



# BYTRÆER MED SUND VÆKST

*kan løse byernes klimakriser*



Klimavej med træer



Nye bytræer i belægning



Bevaring af træer i belægning






Høj faglighed og målbare resultater



# Bytræer er løsningen på byernes klimakriser

Hvordan kan vi fremme anvendelsen af én af verdens mest skånsomme, effektive og veldokumenterede klimateknologier? Træer i byerne kan løse mange udfordringer, hvis de plantes korrekt og får lov til at vokse sig store. Danmark har i 2023 været præget af oversvømmelser og perioder med tørke. Klimaforandringer, som fører til, at der bliver installeret og anvendt energikrævende tiltag i byerne. Tiltag som ofte bidrager til yderligere klimaforandringer.

## Et stort og sundt bytræ kan ...

-  forsinke og optage/fordampe regnvand
-  køle omgivelserne og filtrere luften for CO<sub>2</sub>, partikler og forurening
-  reducere behovet for køling og opvarmning
-  fremme menneskers trivsel og give plads til mere biodiversitet
-  øge værdien af vores bygninger og boliger

## Et 80-årigt træ er mere end 100 gange så effektivt, som et 10-årigt træ.

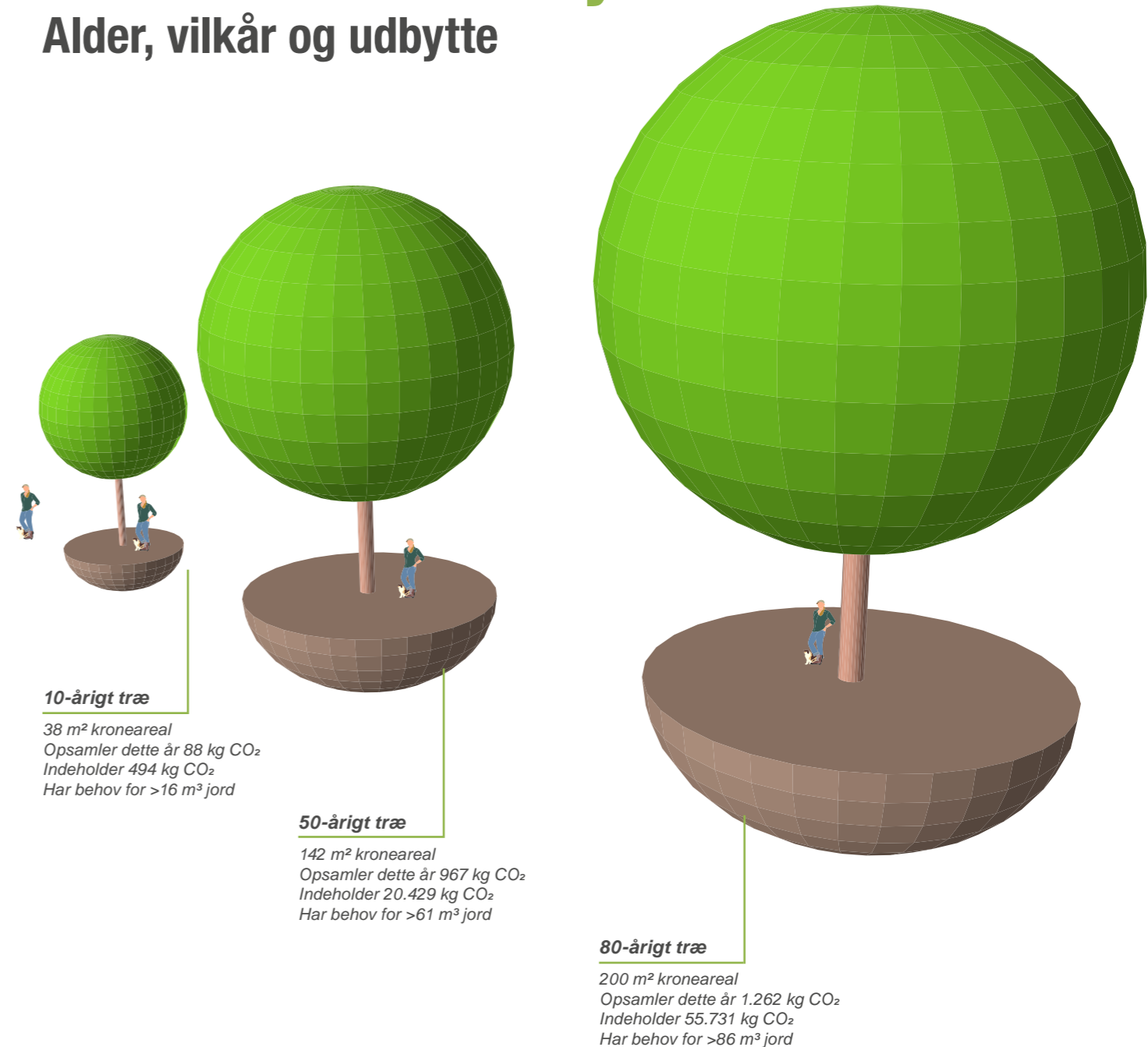
Men kun hvis det vokser godt, bliver gammelt og stort. Og det kræver, at træet får plads til både blade og rødder. Kort sagt: Der skal være god plads under jorden.



”Et træ i optimal vækst vil over 60 år generere en gennemsnitlig værditilvækst på 4-7 % årligt”

Kilde: VAT19 og I-Tree

# Hvor effektive er bytræer? Alder, vilkår og udbytte



Der er mange faktorer i spil med hensyn til træers optag af CO<sub>2</sub>, fordampning og optagelse af regnvand samt tilvækst. Dels er der forskel på de enkelte træsorter, og dels er der individuelle forskelle mellem de enkelte træer afhængigt af, hvor og hvordan træet er plantet, ligesom træet kan være mere eller mindre sundt i udgangspunktet.

Et voksested med læ og sol betyder rigtig meget for væksthastigheden. Et fritvoksende træ vokser betydeligt hurtigere i størrelse end et træ i skoven. I dette materiale er der anvendt resultater og erfaringer fra flere forskellige regioner i Europa.

Er der ikke angivet andre kilder, henviser grafer og illustrationer til et asketræ i Danmark, med en gennemsnitlig massefylde på 570 kg/m<sup>3</sup>, en stammeomfangstilvækst på 5 cm/år indtil sæson 45, hvorefter den falder svagt derfra.

Derudover der er anvendt almindelig geometri og formler fra f.eks. James Urban "Up by Roots" for at synliggøre sammenhænge og erfaringer.

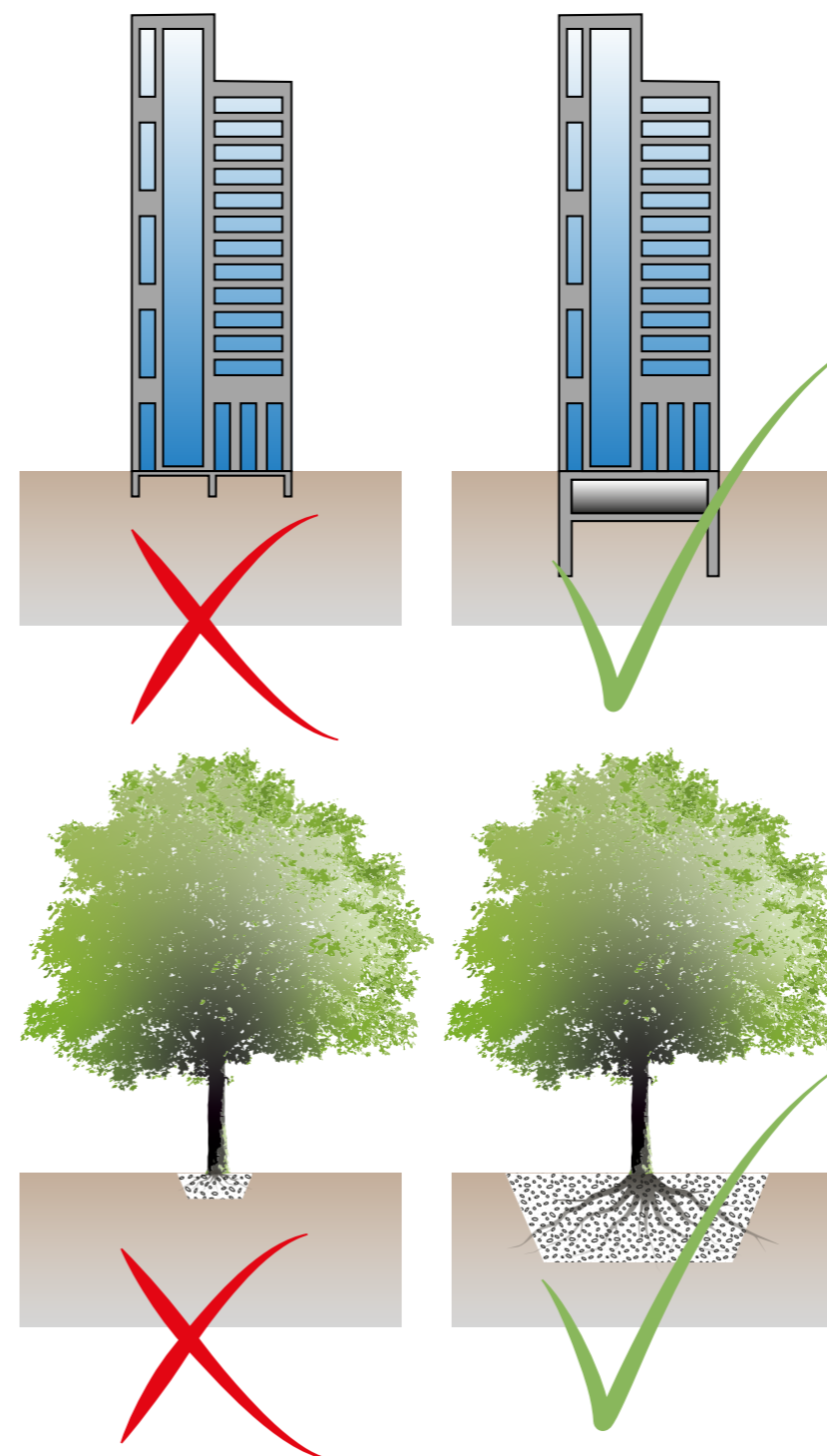
”Det bedste tidspunkt at plante et træ  
var for 20 år siden.  
Det næstbedste er i dag.”

*Kinesisk ordsprog*

## Et godt fundament er afgørende for gode vækstbetingelser

For at give bytræer de bedste vækstbetingelser, skal følgende kriterier være opfyldt:

- Der skal være god plads til rødderne, og træerne skal plantes i næringsrig jord, der samtidig giver træet den fornødne stabilitet.
- Der skal være god adgang til luft og vand i jorden.
- Der skal være et godt plantehul, hvor træets rødder kan udfolde sig. Træet har brug for et rodvolumen på cirka halvdelen af træets kronevolumen. Dette kan beregnes til ca. 80 m<sup>3</sup> tilgængelig plads for et 80-årigt træ.



Når man bygger, er der en udbredt viden om, at der skal være en fornuftig sammenhæng mellem bygningens størrelse og fundamentet. Et højhus kræver et stort og stærkt fundament, for at give styrke og stabilitet.

Det er således "no go" at anvende et carportfundament til et sådant højhus.

Rødderne er træernes fundament. Der er en direkte sammenhæng mellem et træs størrelse og trivsel, og den plads rødderne har til rådighed.

Ønsket om et stort og frodigt træ med mange års vækst, kræver et stort og stærkt fundament, for at give frodighed, styrke og ikke mindst stabilitet!

Tommelfingerreglen er, at det kræver 1m<sup>3</sup> netto-muldplads under jorden pr. vækstår for en sund rodvækst.

Link hertil: <https://edepot.wur.nl/178666>  
("The Green City Guidelines", side 70)

# Regler for plantning af træer skaber resultater

I flere europæiske byer er der vedtaget retningslinjer for plantning af træer, som sikrer investeringen i bytræerne. På denne og næste side er der eksempler til inspiration for udviklingen af danske retningslinjer.

LCC Guidance: Urban Tree Planting (SC Rev C- Dec 2018)

NOTE this replaces the guidance entitled: Tree Planting in Hard Landscape 2016

## SOIL VOLUMES – calculations (for both Hard/Soft situations)

Adequate soil volume is one of the most critical aspects of the design

Soil volume requirements are proportional to the mature size of tree species. The source method of calculating soil volumes is the research by [Lindsey and Bassuk, \(1991\)](#) and [Urban \(1992\)](#). This calculation is based on the potential crown projection combined with nutritional and water requirements to produce a specific volume of soil. Crown projection is equivalent to the area under the tree's drip line.

### Formula

Imperial: 2cubic feet of soil /1 square foot of crown area (applicable to UK)

Metric: **0.6 cubic metres of soil/ 1 square metre of crown area**

Projected mature canopy area (square metres) can be calculated from the radius using the formula ( $A=\pi r^2$ ).

### Worked example:

Projected Mature Canopy Diameter (metres) =8(Diameter) 4m radius

Projected Mature Canopy (square metres) ( $A=\pi r^2$ ) =50 (Area)

Target Soil Volume (cubic metres), (Area x 0.6m) =30 (Volume)

Target soil requirements can be simplified by dividing mature canopy sizes into 4 categories based on the Lindsey and Bassuk formula

MATURE CANOPY	CANOPY AREA	TARGET SOIL VOLUME
LARGE (8m dia+)	50m <sup>2</sup>	<b>30m<sup>3</sup></b>
MEDIUM (5m -8m dia)	19.6m <sup>2</sup>	<b>12m<sup>3</sup></b> (11.8m <sup>3</sup> )
SMALL (3m -5m dia)	7.1m <sup>2</sup>	<b>5 m<sup>3</sup></b> (4.24m <sup>3</sup> )
SMALL to Medium		<b>8.5m<sup>3</sup></b>

Trees planted in a lower volume of soil than that calculated will not reach their full potential and have a shorten life span. A lower soil volume will not be accepted unless there is an overriding justification/ special circumstances

NOTE- A design solution can provide for roots to extend beyond the pit into adjacent soil areas, e.g. into grass verges, gardens etc. which can count towards soil volume provision. Physical connections can be achieved through the use of "break out zones" also known as "root paths"

### SUMMARY OF REQUIREMENTS (Hard Landscape situation)

- A named proprietary soil cell structures to support paving over extended sub-surface rooting areas
- Soil cell volume /soil volume calculations
- specification of topsoil including additives and conditioners
- Tree grilles and guards (if required) and means of anchoring root balls. Built-in Root Irrigation Pipe system with end cap and aeration system.
- Passive and / or active irrigation including directed use of grey water / roofwater or surface water infiltration to benefit planted areas. Details of distribution system and controls
- Drainage system for tree pits.
- Where applicable -details of protection measures for statutory utilities and drainage
- a brief report on the installation of the rooting zone structures, including supporting photographic evidence, when the works are still "open" to allow inspection prior to any surfacing works
- A 3 year irrigation programme for the trees (in accordance with BS 8545-2014 Trees from Nursery to Independence)
- Confirmation of irrigation compliance shall be submitted a quarterly basis for the full 3 year programme period

Environment & Design Group

Planning Enquiry Centre, telephone: (0113) 378 4012  
E-mail: [landscape.planning@leeds.gov.uk](mailto:landscape.planning@leeds.gov.uk)  
[www.leeds.gov.uk/planning](http://www.leeds.gov.uk/planning)



LEEDS  
CITY COUNCIL

## Leeds City Council:

Leeds City Council anbefaler, at der anvendes mindst 30 m<sup>3</sup> jord til et træ med et kroneareal på 50 m<sup>2</sup>. De skelner mellem forskellige størrelser udvoksede træer, beskrevet efter kronearealet.

Et lille til medium træ skal helst have 8,5 m<sup>3</sup> netto jordvolumen. De fremhæver muligheden for at tillade trærødderne i at vokse ud i den omgivende jord, hvor der er plads fremover i tid. Desuden har de en række forhold, der skal tages hensyn til, når de planter i byen.

Link hertil:

<https://www.leeds.gov.uk/docs/Guidance%20Urban%20Tree%20Planting.pdf>

# Karlsruhe City Department

Karlsruhe City Department anbefaler, at der anvendes mindst 80 m<sup>3</sup> jord til et egetræ med en højde på 15 meter. Til et tilsvarende lindetræ anbefales 150 m<sup>3</sup> jord, da det er mere pladskrævende, end et egetræ. Og at et lille træ skal have et plantehul på minimum 12 m<sup>3</sup>.

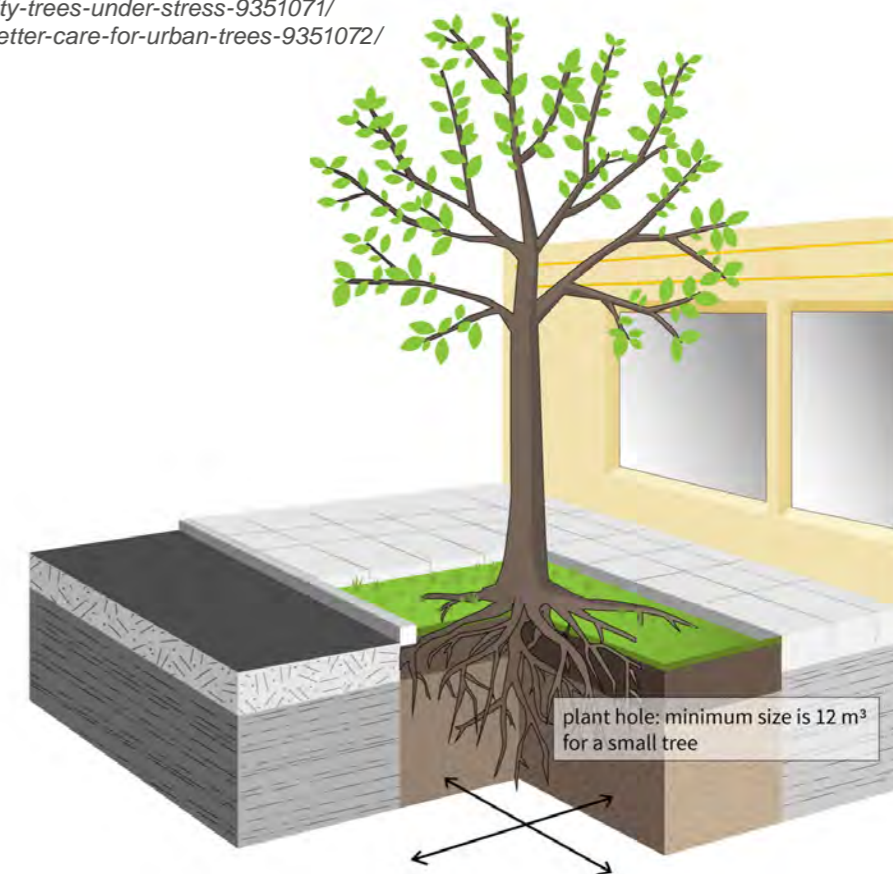
Derudover er det vigtigt, at træerne får den rette pleje og vækstbetingelser. På næste side er en gennemgang af de 8 opmærksomhedspunkter, Karlsruhe arbejder med, for at sikre træernes vækst og overlevelse. I punkt 1 pointeres det, at vi skal tage hensyn til de forskellige træsorter, så vi planter de rette træer på de rette steder. Det er i klima- og biodiversitets sammenhæng vigtigt at have så mange forskellige træsorter i byerne som muligt.

Det bliver også pointeret, at vi skal sørge for den nødvendige vanding af træerne. Og der fortælles om, hvad træer og anden beplantning gør for dyr, fugle, mennesker og byens værdier.

Links hertil:

<https://www.eskp.de/en/climate-change/city-trees-under-stress-9351071/>

<https://www.eskp.de/en/climate-change/better-care-for-urban-trees-9351072/>



The root space for urban trees is often restricted by surrounding buildings and underground infrastructure. The graphic shows that the demands of the individual tree species on root space are very different.

(Illustration: Wissensplattform Erde und Umwelt, [eskp.de](http://eskp.de), Licence: CC BY 4.0)

Size of root space depending on tree species (approx. 15 m tree height)



OAK

80 m<sup>3</sup>



BEECH

100 m<sup>3</sup>



LINDEN

150 m<sup>3</sup>

Data Source: Garden Department of Karlsruhe City | Graphic: [eskp.de](http://eskp.de)/CC BY 4.0

# 8 vigtige punkter for succes med bytræer

## Recommendations for municipal green space and forestry authorities

Dr. Somid Saha, Karlsruhe Institute of Technology KIT, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis ITAS

Trees are not only dying because of drought and heat-wave but also because of improper management. Precise and evidence-based recommendations are being developed within the framework of the „Green Lungs“ project. For **Dr. Somid Saha** (KIT), important options for action are already at hand today:

### 1. Species matters:

Please select the right species for the right places. Selection of drought-tolerant broadleaf species should be preferred. Please also experiment with drought-tolerant Mediterranean and Central Asian species with proper care on invasiveness.

### 2. Rooting area:

Many urban trees are dying because of too little rooting space given to them. Low water holding capacity of the soil or substrate is killing the trees during drought and heatwaves. This must be improved.

### 3. Varieties matter:

Germany is historically famous for tree breeding and creation of new tree varieties. However, this tradition is being eroded under the era of mass propagation of seedlings. German foresters and gardeners should revitalize this field to create more drought tolerant varieties for urban planting by breeding native species.

### 4. Irrigation:

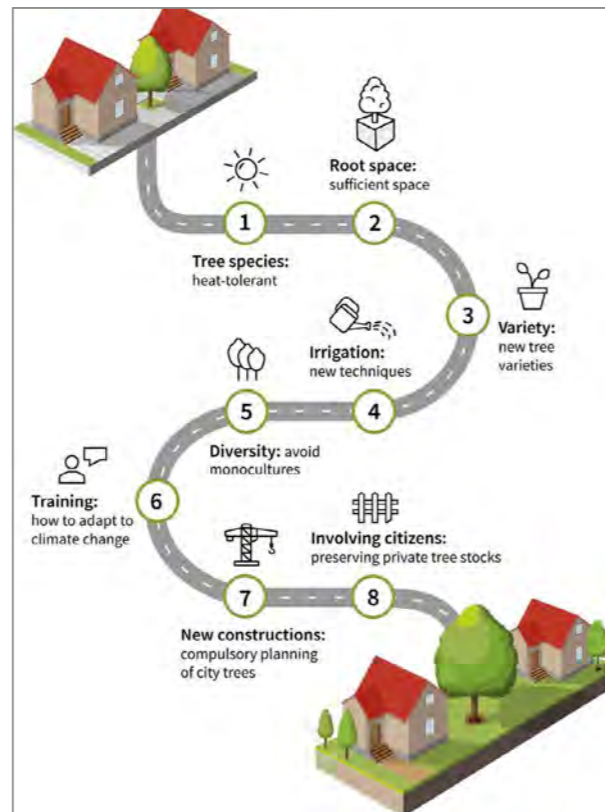
We need to develop species-, size-, and site-specific irrigation techniques.

### 5. Stop monoculture:

Most of us will notice that one street is often planted with one species. This increases risks of dieback in urban areas. Foresters and gardeners should increase the diversity of tree species in urban areas.

### 6. Training:

Many workers in urban garden and forest departments lack training on the need of climate change adaptation in daily management of urban trees and forests. As a result, mistakes (e.g. wrong selection of species) are being done repeatedly. It increases tree mortality and also wastes time and public money. I suggest that a thorough nationwide training program should be initiated by the federal and state governments for the workers involved in garden and forestry departments of the cities.



Graphic: Earth System Knowledge Platform ESKP

### 7. New building projects:

Inclusion of urban trees and forests in the planning of future and smart cities: There is an urgent need for inclusion of urban trees and forests in the future planning of the cities. The city administrations are already aware of it. However, it should also become a mandatory part of urban planning.

### 8. Talk to people:

City administrators and elected councilors should talk more with people on the issue of the importance of urban green space. A high portion of urban green space is privately owned. We need to increase the awareness of people so that we can also secure and sustain urban green areas in private places.

# Hvad er bytræer værd? For os og miljøet

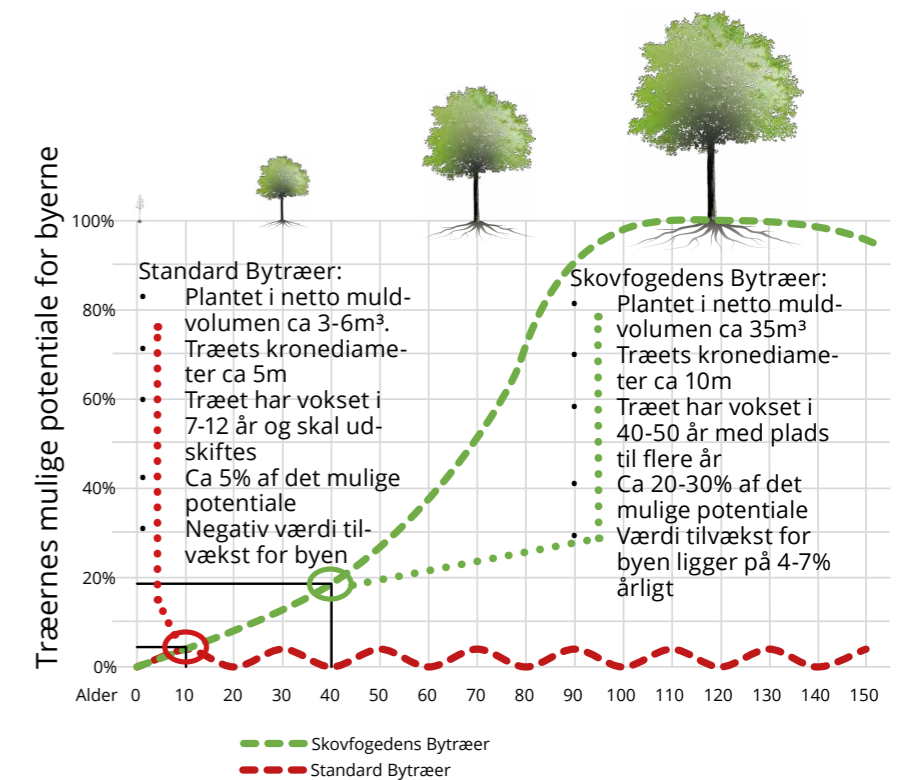
Planter vi vores bytræer med det formål, at de vokser optimalt og derved danner mest muligt træmasse og løv, kan vi anvende deres potentiale fuldt ud til glæde for byen.

Bytræer er med til at binde CO<sub>2</sub>, støv og forurenende partikler - og så danner de O<sub>2</sub>.

Gennem fordampning sænker de temperaturen i byens varmemøer, hvilket er med til at mindske påvirkningen af klimaforandringer i og omkring byerne.



Urban Heat Island i København.



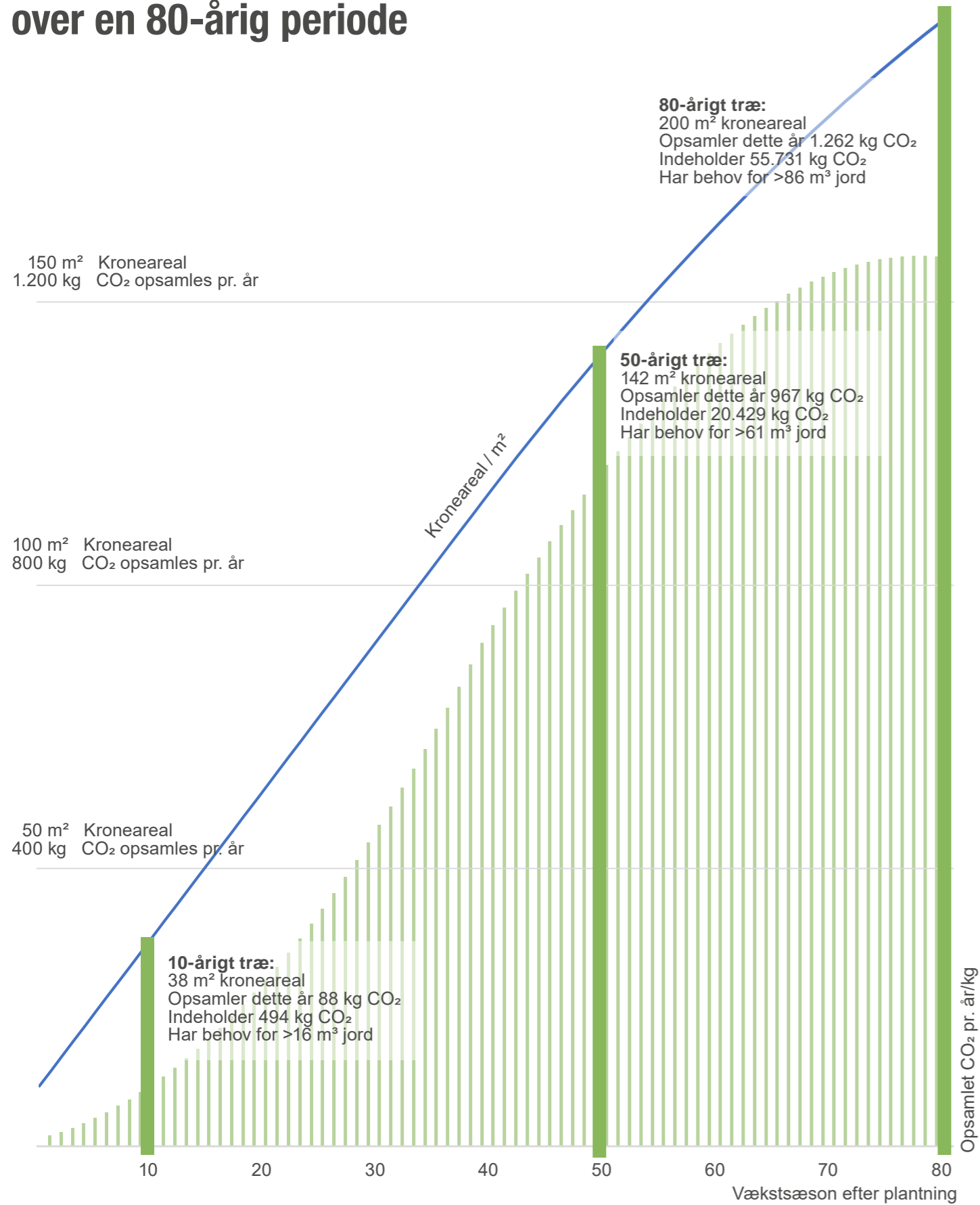
## Bytræets værdi ...

og mulige potentiale for byerne: mere bæredygtighed, livability og resiliens.

- Nedsivning af regnvand med rensning (LAR)
- Regnvand optages af træet
- Energibesparelse
- Ejendomsværdi
- Nytteværdi af regnvandet
- Luftkvalitet forbedres
- CO<sub>2</sub> optages i træet

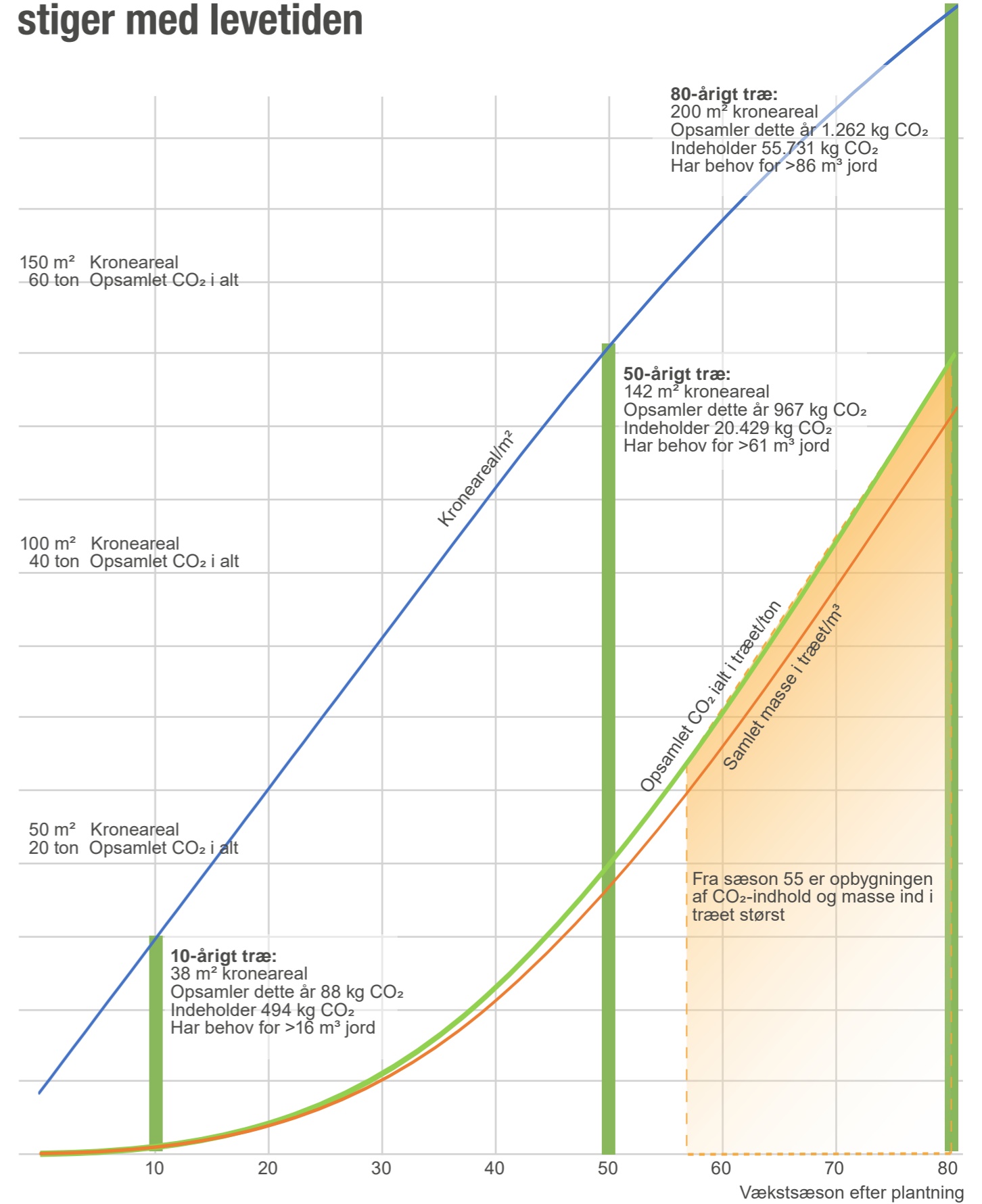
De store potentialer og værdier for byen og samfundet kan opnås, når træerne får lov til at vokse ind i den modne alder.

# Bytræers tilvækstrater og CO<sub>2</sub>-optag over en 80-årig periode



Note:  
Disse tilvækstrater er beregnet ud fra en årlig tilvækst i stammeomfanget på 5 cm baseret på egne, danske målinger og et træ plantet i et optimalt plantehul. Der er indlagt en maksimal tilvækst indtil vækstsæson 45. Herefter aftager den jævnt de efterfølgende sæsoner. Omkring sæson 75 toppe den årlige opsamling af CO<sub>2</sub> pr. år.

# Træernes CO<sub>2</sub>-oplagring stiger med levetiden



Note:  
Disse tilvækstrater er beregnet ud fra en årlig tilvækst i stammeomfanget på 5 cm baseret på egne, danske målinger og et træ plantet i et optimalt plantehul. Der er indlagt en maksimal tilvækst indtil vækstsæson 45. Herefter aftager den jævnt de efterfølgende sæsoner.

## Kildehenvisninger:

- Studies analyzing minimum soil volume n.  
[https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/Studies\\_analyzing\\_minimum\\_soil\\_volume\\_needed\\_by\\_trees](https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/Studies_analyzing_minimum_soil_volume_needed_by_trees)

Denne kilde giver en god indgangsvinkel til de øvrige kilder.

- ArborJournal16 Redesigning the urban forest from the ground below: A new approach to specifying adequate soil volumes for street trees:  
<http://www.hort.cornell.edu/uhi/research/articles/ArborJournal16.pdf>
- The Effects Of Restricted Volumes Of Soil On:  
<https://auf.isa-arbor.com/content/17/3/57>
- Bringing Order to the Technical Dysfunction within the Urban Forest:  
<https://static1.squarespace.com/static/52ec31b2e4b04eb0bbd9c075/t/5339ee00e4b029d638529446/1396305408895/Bringing+Order+to+the+Technical+Dysfunction+within+the+Urban+Forest.pdf>
- Testing Of Structural Urban Tree Soil:  
<https://auf.isa-arbor.com/content/isa/22/6/255.full.pdf>
- Growth of Belgian elm in the coastal provinces of the Netherlands:  
<https://edepot.wur.nl/268344>
- Premature shedding of leaves and checked growth of 'Heidemij' poplar in roadside plantings:  
<https://edepot.wur.nl/266601>
- Better care for urban trees:  
<https://www.eskp.de/en/climate-change/better-care-for-urban-trees-9351072/>  
<https://www.eskp.de/en/climate-change/better-care-for-urban-trees-9351072/>
- Guidance Urban Tree Planting:  
<https://www.leeds.gov.uk/docs/Guidance%20Urban%20Tree%20Planting.pdf>
- City Trees under Stress:  
<https://www.eskp.de/en/climate-change/city-trees-under-stress-9351071/>
- Urban tree database and allometric equations:  
[https://www.researchgate.net/publication/311512105\\_Urban\\_tree\\_database\\_and\\_allometric\\_equations](https://www.researchgate.net/publication/311512105_Urban_tree_database_and_allometric_equations)
- Learning from Forest Trees: Improving Urban Tree:  
<https://www.mdpi.com/1999-4907/14/7/1473>
- Tree growth rate under urban limiting conditions:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-023-01599-0>
- Modeling Management-Relevant Urban Forest Stand:  
<https://doi.org/10.3390/f14112207>
- i-Tree 2.0-NL:  
[https://www.urbanforestry.nl/wp-content/uploads/2021/06/i-Tree-2.0-NL\\_project-plan\\_june-2021.pdf](https://www.urbanforestry.nl/wp-content/uploads/2021/06/i-Tree-2.0-NL_project-plan_june-2021.pdf)
- Urban Heat Island:  
<https://videnskab.dk/naturvidenskab/saadan-bremser-vi-global-opvarmning-koel-storbyerne-ned/#>
- The Green City Guidelines:  
<https://edepot.wur.nl/178666>

6 CLEAN WATER AND SANITATION



9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES



12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



13 CLIMATE ACTION



14 LIFE BELOW WATER



15 LIFE ON LAND



17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS

