

Eco-Systeem-Stad

Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI)

Presentatie afsluitende bijeenkomst

Maandag 11 november 2024 | 13:00 – 17:00 uur



Programma

- 13:00 – 13:15 uur Inloop
- 13:15 – 13:35 uur Welkom, vertoning film 1, inleiding met highlights
- 13:35 – 14:30 uur Pitches en films
- 14:30 – 14:45 uur Pauze
- 14:45 – 15:45 uur Pitches, films en overkoepelende conclusies
- 15:45 – 16:30 uur Evaluatie en vooruitblik, inventarisatie van vervolgmogelijkheden
- 16:30 – 18:00 uur Borrel



Biodiversit

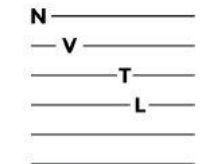


Duurzame water- en ecosystemen voor klimaatrobuust stedelijk groen

Project

Klimaatlim groenbeheer in de stad

Eco-Systeem-Stad



Activiteiten



Meer weten?

Alle resultaten zijn te vinden op de projectwebsite:

www.ecosysteemstad.nl

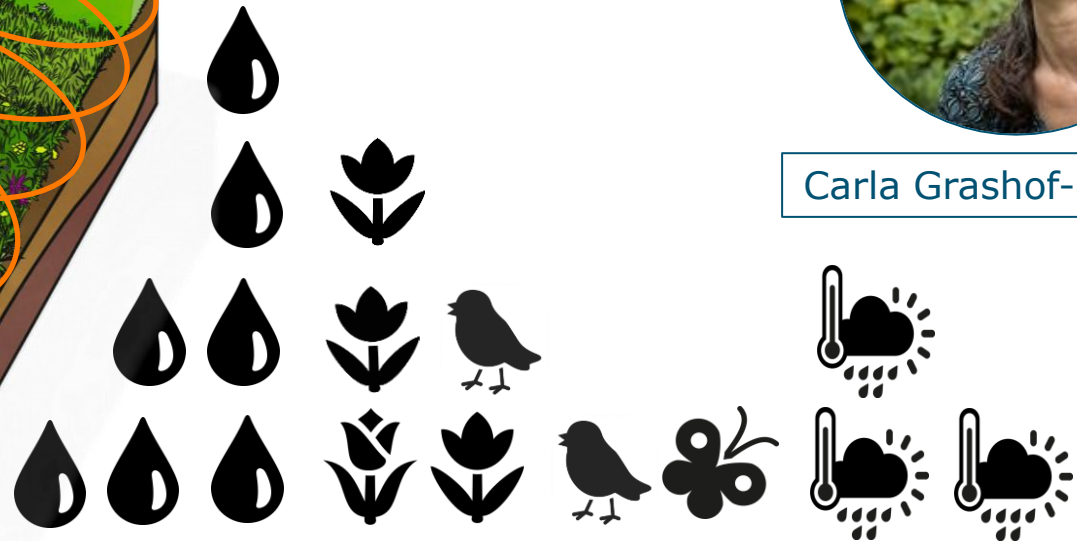
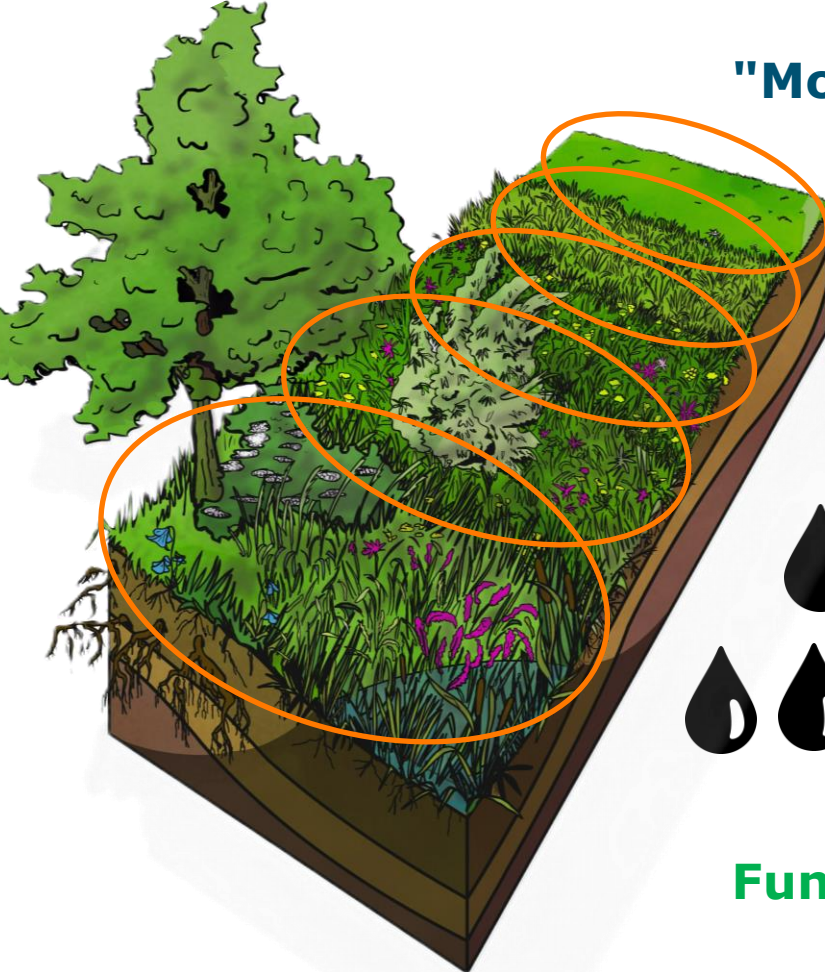




"Mooi" en strak decor



Carla Grashof-Bokdam



Functioneel ecosysteem



TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Tabel passende bomen, struiken en klimmers

→ inheems of ingeburgerd

→ Passend bij regio en bodem stad

Landschappen en bodem

Wetenschappelijke naam	Urbaan	Hogere zandgronden			Rivieren gebied		
	Stedelijk gebied	Droge leemarme zandgronden	Droge lemig zand- & leemgronden	Binnendijkse klei- & zavelgronden	Buitendijkse klei- & rivieroever	Buitendijkse zavel- & zandgronden	Terrasgronden
<i>Acer campestre</i>		●	●●			●	●●
<i>Acer negundo</i>	●				●	●●	
<i>Acer platanoides</i>			●	●●		●	●
<i>Acer pseudoplatanus</i>							

Standplaats en groeiplaats eisen

Wetenschappelijke naam	Vocht Min	Vocht Max	Voedsel Min	Voedsel Max	Zuurgraad Min	Zuurgraad Max	Licht Min	Licht Max
<i>Acer campestre</i>	●●●	●●●●	●●	●●●				
<i>Acer negundo</i>								
<i>Acer platanoides</i>	●●●	●●●	●●	●●				
<i>Acer pseudoplatanus</i>	●●●	●●●●	●	●●●	●●	●●●		
<i>Aesculus hippocastanum</i>	●●●	●●●	●	●●●	●●	●●		
<i>Ailanthus altissima</i>								
<i>Alnus glutinosa</i>	●●	●●●	●	●●●	●●	●●		
<i>Alnus incana</i>	●●	●●●●	●	●●	●●	●●●		
<i>Amelanchier lamarckii</i>	●●●	●●●●	●	●	●	●	●●●●	●●●●●●

Selectie Arnhem

Hogere zandgronden Arnhem

	Bomen	Struiken & klimmers
Optimaal	Ruwe berk, Tamme kastanje, Beuk, Wilde appel, Mispel, Groveden, Zoete kers, Wintereik, Zomereik, Wilde lijsterbes	Brem, Hulst, Jeneverbes, Zwarte braam, Boswilg, Gewone vlier, Taxus, Gaspeldoorn
Sub-optimaal	Gewone esdoorn, Haagbeuk, Ratelpopulier, Wilde peer, Winterlinde, Zomerlinde, Spaanse aak	Rode kornoelje, Hazelaar, Eenstijlige meidoorn, Sporkehout, Klimop, Wilde kamperfoelie, Hondсроos, Viltroos, Framboos, Kruiwilg, Trosvlier

Invasieve exoten zand: Noorse esdoorn, Amerikaans krentenboompje, Amerikaanse vogelkers, Douglasspar, Amerikaanse eik.

Rivierklei Arnhem

	Bomen	Struiken & klimmers
Optimaal	Ruwe berk, Haagbeuk, Es, Zomereik, Zwarte populier, Zoete kers, Schietwilg, Turkse kraakwilg, Spaanse aak, Wilde Lijsterbes, Fladderiep, Gladde iep,	Rode kornoelje, Hazelaar, Twee/Eenstijlige meidoorn, Wilde kardinaalsmuts, Klimop, Wilde Kamperfoelie, Gewone vogelkers, Sleetdoorn, Hondсроos, Zwarte Braam, Framboos, Boswilg, Duitse dot, Bittere wilg, Amandelwilg, Katwilg, Gewone vlier
Sub-optimaal	Gewone esdoorn, Tamme kastanje, Beuk, Sporkehout, Wilde appel, Wilde peer, Mispel, Witte paardenkastanje, Zwarte els, Canadapopulier, Grauwe abeel, Ratelpopulier, Schietwilg, Gladde iep, Winterlinde	Bosrank, brem, Hulst, Wegedoorn, Zwarte bes, Egelantier, Viltroos, Trosvlier, Gelderse Roos

Invasieve exoten klei: Noorse esdoorn, Hemelboom, Canadese kornoelje, Okkernoot, Gewone sneeuwbes

Een optimalisatie tool voor de verkoeling van blauw-groene infrastructuur in de stad

Ir. J.P.
van Muijwijkstraat
tot oktober 2023



Louden Kremer

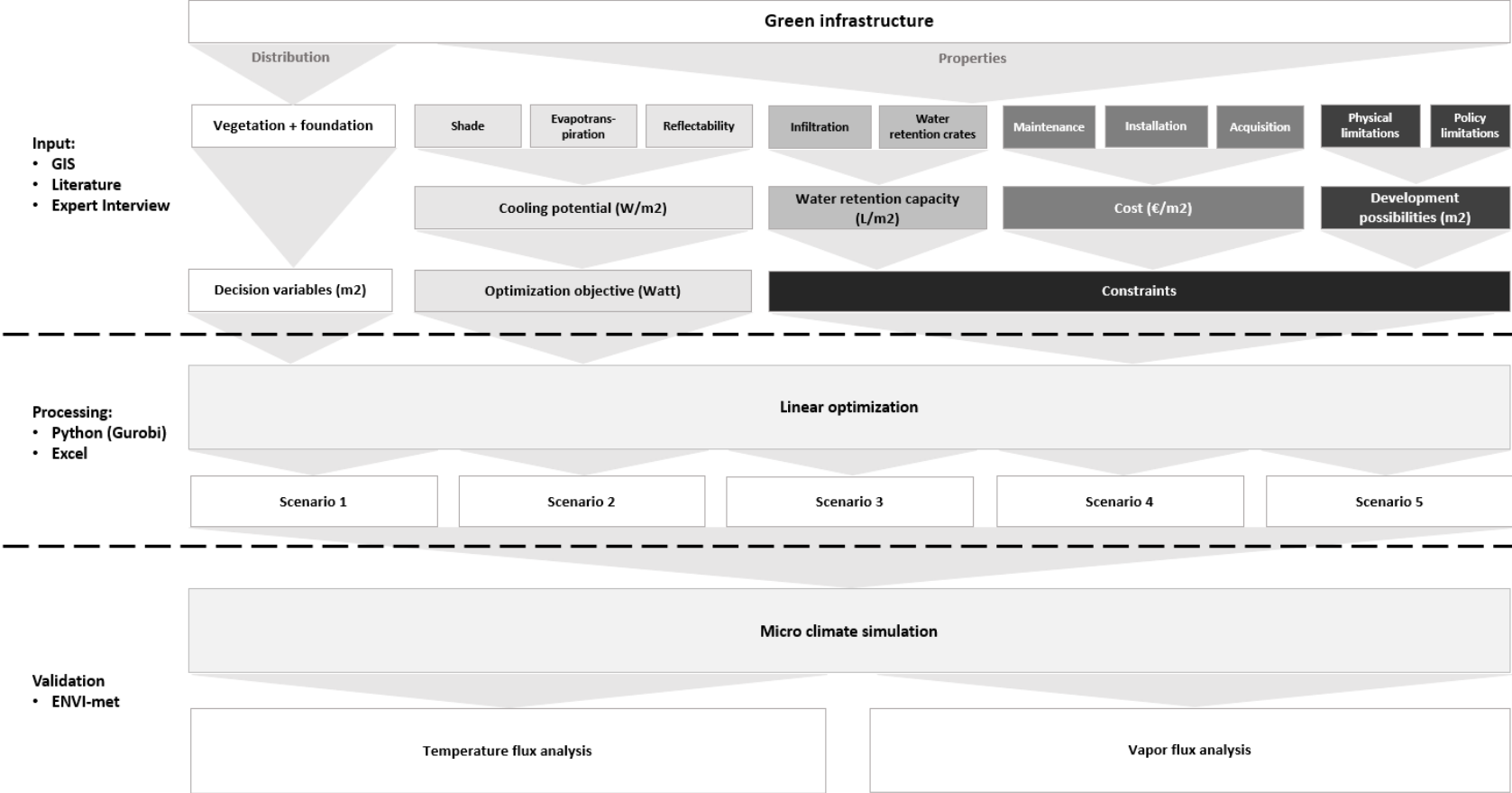
Kennisleemte

"In the current practice, optimal selection of GI (Green Infrastructure) practices for such areas are generally conducted based on expert judgement, and there are no systematic methodologies currently available for this process" (Jayasooriya et al., 2020).

- Planning Support System (PSS)
- Onderbouwde keuzes
- Vooroordelen verminderen
- Communicatie methode



Conceptueel raamwerk



Belangrijkste aannames

- Top-down benadering
- Straatinrichting vast, type groen flexibel
- Gebaseerd op de energiebalans
- Gebaseerd op een warme/droge zomerse dag

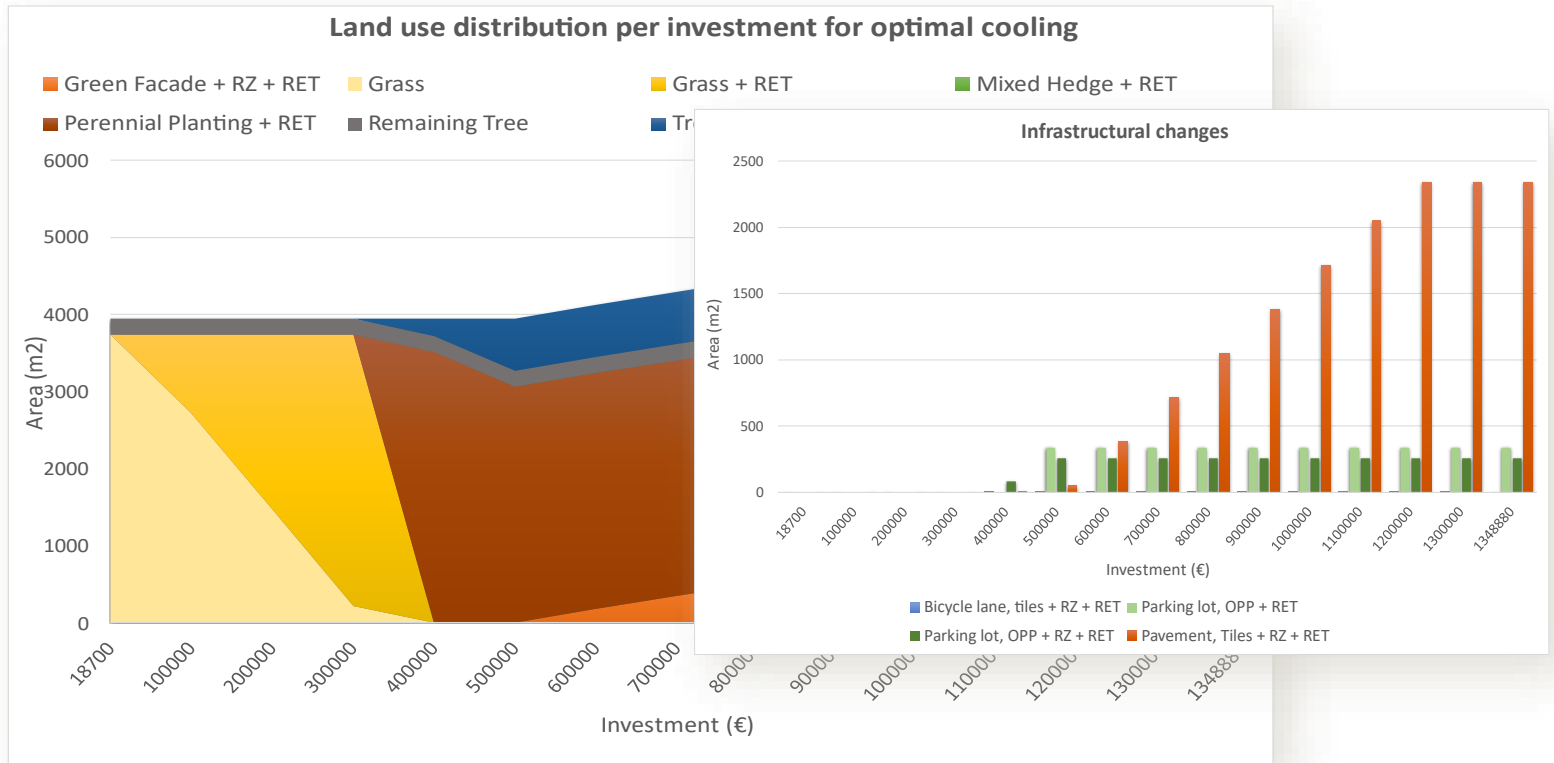


Keuze mogelijkheden Nature-based Solutions

- Gras
 - Gemengde haag
 - Meerjarige grassen/kruiden
 - Stedelijke boom
 - Groene parkeerplaats
 - Groene gevel
- A. (+ ondergrondse water retentie)
- B. (+ doorwortelbare ruimte)



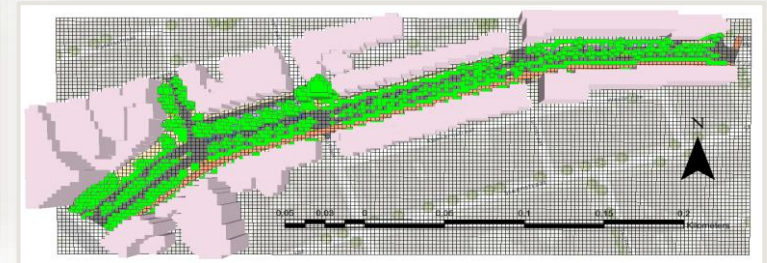
Scenario 1



Microklimaat simulatie

Scenario	Max cooling	Max benefits	Max net benefits	Saturated zone	Water retention	Evapotranspiration factor (x0.5)
1.1						
2						

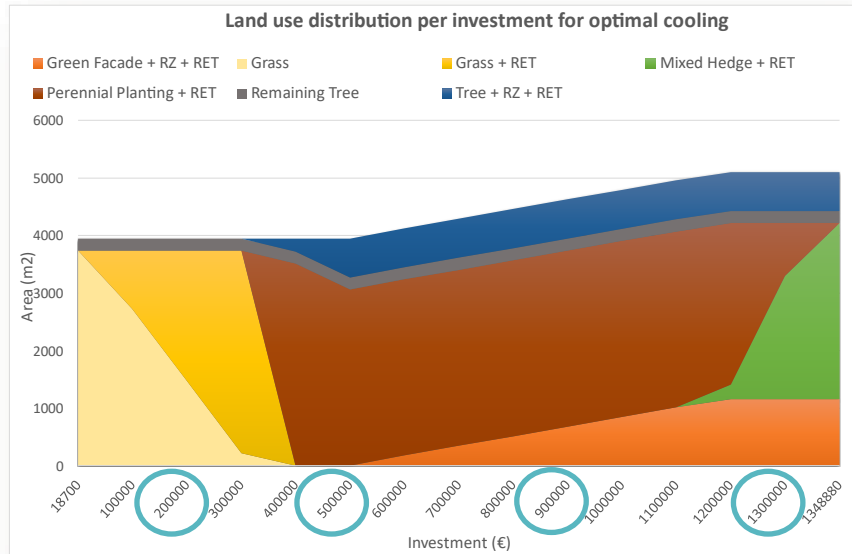
ENVI-met



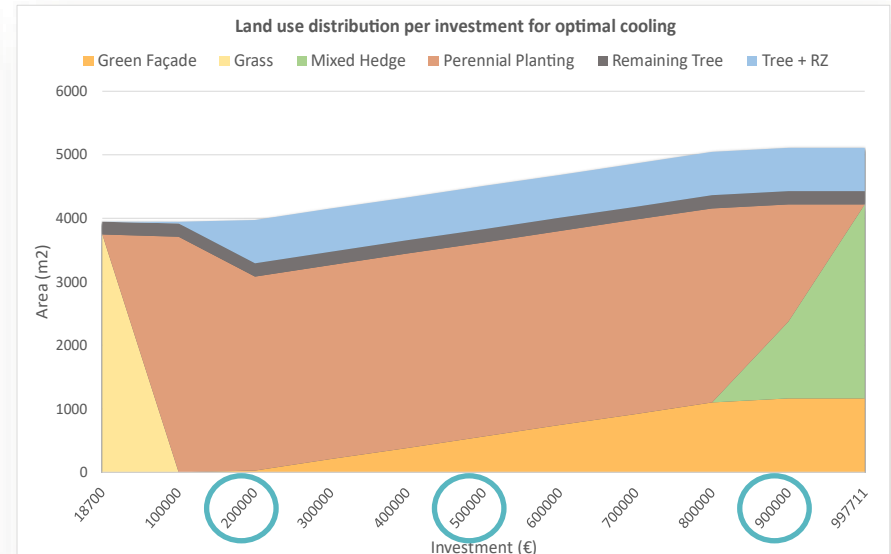
Microklimaat simulatie

Scenario	Max cooling	Max benefits	Max net benefits	Saturated zone	Water retention	Evapotranspiration factor (x0.5)
1.1	[Green shaded area]		[Green shaded area]	[Green shaded area]	[Green shaded area]	[Green shaded area]
2						

1.1

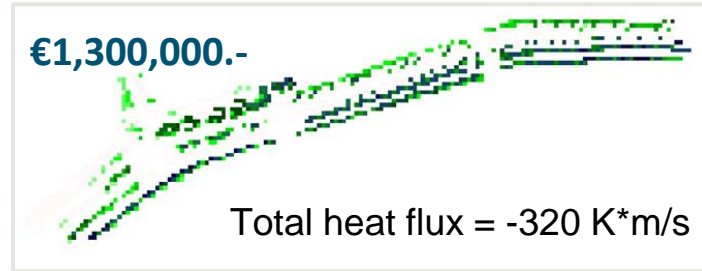
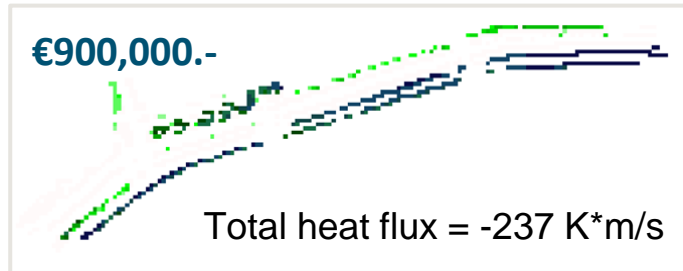
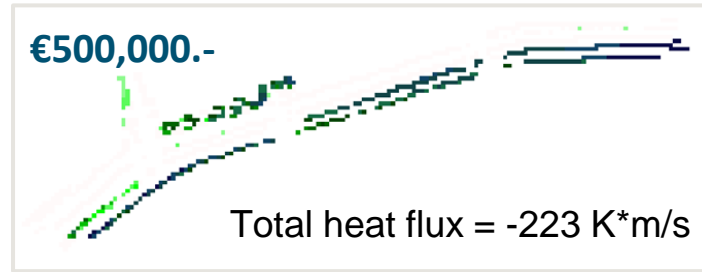
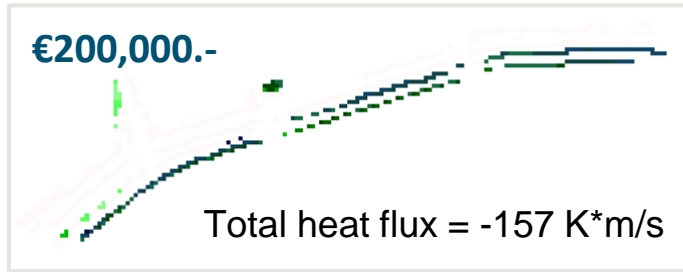


2

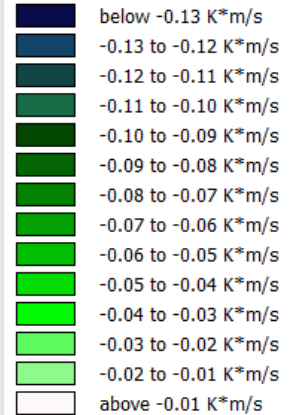


Microklimaat simulatie

Scenario 1: Heat flux (K*m/s)

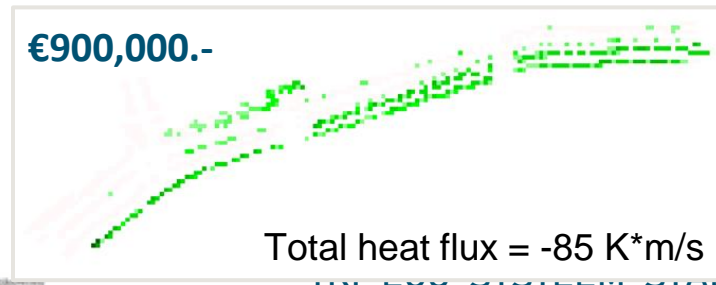
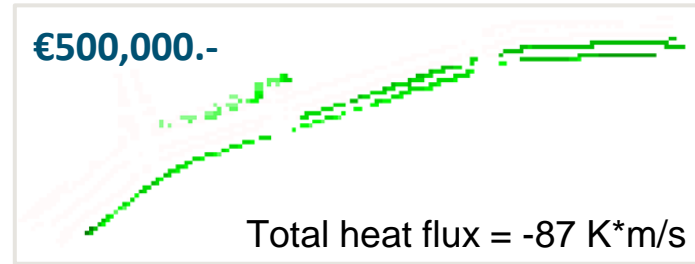
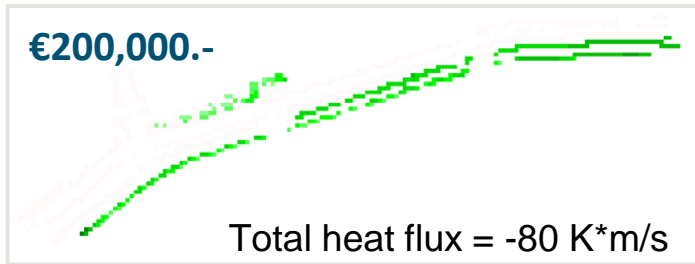


Temperature Flux

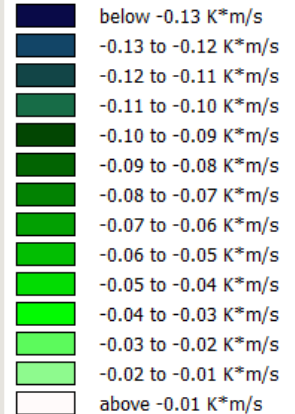


Microklimaat simulatie

Scenario 2: Heat flux (K*m/s)



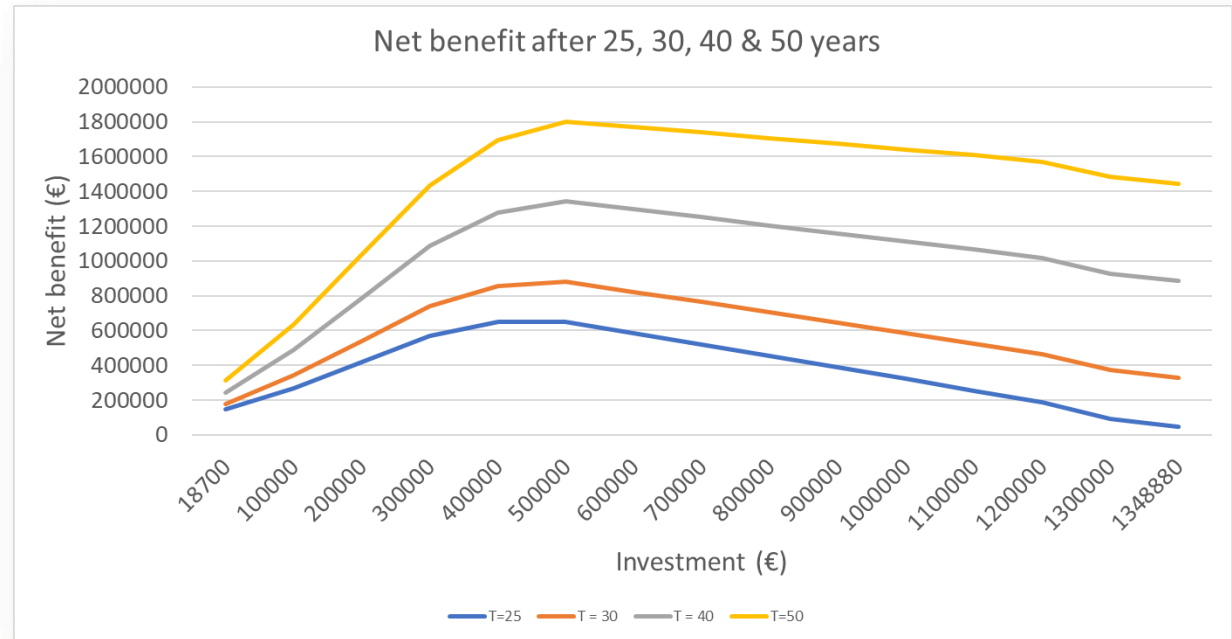
Temperature Flux



Optimalisatie voor netto-baten

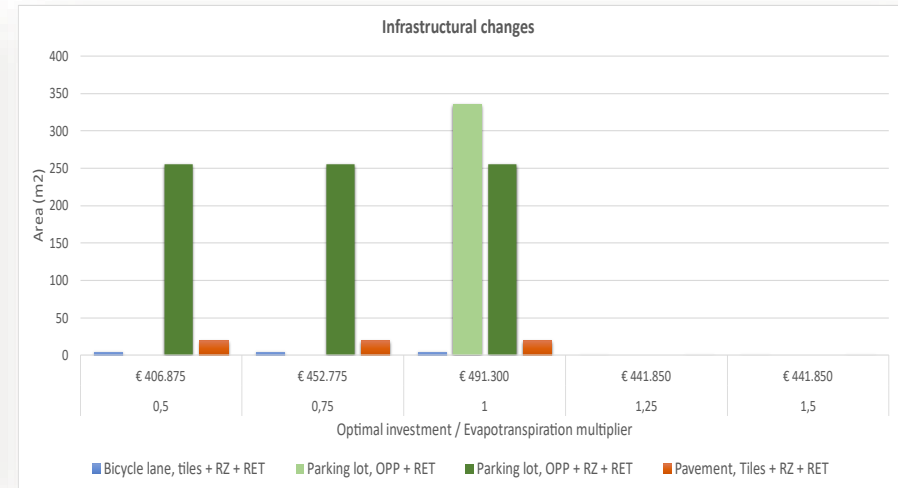
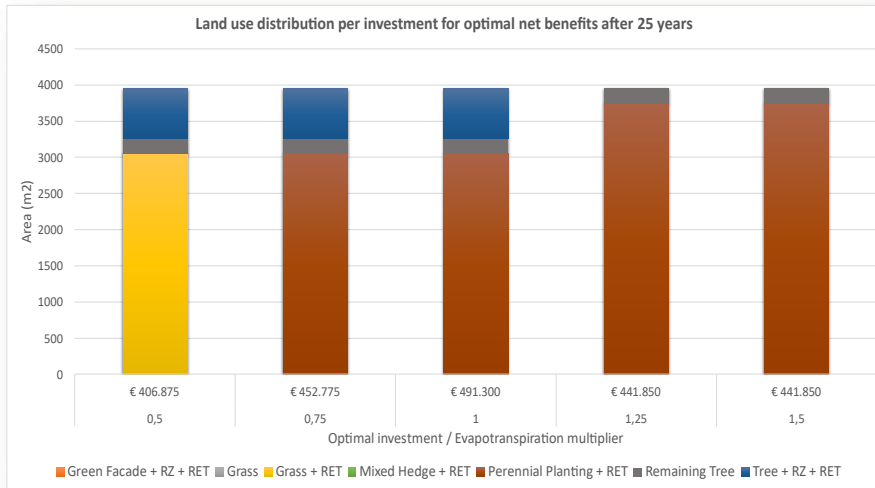
$$\text{Net benefit} = T * (\text{Benefit cooling} + \text{Benefit water retention} - \text{Maintenance costs}) - \text{investment costs}$$

- Gedeeld optimum
- Hogere investering \neq hogere netto baten
- Investeren in duurzaamheid



Gevoeligheidsanalyse optimum

- Optimale verdeling van infrastructuur onder een onzekere verdamping



Lessen geleerd

- De tool kan op een objectieve manier een optimale verdeling van blauw-groene infrastructuur bepalen (onder een selectie van maatregelen en veel randvoorwaarden)
- De simulatie valideert deels de input data, máár er is meer lokaal onderzoek nodig
- De tool kan een rol spelen in interne communicatie/ startpunt van discussie

Een goed verkoelend **groen** ontwerp vereist een blauw ontwerp

Biodiversity Net Gain als maatlat voor natuurinclusieve stadsontwikkeling



Roy Molenaar

Natuurinclusieve stadsontwikkeling

- Groeiende wens natuurinclusief te bouwen.
- Verschillende richtlijnen in Nederland.
- Sinds februari 2024 verplicht in het Verenigd Koninkrijk.
- +10% biodiversiteit

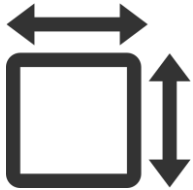


Wonderwoods Utrecht, augustus 2024

Biodiversity Net Gain

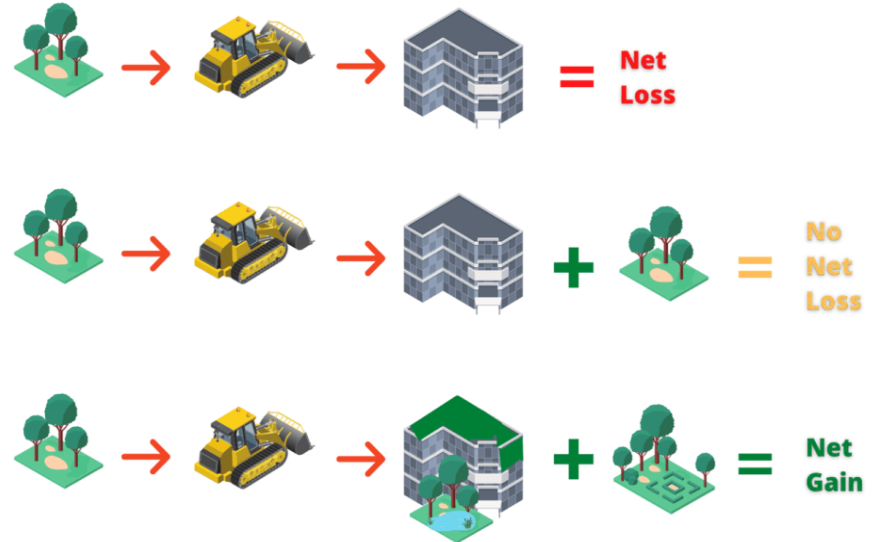
- Netto biodiversiteitstoename
- Rekeningtool voor biodiversiteitseenheden (BDE)

oppervlakte x type x conditie = BDE



Wat is er anders?

- Habitat ipv benadering per soort
- Bij stedelijke transformatie of gebiedsontwikkeling
- Ook buiten bouwlocatie natuurcompensatie mogelijk



Toepassing in Nederland

- Onderzocht voor verschillende casussen
- Voorbeeld blauw-groene onderzoeksdak
TKI Project SmartRoof 2.0
- Typen daken:
 - Zwart dak
 - Sedumdaken
 - Biodiverse groendaken



TKI project SmartRoof 2.0, Amsterdam

Toepassing in Nederland

- Resultaten van de BDE en BNG berekeningen voor 3 verschillende daktypen, met een stedelijk verharde of weide als uitgangssituatie.

Situatie na ontwikkeling	Habitat type in Biodiversity Metrics	Conditie	Biodiversiteits-Eenheden (BDE)	BNG t.o.v. ontw. terrein	BNG t.o.v. weide
Bitumen dak	Artificial unvegetated	n.v.t.	0	0	-100%
Sedum groendak	Other green roof	n.v.t.	0.081	∞	-3.5%
Biodivers groendak	Biodiverse green roof	Slecht	0.109	∞	29.8%
Biodivers groendak	Biodiverse green roof	Goed	0.236	∞	181.1%

ROMagazin, februari 2024

Samenvatting

■ Biodiversity Net Gain:

- Door wettelijke verplichting is natuurinclusiviteit in VK geen vrijblijvende optie meer.
- Levert potentieel veel nieuw land op voor natuur.

■ Vervolgonderzoek nodig:

- Hoe verhoudt deze methode zich ten opzichte van bestaande methoden in Nederland?
- Is 10% BNG genoeg of moet de lat hoger liggen?



Verkoeling

Water, groen en hitte in Utrecht

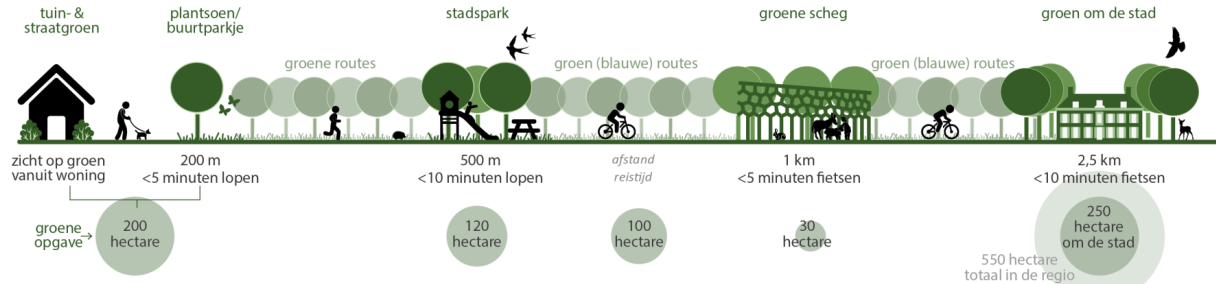


Rutger Dankers



Vergroening en waterbeschikbaarheid

- Veel gemeenten hebben ambitie om te vergroenen, onder meer vanwege hittestress
- Groene Schaalsprong Utrecht: 440 ha
- Hoe zit het met waterbeschikbaarheid?

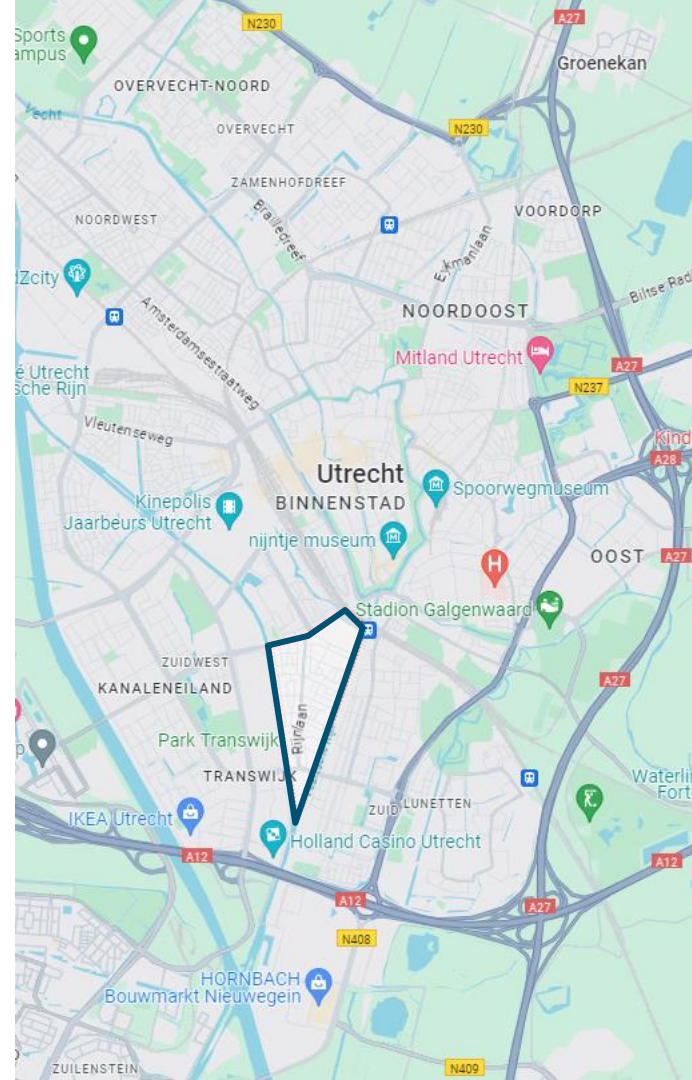


TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Afbeeldingen: gemeente Utrecht

Modelstudie Rivierenwijk

- Wat is de waterbehoefte van groen in een stedelijke omgeving?
- Wat is de verkoelende werking van groen in een stedelijke omgeving?
- Koppeling twee modellen:
 - Landelijk Hydrologisch Model voor waterbeschikbaarheid / -aanvoer
 - Town Energy Balance model voor hitte en verdamping
- 2018 als droge en hete zomer

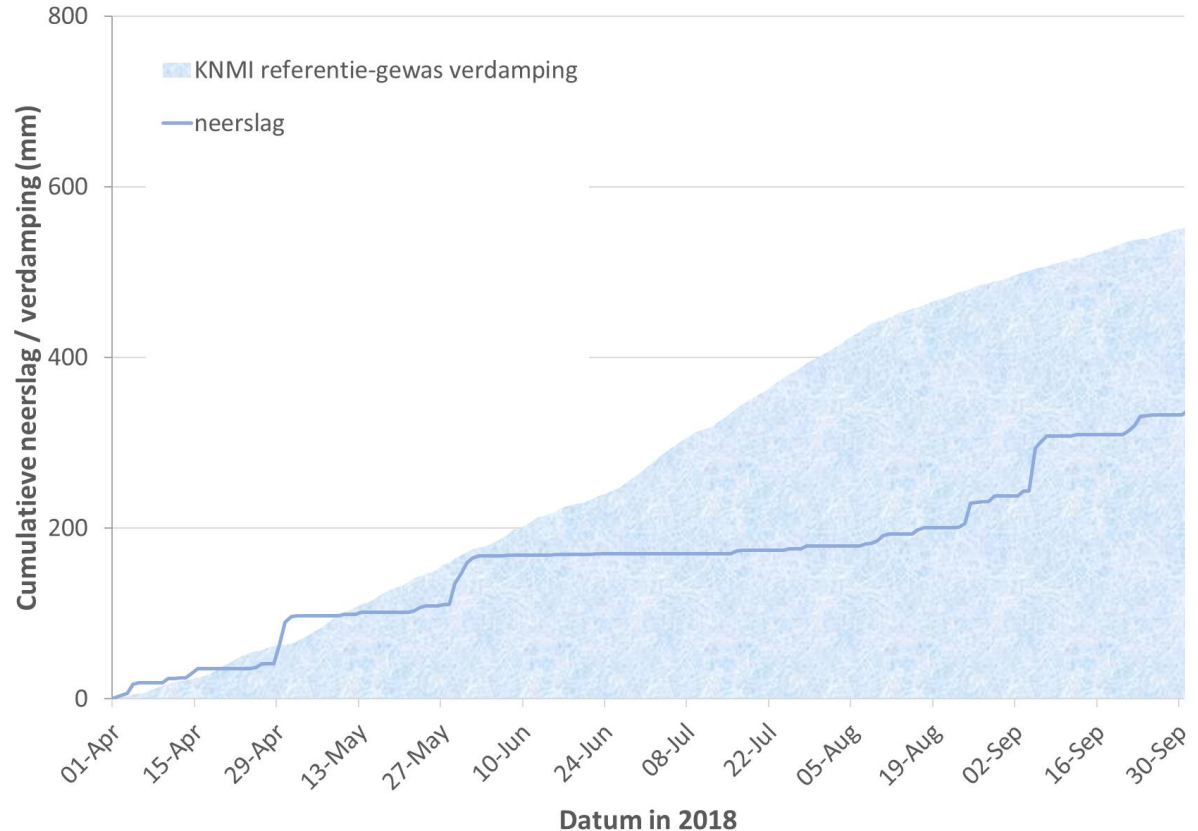


Vergroeningsscenario Rivierenwijk

	Huidige situatie		Scenario	
	Oppervlak (ha)	Fractie	Oppervlak (ha)	Fractie
Bebouwing	24.01	33.45%	24.01	33.45%
- Groen dak			8.70	36.23%
Bestraat	34.56	48.14%	21.04	29.31%
Groen	13.22	18.41%	26.74	37.25%
- Lage vegetatie		18.41%		37.25%
- Hoge vegetatie		9.58%		28.84%
Totaal (excl. water)	71.80		71.80	

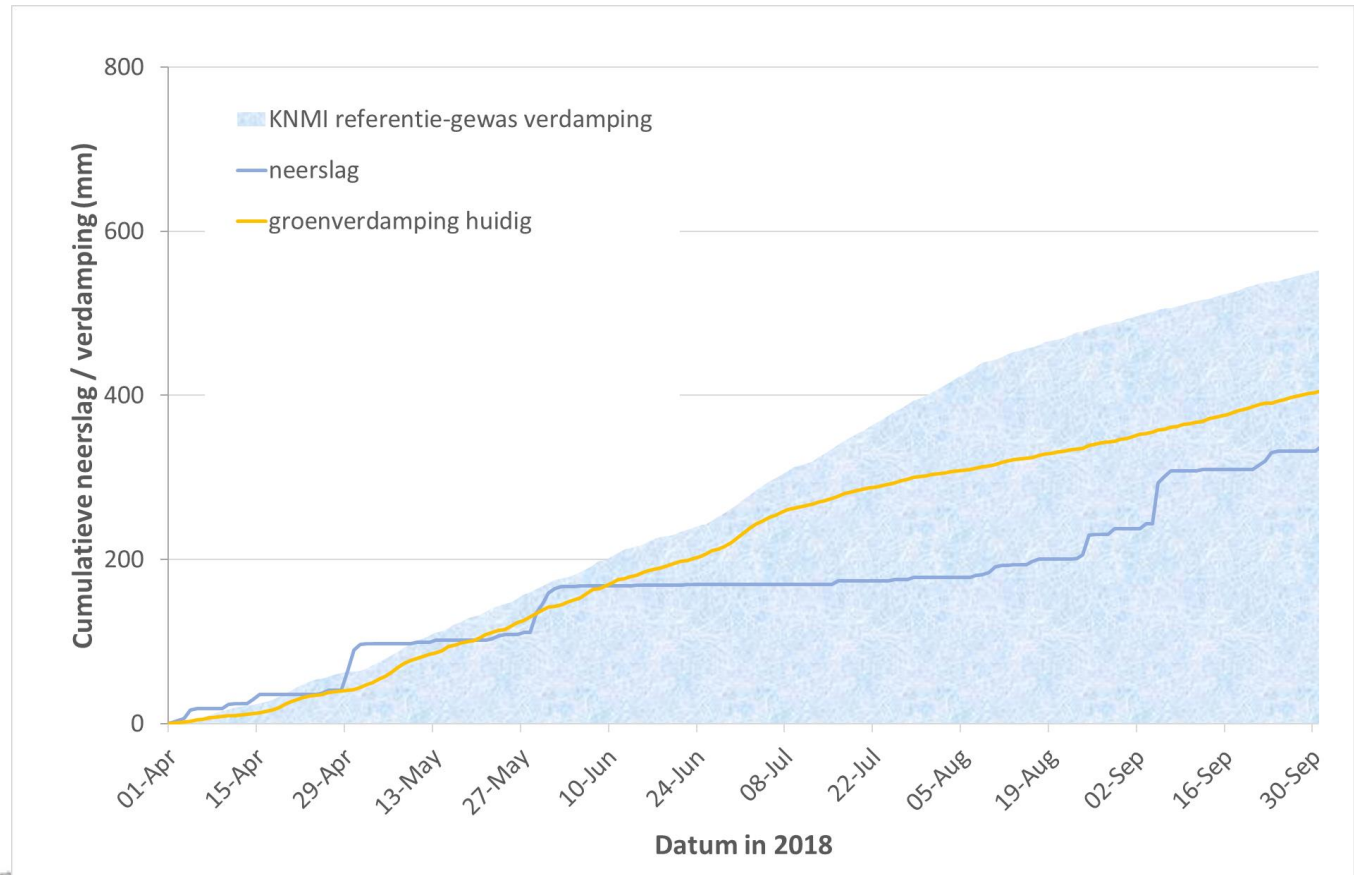
Cumulatieve neerslag en verdamping

Tijdens droge periode valt veel minder neerslag dan potentiëel kan verdampen



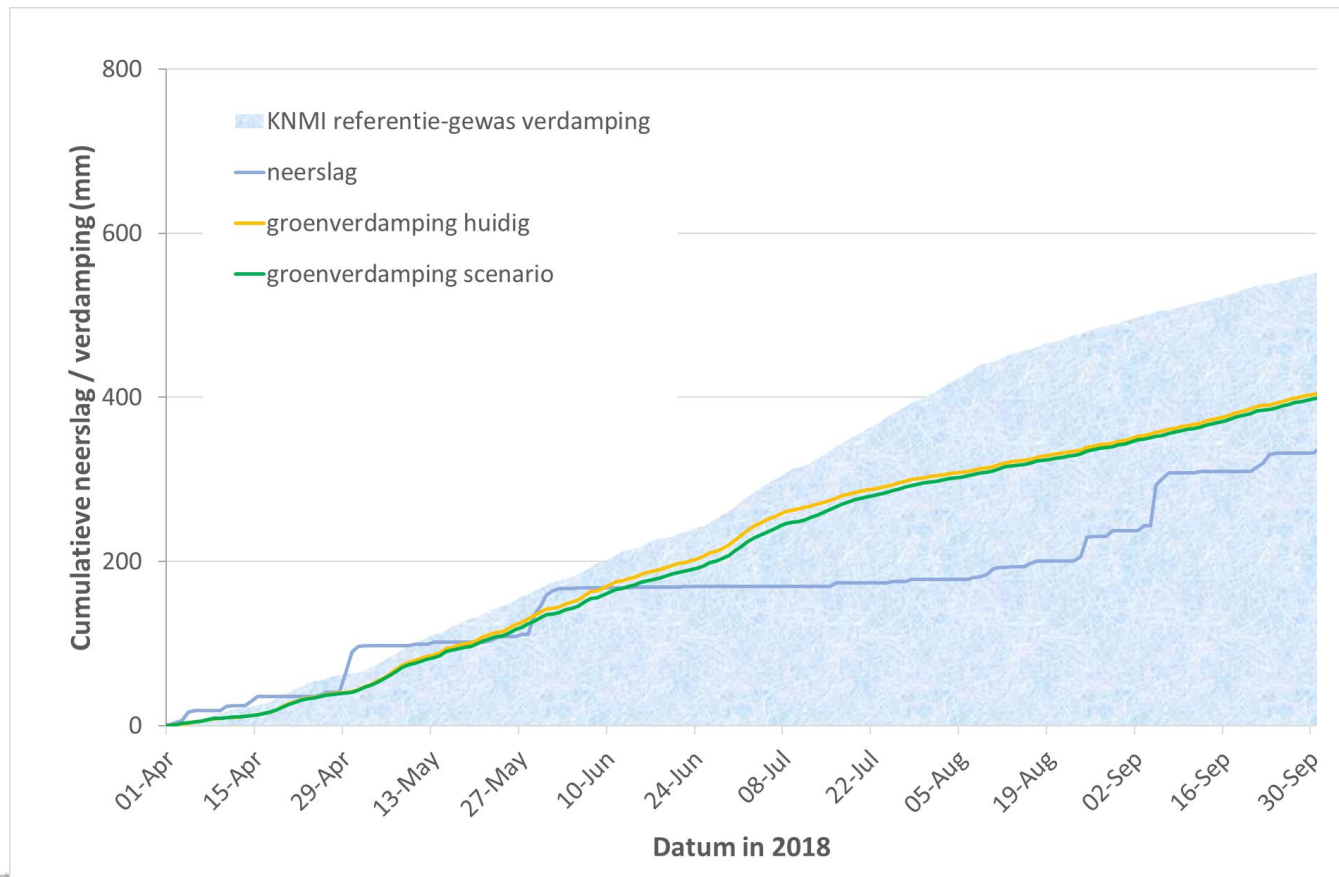
Cumulatieve neerslag en verdamping

Verdamping door vegetatie vermindert door uitdroging bodem



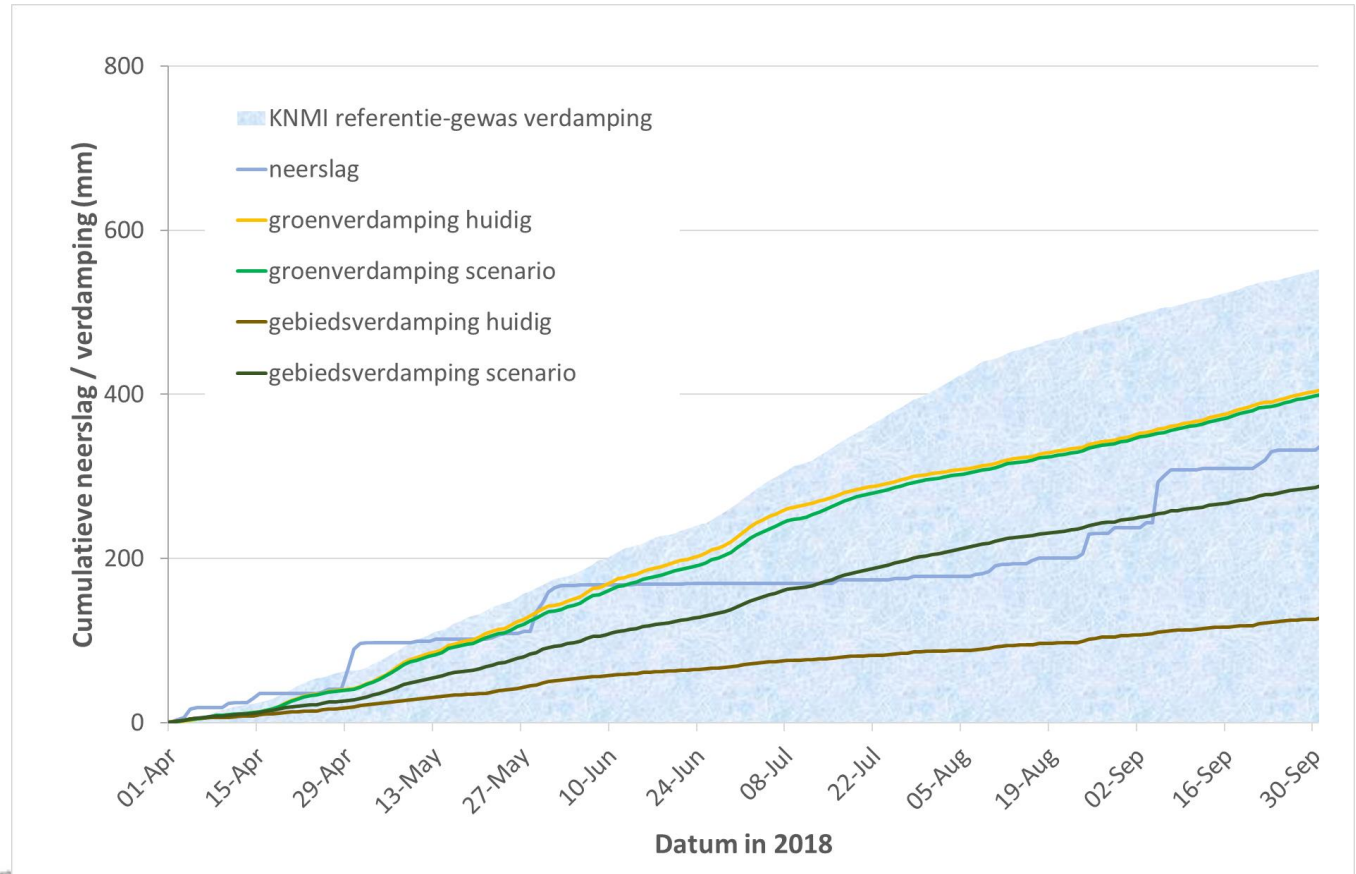
Cumulatieve neerslag en verdamping

Let op! Dit is alleen de verdamping uit de groenfractie



Cumulatieve neerslag en verdamping

Over het hele gebied, sterke toename van verdamping door toename groen.

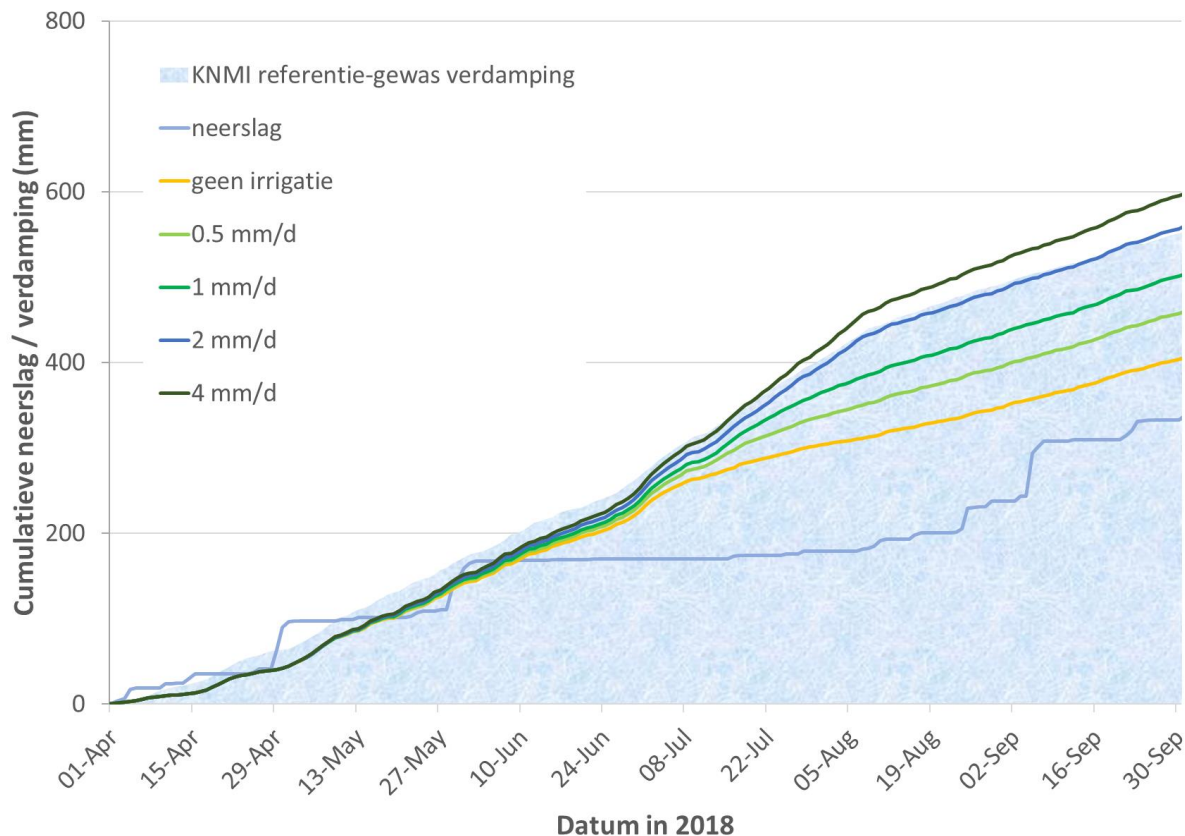


Verdamping in vergroeningsscenario

- Toename groenfractie van 18% naar 37% (plus groene daken op 36% van het dakoppervlak)
- Sterke toename verdamping uit gebied van 126 mm naar 289 mm
- Maar: er is ook meer infiltratie en opslag in de bodem
- In deze simulatie, geen aanvoer water van elders
- Hoe zit het dan met die watervraag?

Cumulatieve verdamping bij irrigatie

Bij voldoende toevoer van water kan de vegetatie (bijna) ongelimiteerd blijven verdampen

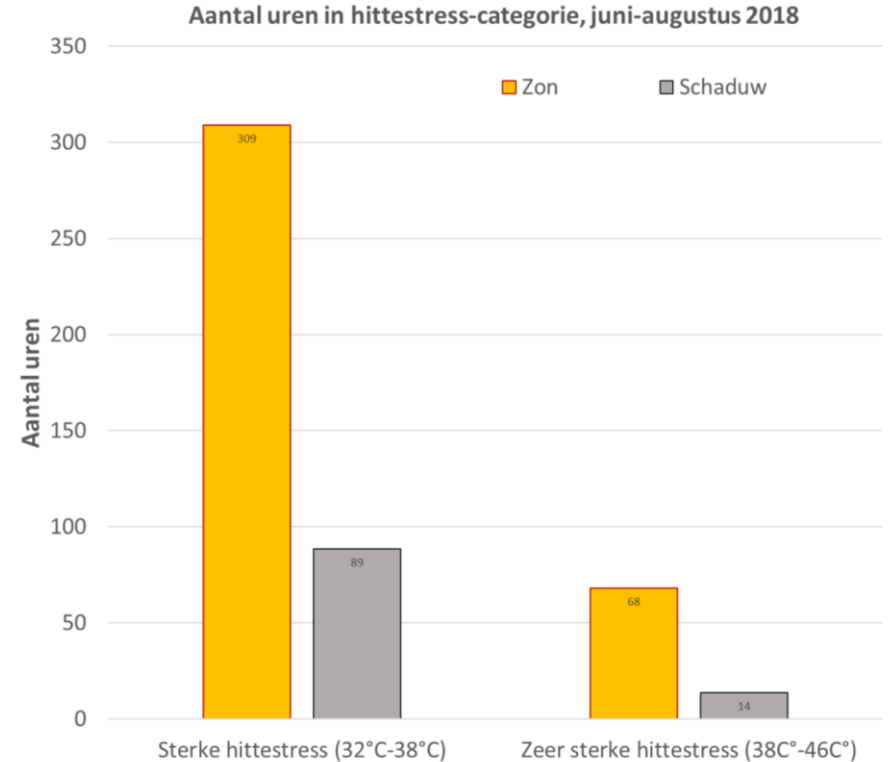


Watervraag groen

- Toename verdamping per m² groen van 404 mm naar 595 mm (ongelimiteerd = 191 mm)
- Bij 13.22 ha groen (uitgangsituatie) betekent dit een watervraag van ongeveer 25,250 m³ (over het hele seizoen)
- Bij 26.74 ha groen (scenario) is dit 51,073 m³

Groen en hitte in de stad

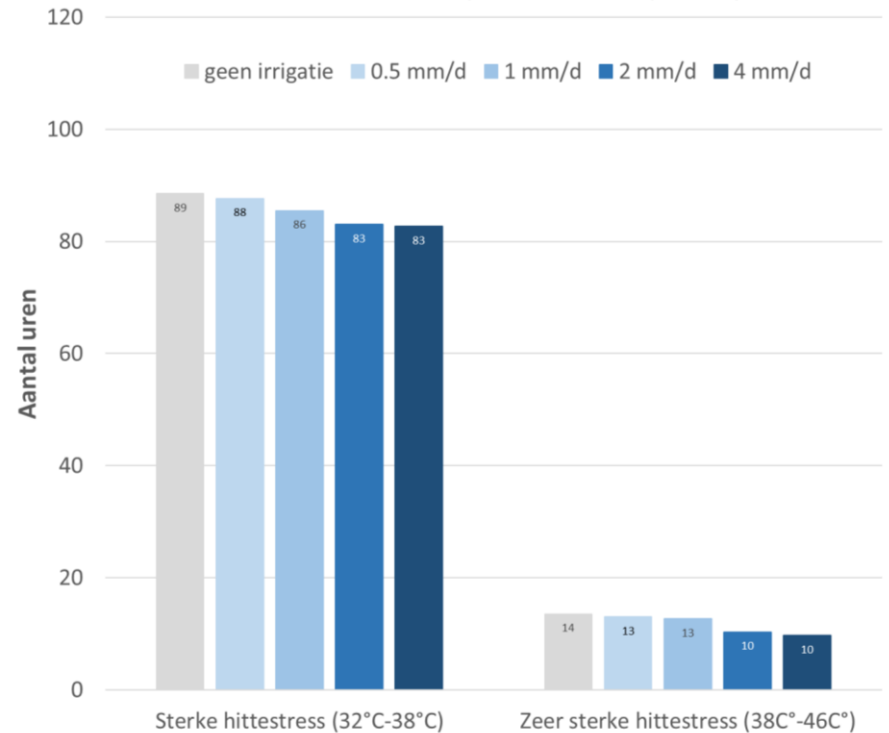
- Primaire effect van vegetatie is dat het zorgt voor schaduw
- Minder uren hittestress in schaduw, vooral in hogere categorieën



Groen en hitte in de stad

- Verdamping door groen zorgt voor wat extra vermindering hittestress
- Effect is relatief klein, deels omdat het gaat om maar een klein oppervlak in stedelijke omgeving

Aantal uren in hittestress-categorie (schaduw), juni-augustus 2018




Kort samengevat

- Waterbeschikbaarheid is belangrijk voor functioneren stedelijk groen
- Meer groen betekent meer verdamping, maar ook meer infiltratie en opslag in de bodem
- Bij voldoende watertoevoer kan vegetatie ongelimiteerd blijven verdampen
- Effect van extra verdamping op hittestress is relatief beperkt
- Belangrijkste effect van groen op hittestress is schaduw



Pauze





Project TKI Eco-Systeem-Stad

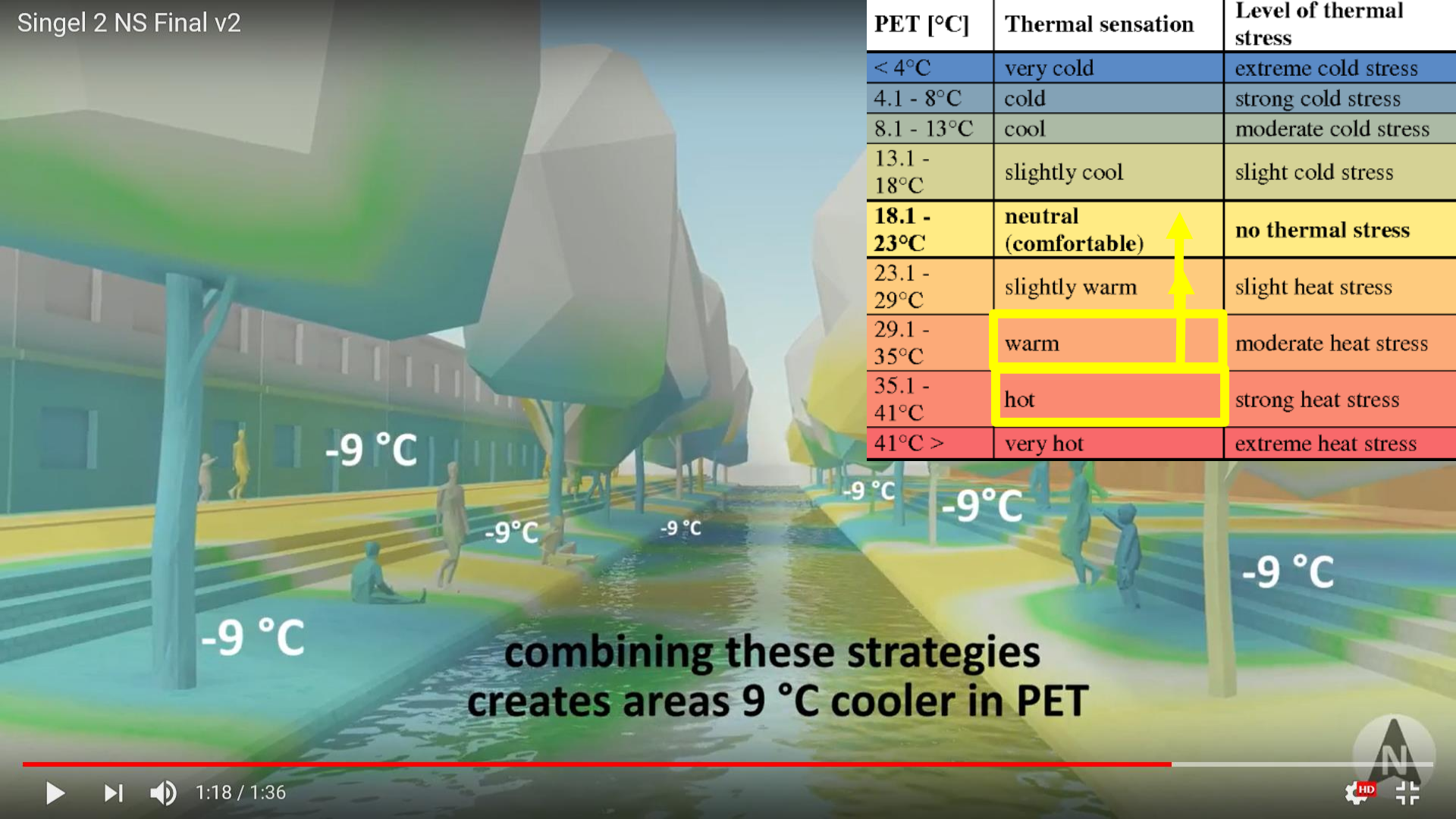
Kosten-baten analyse van boomgroeiplaatsen in
Rotterdam



Joris Voeten



Kosten-baten bomen Rotterdam 50



PET [°C]	Thermal sensation	Level of thermal stress
< 4°C	very cold	extreme cold stress
4.1 - 8°C	cold	strong cold stress
8.1 - 13°C	cool	moderate cold stress
13.1 - 18°C	slightly cool	slight cold stress
18.1 - 23°C	neutral (comfortable)	no thermal stress
23.1 - 29°C	slightly warm	slight heat stress
29.1 - 35°C	warm	moderate heat stress
35.1 - 41°C	hot	strong heat stress
41°C >	very hot	extreme heat stress

-9 °C

-9 °C

-9 °C

-9 °C

-9 °C

-9 °C

-9 °C

**combining these strategies
creates areas 9 °C cooler in PET**



GAMMA

SHOWDOWN
PLAZA

WAVE DUNE

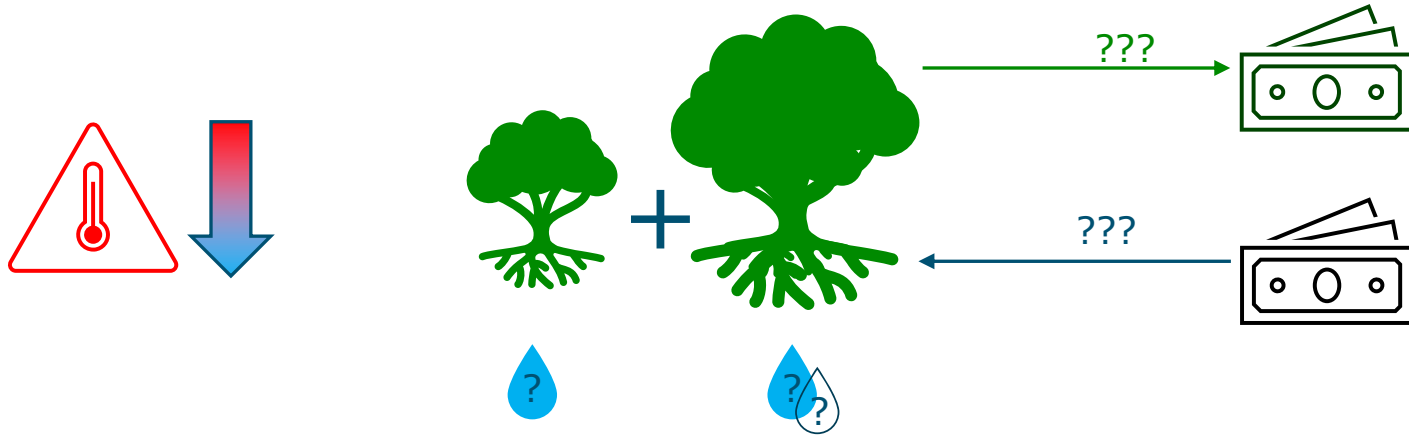
WAVE DUNE

WAVE DUNE

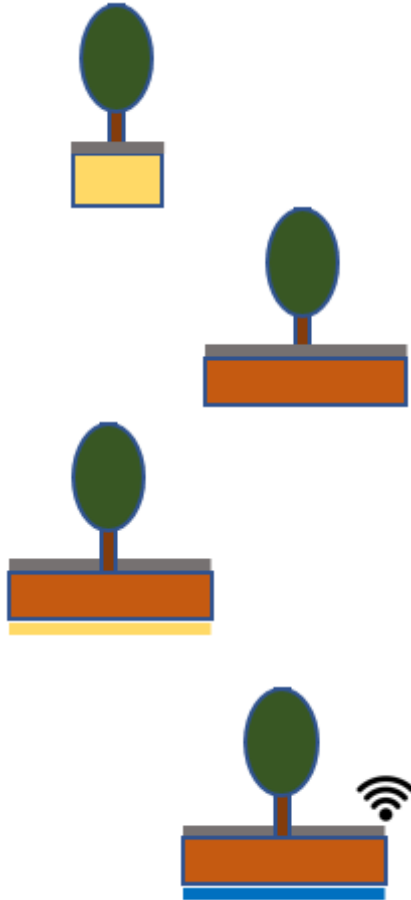
WAVE DUNE

Onderzoeksvraag:

Is het wijs om in de groeiplaats van bomen te investeren?



4 Scenario's



- **Conventional growing site** (9 m², 100 ft²)
 - 1 m³ (35 ft³) tree sand mixed in
- **Amsterdam tree soil** (30m², 320 ft²)
 - 30m³ (1060 ft³) tree sand
- **Retention Tree** (30m², 320 ft²)
 - 30m³ (1060 ft³) tree sand
 - 150 mm (6 in.) rainwater retention capacity added
- **Capillary Irrigated Tree** (30m², 320 ft²)
 - 30 m³ (1060 ft³) tree sand
 - 150 mm (6 in.) capillary irrigation, sensor & control

Growth model inputs (3 phases)

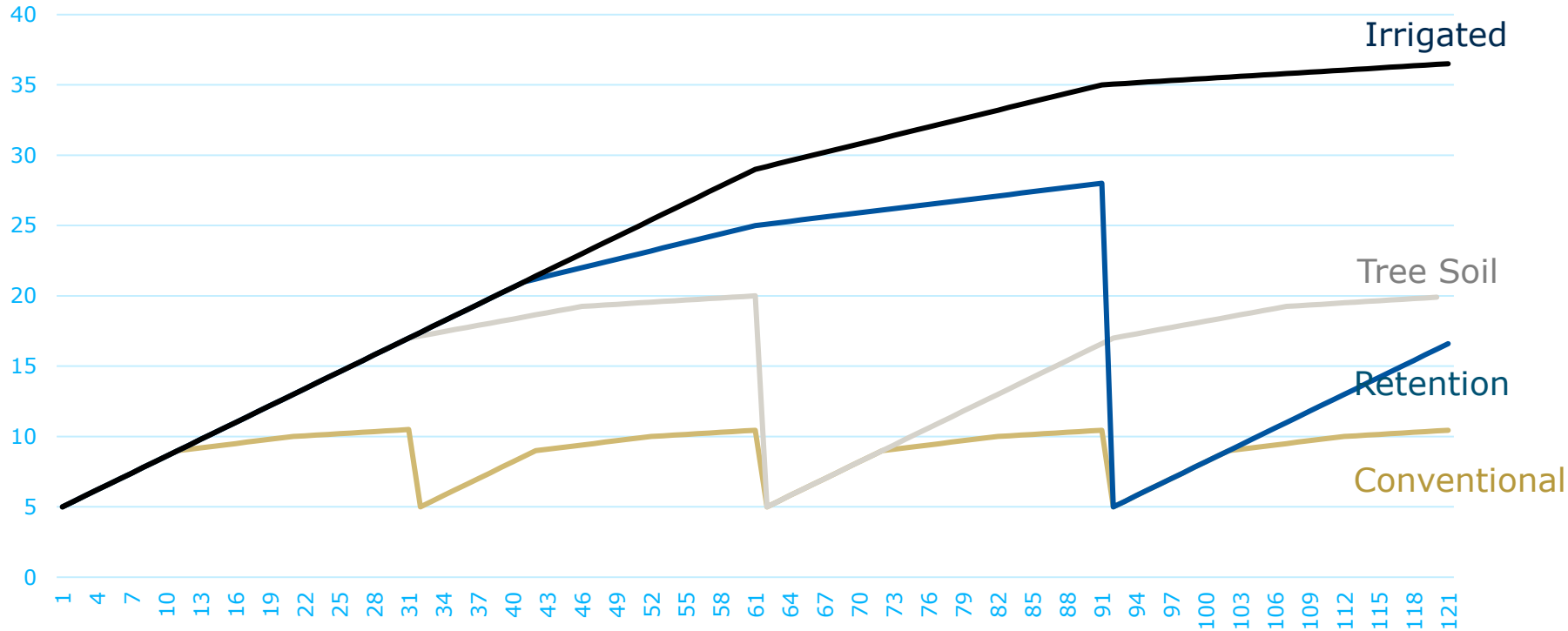
Conventional	Start (year)	End (year)	Diameter (cm/year)	Tree height (m/year)	Canopy Diameter (m/year)
Phase 1	0	10	1	0.4	0.3
Phase 2	11	20	0.5	0.1	0.1
Phase 3	21	30	0.25	0.05	0.05

Amsterdam Tree Soil	Start (year)	End (year)	Diameter (cm/year)	Tree height (m/year)	Canopy Diameter (m/year)
Phase 1	0	30	1	0.4	0.3
Phase 2	31	45	0.5	0.15	0.1
Phase 3	46	60	0.25	0.05	0.05

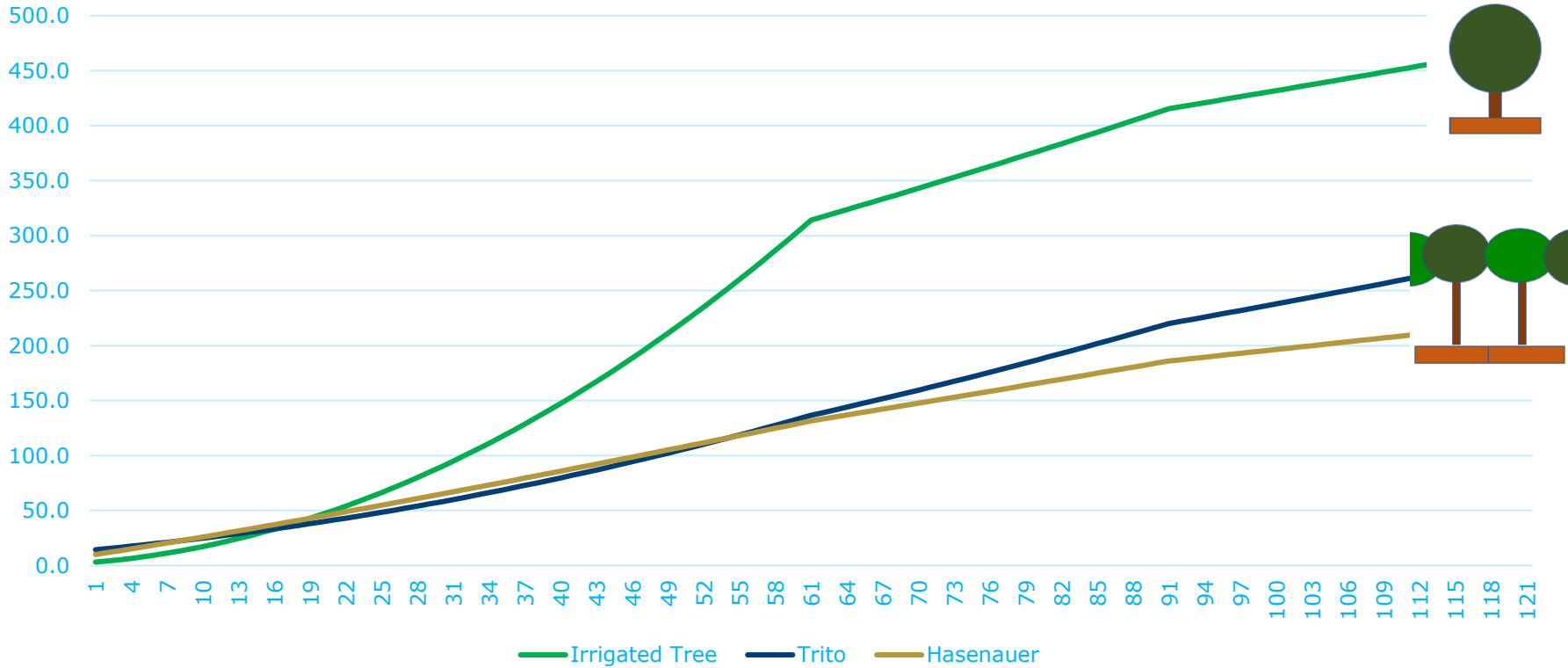
Retention tree	Start (year)	End (year)	Diameter (cm/year)	Tree height (m/year)	Canopy Diameter (m/year)
Phase 1	0	40	1	0.4	0.3
Phase 2	41	60	0.75	0.2	0.1
Phase 3	61	90	0.5	0.1	0.05

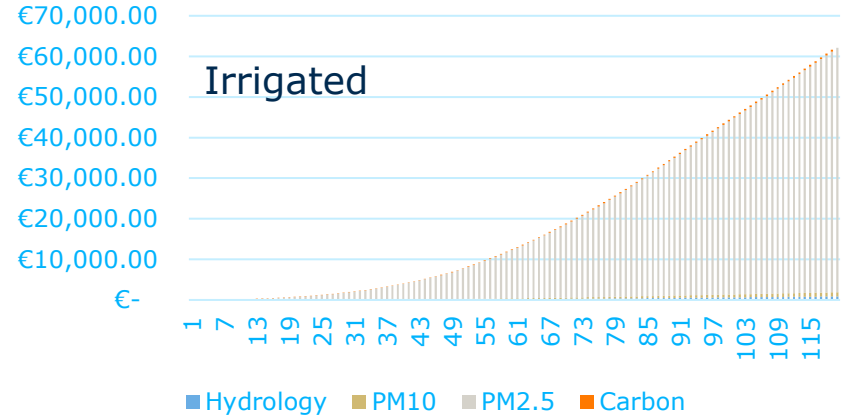
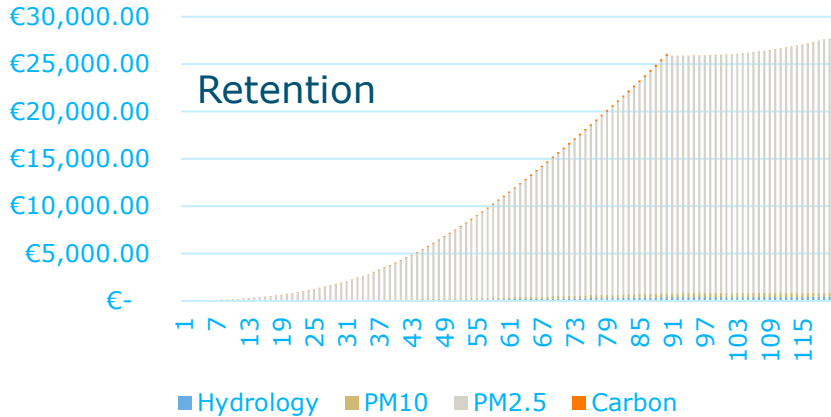
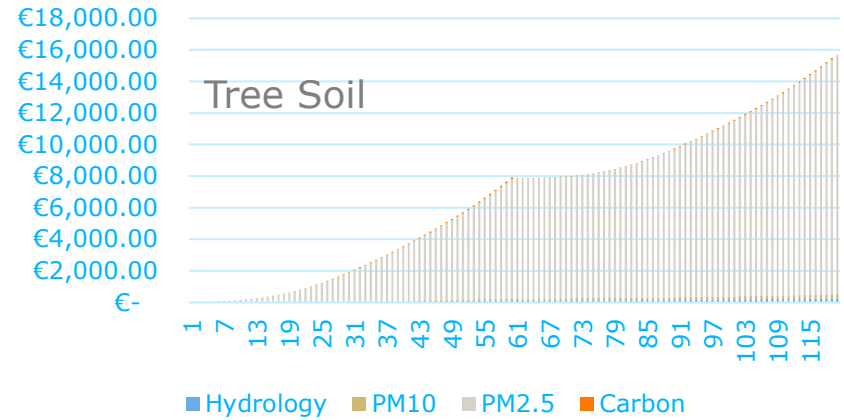
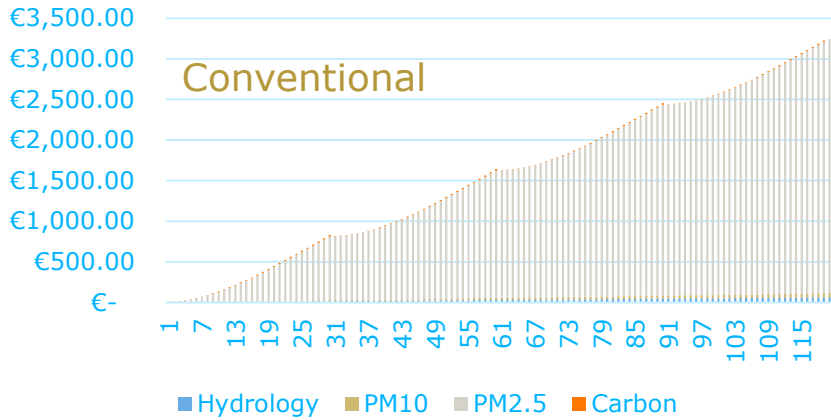
Capillary Irrigated tree	Start (year)	End (year)	Diameter (cm/year)	Tree height (m/year)	Canopy Diameter (m/year)
Phase 1	0	50	1	0.4	0.3
Phase 2	51	80	0.75	0.2	0.1
Phase 3	81	120	0.5	0.05	0.05

Tree height (m), 120 yr, for 4 scenarios

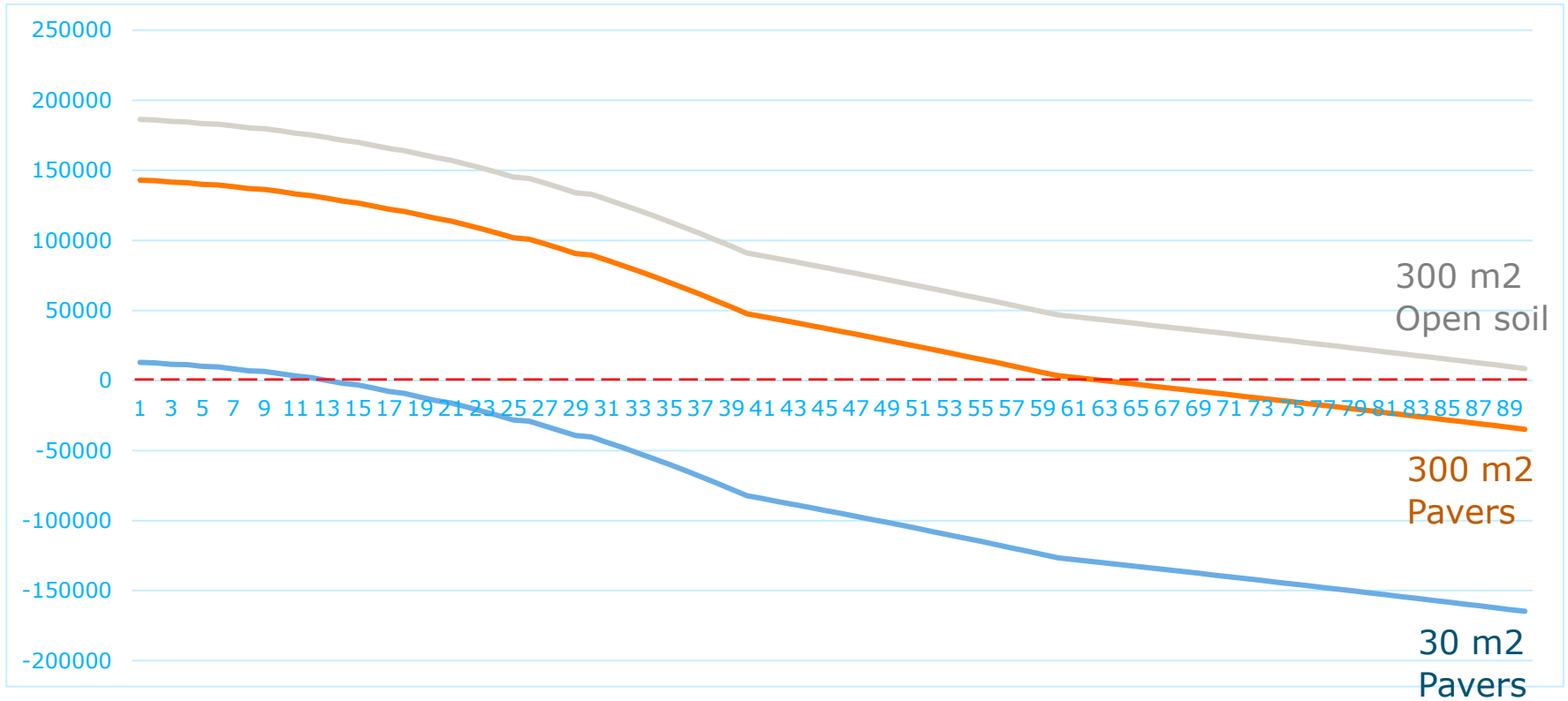


Irrigated Tree – Canopy Surface Area (m2)





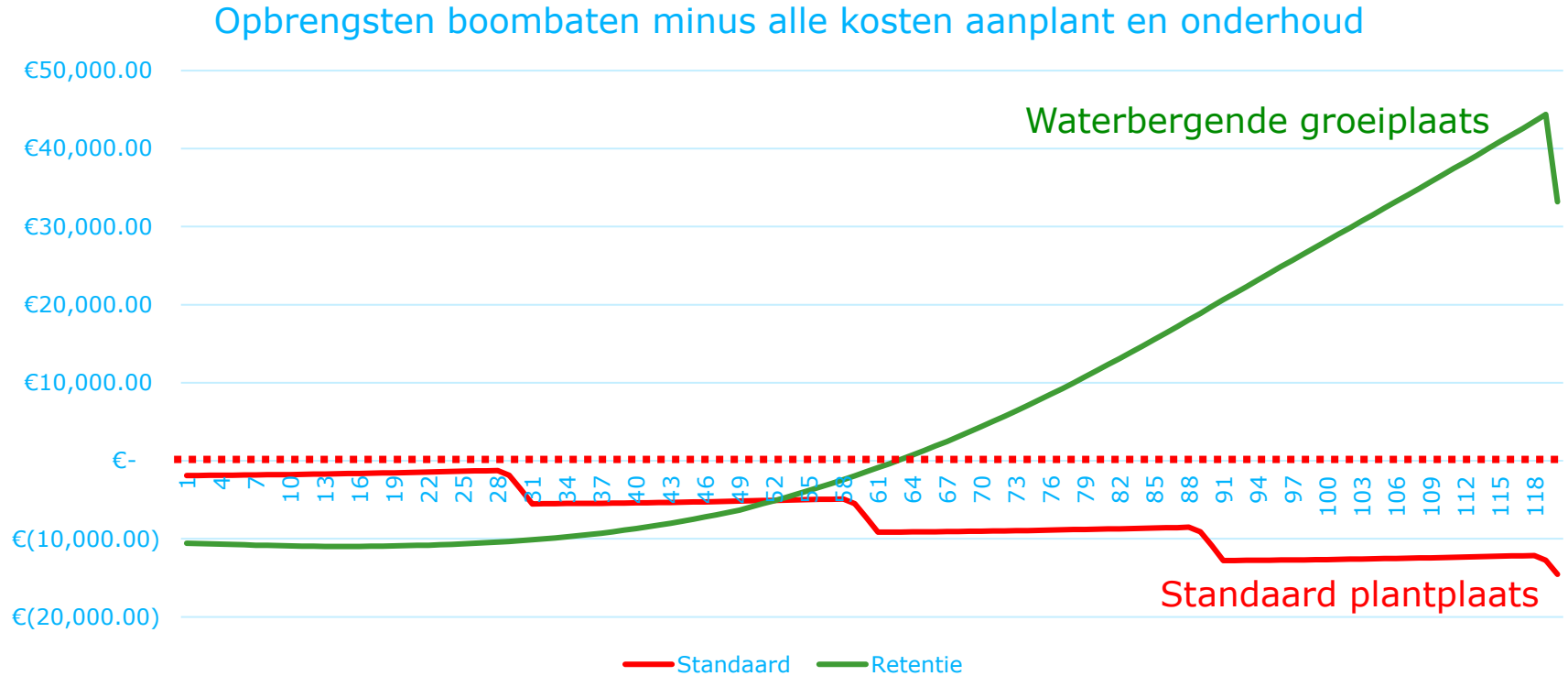
Retention Tree



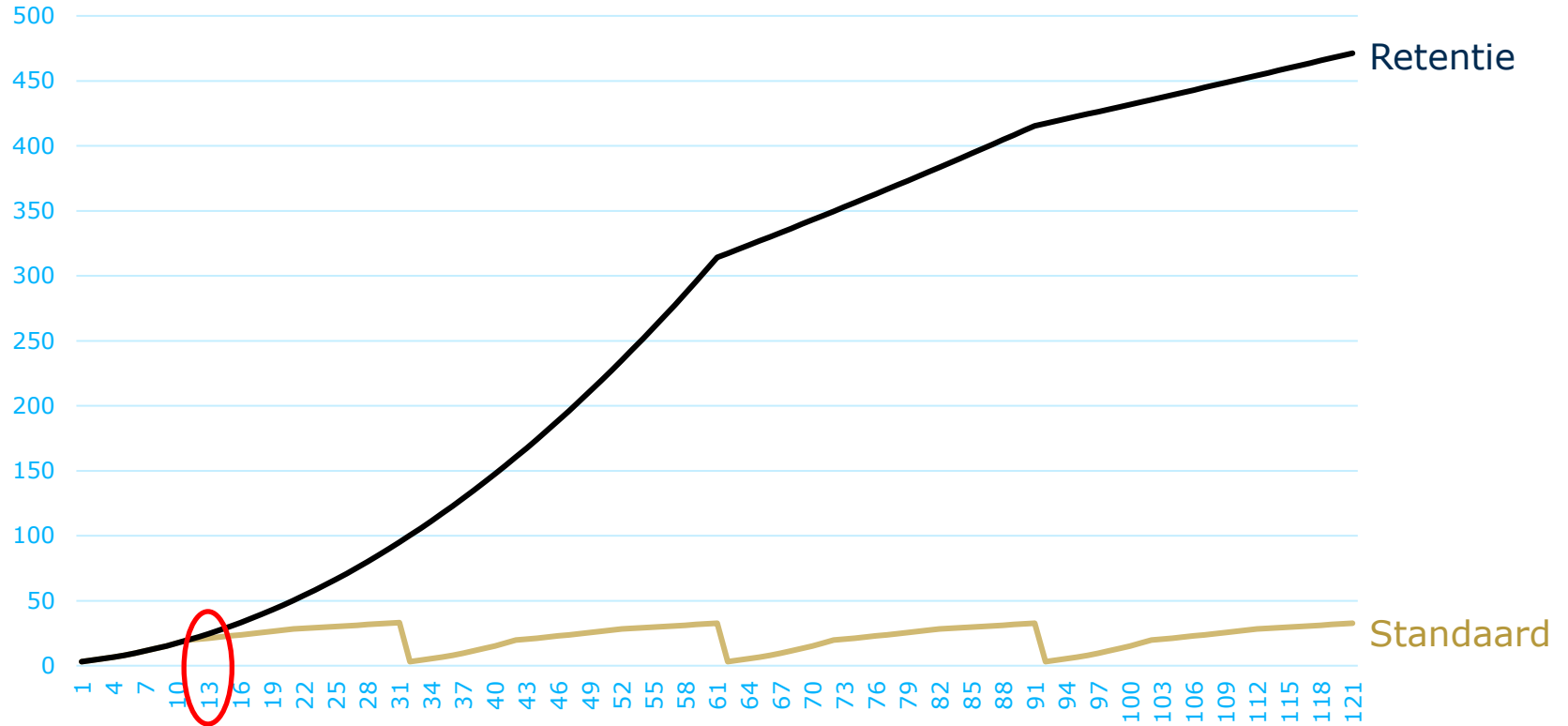
4. Retentieboom (120 jaar)



Break-even point?



Moet ik dan 50 jaar wachten voor ik verschil zie?



TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Eindpunt kosten-batenanalyse groeiplaatsen voor stadsbomen:

- Belangrijkste Conclusie:
 - Investeren in een goede groeiplaats is meer dan de moeite waard
- Belangrijkste maatschappelijke vraag:
 - Verdere financiële opname van de andere baten (gezondheid, vastgoedwaarde, biodiversiteit en koeling) in de functiewaardebepaling

Bomenmodel Utrecht



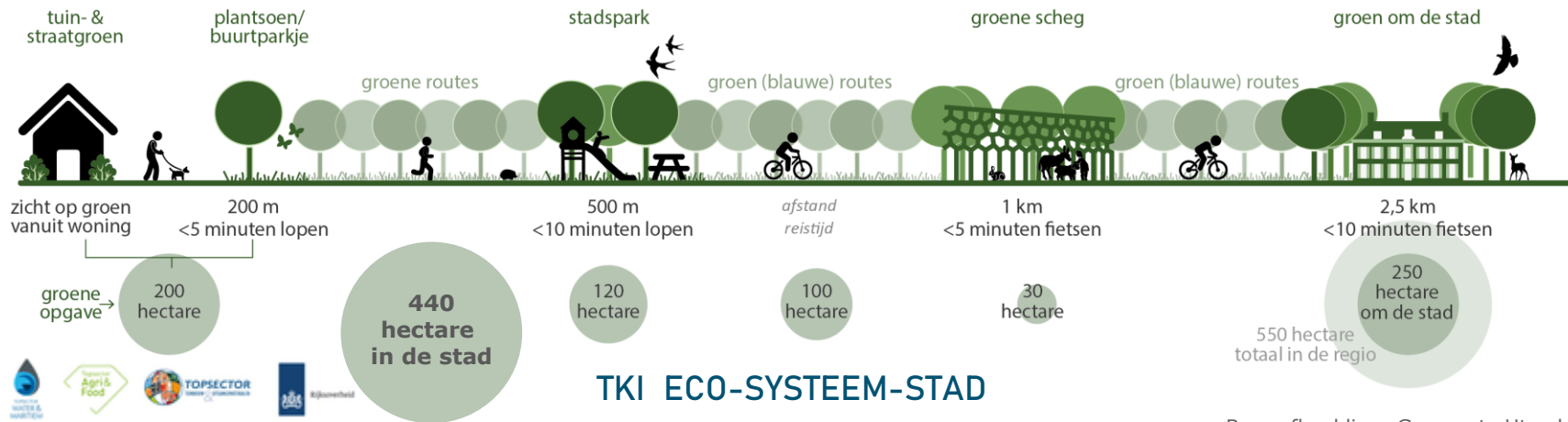
Shannen Dill



Doel van het model

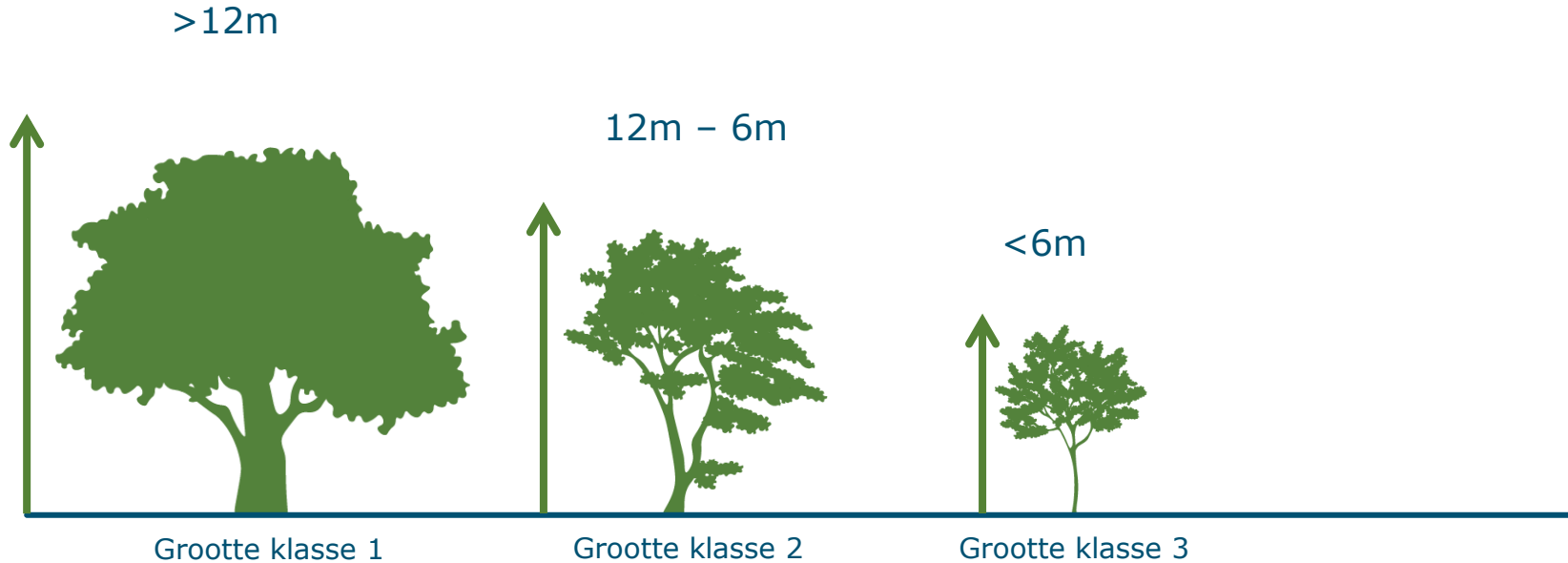
Beter inzicht in de bijgroei van het huidige boombestand en kroonoppervlak

- Hoeveel gaan de bomen de komende jaren groeien?
- Moeten er nog bomen bijgeplant worden om de RSU 2040 (440 ha) doelen te halen?
 - Anno 2020 vergroent Utrecht circa 4-6 ha per jaar
 - Opschalen naar 20 ha extra groen per jaar tot 2040



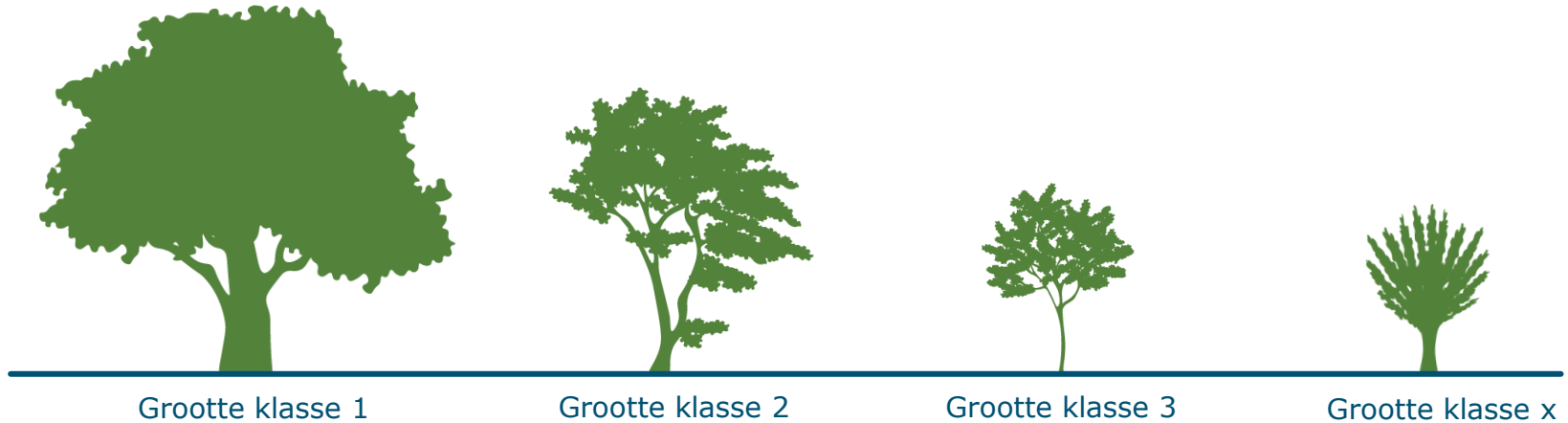
Indelen op grootteklasse 1, 2, 3

In het gemeentelijk bomenbestand wordt gebruik gemaakt van grootteklasse (1,2,3) om op basis van het soort een schatting te maken van de verwachte boomhoogte.



Indelen op grootteklasse 1, 2, 3, x

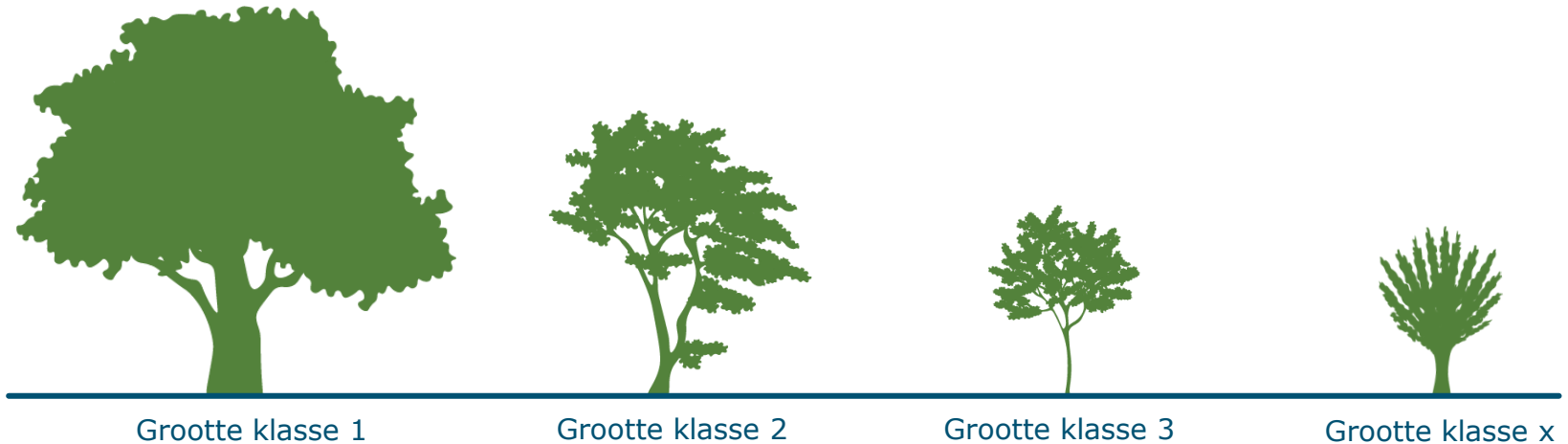
- In het model wordt een extra grootte klasse 'x' toegevoegd
- Deze klasse bevat bomen met de snoeivorm "Knotten" of "Scheren/ Knippen"



Beter in beeld krijgen jaarlijkse bijgroei

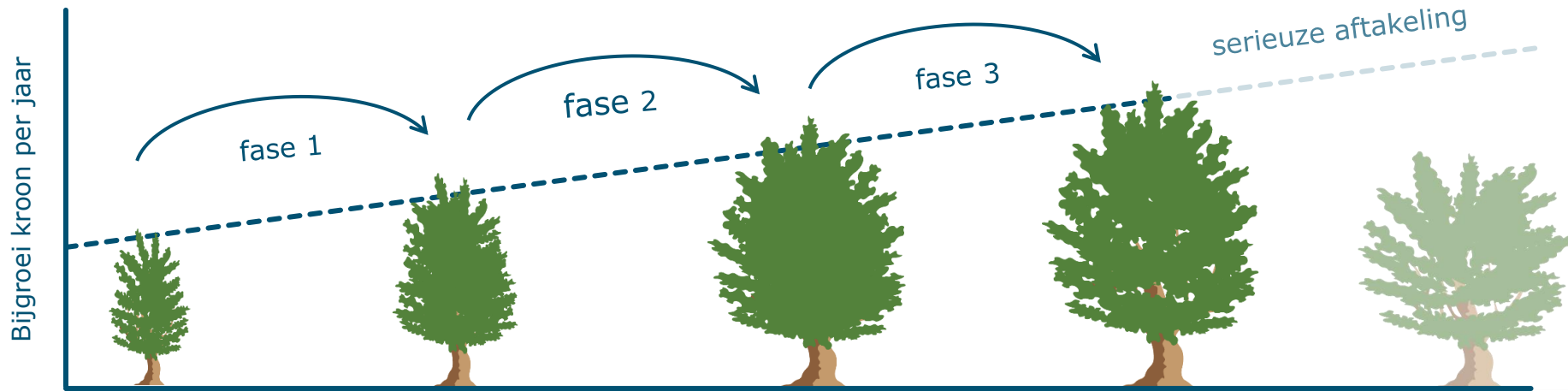
De grootte klasse en leeftijd van een boom hebben invloed op de groeisnelheid van de boomkroon.

1) We koppelen iedere boom aan de boomgrootte-klasse op basis van de in Nederland algemeen gebruikte classificering



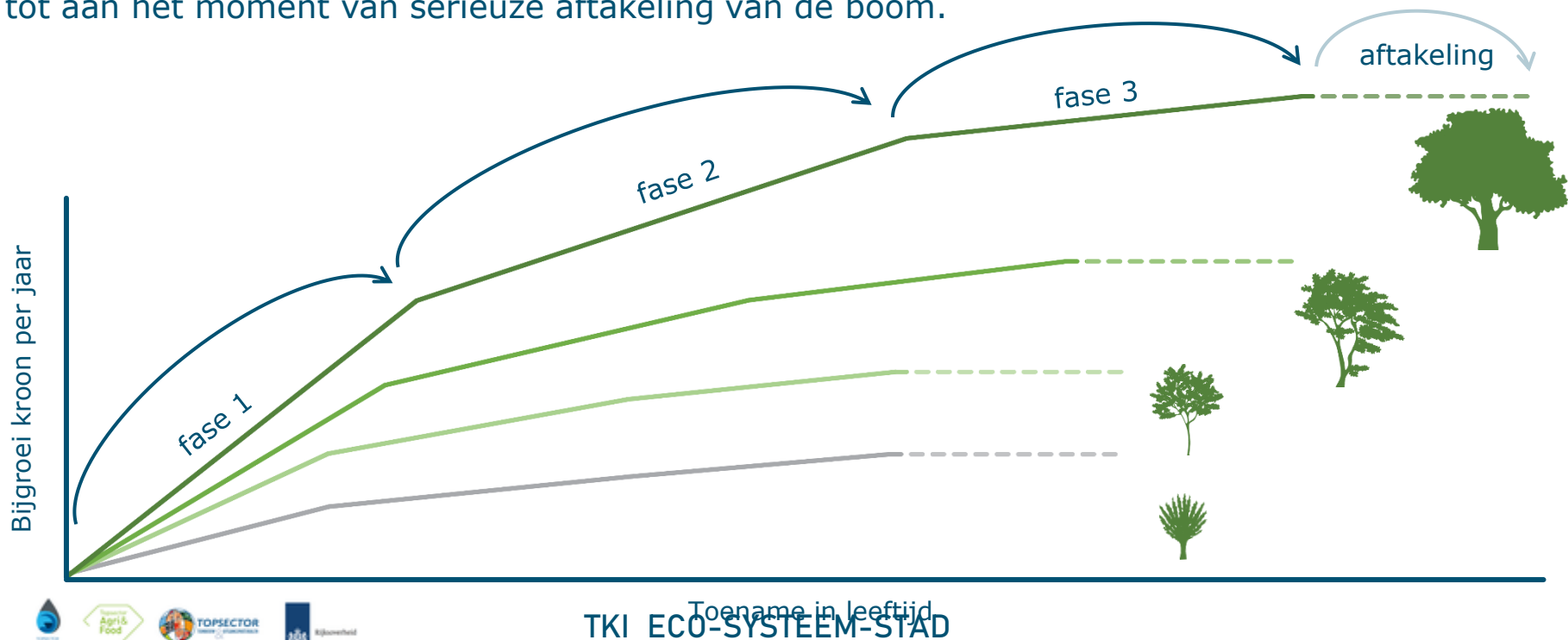
Beter in beeld krijgen jaarlijkse bijgroei

2) We vormen de nu gehanteerde lineaire groei om naar een groeimodel in drie fasen We rekenen tot aan het moment van serieuze aftakeling van de boom.

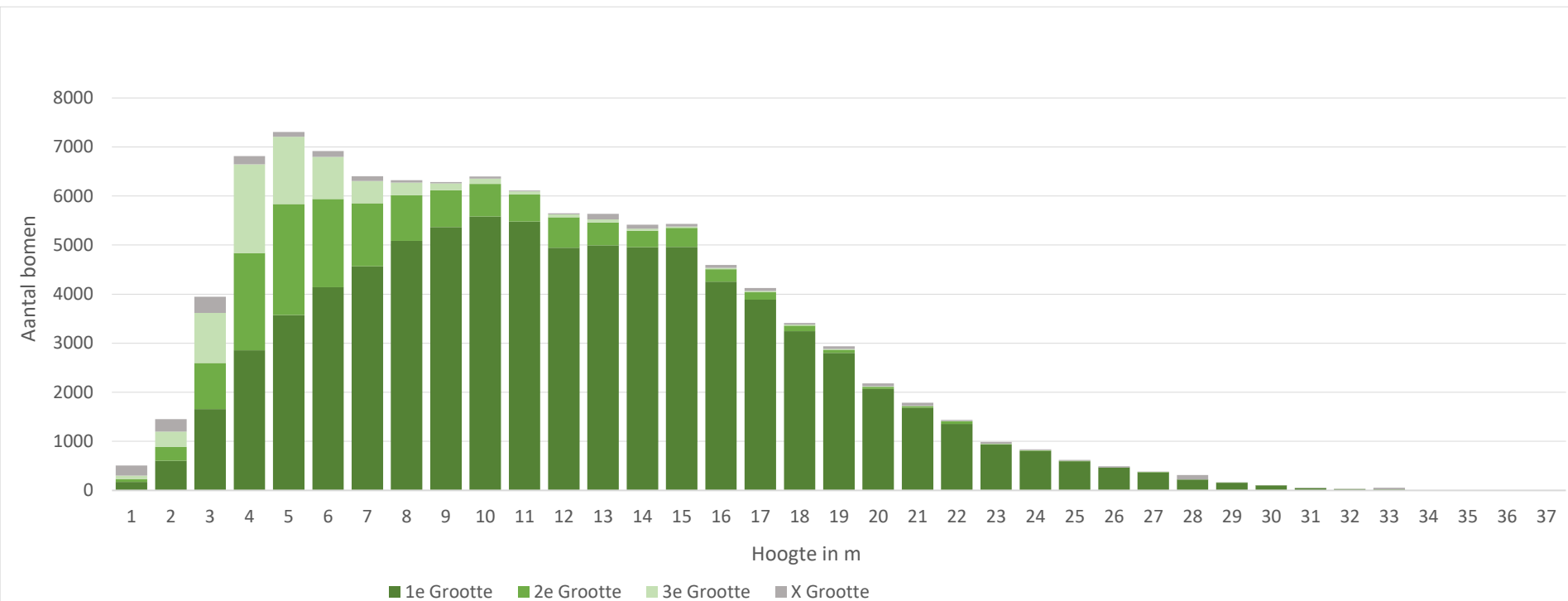


Beter in beeld krijgen jaarlijkse kroon bijgroei

3) De drie fasen in het groeimodel worden bepaald per grootte klasse. Hierbij rekenen we tot aan het moment van serieuze aftakeling van de boom.



Indelen op boomhoogte

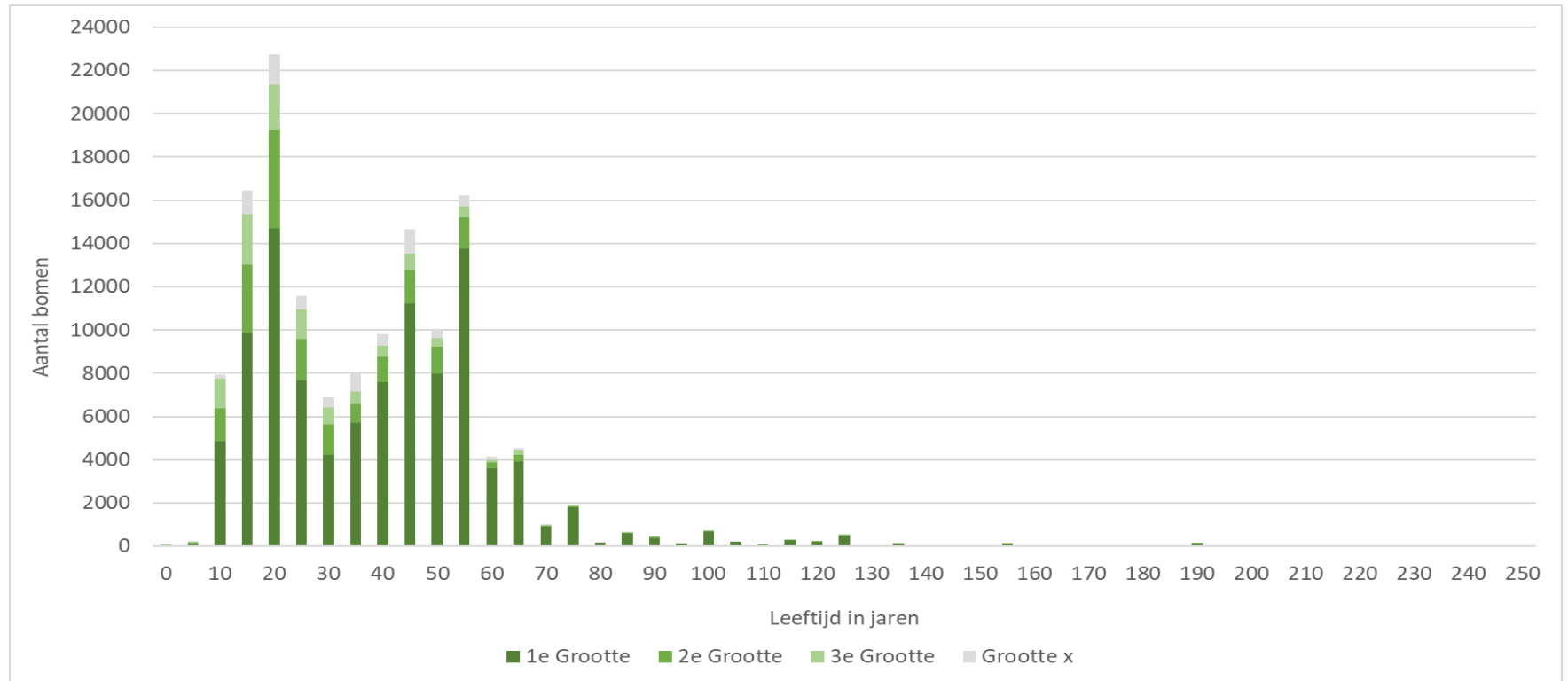


*Bomen met de tekstwaarde "kleiner dan 6m" ontbreken in de grafiek. Dit betreft 34.162 bomen verdeeld over de 4 grootte klasse.



TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Indelen op leeftijd

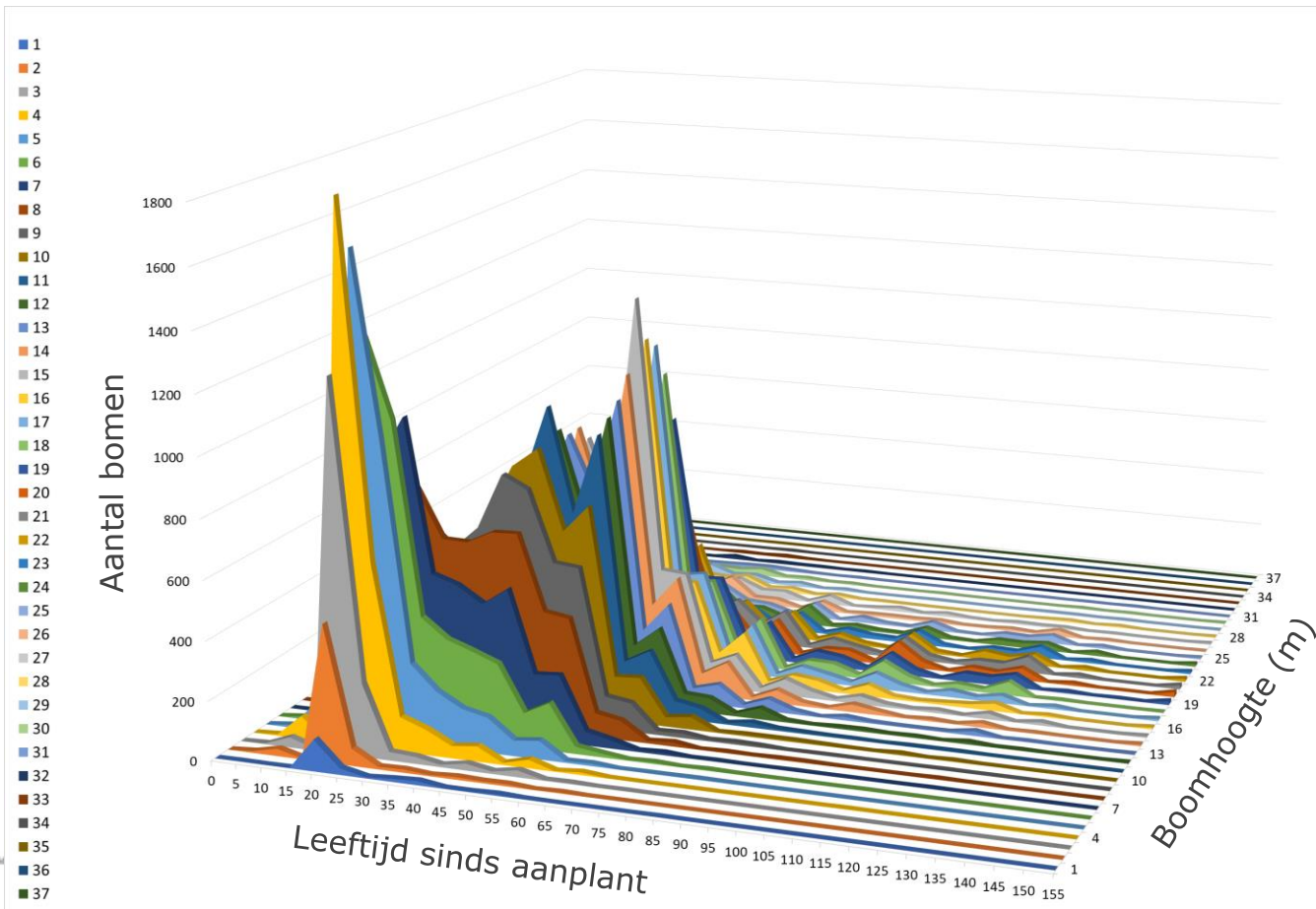


*In het bomenbestand komen bomen voor zonder leeftijd. Deze bomen zijn niet meegenomen in de grootte klasse 1,2,3,x. Dit gaat om 11.376 bomen uit het bomenbestand van 151.342 bomen.

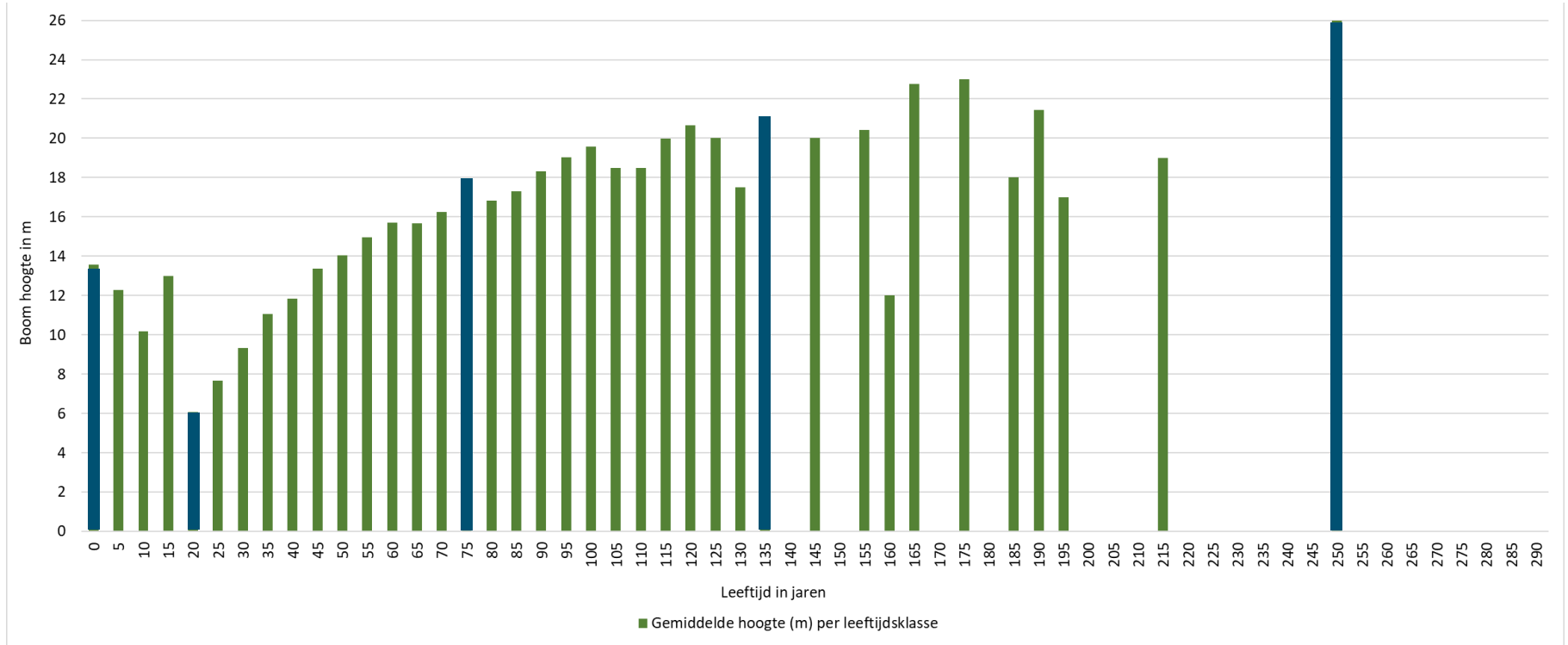
Boomhoogte versus leeftijd & aantal (grootte klasse 1)

Spreiding

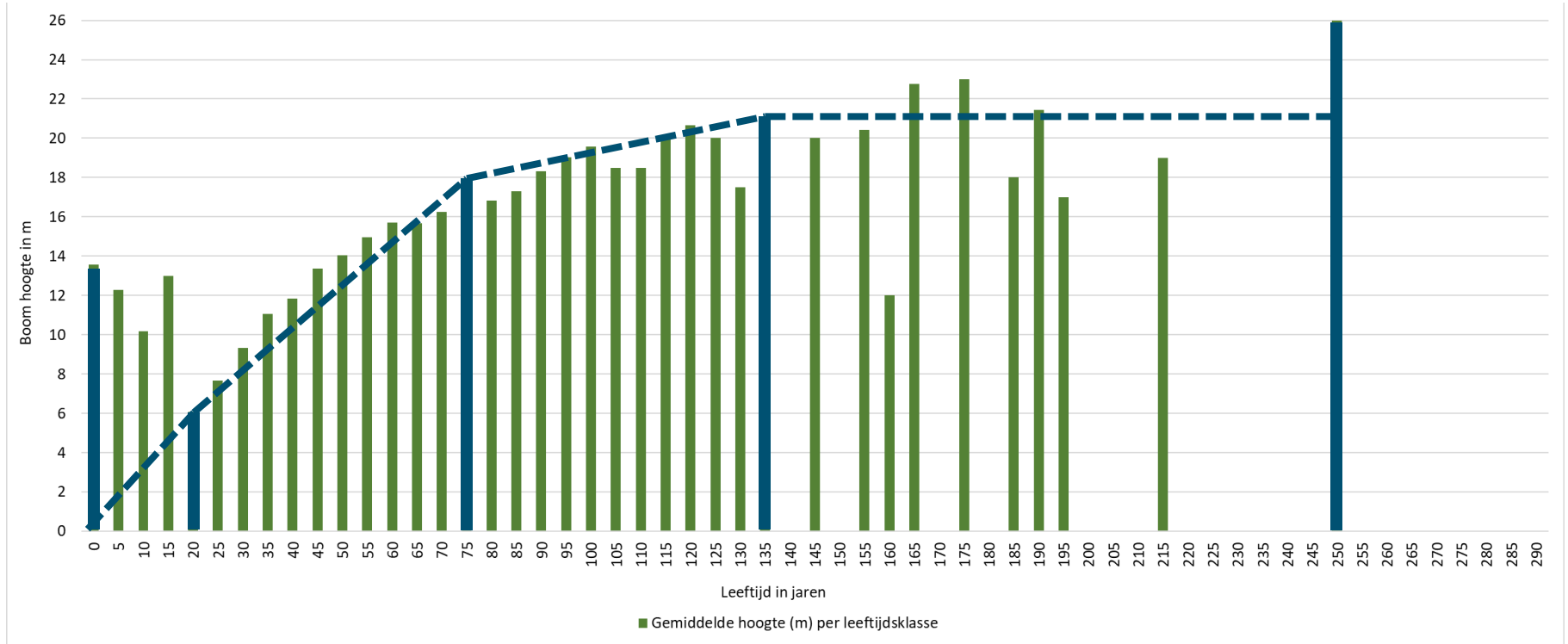
Deze grafiek laat zien hoeveel bomen (z as) er voorkomen bij een bepaalde hoogte (y as) en leeftijd (x as).



Indelen op gemiddelde hoogte per leeftijd

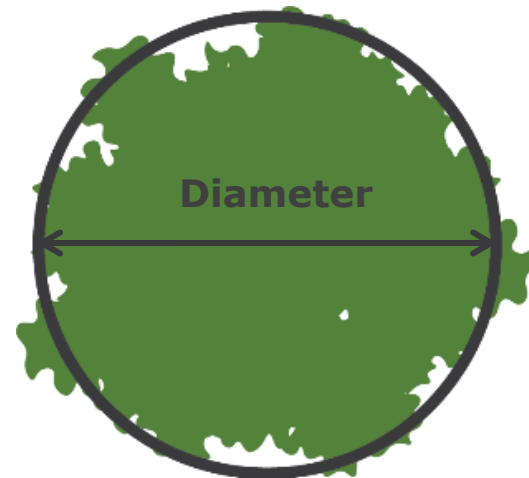


Indelen op gemiddelde hoogte per leeftijd



Bepalen groeifactor per levensfase

Levensfase	Tot leeftijd	Gemiddelde hoogte (m)	Toename diameter kroon (cm/jaar)
Jonge boom	20	6.85	20.89
Volwassen boom	75	12.96	13.91
Oude boom	135	19.01	10.79
Eind fase	250	20.86	0.00



Toekomst scenarios (2040)

De scenario's worden onderverdeeld in normale groeiomstandigheden (BAU) en groeireductie (GR) door oa bouwopgave, klimaatinvloeden, enz.

Scenario normale omstandigheden (BAU)

- Alle bomen worden meegenomen bij het bepalen van de bijgroei
- Bomen zonder groei worden uitgesloten bij het bepalen van de bijgroei


Groeireductie (*reductie van 10% van de kroon bijgroefactor*)

- Alle bomen worden meegenomen bij het bepalen van de bijgroei
- Bomen zonder groei worden uitgesloten bij het bepalen van de bijgroei

Wat hebben we geleerd

- Steden vergroenen begint bij het behoud van bestaande bomen
- Juist volwassen bomen dragen veel qua kroonoppervlak
- Het duurt lang voordat jonge aanplant echt bijdraagt aan kroonvolume
- Houdt rekening met uitval van bomen bij groendoelen





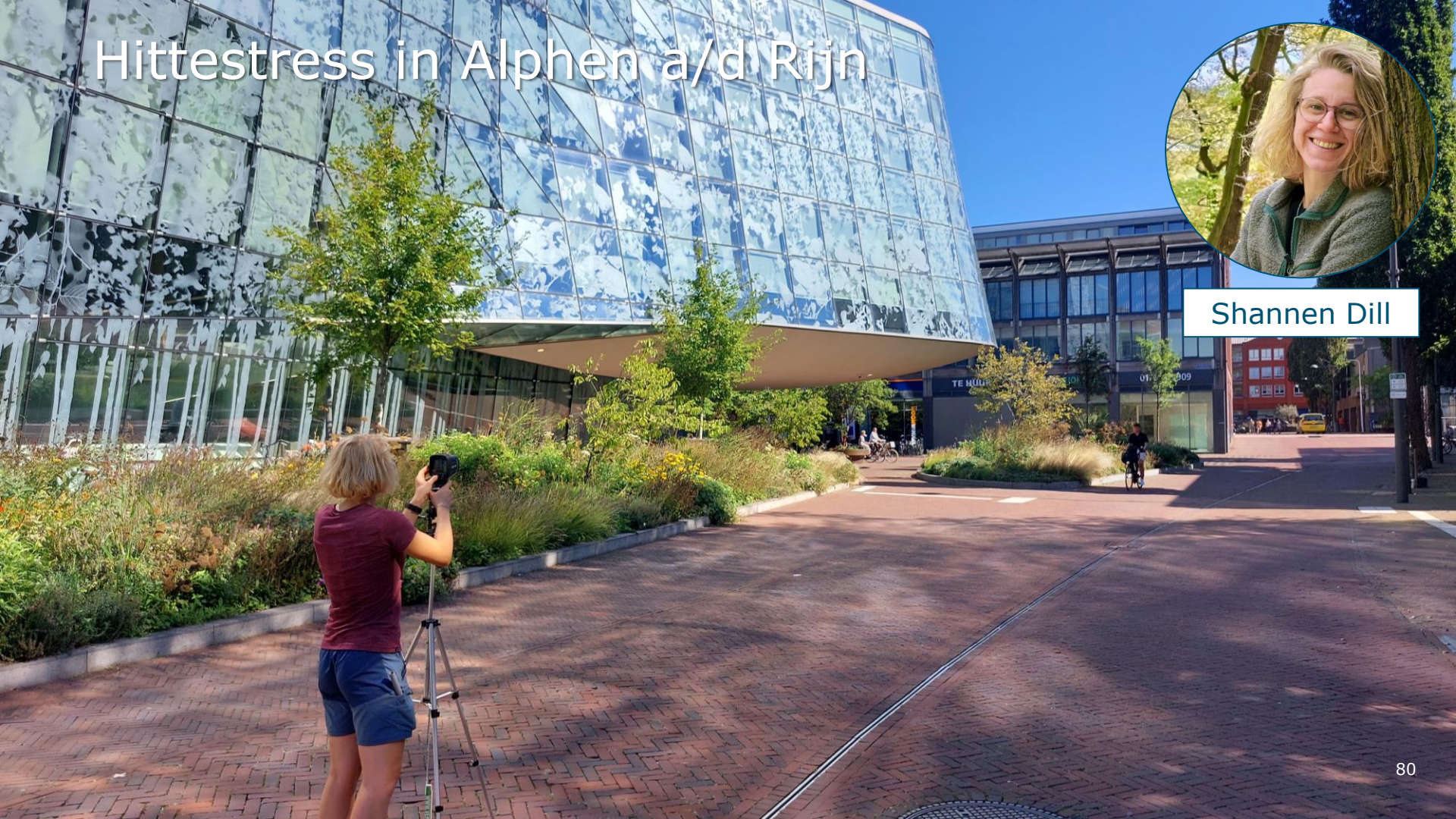
Project TKI Eco-System-Stad

Deze informatie is Alleen bestemd voor Rijkswaterstaat en is wettelijk beschermd.

Hittestress in Alphen a/d Rijn



Shannen Dill



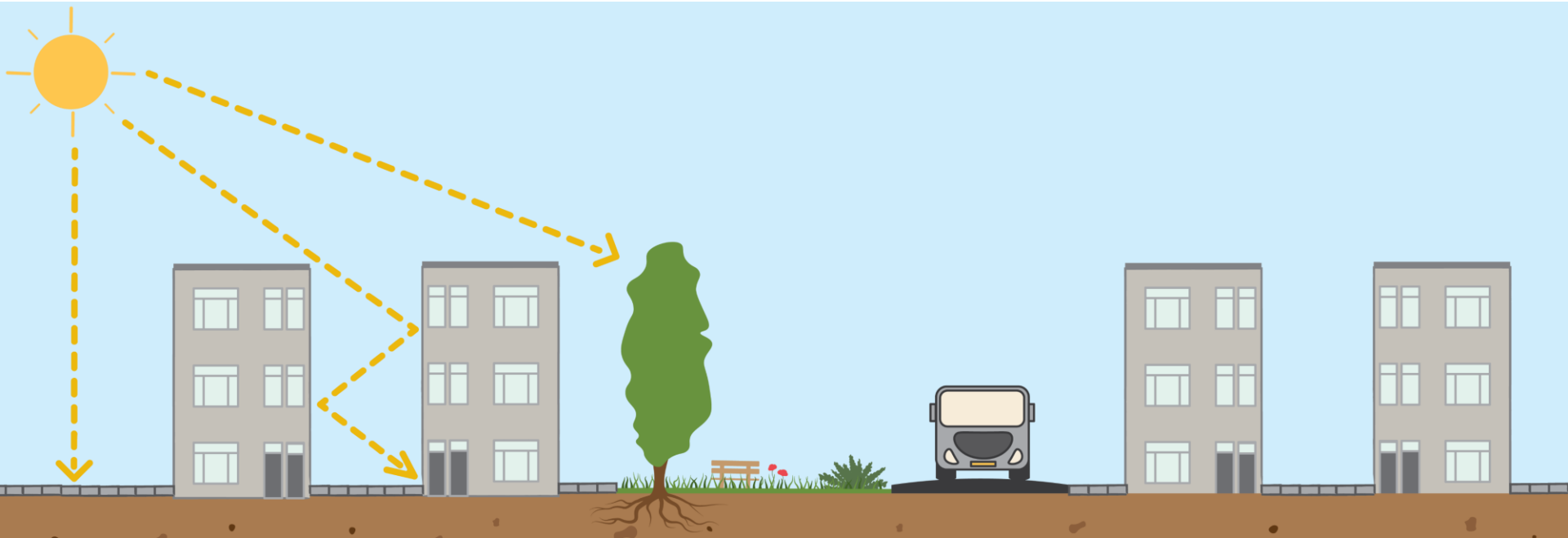
Hitte in de stad

De stedelijke inrichting heeft invloed op de mate van hitte



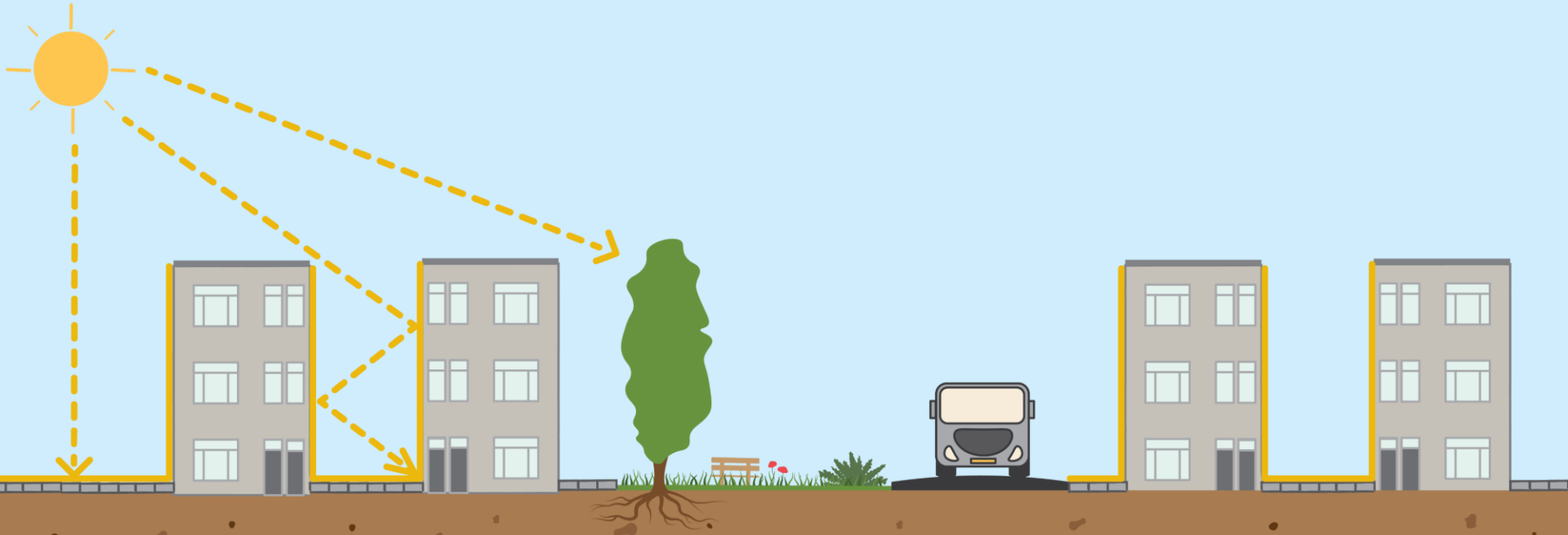
Hitte in de stad

Meer opname zonnestraling



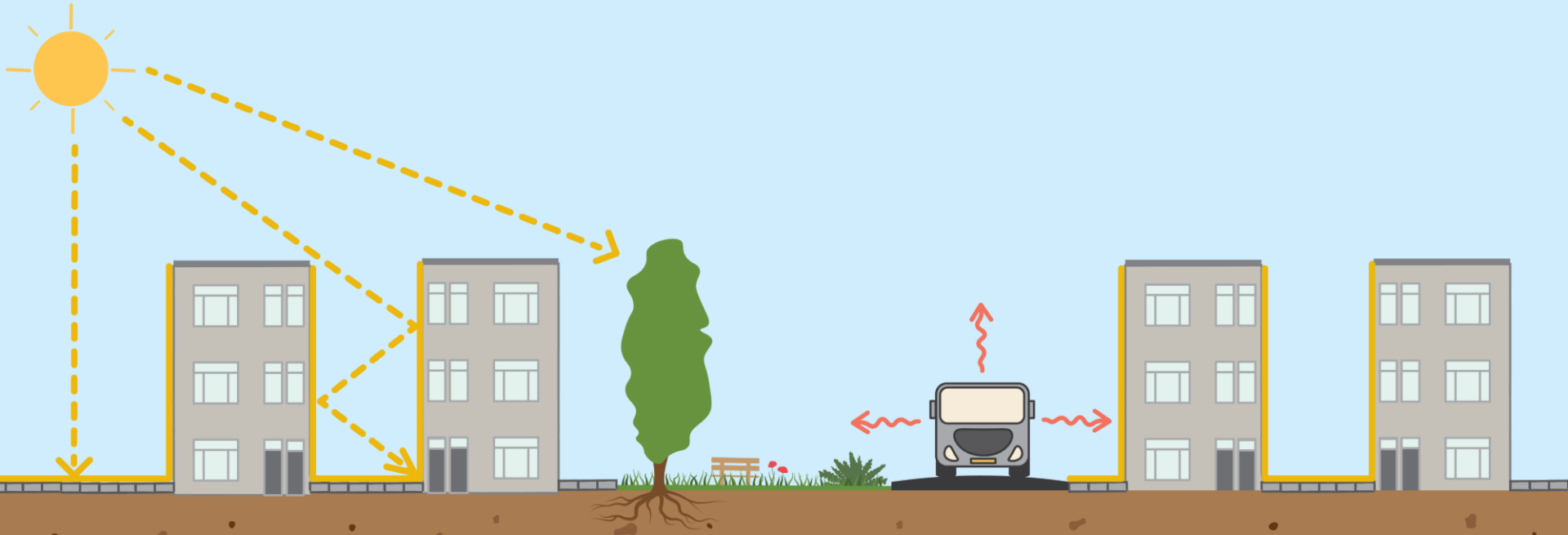
Hitte in de stad

Opslag warmte in bouwmaterialen



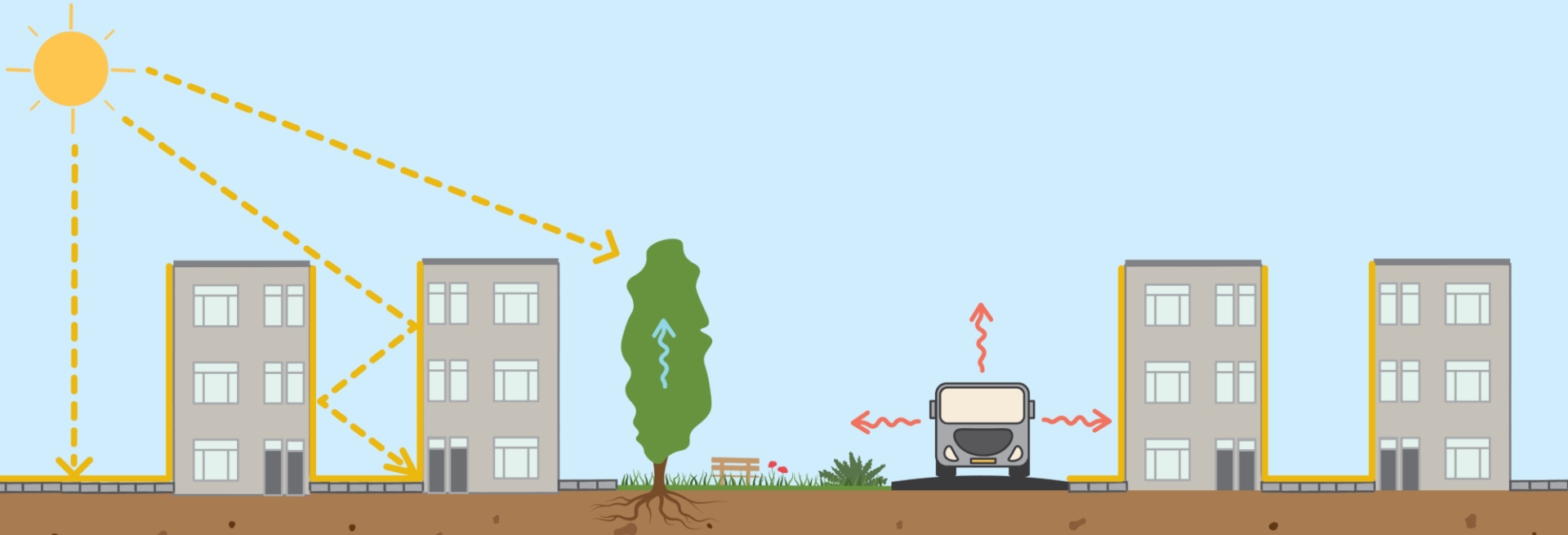
Hitte in de stad

Extra warmte door menselijke activiteiten



Hitte in de stad

Minder vegetatie = minder verdamping



Hitte in de stad

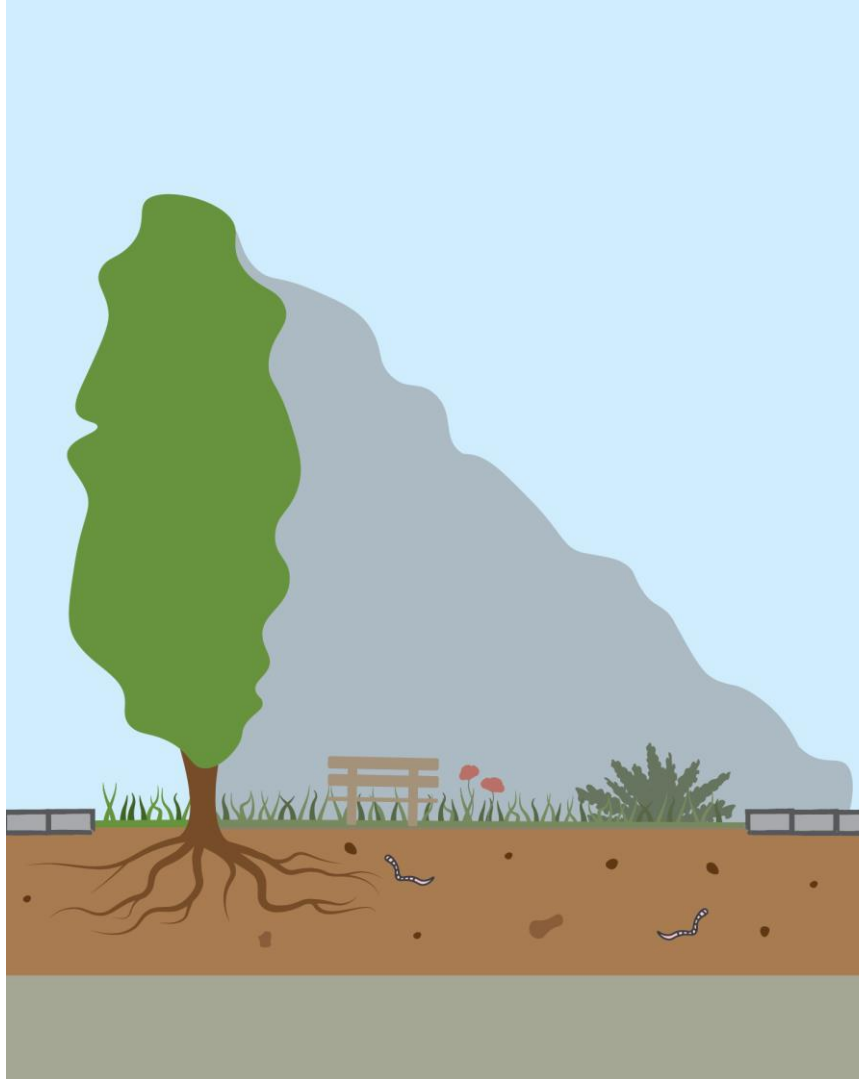
De opgeslagen warmte komt ook weer vrij



De invloed van groen

- Schaduw
- Verdamping

Maar hoeveel koeler is dat groen nu echt?





Meten is weten

De meetlocaties in Alphen aan den Rijn



Rijnplein



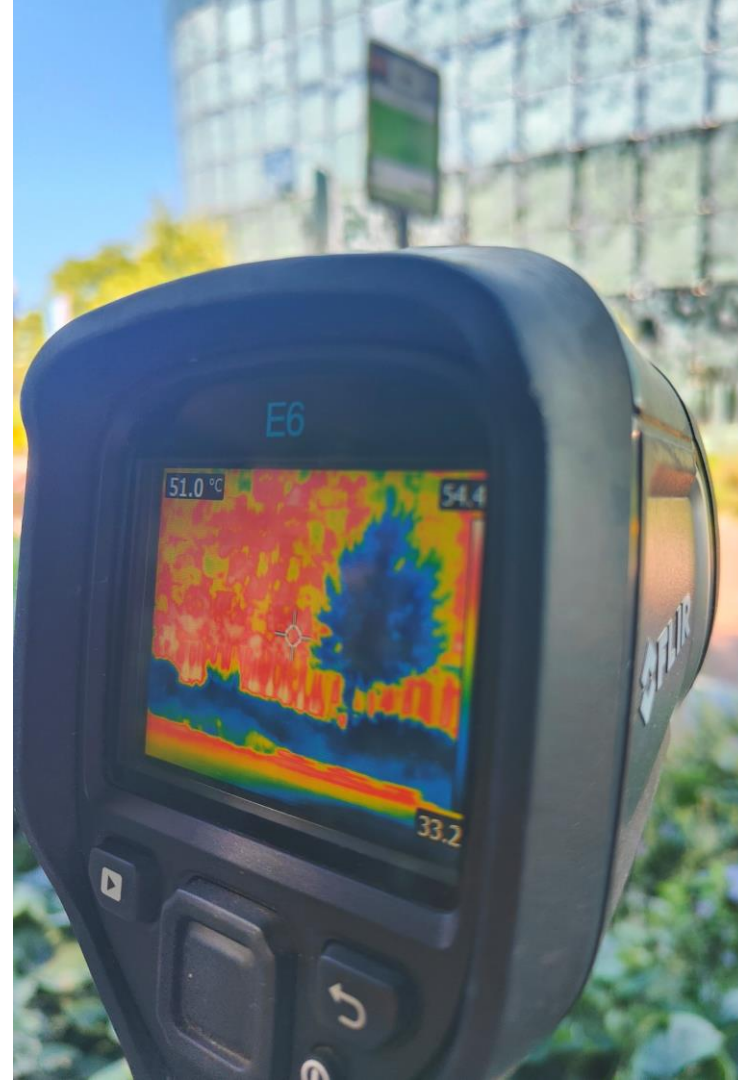
Groenstrook



De beuken

Een foto zegt meer dan ...

- Warmte zichtbaar maken
- Meer grip op data
- Koelte plekken
- Warmte plekken



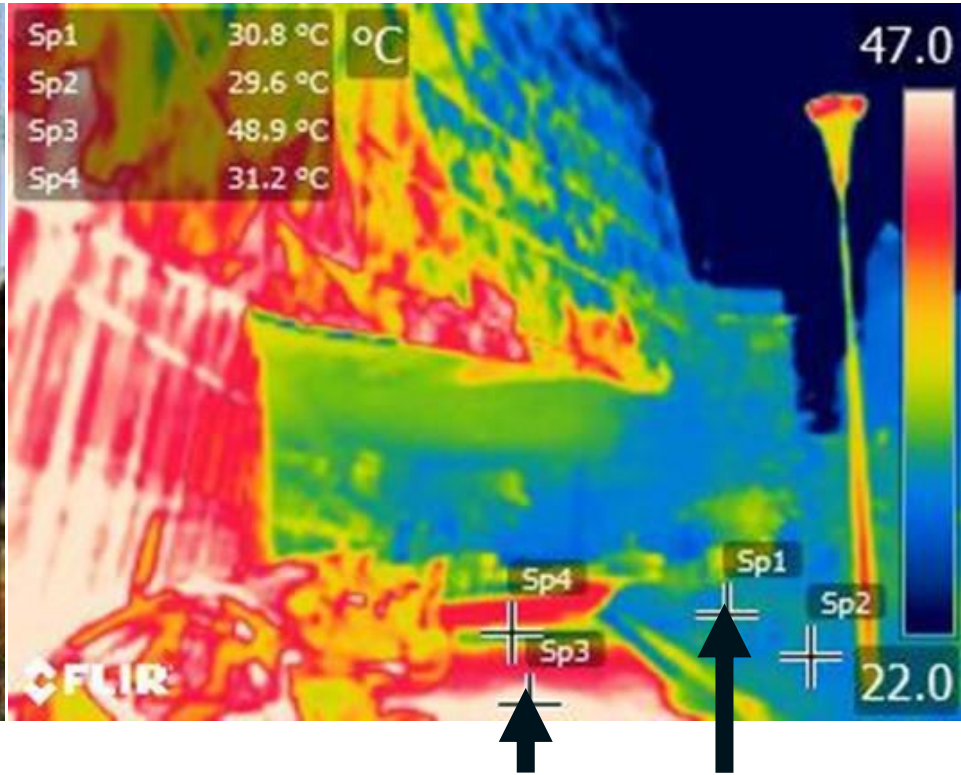
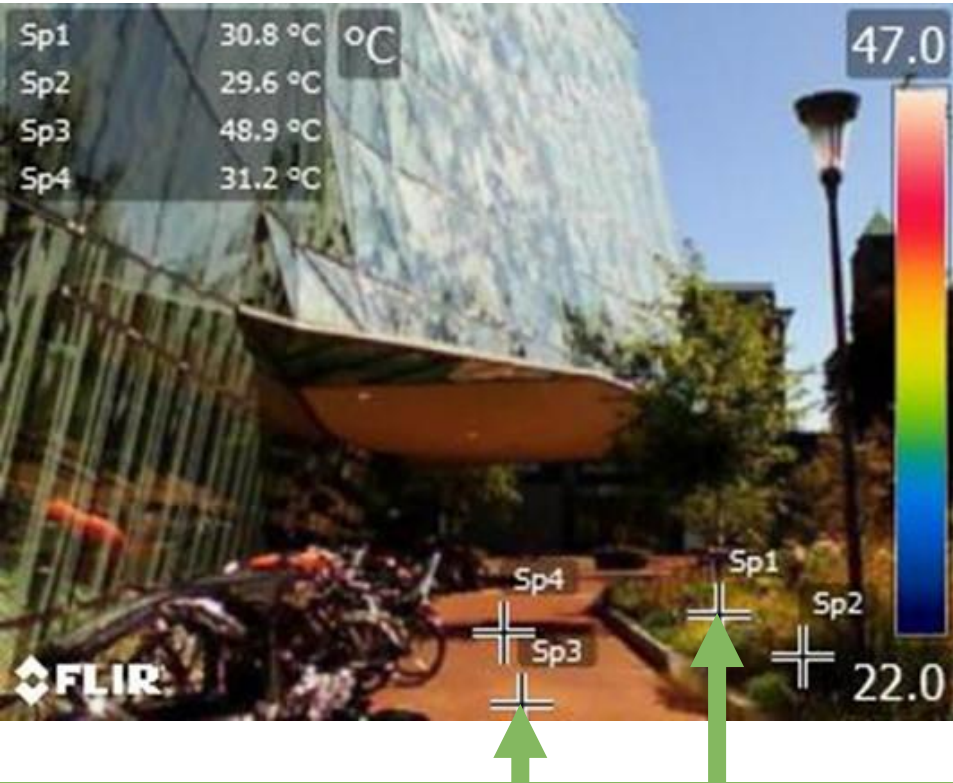
De groenstrook

Locatie kenmerken:

- Invloed glazen gevel
- Relatief veel invloed van wind
- Het groen is nog relatief laag



De groenstrook 2023



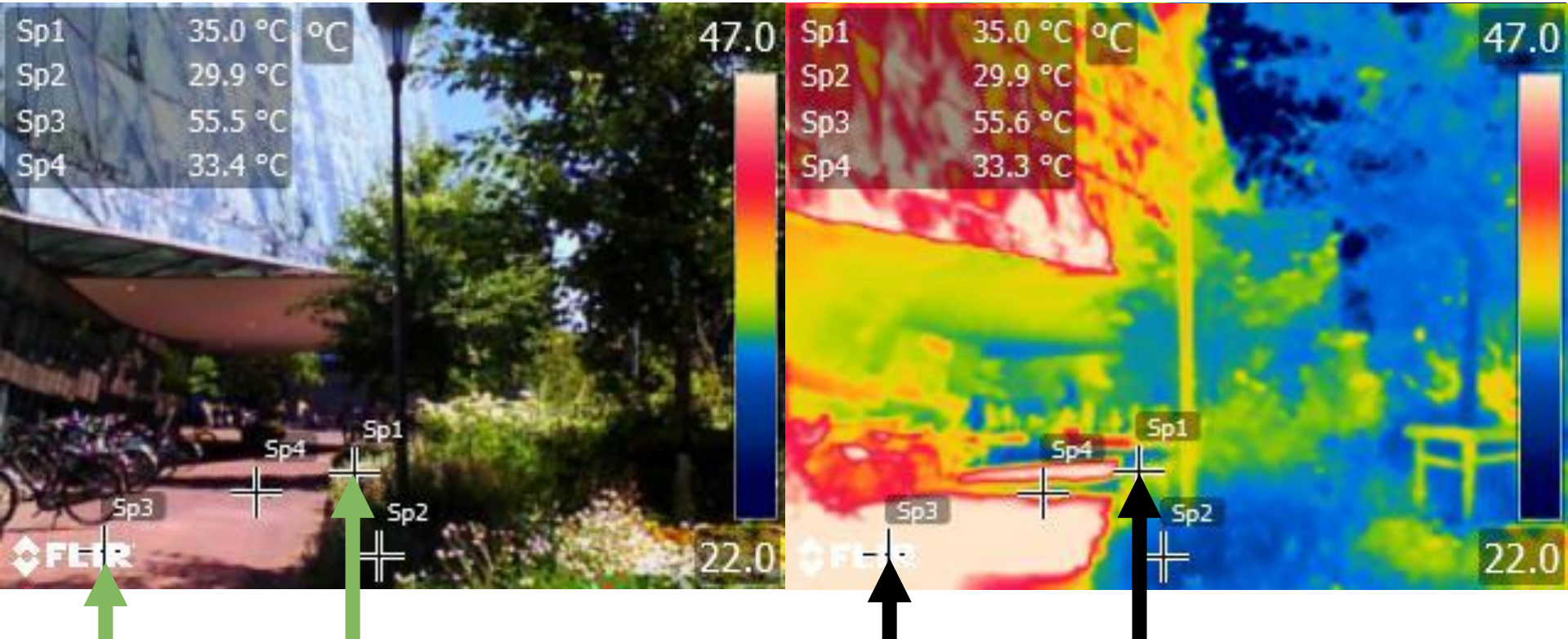
Verskil bestrating en vegetatie in de zon loopt op tot 15 °C

De groenstrook 2023 versus 2024



De groenstrook is volop aan het groeien

De groenstrook 2024

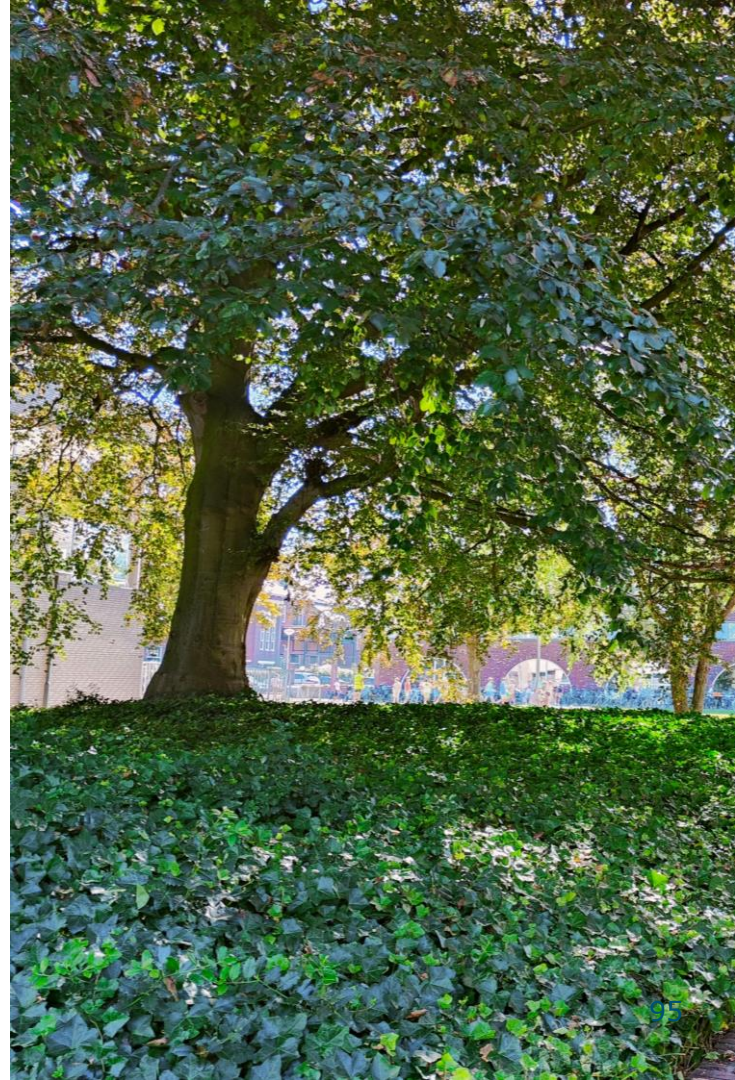


Verskil bestrating en vegetatie in de zon loopt op tot 20 °C

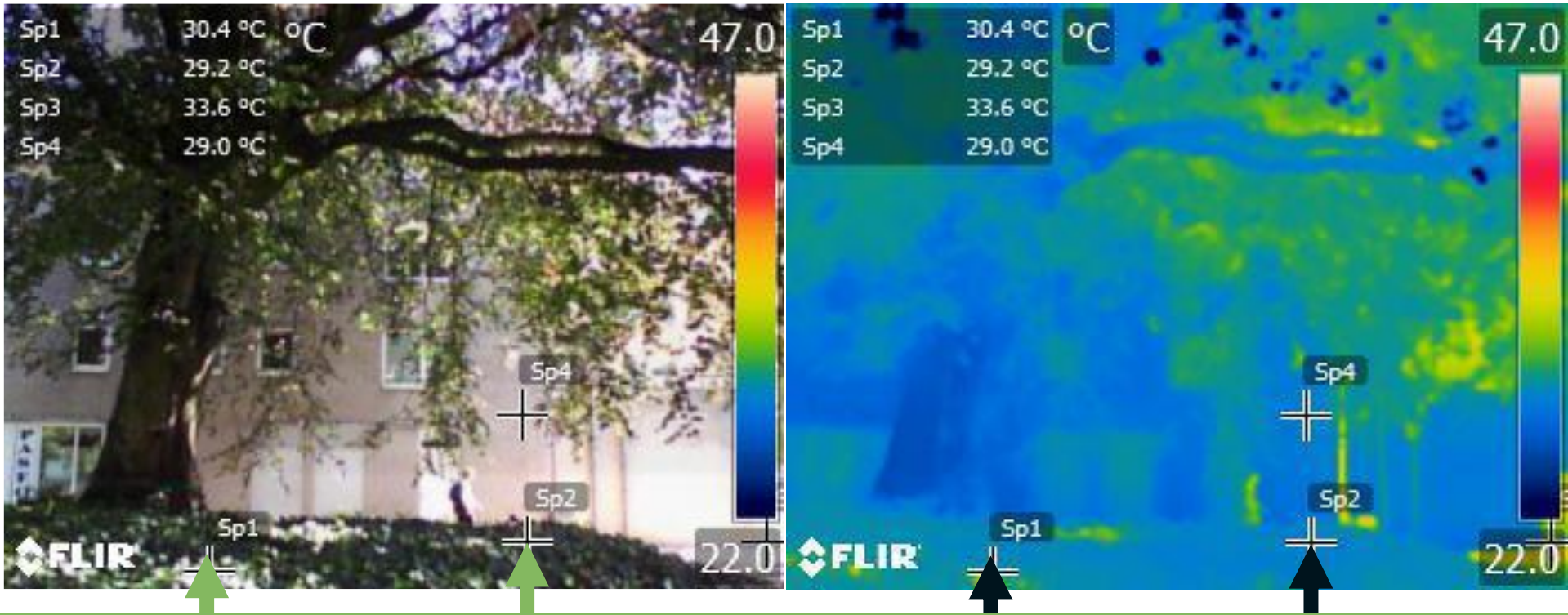
De beuken

Locatie kenmerken:

- Hoog groen
- Grote boomkroon
- Schaduwrijk
- Beschut van wind



De beuken



Temperatuur blijft onder de 31°C in het groen

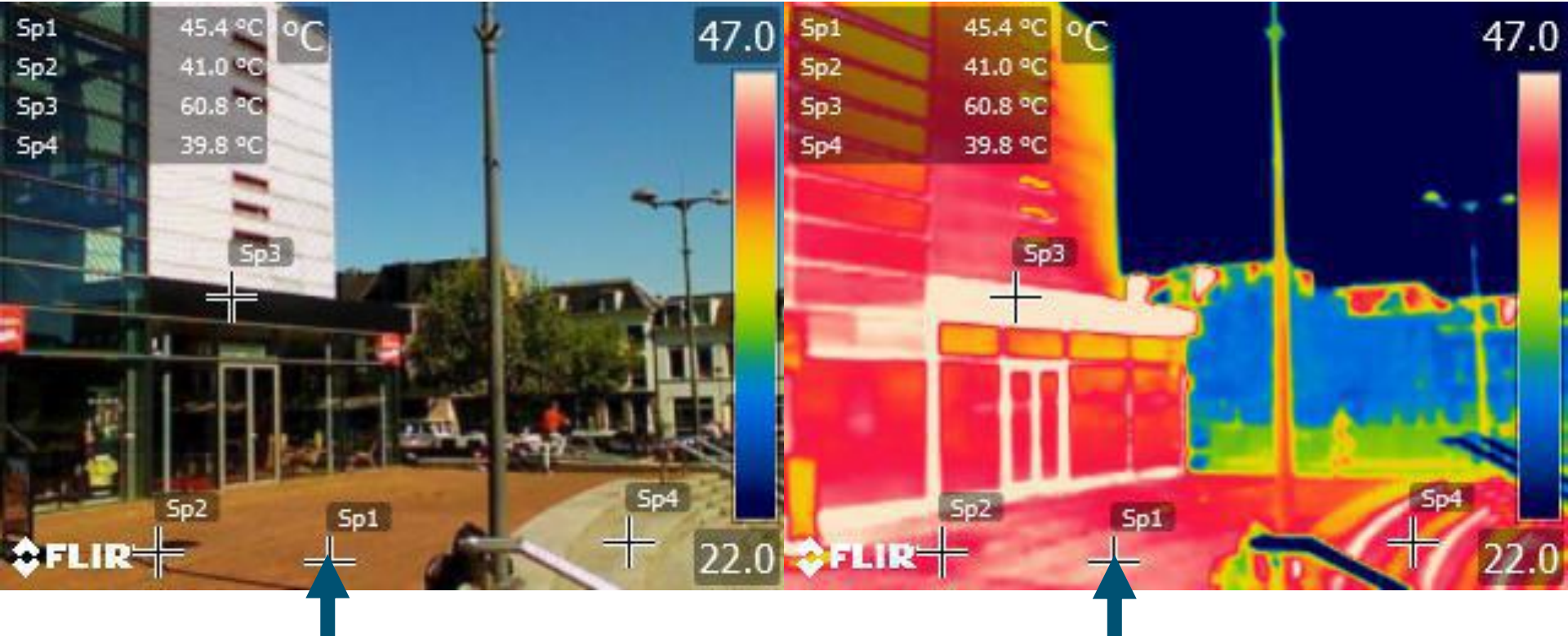
Het Rijnplein

Locatie kenmerken:

- Relatief veel invloed van wind
- Veel bestrating
- Reflectie van vanuit het gebouw



Het Rijnplein



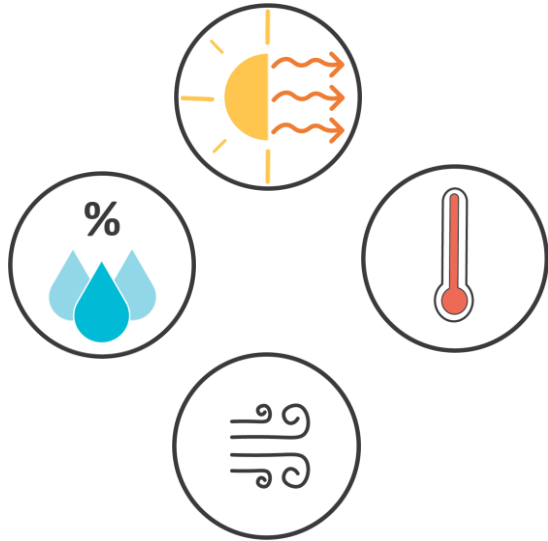
De oppervlaktetemperatuur loopt op tot ruim 45 °C



Meten is weten

Hittestress bepalen

Meteo
variabelen



Fysiologische
variabelen

&

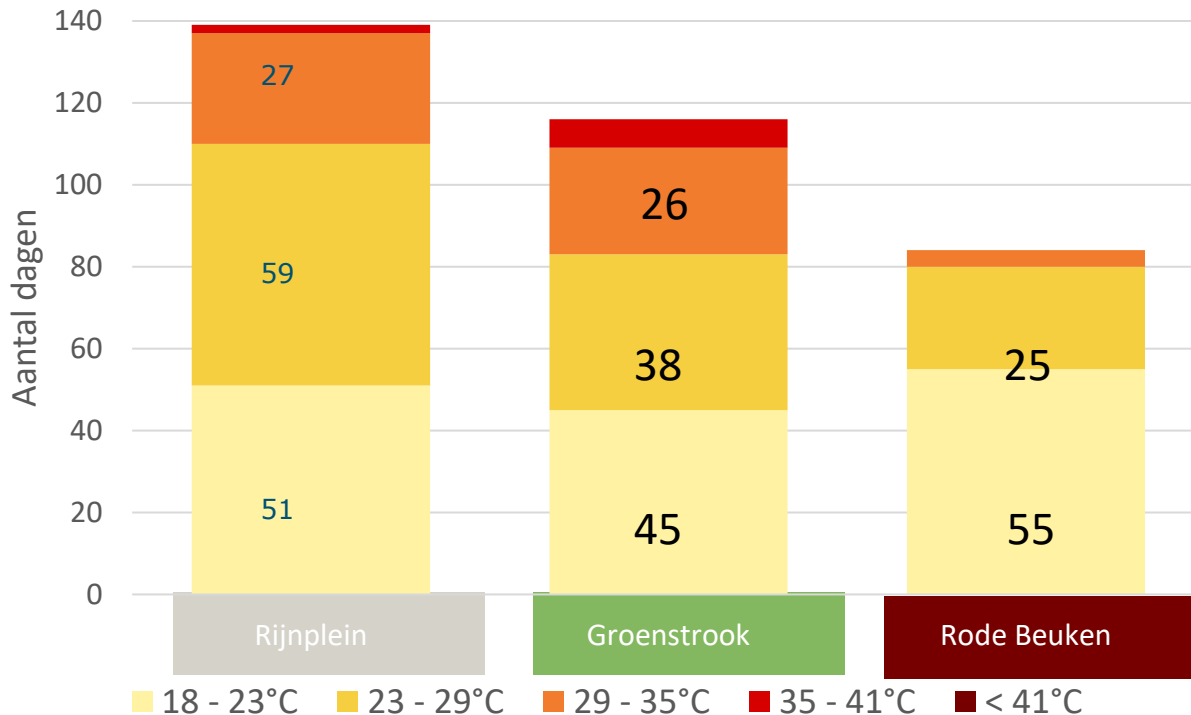


Physiological Equivalent
Temperature (PET)



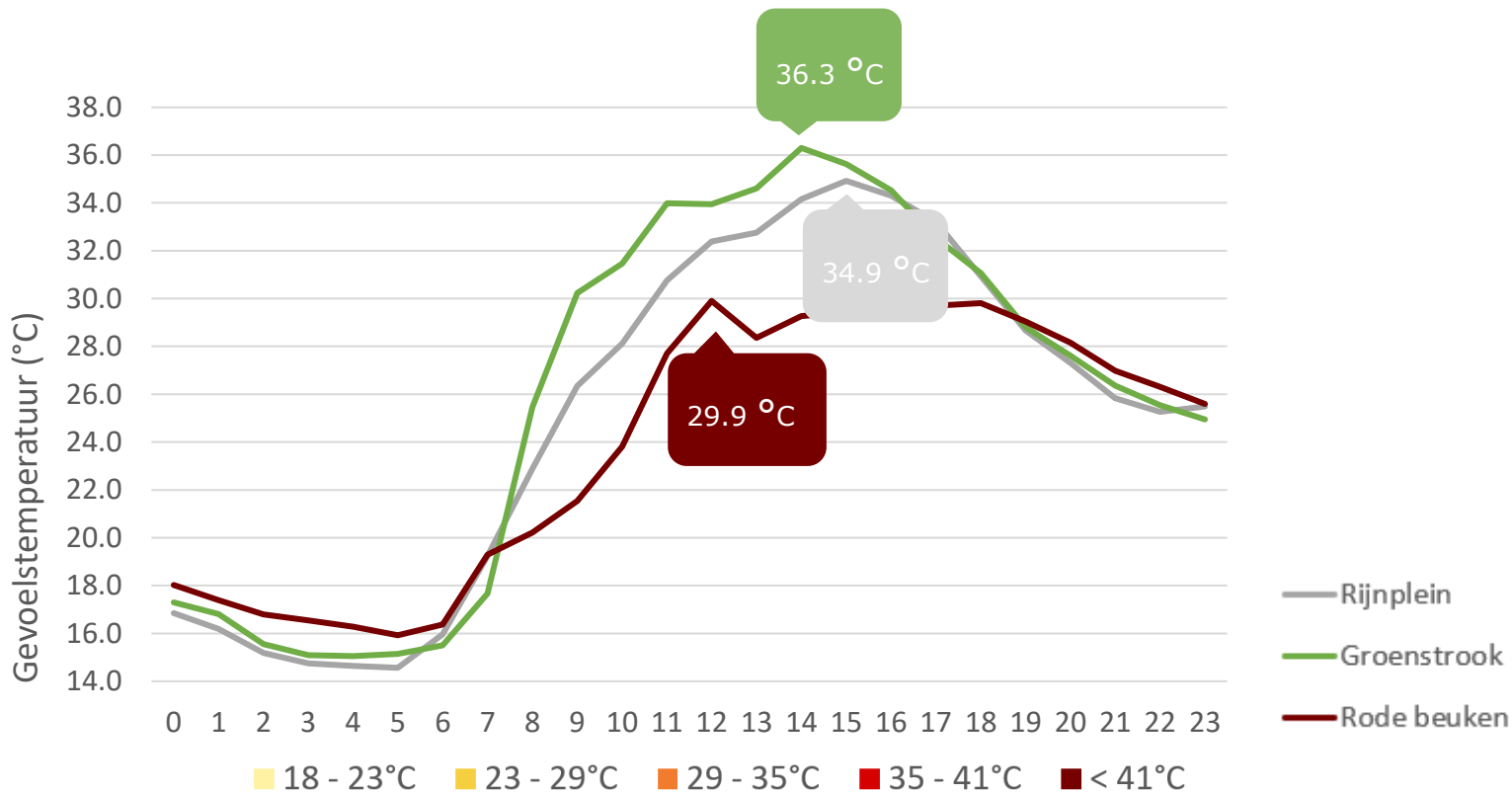
PET (°C)	Mate van hittestress
18 - 23	Geen hittestress
23 - 29	Lichte hittestress
29 - 35	Matige hittestress
35 - 41	Grote hittestress
< 41	Extreme hittestress

Aantal dagen met hittestress per locatie



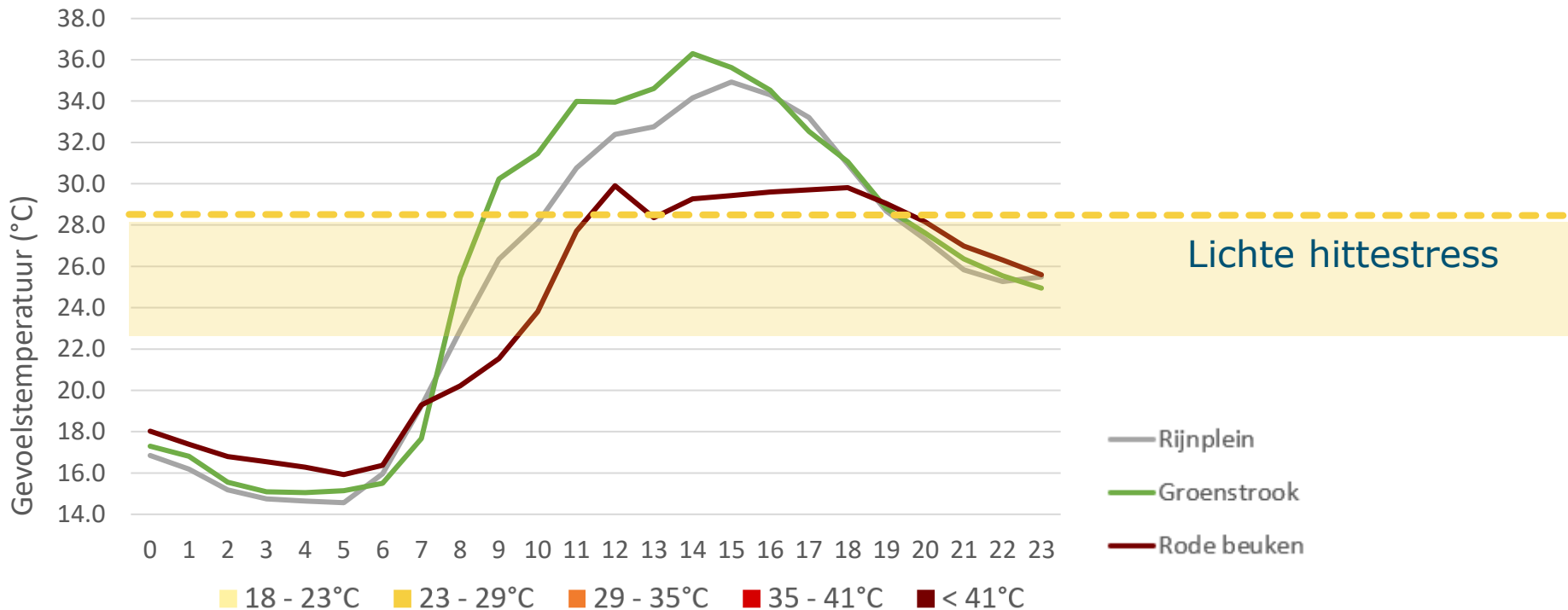
PET (°C)	Mate van hittestress
18 - 23	Geen hittestress
23 - 29	Lichte hittestress
29 - 35	Matige hittestress
35 - 41	Grote hittestress
< 41	Extreme hittestress

Gevoelstemperatuur



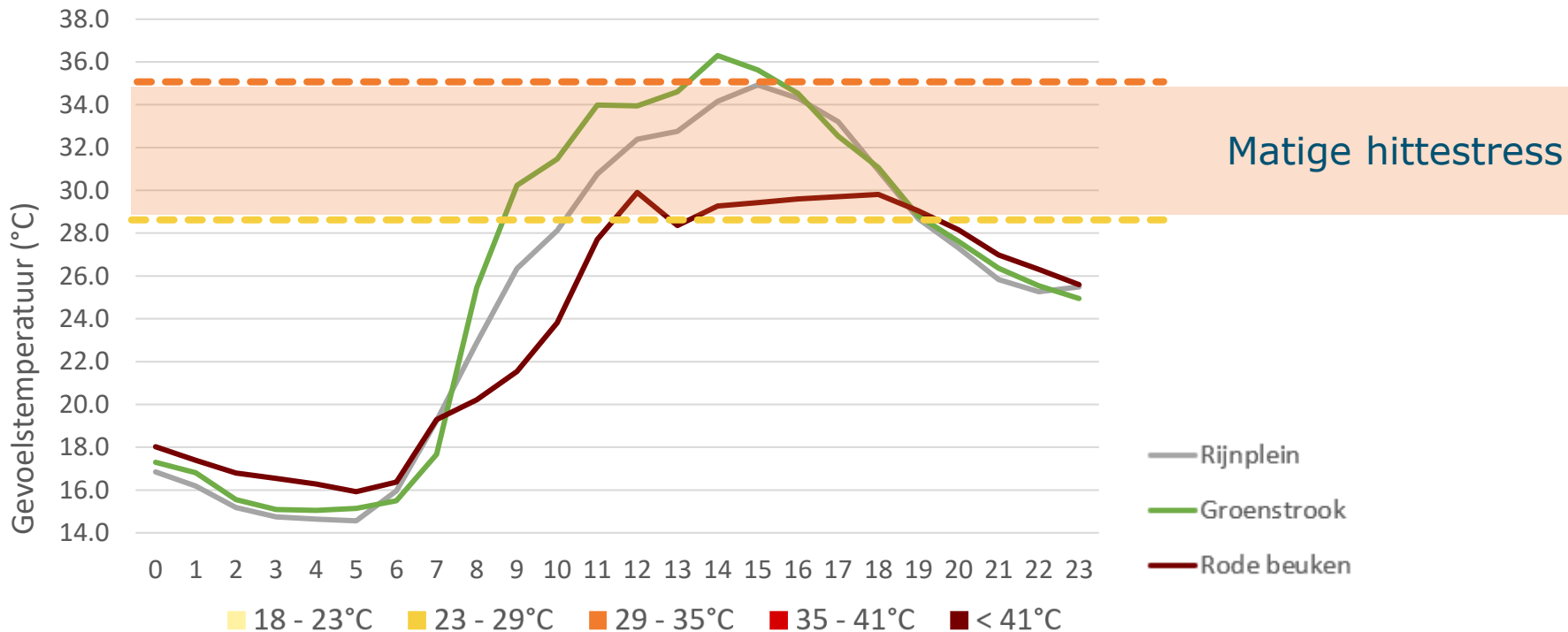
TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Gevoelstemperatuur



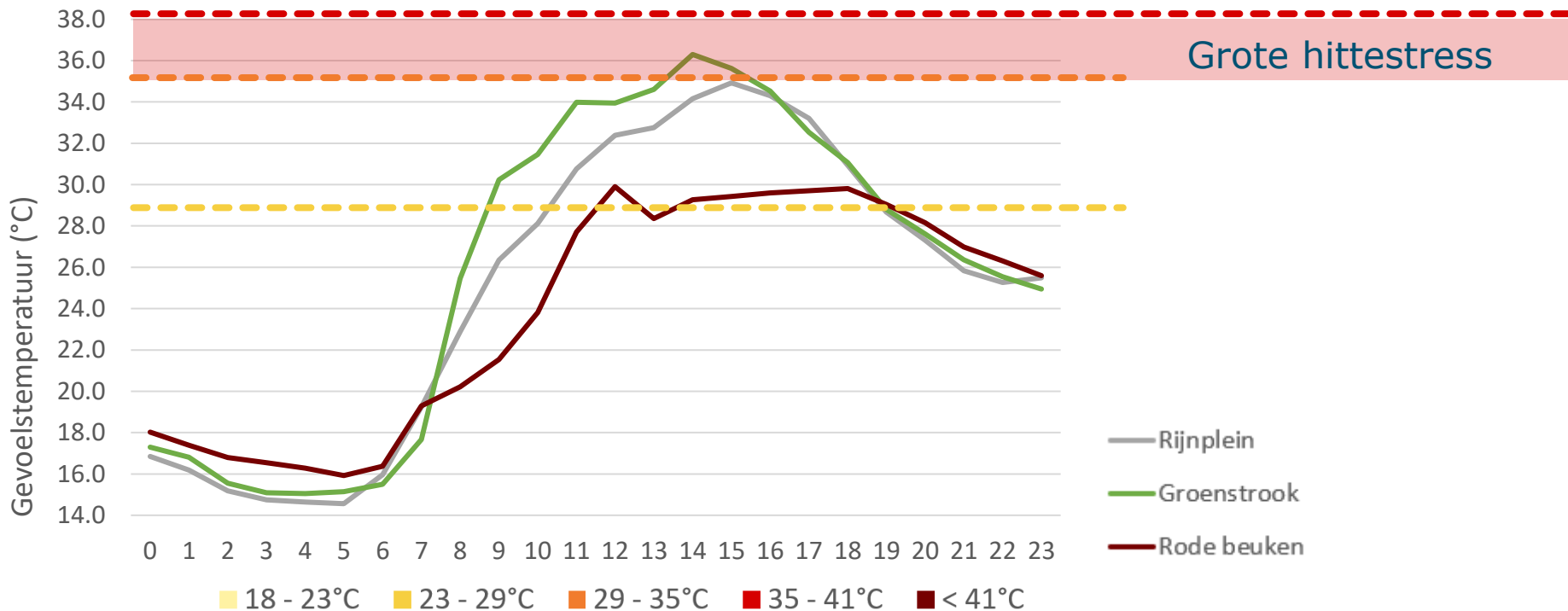
TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Gevoelstemperatuur



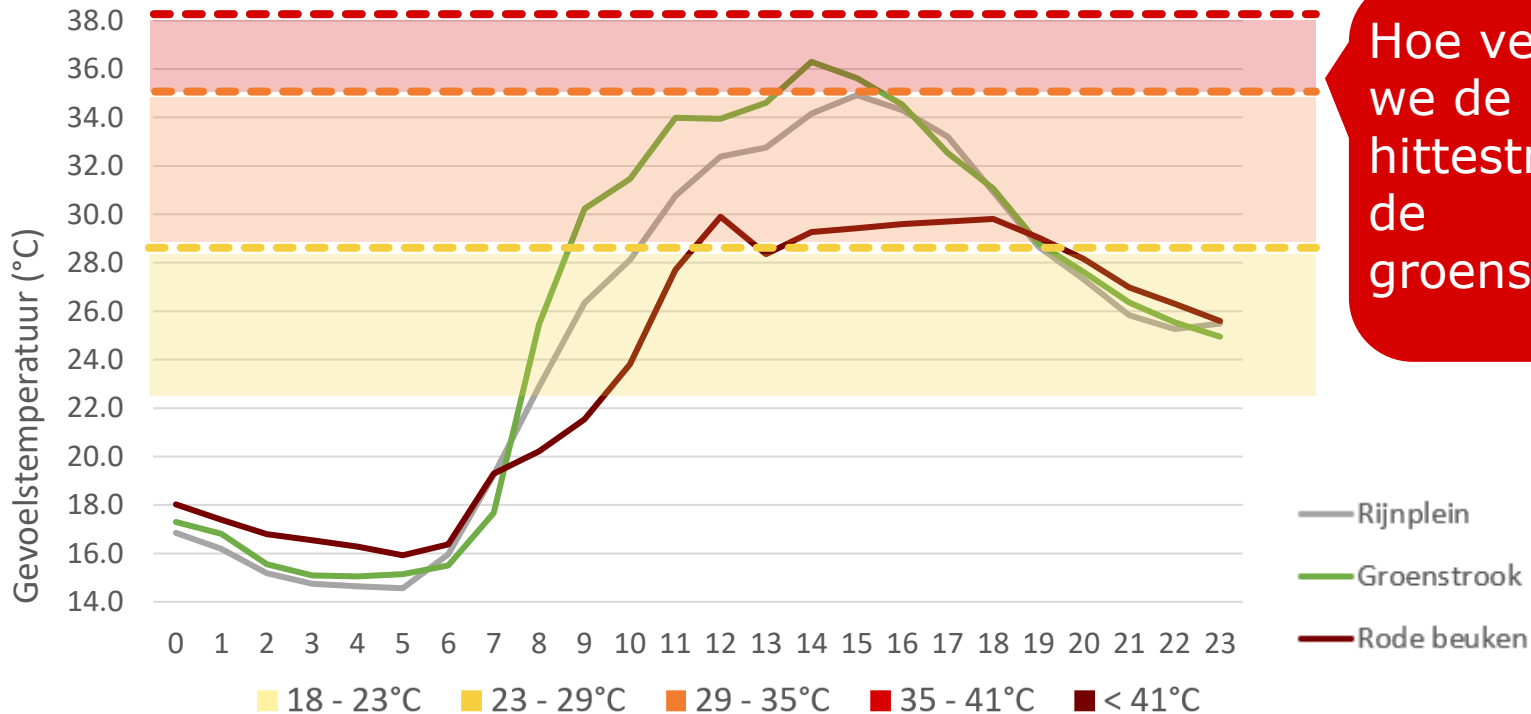
TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Gevoelstemperatuur



TKI ECO-SYSTEEM-STAD

Gevoelstemperatuur



Hoe verklaren we de hittestress bij de groenstrook?

Gevoelstemperatuur

Hoe verklaren we de
relatief hoge hittestress
bij de groenstrook?

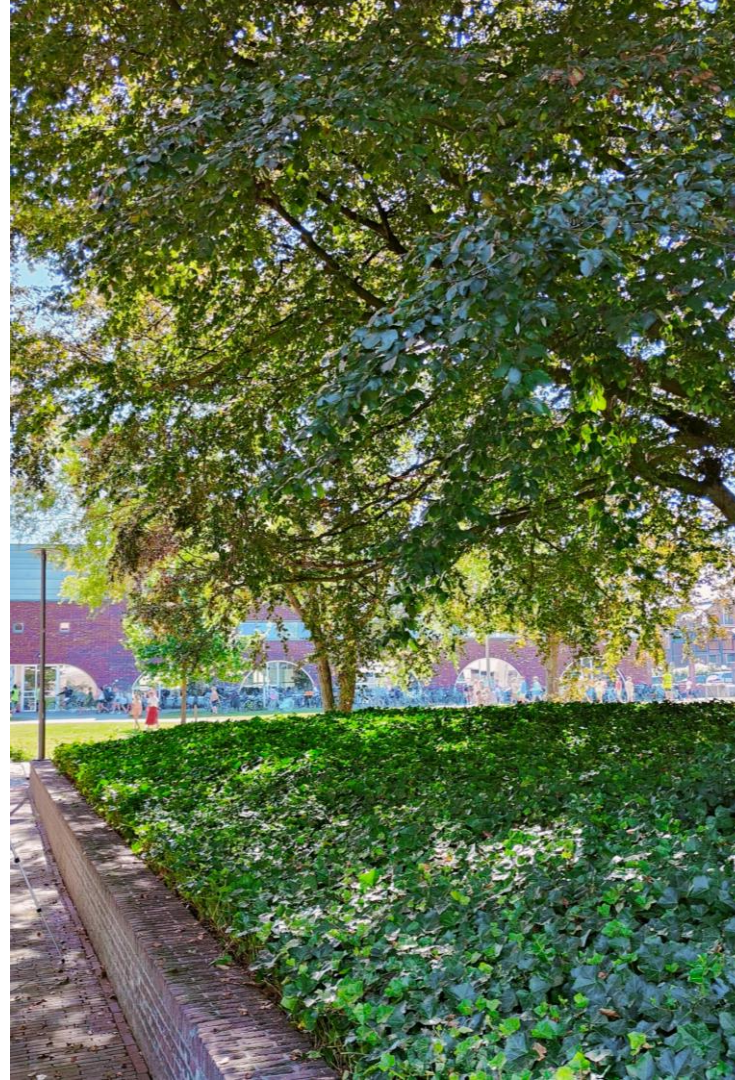
- We meten hoger dan normaal
- De vegetatie is nog laag
- Hoge mate van reflectie



Gevoelstemperatuur

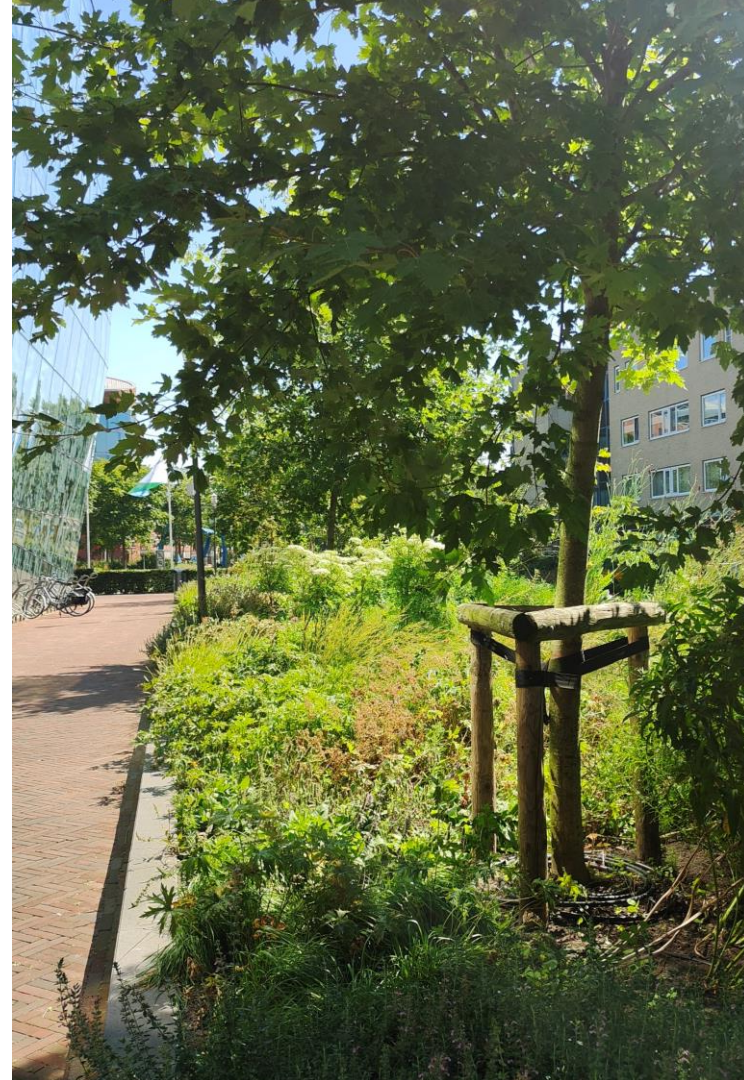
De beuken zorgen voor
een koele plek


- 29 dagen ipv 88 dagen Rijnplein
- Geen grote hittestress gemeten



Wat hebben we geleerd

- Meer schaduw = minder hitte opslag
- Meer schaduw = minder uitstraling
- Groen zorgt in de directe omgeving voor een koelend effect
- Effectief groen heeft tijd nodig om te ontwikkelen
- We blijven nog 8 jaar meten





Project TKI Eco-Systeem-Stad

Royce Rijnpark in Arnhem: Watersensitief en Natuurinclusief

Natuurlijke verbindingen voor een waterslimme en natuurinclusieve gebiedsontwikkeling van NOVEX locatie Rijnpark in Arnhem



Shannen Dill



Carla Grashof-Bokdam



Ruimte vraag wateropgave

Drie verschillende bui intensiteiten

- Kleine buien (40mm in 45 minuten)
 - Extreme buien (90mm)
 - Calamiteit bui (130mm in 2 uur)
-
- Verwerking op eigen terrein
 - Overschot richting openbare ruimte
 - Geen schade aan gebouwen
 - Max waterdiepte 30cm in wadi's
 - Geen infiltratie op het Billitonterrein



Waterbergen met behulp van groen

Stapstenen & verbindingroutes

- Stapstenen hebben een minimale oppervlakte van 20.000 m²
- De verbinding tussen de stapstenen is continue (geen onderbreking door wegen).
- De verbindingzones zijn minimaal 20 tot 40 m breed.
- De afstand tussen de stapstenen mag niet groter zijn dan 800m.

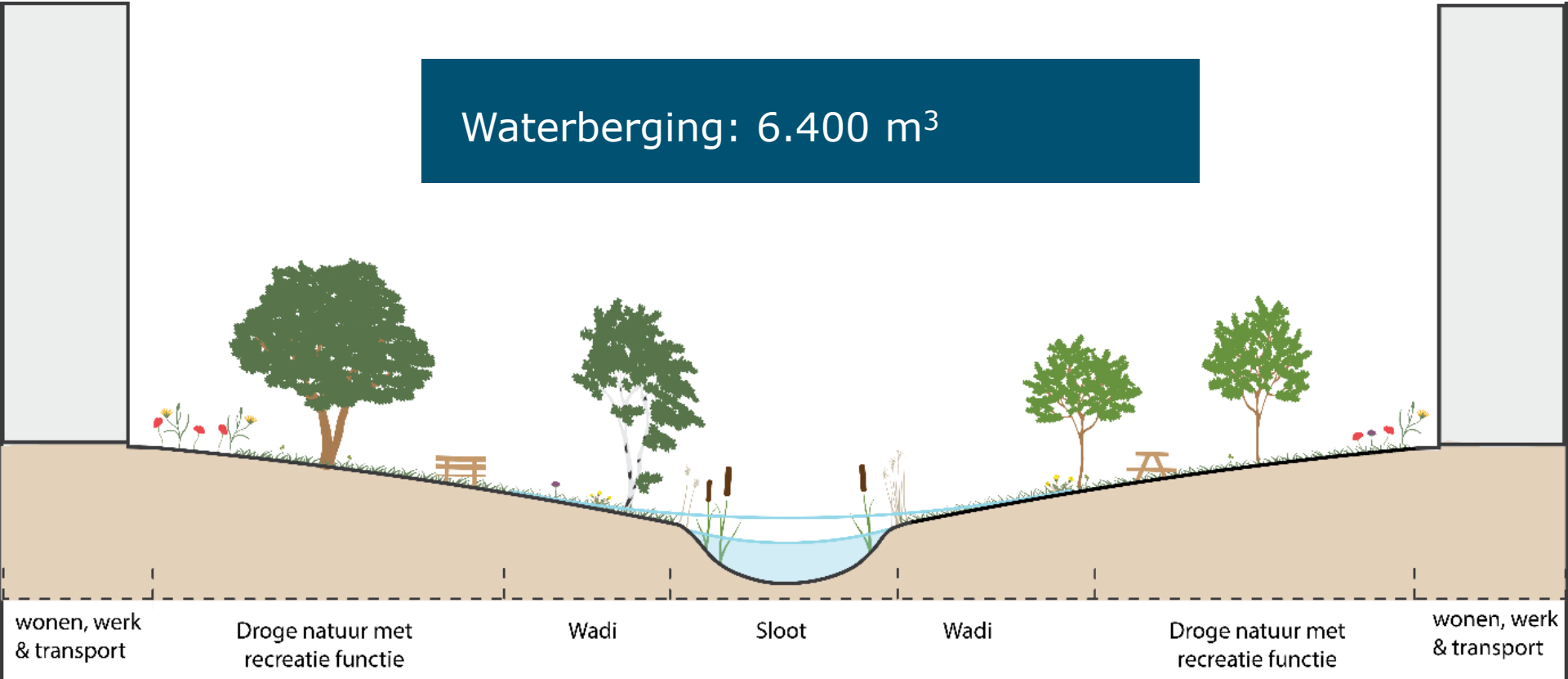


Verbindingsroutes en stapstenen



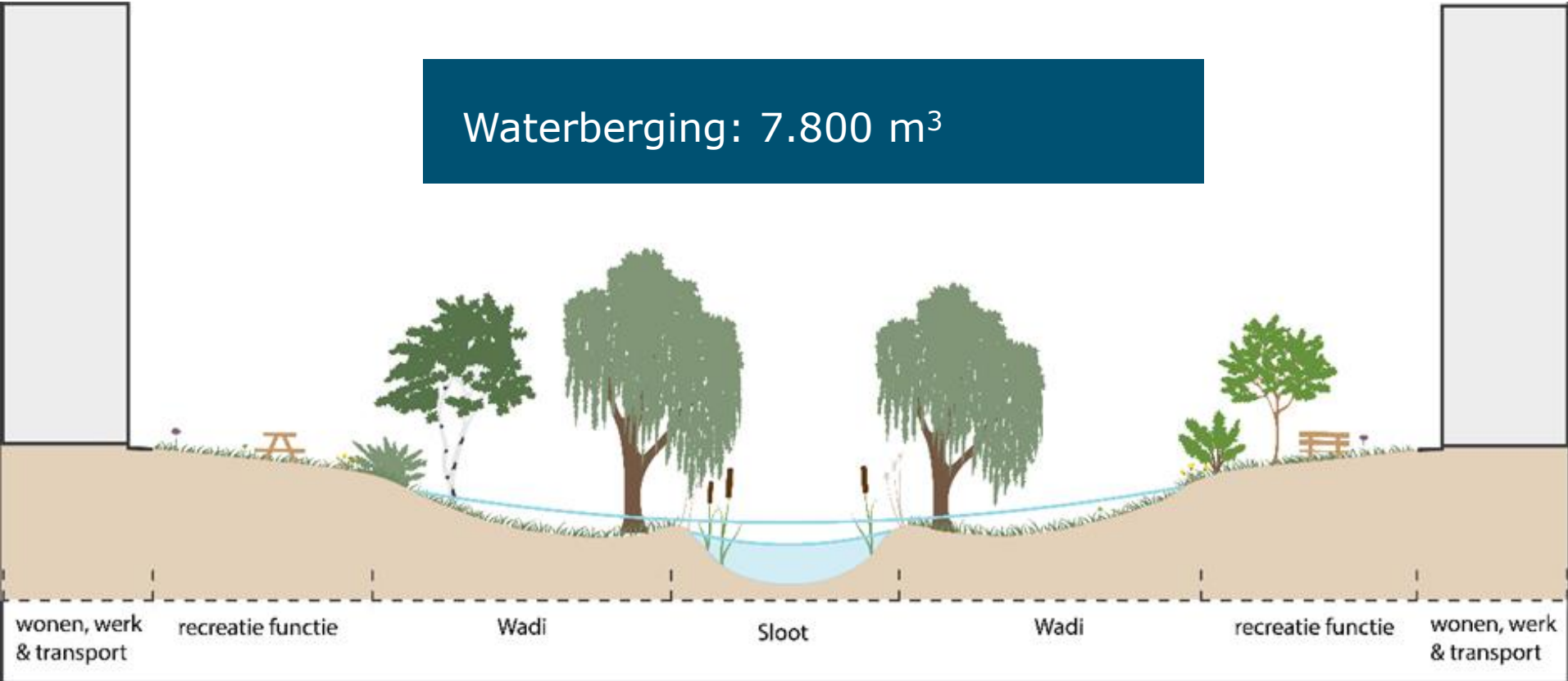
Stapsteen (Droog)

Waterberging: 6.400 m³



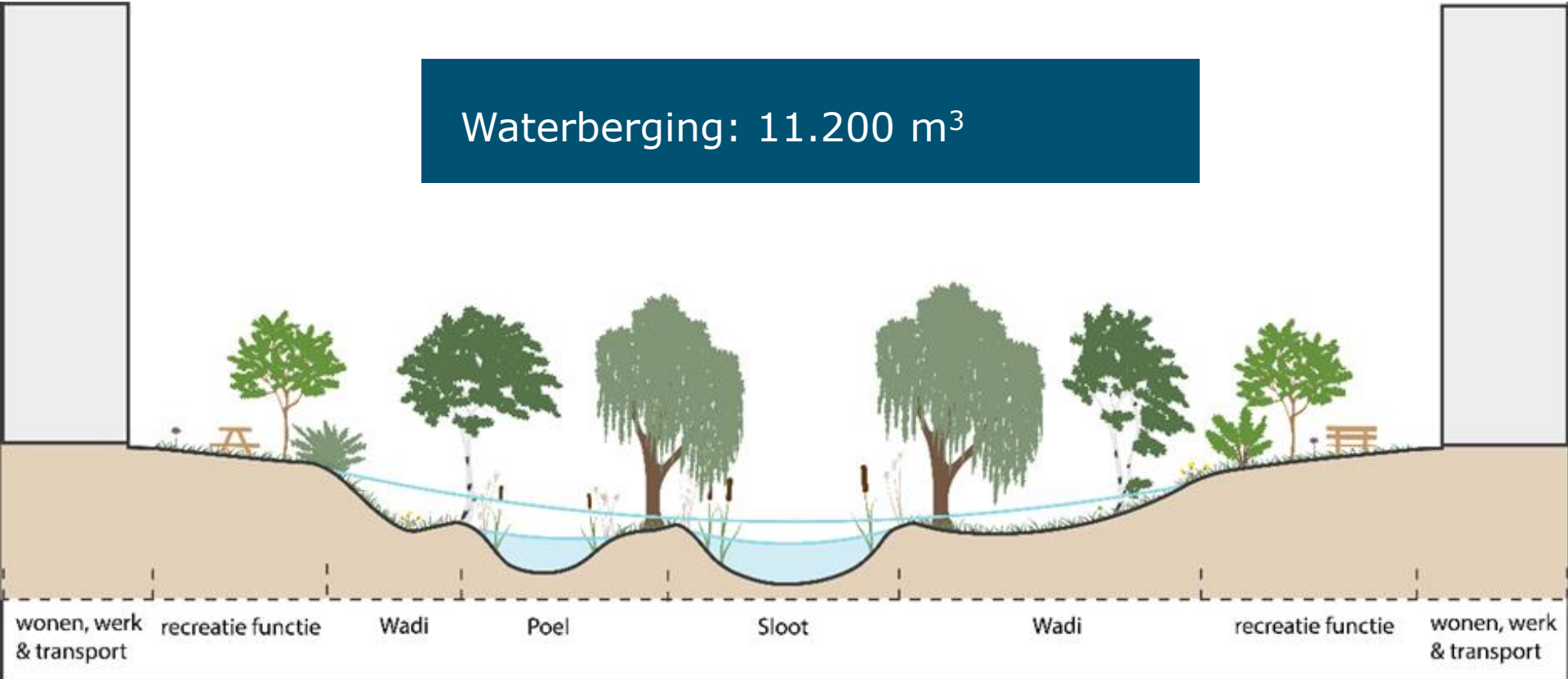
Stapsteen (Droog/ Nat)

Waterberging: 7.800 m³



Stapsteen (Nat)

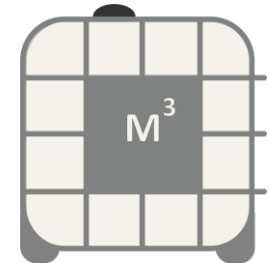
Waterberging: 11.200 m³



Bergen in groen alleen is niet voldoende!

Waterbergen en infiltreren	Opp (m ²)	Totaal (capaciteit waterberging m ³)
Refugia (Droog)	20.000	6.400
Refugia (Droog-Nat)	20.000	7.800
Refugia (Nat)	20.000	11.200
Corridor (Oost-West)	32.000	7.040
Corridor (Noord-Zuid)	20.000	4.400
Totaal	112.000	36.840

	40mm	90mm	130mm
Benodigd (m ³)	19.867	56.316	76.183
Gerealiseerd (m ³)	36.840	36.840	36.840
Tekort/ overschot (m ³)	16.973	-19.476	-39.343



90 mm		Benodigde ruimte (m²)	Benodigde ruimte (ha)
Ruimtevrage voor berging van 19.476m³	Extensief groen dak	649.200	64.9
	Blauw/Groen dak	194.760	19.5
	Infiltratievoorziening	20.501	2.1
130 mm		Benodigde ruimte (m²)	Benodigde ruimte (ha)
Ruimtevrage voor berging van 39.343m³	Extensief groen dak	1.311.433	131.1
	Blauw/Groen dak	393.430	39.3
	Infiltratievoorziening	41.414	4.1

Hoe lossen we dit ruimtelijk op?



Wat hebben we geleerd

- De wateropgave is fors
- De hoge mate van stedelijke dichtheid brengt uitdagingen
- De opgave moet in het hele gebied worden aangepakt
- Hierbij is infiltreren & bergen in alleen het groen onvoldoende
- Er moet goed worden nagedacht over water infiltratie, retentie & berging

Wat heb je ingebracht en eruit gehaald voor jouw eigen werk?



Vooruitblik



Eco-Systeem-Stad vandaag

Belangrijke openstaande vragen:

Van Eco-Systeem-Stad naar Eco-Systeem-Steden?

Borreltijd!

