

KLIMAATSTRESSTEST PROJECT ECOHOF WORMERVEER



INHOUD

- De stand van het klimaat
- Klimaatscenario's
- Stand van het klimaat in de Zaanstreek
 - o Hitte
 - o Wateroverlast
 - o Droogte
 - o Overstromingen
- Locatie Tulpstraat 18 Wormerveer – bestaande situatie
 - o Hitte
 - o Maatregelen tegen hitte
 - o Wateroverlast en droogte
 - o Maatregelen tegen wateroverlast en droogte
 - o Overstromingen
- Factsheet klimaatadaptatie Tulpstraat
- Conclusies
- Bijlagen

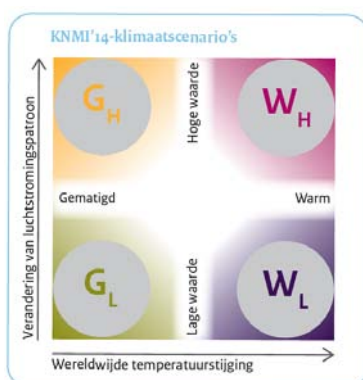
DE STAND VAN HET KLIMAAT

Het stedelijke hitte-eiland (UHI), hogere temperaturen in steden in vergelijking met aangrenzende plattelandsgebieden, wordt steeds meer een van de belangrijkste gezondheidsbedreigende stedelijke problemen waarmee moderne steden te maken hebben. Volgens de analyse van NASA (National Aeronautics and Space Administration) en NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) kwam de mondiale gemiddelde oppervlaktetemperatuur van de aarde in 2021 overeen met 2018 als de zesde warmste ooit gemeten (Nasa, 2021). De effecten van een te hoge oppervlaktetemperatuur en de daaruit voortvloeiende hitte in steden zijn op veel niveaus van het dagelijks leven zichtbaar: verminderd comfort binnen en buiten, verminderde volksgezondheid en verhoogde sterfte, hoger energieverbruik en geïntensiveerde luchtvervuiling (RIVM, 2020). Ernstige gezondheidseffecten zoals hyperthermie, toenemende cardiovasculaire en ademhalingsproblemen, hittegerelateerde beroertes en sterfte zijn in verschillende onderzoeken gekoppeld aan verhoogde hitte tijdens zomerdagen en -nachten (bijv. Daanen et al., 2010; Döpp et al., 2011). Er zijn ook negatieve economische effecten onderkend, zoals verminderde werkefficiëntie (Pilcher et al., 2002), verminderde onderzoekscapaciteit in de werkomgeving (RIVM, 2020) en een aanzienlijke toename van het waterverbruik in woningen (Guhathakurta en Gober, 2007). Een van de meest intense hittegolven in Europa veroorzaakte in 2003 70.000 extra sterfgevallen in vergelijking met voorgaande jaren (Robine et al., 2008). In 2022 zijn er. In 2022 waren er 61.000 mensen overleden in Europa door hitte (Ballester et al., 2023).

Hitte is een van de drie grote stedelijke klimaatproblemen: hitte-wateroverlast en droogte. Die drie zijn onderling verbonden. Door hitte komen ecosystemen onder druk staan waardoor koeling vermindert en de hitte eiland effect versterkt wordt (Mills et al., 2017). Gedurende hitteperiodes is weinig neerslag, waarvoor droogte ontstaat en de toestand van ecosystemen nog verder verslechterd. Wateroverlast wordt dan ook versterkt door dat straten en pleinen tijdens droogte en hitte vaak vervormd worden en lagere plekken ontstaan waarvandaan water niet weg kan (Bonan, 2017). Een eerste maatregel is dan om het water zo snel mogelijk weg te pompen, wat wel helpt voor de korte termijn om de wateroverlast te verminderen. Echter ontstaat op deze manier op de lange termijn een tekort aan bewateringswater waardoor tijdens droogte of drinkwater wordt gebruikt voor bewatering van planten of niets (Stowa, 2016). Dat is natuurlijk een zeer onwenselijke situatie en nieuwe ontwikkelingen dienen het integraal op te lossen.

KLIMAATSCENARIO'S

De KNMI'14-klimaatscenario's vertalen de onderzoeksresultaten voor het wereldwijde klimaat uit het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) naar Nederland. De KNMI'14-scenario's beschrijven samen de hoekpunten waarbinnen de klimaatverandering in Nederland zich, volgens de nieuwste inzichten, waarschijnlijk zal voltrekken. Ze geven de veranderingen rond 2050 en 2085 weer ten opzichte van het klimaat in de periode 1981-2010. De vier KNMI'14 scenario's verschillen in de mate waarin de wereldwijde temperatuur stijgt ('Gematigd' en 'Warm') en de mogelijke verandering van het luchtstromingspatroon ('Lage waarde', 'Hoge waarde'). Alleen als we er wereldwijd in slagen de uitstoot van broeikasgassen drastisch te verminderen krijgen we te maken met de gematigde klimaateffecten. Slagen we er niet in, dan stijgt de temperatuur nog meer en zullen de extremen alleen maar groter worden.



Figuur 3 – Klimaatscenario's KNMI 2014 voor 2050 en 2085, bron: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/meer-extreme-buien-door-opwarming>



Figuur 4 – Klimatscenario's KNMI 2023 voor 2100, bron: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-23-klimatscenario-s>

STAND VAN HET KLIMAAT IN DE ZAANSTREEK

(gebaseerd op de Oplegnotitie inventarisatie klimaatkwetsbaarheden in de regio Zaanstreek-Waterland, 2021-2024)

“De samenwerkingsregio Zaanstreek-Waterland heeft de kwetsbaarheden van dit gebied in beeld gebracht met behulp van o.a. de klimateffectkaarten uit de volgende online klimaatatlassen www.hhnk.klimaatatlas.net, www.mra.klimaatatlas.net en www.noord-holland.klimaatatlas.net. In januari 2019 vond een eerste gezamenlijke verkenning van de klimateffecten op de regio plaats in een werkatelier. De basis hiervoor waren de klimateffectkaarten van de www.hhnk.klimaatatlas.net. Aanwezig waren de acht gemeenten Beemster, Edam-Volendam, Landsmeer, Oostzaan, Purmerend, Waterland, Wormerland en Zaanstad en het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, de provincie Noord-Holland, de MRA en de Veiligheidsregio.

In het najaar van 2019 is een basisscan van de klimateffecten voor hitte, droogte, wateroverlast en overstromingen per gemeente uitgevoerd in een gesprek met experts van de gemeente en van het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Daaruit resulteerden factsheets die kunnen in het document <https://drive.google.com/file/d/1vqYzIWMoO3CsFB55hzkq-ekcDKtaBF0p/view> gevonden worden.”

.....

“Zaanstreek-Waterland is gebouwd op in een door water bedreigd land. Overstromingen kostten goederen, vee en soms mensenlevens. De laatste en zeer hevige watersnoodramp in 1916 vormde de aanleiding voor het uiteindelijk afsluiten van de Zuiderzee.

De droogmakerijen (de oorspronkelijke meren) liggen zo'n vier meter onder NAP. Maar ook de veengronden zijn door de jaren heen gedaald door menselijk handelen, zoals de ontwatering voor de landbouw. De meeste veengronden zijn inmiddels gezakt tot zo'n 1,5 meter onder NAP; ook hier zijn dijken nodig om het land te beschermen tegen overstroming. Het betekent dat zowel droogmakerijen als veengronden kunstmatig droog gehouden worden met gemalen. Via een systeem van boezemvaarten en de Zaan wordt het water afgevoerd naar het Markermeer en het Noordzeekanaal.

Een nieuwe onzekere factor is het veranderend klimaat met meer hevige buien, langdurige droogte, extreme hitte en zeespiegelstijging. Zeespiegelstijging in combinatie met bodemdaling kan het risico op overstroming door een kadebreuk vergroten. Hevige neerslag die valt kan niet meteen weggepompt worden. In de versteende gebieden zoals in Zaanstad, Purmerend, Edam en Volendam blijft regenwater tijdelijk op straat staan. Op een hete dag warmen die stenen juist extra op; de stad is onaangenaam heet. Langdurige droogte leidt tot extra bodemdaling en verziltend grond- en oppervlaktewater.

Eerder benoemden wij al de toenemende kans op een doorbraak van een veendijk bij langdurige droogte. In de 20e eeuw steeg de zeespiegel met 20 centimeter. Volgens de KNMI'14-scenario's kan de zeespiegel langs de Noordzeekust tot 2050 tussen de 15 en 40 cm stijgen. Rivierafvoeren nemen bij langdurige neerslag in het winterhalfjaar toe. Het peil van het Markermeer wordt verder verhoogd, juist om droogte het hoofd te bieden.

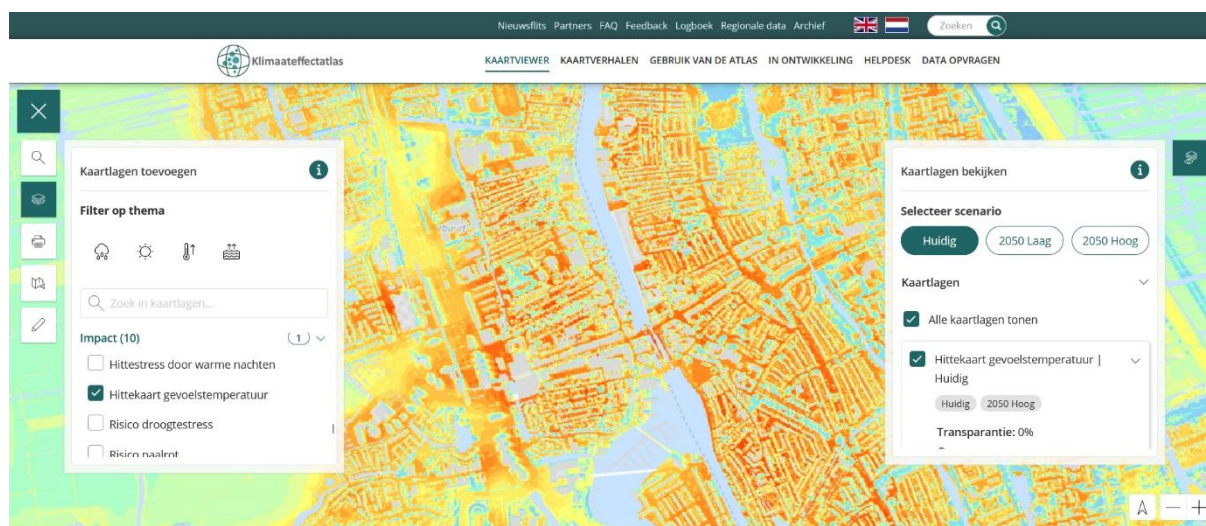
Maar wat als een storm de Nederlandse kust aandoet, en het water opzweept tegen de dijken? Los van weersextremen, wat te denken van een calamiteit waarbij een schip de kade "ramt"? De dreiging komt dus van verschillende kanten, voor een Zaanstreek-Waterland waar de bodem voorlopig blijft dalen. Tegelijk blijft de bodem in Zaanstreek-Waterland dalen en zal het peil van het Markermeer 's zomers hoger zijn om in voldoende zoet water te voorzien.

In de kaarten zien we een "worst case scenario" van de waterdiepten als de primaire of regionale keringen op verschillende plekken doorbreken. Een groot deel van de wegen is potentiëel onbegaanbaar, mocht een van de dijken doorbreken. De potentiële schade door overstroming van huizen is groot. De kans dat dit gebeurt is echter klein (voor stedelijke gebieden een kans van 1:1000 jaar)."

Citaten uit de Oplegnotitie inventarisatie klimaatkwetsbaarheden in de regio Zaanstreek-Waterland, 2021-2024

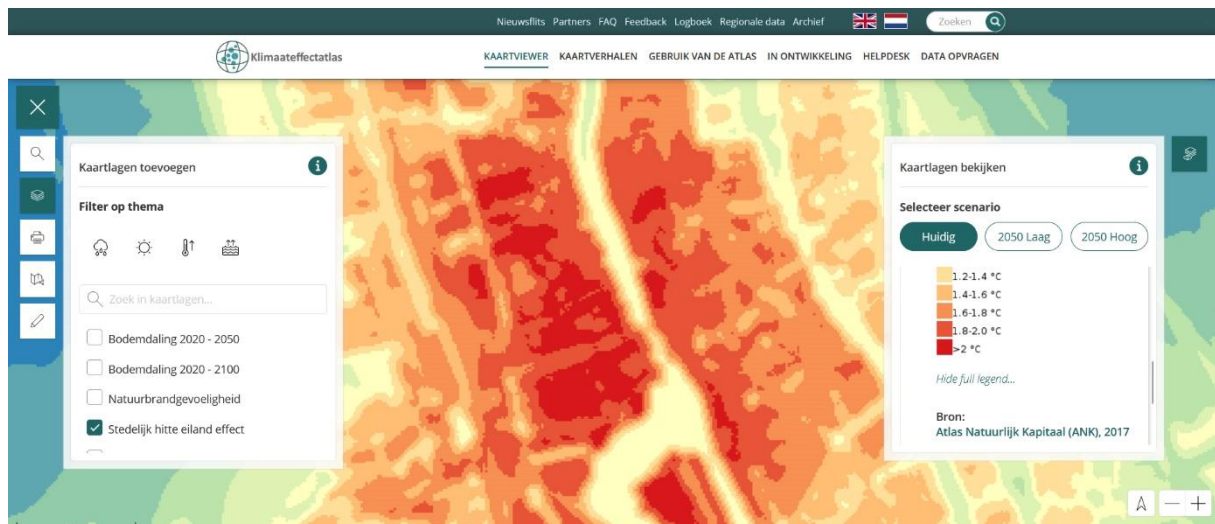
Hitte

Het hitteprobleem is in Zaanstad ook aanwezig, zoals het goed te zien is op de kaarten van de klimaateffectatlas:



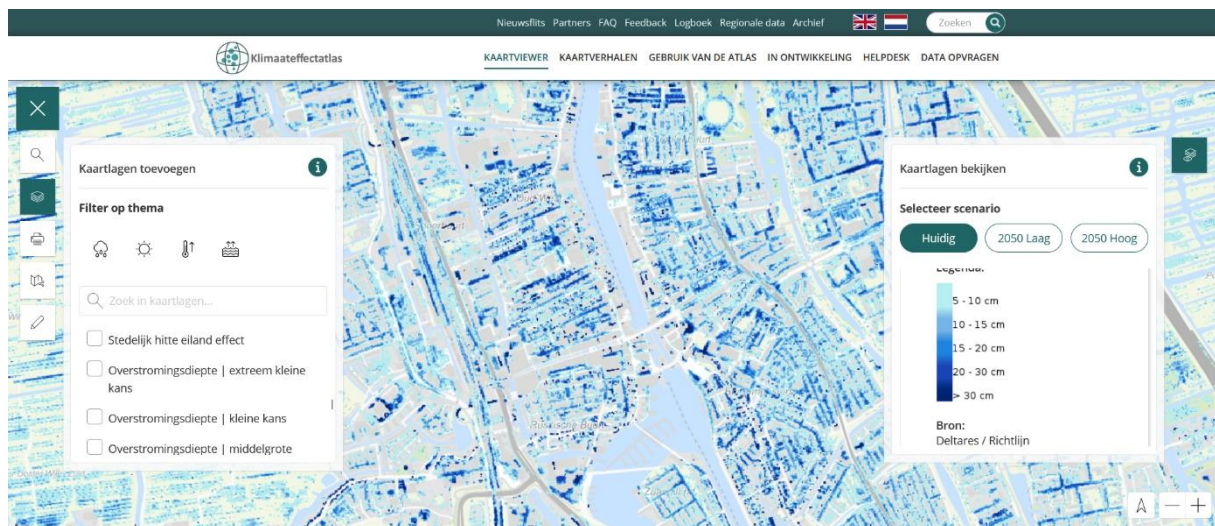
Figuur 1 – Hittekaart gevoelstemperatuur Zaanstad, bron: www.klimaateffectatlas.nl

Ondanks dat Zaanstad een redelijk groene gemeente is, de kaarten tonen duidelijk aan dat ongecontroleerde hitte ook hier sterke hitte eilanden veroorzaakt en dat de gevoelstemperatuur ver boven de aanvaardbare gezonde niveau uitkomt. Zonder een grondige aanpak van hitte zal deze in de stad steeds sterker voelbaar worden, zeker in het licht van de steeds verder gaande verstedelijking en versterking van het centrum. De gevels van hoge steenachtige gebouwen absorberen de binnenkomende zonnestraling en geven het gedurende de avonduren weer af naar de straat toe. Ook reflecteren gevels een deel van de zonnestraling naar de straatoppervlak, waardoor deze extra opwarmt. De opgewarmde oppervlaktes geven hun thermische energie weer af aan de omgevingslucht en versterken de hitte lokaal. De geabsorbeerde warmte wordt ook als langgolvlige straling weer afgegeven wat verwarmt weliswaar de lucht niet maar wel de menselijke lichaam.

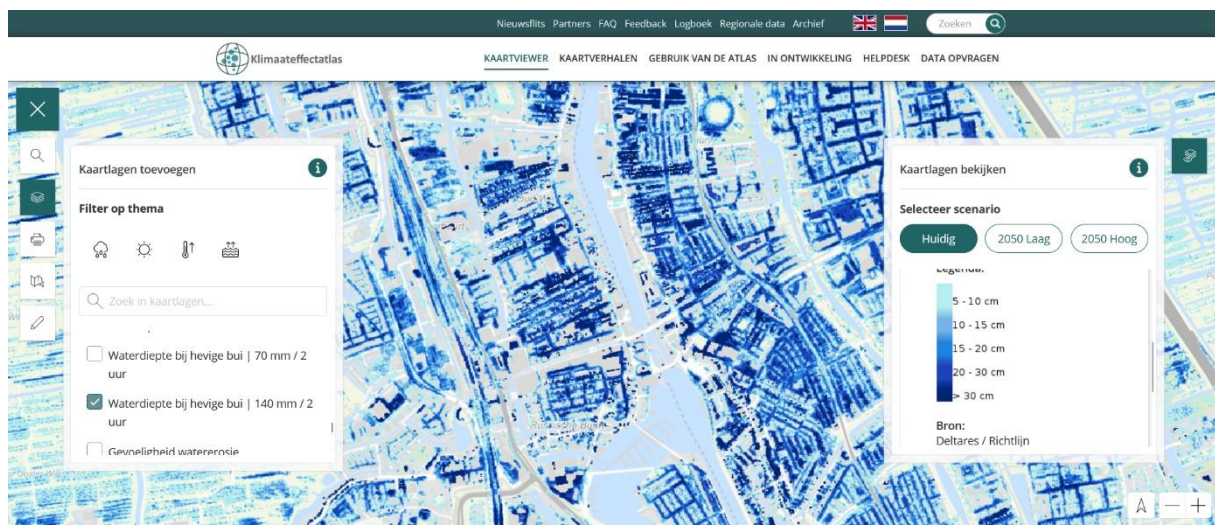


Figuur 2 – Stedelijk hitte eiland effect Zaanstad, bron: www.klimaateffectatlas.nl

Wateroverlast



Figuur 3 – Huidige wateroverlast Zaanstad bij 70 mm neerslag, bron: www.klimaateffectatlas.nl



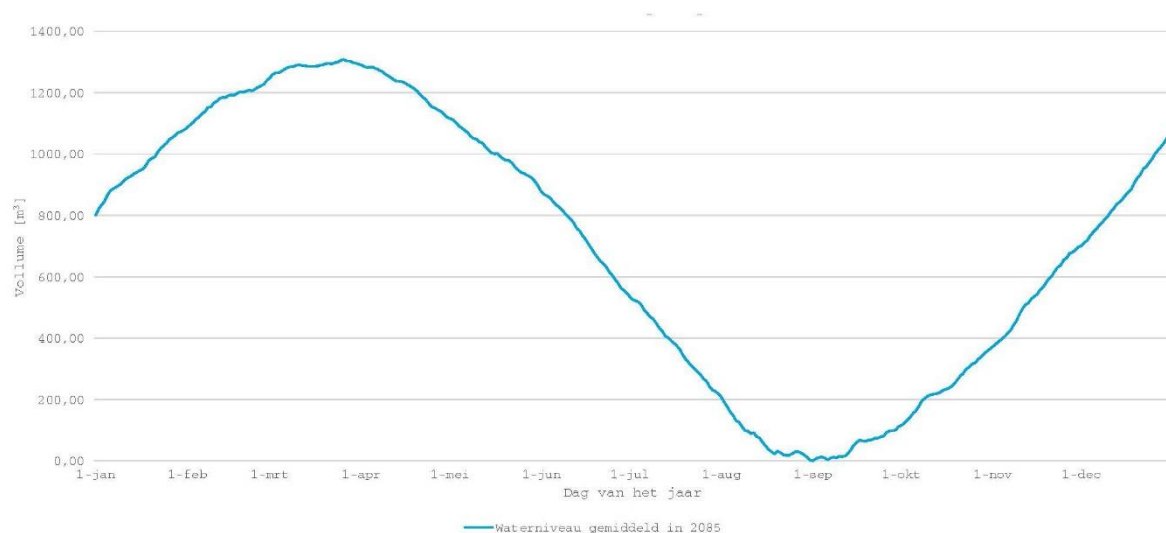
Figuur 4 – Huidige wateroverlast Zaanstad bij 140mm neerslag, bron: www.klimaateffectatlas.nl

Wateroverlastkaarten tonen goed aan dat in het geval van buien die 1/100 jaar voorkomen, van 70 en 140 mm waterdiepte een serieuze overlast veroorzaken. Het herstellen van de schade veroorzaakt door hevige buien kan oplopen tot hoge bedragen. Ook is het met de buien gepaard gaande onweer en stormachtige wind een oorzaak voor veel fysieke schade en ongelukken soms met de dood als resultaat.

Er zijn verschillende manieren om met wateroverlast om te gaan en de effecten ervan te verminderen. Het valt te denken aan groen zones die waterdoorlatend zijn, en lokaal bevorderen de infiltratie van regenwater in de ondergrond. Daarmee wordt het water toegevoegd aan de grondwater wat ook wenselijk is om verzilting tegen te gaan. Een andere mogelijkheid is het opvangen van het overtollig water in bijvoorbeeld vadi's zodat het geen overlast veroorzaakt en daaruit langzaam afgevoerd wordt naar oppervlaktewater of geïnfiltreerd in de ondergrond. Een derde manier is om het water niet alleen op te vangen maar ook op te slaan zodat tijdens droogte gebruikt kan worden voor bewatering van planten.

Droogte

Droogte ontstaat door een onevenwichtig neerslagpatroon wat in de komende jaren steeds meer zal ontstaan, volgens de klimaatscenario's van de KNMI. Het potentieel maximaal neerslagtekort (eens in de tien jaar) in de Zaanstreek is voorspeld op 210 á 240mm. Daar staat tegenover de landelijk gemiddelde neerslagtekort van ca 300mm. Volgens een berekening van de TU Delft is de verwachte neerslagpatroon, op basis van de huidige kennis en klimaatscenario's als in de diagram 1 is weergegeven. Daaruit blijkt dat de periodes met veel neerslag concentreren zich samen in een samenhangende periode, waardoor periodes van droogte langer zullen zijn. Deze scenario is ook geldig van de Zaanstreek.



Figuur 5 – Ontwikkeling van neerslag per maand in 2085, bron: TU Delft CiTG, gebaseerd op de [KNMI klimaatscenario's 2014](#)

Een maatregel om droogte tegen te gaan is het neutraal watermanagement. Dat wil zeggen dat alle regenwater wat op een locatie valt wordt ook op die locatie opgevangen, gebruikt en opgeslagen voor later (tijdens droogte) gebruik voor bewatering. Opvang van regenwater is alleen mogelijk van verharde oppervlakken, zoals daken of bestratingen. Gebruik van regenwater kan veelvuldig zijn, vanaf het spoelen van de toiletten, gebruik in wasmachines tot en met bewatering van tuinen. Daarmee wordt ook voorkomen dat drinkwater onnodig verspild wordt.

Om droogte te kunnen bestrijden, overtollige regenwater dient ook opgeslagen te worden. Op dit moment wordt overtollige regenwater nog steeds toegevoegd aan oppervlaktewater en daarmee ook verder uit het gebied gepompt. De moeilijke vraag is hoeveel regenwater dient opgeslagen te worden om tijdens droogte periodes voldoende water voor bewatering te kunnen hebben. Opslag in sloten is dus geen opslag is, het water wordt tenslotte weggepompt en kan niet meer teruggehaald worden.

Daarom dienen kunstmatige opslagen gerealiseerd te worden. Die kunnen variëren in grootte afhankelijk van de grootte van het gebied maar budgetten zijn voor de grootte ook bepalend.

Overstromingen

De snelheid waarmee de zeespiegel voor de Nederlandse kust stijgt door klimaatverandering is de laatste decennia sterk toegenomen. Dit blijkt uit een nieuwe KNMI-studie waarin een versnelling in de zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust zichtbaar wordt als het effect van langjarige variaties in de wind op de zeespiegel wordt verwijderd. De snelheid blijkt dan voor de laatste decennia uit te komen op ongeveer 3 millimeter per jaar. Dat is 1,5 keer zo snel als de stijging gemiddeld over de vorige eeuw (bron: KNMI november 2023, <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/zeespiegel-nederlandse-kust-stijgt-snelser-door-klimaatverandering>)

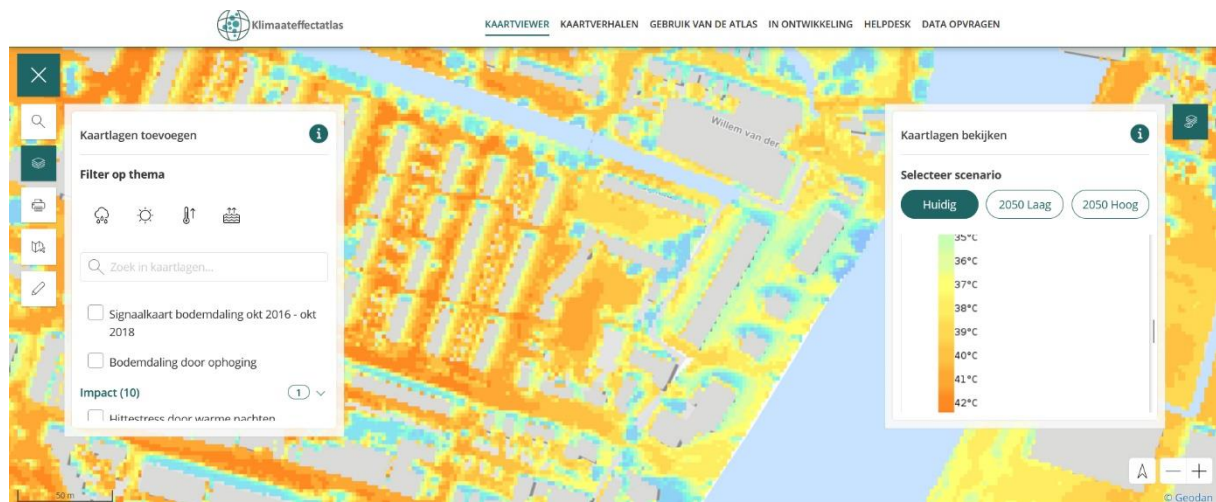
Het dreigende zeespiegelstijging dwingt tot maatregelen. Uiteraard maatregelen kunnen grootschalig zijn zoals verhogen en verstevigen van dijken, maar op lokaal niveau kan ook wat gedaan worden om de eventuele gevolgen van de zeespiegelstijging tot een bepaalde mate te verzachten. Zo is een veelvoorkomend maatregel, om de vloerpeil op een hoger niveau te zetten ten opzichte van NAP, zodat de directe effecten van overstromingen enigszins te verminderen

LOCATIE TULPSTRAAT 18 WORMERVEER – BESTAANDE SITUATIE

Voor het project ECOHOF WORMERVEER zijn de relevante klimaatproblemen in kaart gebracht en het ontwerp stelt een reeks klimaat adaptieve maatregelen voor gericht op de vier hoofdproblemen: hitte, wateroverlast, droogte en overstromingen.

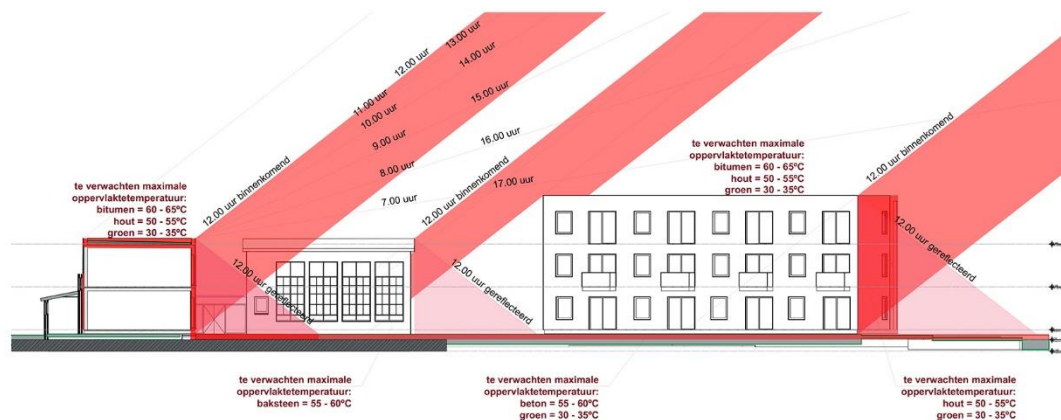
De locatie van Ecohof Noorderveer ligt in een rustig woonwijk, op 90m afstand van de Zaan. Het bestaande gebouw is een school gebouwd in 1954 in een lichte betonnen draagstructuur met metselwerk gevelbekleding. De schoolplein en de paden rondom het bestaande gebouw zijn gevormd door betontegels. In de nieuwe situatie worden de west en noord georiënteerde gevels behouden. De zuidgeoriënteerde gevels worden verwijderd en nieuwbouw houten blokken worden op de plek van de huidige klaslokalen in gebouwd. De gevel van de tuinkant zal met hout afgewerkt worden. Tevens worden aan de tuinkant rondom (op alle gebouwdelen) pergola's geplaatst met een driedubbele functie: draagstructuur, hemelwaterafvoer en draagskelet voor gevelbeplanting.

Hitte



Figuur 6 – Gevoelstemperatuurkaart van de Ecohof (bron: <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/>)

Beide materialen (metselwerk en beton) dragen bij aan de opwarming van de omgeving omdat door een laag albedo (de mate van reflectie van binnenkomende zonnestraling) ze veel van de kortgolvlige zonne-energie absorberen. Daarmee wordt enerzijds de totale steenachtige massa opgewarmd met als effect een verhoogde langgolvlige thermische straling. Anderzijds warmt de oppervlakte van de materialen (gevels en bestrating) op en draagt daarmee bij aan het verwarmen van de omringende lucht (Mills et al., 2017). Metselwerk en beton oppervlaktes kunnen opwarmen tot boven de 60°C, soms zelfs 70°C (Stache et al., 2022). Door convectie wordt deze warmte aan de omringende lucht afgegeven.

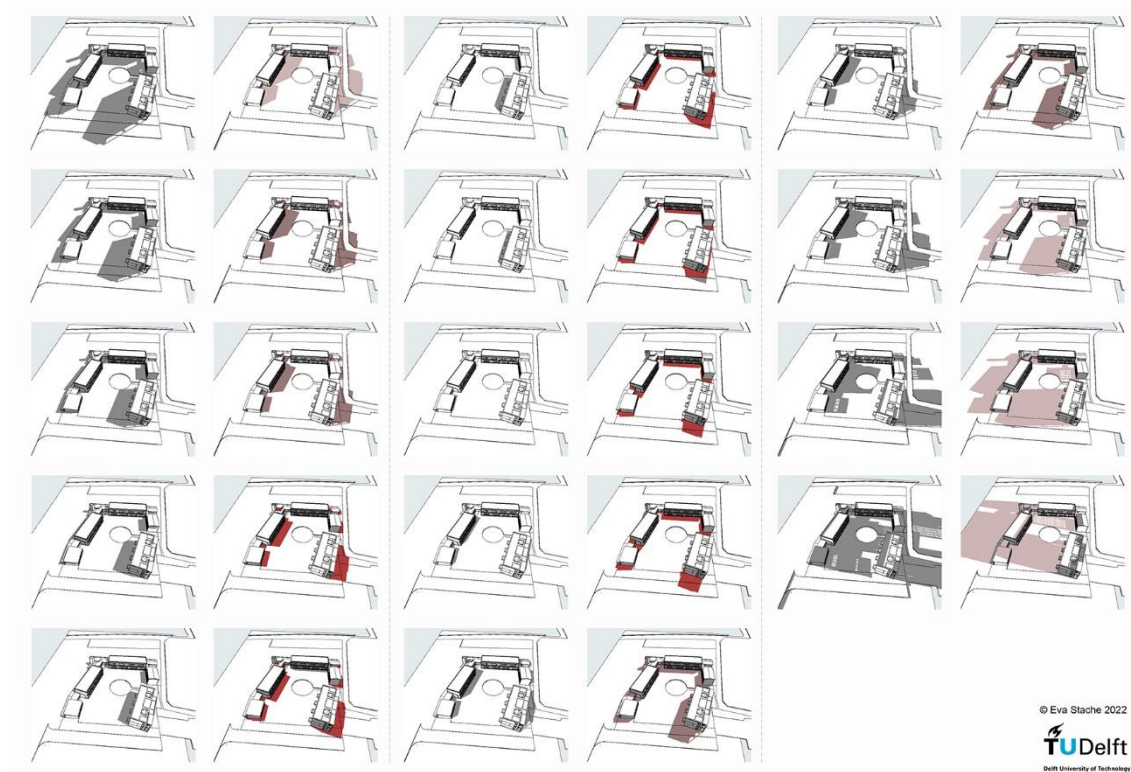


Figuur 7 – Schematische weergave van de binnenkomende zonnestraling in een langsdoorsnede van het project. De reflectieoppervlakken tekenen zich hierin duidelijk uit.

Klimaatstresstest Ecohof Noorderveer, Wormerveer

Eva Stache 2023

Omdat de westgevel (metselwerk) in de middag wel bestraald wordt door de zon, zal in de nieuwe situatie ook bijdragen aan een bepaalde mate van opwarming, niet significant. De noordgevel wordt nooit door de zonnestraling bereikt en kan daardoor ook niet opwarmen. De zuidgevels echter kunnen in significante mate bijdragen aan de opwarming van de omgeving. Daarom is aan de zuidkant van het complex een onderzoek uitgevoerd naar de plekken waar warm kan worden, onder een binnenkomende zonnestraling in periodes van hitte.



Figuur 8 – Schematische weergave van de schaduwplekken en de reflexieplekken gedurende een zomerdag in een plattegrond van het project.

Het was verder rekening gehouden met een totaal van 28951 kJ/m²·dag inkomende thermische energie, bij het berekenen van de klimaat adaptieve maatregelen.

Maatregelen tegen hitte

De in het ontwerp voorgestelde maatregelen gebruiken ecosystemen en ecosysteemdiensten om de warmte te weren. Zo is in het ontwerp voorgesteld om 80% van de zuidgeoriënteerde gevels en 80% van de schoolplein de voorzien van vegetatie. Voor de gevels is hiervoor een stalddraad net voorgesteld, gemonteerd op de ontworpen pergola's. De beplanting kan in eerste instantie bladverliezend zijn waardoor in de zomer zal als een 'levende airco' kunnen fungeren en in de winter de zon wel doorlaten zodat de woningen van de zonnewarmte kunnen profiteren. Echter de opwarming is iedere jaar hoger, het is daarom ook denkbaar dat een aantal jaar verder de beplanting het hele jaar door warmte werend dient te werken en wordt vervangen door bijvoorbeeld hедера, die ook in de winter haar bladeren behoudt.

De berekeningen wezen uit dat om een gunstige ratio tussen de convectieve voelbare warmte en de door de vegetatie getranspireerde latente warmte te bereiken 80% van de zuidgeoriënteerde gevels afgeschermd dienen te worden door beplanting gedurende de zomermaanden. Deze ratio was berekend volgens de Bowen ratio: $Q_H/Q_E < 1$ = koeling, $Q_H/Q_E > 1$ = opwarming, waar Q_H (kJ/m²) is de voelbare warmte ontstaan door convectie en Q_E is de latente warmte geproduceerd door evapotranspiratie van de beplanting (Bowen, 1926). In principe zou een $Q_H = Q_E$ geen verandering betekenen in de energiehuishouding van de locatie, dus nog koeling nog opwarming. Echter om koeling te

kunnen bereiken en de warmte uit de omringende, niet gekoelde zones te compenseren was gekozen voor een ratio die veel sterker koeling ondersteund.

De beplanting op de pergola's, samen met de ook in 80% groene tuin zullen zorgen naar verwachting voor het weghalen van 23161 kJ/m².dag in de vorm van waterdamp en dus latente warmte uit het projectgebied. Ook naar verwachting zal deze hoeveelheid weg getransporteerde warmte leiden tot een lokale verkoeling van de omgevingslucht met ca 8°C, en van de oppervlakte temperaturen met ca 20° op de topmomenten van de hittedagen, ten opzichte van de lucht- en oppervlaktetemperaturen in de omgeving.

De koelende effect zal ook voelbaar zijn in een verzwakte mate in de ruimte rondom het projectgebied. Dient hier ook opgemerkt te worden dat beplanting kan voldoen aan de hier benoemde eisen en verwachtingen pas als het volgroeid is, en dat kan een aantal jaar in beslag nemen. Het is voorgesteld om 5 jaar de locatie te monitoren.

Omdat de gevels aan de westkant slechts laat in de middag door de zon bereikt worden en helemaal niet aan de noordkant, is het in deze studie ervan uitgegaan dat er vanaf deze twee gevels geen warmte aan de omringende lucht wordt toegevoegd.

Water en Droogte

Omdat de oplossing voor het droogteprobleem verweven is met de oplossing voor wateroverlast worden deze twee problemen hier als een samenhangend probleem behandeld. Deze behandelmethodes was ook in het ontwerp meegenomen.



Figuur 9 – Wateroverlastkaart van de Ecohof in geval van 140mm buien (bron: <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/>)

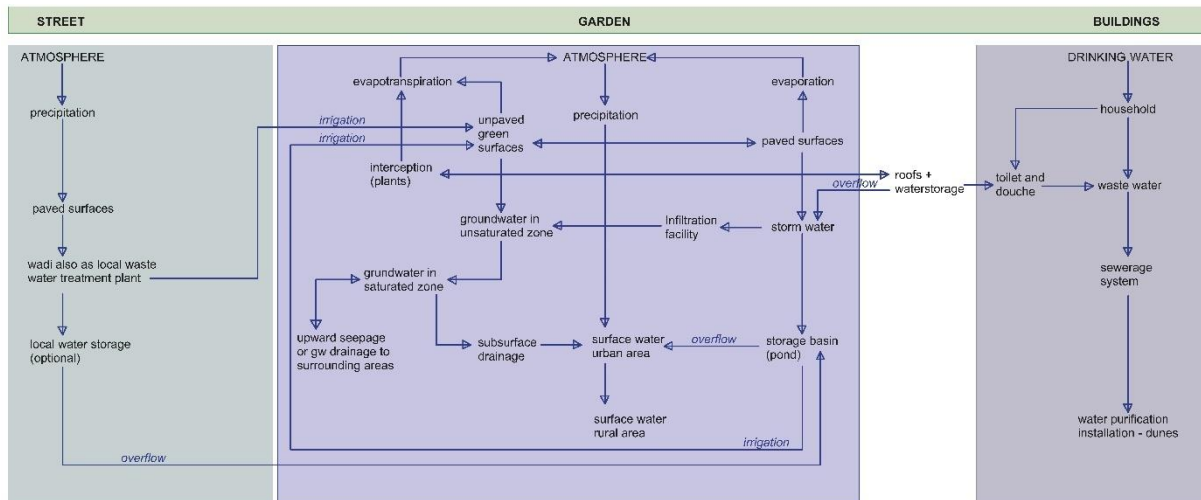
Zoals op de wateroverlastkaart duidelijk te zien is de locatie van de Ecohof en haar omgeving is gevoelig voor wateroverlast tijdens hevige buien zoals die van 70mm en 140mm. De kaart heeft aan dat er water blijft op de huidige schoolplein en dat de dikte van deze waterlaag kan tot boven de 30cm uitvallen, wat eigenlijk betekend dat er in de buurt van de drempel van het gebouw komt. De peil van het bestaande gebouw ligt op 30cm boven maaiveld. Ook wordt in de huidige situatie alle regenwater naar de riolering geleid of naar de nabijgelegen sloot.

Maatregelen om wateroverlast en droogte tegen te gaan

Omdat tijdens buien veel water op de locatie valt wat later tijdens droogte goed gebruikt zou kunnen worden was gezocht naar een oplossing waarbij alle regenwater in het plangebied kan benut worden. De totale oppervlakte van de Ecohof is 3595 m². Dat komt neer tijdens buien van 70mm op ca 252m³ water en tijdens buien van 140mm op ca 503 m³. Rekenend met een jaarlijks gemiddeld neerslagtekort zou het totaal opgeslagen water neerkomen op ca. 1078 m³. Volgens de berekeningen

van de locatie is er 238 m³ water nodig voor 20 dagen om tijdens droogte de bewatering van beplanting te kunnen verzekeren. Dat komt dan neer op

Het is een uitgebreid watermanagement studie uitgevoerd om te kijken op welke manier aan bovenstaande eis voldaan kan worden.



Figuur 10 – Watermanagement schema voor de Ecohof, bron: ©Stache Architect 2022

Daaruit bleek dat door de 80% vergroening van de tuin voldoende infiltratieoppervlakte is om de ondergrond van de nodige hoeveelheid water te voorzien. Met deze water infiltratie kan in grote mate voor de koeling van de omgeving door de toegepaste vegetatie gezorgd worden. Er blijft voor het opvangen en opslaan van regenwater een oppervlakte van ca 800m² van de daken. Om voldoende water te kunnen verzamelen wat ook voor de droogteperiodes bewatering voor de vegetatie kan verzorgen is het nodig van alle regenwater wat op deze verharde oppervlakte valt. Hiervoor worden onder de terrassen een totaal van ca 153m³ wateropslag gerealiseerd, in waterzakken.



Figuur 11 – Watermanagement schema voor de Ecohof, bron: ©Stache Architect 2022

Zoals figuur 11 het aangeeft, onder de terrassen wordt wateropslag gerealiseerd voor het water wat afkomstig is van de daken, en van de andere verharde oppervlakken. Uitgaande van een zich herhalende cyclus van regenwater toevoer op diverse tijden, kan men ervan uitgaan dat voor de komende jaren wordt met deze oplossing voldoende water opgeslagen voor de droogte periodes die voorlopig rond de 20 dagen beslaan. In het geval dat er meer regen valt dan wat opgeslagen kan worden, wordt het water alsnog naar de sloot geleid, welke als overloop wordt gebruikt. Voor het verwerken van overtollig water worden ook wadi's in de groenstroken buiten het complex aan de Tulpstraat en Tulpkade aangelegd.

Voor de toekomst, als de droogte periodes langer worden dan de huidige ca 20 dagen, is deze hoeveelheid opslag niet voldoende. Het valt dan te denken aan ondergrondse opslag (niet in de

grondwater, maar in zelf gevormde waterbellen in zandlagen). Hiervoor dient dan een groter oppervlakte bij het systeem betrokken te worden dan de huidige oppervlakte van de Ecohof.

Wateroverlast aan de straatkant over de straatoppervlak was in deze studie niet meegenomen.

Overstromingen

Dankzij de ligging en de grootte en aard van het plangebied is er geen mogelijkheid om grote overstromingen tegen te gaan. Wel is het mogelijk om de eventuele directe effecten van een overstroming te voorkomen. De NAP van de locatie is -0,10. Daarvoor is de peil van het complex op 30cm boven maaiveld op +0,2m ten opzichten van NAP vastgesteld.

CONCLUSIE

In het project Ecohof Noorderveer zijn de lokale effecten van klimaat verandering verkent. In het ontwerp zijn passende maatregelen voorgesteld om deze effecten, volgens de kennis van nu in voldoende mate te verminderen.

REFERENTIES

- Bonan G., Ecological Climatology, concepts and Applications, Cambridge University Press ,2016, ISBN 978-1-107-04377-0
- Bowen I.S., The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface, Physical review, volume 27, June 1926
- Daanen H.A.M., Simon M., Janssen S.A., De invloed van hitte op de gezondheid, toegespitst op de stad Rotterdam, 2010, TNO Rapport, TNO-DV 2010 D248
- Döpp S., Kennismontage Hitte in de Stad, 2011, TNO-060-UT-2011-01053
- Guhathakurta S and Gober P (2007) The Impact of the Phoenix Urban Heat Island on Residential Water Use. Journal of the American Planning Association, Summer 2007, Vol. 73, No. 32007
- Incropera, Incropera's Principles of heat and Mass Transfer. Wiley 2017, Global Edition, 8th edition
- KNMI, The Royal Netherlands Meteorological Institute, Data, 2020, source: <https://projects.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens/selectie.cgi>
- NASA, 2021 <https://www.nasa.gov/press-release/2021-tied-for-6th-warmest-year-in-continued-trend-nasa-analysis-shows>
- Pilcher J., Nadler E., Effects of hot and cold temperature exposure on performance: A meta-analytic review, Ergonomics · September 2002, DOI: 10.1080/00140130210158419
- RIVM, 2020, <https://www.rivm.nl/hitte>
- Robine J-M., Cheung S.L.K., Le Roy S, Van Oyen H., Griffiths C., Michel J-P., Herrmann F.R., Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003, C. R. Biologies 331 (2008) 171–178, doi:10.1016/j.crv.2007.12.001
- Stache E., Schilperoort B., Ottelé M., Jonkers H.M., Comparative analysis in thermal behaviour of common urban building materials and vegetation and consequences for urban heat island effect, *Building and Environment* (2022), doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108489>
- Stewart T.D., Mills G., The urban heat island – A guide book, Elsevier, 2021
- www.klimaat-effectatlas.nl

FACTSHEET KLIMAATADAPTATIE TULPSTRAAT 18

Deze factsheet geeft een overzicht van de typische eigenschappen van de locatie aan de Tulpstraat 18 en hoe een veranderend klimaat deze eigenschappen kan beïnvloeden en hoe het ontwerp voor de Ecohof Wormerveer zich hier al op aanpast en wat er juist nog moet gebeuren om de locatie klimaatbestendig te maken. Deze factsheet is opgesteld op basis van de beschikbare klimaateffectkaarten, de Scan Ecosysteemdiensten, en relevante onderzoeken, zie referenties..

FACTSHEET ECOHOF NOORDERVEEN				
De factsheet is door STAcHE ARCHITECT samengesteld gebaseerd op de op dit moment bekende gegevens.				
LOCATIE TUINKANT				
	wat	beschrijving	hoeveelheid	eenheid
	oppervlakte kavel	gemeten oppervlaktes ***	3595	m ²
	Street view factor SVF = tuin	gemeten oppervlaktes ***	1445	m ²
	platte daken oppervlakte	percentage aan platte daken (dus bij daken 80-100% plat gerekend met 90%)	800	m ²
	gemeenschappelijke daken oppervlakte	totaal daken minus platte daken binnen de kavel	195	m ²
	totaal daken	conform opgave gemeente is dit het dakoppervlak totaal	995	m ²
	tuinkant metselerk geveloppervlakte		66	
	tuinkant houten gevels oppervlakte	geschat, de door de zon bereikte geveloppervlaktes	206	m ²
	tuinkant glazen gevel oppervlakte		413	
	straatkant metselerk geveloppervlakte		257	
	straatkant houten gevels oppervlakte	geschat, de door de zon bereikte geveloppervlaktes	89	m ²
	straatkant glazen gevel oppervlakte		82	
	totaal metselwerk houten en betonnen oppervlakte		323	
	totaal pergolaoppervlakte		561	
	wateropvanggebied oppervlakte	voorstel is de totale kavel zodat een waterneutraal resultaat bereikt kan worden	2150	m ²
WATER				
	wat	beschrijving	hoeveelheid	eenheid
	neerslagtrend per jaar in NL 874mm		0,874	m
	neerslag gemiddeld 860 mm		0,86	
	neerslag droog jaar 650 mm		0,65	
	jaarlijks neerslagtekort *		0,3	m
	water per jaar op locatie	oppervlakte kavel (m ²) x neerslagtrend (m)	3142	m ³
	water per bui 0,07m op locatie	oppervlakte kavel (m2) x water in m	252	m ³
	waarvan opgeslagen	oppervlakte daken x water in m	70	m ³
	water per bui 0,14m op locatie	oppervlakte kavel (m2) x water in m	503	m ³
	waarvan opgeslagen	oppervlakte daken x water in m	139	m ³
	totaal neerslagtekort op locatie		1079	m ³
	*70% van de jaren is dat 0,3m of minder, in droge jaren is het meer.			
HITTE				
	wat	beschrijving	hoeveelheid	eenheid
	water nodig op hitte dagen / m ² gerekend over horizontale oppervlak= capaciteit distributiesysteem *	gemiddeld tijdens hittegolven, temp boven 30°C op 20 dagen per zomer**	3,5	L/m ² dag
	totaal water nodig volgens 30°C strategie in L	product van totaal abiotisch oppervlak x water	1131	L/dag
	totaal water nodig volgens 30°C strategie in m ³	product van totaal abiotisch oppervlak x water	8	m ³ /dag
	totaal wateropslag voor 20 dagen droogte		151	m ³
			7	
	totaal te realiseren wateropslag onder terrassen	oppervlakte305m ² en hoogte 0,5m	153	m ³
	* Het gaat specifiek om de hoeveelheid water nodig voor verdamping voor koeling. De hierop gekozen beplanting dient deze hoeveelheid te kunnen verdampen. Het is dan ook niet vergeleken met de referentie gewasverdamping omdat er vanuit de hitte was berekend. Op basis van normaal watergebruik van planten/bomen (referentie gewasverdamping x 1,2 - boomgaard/loofbos) is dat 2 mm voor juni, juli, augustus			
	** Het aantal hete dagen zijn berekend op basis van de opgave van de KNMI uit de laatste 3 jaar.			
GROEN (aanzet mogelijke vergroening conform maatregelenkaart)				
	hoeveelheden vergroening	beschrijving	hoeveelheid	eenheid
	80% tuin	vaste planten verdamping van 3L/m ² dag	1156	m ²
	gevelgroen op pergola's	modulaire groengevel	449	m ²