in plaatselijke reductie van de hittestress. De totale aanlegkosten worden geschat op €560,- per m³ extra bergingscapaciteit. We adviseren deze maatregel op te nemen. Tevens kan worden overwogen om het parkeerterrein (deels) te voorzien van waterdoorlatende verharding. Echter blijkt uit de klimaateffectatlas hier niet direct een knelpunt te ontstaan vanuit wateroverlast. Gezien de aanlegkosten die worden geschat op €1000,- per m³ extra bergingscapaciteit en het niet direct van invloed zijn op het knelpunt wateroverlast wordt dit primair niet geadviseerd.

In de huidige situatie is een deel van het dak van het bedrijf Ahrend voorzien van zonnepanelen. Gezien de grote oppervlaktes aan platte daken is het interessant om een deel van dit dak te benutten als groen (retentie) dak. Dit zal een toename aan bergingscapaciteit, verdamping en hitereductie realiseren. De totale aanlegkosten van deze maatregel wordt geschat op €800,- per m³ extra bergingscapaciteit. Bijkomend voordeel is de isolerende werking van een groen dak.

Het advies is om vanuit het oogpunt klimaatadaptatie niet te investeren in een groene gevel op het pand van bedrijf Ahrend. In de huidige dimensionering wordt niets bijgedragen aan hittestress, droogte en wateroverlast. Ook bij de maximale dimensies van de klimaatadaptatiemaatregel wordt er nauwelijks bijgedragen deze componenten.



3.2 Maatregelen in watersysteem

Alle maatregelen uit Stap 2 die niet belegd zijn in de uitwerking voor het stedelijk gebied met behulp van de Toolbox, zijn hier geconcretiseerd.

Afvoeren van water peilgestuurde drainage onder sportvelden naar Stille Dommel ipv Dommel (maatregel nr. 11).

In zekere zin is deze maatregel opgenomen in de tool voor projectgebied De Neul. Dit is maatregel 1 in dit gebied, Berging door de realisatie van extra berghoogte. Het idee is meer water vasthouden in de Stille Dommel om daarmee het grondwater aan te vullen. Om de effectiviteit en wenselijkheid van deze maatregel te onderzoeken moet het volgende worden uitgezocht [PM]:

- Is het drainagewater van de sportvelden van geschikte kwaliteit om af te voeren naar de Stille Dommel?
- Zakt de waterstand op de Stille Dommel regelmatig uit, oftewel, heeft extra aanvoer nut?
- Is er, gezien dit een kwelgebied is, sprake van perioden met grondwateraanvulling van uit de Stille Dommel?
- Indien de waterstand de Stille Dommel niet regelmatig uitzakt, is er ruimte voor peilopzet en daarmee mogelijkheid voor extra grondwateraanvulling op de Stille Dommel?

Advies: beoordeel effectiviteit en wenselijkheid voor een besluit te nemen over deze maatregel.

Eventueel later, na het project Droge Voeten en indien noodzakelijk, de Stille Dommel aantakken als waterberging en/of er een ecologische functie aan toekennen (maatregel nr. 23c)

Het aantakken van de Stille Dommel als waterberging bestaat uit het aanvoeren van Dommel water naar de Stille Dommel in perioden van lage waterstanden op de Stille Dommel. Mocht er in droge perioden een verhoogde afvoer zijn op de Dommel, dan kan het zinvol zijn dit water vast te houden op de Stille Dommel en zo te benutten voor grondwateraanvulling in plaats van het af te voeren in de Dommel. Om de effectiviteit en wenselijkheid van deze maatregel te onderzoeken moet het volgende worden uitgezocht [PM]:

- Zakt de waterstand op de Stille Dommel regelmatig uit, oftewel, heeft extra aanvoer nut?
- Indien de waterstand de Stille Dommel niet regelmatig uitzakt, is er ruimte voor peilopzet en daarmee mogelijkheid voor extra aanvoer grondwateraanvulling via de Stille Dommel?
- Is er, gezien dit een kwelgebied is, sprake van perioden met grondwateraanvulling van uit de Stille Dommel?
- Is er enige kans op een significante afvoer op de Dommel in perioden dan de waterstand op de Stille Dommel laag is?
- Is de afvoer van de Dommel op die momenten van voldoende kwaliteit om in te laten naar de Stille Dommel?
- Wat zou de diameter van de aanvoerleiding moeten zijn om tijdens een afvoerpiek(je) een significante hoeveelheid water naar de Stille Dommel te voeren?

- Verken nut en noodzaak van toekennen van een ecologische functie.

Advies: beoordeel effectiviteit en wenselijkheid voor een besluit te nemen over deze maatregel.

De waterkwaliteit moet worden verbeterd door middel van het afvangen van schoon waterpieken (Stille Dommel, Molenwiel, Rijsingen-Zuid, watersysteem Begraafplaats (maatregel 2))

Voor deze maatregel is onderzoek nodig naar:

- waterkwaliteit af te vangen pieken,
- ruimte voor opvang schoon waterpieken in genoemde watersystemen,
- verwacht effect op waterkwaliteit ontvangende watersystemen.

Advies: beoordeel effectiviteit en wenselijkheid voor een besluit te nemen over deze maatregel.

Wateruitwisseling tussen Kienehoef en de Stille Dommel aan de oppervlakte mogelijk maken waar ook kanoërs gebruik van kunnen maken (maatregel 8)

De Kienehoef is een belangrijke plek voor (water)recreatie en horeca. Het is een wens deze locatie via water te verbinden met de kern van Sint-Oedenrode. Hiermee kan een begin worden gemaakt binnen het projectgebied door vanuit de Stille Dommel bij Bolle Akkers een begin te maken van een kanoverbinding.

Advies: neem het begin van de kanoverbinding op in het inrichtingsplan.

Aanvoersysteem gebruiken Kienehoef-waterverbinding (maatregel 35)

Deze maatregel lijkt hetzelfde te beogen als de hierboven genoemde kanoverbinding.

Advies: neem het begin van de kanoverbinding op in het inrichtingsplan.

Realiseren van een brede Dommel (maatregel nr 23a)

Het realiseren van een brede Dommel is in de vorm van het winterbed van 25 tot 18 m breed tussen de Brockstraat en Ahrend onderdeel van het inrichtingsplan. De brede Dommel vormt een robuuste klimaatbuffer, met afvoercapaciteit en ruimte voor water en ecologie. Het winterbed creëert meer mogelijkheid te recreëren en verkoeling te zoeken nabij het water van de Dommel.

Advies: beschouw verbreding van de Dommel als klimaatrobuuste maatregel.

Realiseren van diepe(re) plekken in de Dommel waardoor het water langer koel blijft en er minder kans is op het voorkomen van blauwalg (maatregel nr 23b)

In de Dommel is er sprake van stromend water en komt blauwalg niet of nauwelijks voor. Diepere plekken in de Dommel zullen waarschijnlijk aanzanden vanwege de dynamiek in de beek. In de Stille Dommel kan blauwalg mogelijk wel spelen. Ook vanuit het oogpunt van verkoeling kan het hier wenselijk zijn diepere plekken te creëren. Om deze wenselijkheid te bepalen wordt aanbevolen om het volgende te onderzoeken:

- Is er sprake van blauwalg in de Stille Dommel?
- Is er sprake van significante opwarming van de Stille Dommel, of is er ook in de zomer nog sprake van aanvoer van relatief koel kwelwater?



Advies: beoordeel de noodzaak voor een besluit te nemen over deze maatregel.

De Neul als pilotgebied voor lokaal toepasbare innovaties. Zo wordt onderwijs aan leveranciers en aannemers gekoppeld (VPDelta) (maatregel nr 30)

Het idee bij de maatregel is om in samenwerking met VPDelta gegevens te verzamelen over effecten van klimaatmaatregel in Sint-Oedenrode. Voor de onderzoekers is dit interessant omdat dit een ander type gebied is dan Laag Nederland waar deze maatregelen tot nu toe worden onderzocht.

Advies: Concretiseer de samenwerking met VPDelta en definieer kansrijke innovatieve maatregelen.

Vistrappen moeten worden aangepast zodat de luchttoevoer in deze systemen verbetert (vergelijk Veghel; 4NB) (maatregel 3a)

Advies: Onderzoek nut en noodzaak van deze maatregel en beoordeel dan of, waar en hoe dit uit te voeren.

Bovenstrooms in de Dommel moeten extra vistrappen worden gerealiseerd (maatregel 3b)

Het plaatsen van extra vistrappen heeft een stuwende werking op bovenstroomse waterstanden, en kan dus zorgen voor hogere waterstanden bovenstrooms van de extra vispassage. De achtergrond van deze maatregel is ons momenteel niet bekend, evenmin als de beoogde locatie.

Advies: Bespreek deze maatregel meer concreet en beoordeel dan de wenselijkheid en noodzaak.

In de Dommel bij het kanoparcours een kantelstuw plaatsen waardoor water kan worden vastgehouden en kanoërs hiervan recreatief gebruik kunnen maken (maatregel 10)

Met een stuw bij het kanoparcours kan het water bovenstrooms worden opgestuwd, wat resulteert in hogere waterstanden. Op dit moment is niet duidelijk wat de noodzaak hiervoor is en wat dit zou betekenen voor het kanoparcours.

Advies: onderzoek de noodzaak voor een stuw en bespreek dit met de kanoclub.

Stichting Ark (Boxtel en Rooi) natuurverbinding en water in Droge Voeten vasthouden en aansluiten middels een EVZ (maatregel 22)

Het maken van een EVZ rond de Dommel is, mede met aanleg van het winterbed, een onderdeel van de inrichtingsplannen.

Advies: beschouw de inrichting van het winterbed en de EVZ als klimaatrobuuste maatregel.

Sturen van grond- en oppervlaktewater om de beleefbaarheid van de openbare ruimte te vergroten door middel van technische ingrepen (maatregel 28)

Het zichtbaar en beleefbaar maken is onderdeel van het inrichtingsplan.

Advies: beschouw de inrichting gericht op beleefbaarheid als klimaatrobuuste maatregel (in het kader van bewustwording).

De Dommel meer beleefbaar maken middels recreatieve en ecologische voorzieningen (wandelen, fietsen, vistrap (maatregel 31))

Het optimaliseren van recreatieve routes is onderdeel van het inrichtingsplan.

Advies: beschouw de inrichting gericht op recreatie als klimaatrobuuste maatregel (in het kader van bewustwording en het creëren van toegang tot koelere gebieden).



Bijlage 1: Geïnterpreteerde maatregelen en ideeën

Blauw gemarkeerde maatregelen en ideeën worden gefaciliteerd binnen Droge Voeten Sint-Oedenrode. Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 2.

Nr	Maatregel	Niveau	Uitwerking
Thema bestuursprogramma: 1. Met en voor het gebied			
24	Mensen bewust maken van de betekenis, nut en noodzaak van water en ecologie en duidelijk maken wat dit betekent voor de (be)leefbaarheid van het gebied.	Strategisch	Participatietraject. Uitvoeringstraject: burgers en scholen bij betrekken.
30	De Neul als pilotgebied voor lokaal toepasbare innovaties. Zo wordt onderwijs aan leveranciers en aannemers gekoppeld (VPDelta).	Operationeel	Voorbeeld: parkeerplaats. BWZ verzamelt initiatieven, leveranciers en aannemers.
Thema bestuursprogramma: 2. Omgaan met klimaatverandering			
12	In de toekomst de Dommel niet aanpassen op de omgeving maar de functies in de omgeving aanpassen op het functioneren van het watersysteem.	Strategisch	Watersysteem bepaalt gebruik en inrichting van het Dommeldal en dus ook de verbinding met andere functies (ecologie, recreatie). Zie maatregel 21.
15	De noordzijde van Kienehoef (natte rug) opwaarderen vanuit klimaatadaptief oogpunt.	Strategisch	Haalbaarheid onderzoeken.
17	Water op verhardingen moet geen last meer zijn maar een ervaring door het toepassen van infrastructuur die kan overstromen/afvoeren/doorlaten.	Tactisch	Meenemen bij de inrichting van de terreinen in de Neul (zie ook maatregel 30).
19	Energie opwekken zonder de omgeving te beschadigen (Living Lab, energiecentrale Hambrug, warmteopslag)	Strategisch	Living Lab wordt gekoppeld aan Kienehoef. Onderzoeken of het Dommeldal c.q. de Neul hierin ook een rol kan spelen. Zie maatregel 33.
23a	Een brede Dommel realiseren (25 meter-variant)	Operationeel	Robuust en toekomstbestendig.

Nr	Maatregel	Niveau	Uitwerking
23b	In de Dommel diepe(re) plekken realiseren waardoor het water langer koel blijft en er minder kans is op het voorkomen van blauwalg	Operationeel	Kan wel spelen in de Stille Dommel. In de Dommel is stromend water aanwezig en dan is minder of geen sprake van blauwalg. Ook in de Dommel bodemreliëf aanbrengen ten behoeve van verkoeling.
25	De Neul kan een gebied zijn voor het hitte-ontstressen vanuit de omgeving van de Neul (Sint-Oedenrode, omliggende steden en dorpen)	Strategisch	Meenemen. Burgers informeren over hittestress en aangeven wat de Dommel/de Neul in dit opzicht kan betekenen omdat de inrichting ook hierop wordt afgestemd (boomsoorten, water, schaduw, verkoeling). Entrepunten: twee benoemd (naar Kienehoef en Markt)
27	Investeren in energie-neutrale gebouwen door het realiseren van groene daken en/of zonnepanelen	strategisch	Stimuleren bij de clubs (Rhode, HKC).
Thema bestuursprogramma: 3. Toekomstig gebruik en beheer van het (grond)watersysteem.			
4	Het waterpeil in binnenstedelijk gebied moet worden opgevoerd	Strategisch	Zie maatregel 6.
5	Aangevoerd water dient te worden ingelaten in de Stille Dommel en Dode Dommelarm (Eerschotsestraat) ten behoeve van de waterversing	Operationeel	Meenemen, ook eventueel afgekoppelde verhardingen en gebouwen. De nieuwe parkeergelegenheid iets hoger aanleggen zodat geen drainage nodig is voor de open verhardingen.
6	Het grondwater in het binnenstedelijk gebied van Sint-Oedenrode dient permanent te worden opgezet	Tactisch	Waterpartijen (vijvers) benutten voor peilopzet. Hebben relatie met de Dommel.
9	Pompen vanuit de Dommel naar de Stille Dommel aanpassen	Operationeel	Zie maatregel 23c.
11	Het effluent van de peilgestuurde drainage onder de sportvelden niet op de Dommel maar op de Stille Dommel afvoeren.	Operationeel	Meenemen, geldt ook de ringsloot. Wellicht dit water gebruiken om ondergronds de natuurgrasvelden te voeden.
11/ 13	Maatregelen bovenstrooms van Sint-Oedenrode realiseren (water vasthouden of in droge perioden water naar Sint-Oedenrode brengen)	Strategisch	Buiten projectgebied; lastig te realiseren.
13	Het terrein van Ahrend herinrichten op basis van de behoefte van de stromende Dommel	Strategisch	Afhankelijk van ontwikkelingen Ahrend..



Nr	Maatregel	Niveau	Uitwerking
13	Op het perceel Bolle Akkers peilgestuurde drainage toepassen in relatie tot oppervlakte- en grondwater	Strategisch	Drainage bij voorkeur alleen in natte gebieden. Op bolle akkers kan drainage worden toegepast maar dan moet er ook aanvoer van water op zitten. Bij afkoppelen kan dit bijvoorbeeld wel. In andere gevallen is waarschijnlijk meer sprake van verdroging.
21	Op de locatie van Ahrend en op andere hoogwaardige aanzichten in de toekomst geen woningen bouwen maar ruimte voor de Dommel realiseren/natuurlijk inrichten	Strategisch	Zie maatregel 13.
23c	Eventueel later, na het project Droge Voeten en indien noodzakelijk, de Stille Dommel aantakken als waterberging en/of er een ecologische functie aan toekennen.	Operationeel	Ecologisch heeft de Stille Dommel al een functie. Idee om met Wiersma hogere winterpeilen af te spreken (loopt nu al een proef met hogere zomerpeilen). schuif / of buis om hoogwater in te vangen
Thema bestuursprogramma: 4. Het watersysteem verbindt landbouw, natuur en bebouwd gebied.			
3a	Vistrappen moeten worden aangepast zodat de luchttoevoer in deze systemen verbetert (vergelijk Veghel; 4NB)	operationeel	Onderzoeken. Zie ook maatregel 3b.
3b	Bovenstrooms in de Dommel moeten extra vistrappen worden gerealiseerd (4NB)	operationeel	Te onderzoeken (overleg met Technisch Team bij Waterschap De Dommel).
8	Wateruitwisseling tussen Kienehoef en de Stille Dommel aan de oppervlakte mogelijk maken waar ook kanoërs gebruik van kunnen maken (4LB)	strategisch	Aanzet maken. Maar ook met betrekking tot de waterverdeling zijn er nog mogelijkheden. Het water gaat nu naar de landbouw. Mogelijk kan in de zomer ook water vanuit de vijvers in Kienehoef naar de Stille Dommel worden gestuurd om het water in de Stille Dommel op peil te houden.
10	In de Dommel bij het kanoparcours een kantelstuw plaatsen waardoor water kan worden vastgehouden en kanoërs hiervan recreatief gebruik kunnen maken (4LB)	operationeel	Onderzoeken. Overleg met HKC.
14	Kienehoef is één van de drie pijlers voor het bevorderen van recreatie en toerisme, vanuit Kienehoef naar het centrum van Sint-Oedenrode (LB)	strategisch	Klopt, als zodanig benutten.

Nr	Maatregel	Niveau	Uitwerking
16	Bomen planten vanaf de Neul naar Kienehoef (startpunt nieuw project) die tevens verkoelend werken, water vasthouden en fijnstof afvangen(LB)	tactisch	Zie maatregel 26.
18	Sponswerking van het bebouwd gebied gebruiken en toepassen. Tien klimaatbuffers realiseren (voorkeur: Kienehoef, Stille Dommel en by-pass Sint-Oedenrode; 4BG)	strategisch	Onderzoek, peilen bepalen.
20	Door middel van een wandelroute de waterverdeling van Kienehoef en de by-pass bij de Neul zichtbaar maken (4BG)	strategisch	Kan in combinatie met het idee 'fluisterboot'. Door het hoogteverschil tussen de Stille Dommel en de vijvers is extra aanvoer van water nodig! Mogelijk kan afgekoppeld gebied hier de motor voor zijn.
22	Stichting Ark (Boxtel en Rooi) natuurverbinding en water in Droge Voeten vasthouden en aansluiten middels een EVZ (4NB)	operationeel	Onderzoeken en aanzet ecologische verbindingzones realiseren. Integraal onderdeel ontwerp.
26	Bij het planten van bomen kan ook worden gekozen voor vruchtbomen (voedselbossen) en/of bomen die fijnstof afvangen of extra schaduw bieden (4BG)	tactisch	Juiste boomsoorten toepassen. Lokaal, kijken waar het aansluit bij beplantingsmogelijkheden.
28	Sturen van grond- en oppervlaktewater om de beleefbaarheid van de openbare ruimte te vergroten door middel van technische ingrepen (4BG)	tactisch	Water zichtbaar en beleefbaar maken. Is onderdeel van de varianten.
29	Innovatie op (grond)watermonitoring en door middel van slimme, technische maatregelen het openbaar groen duurzaam beregenen (4BG)	tactisch	
31	De Dommel meer beleefbaar maken middels recreatieve en ecologische voorzieningen (wandelen, fietsen, vistrap; 4LB)	operationeel	Veel mogelijkheden. Recreatieve routes optimaliseren. Is onderdeel van de varianten.
32	Drijvende recreatiewoningen in 't Laar (LB)	strategisch	
33	In het kader van de Kienenhof Triënnale 'iets blijvends' realiseren (4LB)	strategisch	Living Lab in september 2020.
34	Slowlane fietsverbinding tussen Kienehoef en het centrum van Sint-Oedenrode (4LB)	operationeel	Is onderdeel van de varianten. Implementeren in uitvoering voor zover onderdeel van plangebied.
35	Aanvoersysteem gebruiken Kienehoef-waterverbinding (BG)	tactisch	Onderzoek.

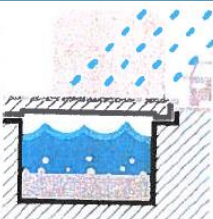

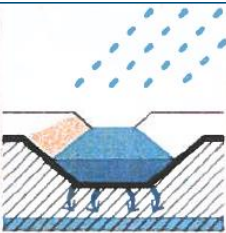

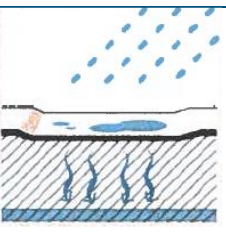

Thema bestuursprogramma: 5. Schoon water voor iedereen









Nr	Maatregel	Niveau	Uitwerking
1	Het is van belang om regelmatig de waterkwaliteit te meten.	tactisch	Onderzoek. Bepalen of water schoon genoeg is om te inunderen of er een andere functie aan te koppelen.
23d	De doorstroming in de Dommel stimuleren in het kader van de waterverversing en het verbeteren van de waterkwaliteit	tactisch	Is onderdeel van de varianten.
2	De waterkwaliteit moet worden verbeterd door middel van het afvangen van schoon waterpieken (Stille Dommel, Molenwiel, Rijsingen-Zuid, watersysteem Begraafplaats)	operationeel	onderzoek / schuif of buis om hoogwater in te vangen
7	Slib in de watergangen verwijderen om waterinfiltratie in de bodem te stimuleren	operationeel	Onderzoeken.


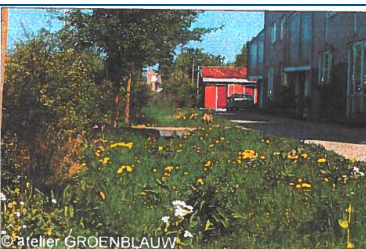
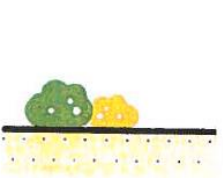
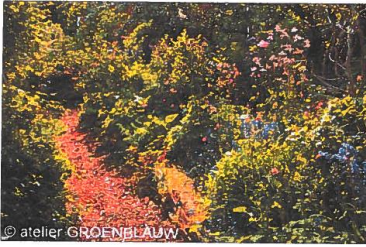
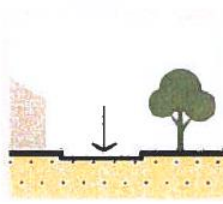

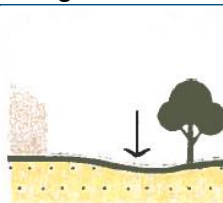
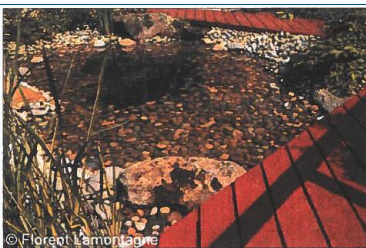
Bijlage 2: Factsheets resultaten Toolbox Klimaatbestendige Stad

Bijlage 3: Maatregelen in Toolbox Klimaatbestendige Stad


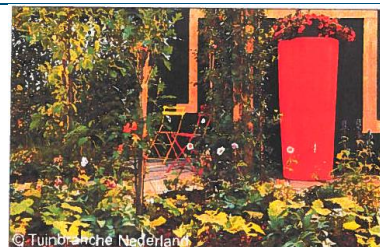


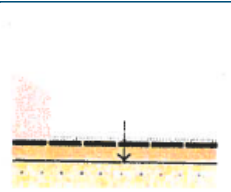



Berging in/op de grond		
Berg bezink bassin		
	<p>Ondergrondse bergingskelders zijn ontworpen om overtollige neerslagafvoer uit riolssystemen te bergen. Dit gebeurt met name als de neerslag afvoer groter is dan de afvoercapaciteit van het riolstelsel.</p>	
Greppels		
	<p>Een greppel is een kleine beplante sloot en dient om regenwater tijdelijk vast te houden, te transporteren en te laten infiltreren. Een greppel kan zowel water bevatten als droog staan. Greppels kunnen goed in groenstroken of in bermen geïntegreerd worden. Ze hebben een groene uitstraling. Ze vragen wel extra ruimte en onderhoud.</p>	
Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag		
	<p>Door naast verharde oppervlakken greppels of velden aan te brengen die het afvloeiende hemelwater tijdelijk op kunnen slaan, kan op een eenvoudige wijze het water van schone verharde oppervlakken zoals daken en fietspaden worden geïnfiltreerd. Naast de hoeveelheid neerslag die gebufferd dient te worden, is de doorlaatbaarheid van de bodem voor de dimensionering van belang.</p>	



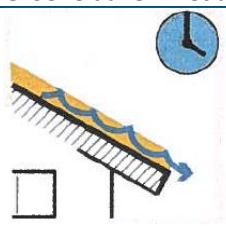





Grindkoffers		
	<p>Een grindkoffer is een ondergrondse faciliteit gevuld met grond om regenwater in de bodem te infiltreren. Neerslag wordt bovengronds of ondergronds in de koffer of schacht gebracht. Grindkoffers worden toegepast naast verharde oppervlakken of naast onverharde oppervlakken waar geen ruimte is voor een infiltratiegreppel of waar de doorlatendheid van de bodem te gering is.</p>	 <p><small>© Gemeente Bergeijk</small></p>
Infiltratiekragen		
	<p>Infiltratiekragen bufferen het regenwater ondergronds en maken dubbel grondgebruik mogelijk. Ze hebben hierdoor in het algemeen een grotere opslagcapaciteit dan bovengrondse infiltratievoorzieningen. Er kan dus meer regenwater tijdelijk gebufferd worden en vertraagd afgestaan worden aan het grondwater. De extra infiltratie leidt tot minder droogteschade, bodemdaling en verzilting.</p>	 <p><small>© Indra b.v. www.indrabv.nl</small></p>
Drainage-Infiltratie-Transport (DIT)-riool		
	<p>Een riool in de vorm van een met geotextiel omwikkelde geperforeerde horizontale buis draineert de bodem, laat het water infiltreren en voert 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.</p>	 <p><small>© Dionysios Sofronas</small></p>

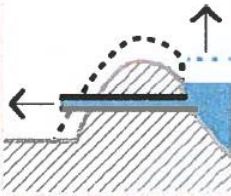





<p>Wadi's</p> 	<p>Een wadi is een beplante greppel met een doorlatende bodem en eronder een in geotextiel ingepakte grindkoffer met een infiltratie- en drainagebuis. Deze is daarmee geschikt voor berging, infiltratie en afvoer van regenwater terwijl ze tevens een bijdrage levert aan de vergroting van de biodiversiteit en de leefkwaliteit.</p>	 <p>© atelier GROENBLAUW</p>
<p>Tegels eruit, groen erin</p> 	<p>Minder tegels in de tuin en in het stedelijk gebied heeft veel voordelen: Het regenwater kan in de bodem wegzakken en het grondwater aanvullen; verharde oppervlakken worden in de zomer heter dan groene; het weghalen van tegels schept meer ruimte voor beplanting en het groen houdt het gebied koeler op hete zomerse dagen. Daarnaast biedt het meer ruimte aan flora en fauna en natuurlijk bodemleven.</p>	 <p>© atelier GROENBLAUW</p>
<p>Verlagen van terras</p> 	<p>Regenwater kan tijdelijk worden geborgen op het terras van een tuin. Door het maatgevend peil van het terras te verlagen, wordt er meer ruimte gecreëerd voor het opslaan van regenwater, zonder dat er meer ruimte in beslag wordt genomen. Het water kan na de regenbui langzaam worden afgevoerd.</p>	 <p>© atelier GROENBLAUW</p>
<p>Verlagen van deel van de tuin</p> 	<p>Door een gedeelte van de tuin te verlagen kan regenwaterberging worden gecreëerd. Voorbeelden hiervan zijn infiltratievijvers die het regenwater opvangen en laten infiltreren. Naast het bergen van regenwater, zorgt deze maatregel ook voor het reduceren van hittestress.</p>	 <p>© Florent Lamorlagne</p>



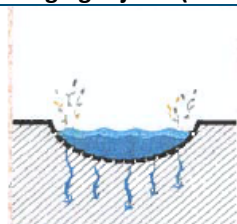
Berging in opslag		
Regenton		
	<p>De regenton is de meest eenvoudige en makkelijk te installeren voorziening buiten bij woningen. Het hemelwater zal in de meeste gevallen gebruikt worden voor besproeiing en begieting ; de ton staat immers buiten. De gangbare regentonnen zijn beperkt van inhoud (224 liter is een gangbare maat) en moeten dus voorzien worden van een overstort als het aangesloten dakvlak te groot is.</p>	 <p style="font-size: small; text-align: left;">© Tuinbranche Nederland</p>
Berging in/op straat		
Holle en schuine wegen		
	<p>Holle wegen laten water op de weg toe in plaats van in een goot en kunnen daardoor veel meer water bergen en afvoeren dan goten. Het afschot/verval is vaak minder een belemmering dan bij goten voor het overbruggen van afstanden groter dan 50 meter doordat er iets meer met het wegpeil kan worden gevarieerd.</p>	 <p style="font-size: small; text-align: left;">© Atelier GROENBLAUW</p>
Water doorlatende/absorberende/bergende verharding		
	<p>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.</p>	 <p style="font-size: small; text-align: left;">© Kees Broks</p>
Waterpleinen		
	<p>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</p>	 <p style="font-size: small; text-align: left;">© Amar Sjaauw en</p>

	<p>binnenstedelijke gebieden waar weinig ruimte is voor waterbuffering en waar infiltratie door de hoge grondwaterstanden niet mogelijk is.</p>	
Berging op daken		
Groene daken		
	<p>‘Groene daken’ is een verzamelnaam voor beloopbare beplante daken en beplante hellende daken, en omvat o.a. mos/sedumdaken en gras/kruidendaken. Groene daken bufferen regenwater tot op zekere hoogte. Ze zijn niet geschikt om extreme neerslag te bufferen omdat ze dan verzadigd raken. Het dak zelf, de onderliggende ruimtes, en de omgeving blijven koeler.</p>	
Groene daken met afvoervertraging (retentiedak)		
	<p>Groene daken met afvoervertraging worden ook wel retentiedaken genoemd. Dit is een groen dak met daaronder een substraatlaag om extra regenwater te kunnen bergen. Het regenwater wordt vertraagd afgevoerd met een geknepen afvoer. Een polderdak is een retentiedak waarbij het besturingssysteem is gekoppeld aan de weersverwachting.</p>	
Waterdaken / blauwe daken		
	<p>Platte daken kunnen ontworpen worden om een bepaalde hoeveelheid neerslag te bufferen door de afvoer op een hoger niveau aan te leggen. Hier moet rekening mee gehouden worden in de aanleg van de dakconstructie (grotere draagkracht). De neerslag wordt vertraagd afgevoerd door gebruik van smalle afvoerpijpen en blijft slecht kort op het dak, om de buffercapaciteit beschikbaar te hebben voor de volgende bui.</p>	
Berging in water		



Berging door realisatie van extra oppervlak		
	<p>Door de realisatie van extra bergend oppervlak bij een gelijkblijvende peilfluctuatie kan extra bergvolume worden gerealiseerd. Van een gebruikelijke kleine peilfluctuatie van bijvoorbeeld 30 cm wordt een gedeelte voor seizoensberging gedimensioneerd en een gedeelte voor piekberging. Voordeel van deze wijze van bergen is dat de peilfluctuatie beperkt blijft, dit is gunstig voor flora en fauna.</p>	 <p>© Madeleine d'Ersu</p>
Berging door realisatie van extra berghoogte		
	<p>Wanneer een bergend oppervlak ontworpen wordt op een grotere peilfluctuatie kan seizoensberging worden gerealiseerd zonder dat extra oppervlak nodig is. De benodigde hoogte is echter op veel locaties niet zonder meer te creëren door een te hoog grondwaterpeil. Een grotere peilfluctuatie stelt eisen aan de vormgeving en beplanting van de oevers omdat deze blootstaan aan extremere omstandigheden.</p>	 <p>© Amar Sjaauw en Wa - Windhorst</p>
Urban wetlands		
	<p>Wetlands zijn waterrijke natuurgebieden en komen vooral voor langs rivieren en in deltagebieden. Het zijn van nature overloopgebieden van rivieren en daardoor natuurlijke regenwaterbuffers. Vanwege stadsuitbreiding en de hiermee samengaande grondwaterpeilverlaging staan wetlands en de natte natuur wereldwijd onder druk. In steden als Londen hebben de wetlands een functie bij het ontwikkelen van meer biodiversiteit, en natuurlijke recreatiegebieden voor de stadsbewoners.</p>	 <p>© Wa - Windhorst</p>

Bergingsvijvers (buffervijvers)

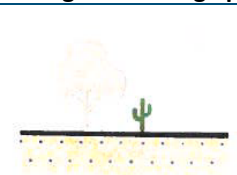


Buffervijvers vangen de neerslag tijdelijk op en voeren deze vertraagd af. Tijdens een regenbui wordt het regenwater in de vijver opgeslagen en later afgevoerd zodat er weer ruimte komt voor de volgende neerslag. Buffervijvers kunnen met een meer steenachtige of met een natuurlijke uitstraling vormgegeven worden.



Aanpassen watervraag

Droogtebestendige planten en bomen



Droogtebestendige planten zijn geschikter om langere droogteperiodes te overbruggen en gebruiken minder grondwater. De schaal waarop grondwateronttrekking plaats vindt, is afhankelijk van de vegetatiesoort. Als vuistregel voor een boom bijvoorbeeld kan worden aangehouden dat een boom grondwater onttrekt uit een gebied ter grootte van driemaal de diameter van de kroon.



Slim beregeningsbeleid










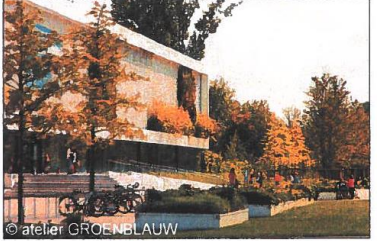
Als er in perioden van langdurige droogte schade aan de beplanting dreigt te ontstaan dient er besproeid te worden. Door dit periodiek te doen (wekelijks) raken de planten eraan gewend dat dit niet dagelijks gebeurt en wordt er diep geworteld. Als er laat op de dag wordt beregend zijn de verdampingsverliezen lager.


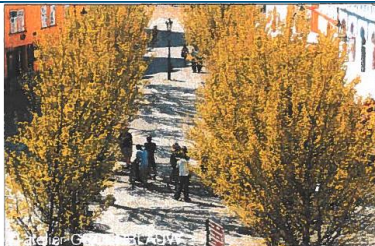



Verkoeling

Creëren van schaduw



	<p>Schaduw creëren is belangrijk om te voorkomen dat oppervlakken opwarmen en om de directe omgeving koeler te maken. Dit kan gerealiseerd worden met behulp van bomen, pergola's, overstekken, zonnenschermen en dergelijk. Arcades en overdekte wandelpaden zijn stedenbouwkundige elementen die in warme landen reeds gebruikelijk zijn om schaduw te creëren.</p>	 <p>© atelier GROENBLAUW</p>
<p>Fonteinen, watervallen en watermuren</p>		
	<p>Stilstaande wateroppervlakken verdampen minder water dan begroeide oppervlakken. Door besproeiing of bevoeiing van oppervlakken neemt de verdamping toe en wordt de temperatuur verlaagd. Daardoor heeft bewegend water zoals bij fonteinen, watervallen en watermuren wel een verkoelend effect op de directe omgeving. Hierdoor kan oppervlaktewater en regenwater gebruikt worden.</p>	 <p>© atelier GROENBLAUW</p>
<p>Groene gevels</p>		
	<p>Gevelbeplanting zorgt ervoor dat gevels minder opwarmen en ook minder warmte verliezen. De planten zorgen tevens voor verdamping wat eveneens bijdraagt aan een koeler stadsklimaat. Voordeel van gevelbeplanting is dat ze vrij weinig ruimtebeslag legt op het intensief gebruikte stedelijke maaiveld en toch veel vierkante meters groen realiseert.</p>	 <p>© Amar Sjaau en Wa - Windhorst</p>
<p>Koele materialen (hoge albedo)</p>		
	<p>De eigenschappen van oppervlakmaterialen met betrekking tot het vermogen zonlicht te reflecteren en warmte te absorberen hebben invloed op de oppervlaktetemperatuur. Over het algemeen warmen lichte materialen minder op dan donkere materialen. Door materialen met minder massa te</p>	 <p>© atelier GROENBLAUW</p>

	<p>kiezen, zoals hout en andere poreuze materialen die warmte minder accumuleren, blijven het oppervlak en de directe omgeving koeler.</p>	
<p>Straatbomen en bomenlanen</p>		
	<p>Het planten van bodem in straten, op pleinen en parkeerplaatsen heeft door de schaduwwerking en evapotranspiratie een verkoelend effect. Boven druk bereden wegen zijn gesloten bladerdaken niet voordelig aangezien dan de uitstoot van de voertuigen onder het bladerdak kan blijven hangen. De boomsoorten zullen zo gekozen moeten worden dat ze aangepast zijn aan de plaatselijke vochthuishouding.</p>	
<p>Stadsbossen</p>		
	<p>Stadsbossen hebben veel functies. Naast hun functie voor recreatie en hun betekenis bij het verzachten van hittestress, kunnen ze eilanden van relatief schone lucht in de stad creëren en de biodiversiteit verbeteren. Stadsbossen en stadsparken laten het regenwater infiltreren en er kunnen buffer- en infiltratiegebieden in aangelegd worden. Hierdoor leveren zij een belangrijke bijdrage aan het beperken van wateroverlast, verdroging en verzilting.</p>	