

Benchmark Gemeentelijk Groen

CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

Marc Ravesloot

15 november 2023



DE
GROENE
STAD

1

CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

- Naam CSI Trees
- Context
- CSI Trees benadering van stadsbomenbestand



2

Interactief

- Vragen graag even bewaren
- Rudy leidt de discussie en vragen uit de zaal



Waarom de naam? CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

- ✓ CSI staat ook voor Citizen Science Investigator oftewel **de burger betrekken** bij wetenschap om hen actief in contact brengen met kwesties die hun dagelijkse gezondheid en de kwaliteit van hun lokale omgeving beïnvloeden.

Sortiment

CSI Trees onderzoekt waardering van bomen door bewoners

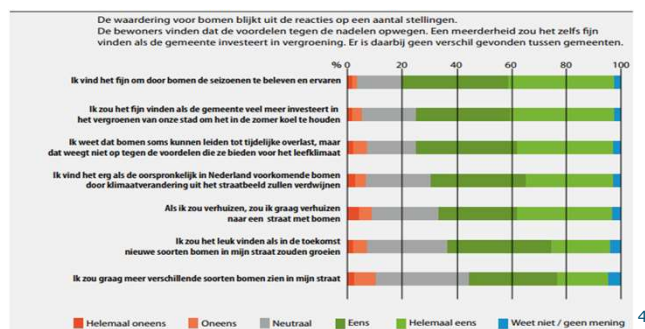
Bewoners vinden vooral bloesem, herfstkleur en biodiversiteit belangrijk

De onderzoekers van het project CSI Trees zoeken naar de stadsbomen van de toekomst. Welk assortiment geschikt is, wordt niet alleen bepaald door droogte-, zout- of hittetolerantie, maar ook door de waardering door bewoners. Dit artikel vat de resultaten samen van onderzoek naar de beleving van stadsbomen door burgers.

TEKST M. Goossen, M. Ravesloot, K. de Rosa Spierings en G. Dijksterhuis BEELD Wageningen UR

gename geur positief beoordelen. Al dan niet eetbare vruchten en meerstammigheid genieten in het algemeen juist niet de voorkeur.

Een ovale/ronde kroonvorm geniet de meeste voorkeur (22,4%) alhoewel de inwoners ook gekraamerd zijn van een variatie aan kroonvormen (22%). Naast de ovale vorm wordt ook de ronde vorm gewaardeerd (16%). Andere vormen zoals zuilvormig, afgeplat bolvormig, kegelvor-



Waarom de naam?

CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

- ✓ CSI-Trees is de projectnaam die in overdrachtelijke zin de specifieke speurtocht met **focus** naar nieuwe klimaatbestendige boomsoorten weergeeft, met daarbij de burgerwensen niet uit het oog verliezend.

Belangrijke eigenschappen • Het is belangrijk welke eigenschappen van bomen door mensen positief of negatief gewaardeerd worden, maar vooral als ze die eigenschappen ook belangrijk vinden. Bloesem scoort hier het hoogst. Kroonvorm en uiterlijk van de stam een stuk minder.

Eigenschap	Score*
Bloesem in het voorjaar	0,37
Herfstkleur	0,34
Vergroten biodiversiteit	0,33
Bladhoudend in de winter	0,24
Aangenaam geurend	0,21
Geen overlast veroorzakend	0,19
Hoogte	0,18
Geen allergie veroorzakend	0,17
Grote bladeren	0,15
Loofboom	0,11
Voor de mens eetbare vruchten en fruit	0,07
Kroonvorm	0,05
Kroondichtheid	0,04
Voor de mens niet eetbare vruchten	0,04
Meerstammige straatbomen	0,02
Naaldboom	0,01
Kleur van de stam	0,01
Boomschors	0

* Berekende gewogen score



Bloesem is de eigenschap die door mensen het meest gewaardeerd wordt.

5

Belang van bomen:

- van immens belang voor ecologische systemen, de wereldeconomie en het levensonderhoud en welzijn van de mens (Di Sacco et al., 2021; Rivers et al., 2022).
- Vormen de hoofdstructuur van veel terrestrische ecosystemen en stadsecologie
- agrobosbouwssystemen een sleutelrol spelen in klimaatregulering door middel van koolstof- en watercycli (Keppel et al., 2021; van Noordwijk et al., 2021).
- gezien hun belang en de daaruit voortvloeiende klimaatveranderingscrisis (Lyon et al., 2022; Ripple et al., 2017), is het **essentieel geworden om te anticiperen op de effecten van klimaatverandering op hun toekomstige geschiktheid.**

6

Wat behelst het vooronderzoek CSI Trees?

Uitwerken van een **onderzoekssystematiek** en het **opbouwen van een onderzoeksteam** om te komen tot:

- **Systematische benadering** voor het vinden van nieuwe, voor de toekomst geschikte, stadsbomen
- **Classificatiesysteem** voor de toepassing van Stadsbomen op basis empirisch verkregen data ter ondersteuning van veldmonitoring

7

ECOLOGY

Urban forests facing climate risks

More cities are including urban forests in their climate change adaptation plans. Now, research shows that more than two-thirds of tree species across cities worldwide are facing severe climate risks, undermining their roles in climate adaptation and other ecosystem services they provide.

Kangning Huang

In 2015, the World Economic Forum's Global Agenda Council on the Future of Cities included urban forests as one of the top ten initiatives for climate change adaptation. A recent survey of 69 US cities found that 73% of them have implemented urban forestry as a strategy to mitigate extreme heat¹. However, in this issue of *Nature Climate Change*, Manuel Esperon-Rodriguez and colleagues² report that by 2050, about two-thirds of species in urban tree species worldwide may face unfit conditions, and thus fail to continue to provide climate adaptation and other benefits.

Urban forests can cool cities as part of evapotranspiration processes, which include evaporation — whereby water evaporates from the soil surface — and transpiration — whereby trees and shrubs take up water from their roots and release water from their leaves³. As water molecules transition from liquid to vapour, they absorb heat from, and thus cool, the city's surface. Besides dissipating heat through



Urban Forests in Central Park, New York.

areas in which a species is planted have mean annual temperatures lower than 20 °C, this temperature threshold is considered the upper limit that the species can tolerate. With the same logic, both upper

this study provides a fuller picture of the climate risks in global urban areas. Most existing literature on future climate risks has not considered the possibilities of urban species failing to continue providing ecosystem services due to adverse climate conditions. As such, Esperon-Rodriguez and colleagues' research in this issue filled this critical knowledge gap.

When interpreting the results and implications of Esperon-Rodriguez and colleagues' work, one needs to consider an important limitation, which is that the study has not explicitly incorporated the warming effects of future urban growth. In the next three decades, the global urban population is projected to grow by 2–3 billion. Urban population growth can lead to extra warming in a city due to the modification of its internal structures⁴ or the expansion of its physical footprints⁵. Owing to faster future economic and urban population growth, this extra urban warming also tends to be stronger in the less developed, tropical regions⁶, which

8

CSI Trees in essentie:

Het schatten van de toekomstige geschiktheid van boomsoorten

Op zoek naar de 'klimaatboom'

▪ Definitie van een klimaatboom binnen CSI Trees:

- Boom die tolerant is voor de belangrijkste verwachte abiotische factoren
- Verwachtingen berekenen langer dan 60 jaar vooruit wordt steeds onbetrouwbaarder
- CSI Trees: scope van 50-100jaar vooruit

Staan de boomkwekers dan stil?

- Zeker niet
- Veel innovatieve bedrijven zijn al jaren zoekende naar nieuw geschikt genetisch materiaal
 - Meditairane boomsoorten
- Waar ligt dan de behoefte ?
 - Betere onderbouwing van eigenschappen van boomsoorten onderling
 - Verbreed boombestand
 - 55.000->circa 15-20.000 in gematigde streken->gebruik in de stad
50-100soorten (=inclusief cultivars)
 - Er bestaat ruimte voor ontwikkeling van et boombestand

Klimaat

- Drogere zomers
- Langere periodes van droogte
- Grote neerslagpieken
- Uitdaging voor groen en groenbeheer
- Hogere uitval in aanslag en hergroei
- Druk op vitaliteit alle bomen
- Druk op levensverwachting monumentale



Klimaat

- 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, bodembioologie, fijnstof...



Huidig boombestand erg diffuus tot stand gekomen



Extreme toleranties voor verschillende milieus



15

Abiotische factoren stedelijke omgeving

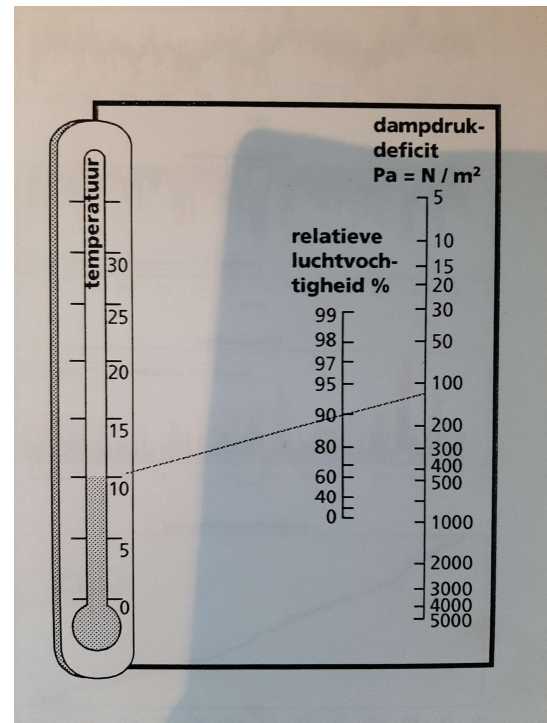
Inschatting factoren die gezonde boomgroei in Nederlands stedelijk gebied beïnvloeden in rood

Abiotic Stress type	Abiotic stresses	Physiological effects
Water	Deficit	drought
	Flooding	oxygen deficiency root system
Temperature	Cold	Freezing
	Chilling	Endo dormancy problems
	Heat Vapor Pressure Deficit (VDP)	leaf burning, stembursting, summer leafdrop
Light/Radiation	Low	
	High	leaf and stem burning
	Infrared	
	Visible	
	UV	
Soil	Ionizing	
	Salinity	leaf burning, reduced transpiration, stopping Carbon sequestration
	Mineral deficiency/ Low fertility	
	Mineral Toxicity	
	pH	chlorosis, reduced growth,
	Air Pollutants (in Nederland fijnstof)	
Atmosphere	Soil temperature	phenology
	Soil compaction	reduced growth
	Wind	
	Pressure	
	Sound	
Magnetic		
	Electrical	

16

Dampdruktekort

- Onderschatte en belangrijke abiotische stressfactor in de toekomstige NL steden voor vitale boomgroei
- $T + RV \Rightarrow DDD = DDT = VPD$
- Kracht waarmee iets uitdroogt
- Maar ook: in hoge mate de snelheid waarmee een boom transpireert
- DDD door klimaatverandering hoger
- DDD + sterke wind = nog sterkere transpiratie

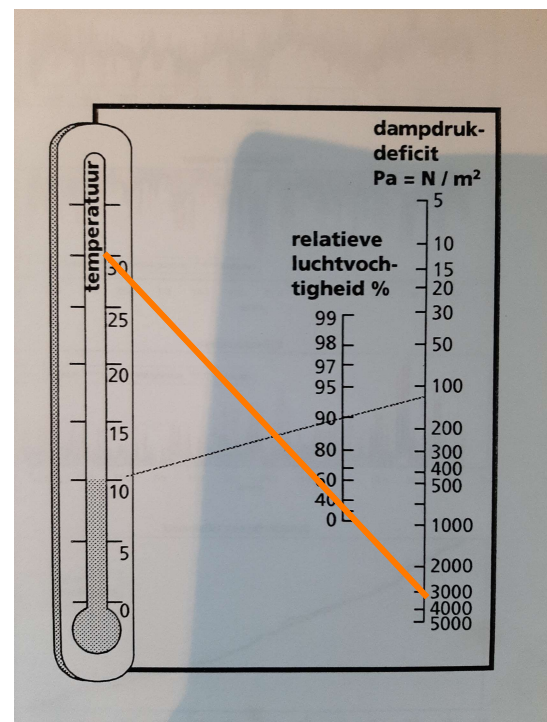


17

17

Dampdruktekort

- Onderschatte en belangrijke abiotische stressfactor in de toekomstige NL steden voor vitale boomgroei
- $T + RV \Rightarrow DDD = DDT = VPD$
- Kracht waarmee iets uitdroogt
- Maar ook: in hoge mate de snelheid waarmee een boom transpireert
- VDP door klimaatverandering hoger
- VDP + sterke wind = nog sterkere transpiratie van het blad



18

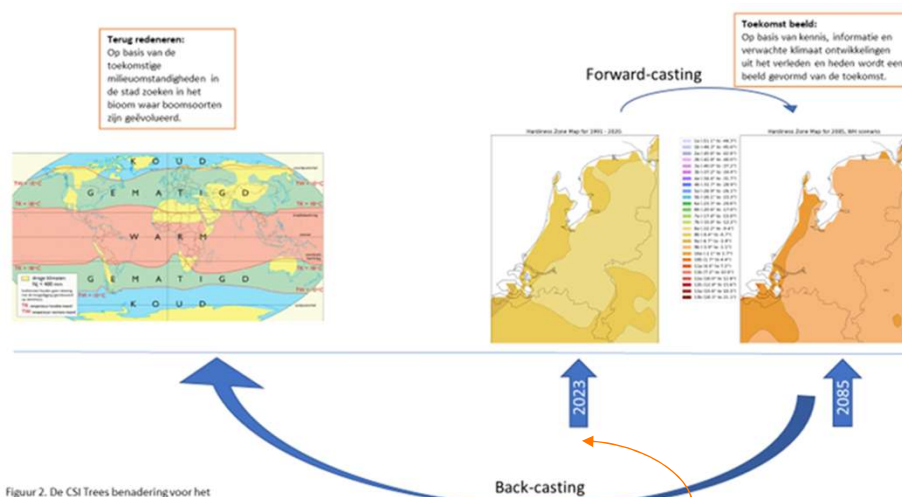
18

CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

- Anticiperen op de effecten van klimaatverandering op toekomstige geschiktheid van boomsoorten.
- Toekomstig abiotisch stadsklimaat koppelen aan potentiële abiotisch verspreidingsgebied

19

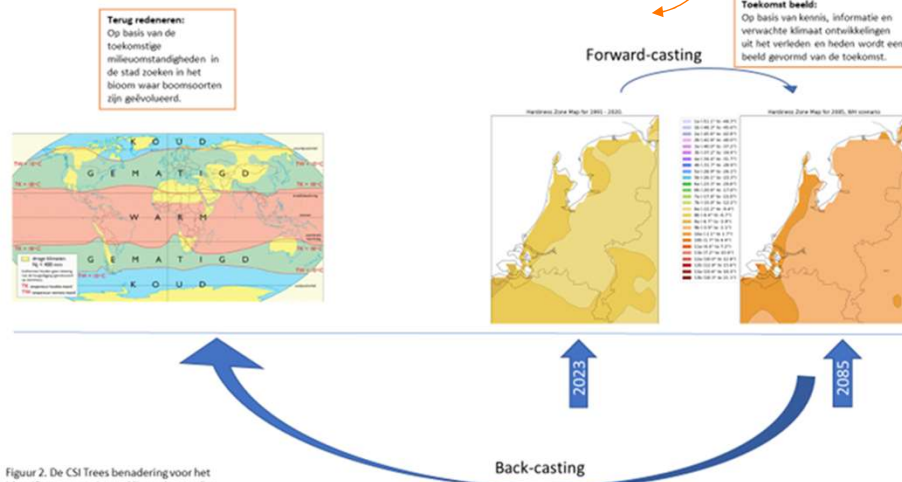
Wat is de CSI Trees benadering?



20

Wat is de CSI Trees benadering?

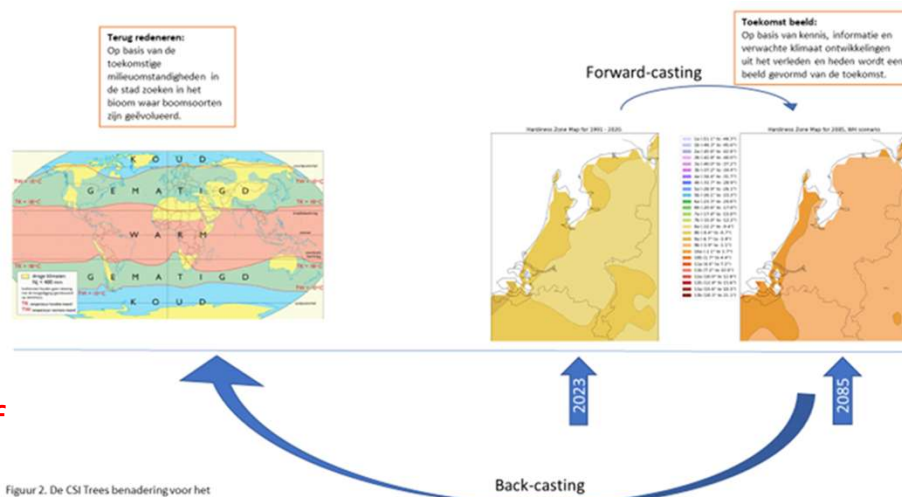
preactief



Figuur 2. De CSI Trees benadering voor het identificeren van nieuwe klimaatbestendige stadsbomen

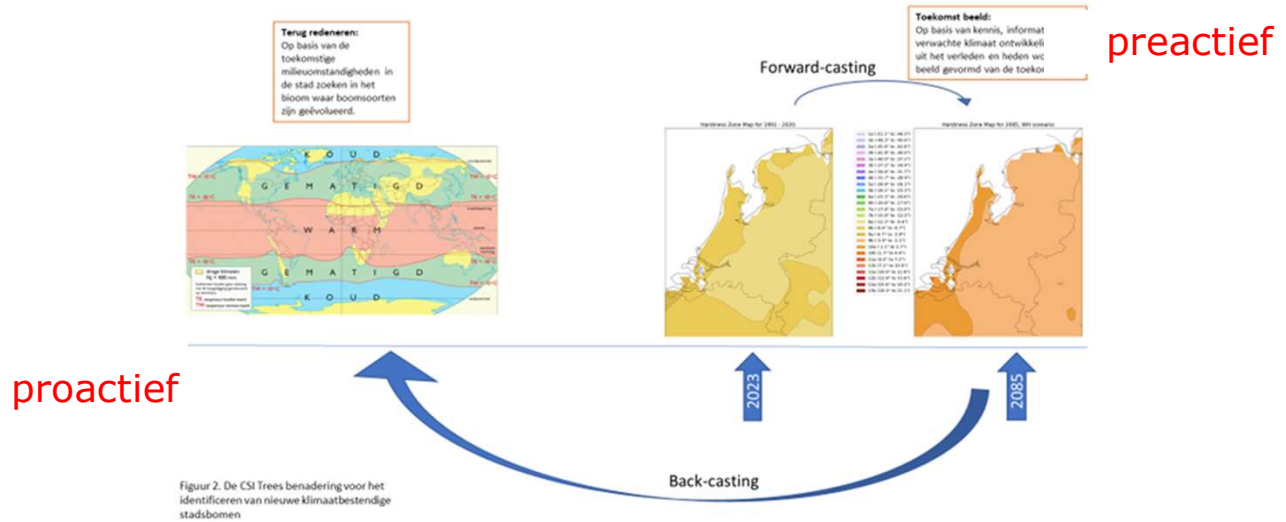
Wat is de CSI Trees benadering?

proactief

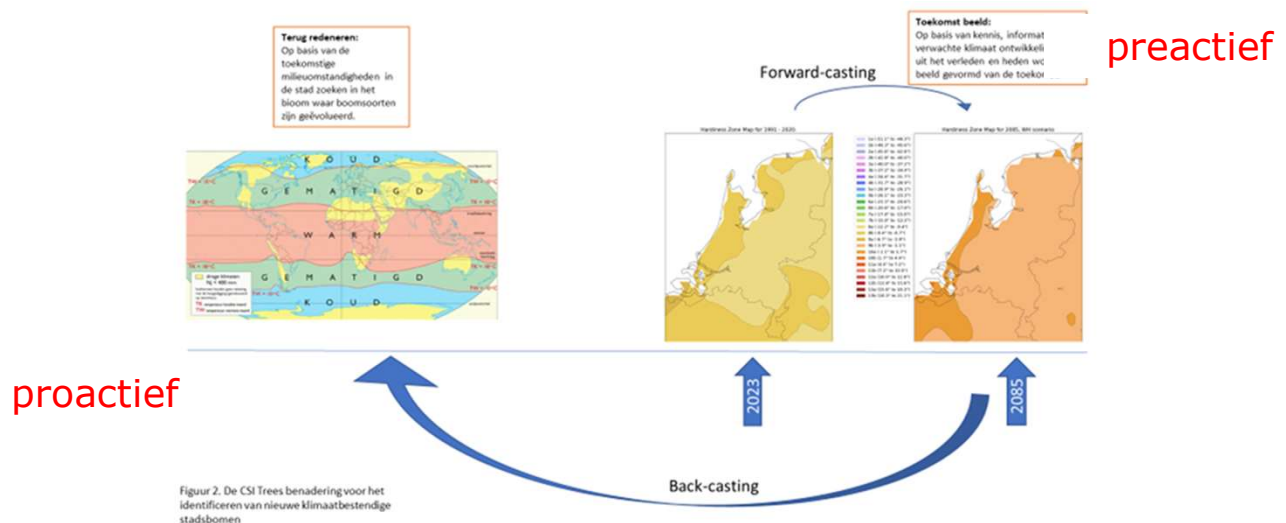


Figuur 2. De CSI Trees benadering voor het identificeren van nieuwe klimaatbestendige stadsbomen

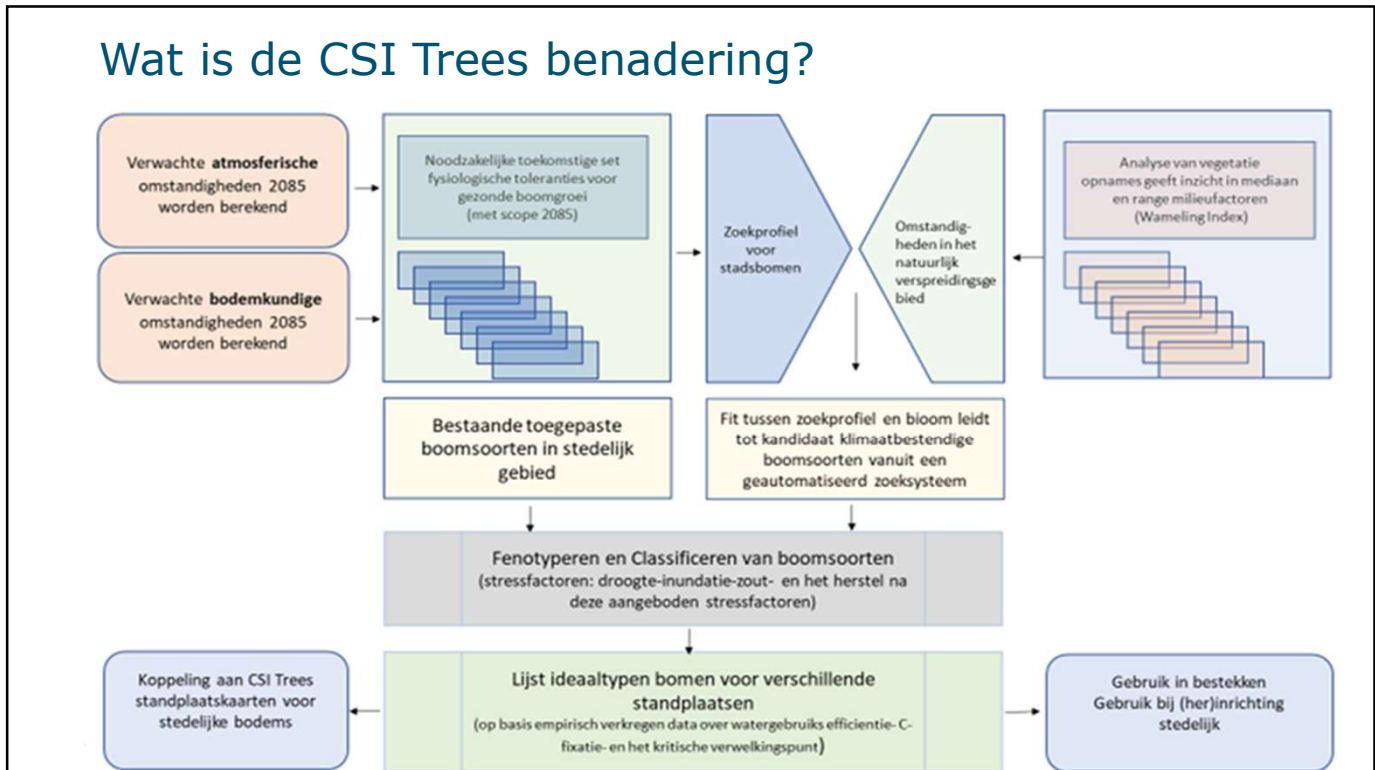
Wat is de CSI Trees benadering?



Niets doen is geen optie meer:



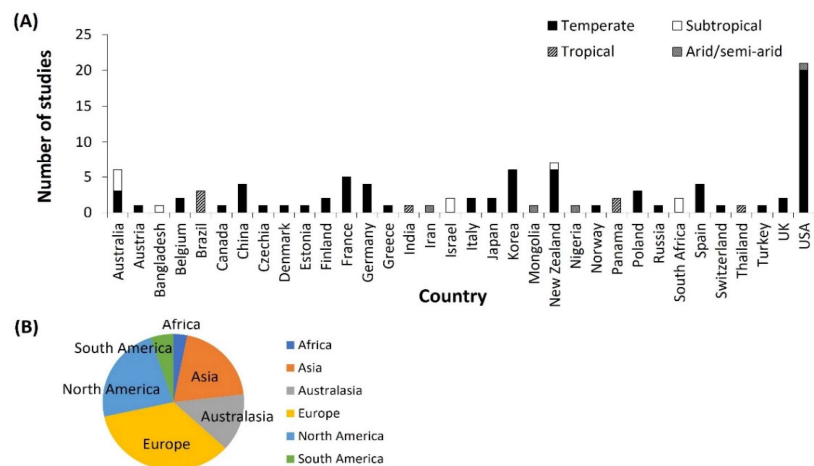
Wat is de CSI Trees benadering?



25

Positief: toenemend aantal studies naar eigenschappen en veerkracht van stadsbomen

- Gepubliceerde onderzoeken naar morfo-fysiologische eigenschappen van stadsbomen
- In situ studies
- Uitdaging: NL nog niet goed op de kaart



26

CSI Trees: climate adapted trees with future

WUR vooronderzoeks team: Marc Raveslout, Lydia Meesters, Joukje Buiteveld, **Garmt Dijksterhuis**, **Martin Goossen**, Bert Heusinkveld, Jelle Hiemstra, Iris Kappers, Lucas Hulsmann, **Karen de Rosa-Spierings**, Gert Jan Steeneveld, Nynke Hofstra, Charles Buddendorf (Smartgreen-Research) Amanda Krijgsman (Krijgsman Advies), Jannick Versteegen (NPEC), David Brink (NPEC), Lucas Smitz (NPEC), Niels Diktus (Tenax)

CSI Hoofdonderzoek: Marc Raveslout, Lydia Meesters, Joukje Buiteveld, Bert Heusinkveld, Jelle Hiemstra, Gert Jan Steeneveld, **Guido Bakema**, **Amanda Matson**, **Shannon Dill**, **Wieger Wamelink**, **Paul Copini**, Rick van der Zedde (NPEC), Marco Hoffman (NAKT), Charles Buddendorf (Smartgreen-Research), Amanda Krijgsman (Krijgsman Advies), Jannick Versteegen (NPEC), David Brink (NPEC), Lucas Smitz (NPEC), **Fedde IJsbrandij**, **Thomas Been**, **Tamme van der Wal**, Niels Diktus (Tenax)

Consortium partners: **Leon Smet/Mark-Jan Terwindt** (Anthos), Jan de Vries, Jeroen van den Oever, Martin Houben, Toon Ebben, Pieter van den Berk, G40 Nederlandse Gemeenten en Koninklijke VHG

WUR studenteninzet stedelijke groen 22-23: Jesse Brand, Katarina Wache, Lidia Thelen, Marin Seldenrijk (Aeres)



27

CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

Fenotyperen van bomen

Marc Raveslout

3 november 2023



28

Fenotyperen

- ✓ Het in beeld brengen van waarneembare en meetbare eigenschappen
- ✓ Fenotype is het resultaat van het genotype en de invloed van de lokale milieufactoren
- ✓ Hele plant benadering: fysiologische en morfologische eigenschappen gecombineerd



Fenotyperen

- ✓ Verschillende boomsoorten of zaadherkomsten onder dezelfde omstandigheden gemeten
- ✓ Allemaal dezelfde stress gelijktijdig aangeboden
- ✓ Inzicht in eigenschappen en adaptatiemogelijkheden van een soort
- ✓ Opstellen van een empirisch opgesteld classificatiesysteem



Meten

Telemetrisch (camera's/sensoren)

- NIR/3D/warmtebeelden/RGB

Gravimetrisch

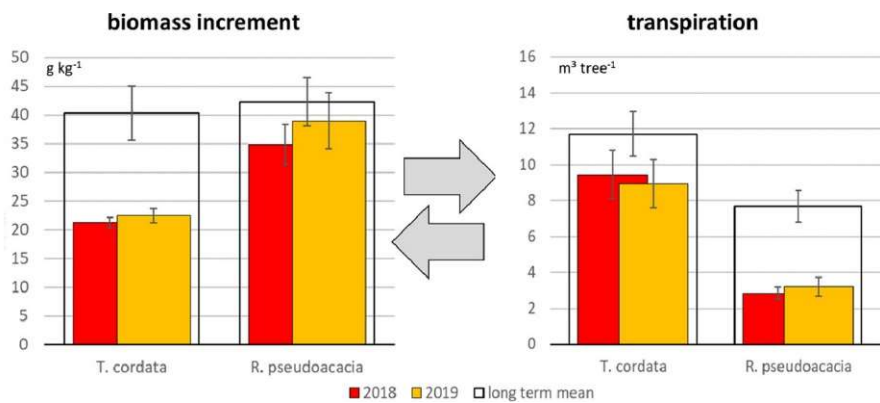
(continue gewichtsmetingen van iedere afzonderlijke plant)

- Evaporatie
- Transpiratie



Ecosysteemdienst: actieve koeling en CO₂ vastlegging onder extreme droogte in steden

- Studie Berlijn
- 2021
- CSI Trees
- **Boomstrategien** om droogte te overbruggen
- Meten bestaende en nieuwe klimaatadaptieve stadsbomen





33

Welke stress kunnen we aanbieden?

- Hittestress
- Droogtestress
- Zoutstress
- Waterverzadiging

- Combinaties van bovenstaande factoren

34

Stappen in stress proeven



1 acclimatiseren



2 stressperiode



3 opheffen stress

Wat brengen we in kaart?

- Waterverbruik boomsoorten onderling
- Kritisch verwelkingspunt van boomsoorten
- Watergebruiksefficiëntie (WUE)
- Herstel na opheffen van de stress (plasticiteit)

- Classificatie van boomsoorten onderling

Stress response meten

Data verzamelen:
Stress response
controleren en
meten

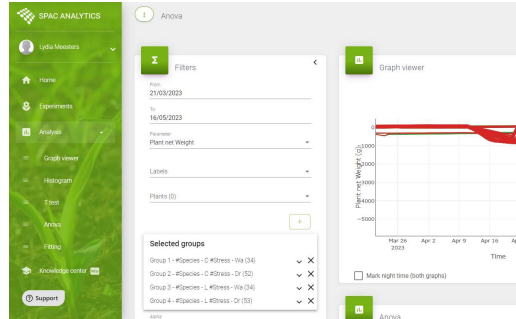
Data analyse

Boom classificatie

PlantArray
PlantEye



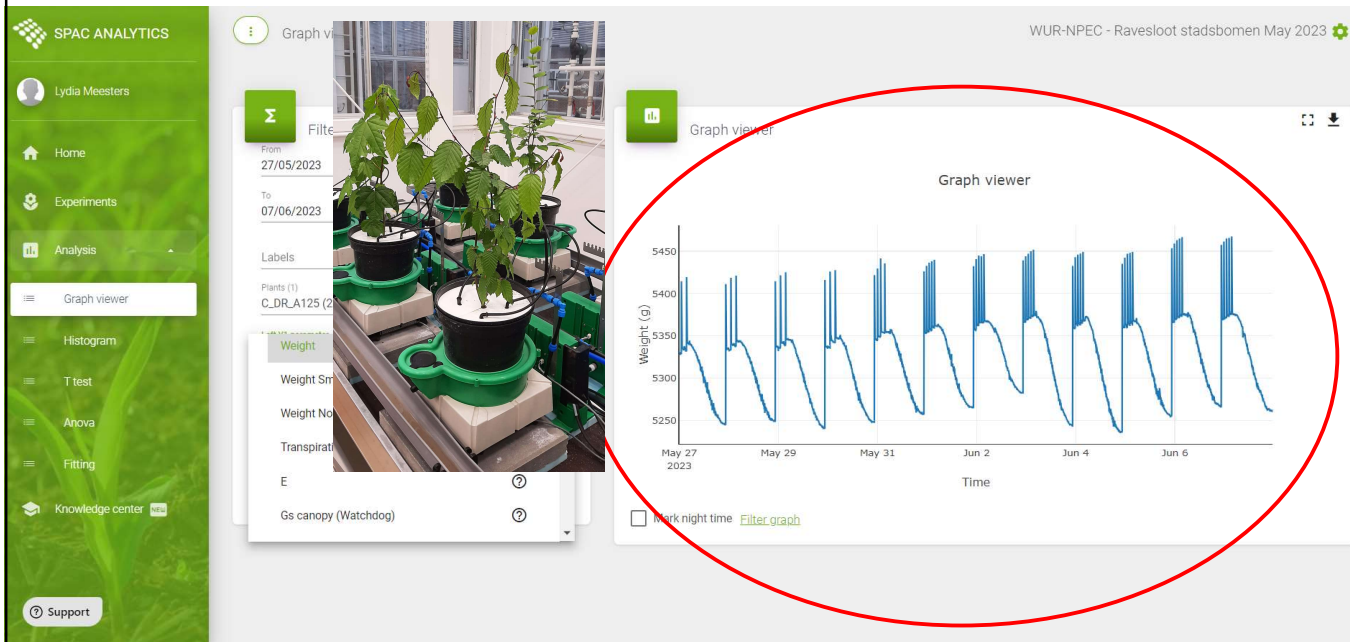
SPAC analytics



37

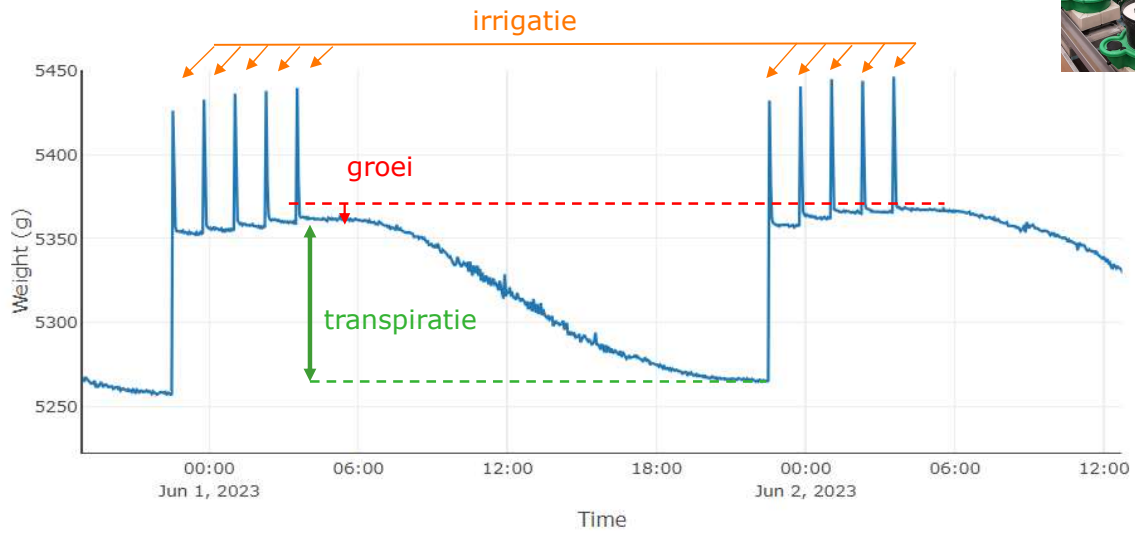
37

De proef online monitoren – SPAC analytics



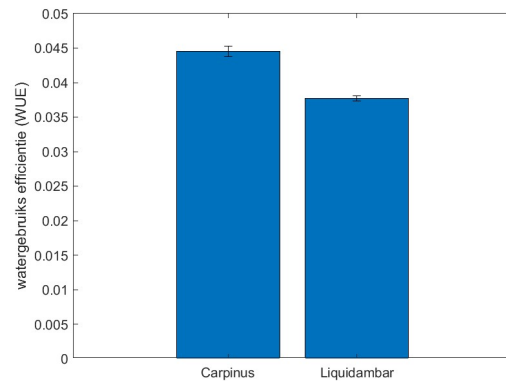
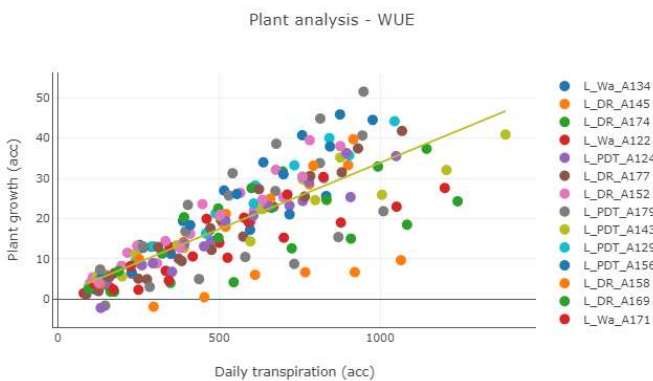
38

Gewicht



39

Watergebruik efficiëntie van boomsoorten



Liquidambar WUE = 0.037

Carpinus WUE = 0.044

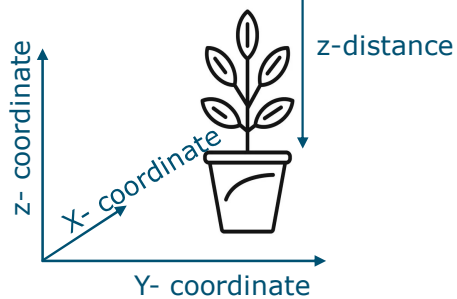
40

PlantEye camera & Thermische camera



PlantEye - camera

PlantEye - f500



- 3D point-cloud
- RGB
- NIR

Parameters, zoals:

- Digitale biomassa
- 3D Blad oppervlak
- NDVI index (indicatie van fotosynthese)
- Bladtemperatuur




line	ID Number	Well irrigation treatment		Drought treatment		Group classification	Abbreviation	Classification Number
		Fruit yield	Shoot weight	Fruit yield	Shoot weight			
M82	30	CONTROL	CONTROL	CONTROL	CONTROL	Control		
IL12-1-1	4	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	High yielder High biomass High tolerance High resilience - IDEOTYPE	HyHbHtHr	1 *
IL5-2	16	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	High yielder High biomass High tolerance High resilience - IDEOTYPE	HyHbHtHr	1 *
IL6-4	26	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	High yielder High biomass High tolerance High resilience - IDEOTYPE	HyHbHtHr	1
IL7-4-1	22	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	High yielder High biomass High tolerance High resilience - IDEOTYPE	HyHbHtHr	1
IL2-4	8	HIGH	HIGH	MEDIUM	HIGH	High yielder High biomass Medium tolerance High resilience	HyHbMtHr	2
IL2-6	9	HIGH	HIGH	LOW	HIGH	High yielder High biomass Low tolerance High resilience	HyHbLtHr	3 *
IL11-4	3	HIGH	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	High yielder Medium biomass Medium tolerance Medium resilience	HyMbMtMr	4 *
IL6-3	20	MEDIUM	HIGH	LOW	HIGH	Medium yielder High biomass Low tolerance High resilience	MyHbLtHr	5
IL9-3	29	MEDIUM	HIGH	LOW	HIGH	Medium yielder High biomass Low tolerance High resilience	MyHbLtHr	5
IL9-1	26	MEDIUM	HIGH	LOW	MEDIUM	Medium yielder High biomass Low tolerance High resilience	MyHbLtMr	6
IL9-2-6	28	MEDIUM	HIGH	MEDIUM	HIGH	Medium yielder High biomass Medium tolerance High resilience	MyHbMtHr	7
IL2-6-5	10	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH	Medium yielder Medium biomass High tolerance High resilience	MyMbMtHr	8
IL5-3	17	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	Medium yielder Medium biomass Medium tolerance High resilience	MyMbMtHr	9
IL9-1-3	27	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	LOW	Medium yielder Medium biomass Medium tolerance Low resilience	MyMbMtLr	10
IL10-2	2	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	Medium yielder Medium biomass Medium tolerance Medium resilience	MyMbMtMr	11
IL5-5	18	MEDIUM	SMALL	HIGH	HIGH	Medium yielder Small biomass High tolerance High resilience	MySbHtHr	12
IL2-1-1	7	MEDIUM	SMALL	MEDIUM	LOW	Medium yielder Small biomass Medium tolerance Low resilience	MySbMtLr	13
IL12-2	5	MEDIUM	SMALL	MEDIUM	MEDIUM	Medium yielder Small biomass Medium tolerance Medium resilience	MySbMtMr	14
IL12-3-1	6	MEDIUM	SMALL	MEDIUM	MEDIUM	Medium yielder Small biomass Medium tolerance Medium resilience	MySbMtMr	14
IL10-1	1	LOW	HIGH	LOW	HIGH	Low yielder High biomass Low tolerance High resilience	LyHbLtHr	15 *
IL3-3	11	LOW	HIGH	LOW	HIGH	Low yielder High biomass Low tolerance High resilience	LyHbLtHr	15
IL3-4	12	LOW	HIGH	LOW	HIGH	Low yielder High biomass Low tolerance High resilience	LyHbLtHr	15
IL6-2	19	LOW	MEDIUM	LOW	LOW	Low yielder Medium biomass Low tolerance Low resilience	LyMbLTLr	16
IL4-1	13	LOW	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	Low yielder Medium biomass Medium tolerance Medium resilience	LyMbMtMr	17
IL4-1-1	14	LOW	SMALL	MEDIUM	MEDIUM	Low yielder Small biomass Medium tolerance Medium resilience	LySbMtMr	18
IL8-1	23	LOW	SMALL	LOW	MEDIUM	Low yielder Small biomass Low tolerance Medium resilience	LySbLTLr	19 *
IL8-1-3	25	LOW	SMALL	LOW	LOW	Low yielder Small biomass Low tolerance Low resilience - SURVIVAL	LySbLTLr	20 *
IL4-3-2	15	LOW	SMALL	LOW	LOW	Low yielder Small biomass Low tolerance Low resilience - SURVIVAL	LySbLTLr	20
IL8-1-1	24	LOW	SMALL	LOW	LOW	Low yielder Small biomass Low tolerance Low resilience - SURVIVAL	LySbLTLr	20


Table 1

Classification of tomato IIs based on total yield, plant weight measured under well irrigated and dry field conditions (as presented in fig.2), relative to M82. We identified 20 classification groups; eight of those (marked with *) were selected for further physiological characterization using the *PlantArray* functional telemetric platform.

43



The Plant Journal (2016)



doi: 10.1111/tjp.13425


TECHNICAL ADVANCE

High-throughput physiological phenotyping and screening system for the characterization of plant–environment interactions

Ofer Halperin¹, Alem Gebremedhin², Rony Wallach¹ and Menachem Moshelion^{2,*}

¹Department of Soil and Water Sciences, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 76100, Israel, and

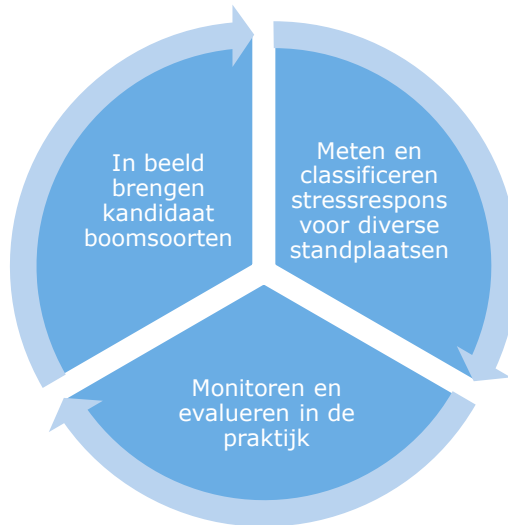
²The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 76100, Israel



44

44

Zijn we er na classificatie van boomsoorten
en een zoekmachine voor nieuwe kandidaat boomsoorten?



45

Op de hoogte blijven?



CSI Trees WUR



www.npec.nl

marc.ravesloot@wur.nl

M 06 22193312

46

CSI Trees: klimaatbomen met toekomst

Rol NAKT

Marc Ravesloot

3 november 2023



47

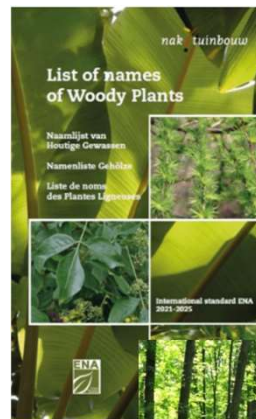
CSI Trees en NAKT

Indien CSI Trees kandidaat boomsoorten in beeld?

Samenwerking met NAKT

Twee sporen:

- Cultivars
- Zaadherkomsten (CGB)



Genetische Bronnen Bomen



48

48



49

Bedankt voor uw aandacht

Marc Ravesloot en CSI Trees onderzoeksteam

3 november 2023



50