

Praktijkgericht Onderzoek

Ted Veldkamp

09 oktober 2024

CREATING TOMORROW



VAN PROEFTUIN NAAR PRAKTIJK



Doel

Beheer

Schaalbaarheid

Stedelijke inpassing

Gedrag

Technische karakteristieken

Systeem karakteristieken

Financierbaarheid

Beleid

Monitoring

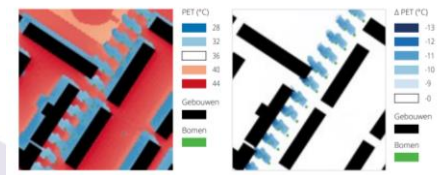
Koppelkansen

Kosteneffectiviteit

Circulariteit/Duurzaamheid

Techniek ↔ Ontwerp ↔ Markt ↔ Maatschappij ↔ Beleid

PRAKTIJKGERICHT ONDERZOEK



Afstand tot koelte:

- Afstand van woning tot koele plek < 300 m
- Oppervlakte > 200m² (ingerichte als aantrekkelijke verblijfsplek)



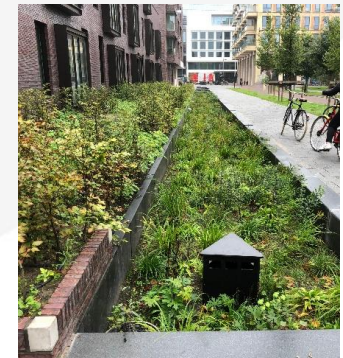
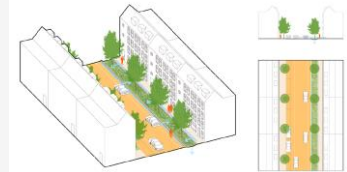
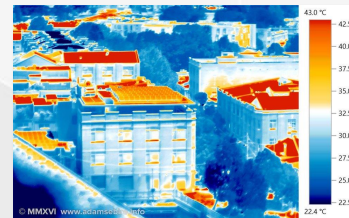
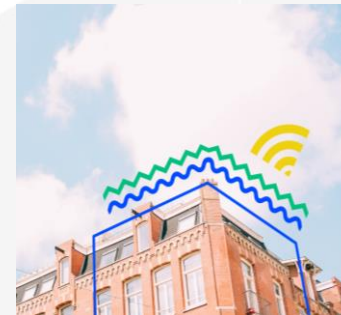
% schaduw op loopgebied

- > 40% op belangrijke looproutes
- > 30% per buurt



% groen per wijk

- Van voldoende tot onvoldoende



Infiltrerende stad & Waterbergende Weg

Hittebestendige Stad

Resilio

Klimaat effectief Groen

INFILTRERENDE STAD EN WATERBERGENDE WEG

Hoe kunnen we waterbergende wegen optimaliseren en opschalen om steden klimaatadaptief in te richten?

INFILTRERENDE STAD

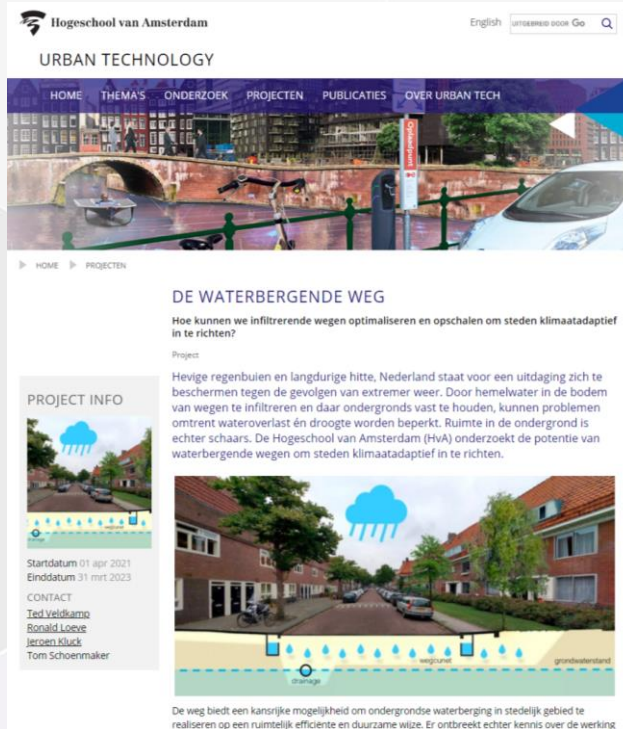
Voorkomen van wateroverlast in de stad door gebruik van waterdoorlatende bestrating

Project

Volgens het KNMI moeten we in Nederland in de toekomst rekening houden met hogere temperaturen, een sneller stijgende zeespiegel, nattere winters, heftigere buien en kans op drogere zomers. Tegelijkertijd is een steeds groter gedeelte van steden verhard, en is wateroverlast een groeiend probleem in de stedelijke omgeving. Door gebruik van 'infiltrerende' (waterdoorlatende) bestrating kan wateroverlast effectief bestreden worden. Het project Infiltrerende Stad brengt de werking van waterdoorlatende bestrating en van traditionele bestrating in kaart en vergelijkt ze met elkaar. Daarnaast onderzoekt de projectgroep wat voor onderhoud de nieuwe verhardingen nodig hebben, en ontwikkelen ze richtlijnen voor aanleg en onderhoud.



Fotograaf: Chris Goldberg



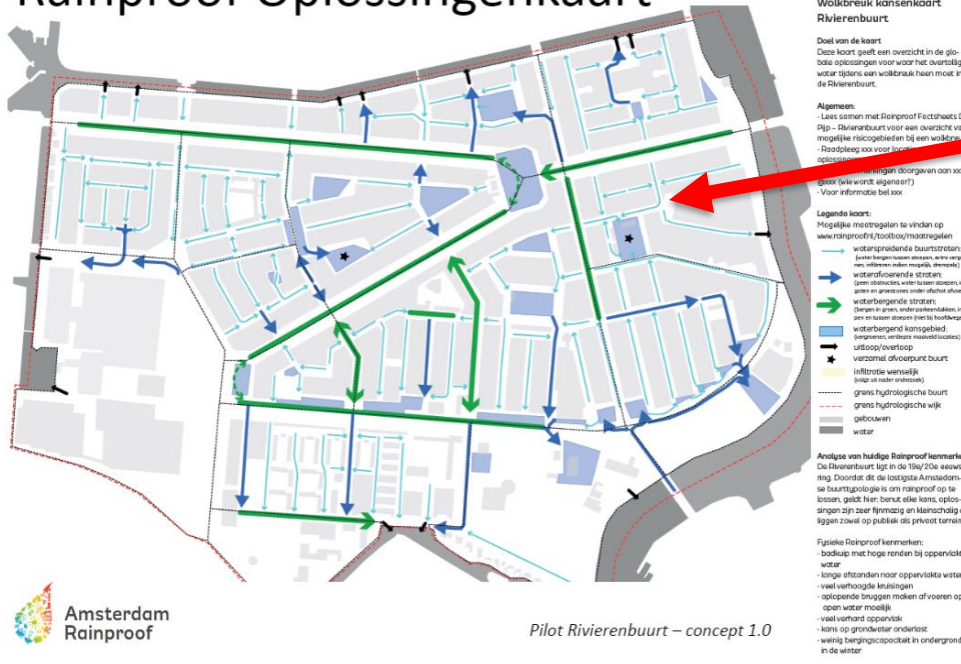
The screenshot shows the website for the 'URBAN TECHNOLOGY' project. At the top, there is a navigation menu with 'HOME', 'THEMA'S', 'ONDERZOEK', 'PROJECTEN', 'PUBLICATIES', and 'OVER URBAN TECH'. Below the menu is a large image of a city street with a canal and a bridge. The main heading is 'DE WATERBERGENDE WEG'. Below this is a sub-heading: 'Hoe kunnen we infiltrerende wegen optimaliseren en opschalen om steden klimaatadaptief in te richten?'. There is a 'Project' section with a description: 'Hevige regenbuien en langdurige hitte, Nederland staat voor een uitdaging zich te beschermen tegen de gevolgen van extremer weer. Door hemelwater in de bodem van wegen te infiltreren en daar ondergronds vast te houden, kunnen problemen omtrent wateroverlast én droogte worden beperkt. Ruimte in de ondergrond is echter schaars. De Hogeschool van Amsterdam (HvA) onderzoekt de potentie van waterbergende wegen om steden klimaatadaptief in te richten.' Below the text is a diagram showing a cross-section of a street with a blue cloud icon above it, and a yellow layer labeled 'waterbergende' (water-bearing) and a green layer labeled 'grondwaterstand' (groundwater level). To the left of the diagram is a 'PROJECT INFO' section with a small image of a street and a blue cloud icon. Below the image are the dates: 'Startdatum 01 apr 2021' and 'Einddatum 31 mrt 2023'. Below the dates is a 'CONTACT' section with the names: 'Tea Veldhuijzen', 'Ronald Loeve', 'Jeroen Kluck', and 'Tom Schoenmaker'.

De weg biedt een kansrijke mogelijkheid om ondergrondse waterberging in stedelijk gebied te realiseren op een ruimtelijk efficiënte en duurzame wijze. Er ontbreekt echter kennis over de werking

RIVIERENBUURT (AMSTERDAM)

Probleem: wateroverlast en droogte

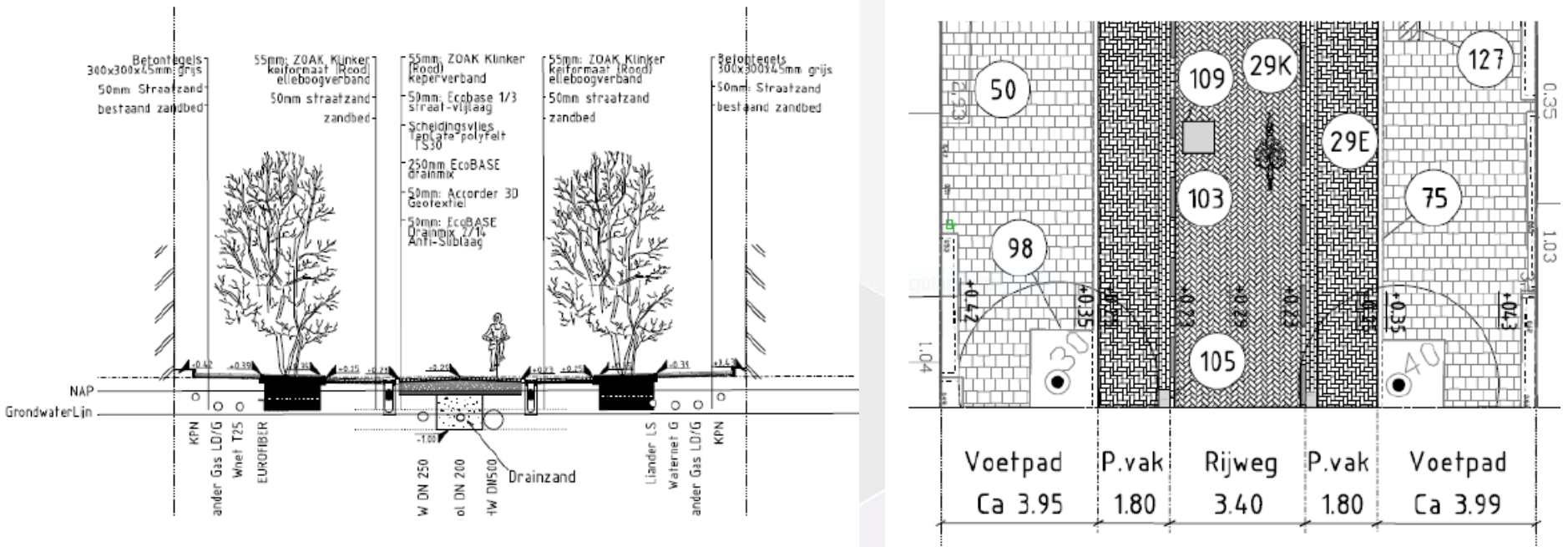
Rainproof Oplossingenkaart



Kromme Mijdrechtstraat

RIVIERENBUURT (AMSTERDAM)

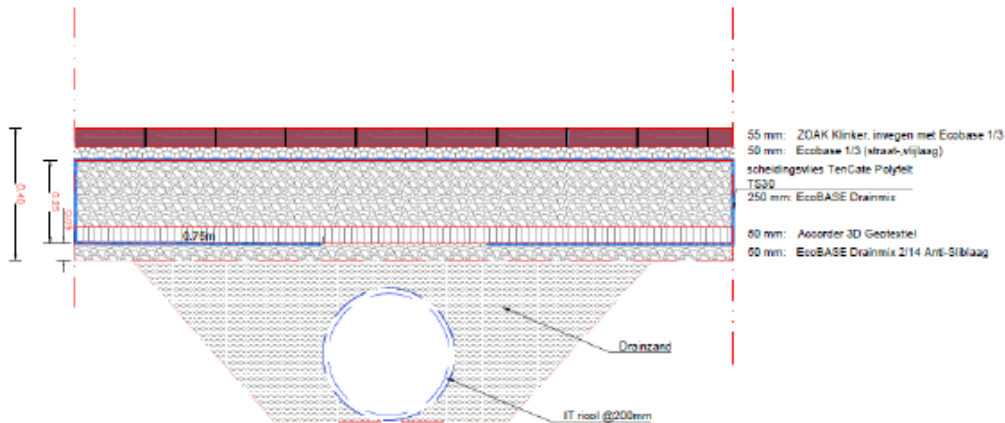
Oplossing: klimaatbestendige inrichting van de straat - waterbergende weg



Inrichting straatprofiel

RIVIERENBUURT (AMSTERDAM)

Oplossing: klimaatbestendige inrichting van de straat - waterbergende weg



Opbouw waterbergende weg



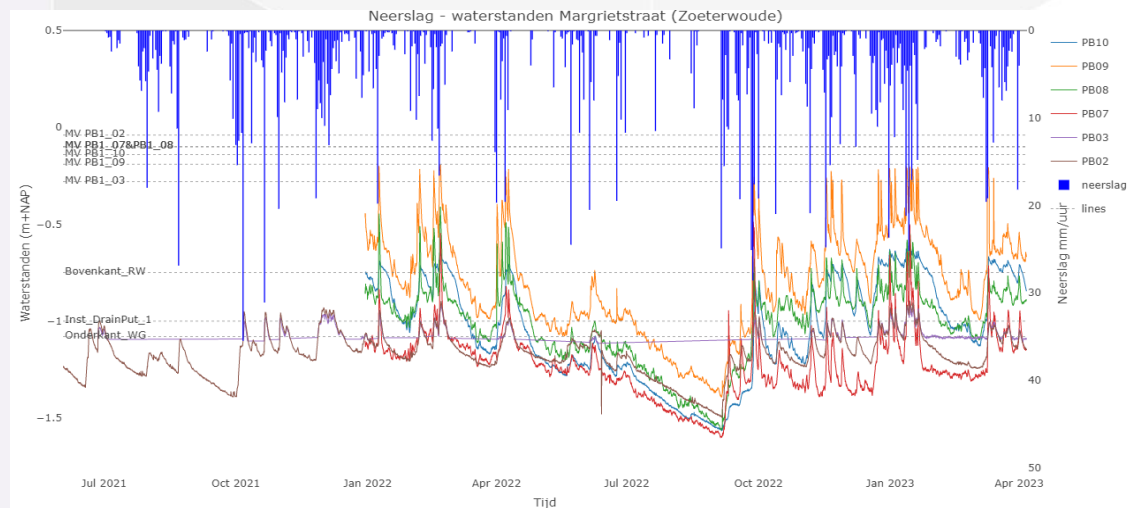
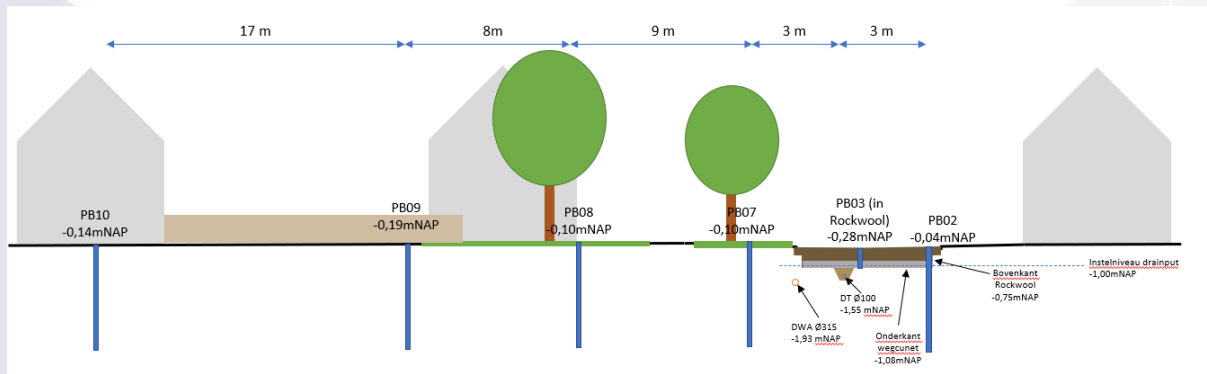
RIVIERENBUURT (AMSTERDAM)

Oplossing: klimaatbestendige inrichting van de straat - waterbergende weg



Meten en monitoren

MARGRIETSTRAAT (ZOETERWOUDE)



Figuur 7 Waterstandmetingen van de peilbuisraai in de Margrietstraat (y-as), neerslaggegevens per dag (2e y-as) en maaiveldhoogtes (MV) en hoogtes waterbergende weg pakket.

CONCLUSIES

- Technische innovaties waterbergende wegen werken: ook in de praktijk
- Meten en monitoren cruciaal: proeftuin – living-lab - praktijk
- De waterbergende weg is kosteneffectief: baten nog veelal onderschat
- Van pilot naar standaard praktijk: governance-slag vereist
- Waterbergende weg is een systeem: functioneert zo goed als de zwakste schakel
- Stel doel waterbergende weg scherp: Sneller infiltreren \neq beter functioneren

HITTEBESTENDIGE STAD

Wanneer is een straat, wijk of stad hittebestendig?

DE HITTEBESTENDIGE STAD

Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte

Een van de gevolgen van de klimaatcrisis is dat we steeds meer hittegolven krijgen. In de afgelopen zomers zijn Nederlandse hittesteats records keer op keer gebroken. Steden worden steeds vaker onaangenaam heet. Dit heeft grote gevolgen voor de leefbaarheid van de stad. Daarom is het belangrijk dat bij de herinrichting van de buitenruimte in stedelijk gebied rekening wordt gehouden met het creëren van voldoende koele plekken, schaduw en groen. Deze publicatie geeft een koele kijk op dit onderwerp en handvatten om de stedelijke buitenruimte hittebestending in te richten.

Het eerste boek *De hittebestendige stad: Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte* is uitgereikt aan deltacommissaris Peter Glas. Die ook het belang van dit onderzoek voor de praktijk nog eens benadrukte:



Opgave

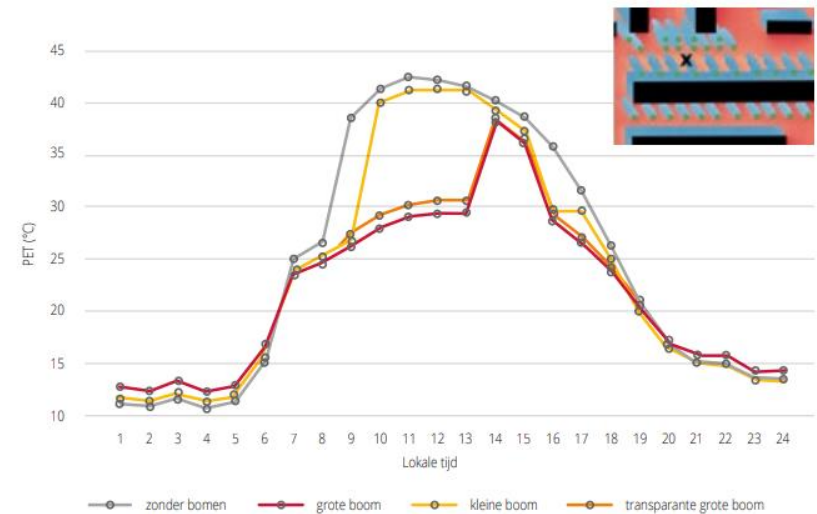
Maatregelen

Ontwerprichtlijnen



HITTEBESTENDIGE STAD

Thema	Gevolg van extreme hitte in de stad	Temperatuurvariabelen							Domein voor meest effectieve adaptatiemaatregelen
		Type			Vorm				
		Luchttemperatuur binnen	Luchttemperatuur buiten	Gevoelstemperatuur buiten	Dagwaarde	Nachtwaarde	Een enkele piekwaarde	Langere hete periode	
Gezondheid	slaapproblemen	X				X		X	gebouw
	gezondheidsproblemen	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	gezondheidszorg en hulpdiensten	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	ziekenhuisopnames	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	sterfte	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
Buitenruimte	schade aan natuur		X		X			X	ruimtelijke inrichting
	druk op buitenruimte		X	X	X		X		ruimtelijke inrichting
	sociale overlast		X	X	X	X	X		zorg en gedrag
	evenementen		X	X	X		X		zorg en gedrag
Leefbaarheid	comfort in de stad		X	X	X		X	X	ruimtelijke inrichting
	arbeidsproductiviteit buiten		X	X	X		X		zorg en gedrag
	comfort in gebouwen	X				X	X	X	gebouw
	arbeidsproductiviteit binnen	X				X		X	gebouw
	scholen en kinderopvang	X		X	X			X	zorg en gedrag
	detailhandel		X	X	X		X		ruimtelijke inrichting
Water	koelwater		X		X	X		X	anders
	waterkwaliteit		X		X	X		X	anders
	watervraag		X					X	anders
	drinkwaterkwaliteit		X		X			X	ruimtelijke inrichting
Netwerken	energieblack-out		X		X	X	X	X	anders
	energievraag	X	X		X	X	X	X	anders
	bestrating		X		X		X		ruimtelijke inrichting
	bruggen		X		X		X		anders
	rails		X		X		X		anders



Figuur 3.12 Dagelijks verloop van de gevoelstemperatuur op één plek (locatie x). De lijnen stellen verschillende boomhoogtes en kroondoorlatendheden voor.

HITTEBESTENDIGE STAD

Soort	Maatregel	Verkoelings-principe	Maatregel vooraf voor		Typisch schaal-niveau waarop maatregel effectief is		Verkoelende effecten gevonden in literatuur			Extra informatie
			Dag	Nacht	Stad	Lokaal	Luchttemperatuur [°C]		Gevoels-temperatuur [°C PET]	
							Stad	Lokaal		
Groen	Bomen/leibomen	verdamping, beschaduwing	X		X	X	0,2 - 2,7	0,7 - 2,7	3,4 - 19,0	Effect afhankelijk van boomtype en -grootte en het lokale klimaat. Referenties zie voetnoot ¹⁴
	Gras/Struiken	verdamping, reflectie	X	X	X	X	0,1 - 1,1	0,9 - 1,2	0,4 - 4,9	Effect van een gezond goed verdampend grasveld. Gras heeft ook effect op oppervlakte-temperatuur (tot 20°C kouder dan beton). Referenties zie voetnoot ¹⁴
	Grasbeton-tegels	verdamping	X	X		X	--	--	--	
	Groene gevels	verdamping	X	X		X	0 - 1,9	0,2 - 1,5	??	Hoe smaller de straat, hoe groter het effect op de luchttemperatuur. Groter effect voor gevels met meer zonnestraling. Referenties zie voetnoot ¹⁵
	Groene daken (extensief)	verdamping		X	X		0 - 1,8	0 - 0,8	--	Een met sedum bedekt groen dak geeft weinig verkoeling 's nachts (vergeleken met een wit dak). Effect op stadsniveau is als 100% van alle daken in de stad groen zijn. Referenties zie voetnoot ¹⁶
	Groene daken (intensief)	verdamping	X	X	X		0 - 1,7	1,0 - 1,6	--	Effect op stadsniveau is als 100% van alle daken in de stad groen zijn. Referenties zie voetnoot ¹⁷
	Park/groene wippen/vingers in de stad	verdamping, beschaduwing	X	X	X		??	1,1 - 2,0	1,9 - 4,2	Effect afhankelijk van vegetatietype (boom versus gras), boomgrootte, -grootte van het park en het lokale klimaat. Effect op PET gemeten in schaduw is groter dan hier genoemd. Referenties zie voetnoot ¹⁸

Afstand tot koele:

- Afstand van woning tot koele plek < 300 m
- Oppervlak > 200m² (ingericht als aantrekkelijke verblijfsplek)



% schaduw op loopgebied

- > 40% op belangrijke looproutes
- > 30% per buurt



% groen per wijk

- Van voldoende tot onvoldoende



CONCLUSIES

Opgave:

- de frequentie van hete perioden zoals hittegolven, zomerse dagen en tropische nachten, nu en in de toekomst;
- de grootte van het stedelijk hitte-eilandeffect in het gebied, dat inhoudt dat de temperatuur vooral tijdens de avond en nacht enkele graden hoger kan zijn;
- de niet-acceptabele gevolgen van hitte in de stad, weergegeven op de mindmap, die kunnen worden tegengegaan met aanpassingen in de buitenruimte

Maatregelen:

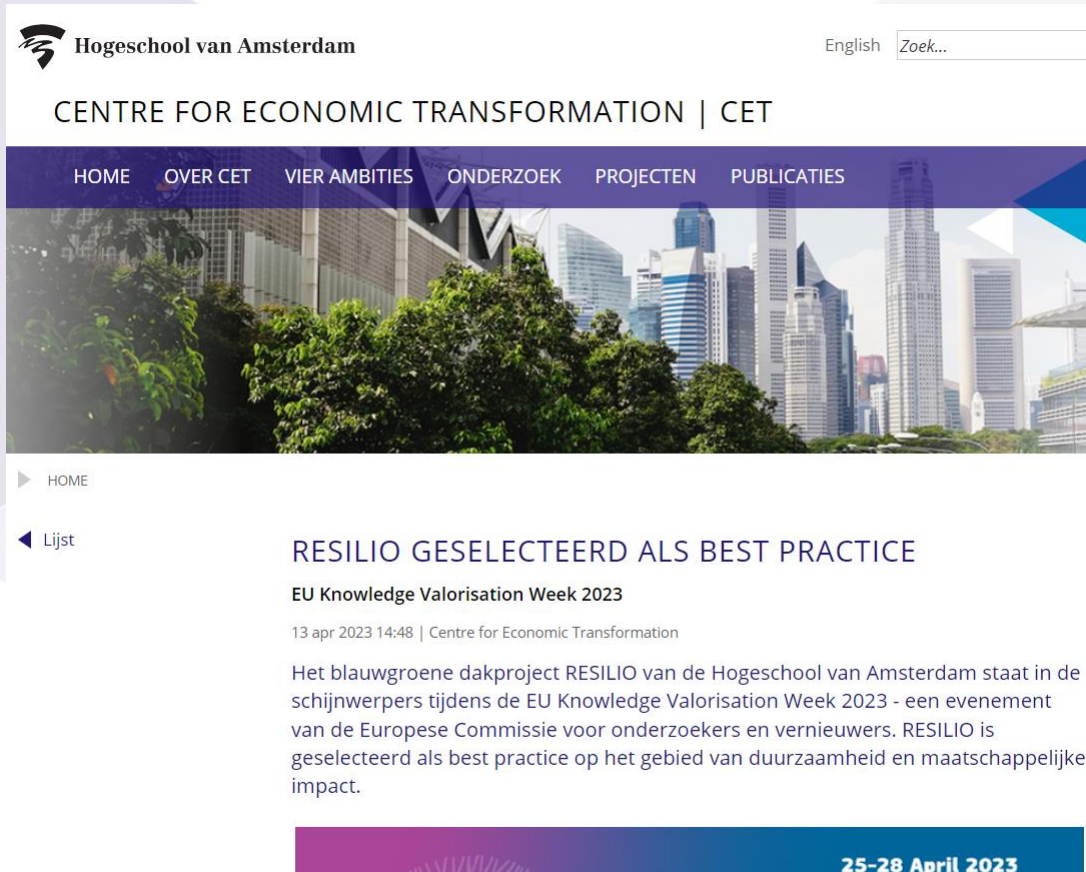
- maatregelen om de gemiddelde luchttemperatuur op stadsschaal te verlagen
 - maatregelen om de gevoelstemperatuur te verlagen voor een aangenaam leefklimaat overdag op lokaal niveau
- Verdamping en schaduw

Handreiking:

3, 30, 300 regel

RESILIO

Wat is het thermisch effect van blauw-groene daken?



The screenshot shows the website of the Centre for Economic Transformation (CET) at Hogeschool van Amsterdam. The page features a navigation menu with links for HOME, OVER CET, VIER AMBITIES, ONDERZOEK, PROJECTEN, and PUBLICATIES. A large image of a modern city skyline with greenery in the foreground is displayed. Below the image, there is a breadcrumb trail: HOME > Lijst. The main content area features a headline: RESILIO GESELECTEERD ALS BEST PRACTICE, followed by the sub-headline: EU Knowledge Valorisation Week 2023. The article text states: Het blauwgroene dakproject RESILIO van de Hogeschool van Amsterdam staat in de schijnwerpers tijdens de EU Knowledge Valorisation Week 2023 - een evenement van de Europese Commissie voor onderzoekers en vernieuwers. RESILIO is geselecteerd als best practice op het gebied van duurzaamheid en maatschappelijke impact. At the bottom of the article, there is a date banner: 25-28 April 2023.

Hogeschool van Amsterdam English Zoek...

CENTRE FOR ECONOMIC TRANSFORMATION | CET

HOME OVER CET VIER AMBITIES ONDERZOEK PROJECTEN PUBLICATIES

HOME

Lijst

RESILIO GESELECTEERD ALS BEST PRACTICE

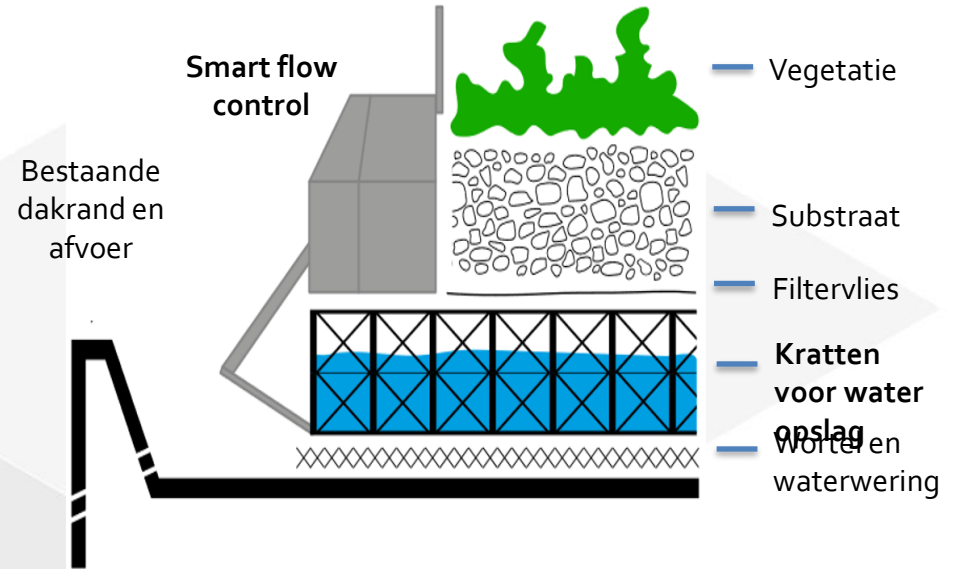
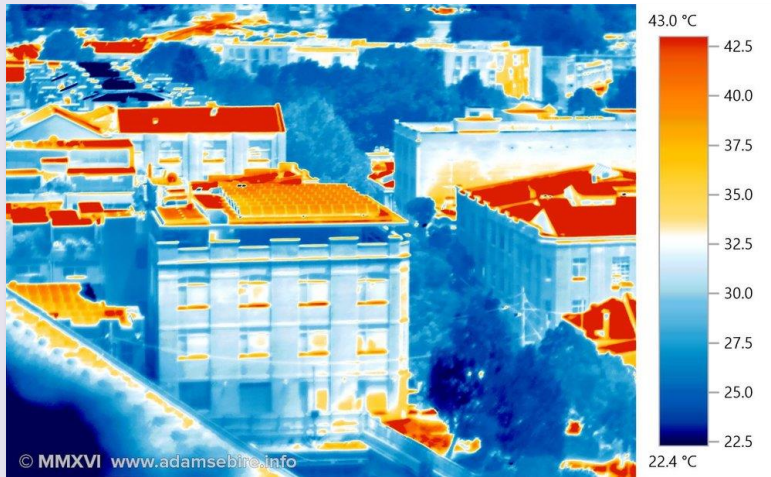
EU Knowledge Valorisation Week 2023

13 apr 2023 14:48 | Centre for Economic Transformation

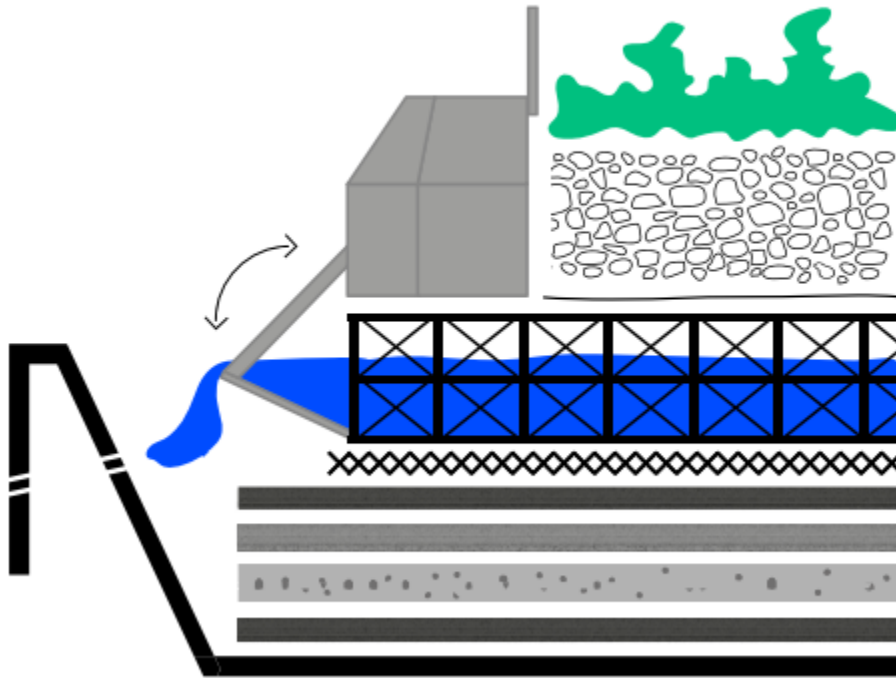
Het blauwgroene dakproject RESILIO van de Hogeschool van Amsterdam staat in de schijnwerpers tijdens de EU Knowledge Valorisation Week 2023 - een evenement van de Europese Commissie voor onderzoekers en vernieuwers. RESILIO is geselecteerd als best practice op het gebied van duurzaamheid en maatschappelijke impact.

25-28 April 2023

RESILIO



RESILIO



Boven het dak - lucht



In het substraat onder de beplanting (blauw-groene daken) of in het grind



Water (blauw-groene daken) of dakoppervlak (grind/bitumen)



Binnen in het gebouw – plafond en lucht

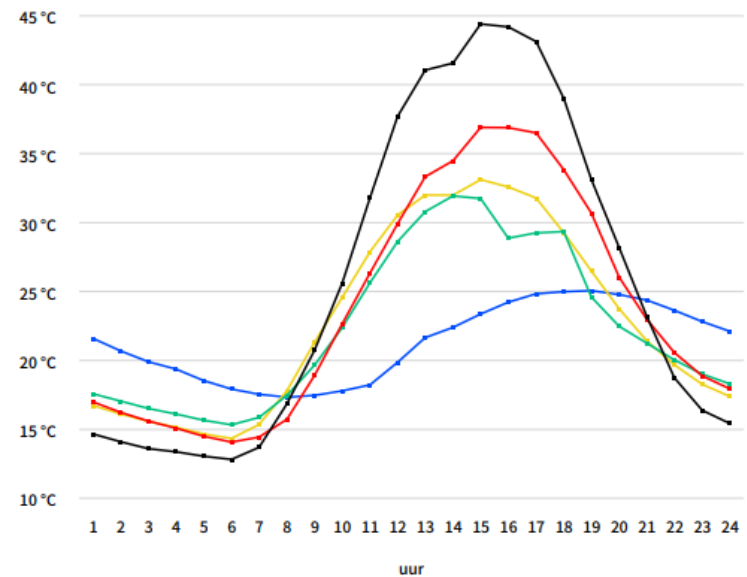
CONCLUSIES

De **waterlaag** functioneert als een **temperatuur buffer** en heft positieve invloed op temperatuurreductie van blauw-groene daken in zowel zomer en winter

Binnentemperatuur laat zien dat er kleine maar systematische invloed is onder blauw groene daken. Het effect is groter voor slecht geïsoleerde huizen en gedurende extremer weer

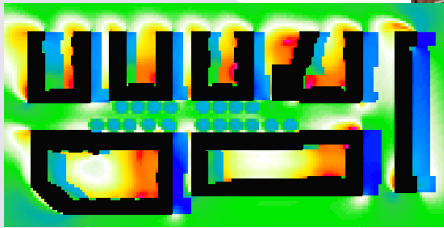
Isolatie waarden worden **verbeterd** maar meer onderzoek is nodig om het effect in getallen uit te drukken

Blauw-groene, groene en referentiedaken tijdens warme perioden



KLIMAATEFFECTIEF GROEN

Wat is het effect van boomeigenschappen op het verminderen van hitte-stress?



Simulaties & ontwerpessies



Sjablonen per wijktype: effectiviteit groen in context



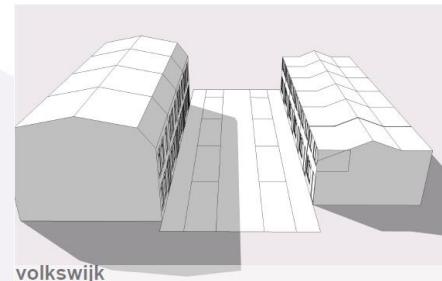
stedelijk bouwblok



verbindingsweg



bloemkoolwijk



volkswijk

KLIMAATEFFECTIEF GROEN

- ▶ Hoe koelen bomen?
- ▶ WUR → veel individuele bomen gemeten: **37 soorten en cultivars** (nog in analyserende fase)
- ▶ Er is grote variatie tussen metingen:
 - ▶ Invloed **standplaats** (boomvitaliteit)
 - ▶ Invloed **boomeigenschappen**
 - ▶ Invloed **microklimaat**
 - ▶ Invloed (lokale) **weersomstandigheden**



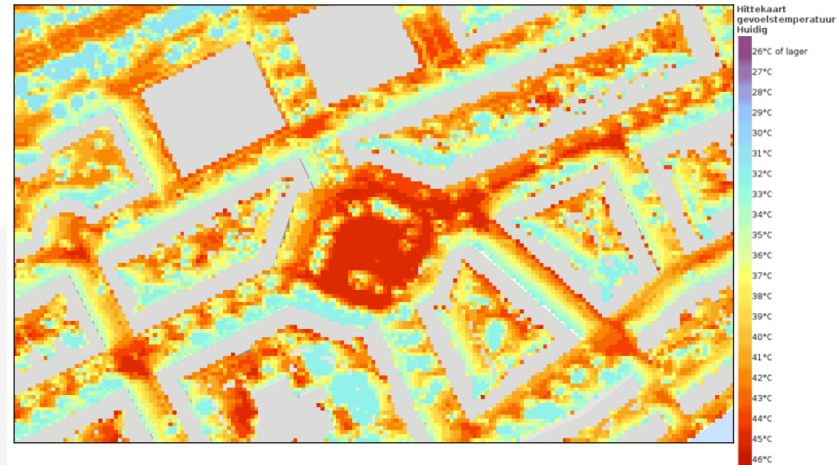
Metingen

Hiemstra, J. A. (2018). Groen in de stad: soortentabel. WUR

Soortentabel: variatie in effectiviteit individuele bomen

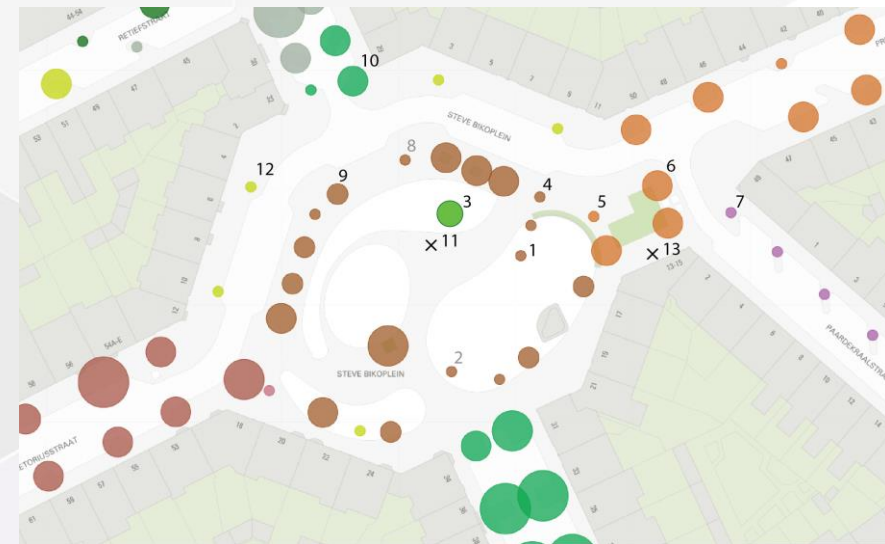
MEETLOCATIE: STEVE BIKOPLEIN

- ▶ Stedelijk bouwblok met **hoge mate van hittestress**
 - ▶ Representatief om bomen te kunnen meten
- ▶ **Geen schaduwwerking** van omliggende gebouwen
- ▶ Veel verschillende boomtypes in hetzelfde microklimaat
→ **maakt vergelijken mogelijk**



10 bomen gemeten (6 soorten)

Drie dagen, elke dag ~4 uur
gemeten per boom = **12 uur**
per boom



Soort	punt	Staat boom	Kruin dichtheid (%)	Kroon diameter (m)	Hoogte (m)
P. Kastanje	1	gezond	dicht (80-100%)	7.00	6.90
Acacia	3	zwak	zeer open (0-30 %)	5.00	8.20
P. Kastanje	4	gezond	dicht (80-100%)	3.50	5.20
Haagbeuk	5	zwak	dicht (80-100%)	4.00	7.80
Haagbeuk	6	gezond	dicht (80-100%)	6.00	11.00
Haagbeuk	6	gezond	dicht (80-100%)	6.00	11.00
Sierkers	7	zwak	open (20-40%)	3.50	5.00
P. Kastanje	9	gezond	dicht (80-100%)	7.00	9.80
Linde	10	zwak	half-open (40-60%)	8.00	9.60
Referentie	11	-	-	-	-
Hazelaar	12	gezond	normaal (60-80%)	6.00	8.80
Referentie	13	-	-	-	-

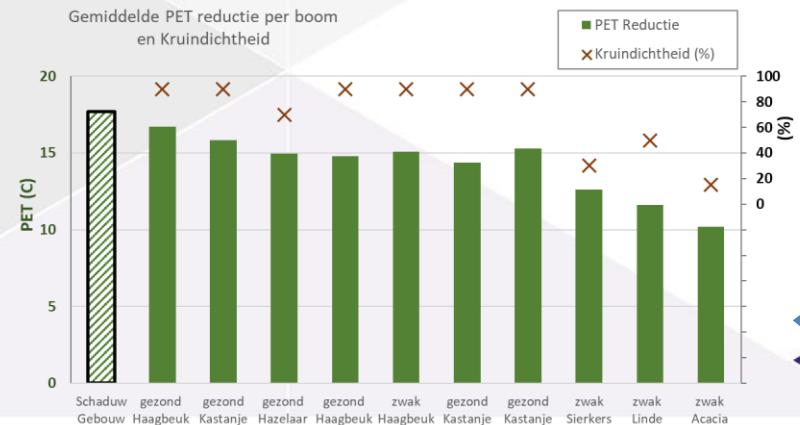
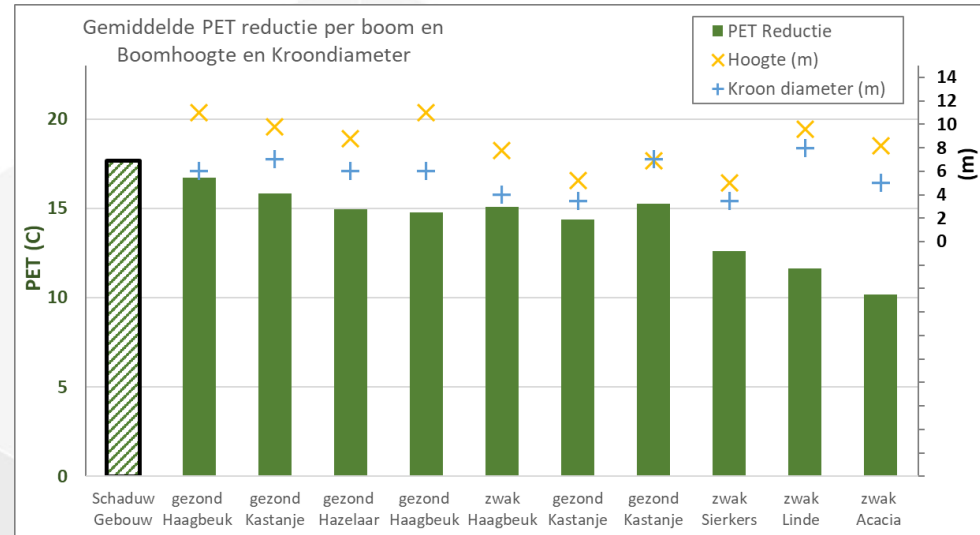
CONCLUSIES

Elke boom koelt → verschil tussen bomen = 10-17 °C PET reductie

Zwarte bol temperatuur (straling) meest bepalend in PET reductie, verdamping lijkt een kleiner effect te hebben

Kroonometre & Hoogte heeft beperkt invloed op de PET reductie → **Kruindichtheid belangrijker** (7 °C PET verschil op een dag)

Droogtebestendige groen en groeiplaats (en dus boomvitaliteit) belangrijk?



BRONNEN

Infiltrerende stad:

<https://www.hogeschoolrotterdam.nl/onderzoek/projecten-en-publicaties/coe-hrtech/Water/Infiltrerendestad/onderwijs/>

Waterbergende weg:

<https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/projecten/designing-future-cities/de-waterbergende-weg.html>

Hittebestendige stad/Cool Cities:

<https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/projecten/designing-future-cities/cool-cities.html?origin=6iYy31WiSgiH%2FvR%2B3LvdvA>

Klimaateffectief Groen:

<https://www.hva.nl/kc-techniek/gedeelde-content/projecten/designing-future-cities/effectief-groen-voor-klimaatadaptatie-in-de-stad.html?origin=6iYy31WiSgiH%2FvR%2B3LvdvA>

Resilio:

<https://resilio.amsterdam/het-innovatielab-het-eerste-onderzoeksdak-van-resilio/>