

Nederlandse BOOMINFODAG

Zout als drukfactor voor gezonde boomgroei

Marc Ravesloot & Ayodeji Deolu-Ajayi

7 maart 2024

NEDERLANDSE
BOOM
INFODAG

BOOMINFODAG IS EEN
INITIATIEF VAN:


Stadswerk


VHG
Vereniging Hout en Groen



Inhoud

- Verzilting mondiaal
- Verzilting van laag Nederland
- Zoutschade herkennen
- Fysiologie
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan
- Aanbevelingen /conclusies



Verzilting mondiaal

- Zeespiegel stijgt
- Laag Nederland daalt
- Klimaat verandert snel
- Wat betekent dat voor gezonde boomgroei met name indien zout een grote rol gaan spelen in Delta's zoals Nederland

Ayodeji Deolu-Ajayi



- Dutch organisations combine knowledge about controlling salinisation in deltas

Published | 9 February 2023

Author(s) | Mindert de Vries



Inhoud

- **Verziltig mondiaal**
- Verziltig van laag Nederland
- Zoutschade herkennen
- Fysiologie
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan



Verziltling mondiaal

- Verziltling van bodems is een groeiend mondiaal probleem
- Het vormt een bedreiging voor landbouw, bosbouw en stedelijk groen
- Verziltling komt voor in bijna alle klimaatgebieden
- Verziltling komt voor op alle bevolkte continenten
- Vooral delta's erg kwetsbaar
- In 2008 werd al 6% van het totale landoppervlak op aarde getroffen door verziltling

Verzilting mondiaal

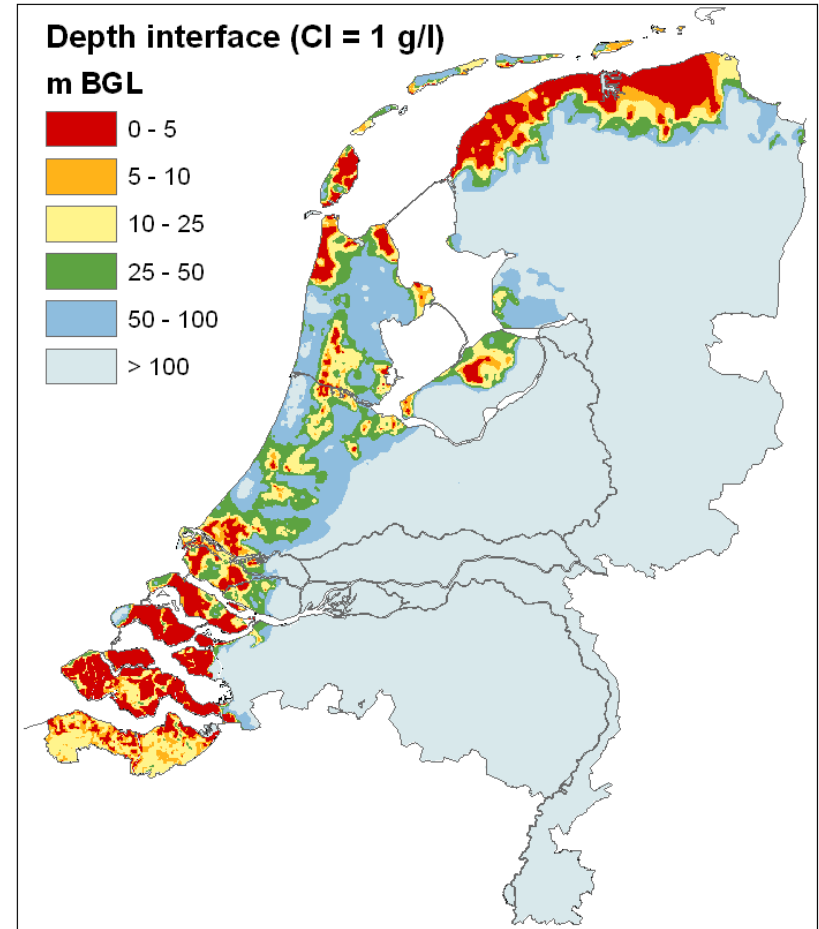
- Bomen zijn over het algemeen beter bestand tegen zout dan landbouwgewassen.
- Daarom worden bomen ook gebruikt in probleemgebieden in de wereld als mitigerende maatregel
- Bebossing draagt bij aan bodemhestel en is als langgebruiksvorm veel duurzamer dan intensieve Landbouw
- Met name het geslacht *Populus* is hiervoor mondiaal interessant
 - Komt in veel klimaatzones voor
 - Klein genoom
 - Grote verscheidenheid in zouttoleranties

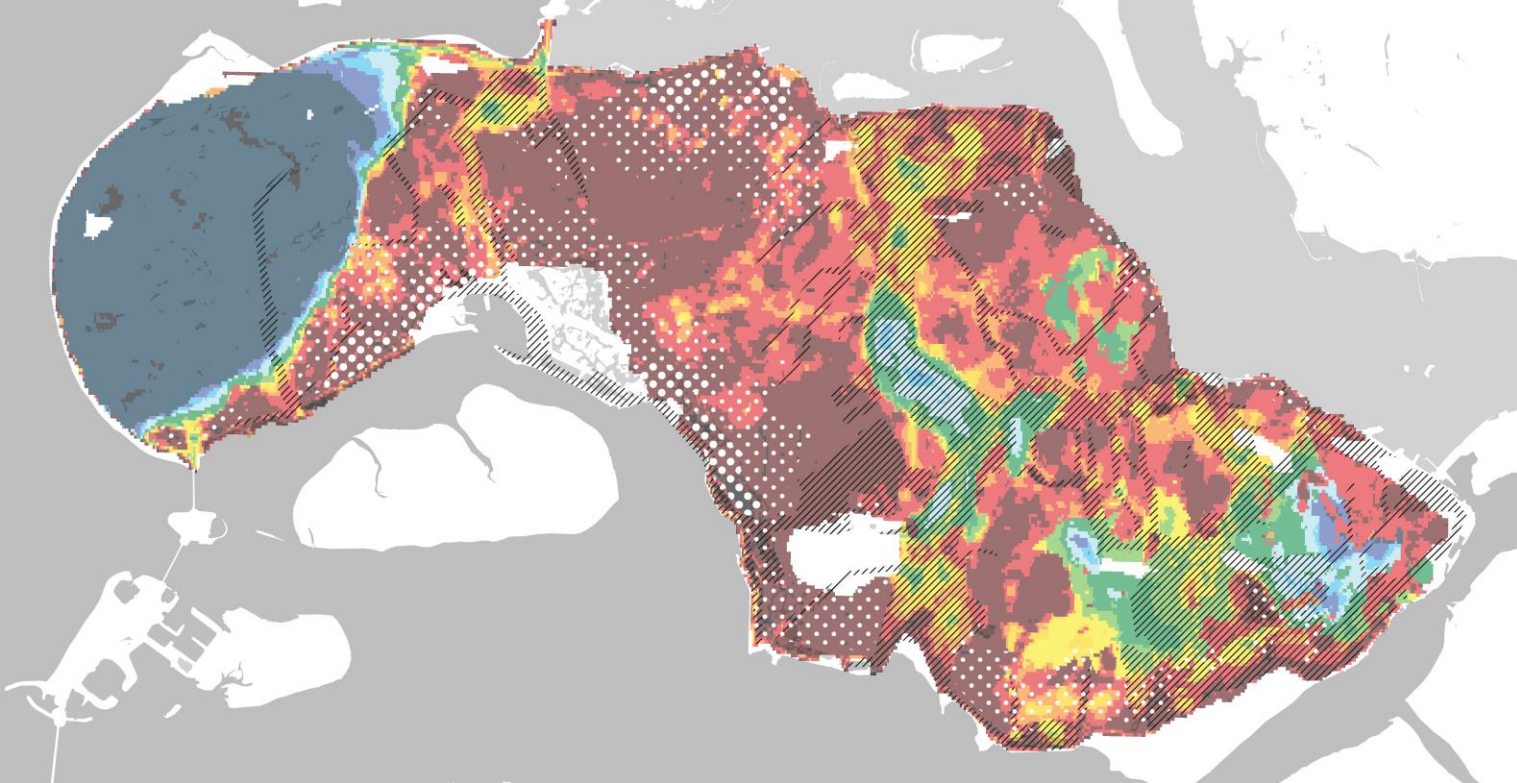
Inhoud

- Verzilting mondiaal
- Verzilting van laag Nederland
- Zoutschade herkennen
- Fysiologie
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan



- Diepte van de grens zoet-zout grondwater
- Diepte in meter waarop chloridegehalte op de waarde van 1000mg/l

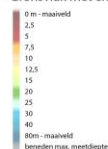




Schouwen-Duiveland: Grondwater

■ zee
 ■ meer, ven, vijver
 /// kreek en geulen
 ■ sterke zoute kwel
 ■ zoute kwel

Grensvlak met chloridegehalte 1500mg/l



Bron: LN2050 (nog niet gepubliceerd)

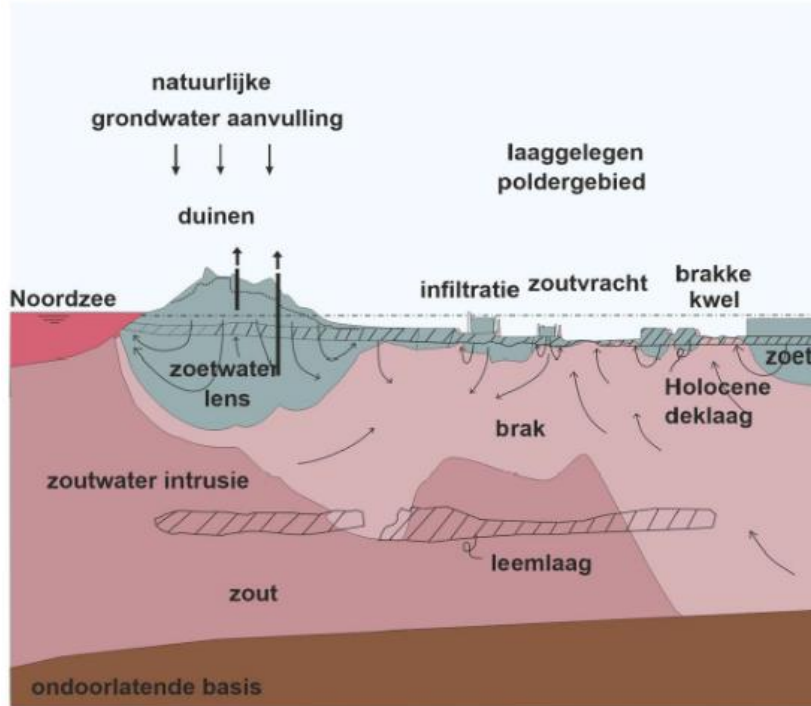
Situatie verzilting Schouwen Duiveland

Bronnen geodata:
 Kreekruggen, platen, geulen en pleistocene zanden: REGIS (2011)
 Zoet-zoutverdeling Zeeuwse ondergrond: FRESHEM (2015)

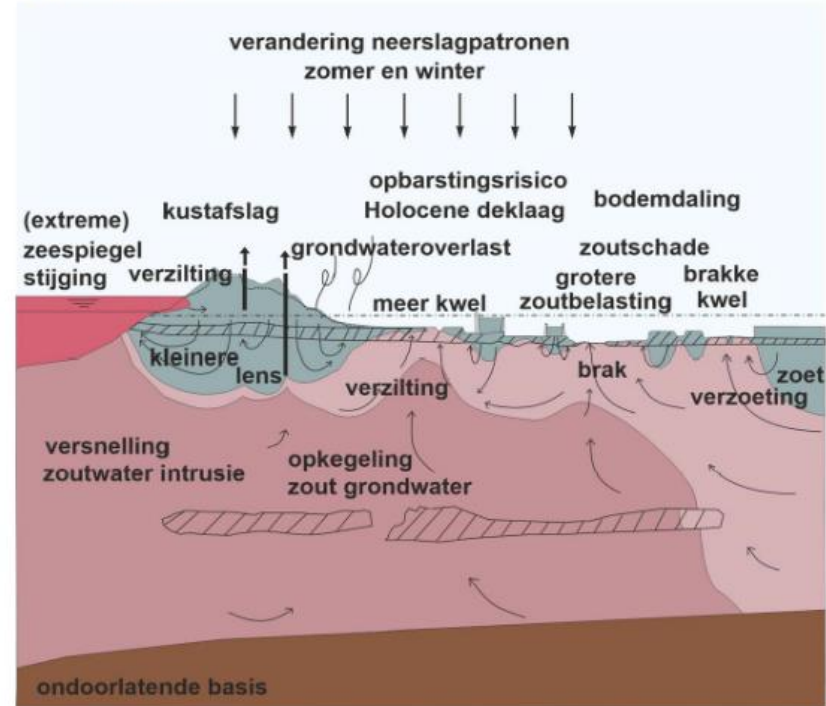
0 2,5 5km

Huidig grondwatersysteem kustgebied onder druk...

nu



toekomst



Inhoud

- Verzilting mondiaal
- Verzilting van laag Nederland
- **Zoutschade herkennen**
- Fysiologie
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan



Symptomen van zoutschade in stappen

- Aan het begin van blootstelling aan zout vertonen bomen meestal geen symptomen van schade, maar (blijvende) schade wordt duidelijk na enkele seizoenen van continue blootstelling aan zout.
- Een verandering in de bladkleur (van groen naar geel en rood) en verwelking die correleren met de accumulatie van natrium- en chloride-ionen in de bladeren, zijn de eerste symptomen van zoutstress bij bomen
- Na enige tijd en bij voortdurende blootstelling aan zout treedt bladnecrose op. Het afsterven van het weefsel van de bladschijf begint aan de bladtop en breidt zich naar buiten uit tot aan de bladbasis.

Symptomen van zoutschade in stappen

- Later kan het weefsel van de gehele bladschijf afsterven en volgt (zomer)bladval.
- Verwelking en necrose van knoppen en scheuten komt ook voor bij langdurige blootstelling aan zout.
- Langdurige zoutstress kan na verloop van tijd een tragere boomgroei veroorzaken en dit wordt jaarlijks waargenomen als een dunnere groei van de boomringen.
- Hoewel langdurige zoutstress geen invloed heeft op de functie van generatieve organen zoals knoppen, of in sommige gevallen de bloei vermindert, zal langdurige blootstelling aan zoutstress toch leiden tot boomsterfte.



inverde
institute for green innovation



Zoutschade bomen

Kosten verzilting landbouwgrond

<i>Europa</i>	<i>Wereld</i>
500	22,5
miljoen	miljard
euro	euro
<i>per jaar</i>	<i>per jaar</i>

(aandacht afgelopen decennia)

In Nederland tot dusverre erg gerelateerd
aan de negatieve gevolgen van strooizout
op groei en ontwikkeling van bomen

(nabije toekomst):

Er ontstaat een sterke verschuiving richting
brak en zout grond- en bodemwater

Verzilting neemt toe door
zeespiegelstijging en lagere
rivierafvoer.

Typen verzilting

- Langdurig gebruik dooimiddelen
- Externe infiltratie (piping)
- Langdurig gebruik zout irrigatiewater
 - Probleem in landen waar goede kwaliteit irrigatiewater niet beschikbaar is
 - Maar ook risico bij druppelirrigatie in pot en vollegrond



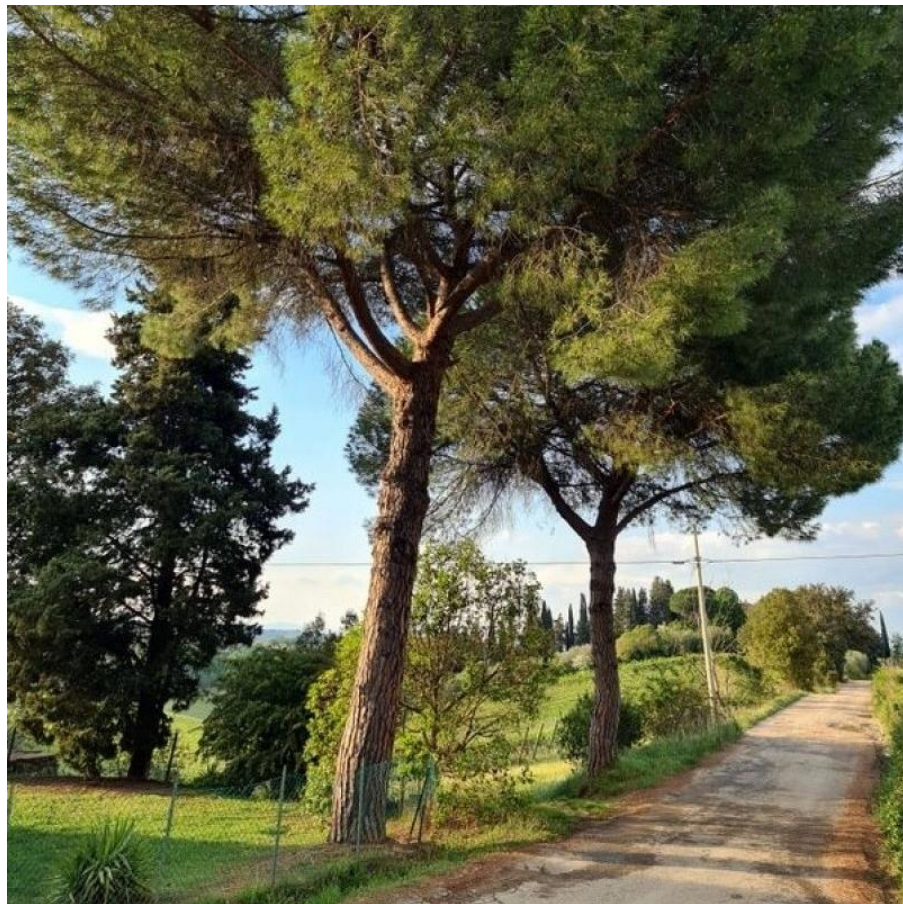
Inhoud

- Verzilting mondiaal
- Verzilting van laag Nederland
- Zoutschade herkennen
- **Fysiologie**
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan



Effecten op boomgroei

- Frequentie en intensiteit van droogte- en zoutstress nemen toe
- De verwachting is dat dit grote gevolgen voor groei en overleving van bomen gaat hebben



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	leaf burning, stembursting,
	Vapor Pressure Deficit (VDP)	summer leafdrop
Light/Radiation	Low	
	High	leaf and stem burning
	Infrared	
	Visible	
	UV	
	Ionizing	
Soil	Salinity	leaf burning, reduced transpiration, stopping Carbon sequestration
	Mineral deficiency/ Low fertility	
	Mineral Toxicity	
	pH	chlorosis, reduced growth,
	Air Pollutants (in Nederland fijnstof)	
	Soil temperature	phenology
	Soil compaction	reduced growth
Atmosphere	Wind	
	Pressure	
	Sound	
	Magnetic	
	Electrical	

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	leaf burning, stembursting,
	Vapor Pressure Deficit (VDP)	summer leafdrop
Light/Radiation	Low	
	High	leaf and stem burning
	Infrared	
	Visible	
	UV	
	Ionizing	
	Salinity	leaf burning, reduced transpiration, stopping Carbon sequestration
Soil	Mineral deficiency/ Low fertility	
	Mineral Toxicity	
	pH	chlorosis, reduced growth,
	Air Pollutants (in Nederland fijnstof)	
	Soil temperature	phenology
	Soil compaction	reduced growth
Atmosphere	Wind	
	Pressure	
	Sound	
	Magnetic	
	Electrical	

Effecten opwarming aarde op boomgroei

- (te) hoge dampdruktekorten
→
- dit intensificeert de
verdampingsvraag
- →
- dit leidt tot steeds grotere
waterbehoefte

Typen droogte

- Metereologische droogte: jaarlijkse neerslag daalt onder de 75% van het 'normaal'
- Hydrologische droogte: waterpeilen in rivieren, meren, retentiebasins etc kunnen niet meer op peil worden gehouden
- Landbouw droogte: beschikbaarheid van water wordt ontoereikend om aan de waterbehoefte van gewassen te voldoen
- Atmosferische droogte: zeer hoge dampdruktekorten, vaak geregistreerd vanaf de middag als gevolg van lage RV, hoge temperatuur en mogelijk gecombineerd met droge wind
- Bodemdroogte: droogte die ontstaat als gevolg van evapotranspiratie bij afnemend bodemvocht en/of grondwaterstanden

Typen zoutstress

- Brak en zout bodem en grondwater
- Zoutspray
- Irrigieren met ongeschikt gietwater in landbouw (bij gebrek aan beter)
- Toename van zout in bodems door grotere evapotranspiratie (watervraag)

Door droogte veroorzaakte boomsterfte

■ Hydraulisch falen

- Hoge xyleemspanning, veroorzaakt door uitdroging van de bodem en/of een hoge verdampingsvraag (ddd), leidt tot cavitaties. Cavitaties belemmeren watertransport waardoor weefsels uitdrogen en afsterven

■ Koolstofsterfte

- Veroorzaakt door een beperkte koolhydraataanvoer die nodig is voor essentiële metabolische processen
- Koolhydraatbeschikbaarheid met name als niet structurele koolstoffen(NSC) (oplosbare suikers)
- Koolstofsterfte treedt op indien (NSC) uit de fotosynthese de ademhaling niet kan ondersteunen.

Door zout veroorzaakte boomsterfte

- Verstoorde osmotische balans
 - In dit geval wordt de boomgroei geremd omdat de wateropname wordt geremd door het osmotisch effect van het zout
- Ionische toxiciteit:
 - door accumulatie van Na^+ en Cl^- in scheuten en bladschijven
 - door het verhinderen (competitieve interactie) van de opname van essentiële ionen verhinderd (K^+ , Ca^{2+} en Mg^{2+}).

Zout- en droogtestress altijd in verband met elkaar onderzoeken

- Weinig bekend over de mechanismen die betrokken zijn bij boomsterfte als gevolg van gecombineerde droogte en zoustress.
- Per boomssort anders door afweermechanismen die per sort verschillen
- Dit is wel wat ons staat te wachten in stedelijke bodems: duidelijk kennishyaat

Inhoud

- Verzilting mondiaal
- Verzilting van laag Nederland
- Zoutschade herkennen
- Fysiologie
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan



CSI Trees literatuurscan

Overzicht van de respons van 45 in Nederland
voorkomende boomsoorten op zoutgehalte op basis
van literatuuronderzoek.

De status van de boomsoorten op zoutgehalte
wordt weergegeven als:

S: gevoelig

sS licht gevoelig

sR licht veerkrachtig

R veerkrachtig



Bron: compilatie van studies (Marosz en Nowak 2008; Dmuchowski et al. 2011, 2021, 2022; Bąbalewski et al. 2017; Šerá 2017; Patykowski et al. 2018; Zhou et al. 2018).

S= sensible (gevoelig)

	Species	Tree response to salinity	Status	Additional information
5	<i>Acer saccharinum</i>	Observed as a salt sensitive species in uncontrolled saline soil conditions.	S	
12	<i>Carpinus betulus</i>	Salt sensitive species in controlled saline experiments	S	
14	<i>Celtis occidentalis</i>	Salt sensitive species in controlled saline experiments	S	
17	<i>Fagus sylvatica</i>	Observed as a salt sensitive species in controlled saline soil experiments.	S	Drought sensitive in controlled soil experiments (Kunz et al. 2016).
23	<i>Platanus x hispanica</i>	Observed as a sensitive species under uncontrolled saline conditions.	S	
29	<i>Prunus avium</i>	Observed as a salt sensitive species in controlled saline soil experiments.	S	
37	<i>Tilia platyphyllos</i>	Observed as a salt sensitive species in controlled saline soil experiments.	S	
39	<i>Tilia x euchlora</i>	Observed as a salt sensitive species in uncontrolled saline soil conditions.	S	

S, sS = gevoelig, licht gevoelig

	Species	Tree response to salinity	Status	Additional information
3	<i>Acer platanoides</i>	Contradictory report on both sensitive and tolerant response in controlled soil pot experiments. The species was also sensitive in uncontrolled saline soil conditions.	S, sS,	Drought resilient in controlled pot experiments but has slower recovery after drought events (Kunz et al. 2016; Monteiro et al. 2017).

sS = licht gevoelig

	Species	Tree response to salinity	Status	Additional information
4	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Tolerant response in experiments with saline soil pot experiments.	sS	Drought and heat sensitive (Haase and Hellwig 2022).
36	<i>Tilia cordata</i>	Observed as a slightly sensitive species since it is only affected at high saline conditions.	sS	Heat and drought resilient with moderately quick recovery after drought events (Gillner et al. 2015; Monteiro et al. 2017).
38	<i>Tilia tomentosa</i>	Observed as a slightly salt sensitive species in uncontrolled saline soil conditions.	sS	
43	<i>Ulmus laevis</i>		sS	

Tegenstrijdige onderzoeksresultaten:

sS = licht gevoelig & sR = licht veerkrachtig

☐	☐ Species	☐ Tree response to salinity	☐ Status	☐ Additional information
9	<i>Alnus incana</i>	Contradictory results since it was observed as both a slightly sensitive species and also as a tolerant species in controlled and uncontrolled saline soil conditions.	sS, sR	

sR = licht veerkrachtig

	Species	Tree response to salinity	Status	Additional information
1	<i>Acer campestre</i>	The species is relatively tolerant due to observed response under uncontrolled saline conditions.	sR	Drought resilient in controlled pot experiments (Kunz et al. 2016; Monteiro et al. 2017).

R = veerkrachtig

	Species	Tree response to salinity	Status	Additional information
2	<i>Acer negundo</i>	Observed as a tolerant species due to no significant impact on tree length in soil pots containing high salinity levels.	R	Drought resilient species (Haase and Hellwig 2022).
7	<i>Alnus cordata</i>	Tolerant response on controlled saline soil experiments.	R	Drought resilient in controlled experiments and also quick recovery after drought events (Monteiro et al. 2017).
8	<i>Alnus glutinosa</i>	Tolerant response in both controlled soil pot experiments and measurements taken in uncontrolled saline soil conditions.	R	Moderately drought resilient in controlled experiments and also quick recovery after drought events (Monteiro et al. 2017).
10	<i>Betula pendula</i>	Tolerant response under controlled saline soil experiments.	R	Moderately drought resilient in controlled experiments (Monteiro et al. 2017).
15	<i>Corylus colurna</i>	Tolerant response under controlled saline soil experiments.	R	Heat and drought resistant (Gillner et al. 2015; Šeho et al. 2019).
18	<i>Fraxinus americana</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled soil conditions.	R	
19	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled soil conditions.	R	
20	<i>Fraxinus excelsior</i>	Tolerant to both direct salt contact as well as in both controlled and uncontrolled saline soil conditions.	R	
21	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled soil conditions.	R	

R = veerkrachtig

24	<i>Populus alba</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled conditions.	R	
26	<i>Populus nigra</i>	Observed as a saline tolerant species to direct contact with salt and also in measurements taken in uncontrolled saline soil conditions.	R	
27	<i>Populus tremula</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled soil conditions.	R	
28	<i>Populus x canadensis</i>	All four cultivars (flevo, marilandica, robusta, serotina) of this species were salt tolerant in uncontrolled saline soil conditions.	R	
30	<i>Quercus cerris</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled saline soil conditions.	R	
31	<i>Quercus petraea</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled saline soil conditions.	R	Drought sensitive in controlled soil experiments (Kunz et al. 2016).
32	<i>Quercus pubescens</i>	Observed as a saline tolerant species in uncontrolled saline soil conditions	R	Drought tolerant species (Tikhomirova et al. 2023).
35	<i>Salix alba</i>	Observed as a saline tolerant species in controlled soil pot experiments.	R	
41	<i>Ulmus x hollandica</i>	Observed as a saline tolerant species in controlled soil pot experiments.	R	
44	<i>Ulmus minor</i>	Observed as a saline tolerant species in controlled soil pot experiments.	R	

Praktische informatie (lijsten met toleranties)

BURG, J. VAN DEN; KOPINGA, J. (1981): De gevoeligheid van bomen voor strooizout - Bericht / Rijksinstituut voor
Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (nr. 103)

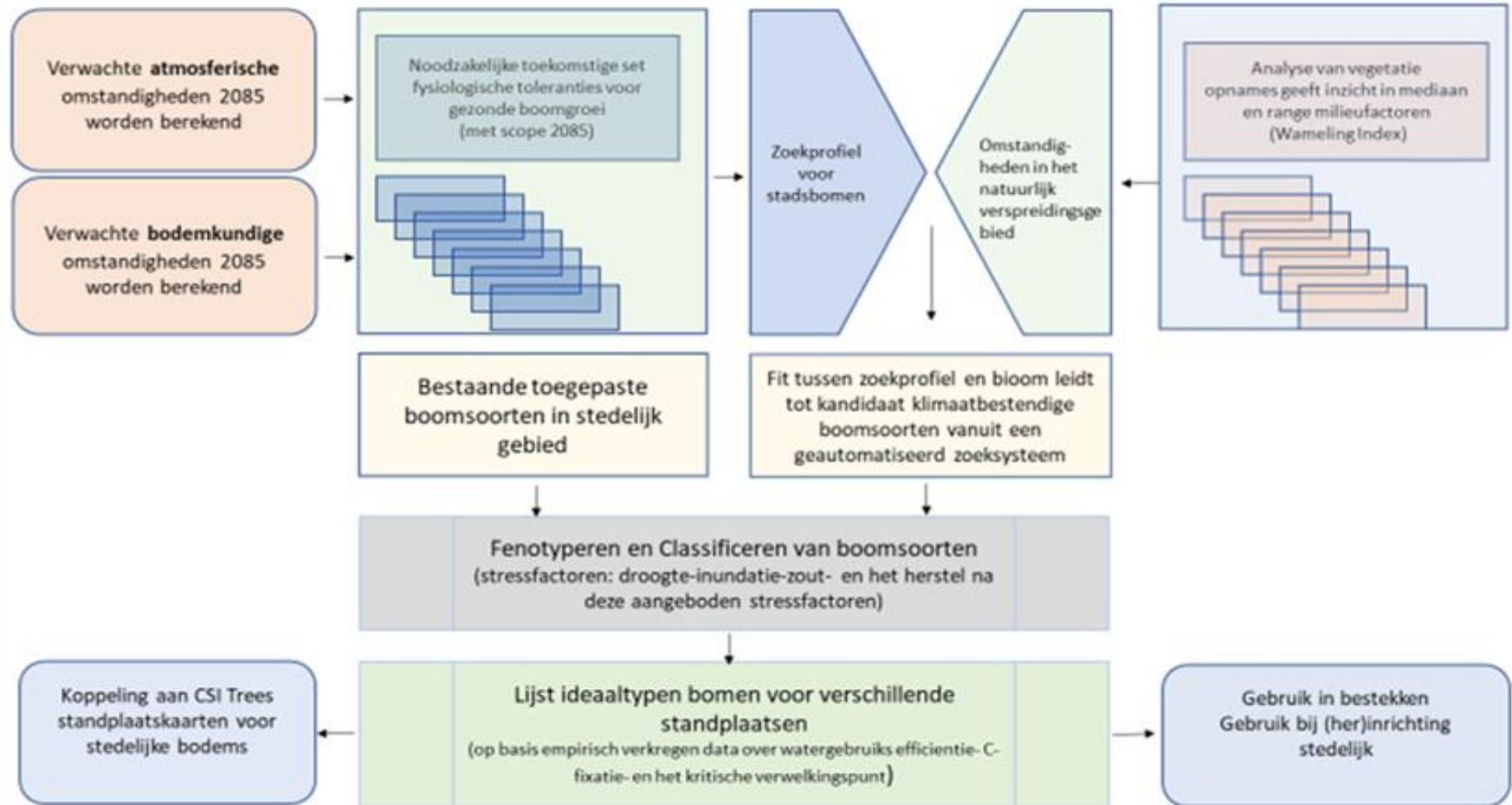
Hop, M, (2010) Zouttolerantie van planten. Dendroflora nr 47, 2010

Inhoud

- Verzilting mondiaal
- Verzilting van laag Nederland
- Zoutschade herkennen
- Fysiologie
- Fysio/morfologisch fenotyperen van boomsoorten en zaadherkomsten
- CSI Trees literatuurscan



Wat is de CSI Trees benadering?



Fenotypen

- ✓ Het in beeld brengen van waarneembare en meetbare eigenschappen
- ✓ Fenotype is het resultaat van het genotype en de invloed van de lokale milieufactoren



Wat kunnen we nu al”?

- ✓ Verschillende boomsoorten of zaadherkomsten onder dezelfde omstandigheden meten
- ✓ Dezelfde stress gelijktijdig aanbieden aan 90 boomsoorten
- ✓ Snel inzicht in eigenschappen en adaptatiemogelijkheden van een soort of zaadherkomst
- ✓ Opstellen van een empirisch opgesteld classificatiesysteem



Zouttolerante nieuwe soorten en cultivars zijn nodig om op de toekomst te zijn voorbereid

Karakterisering van de reactie van houtige
gewassen meten:

- Op labniveau
- Onder veldomstandigheden monitoren
- Onder veldomstandigheden veranderen
gedurig in ruimte en tijd!!!



Wat kunnen we morgen al”?

- ✓ Verschillende boomsoorten of zaadherkomsten onder dezelfde omstandigheden meten
- ✓ Dezelfde stress gelijktijdig aanbieden aan 90 boomsoorten
- ✓ Snel inzicht in eigenschappen en adaptatiemogelijkheden van een soort of zaadherkomst
- ✓ Opstellen van een empirisch opgesteld classificatiesysteem



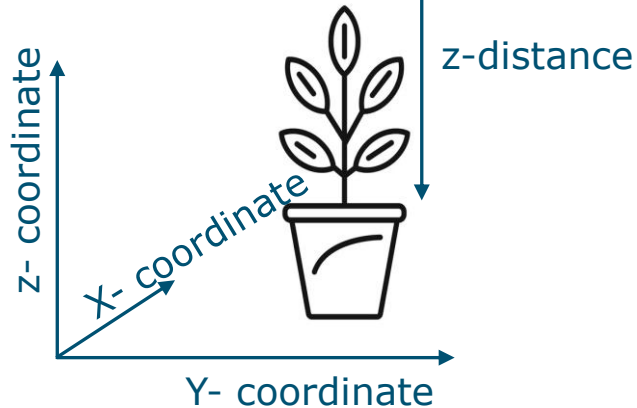
Wat kunnen we morgen al”?

- ✓ Verschillende boomsoorten of zaadherkomsten onder dezelfde omstandigheden meten
- ✓ Dezelfde stress gelijktijdig aanbieden aan 90 boomsoorten
- ✓ Snel inzicht in eigenschappen en adaptatiemogelijkheden van een soort of zaadherkomst
- ✓ Opstellen van een empirisch opgesteld classificatiesysteem



PlantEye - camera

PlantEye - f500

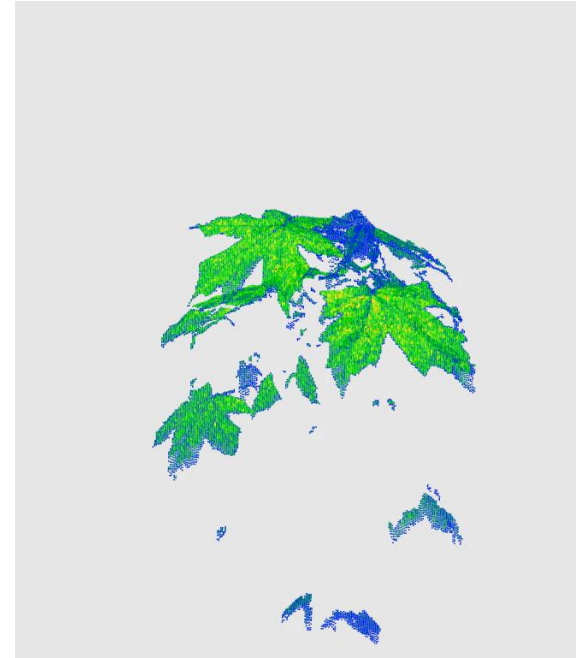


- 3D point-cloud
- RGB
- NIR

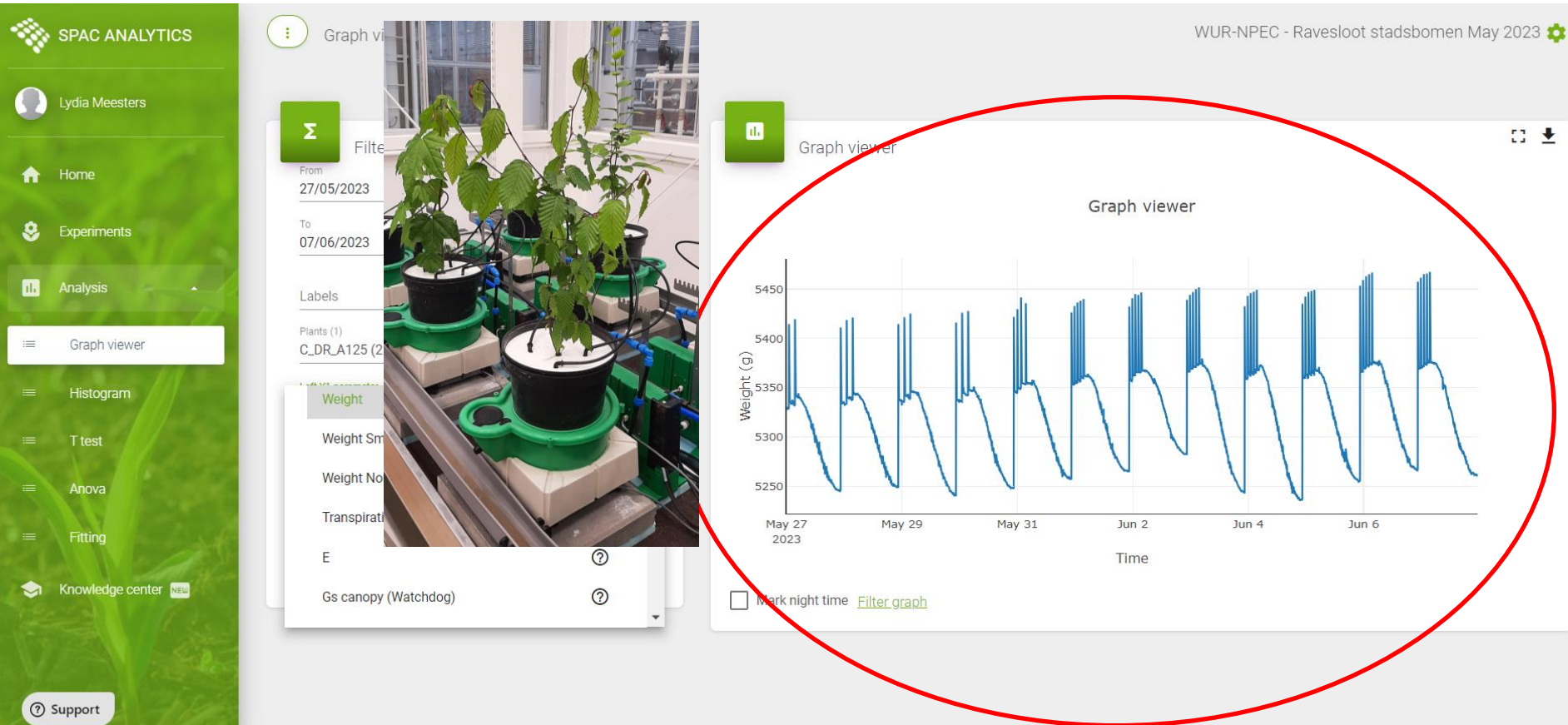


Parameters, zoals:

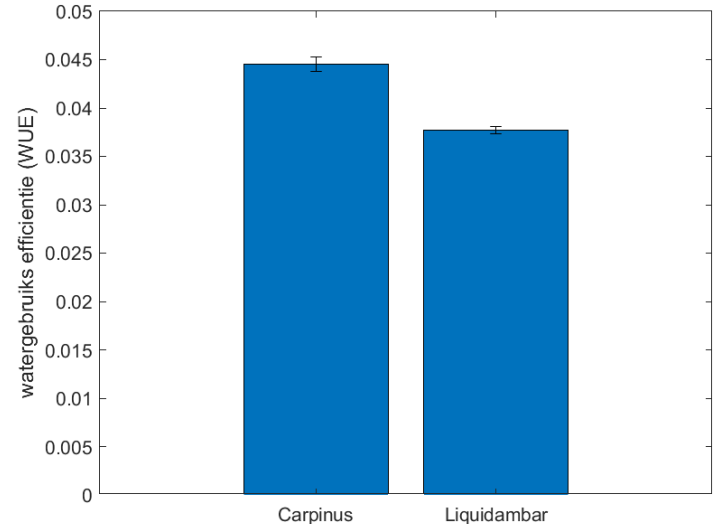
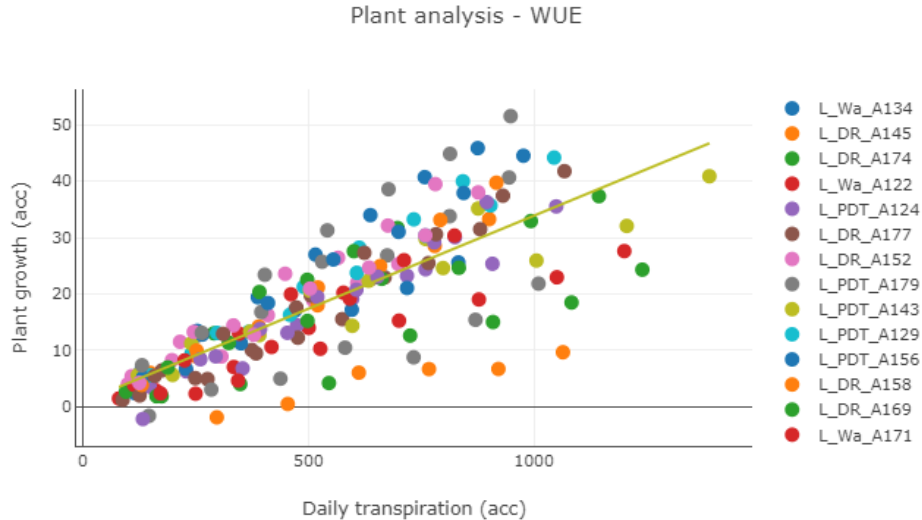
- Digitale biomassa
- 3D Blad oppervlak
- NDVI index (indicatie van fotosynthese)
- Bladtemperatuur



De proef online monitoren – SPAC analytics



Watergebruik efficiëntie van boomsoorten



Liquidambar WUE = 0.037

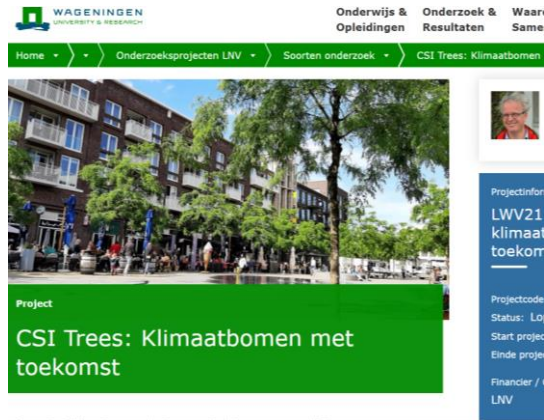
Carpinus WUE = 0.044



Afsluitende opmerkingen/conclusies

- Droogte- en zoutstress zijn niet los van elkaar te zien en de fysiologische respons is per boomsoort anders.
- We hebben mitigerende strategieën nodig voor behoud van stadsbomen voor een gezonde groene infrastructuur van steden:
 - Selecteer boomsoorten (en cultivars) die klimaatbestendig zijn, d.w.z. bestand tegen meervoudige stress van zoutgehalte, droogte, hitte, kou en overstromingen?
 - Zorg voor een veel grotere boomdiversificatie: pas veel meer boomsoorten toe als nu het geval.
 - Vertrouwen op het huidige smalle boombestand verergert de situatie bij uitvallende boomsoorten en cultivars in de toekomst.
 - Boomsoorten die beter geschikt zijn om tijdelijk ongunstige abiotische perioden te overbruggen als gevolg van de klimaatverandering, houden daarmee de beheerkosten van de stedelijke groene infrastructuur in de hand

Zoekt u meer informatie



CSI Trees WUR



www.npec.nl

marc.ravesloot@wur.nl

M 06 22193312

Bedankt voor uw aandacht

Zout als drukfactor voor gezonde boomgroei

Marc Ravesloot & Ayodeji Deolu-Ajayi,

7 maart 2024

NEDERLANDSE
BOOM
INFODAG

BOOMINFODAG IS EEN
INITIATIEF VAN:


Stadswerk


VHG
VERBODEN HOUTGEBOUWEN

