



Vijf multidisciplinaire ontwerpteams gingen aan de slag met vijf verouderde wooncomplexen in Amsterdam, Rotterdam en Zwolle. Ze volgden masterclasses, onderzochten de staat van de woningen, analyseerden de wijk, en praatten met corporaties en bewoners. De verschillende toekomstscenario's die daaruit voortkwamen staan in dit boek.

Waar praten over klimaatproblemen meestal een zorgelijke frons, brengt dit boek enige opluchting. Niet over het veranderende klimaat, maar wel over wat we kunnen doen om de stad leefbaar te houden bij de toenemende hitte- en wateroverlast.



STAD X KLIMAAT

**BNA ONDERZOEK EN TU DELFT in samenwerking met
de gemeenten Amsterdam, Rotterdam en Zwolle,
Ymere, Woonstad Rotterdam en SWZ**

BNA ONDERZOEK
Praktijklab voor slimme
ruimtelijke ideeën



HET GEBOUW ALS WATER- MACHINE

Onderzoek naar de rol
van corporatiewoningen in
de klimaatadaptatieopgave



AMSTERDAM WATERLANDPLEIN - BUURT

Portieketageflats in een herstructureringsgebied

De onderzochte gebouwen liggen in Werengouw Zuid, onderdeel van de Waterlandpleinbuurt in Amsterdam-Noord. Dit gebied heeft een rijke geschiedenis met water. Tot 2014 heette de wijk nog Nieuwendam-Noord; de naam Nieuwendam is ontstaan toen hier in 1516 na een dijkdoorbraak een nieuwe dijk werd aangelegd. In 1916 werd het hier ontstane dijkdorp getroffen door de laatste watersnood. Voor de bewoners was dat reden om voor annexatie door Amsterdam te stemmen, wat vijf jaar later ook gebeurde.

De tuinstad Nieuwendam-Noord werd tussen 1964 en 1968 gebouwd als onderdeel van het Algemeen Uitbreidingsplan van Amsterdam (AUP). Er werd vastgehouden aan het principe van veel groen en ruimte, maar de opzet was minder kleinschalig dan de traditionele tuindorpen van voor de oorlog. In een grid van strokenbouw zijn hier middelgrote portieketageflats gebouwd van circa vier lagen, met veel voorzieningen in de directe omgeving.

Nadat de wijk in 2007 werd opgenomen op de 'krachtwijkenlijst' van toenmalig minister Ella Vogelaar, werd begonnen met de herstructurering. Inmiddels is er op het Waterlandplein een compleet nieuw winkelcentrum gerealiseerd dat functioneert als het nieuwe hart van de wijk, die in 2014 omgedoopt werd in Waterlandpleinbuurt. In de portieketageflats in Werengouw Zuid is alles tot nu toe bij het oude gebleven: 58 procent betreft hier sociale huur. Opvallend is dat de woningen in de flats relatief groot zijn voor Amsterdamse begrippen, en daarmee geschikt voor grotere gezinnen.

Een van de onderzochte flats in de Waterlandpleinbuurt



De uitgelichte onderzoekslocatie waar de cijfers over gaan / Linksonder: situatie rond 1950. Tuindorp Nieuwendam is af, de locatie waar de Waterlandpleinbuurt zal verrijzen is nog polderlandschap. Bron: topotijdreis.nl



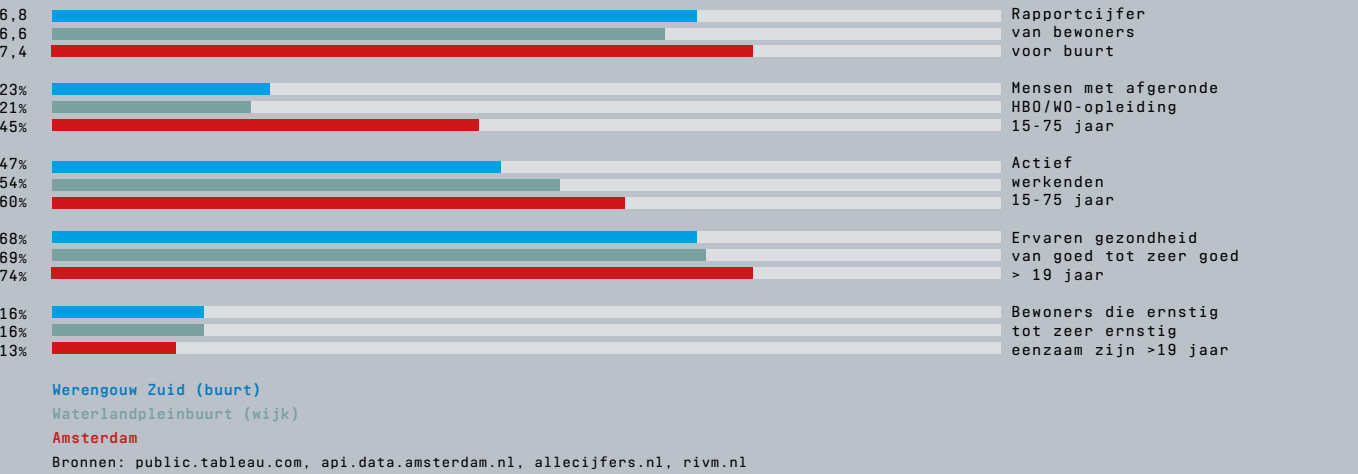
GEGEVENS BEBOUWING	
Woningtypologie	portieketagewoningen
Oppervlakte woning	68m ² - 83m ²
Huurprijs gemiddeld	€574
Wooneenheden	168
Bouweenheden	4
Bouwjaar	1966
Renovatiejaar	gepland voor 2022
Eigendom	Ymere
Energielabel	D

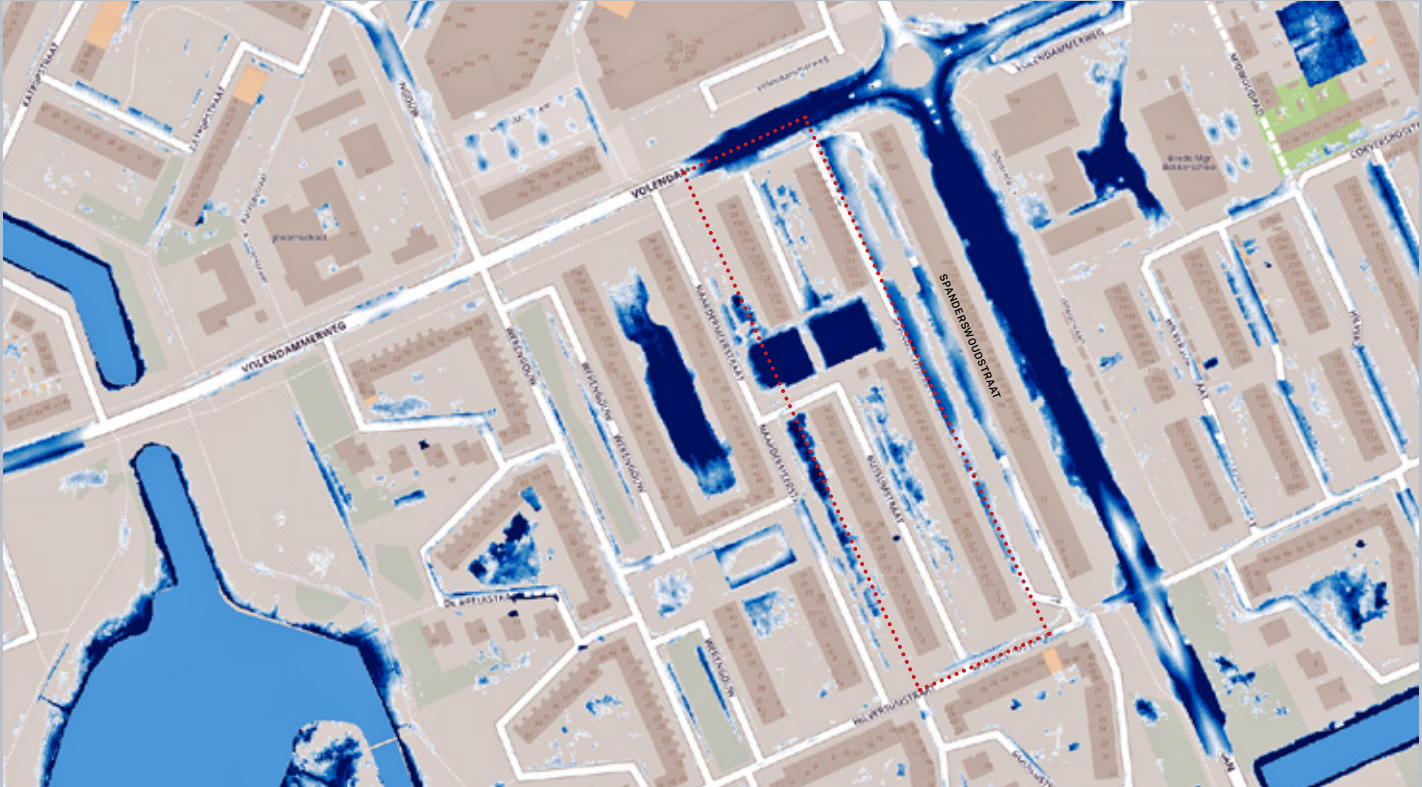


CASUS De studielocatie ligt in de buurt Werengouw Zuid tussen de Spanderswoudstraat, Volendammerweg en Bussumstraat in: een in slechte technische staat verkerend ensemble van vier portieketageflats. De panden omvatten 168 sociale huurwoningen en zijn gebouwd in 1966. Rondom de woningen heeft de openbare ruimte een vrij groen, rustig en vriendelijk karakter, maar bij piekbuien ontstaat grote wateroverlast.

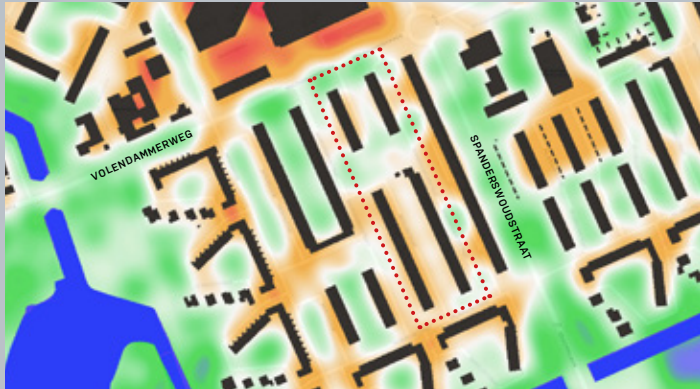
Na ruim vijftig jaar zijn de woningen verouderd en zijn substantiële ingrepen noodzakelijk. De onderzoeksvraag is: hoe kan een tweede leven van deze panden eruitzien, als je in het verlengde van de bouwkundige maatregelen de gebouwen ook meteen klimaatadaptief maakt? En welke sociale en andere voordelen kan dit opleveren?

DEMOGRAFISCHE GEGEVENS VOOR BUURT, WIJK EN STAD





■ veel water op straat ■ weinig water op straat *Wateroverlastkaart bij een extreme bui van 120mm in twee uur*



■ veel hitte ■ weinig hitte *Hittestresskaart op een zomerse dag / Rechts: stromenkaart*



BODEM EN GRONDWATER (GEMIDDELD)

Hoogteligging	0,50m onder NAP
Grondwaterstand	1,35m onder NAP
Bodemdaling	2,1mm per jaar

TE BERGEN WATER BIJ 120MM REGEN IN TWEE UUR *

Straat	510m ³
Tussengebied	1510m ³
Gebouwen	512m ³

* voor afstroming naar riool en infiltratie



VERHARDING

Verhard (inclusief gebouwen)	42%
Onverhard	58%

VERHOUDING PRIVÉ/PUBIEK

Gemeentegrond	29%
Corporatiegrond	71%

PERCENTAGE BEBOUWING

20%

BRONNEN

Kaarten: agv.klimaatatlas.net
Hoogteligging: ahn.nl
Grondwaterstanden: waternet.nl
Bodemdaling: bodemdalingskaart.nl

NOODZAAK KLIMAATADAPTATIE De locatie is een regenwaterknelpunt: bij ernstige regenval is het hoofdwegennet onbegaanbaar voor verkeer en hulpdiensten. De woningen zelf hebben een zeer laag energielabel, last van hittestress, vocht, schimmel, gehorigheid, lekkages en verzakking. Zowel de gebouwen als de openbare ruimte eromheen hebben aandacht nodig om de buurt toekomstbestendig te maken.



Wonen in een water-machine

WATERLANDPLEINBUURT

TEMP. ARCHITECTURE. URBANISM Tom Bergevoet, Maarten van Tuijl, Deniz Atakan, Sebastian Nitu

ROYAL HASKONINGDHV Erik Tober (gebouwgebonden (water)installaties), Ruben Roelofs (duurzaam stedelijk waterbeheer), Léon Brouwer (watermanagement), Chantal Posthouwer (ecoloog), Arend de Wilde (ecoloog), Marc Bijvoet (constructie)

DE WATERLANDPLEINBUURT WORDT WATERNEUTRAAL

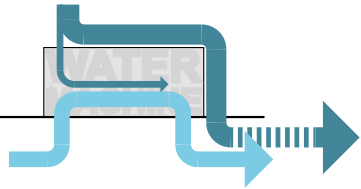
De Waterlandpleinbuurt in Amsterdam-Noord heeft veel last van de regen. Het kruispunt tussen de IJdoornlaan en de Volendammerweg loopt bij een flinke bui onder en blokkeert een belangrijke uitvalsroute voor de brandweer. Speelplaatsen staan blank na de regen. Kunnen de gebouwen in deze buurt het water dat op hun dak valt langer vasthouden om de overlast te verminderen? Temp.architecture en Royal HaskoningDHV zochten het uit voor vier verouderde flats in Werengouw Zuid, vlakbij het Waterlandplein. Ze ontwikkelden drie scenario's die niet alleen het waterprobleem aanpakken, maar meteen een impuls aan de woonkwaliteit geven.

Impressie van het maximale scenario, met een bijna gesloten waterkringloop

AMBITIENIVEAU S

- Geringe investering
- Bewoners blijven er wonen
- Kleine aanpassingen

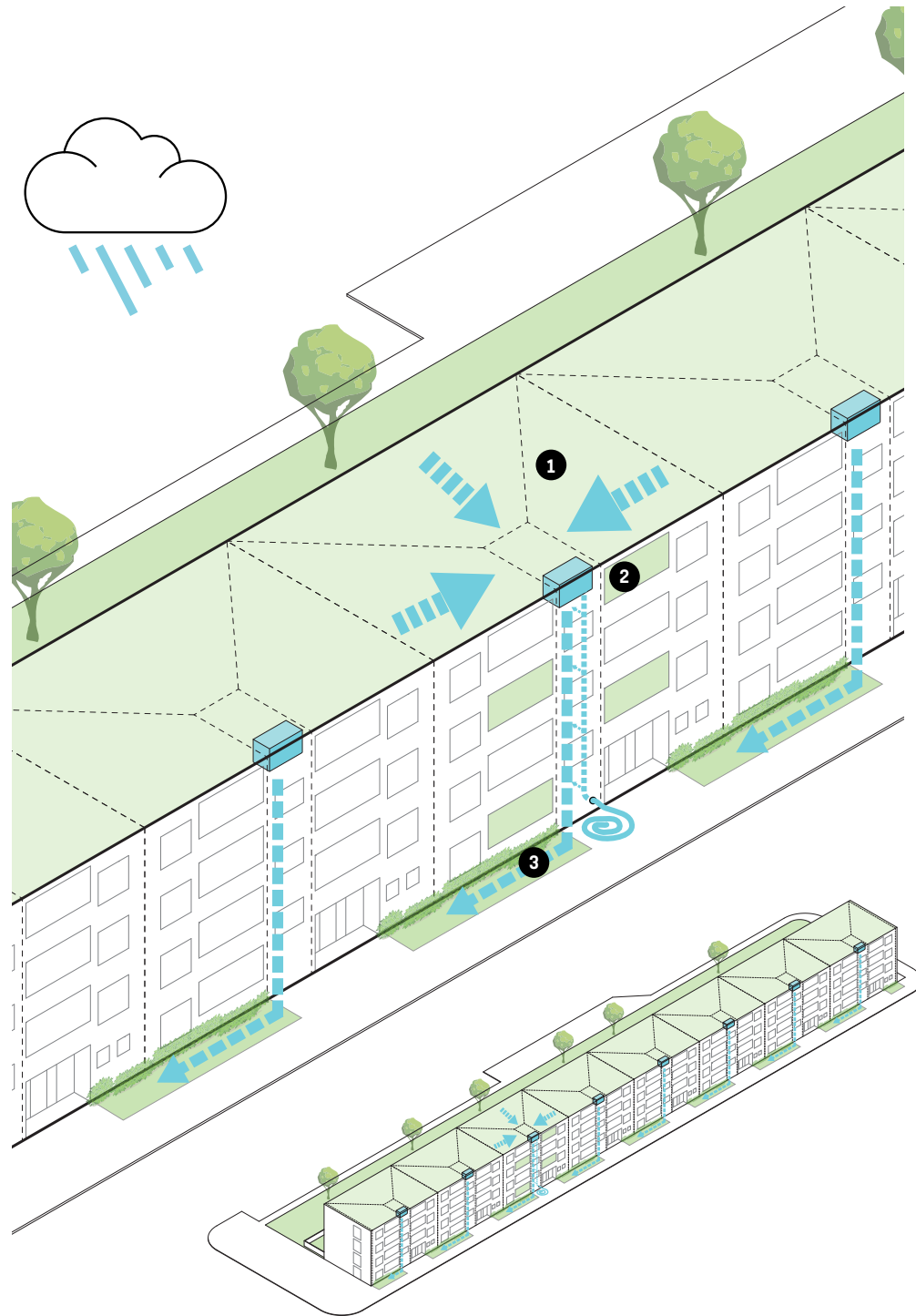
Een kleine stroom regenwater wordt in en om het huis benut.



1. Extra (afschot)isolatie leidt water naar tanks bovenin trappenhuis.

2. Tank voorziet in tapwater voor privaat groen (balkons) en geveltuinen.

3. Bij een volle tank loopt water over naar een regentuin, die het vertraagd afgeeft aan het riool.



Kleine aanpassingen aan het gebouw brengen meer woonkwaliteit.

SLOPEN OF OPKNAPPEN? Gezien de staat van de gebouwen ligt sloop voor de hand, zodat er eigentijdse woongebouwen voor in de plaats kunnen komen. Maar dan is het niet meer mogelijk hetzelfde aantal vierkante meters voor dezelfde huurprijs aan te bieden. Zou het ook mogelijk zijn om deze gebouwen zo op te knappen dat regenwater kan worden ingezet ten gunste van de woonkwaliteit?

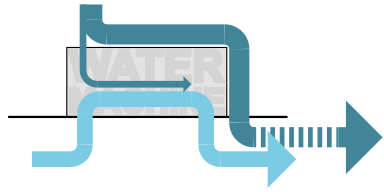
Het team van Temp.architecture en Royal HaskoningDHV presenteert een oplossing in drie maten: S, M en L. In de eerste twee scenario's worden de bestaande panden met gerichte ingrepen verduurzaamd en ingericht om regenwater op te vangen en te gebruiken. Zo worden deze versleten, 20e-eeuwse woonmachines getransformeerd tot 21e-eeuwse watermachines. Het derde scenario gaat een stap verder met sloop en nieuwbouw, en de ambitie om dit deel van de stad op termijn volledig waterneutraal te maken.

WAAR MOGELIJK MEER WOONKWALITEIT DOOR INZET REGENWATER Ambitieniveau S vergt slechts kleine aanpassingen, terwijl de bewoners er kunnen blijven wonen. Het dak wordt extra geïsoleerd met afschotisolatie, waardoor het regenwater naar tanks boven de huidige trappenhuisen kan stromen. Die tanks leveren het tapwater voor de geveltuinen en – als bewoners dit willen – vergroende balkons. Stroomt de tank over, dan verdwijnt de rest van het water in kleine regentuinen op de stoep, die het vertraagd afgeven aan het riool. Daarnaast zorgen grotere balkons, natuurlijke buitenzonwering, betere ventilatie en grotere voorportalen voor meer woonkwaliteit. Door de begroeiing van de gevel vanuit de geveltuinen neemt de hittestress in de openbare ruimte op warme dagen fors af.

AMBITIENIVEAU M

- Aanzienlijke investering
- Bewoners tijdelijk uithuizig
- Grondige renovatie

Een aanzienlijke stroom regenwater wordt in en om het huis benut.



1. Een schuin dak met pv-cellen brengt het water naar een groenblauw dak.

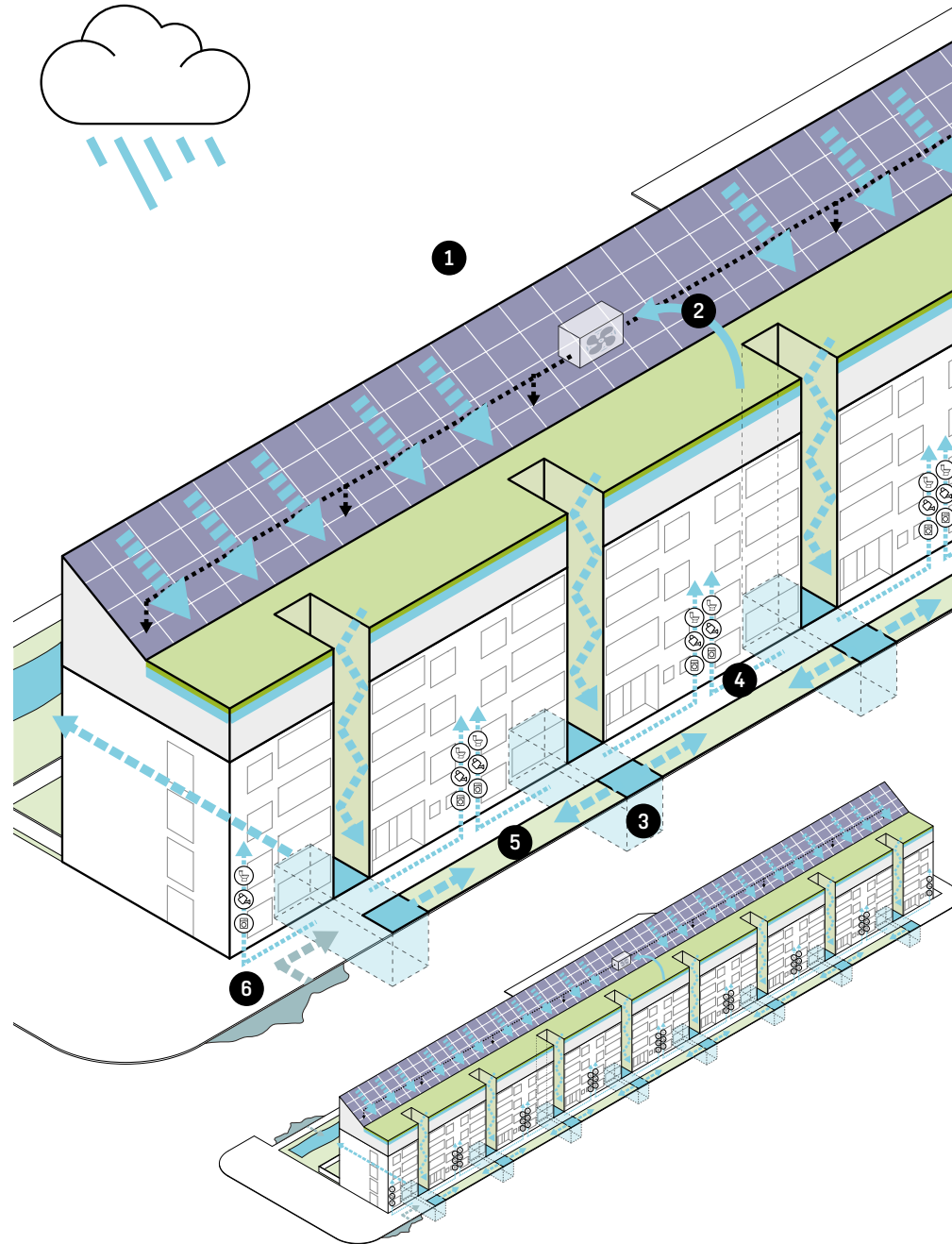
2. De lucht wordt gekoeld met verneveld regenwater.

3. Water(ver)val door verticale tuin, opslag in ondergrondse tanks.

4. Grijswater uit tanks wordt gebruikt voor toiletten en groen.

5. Bij een volle tank loopt het water over naar de regentuin of wadi.

6. De wadi en regentuin kunnen ook water van straat opnemen.



Een toegevoegde galerij maakt meer woningtypes mogelijk.



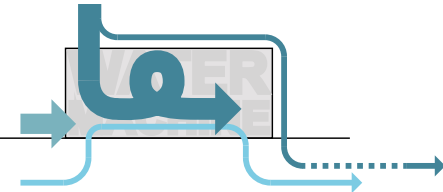
Van portiek naar galerij

STRUCTURELE INZET REGENWATER VOOR MEER WOONKWALITEIT Het M-scenario slaagt er op sommige momenten in ál het regenwater van het dak in te zetten voor extra woonkwaliteit. Dit vergt een grotere renovatie, waarbij bewoners tijdelijk uitgeplaatst worden. De regen die op de gebouwen valt, stroomt langs schuine pv-cellen naar een groenblauw dak. Een adiabatisch koelsysteem laat het regenwater verdampen, hetgeen koele lucht oplevert voor woningventilatie. De portiekontsluiting wordt omgezet in een galerijontsluiting en de trappenhuizen worden getransformeerd tot verticale tuinen met ondergrondse waterbassins. Het grijze water dat daarin wordt opgevangen, wordt gebruikt voor het doorspoelen van de toiletten en het bewateren van de planten. Als de tanks vol zitten, loopt het water over naar een wadi in de openbare groenstrook aan de tuinzijde van de bouwblokken. Ook de neerslag op straat kan hierin wegsijpelen. Een extra kamer of wintertuin aan de achterkant, een woonverdieping op het dak en een galerij die een grotere variatie aan woningtypes mogelijk maakt, zorgen voor hogere huuropbrengsten om de extra investeringen te dekken.

AMBITIENIVEAU L

- Grote investering
- Geen terugkomgarantie bewoners
- Sloop en nieuwbouw

Bijna al het regenwater wordt, al dan niet gerecycled, ingezet voor extra woonkwaliteit.



1. Regenwater wordt van de daken naar bassin A geleid.

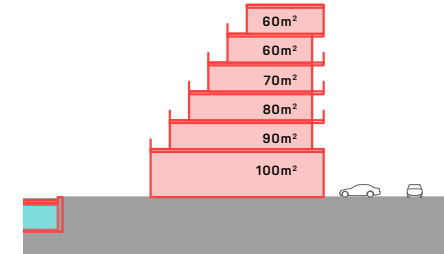
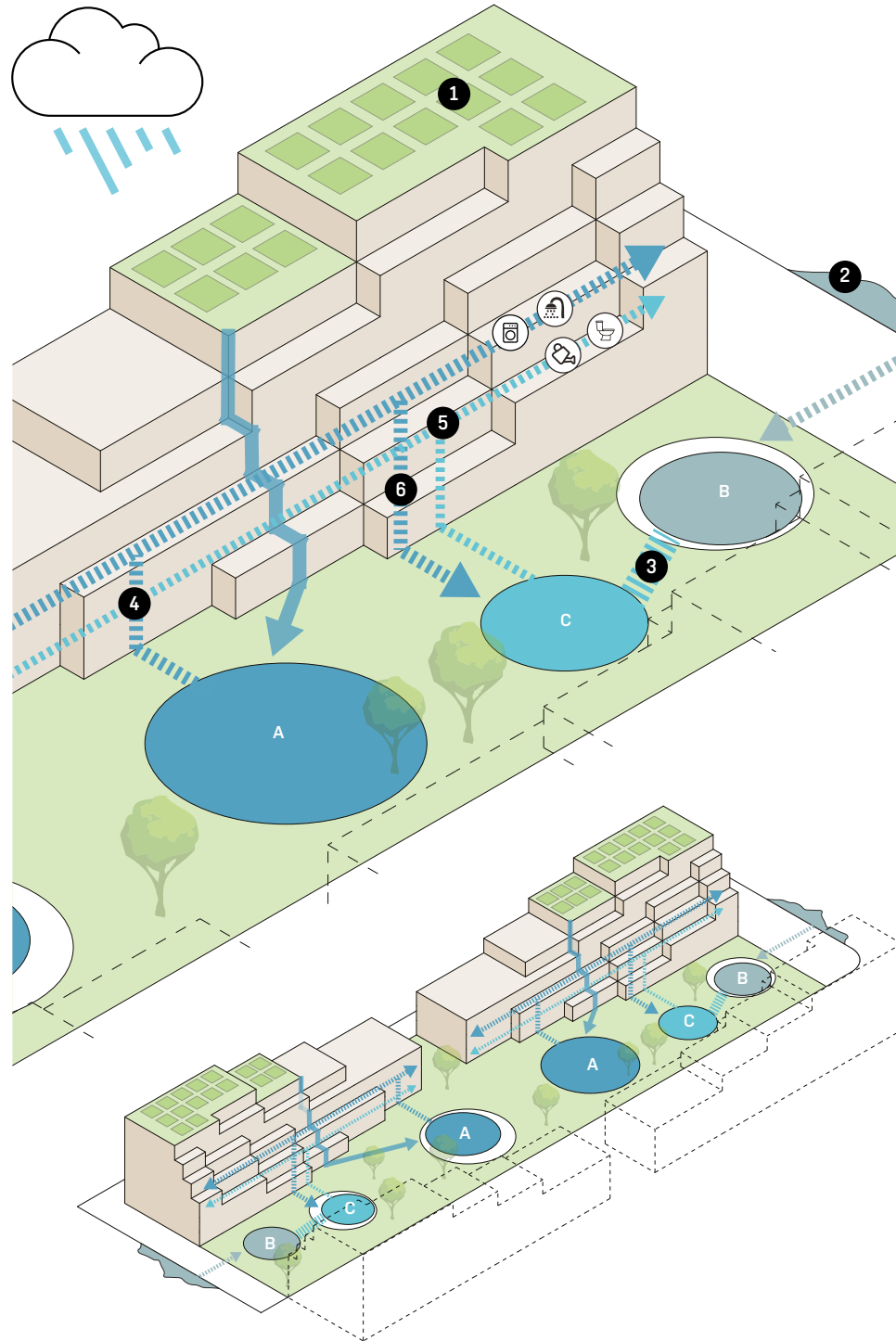
2. Water wordt van verhard maaiveld via straatkolken naar bassin B gebracht.

3. Water van 'vuil' bassin wordt met hyalooptechniek grijs gemaakt (bassin C).

4. Water uit bassin A wordt gebruikt om te douchen en te wassen.

5. Water uit bassin C wordt gebruikt voor toiletten en groen.

6. Gebruikt douchewater wordt gereinigd en komt terecht in bassin C.

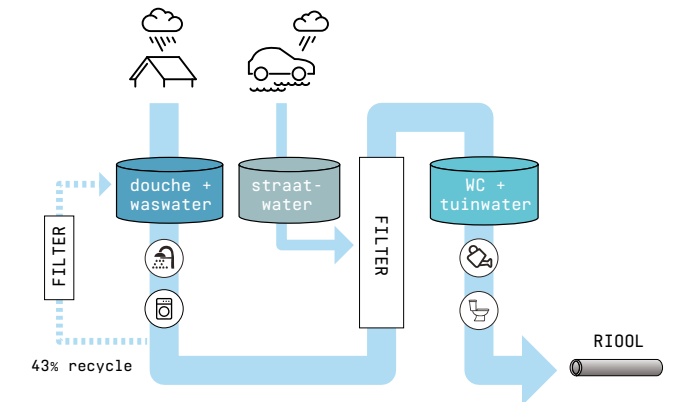


Gbo per woning bij ambitieniveau L

NAAR EEN WATERNEUTRALE STAD Het L-scenario laat het uitgangspunt om de flats te redden los: de gebouwen worden gesloopt en maken plaats voor nieuwbouw met een getrapte doorsnede, waardoor gestapelde gezinswoningen mogelijk worden met elk een uitstekende buitenruimte. Door te kiezen voor houtskeletbouw blijft de luchtvochtigheid in de woningen op een natuurlijke wijze op peil. Er ontstaat een duidelijk onderscheid tussen de verschillende buitenruimtes. De huidige ontsluiting via de Bussumstraat komt te vervallen, tussen de nieuwe gebouwen wordt een groene en autovrije collectieve tuin gemaakt; parkeren is mogelijk aan de buitenkant van het blok.

Dit scenario is bijna waterneutraal. Het combineert verschillende installatietechnische principes om regenwater te zuiveren en recycleren. Het water van de eigen daken wordt opgevangen in verschillende bassins in de tuin. Dit is bestemd voor douchen en wassen. Het vuile douchewater wordt vervolgens met een filter gezuiverd voor hergebruik in toiletten en het tuinonderhoud. Het meest vervuilde straatwater wordt met een ander filter gezuiverd en vervolgens gebruikt voor de toiletten en het tuinonderhoud.

Inpassing in de omgeving van ambitieniveau L / Rechts: installatietechnische principes om regenwater te gebruiken





HOE GROOT IS DE AMBITIE? Samenvattend heeft het ontwerpend onderzoek in Werengouw Zuid drie toekomstscenario's opgeleverd, die afhankelijk van het ambitieniveau verder kunnen worden uitgewerkt. Scenario S bevat een serie no-regret maatregelen en is daarmee een realistisch renovatiescenario waarbij de woningen worden verduurzaamd en het regenwater wordt omgezet van een probleem in een positieve impuls. De grote en toch betaalbare gezinswoningen (een zeldzame combinatie in Amsterdam) kunnen zo voor kwetsbare doelgroepen behouden blijven, en krijgen door slim gebruik van regenwater meer woonkwaliteit.

Scenario M is een ambitieuzer renovatiescenario. Het laat een staalkaart zien aan mogelijkheden om dergelijke portiek-etagewoningen, die overal in Nederland zijn gebouwd, een duurzame en haalbare toekomst te bieden. Uiteraard kunnen ingrepen uit het S- en M-scenario worden gecombineerd.

Het L-scenario maakt gebruik van de laatste installatietechnische inzichten, uitgaande van een woonomgeving en woon-typologie geschikt voor gezinnen. Het scenario laat zien hoe (regen)water en vergroening kunnen bijdragen aan duurzame woonkwaliteit voor lage- en middeninkomens, wanneer nieuwbouw mogelijk is. In een vervolgfase wil het team samen met Ymere onderzoeken welke combinatie van ingrepen het best past bij de gebouwen, de buurt, de bewoners, het budget en de ambitie.

Alle scenario's gaan uit van (her)gebruik van regenwater voor een duurzamer woonomgeving. Het spoelen van het toilet, het wassen van kleding en tuinieren met regenwater is goed voorstelbaar. Bewoners zouden hier meer bewust van kunnen worden gemaakt. Een belemmerende factor is de lage kostprijs van schoon drinkwater in Nederland. Ook is het terugverdienen van de investering in het gebruik van regenwater op dit moment lastig. Terwijl de huurder bijvoorbeeld een lagere rekening voor drinkwater krijgt, moet de verhuurder op zoek naar een manier om de gemaakte kosten terug te verdienen. Dat kan niet alleen via de huur, omdat er een maximale huur geldt voor sociale huurwoningen.

De verhuurder zou met de andere stakeholders om tafel kunnen gaan om samen andere businessmodellen door te rekenen. Het tegengaan van regenwateroverlast is immers een integrale opgave, die alleen kan worden opgelost wanneer stakeholders als de gemeente, het waterschap en de gebouweigenaar samenwerken. De introductie van een integraal kosten-batenmodel kan dit samenwerken vergemakkelijken.

Verbeelding van scenario M, waarbij de bestaande gebouwen getransformeerd zijn tot een woonomgeving met hoge kwaliteit. De trappenhuisen zijn verticale tuinen geworden en in de openbare ruimte zijn regentuinen aangelegd die een overschot aan water kunnen verwerken.



ZWOLLE NIEUW ASSENDORP

Geschakelde eengezinswoningen
in stenige volkswijk

Assendorp is een levendige vooroorlogse volkswijk in Zwolle, ingeklemd tussen het spoor en de waterkering langs de stadsgracht. Deze gracht gaat over in het Zwartewater, dat in verbinding staat met zowel de Vecht als de IJssel. Daarnaast voeren de Sallandse Weteringen regenwater vanuit Salland door de stad en langs Assendorp af richting IJsselmeer. Zwolle is dus omringd door water en ligt ook nog eens op het laagste punt van dijkkring Salland.

Het merendeel van de woningen hier is gebouwd tussen 1900 en 1930. Het zijn relatief kleine eengezinswoningen met twee lagen (één laag en de kap). Destijds woonden er vooral arbeiders die in groten getale voor De Maatschappij tot Exploitatie van Staatsspoorwegen werkten.

In de loop der tijd is dit gebied uitgegroeid tot een gewilde, redelijk welvarende wijk die bekend staat om de knusse straatjes. De huizen zijn nu deels in eigendom van woningcorporaties – met SWZ als grootste speler – en deels particulier. Bewoners variëren van studenten tot gezinnen, ouderen, ondernemers en kunstenaars. De woningen hebben geen voortuin, maar wel een kleine achtertuin. Er is weinig groen in de openbare ruimte, de straten zijn over het algemeen van gevel tot gevel bestraat. Ook de binnenterreinen zijn vaak verhard.

Het versteende binnengebied van het onderzochte woonblok in Nieuw Assendorp



De uitgelichte onderzoekslocatie waar de cijfers over gaan / Linksonder: in 1900 was het gebied tussen de Assendorperdijk en het spoor nog onbebouwd. Bron: topotijdreis.nl

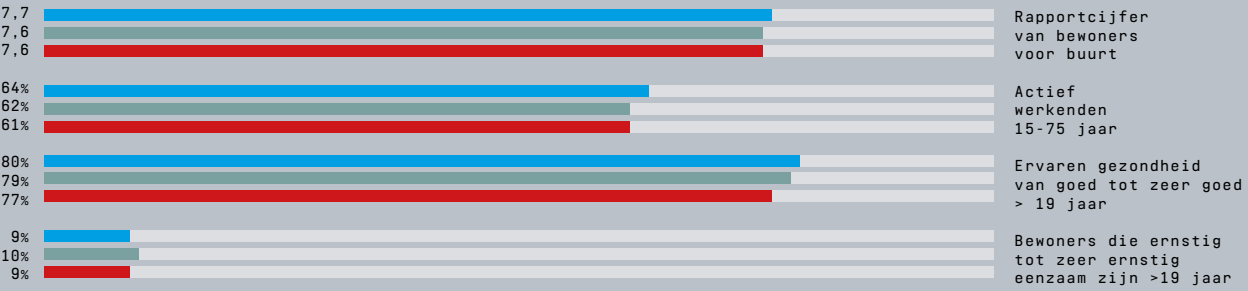


GEGEVENS BEBOUWING	
Woningtypologie	eengezinswoningen
Oppervlakte woning	70-90m²
Huurprijs gemiddeld	€563
Wooneenheden	62
Bouweenheden	1
Bouwjaar	1926-1931
Renovatiejaar	1976
Eigendom	60 in bezit van SWZ
Energielabel	E

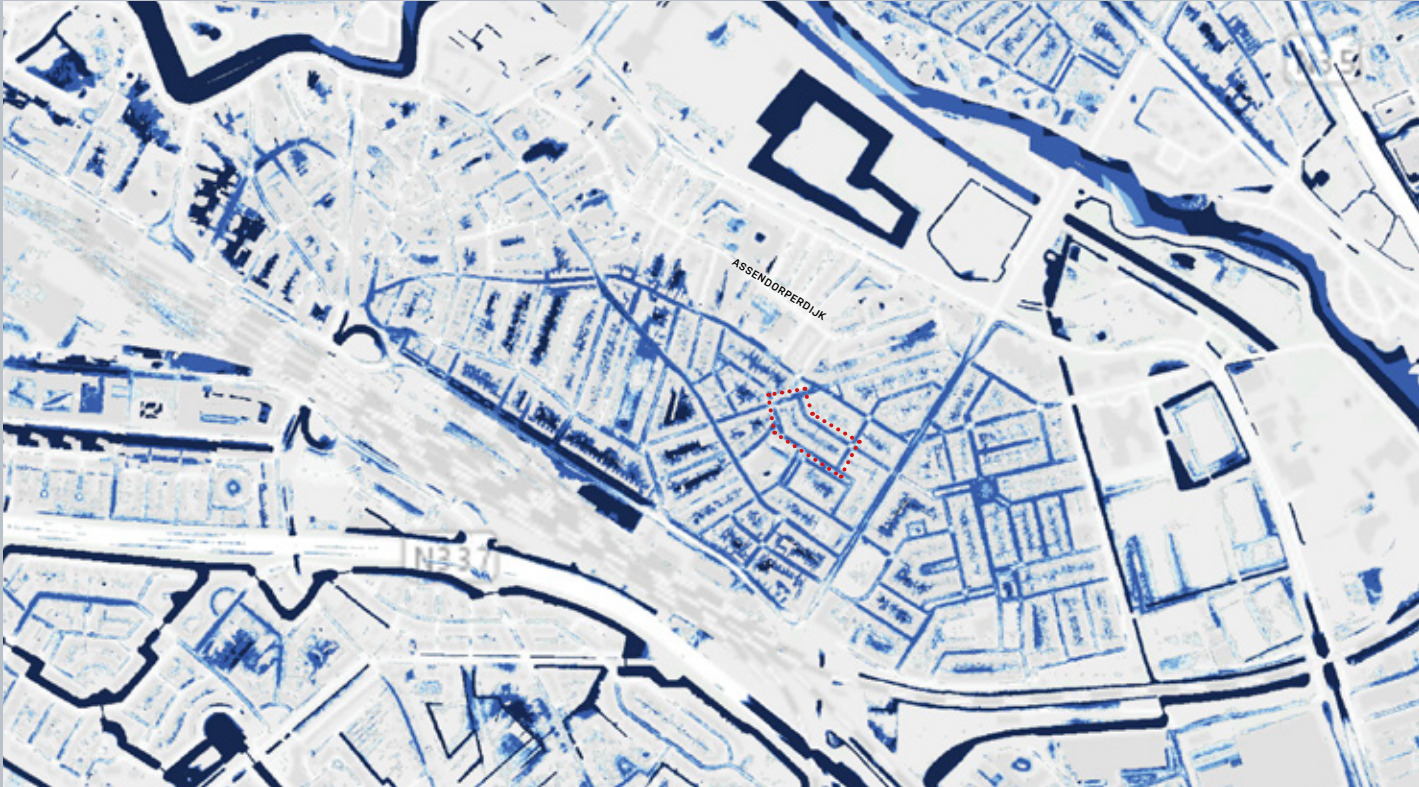


CASUS De studielocatie omvat een gesloten bouwblok aan de Molenweg en Goudsbloemstraat uit de jaren 30, dat in bezit is van woningcorporatie SWZ. Het blok is stenig, met op het binnenterrein schuurtjes, aanbouwen met platte daken, schuttingen en betegelde tuinen. Dit zorgt ervoor dat wateroverlast en hittestress elkaar afwisselen. Het ontwerpteam is gevraagd oplossingen op het niveau van het perceel te zoeken, waarbij gebouw en buitenruimte samenwerken. Gezien Assendorp een vrij uniforme stedenbouwkundige opzet heeft, kunnen maatregelen ook op andere plekken toegepast worden.

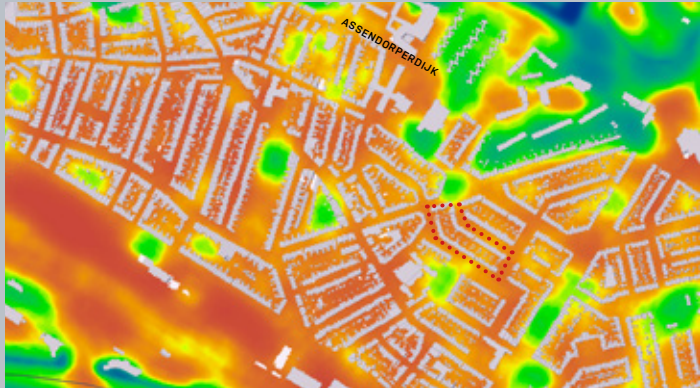
DEMOGRAFISCHE GEGEVENS VOOR BUURT, WIJK EN STAD



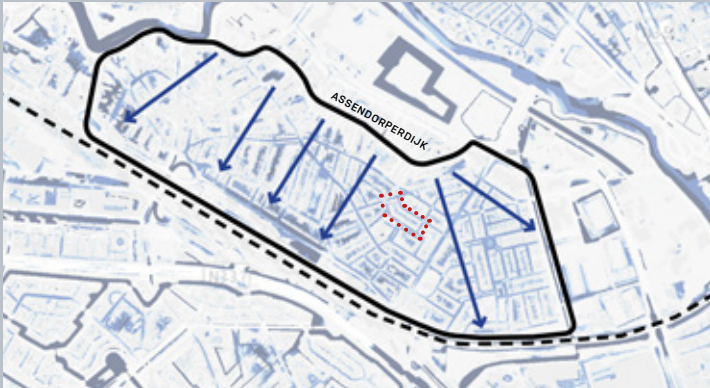
Nieuw Assendorp (buurt)
Assendorp (wijk)
Zwolle
Bronnen: cijfersoverzwolle.nl, allecijfers.nl, rivm.nl



■ veel water op straat ■ weinig water op straat Wateroverlastkaart bij een extreme bui van 67mm in een uur



■ veel hitte ■ weinig hitte Hittestresskaart op een zomerse dag / Rechts: stromenkaart



BODEM EN GRONDWATER (GEMIDDELD)

Hoogteligging	1,60m boven NAP
Grondwaterstand	tussen 0,30m onder en 0,20m boven NAP
Bodemdaling	n.v.t.

TE BERGEN WATER BIJ 120MM REGEN IN TWEE UUR *

Straat	300m³
Binnengebied	384m³
Gebouwen	420m³

* voor afstroming naar riool en infiltratie



VERHARDING	
Verhard (inclusief gebouwen)	95%
Onverhard	5%

VERHOUDING PRIVÉ/PUBIEK	
Gemeentegrond	27%
Corporatiegrond	73%

PERCENTAGE BEBOUWING	35%
----------------------	-----

BRONNEN
Kaarten: Zwolse Adaptatie Strategie 2.1 Atlas
Hoogteligging: ahn.nl
Grondwaterstanden: Grondwatermonitoring Zwolle
Bodemdaling: bodemdalingskaart.nl, klimaateffectatlas.nl

NOODZAAK KLIMAATADAPTATIE Het water in de openbare ruimte stroomt vanzelf naar het laagste punt langs het spoor, waar het voor overlast zorgt. Dit kan worden voorkomen door het water in de wijk te bufferen. Ook op de binnenterreinen van de bouwblokken valt veel water, dat slecht afgevoerd kan worden door de verharding en de lagere ligging ten opzichte van de openbare ruimte. Daarnaast kampen de verharde binnengebieden met hittestress. Door de kleine afmetingen van de particuliere buitenruimtes en het gebruik als berging of terras is er te weinig ruimte voor verkoelend groen.



Van het dak tot diep onder de grond

NIEUW ASSENDORP

LUZ ARCHITECTEN: Heleen Bothof

ACACIA WATER: Arjen Oord (geohydroloog), Olivier Hoes (hydroloog en onderzoeker CiTG -TU Delft)

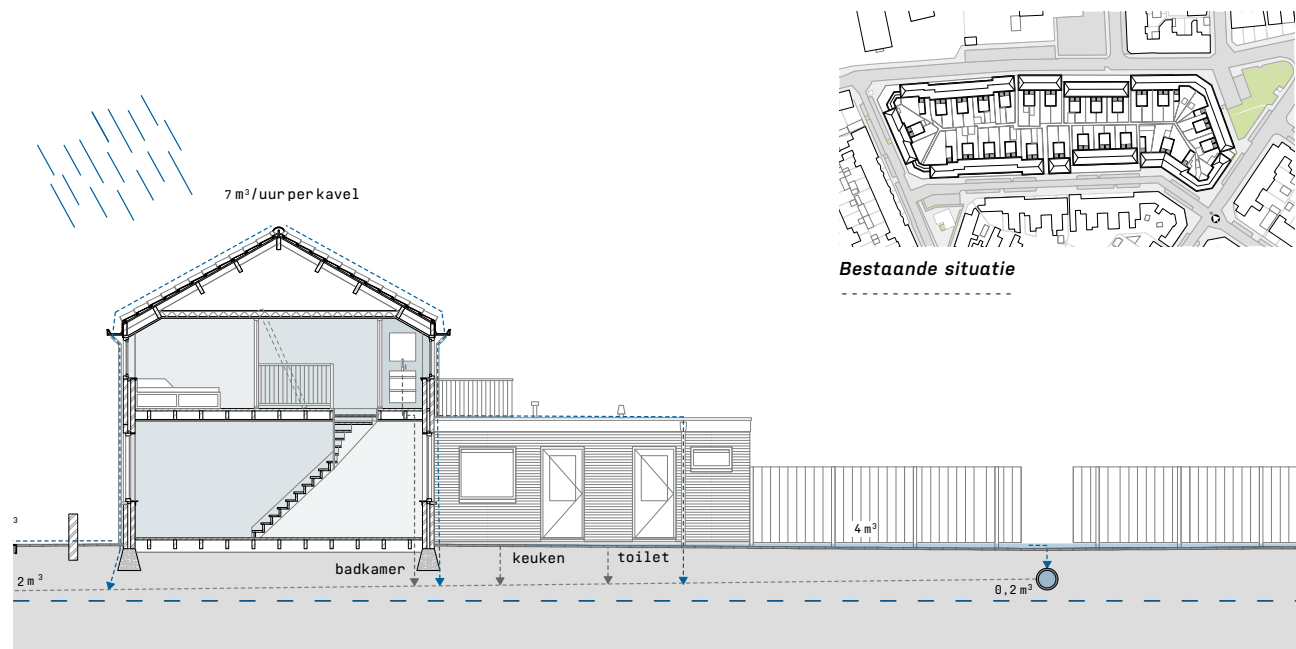
ESMERALDA VAN TUINEN: zelfstandig adviseur volkshuisvesting

ADVISEURS: Michiel Brouwer (zelfstandig adviseur stedenbouw en klimaatadaptatie), Remco Looman (docent/onderzoeker duurzaam binnenklimaat)

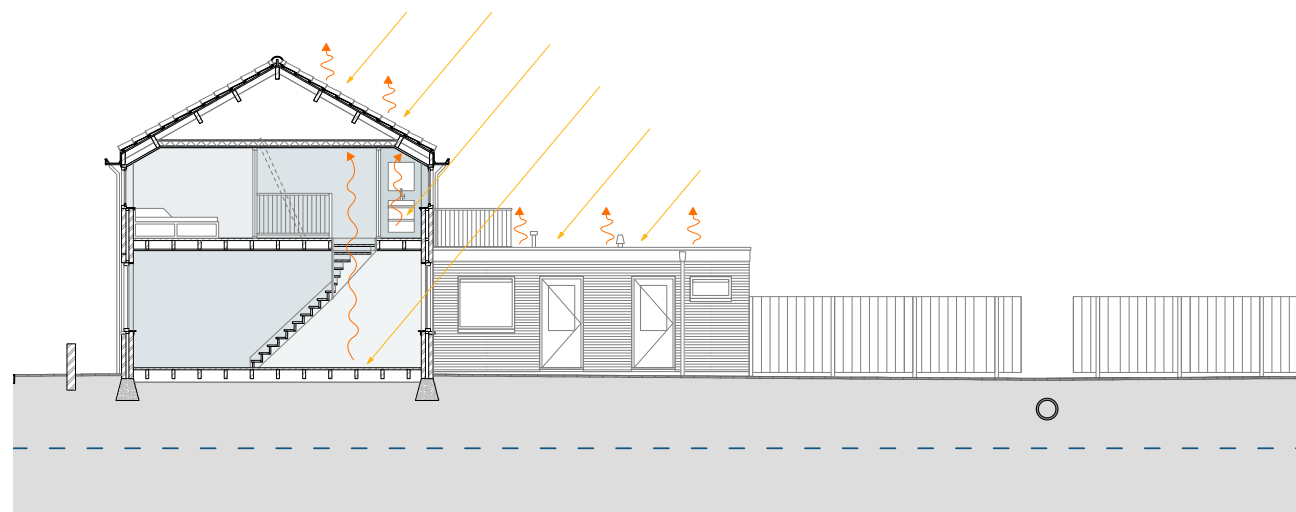
EEN CIRCULAIR WATERSYSTEEM VOOR ASSENDORP

In Zwolle leent de bodem zich goed voor diepte-infiltratie. Een infiltratieput is dan ook een belangrijke schakel in de lokale waterkringloop die dit team heeft ontworpen voor een gesloten woonblok in Nieuw Assendorp. Door de regen in het hele blok op te vangen en vertraagd naar de put te leiden, verandert water van een lastig probleem in een voedend element voor verkoelend groen in de tuin en op het dak. Ondertussen houdt een bredere dakgoot de zon buiten en verdrijft zomernachtventilatie de hitte uit huis.

Impressie van woonblok met eigen waterkringloop in 2050



Huidige wateroverlast: Op een kavel van 22 x 4,9m valt bij een bui van 67mm/uur circa 7m³ water. Hiervan kan 2m³ worden geborgen in het gemengde rioleringsstelsel, 1m³ blijft staan in de straat en 4m³ blijft staan in de tuin.



Huidige hittestress: Door zoninstraling warmt de lucht in de woning op. De warmte stijgt op en blijft hangen tegen de geïsoleerde vlieringsvloer, waardoor het op de lage verdieping zeer warm wordt. De oppervlaktetemperatuur van het donkere bitumendak van de aanbouw loopt hoog op bij directe zonnestraling, waardoor ook de omgevingstemperatuur oploopt.

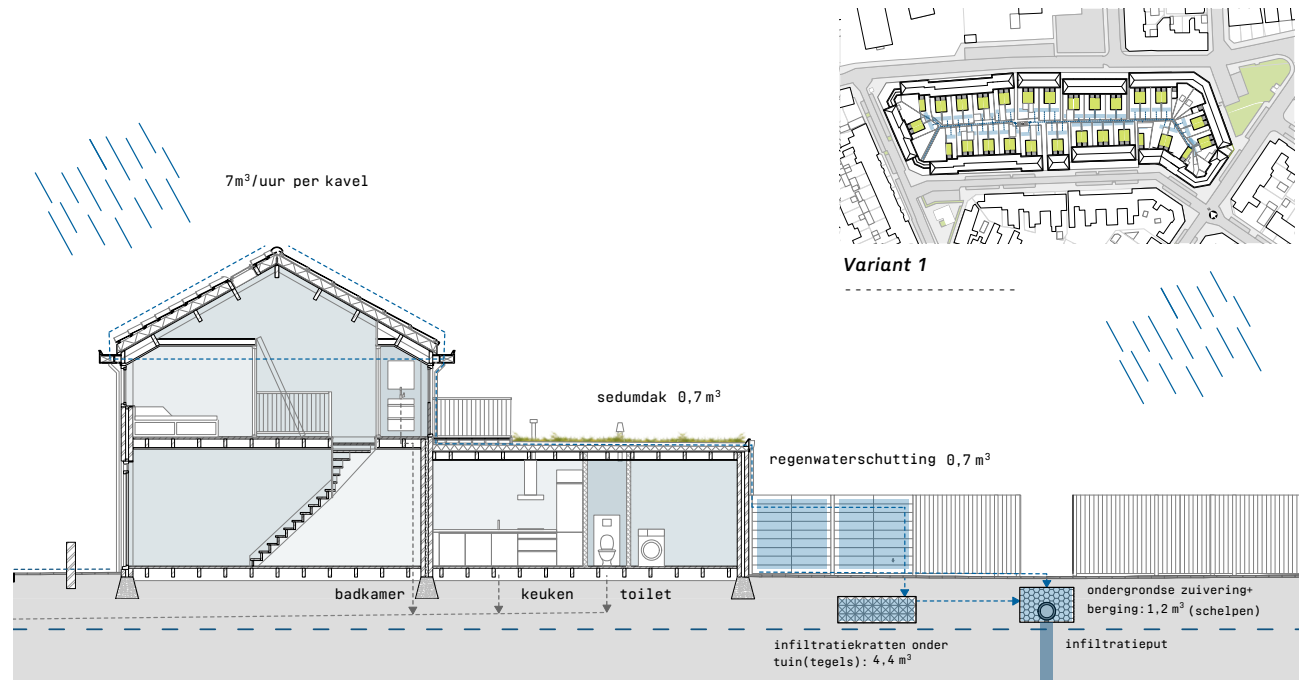


Bij een bui van 67 mm/uur ($T=100$) valt er 67.000 m³ water op het aangegeven gebied van circa 1 km² rondom het onderzochte blok. Het riool kan circa 20.000 m³ aan; circa 12.000 m³ kan in de bodem infiltreren. De resterende opgave wanneer men al het water wil bergen is dan 35.000 m³. De groenblauwe verbinding langs het spoor die de gemeente onderzoekt, is hiervoor niet voldoende.

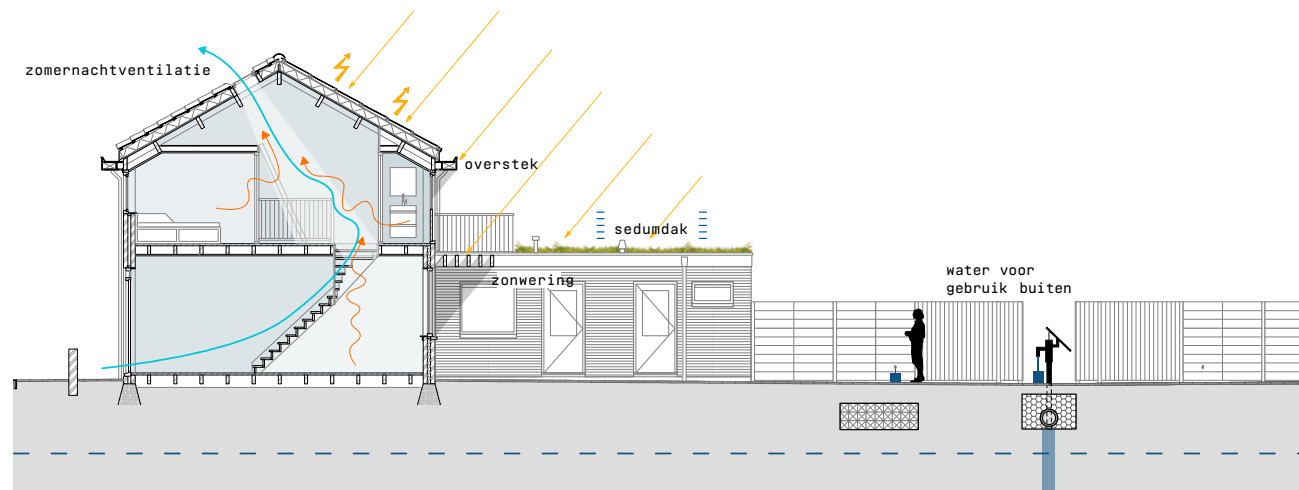
OPGESLOTEN WATER EN WARMTE De Zwolse wijk Assendorp ligt ingesloten tussen de Assendorperdijk en het spoor, waardoor het water niet weg kan en naar het laagstgelegen punt langs het spoor stroomt. Door het weinige groen kan regenwater nauwelijks infiltreren, en er is geen oppervlaktewater waar op geloosd kan worden. Al het water moet worden afgevoerd via het gemengde rioleringsstelsel, dat slechts een beperkte capaciteit heeft. De gemeente onderzoekt of bij de gebiedsontwikkeling van de Spoorzone een groenblauwe verbinding langs het spoor gerealiseerd kan worden. Ook hierin kan echter maar een deel van een piekbui worden geborgen.

De binnenterreinen van de gesloten bouwblokken in Assendorp liggen vaak lager dan de straten, waardoor regenwater blijft staan. Door de relatief kleine maat van straten en binnenterreinen is er weinig ruimte voor groen. In combinatie met het stenige karakter zorgt dat ervoor dat het gebied sterk opwarmt in de zomer. Dit onderzoek richt zich op een jaren 30-complex aan de Molenweg en Goudsbloemstraat van woningcorporatie SWZ, in Nieuw Assendorp. Voor de woningen staat al een renovatie gepland. Het is een gesloten blok, met veel verharde tuinen vol schuurtjes en schuttingen. De woningen hebben aanbouwen met een plat dak.

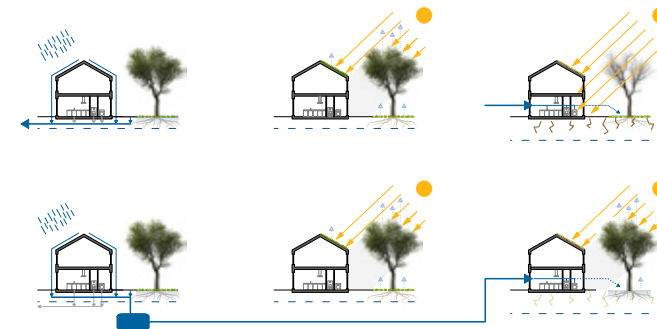
Het team ziet wateroverlast en hittestress niet als losstaande, maar als samenhangende opgaven. Het afvoeren van al het regenwater gedurende het jaar zorgt dat grondwater niet op een natuurlijke manier wordt aangevuld. Bij hitte is er onvoldoende water beschikbaar voor groen. Daardoor verdorren de planten en verdampen ze geen water meer, waardoor het nóg warmer wordt. In plaats van het water van een flinke bui zo snel mogelijk weg te werken naar de straat, stellen de ontwerpers voor om het op te vangen, op te slaan in watervoerende lagen in de ondergrond en beschikbaar te maken voor gebruik in droge periodes.



Waterberging variant 1: Regenwater wordt via de bredere goten van de voorkant van de woningen naar de achterkant gebracht en stroomt via het sedumdak een regenwaterschutting in. Het meeste regenwater wordt geborgen in infiltratiekratten onder de tuintegels en in de ondergrondse berging en zuivering onder het middenpad.



Verkoeling variant 1: Een overstek en zonwering voorkomen directe zoninstraling in de slaap- en badkamer. Omdat het dak geïsoleerd is, is de vloeringvloer niet meer nodig en kan warme lucht via een opening in de nok wegstromen. Sedum op het platte dak van de aanbouw verlaagt de hoge oppervlaktetemperatuur.

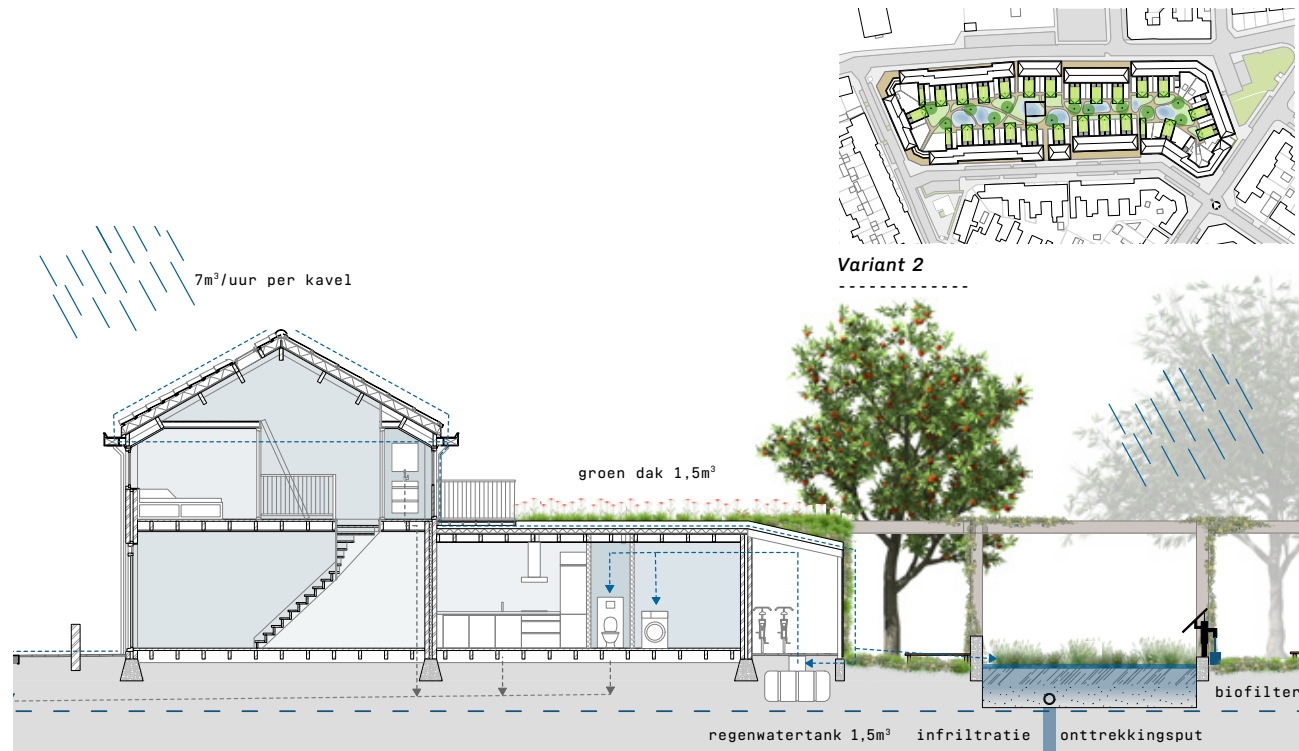


Wateroverlast en hittestress zijn geen losstaande, maar samenhangende opgaven. Door in natte periodes het regenwater niet af te voeren, maar vast te houden, is het in droge periodes beschikbaar voor groen.

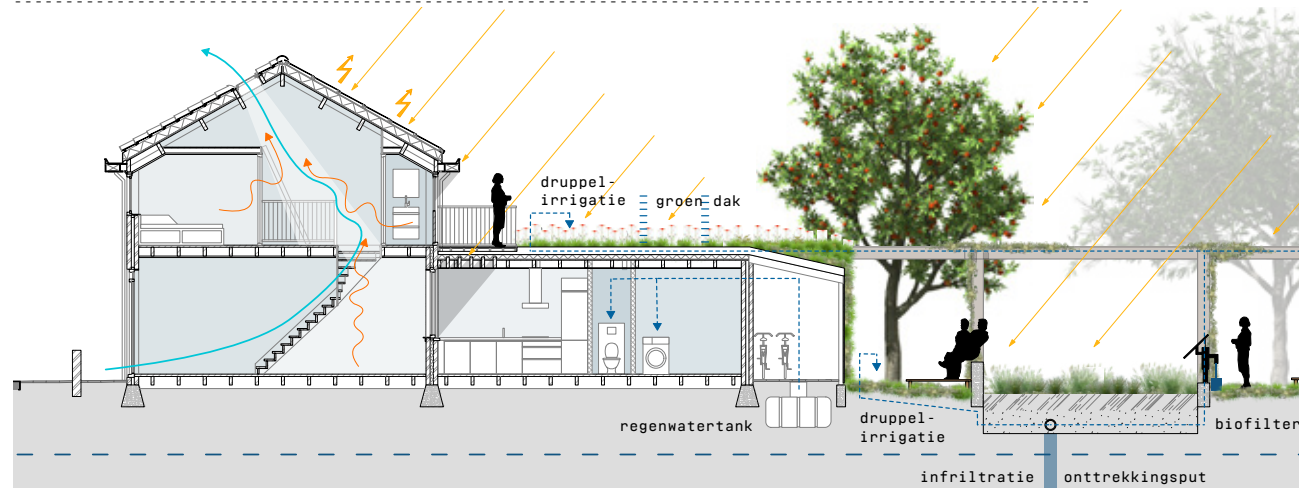
LOKALE WATERKRINGLOOP MET INFILTRATIEPUT Voor de oplossing van het water- en hitteprobleem dat hier speelt, is het team letterlijk de diepte ingegaan. De bodem in Zwolle is zeer geschikt voor diepe infiltratie. De bovenste laag bestaat uit fijn zand, wat minder geschikt is voor het opslaan van water; maar dieper dan 10 meter is op veel plekken grof, soms zelfs grindhoudend zand aanwezig waar water juist heel goed in kan worden opgeslagen. Regenwater wordt opgevangen, verzameld, tijdelijk vastgehouden en gefilterd, waarna het met een infiltratieput in die diepere bodemlaag wordt gebracht. In tijden van droogte kan het weer worden opgepompt. Hierdoor ontstaat een meer natuurlijke lokale waterkringloop, waarbij het water vastgehouden wordt waar het valt. Omdat het infiltreren langzamer gaat dan de regenval, is een tijdelijke berging nodig. Bij een bui van 67mm/uur ($T=100$) duurt het ongeveer achttien uur voor al het water dat op het bouwblok en binnenterrein valt, via één put geïnfiltreerd is. Die berging kan op verschillende manieren: er zijn in deze studie twee varianten uitgewerkt en doorgerekend. Hierbij is ook gekeken of en hoe de woningcorporatie dit zou kunnen realiseren.

VARIANT 1: ZONWERING EN ZOMERNACHTVENTILATIE In de eerste en lichtste variant wordt de huidige inrichting van privé-tuinen en schuttingen gehandhaafd. Op het gebied van hittestress valt er met eenvoudige bouwkundige maatregelen al veel te verbeteren. Bij de geplande renovatie worden daken en gevels geïsoleerd en goten vervangen. Een bredere dakgoot werkt als overstek en voorkomt directe zoninstraling in de slaap- en badkamer. In het dak kan een klein te openen raam aangebracht worden, waardoor een luchtstroom van koelere avondlucht de warmte van de dag kan verdrijven. De zomernachtventilatie en zonwering kunnen door de corporatie gefinancierd worden middels een beperkte huurverhoging. Hiermee moet wel 70 procent van de huurders instemmen, maar aangezien huurders zelf aangeven last te hebben van hitte, is het te verwachten dat ze bereid zijn hiervoor te betalen.

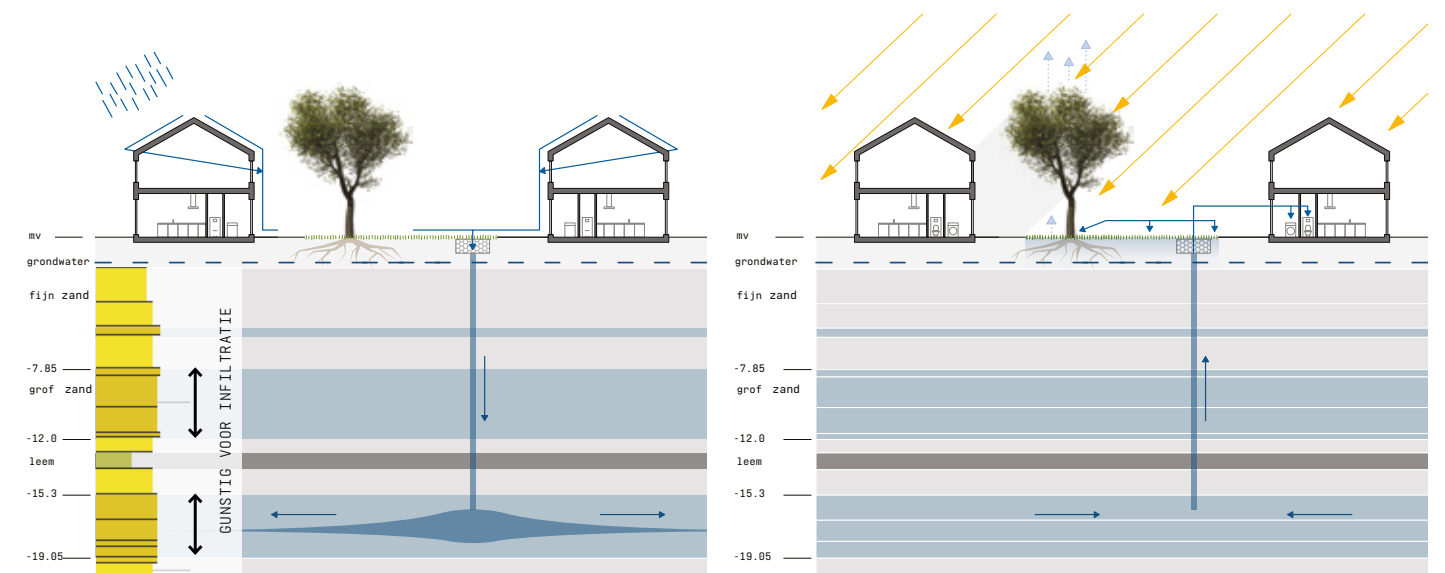
REGENWATERSCHUTTING, INFILTRATIEKRATTEN EN SCHELLENBUFFER Regenwater wordt in dit scenario via de bredere goten van de voorkant van de woningen naar de achterkant gebracht en stroomt via het sedumdak op de aanbouw in een regenwaterschutting. Omdat beide slechts een beperkte bergingscapaciteit hebben, is er dan per tuin ook nog circa 6m² aan infiltratiekratten nodig om het water tijdelijk op te slaan voordat het gefilterd en geïnfiltreerd kan worden. Onder het middenpad is een ondergrondse zuivering van schelpen en mineralen opgenomen, waar ook water in geborgen wordt. De aanleg van de schelpenbuffer en de infiltratieput is voor een corporatie niet te financieren. Omdat de baten van een dergelijke voorziening deels bij de gemeente liggen (minder regenwater in de riolering), zou financiering en onderhoud mogelijk uit gemeentelijk (riolerings-)budget kunnen komen. Maatregelen in de eigen tuin, zoals het plaatsen van regenwaterschuttingen en infiltratiekratten vallen onder de verantwoordelijkheid van bewoners. Deze zijn echter duur en ingrijpend en niet haalbaar voor bewoners van een sociale huurwoning.



Waterberging variant 2: Regenwater loopt vanaf het dak, via de aanbouw, naar de regenwatertank. Is die vol, dan stroomt het door naar de regentuin en het biofilter, waarna het geïnfiltreerd kan worden in de diepere ondergrond.



Verkoeling variant 2: In hete en droge perioden kan het water opgepompt worden tot het niveau van het groene dak en stroomt het via dezelfde route af. Deze 'waterfabriek' voorziet de verkoelende vegetatie het hele jaar door van voldoende water.



Schema van een infiltratieput

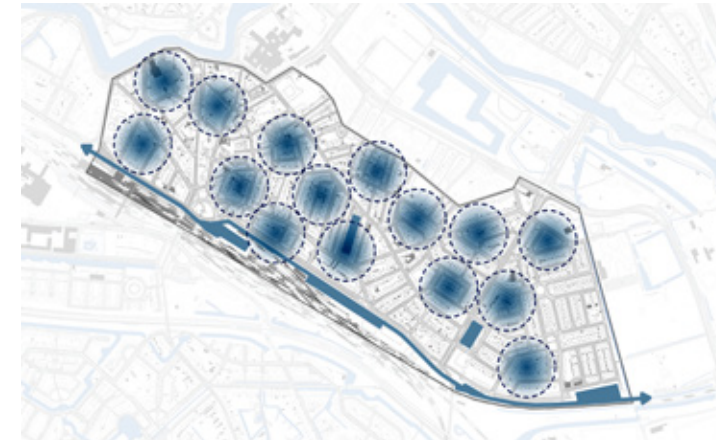
VARIANT 2: ZELFVOORZIENENDE WATERFABRIEK Variant twee kost mogelijk meer overtuigingskracht om voor elkaar te krijgen, maar levert ook meer op. Door de privétuinen kleiner te maken, kan een collectieve regentuin voor waterberging aangelegd worden met een bovengronds biofilter. In ruil daarvoor krijgen huurders een aanbouw met extra bergruimte aan hun woning, met daaronder een regenwatertank voor huishoudelijk gebruik. Vanaf het dak 'cascadeert' het regenwater naar een intensief groen dak op de aanbouw. Daarna vult het de regenwatertank. Als deze vol is, stroomt het via de regentuin, waar het tijdelijk geborgen kan worden, naar het biofilter. Vervolgens wordt het geïnfiltreerd in de diepere ondergrond. In droge perioden kan het water opgepompt worden tot het niveau van het groene dak en stroomt het via dezelfde route af. Deze 'waterfabriek' voorziet alle vegetatie het hele jaar door van voldoende water, en garandeert daarmee de verkoelende werking.

LEEFBAARHEIDSBUDGET Door de collectieve tuin kan een veel prettiger microklimaat gerealiseerd worden. Het verkleinen van de privétuinen zorgt voor een aftrek van 4 punten volgens het Woningwaarderingssysteem (WWS) dat corporaties hanteren, maar kan gecompenseerd worden door de extra berging, die 3 WWS-punten oplevert. Voor het vergroenen van het binnenterrein kan de woningcorporatie gebruikmaken van haar leefbaarheidsbudget. De corporatie is echter gebonden aan een maximumbedrag per woning, wat in dit geval niet voldoende is. In de prestatieafspraken die de corporatie jaarlijks met de gemeente afsluit, kunnen nieuwe afspraken worden vastgelegd over een hoger leefbaarheidsbudget per woning.

OPSCHALEN NAAR WIJKNIVEAU De ontwikkelde oplossingen voor dit blok in Nieuw Assendorp kunnen in de hele wijk worden toegepast. In Assendorp kunnen circa vijftien infiltratieputten worden gemaakt in vergelijkbare bouwblokken, die gezamenlijk circa 7.000m³ water zouden kunnen bergen. De infiltratieput kan meer water aan dan er in het bouwblok valt. Het is dan ook interessant om te onderzoeken of één infiltratieput het regenwater van meerdere bouwblokken kan infiltreren. Ook een grootschaliger waterberging met infiltratieput in of onder het Azaleapark is het onderzoeken waard; hiermee wordt de investering in het aanleggen van een infiltratieput en filter rendabeler.



De bestaande versteende situatie / Onder: de nieuwe situatie met zonwering, ventilatie, groen dak en groene tuin



Ter plaatse van de infiltratieput stijgt de grondwaterstand tijdelijk tijdens het infiltreren, zodat tussen twee putten een onderlinge afstand van circa 100 meter aangehouden moet worden. Met deze uitgangspunten zijn in Assendorp circa vijftien infiltratieputten te maken in vergelijkbare bouwblokken. Bij het onderzochte bouwblok is uitgegaan van het opvangen en infiltreren van 450m³ water (67mm/uur). Wanneer andere putten in bouwblokken met globaal dezelfde omvang zouden worden gerealiseerd, betekent dit dat er bij deze bui circa 7.000m³ minder water in de openbare ruimte geborgen hoeft te worden.

SAMENWERKEN AAN EEN NATUURLIJKE WATERBALANS De ontwerpstudie voor Assendorp levert verschillende inzichten op die voor vergelijkbare locaties relevant kunnen zijn. Het 'laaghangend fruit' waar veel partijen naar op zoek zijn, betreft vooral maatregelen om hittestress tegen te gaan. Voorkomen van zoninstraling in de woning door een overstek of buitenzonwering en het mogelijk maken van zomernachtventilatie zijn relatief eenvoudige bouwkundige maatregelen, die meegenomen kunnen worden bij een renovatie.

Het opvangen van alle regen die tijdens een piekbui valt op eigen terrein, blijkt voor een dergelijk bouwblok nog niet zo eenvoudig. Bij een (traditionele) indeling met privétuinen vraagt dit om kostbare technische maatregelen. In een collectieve tuin zijn natuurlijker oplossingen mogelijk, die minder kostbaar zijn. Daarnaast is het in een collectieve tuin mogelijk om bomen te planten die door schaduw en verdamping zorgen voor koeling op hete dagen en zo bijdragen aan een veel prettiger microklimaat. Infiltratie van regenwater in de diepe ondergrond (>10m) draagt niet zozeer bij aan het voorkomen van wateroverlast bij piekbuien, maar vooral aan een natuurlijker lokale waterbalans. De infiltratieput zorgt ervoor dat bij droogte het groen in het bouwblok van voldoende water kan worden voorzien om de koelende functie te behouden.

De ontworpen varianten gaan uit van het opvangen van al het water van een extreme bui, die maar eens in de honderd jaar voorkomt. Wanneer ontworpen wordt op lichtere buien die vaker voorkomen, wordt het ontwerp kleinschaliger. Dit kan de kosten sterk verlagen en de inpassingsmogelijkheden in bestaande situaties vergroten, terwijl de bijdrage aan een natuurlijker waterbalans maximaal blijft.

Woningcorporaties zijn gebonden aan allerlei wet- en regelgeving wat betreft investeringen die ze mogen doen. Voor een investering mag alleen huurverhoging worden gevraagd als dit een verbetering voor de huurder betreft. Ook aan leefbaarheidsuitgaven is de woningcorporatie aan een maximum gebonden. Voor grotere maatregelen als een infiltratieput of regenwatertanks hebben corporaties en huurders geen middelen. Gezien de baten van deze maatregelen met betrekking tot wateroverlast en watertekort is het interessant als corporaties met gemeenten en waterschappen om tafel gaan zitten om te kijken wie welke bijdrage kan leveren, zowel qua uitvoering als financiering. In de gemeente Zwolle is men hier inmiddels volop mee bezig.

Het complete boek
'Stad x klimaat - Het gebouw als watermachine'
is te bestellen op:

[www.bna.nl / shop](http://www.bna.nl/shop)