

# Nieuw onderzoek stadsbomen

Benchmark Gemeentelijk Groen

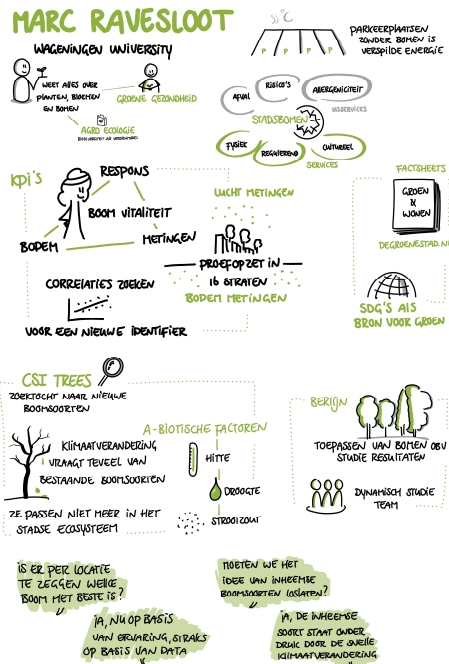
Marc Ravesloot

7 juni 2022



1

# Even voorstellen



2

2

## KPI Ontwikkeling Stadsbomen

Kritische Prestatie Indicatoren

Real-time gemeten (smartphone app)



DE  
GROENE  
STAD

3

## KPI boomvitaliteit (=gezondheidstoestand)

Kritische Prestatie Indicatoren

Real time gemeten dashboards over prestaties van bomen



4

## Randvoorwaarden KPI vanuit consortium

- Uniek (nieuw), ten opzichte bestaande systemen
- Opschaalbaar
- Vermarktbaar
- Methode is onafhankelijk van uitvoerende medewerker

5

	VERKENNING	HAALBAARHEID	KEUZE	ONTWIKKELINGSFASE
jaar routekaart	Q2/Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022 - 2024
doel	Verkenning kpi's	Wensen en kansen wegen	Keuze op grond gezamenlijke oplossingsruimte	Ontwikkelingsfase
aanpak	Divergeren door groslijst van mogelijke KPI's	Interviews afzonderlijke partners	Vaststellen van te ontwikkelen KPI	Locaties zoeken
	Zoeken naar aanknopingspunten uit de wetenschappelijke literatuur			Hardware/software in kaart brengen
	Opstellen van en lijst van technieken	Convergeren door clusteren kansen en mogelijkheden in werksessie		Installeren meetopstellingen
				Data stroom analyse
				Validatie informatiestroom
resultaat	Overzicht mogelijkheden	Overzicht behoeften	Consensus over de ontwikkelingsrichting	

6

The screenshot shows a reference management software interface. On the left is a sidebar with a tree view of groups and folders, including 'My Groups' and 'KPI biodiversity'. The main area displays a list of search results with columns for Author, Year, and Title. The selected entry is: Ibanez-Alamo, J. D., et al. (2020). 'Biodiversity within the city: Effects of land sharing and land sparing urban development on avian diversity.' *Sci Total Environ* 707: 135477. To the right of the list is a detailed view of this article, showing the abstract and a snippet of the text.

7

## Groslijst ideeën

KPI omschrijving	Tabel UES	Tabel UES	Structure ->	Function ->	Di/Service ->	Benevit ->	Value
	UES		leaf area	gas exchange	pollution removal	clear air	reduced health and safety costs
working name (Marc/Lydia)			definiëring structure als in i-tree	taak die het groen vervult in het natuurlijk milieu	diensverlening die volgt uit de taak die voor het groen is voorzien (begint met een werkwoord)	het voordeel, de baat	het algemeen belang
KPI Culturele ofkomst	Cultural	Cultural significance	habitat trees (Turkisch...)/country theme garden	green for native descent/cultural history	feeling at home	social atmosphere	decreased WMO costs
KPI Attractiviteitswaarde	Cultural	Economie	special rare striking trees	attractiveness value	highers prices for real estate	high aesthetic value	vital neighbourhoods
KPI Recreatie waarde	Cultural	Economie	spatial green structure	public space	increased recreation value	amenities/social atmosphere	reduced health costs
KPI TCO/onderhoudskosten	Disservices	Economie	low-maintenance landscaping	public space	lower total costs ownership (TCO)	possibility to apply more green	reduced government costs

- UES tabel
- Te meten boomstructuur (bladoppervlak) ->
- Functie van de te meten structuur (gasuitwisseling) ->
- Service (luchtverontreiniging verminderen) ->
- Benevit (schone lucht) ->
- Value: het maatschappelijk belang (gereduceerde zorgkosten)

8

## Team om technieken op een rij te zetten

			cost	robustness	accuracy	support	acceptance
			1 = 25€				
			3 = 1000€	3 = low	3 = low	3 = low	3 = low
			6 = 10000€	6 = medium	6 = medium	6 = medium	6 = medium
			9 => 10000€	9 = high	9 = high	9 = high	9 = high
Imaging	techniques						
		RGB camera	5	9	7	9	6
		Hyperspectraal / multispectraal	8	5	9	6	6
		Stereo camera	5	6	9	6	6
		Chlorofyl a fluoriscence	8	3	3	4	6
		thermal camera	5	9	9	7	6
		LiDAR	5	9	9	9	6
		ultrasonic / ultrasound (high res)	6	4	7	9	6
		RGBD / structured light	4	9	9	9	6
		JV	4	6	7	9	6
		Dashcams	3	9	9	9	6
Carriers	techniques						
		orthoimagery (satellite / drone)	5	9	6	9	6

9

## Uiteindelijke keuze KPI's

- KPI boomvitaliteit
- KPI sociale activatie



10

## Het identificeren van de parameters met voorspellende waarde voor vitaliteit

### ▪ Bodem <-> plant relatie

- Waterbeschikbaarheid (bodemvocht gehalte)
- Waterbeschikbaarheid (PFcurves seizoen) bodemkaarten
- Bodem verdichting
- pH
- Bodemzuurstof
- Stikstof in de bodem
- Chloridegehalte wortelzone (=> verzilting)
- EC (totale zoutgehalte) wortelzone (=> verzilting)



### ▪ Responsvariabelen Vitaliteit

- Landsat Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- Groei(dagverdamping, prestatie van de boom op de dag) -> dendrometers
- Kroonvolume (Lidar 3 d scanner op drone)
- Bladmassa
- Temperatuur van de kroon
- Zetmeel reserves in januari
- Bladanalyses
- Transpiratie van de boom
- LAI (skiview) (lichtuitdoving)
- ACC en MACC (stressreacties meetbaar in blad)

### ▪ Plant <-> atmosfeer relatie (bovengronds)

- T+ RV (=DDD) lokaal
- Remote droogtestress monitoring
- Luchtkwaliteit (Ozon, NOx NH<sub>3</sub>, (uitsluiten als factor)

11

## Factoriële proefopzet

### Proefopzet

	zand				klei			
straat								
	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16

- Analyseren van een factor op een responsvariabele
- Responsvariabele: CO<sub>2</sub> vastlegging/groei, kroontemperatuur, verdamping etc.
- Maakt factoriële analyse mogelijk
- Maakt mogelijk relaties te leggen tussen gevonden meetreeksen = validatie

12

12

## Factoriële proefopzet

	zand				klei			
straat								
	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16

- 16 veldjes = 16 straten
- Ondergrondse belending in beeld in afstemming met gemeente
- Minimaal 5 jaar vast in verband met ondergrondse hersteljaren wortelgestel (spruit/wortelverhouding)
- In 1 gemeente ivm kostenaspect
- Bladtypen ivm evolutiebiologische hypothese (samengesteldbladig beter aangepast aan extremen)

Factor	Niveau	df
grondsoort		2
boomsoort		4
bovengrondse belending		2
ondergrondse belending		1
boomleeftijd		1
boomherkomst		1
herhaling		1
bladtypen		2
cultivars		4
df		9

13

## Proportionele effecten van factoren apart geanalyseerd

### Proefopzet

	zand				klei			
	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16

### Proefopzet

	zand				klei			
	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>	<i>Robinia</i>	<i>Gleditia</i>	<i>Tilia</i>	<i>Acer</i>
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16

- droog <-> vochtige
- zand <-> klei
- Droge standplaats: in bestrating
- Vochtige standplaats: in ruime groenstrook

14

## Blad

### Proefopzet

	zand				klei			
	Robinia	Gleditia	Tilia	Acer	Robinia	Gleditia	Tilia	Acer
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16



15

- Acer en Tilia
  - Grote bladschijf
  - Hartvormig
  - Enkelvoudig
- Gleditia en Robinia
  - Kleine bladschijf
  - Lijnvormig
  - Samengesteld-
  - Geveerd

## Proportionele effecten van factoren apart geanalyseerd

### Proefopzet

	zand				klei			
	Robinia	Gleditia	Tilia	Acer	Robinia	Gleditia	Tilia	Acer
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16

### Proefopzet

	zand				klei			
	Robinia	Gleditia	Tilia	Acer	Robinia	Gleditia	Tilia	Acer
droge standplaats	1	2	3	4	5	6	7	8
vochtige standplaats	9	10	11	12	13	14	15	16

- droog <-> vochtige
- zand <-> klei
- Droge standplaats: in bestrating
- Vochtige standplaats: in ruime groenstrook

16

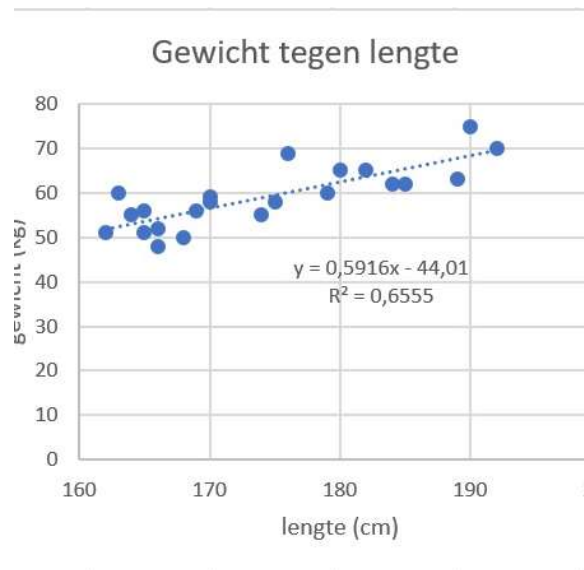


# Zoeken naar juiste identifier

Correlaties zoeken

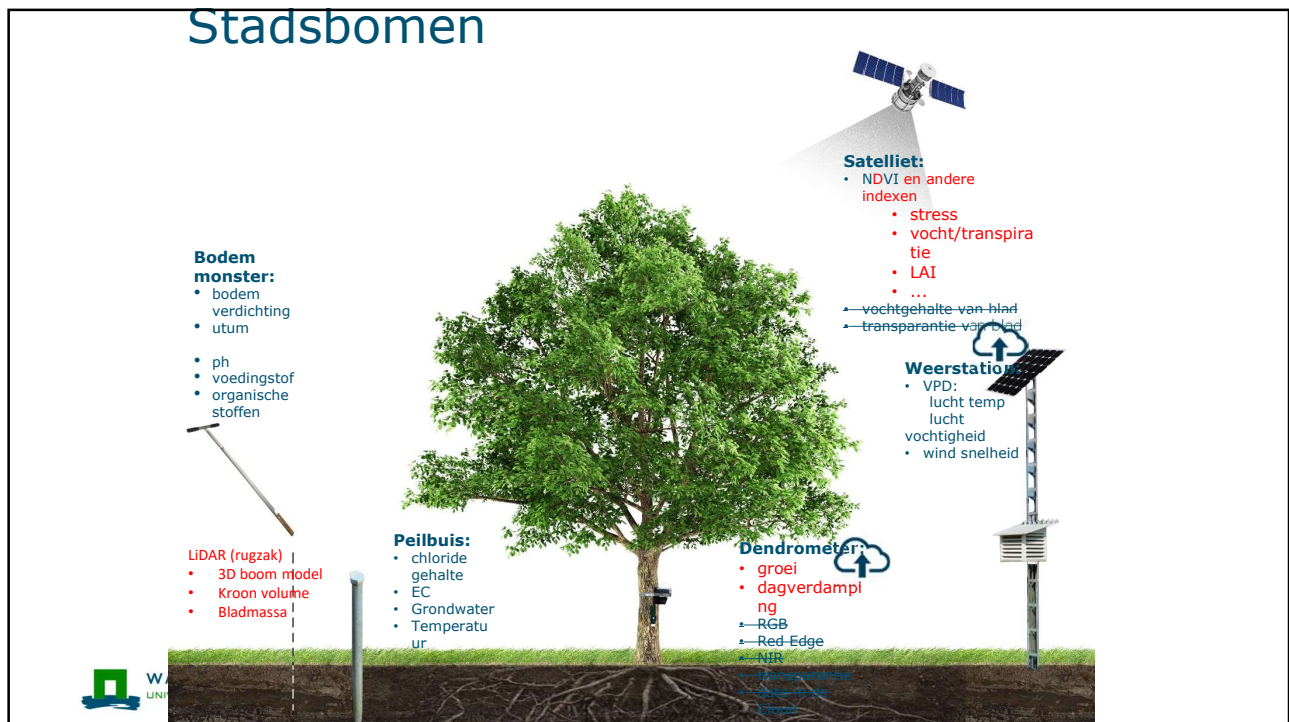
Grondgemeten responsvariabele vervangen door remote

Hoge R<sup>2</sup> .....bingo



17

# Stadsbomen



18

## Boomselectie Leeuwarden

- Selectie vanuit digitale boombestand met Jorn Beerendonk

Criteria:

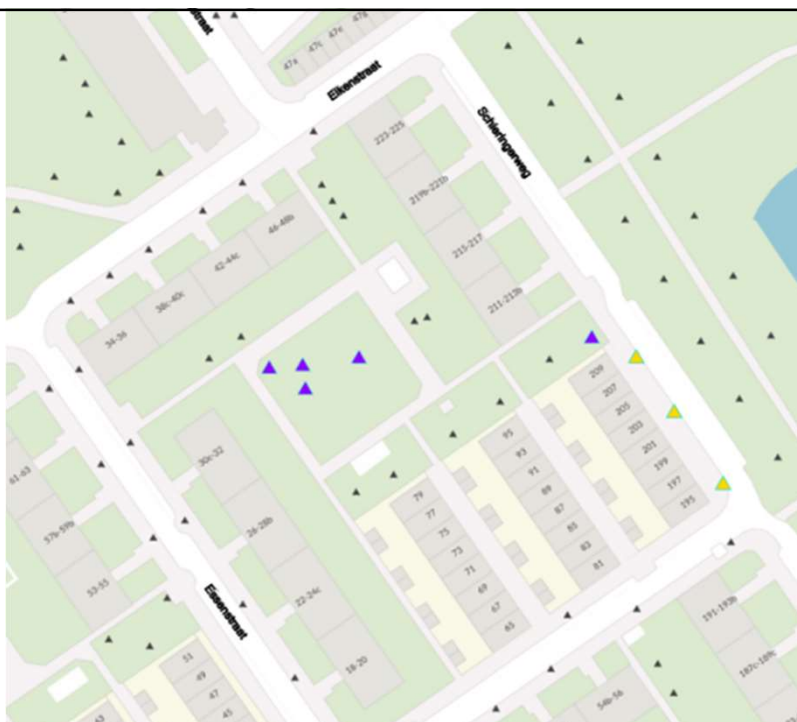
- Zelfde wijk (microklimaat)
- Zelfde plantjaar (waarschijnlijk zelfde kweker en plantmoment)
- Geen zaailingen maar een ras (cultivar)
- In de verharding en buiten verharding in groenstrook
- Geen ondergrondse bunkers



19

## Robinia

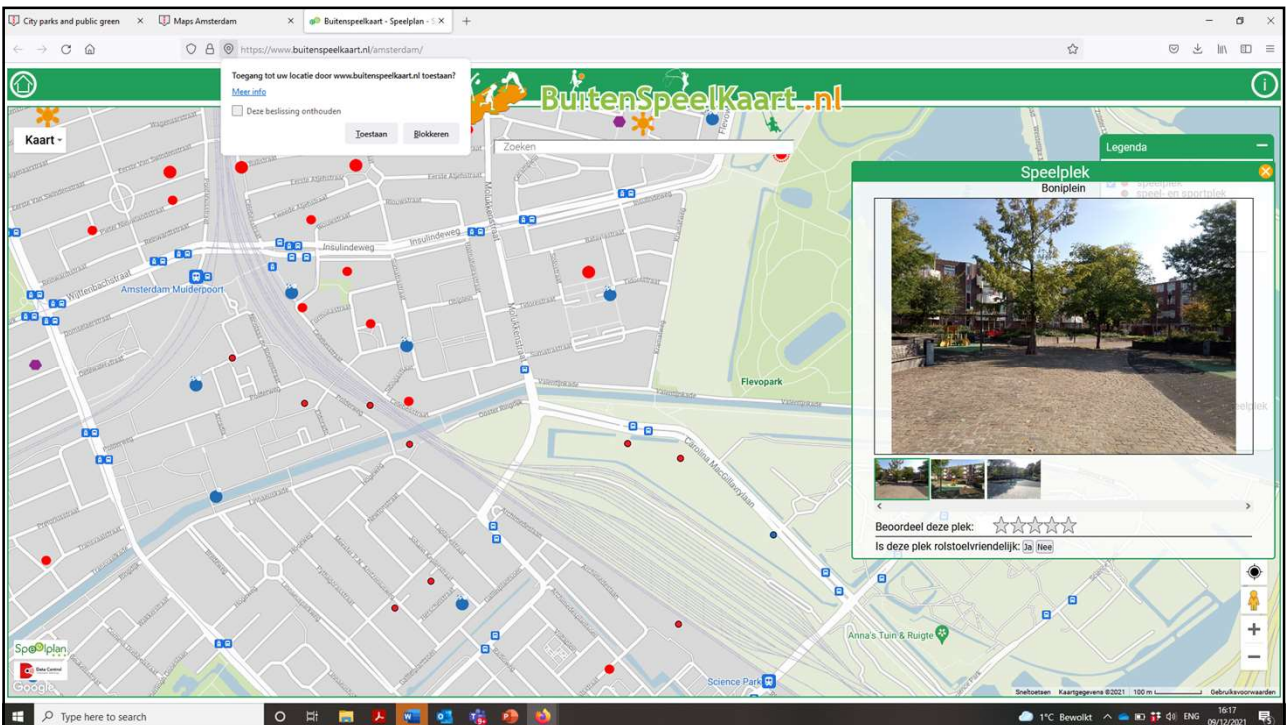
- Robinia pseudoacacia  
'Bessoniana',
- Hechterp



20



21



22

## CSI Trees: klimaatbomen met toekomst



23

## Urgentie van het werk

- Dit onderzoek is geschreven vanuit de toenemende drukfactoren op bomen vanwege de klimaatverandering
- Huidige toegepaste stadsbomen staan meer en meer onder druk om vitaal te kunnen groeien
- Een gedeelte van het sortiment lijkt nu al steeds minder klimaatbestendig
- Het vertoont slechte groei, blad- en bastverbranding, verhoogde vatbaarheid voor (nu veelal nog latente) ziekten en plagen



24

24

## Urgentie

Als gevolg daarvan:

- Er wordt daardoor in toenemende mate een beroep gedaan aan de **veerkracht** van het sortiment
- Potentiële ecosysteemdiensten kunnen niet worden niet behaald, denk aan schaduw, koolstoffixatie, geluidsreductie, bodembioogie, fijnstof...



## Urgentie

- De verschuiving van de klimaatzones is een mondiaal verschijnsel en raakt zowel de export van Nederlandse bomen als de binnen Nederland verhandelde boomsoorten.
- Dit onderzoek wordt uitgevoerd om steden in de toekomst onderbouwd te kunnen voorzien van boomsoorten die bestand zijn tegen de toenemende abiotische stressfactoren als gevolg van de klimaatsverandering.



## Selectiecriteria

Het opstellen van de **selectiecriteria** voor toekomstige **Stadsbomen (= zoekprofiel)**

Het bepalen van de labmethoden om deze criteria op labniveau te toetsen (**meetlijn**) ->

Het **toetsen van bestaande straatbomen en het nieuw verkregen plantmateriaal** ->

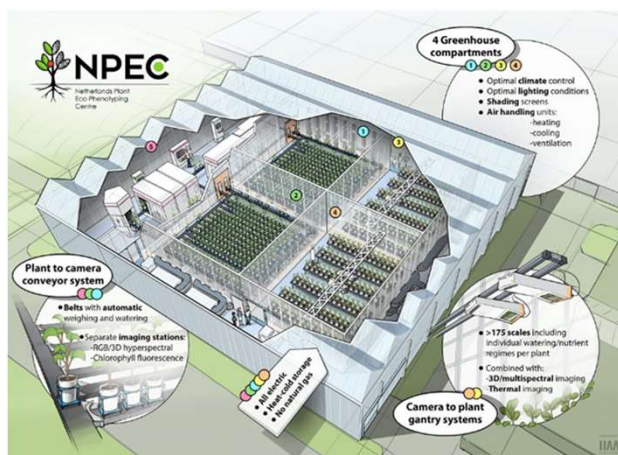
**Resultaat:** gemeten rangschikking op droogte, zouttolerantie van het geteelde boombestand en strategie van de soort



27

## Fenotyperen huidig boombestand

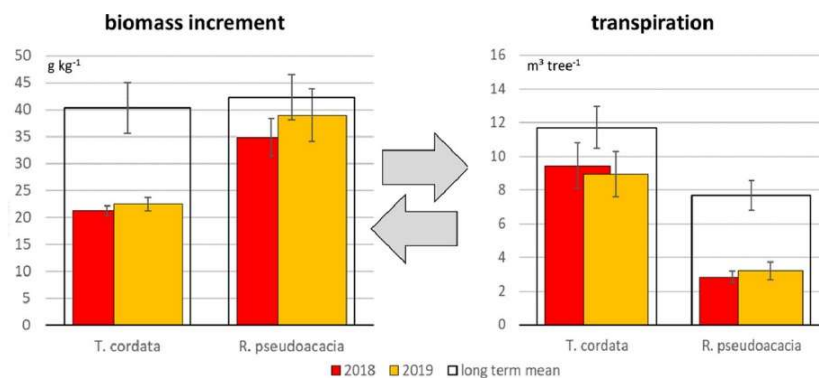
- Meten stress-respons onder geconditioneerde omstandigheden
- Meetlijn (NPEC)
- Geïnduceerde stress (bijvoorbeeld droogte)
- Empirisch verkregen classificatiesysteem
- Next step gebruikswaarde



28

## Ecosysteemdienst: actieve koeling en CO<sub>2</sub> vastlegging onder extreme droogte in steden

- Studie Berlijn
- 2021
- CSI Trees:
- Boomstrategien om droogte te overbruggen
- Meten bestaande en nieuwe klimaatadaptieve rassen en zaadherkomsten



29

## Zoekprofiel

- Zoeken naar nieuwe boomsoorten met focus door het opstellen van een zoekprofiel ->
- Ontsluiten wereldwijde netwerk ->
- Uitzetten/aanbieden van het zoekprofiel in dit netwerk->
- Importeren van het plantmateriaal (NOGOYA)
- >
- Beschikbaar stellen van de boomsoorten (bescherming, introductie, monitoring)

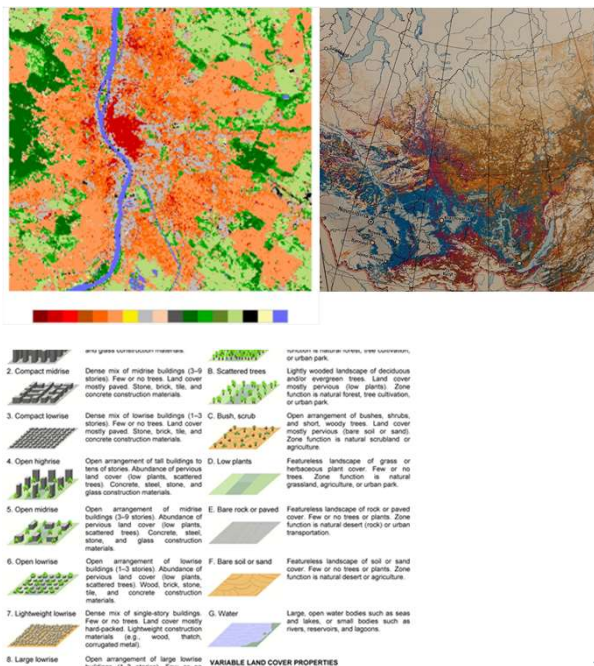


30

30

# Mappen van steden in lokale klimaatzones

- Karakteriseren van verstedelijkte landschappen
- Digitaal mappen van stedelijk gebied in **locale klimaatzones**
- **Stedelijke klimaatzone <-> wereld bioom herkomsten houtige gewassen**



# Actualisatie kaarten

## Winterhardheidskaarten

Machine learning algoritme

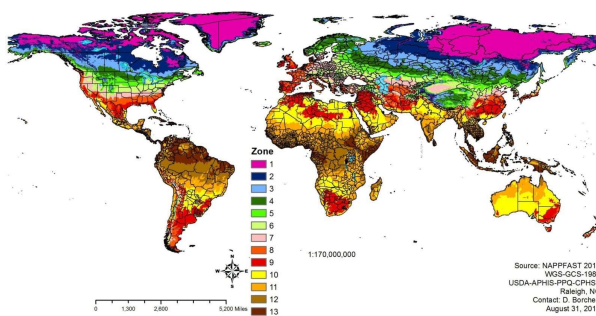
EU LCZ kaart inlezen

Trainen algoritme

Berekenen van de nieuwe kaarten

Visualiseren en beschikbaar stellen aan het vak

## Global Plant Hardiness Zones





## Beleving

De behoefte van de moderne stedeling (vraag en beleving) wordt vertaald naar een **vraaggestuurd** zoekprofiel voor toekomstige bomen.



33

## (Dynamisch) team

- ✓ Marc Ravesloot (WUR Agrosysteemkunde)
- ✓ Garnt Dijksterhuis (WFBR)
- ✓ Martin Goosens (WENR)
- ✓ Harm Bartholomeus
- ✓ Marco Hoffman (NAKT)
- ✓ Gert-Jan Steeneveld (WUR Leerstoelgroep Meteorologie)
- ✓ Bert Heusinkveld (WUR Leerstoelgroep Meteorologie)
- ✓ Jelle Hiemstra (WR Open Teelten)
- ✓ Joukje Buitenveld (WR Centrum Genetische Bronnen)
- ✓ Hans Jacobse (van Hall)
- ✓ Lidwien Dubois (Juridische zaken, Nogoya protocol)  
(Universiteit Sassari, Sardinië, Italië (Erasmus  
Scholarship))



34

## Waarde voor stedelijk groen

- ✓ LCZ kaarten voor maken betere bestekken/offertes op boomgebied
- ✓ Classificatie van bestaand en nieuw sortiment op droogte, zout, fysiologische strategie (stressresponse) per boomsoort
- ✓ Nieuw klimaatadaptief sortiment
- ✓ Systematiek voor monitoring van het sortiment



## Kennisverspreiding: vijf verschillende folders

**Groen en wonen**  
De meerwaarde van groen in de stedelijke omgeving

Groen in en rondom woonwijken en appartementen is goed voor het leefklimaat in en om de woning. Het heeft een positief effect op de gezondheid en het dagelijkse welbevinden van bewoners en bezoekers. Dit document biedt meer informatie in de voorblijven van groen in relatie tot wonen en leefomgeving, inclusief verwijzingen naar de wetenschappelijke onderbouwing. Afsluitend vindt u enige tips die helpen om groen succesvol en relevant toe te passen.

**Wat groen doet**

- Binnenruimte neemt de lucht en verlaagt concentraties CO<sub>2</sub> en vluchtige organische stoffen; filtert en grondstort.
- Ruilregio's verminderen in de zomer de hitte en in andere seizoenen: minder hittestress en minder koeling nodig.
- Dakgroen en groenwanden vergroenen de bebouwing; minder stookkosten en koeler in de zomer.
- Uitzicht op groen heeft een stressreducerend effect op mensen.

**Bewezen voorbeelden**

- In het onderzoeksprogramma De Groene Agenda in de Amsterdamse Oude- en Nieuwe-Grachtgebieden. Deze heeft geleid tot de realisatie van het schieduurbestuur met effectieve maatregelen voor groen op zijn plaats in de stad.
- Niet alleen in andere wijken maar ook in andere gebieden kunnen minder vaak ALECI-middelen die flauw maar meer of meer groen in hun woonomgeving 'voeden'.
- Uit een onderzoek in New York bleek de dichtheid van straatbomen positief

**Groen en leren**  
De meerwaarde van groen in de stedelijke omgeving

Groen in en rondom scholen, kinderdagblijven en opvangcentra is goed voor de leefomgeving binnen en buiten de onderwijsinstelling. Het heeft een positief effect op de gezondheid en het algemene welzijn van leerlingen, medewerkers en personeelsleden. Het verbetert ook het zelfvertrouwen en de motivatie van leerlingen om te leren. Dit document biedt meer informatie in de voorblijven van groen in relatie tot leren en leefomgeving, inclusief verwijzingen naar de wetenschappelijke onderbouwing. Afsluitend vindt u enige tips die helpen om groen succesvol en relevant toe te passen.

**Wat groen doet**

- Groen in de klas neemt de lucht en vermindert concentraties CO<sub>2</sub> en vluchtige organische stoffen; filtert en grondstort.

**Toepassingen**

- Groen dakken en groene gevels
- Planten in kasten, centrale ruimten en waar mogelijk in binnen/ buiten
- Groene schiedingwanden en verplantbare plantensystemen
- Plantensoorten met eventueel een meer- taalfunctie
- Ruimte op het plein of de campus

Groen en zorg

Groen en werken

Groen algemeen

## Groen en wonen

De meerwaarde van groen in de stedelijke omgeving

V 4.0

- Opzet van de folder
  - Wat doet groen?
  - Bewezen voorbeelden
  - Toepassingen
  - Achterliggende studies

**Groen en wonen**  
De meerwaarde van groen in de stedelijke omgeving



Groen in en rondom woonhuizen en appartementen is goed voor het leefklimaat in en om de woning. Het heeft een positief effect op de gezondheid en het algehele welbevinden van bewoners en bezoekers. Dit document biedt meer inzicht in de voordelen van groen in relatie tot wonen en welbevinden, inclusief verwijzingen naar de wetenschappelijke onderbouwing. Afsluttend vindt u enige tips die helpen om groen succesvol en volwaardig toe te passen.

**Wat groen doet**

- Binnengroen zuivert de lucht en verlaagt concentraties CO<sub>2</sub> en vluchtige organische stoffen; frisser en gezonder.
- Buitengroen vermindert in de zomer de hitte in en rondom de woning; minder hittestress en minder koeling nodig.
- Dakgroen en gevelgroen vergroten de isolatiewaarde; minder stookkosten en koeler in de zomer.
- Uitzicht op groen heeft een stressreducerend effect op mensen.
- In een groene omgeving is men meer buiten en actief.

**Bewezen voorbeelden**

- In het onderzoeksprogramma De Groene Agenda is de ontwerp tool Groene Gezonde Stad ontwikkeld. Deze tool helpt in de fase van het schetsontwerp om met effectieve maatregelen een gezonde wijk of buurt te creëren.
- Met name in minder welgestelde wijken gebruiken kinderen minder vaak ADHD-middelen als Ritalin naarmate er meer groen in hun woonomgeving voorkomt.
- Uit een onderzoek in New York bleek de dichtheid aan straatbomen positief gecorreleerd met de gezondheid van passagierbomen; 20 % meer straatbomen







37

## Groen en wonen

De meerwaarde van groen in de stedelijke omgeving

V 4.0

- Thema's
  - Temperatuur
  - Luchttemperatuur
  - Mentale gezondheid
  - Sociale samenhang in de buurt
  - Effect op lichamelijke activiteit

**Groen en wonen**  
De meerwaarde van groen in de stedelijke omgeving



Groen in en rondom woonhuizen en appartementen is goed voor het leefklimaat in en om de woning. Het heeft een positief effect op de gezondheid en het algehele welbevinden van bewoners en bezoekers. Dit document biedt meer inzicht in de voordelen van groen in relatie tot wonen en welbevinden, inclusief verwijzingen naar de wetenschappelijke onderbouwing. Afsluttend vindt u enige tips die helpen om groen succesvol en volwaardig toe te passen.

**Wat groen doet**

- Binnengroen zuivert de lucht en verlaagt concentraties CO<sub>2</sub> en vluchtige organische stoffen; frisser en gezonder.
- Buitengroen vermindert in de zomer de hitte in en rondom de woning; minder hittestress en minder koeling nodig.
- Dakgroen en gevelgroen vergroten de isolatiewaarde; minder stookkosten en koeler in de zomer.
- Uitzicht op groen heeft een stressreducerend effect op mensen.
- In een groene omgeving is men meer buiten en actief.

**Bewezen voorbeelden**

- In het onderzoeksprogramma De Groene Agenda is de ontwerp tool Groene Gezonde Stad ontwikkeld. Deze tool helpt in de fase van het schetsontwerp om met effectieve maatregelen een gezonde wijk of buurt te creëren.
- Met name in minder welgestelde wijken gebruiken kinderen minder vaak ADHD-middelen als Ritalin naarmate er meer groen in hun woonomgeving voorkomt.
- Uit een onderzoek in New York bleek de dichtheid aan straatbomen positief gecorreleerd met de gezondheid van passagierbomen; 20 % meer straatbomen



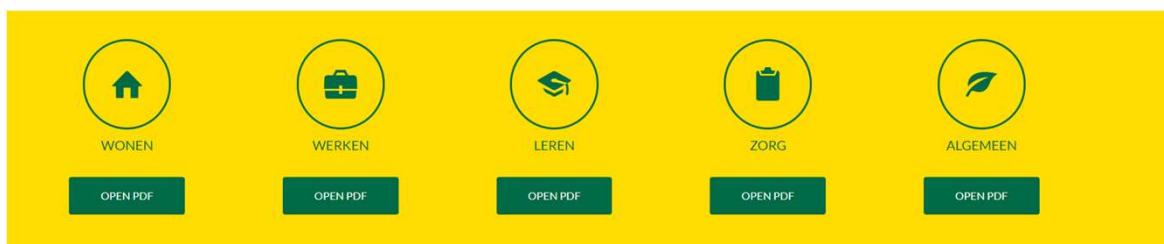




38

## Waar zijn deze factsheets digital te vinden?

[www.degroenestad.nl](http://www.degroenestad.nl)



39

## Waar zijn deze facts digital te te vinden?

[www.degroenestad.nl](http://www.degroenestad.nl)



40

## Sustainable Development Goals (SDG's)

- Nieuwe brochure
- Net gedrukt, nog niet op de site De Groene Stad



## Sustainable Development Goals (SDG's)

SDG's VN -> SDG's Nederland

Selectie die raakvlak heeft met groenvoorziening/stedelijk groen

Voorbeelden hoe u daarop kunt inspelen aan de hand van buitenlandse studies

### Uw organisatie en de SDG's

Met elkaar hebben we in de Verenigde Naties afgesproken dat onze wereld in 2030 een betere plek moet zijn dan nu. Om dit te bereiken, hebben alle landen die bij de VN zijn aangesloten 17 doelen afgesproken. Zo neemt de internationale gemeenschap zich voor om armoede de wereld uit te bannen en om klimaatactie te ondernemen. Maar ze spannen zich aan de hand van SDG's ook in om het verlies aan biodiversiteit te stoppen, duurzame steden te bouwen, een einde aan ongelijkheid te maken en ieder kind in de wereld kwalitatief goed onderwijs te bieden.


Bedrijven en overheden kunnen de doelen gebruiken als leidraad voor hun eigen handelen. Steeds vaker doen zij dat heel bewust. Groenbeheerders houden in hun aanpak rekening met duurzaamheid, klimaatadaptatie en de sociale waarde van stedelijk groen. Opdrachtgevers nemen in veel bestekken MVI-criteria (Maatschappelijk Verantwoord Inkopen) op en ondernemers in het stedelijk groen vullen deze criteria in. Ook bij de aanleg van nieuwe wijken spelen vergroening en verduurzaming een belangrijke rol.

dan in eerste instantie gedacht. Zij kunnen op veel verschillende manieren het verschil maken. Een mooiere wereld, daar wil iedereen graag aan bijdragen. Bovendien levert het partijen reputatiewinst, een betere strategische focus en volop groeimogelijkheden op. Want de SDG's groeien ook in het stedelijk groen uit tot dé standaard.

Deze SDG's zijn relevant voor uw organisatie



Hartelijk dank voor uw aandacht



To explore the potential of nature to improve the quality of life