



Utvärdering av veddensitet i träd

i Göteborgs botaniska trädgårds arboretum

Evaluation of wood density in trees
in Gothenburg botanical garden's arboretum

Philip Wennblom

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsingenjörsprogrammet
Alnarp 2022



Utvärdering av veddensitet

i Göteborgs botaniska trädgårds arboretum

Philip Wennblom

Handledare: Henrik Sjöman, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Anna Levinsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i landskapsarkitektur

Kurskod: EX0841

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2022

Upphovsrätt: Alla bilder är tagna av författaren till arbetet.

Nyckelord: veddensitet, vedtäthet, arboretum, wood density

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Stora välmående träd medför en rad fördelar genom en större kapacitet att leverera viktiga ekosystemtjänster. Men trädens väg till ett långt och välmående liv kantas av olika utmaningar och stressfaktorer i sina växtmiljöer. För att tackla dessa har arter utvecklat olika strategier, var och en med sina för- och nackdelar. En del arter växer snabbt på höjden, andra långsamt men med en strategi att hantera riktigt utmanande förhållanden. Vissa träd lägger större resurser på sina blad och barr, medan en del istället bygger en tät och stark ved. Veddensiteten hos träd kan skilja sig markant arter emellan. Ved som material är kostsamt för ett träd att investera i, och görs på bekostnad av andra beståndsdelar eller funktioner. Hur tät veden är hos en individ, en art eller ett bestånd talar om vilken typ av strategi som används för att nå framgång i evolutionen, snabb eller långsam - *fast-slow*.

Veden fyller flera vitala funktioner, som skydd, mekanisk stabilitet samt lagerhållning och transport av vatten och näring. Studier har visat att vid perioder av torka och förändrat klimat står träd med högre veddensitet bättre rustade mot den stress som de utsätts för. Dessutom kan arter med tätare ved agera långsiktiga kolsänkor, och på så vis bidra till en minskning av CO₂ i atmosfären. En kartläggning av veddensiteten hos olika arter breddar kunskapen om hur deras strategier ser ut. Därefter kan arter väljas mer träffsäkert för specifika ändamål, och leverera ekosystemtjänster mer effektivt. I den här uppsatsen studeras veddensiteten hos 64 olika trädarter i Göteborgs botaniska trädgårds arboretum.

Nyckelord: veddensitet, vedtäthet, arboretum

Abstract

Big trees are opulent trees and bring several benefits. With ecosystem services, these benefits can be measured to describe their advantages. But the trees' path to a long and prosperous life is fraught with various challenges and stressors. To tackle these, species have different strategies, each with its advantages and disadvantages. Some species focus on growing rapidly in height, others slowly but more vigorously. Some trees invest more resources in leaf production, while some prioritize building a dense and strong wood. Wood density of trees can differ significantly between species. Wood as material is relatively costly for a tree to invest in and does come at the expense of other components and functions of the plant. How dense the wood is can also differ between individuals or stocks within the same species and can tell what kind of strategy is applied for competitive advantages - e.g., *fast-slow*.

The wood possesses several vital functions such as protection, mechanical stability, storage and transport of water and nutrition. Studies have shown that during periods of drought and changed climate, trees with higher wood density tend to have a stronger tolerance against such impacts of stress. Moreover, species with higher wood density can function as a long-term storage for carbon and thereby decrease the level of CO₂ in the atmosphere. A survey of wood density for different species can widen the knowledge of their strategies. Thereafter species can be chosen more accurately for given purposes, and more of its potential of ecosystem services can be utilized. In this survey the wood density is examined for 64 different species of trees in the arboretum at Gothenburg botanical garden.

Keywords: wood density, wood economic spectrum, arboretum

Innehållsförteckning

Inledning	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Utmaningar.....	8
1.3 Träd som strateger.....	8
1.4 Med ved som strategi.....	9
1.5 Vedekonomiskt spektrum.....	10
1.6 Syfte och frågeställning.....	11
Metod och material.....	12
Resultat	15
Diskussion och slutsatser.....	19
Metodkritik	23
Referenser.....	24

Inledning

1.1 Bakgrund

I takt med urbaniseringens framfart som pågått alltjämt sedan industrialiseringen har förutsättningarna för träd i stadsmiljöer blivit alltmer utmanande. Vägar, byggnader och annan infrastruktur uppförs ofta på bekostnad av mer eller mindre lämpliga växtmiljöer. Att välmående träd och grönområden i stadsmiljöer bringar fördelar råder det inga tvivel om (Moore, 2009; Tyrväinen et al., 2005), och därför behöver antalet träd öka i flera städer (Van den Bosch, 2021). Behovet av fler träd på begränsade ytor i ett skiftande klimat skapar utmaningar när lämpliga arter ska väljas.

De flertalet goda funktioner och värden som välmående träd levererar kan vara biologiska, kemiska, estetiska eller för människan rent av psykologiska och fysiska värden, vilka benämns som ekosystemtjänster (Naturvårdsverket, 2017). För att ett träd ska kunna leverera ekosystemtjänster är det avgörande att träden utvecklas till välmående individer. Därför behöver de både en god etableringstid och samtidigt kunna hantera de stressfaktorer en urban miljö bjuder, med andra ord rätt växt på rätt plats.

Ekosystemtjänster kan delas in i fyra olika kategorier; försörjande, reglerande, kulturella och stödjande. För stadsträd är det främst intressant att tala om reglerande och kulturella, men även de stödjande.

De reglerande ekosystemtjänsterna kan vara rening, fördröjning och förbrukning av dagvatten. Ett träd med väl utvecklad krona kan hindra upp till 50 % av nederbörden från att ens nå marken, genom så kallad interception (Bean et al., 2021). Därefter kan trädet genom erforderlig infrastruktur tillgodogöra sig av den nederbörd som når marken, i stället för att belasta dagvattensystemen som leder undan vattnet. Även om inte allt uppsamlat vatten förbrukas med en gång, kan det under en begränsad tid tillgodose trädets behov. Träd i anslutning till vattendrag eller strandkanter kan också verka som erosionskydd (Boverket, 2021). Ytterligare en värdefull reglerande funktion är trädens förmåga att påverka lokalklimatet. Vinden, som ofta tvingas in på gator och torg mellan huskroppar,

dämpas. Samtidigt kastar träden skugga över både mark och fasader. Utomhus ger det ett behagligare klimat och en plats för skydd undan solen. (Wang, C. et al., 2019; Lindén, J. et al., 2016). Även inomhus kan temperaturen sänkas, och verkar dessutom energibesparande där luftkonditionering finns. Slutligen ska nämnas att luften blir renare, och dessutom berikas med syre (Boverket, 2021).

Till de stödjande tjänsterna hör de funktioner som gynnar andra ekosystem som på ett eller annat vis är sammankopplade med varandra, genom fotosyntes och vattnets kretslopp, men även som habitat och föda. I städer kan de agera gröna korridorer mellan parker och torg, via gator. Med trädens åldrande skapas även förutsättningar för ökad biologisk mångfald, då de blir hemvist och föda åt en mängd djur och organismer. (Boverket 2019, Naturskyddsföreningen 2021)

Hälsa, ekoturism, rekreation och friluftsliv räknas till de kulturella. I och med de reglerande ekosystemtjänsternas förmåga att skapa ett behagligare lokalklimat, ges även positiva hälsoeffekter. Värmeböljor hör alltmer till vanligheterna (SMHI, 2020), och varje svalkande funktion kan därmed vara till nytta. De luftrenande egenskaperna bidrar helt enkelt till att vi får i oss färre skadliga partiklar i luftvägarna. Tillgången till grönområden är även den viktig för folkhälsan, både fysiskt och psykiskt. I en alltmer tätbebyggd urban miljö blir trädens hälsofrämjande funktioner viktigare (Botaniska, 2017). En kanadensisk studie har visat att hälsoeffekter för människor av tio träd i ett urbant kvarter kan likställas med sju års föryngring hos varje invånare. Samma antal träd skulle vid studiens tidpunkt ge ett ekonomiskt värde i samhällliga besparingar motsvarande 65 000 kr per år och invånare. (Kardan et al., 2015)

Just de ekonomiska värden som kan erhållas från träd har fått allt större betydelse. Som en effekt av tidigare nämnda ekosystemtjänster kan träden bidra ekonomiskt i ett senare skede, exempelvis genom bullerskydd och renare luft vilket leder till förbättrad folkhälsa och därmed lägre vårdkostnader. Ekonomiska värden kan även ses i ett tidigare skede. Studier har ställt de ekonomiska kostnaderna för anläggning och skötsel av stadsträd mot de ekosystemtjänster som går att uppskatta i kronor. I New York beräknades stadens 600 000 gatuträd år 2007 ha ett nettovärde av 122 miljoner dollar¹ i förbättrad luft, sparad energi, kolinlagring, dagvattenhantering och rena värdehöjningar på fastigheter (The City of New York, 2007). En nyare studie visar på bruttovärdet av specifikt kolinlagringen i staden New Yorks samtliga sju miljoner träd, vilket uppgår till 153 miljoner dollar² (Nowak, D. et al., 2018).

¹ Motsvarar ca 170 miljoner dollar per den 10 maj 2022.

² Motsvarar ca 176 miljoner dollar per den 10 maj 2022.

1.2 Utmaningar

För att träden ska kunna leverera alla dessa ekosystemtjänster, behöver de trivas och vara anpassade till sin omgivning. Rådande klimatförändringar skapar variationer med konsekvenser som vi ännu inte sett det värsta av (Skogsstyrelsen, 2021). I urbana miljöer skapas däremot mer kortsiktiga, direkt märkbara klimatförändringar som vi redan idag känner till väl, så kallade mikroklimat. Temperaturen kan skilja sig markant under dygnets timmar, men även mellan platser. Platsen kan även ha egenskaper i form av hårdgjorda ytor och material som istället lagrar värme, och därmed inte låter platsen följa naturligt sjunkande temperaturer – ett fenomen kallat *urban heat island effect* (Yang et al., 2016). Hur utsatt eller skyddad en plats är från sol och vind skapar mikroklimat som kan ge betydande skillnader mellan två sidor av en huskropp, en korsning, ett torg eller en trång gata (Tell, 2008).

Nederbörden kan komma att både öka och minska i omfattning och frekvens (Trenberth, 2011), men det är i slutändan också avgörande hur den tas om hand. Nederbörd tas upp av hårdgjorda ytor och tak, och dagvattnet leds i olika utsträckning ner i redan överbelastade avloppssystem, bort från träden. Vi måste arbeta för att mer dagvatten leds till träden (Tell, 2008), och det finns idag goda kunskaper om träd och dagvattenhantering i samverkan (Boverket, 2019a).

De senaste decennierna har perioder av värme och torka orsakat allt större skador på skogsbestånd över hela världen, med negativ inverkan på biologisk mångfald och ekosystem som följd (Liang, 2021).

1.3 Träd som strategier

För att möta våra behov av trädens ekosystemtjänster behöver träden trivas. Med dagens och framtidens förändringar i klimat och livsmiljöer behöver vi förstå träden och deras kapacitet att växa i olika typer av växtmiljöer. Träd har precis som allt annat liv utvecklats och anpassat sig efter omgivande förutsättningar för att överleva och fortplanta sig. Deras väg till ett framgångsrikt liv kantas av olika utmaningar och stressfaktorer, för vilka olika arter har utvecklat olika strategier – var och en med sina för och nackdelar (Reich, 2014). En del arter växer snabbt på höjden för att skapa sig en konkurrensfördel, andra långsamt för att inte riskera alltför stora förluster i mer stressfulla miljöer. Vissa träd lägger större resurser på produktion av blad och barr, medan andra prioriterar att bygga en tät och stark ved. Bladproduktionen kan syfta till att snabbt få i sig solenergi när det bjuds, lagra vatten om bladen är kraftiga eller skydd om de är feta (Donovan et al., 2011). Barrträd och andra städsegröna träd kan ha fördelen att bedriva viss fotosyntes även under vinterhalvåret eller i sammanhang där resurstillgången

under året kan variera stort, vilket medför att de kan växa framgångsrikt i mer utmanande miljöer såsom skuggiga lägen eller i periodvis torra miljöer (Sjöman et al, 2015).

Vid snabb tillväxt kan trädet erhålla flertalet strategiska fördelar. I bestånd eller tätare blandvegetation kan ljuskrävande arter skapa sig ett försprång av att nå högre än sina grannar. Förutsatt att markförhållandena är gynnsamma med resurser, kan de tillgodogöra sig mer solenergi och därmed ytterligare tillväxt. Dessa arter kan benämnas som konkurrensstrateger, och är flitiga på att snabbt omsätta resurser till tillväxt. Dessutom gör den snabbare tillväxten att mindre konkurrenter hamnar i deras skugga. Vidare minskar risken för nedtrampning och betesskador (Sjöman et al., 2015). Ur främst ett kortsiktigt perspektiv står dessa ofta som vinnare. Snabb tillväxt hos träd gör sig enligt Reich (2014) bäst i en levnadsmiljö där även andra processer sker i en snabbare takt - förökning, nedbrytning, föryngring.

Semipionjärer och sekundärarter har under tiden som pionjärerna växt till sig i stället kunnat förbereda sig på ett långt och tryggt liv. I skuggan av de snabbväxande pionjärerna kan de utvecklas i skyddad och näringsrik miljö. När de snabbväxande dukar under för en torrperiod, storm eller ålder, har de långsamväxande arterna hunnit bli alltmer ljuskrävande (Sjöman et al, 2015). Påpassligt nog ger den här successionen just mer tillgång till solljus, samtidigt som marken hålls näringsrik av pionjärträdens nedbrytningsprocess.

De snabbväxande arterna är förvisso konkurrenskraftiga vid gynnsamma förhållanden, men när sämre tider inträffar och bristen på resurser tillfälligt minskar, är det de långsamväxande arterna som står bättre rustade. De har en buffert och ett skydd då mer resurser investerats i olika typer av tåligt material som tjockare blad, barr eller tätare ved (Britez et al., 2014). Olika arters behov syns tydligt i successionen, och den kunskapen bör inkluderas även vid anpassning och utplantering i städer.

1.4 Med ved som strategi

Med ett ökat behov av träd i våra städer, där växtförutsättningarna ofta är just varma och torra, finns det goda skäl till att undersöka vilka arter som står bäst anpassade. Mot just torra kan veddensitet spela en viktig roll (Greenwood, 2017).

Ved är biomassa i lignoser, bestående av celler omgivna av lignin. Veden är kostsam för växten att investera i, och veddensiteten skiljer sig åt mellan arter, individer och även inom ett enskilt träd (Chave, 2002). Trädens ved fyller flera viktiga funktioner, som strukturellt stödjande, transport och lagerhållning av

vatten och näring, skydd och försvar (Chave et al., 2009). Studier har även visat samband mellan vedens densitet och hur väl rustat trädet står inför stresspåverkan som torka (Britez et al., 2014) och klimatförändringar (Alfaro-Sánchez et al., 2020). Vidare är veddensiteten en indikator om hur mycket kol som lagras i trädet, då kol är en av vedens byggstenar (Chave, 2002). Kapaciteten ökar desto större volymen är (Phillips et al., 2019).

Hur veddensiteten hos respektive art ser ut kan förklaras med om arten är en snabb eller långsam strateg - *fast-slow* (Reich, 2014). De arter med en mer långsamväxande strategi tenderar att investera mer resurser i produktion av ved, och kan efter god etablering erhålla mer långsiktiga fördelar, som bättre torkresistens och mekanisk stabilitet (Chave, 2002). Begreppet vedekonomiskt spektrum kan användas för att beskriva träd med vedproduktion som strategi.

1.5 Vedekonomiskt spektrum

Idag finns goda kunskaper om det bladekonomiska spektrumet (*leaf economic spectrum*), det vill säga när och varför träd investerar i specifika blad- och barrtyper. Däremot menar Chave et al. (2009) att motsvarande kunskaper om det vedekonomiska spektrumet (*wood economics spectrum*) saknas och behöver utvecklas. Precis som bladekonomi syftar begreppet vedekonomi till att undersöka och beskriva hur trädet investerar och fördelar kol och näring, samt vilka strategiska fördelar det bär med sig (Reich, 2014). Dessutom finns det enligt Reich (2014) goda skäl till att bredda spektrumet och även inkludera rotsystem, vatten och ekosystem tillsammans med ved och blad för att skapa ett växtekonomiskt spektrum (*plant economics spectrum*). Det senare kan hjälpa till att förklara strategier hos såväl enskilda individer som hela bestånd och ekosystem. Även om blad, ved och rötter har olika egenskaper och funktioner så har dom strategin gemensam, snabb eller långsam - *fast-slow*. När träd till urbana miljöer ska väljas är det av största vikt att vi känner till i vilket spektrum en art florerar. Ju mer vi vet om varje art, desto större är möjligheterna att välja rätt träd till rätt plats.

1.6 Syfte och frågeställning

En datainsamling och kartläggning av veddensitet hos olika individer och arter kan ge kunskap om när och varför en art investerar och fördelar sina resurser till vedproduktion. Dessa kunskaper kan användas för att mer träffsäkert välja arter och anpassa skötsel i en tid med ökad stress på grund av skiftande klimat och mer urbana förhållanden. Rätt växt på rätt plats ökar förutsättningarna för trädet att etableras väl och nå sin fulla potential. Därmed kan så mycket som möjligt av trädets ekosystemtjänster nyttjas, vilket leder till frågeställningen;

- *Hur kan data om veddensitet vara vägledande vid val av träd till urbana miljöer?*

Metod och material

Insamling av veddensitet har genomförts i Göteborgs botaniska trädgårds arboretum. Här finns omkring 300 olika arter av lignoser utspridda över ca 15 hektar (Göteborgs botaniska trädgård, 2017), och samlingen utgör i studien en såväl numerisk som geografisk avgränsning. Urvalet av arter är ett resultat av följande beskrivna parametrar. Från träden har borrprov tagits från de arter där det funnits fem eller fler individer. Vidare ska bestånden ha haft en för arten tillräcklig stamdiameter för att ett borrprov ska kunna tas utan att åsamka för stor skada. Träden ska även ha varit fria från röta i stammen, samt ha god vitalitet i kronan. Tiden för fältstudier har varit begränsad till tre veckor. Efter nämnda avgränsningar och parametrar har 319 prover³ kunnat tas ur 64 olika arter.

Arboretet är beläget i Änggårdsbergens naturreservat, och förvaltas av Göteborgs botaniska trädgård. När arboretet anlades 1952 var det ett igenvuxet tidigare beteslandskap, som främst syftade till att förse Botaniska trädgården med rent vatten och ren luft. Dåvarande prefekten i trädgården, Bertil Lindquist, såg dock potential i området. Med sin bakgrund som skogsgenetiker hade Lindquist som mål att använda arboretet till bland annat utvärdering av träd med varierande genetisk bakgrund och avprövning av både inhemska och utländska trädarter. Genom



Figur 1. Arboretet

insamlingsresor och bidrag från olika delar av världen har arboretet fyllts på med arter från Nordamerika, Europa, Asien och Nordafrika. (Aldén, 2006)

³ Det ojämna antalet prover beror på otillräckligt antal individer i beståndet av *Juglans ailanthifolia* Carriere, från vilket endast fyra prover kunde tas istället för fem.



Figur 2. Förberedelser inför provtagning, med enkla men funktionella medel.

det använts borrar med två olika diameter, fyra respektive fem millimeter. Varje unikt träd-id har samtidigt antecknats i ett dokument där det också framgår från vilken art och bestånd provet är taget. Artepitet, bestånd och mätvärden har därefter sammanställts i ett Exceldokument.

Efter avslutad insamling av borrarprover har Göteborgs Universitets lokaler i anslutning till Botaniska trädgården nyttjats. I ett första steg har tejp från sugrörens ena ände avlägsnats, och sugrören sedan placerats i en torkugn. Ugnen har hållit en temperatur omkring 70 grader celsius och gått kontinuerligt i fem dygn. Under torktiden har borrarprovernas fuktighetsgrad sjunkit till mellan 12 och 15 %, vilken är en för ändamålet accepterad nivå (Chave, 2002).

Borrarprover har tagits ur stammar på utvalda träd i Göteborgs botaniska trädgårds arboretum. Proven har tagits i brösthöjd, där stamdiametern varit minst 10 cm. Borrarret är ihåligt och ger ett cylinderformat prov. Efter att bark och eventuellt skadat material avlägsnats från provet mäts längden i millimeter. Därefter förvaras provet i med tejp förseglade sugrör, var och ett uppmärkt med ett unikt träd-id. Även borrarrets tjocklek noteras, då



Figur 3. Borrar med uttaget prov ur en *Abies alba*.

Efter tillräcklig torkning har var och ett av proven vägts i gram på våg med fyra decimalers noggrannhet, som noterats i Exceldokumentet. Dokumentet är efter detta moment komplett med den data om längd, diameter och vikt som behövs för att räkna ut veddensitet hos varje prov. Värderna för varje art presenteras som ett genomsnitt av provernas. Resultatet har sammanställts i tabeller samt diagram.



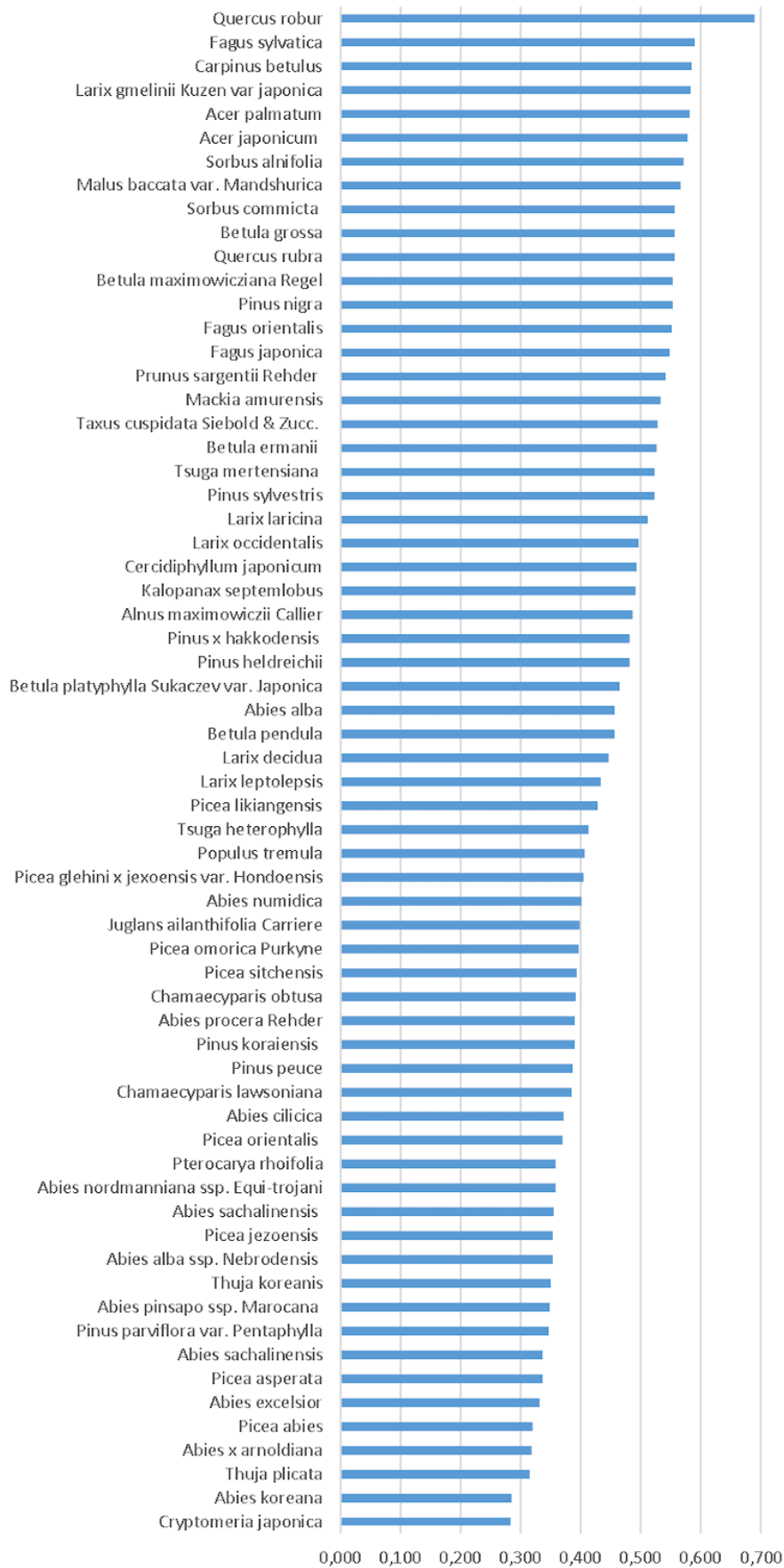
Figur 4. Borrprover redo för torkning i ugn.

Resultat

Analyserade data presenteras som snittvärden per art. I diagrammet (*figur 5*) och tabellen (*tabell 1*) visas veddensiteten i mg per mm³, sorterat efter veddensitet i fallande ordning. I *tabell 2* är tabellen sorterad efter artepitet.

Av analyserad ved är skogseken (*Quercus robur*) den med överlägset högst densitet. Med sina 0,690 mg/mm³ är veddensiteten mer än dubbelt så hög som exempelvis vår inhemska gran (*Picea abies*). Allra lägst veddensitet, 0,283 mg/mm³, besitter kryptomerian (*Cryptomeria japonica*), knappt lägre än koreagranen (*Abies koreana*). Just gran kan konstateras vara överrepresenterad bland arter med lägre densitet. Samtliga arter ur *Picea*- och *Abies*-släktet hamnar i den nedre halvan av tabellen (*se figur 1 och tabell 1*).

Faktum är att barrträden som grupp är överrepresenterade bland arter med lägre värden, och ger tillsammans en genomsnittlig veddensitet på 0,404 mg/mm³. Bland lövträden återfinns mestadels tätare ved med ett genomsnitt på 0,527 mg/mm³, vilket är 30% högre värde än för barrträden. Sekundära lövträd som bok och ek har högre veddensitet än de pionjära arter, som asp och björk. Skogseken, som har den tätaste veden av analyserade arter, har hela 70% högre värde än aspen.



Figur 5. Sorterat efter veddensitet i fallende ordning. [mg/mm3]

Art	SSD [mg/mm ³]
Quercus robur	0,690
Fagus sylvatica	0,591
Carpinus betulus	0,585
Larix gmelinii var japonica	0,584
Acer palmatum	0,581
Acer japonicum	0,578
Sorbus alnifolia	0,572
Malus baccata var. Mandshurica	0,567
Sorbus commicta	0,557
Betula grossa	0,557
Quercus rubra	0,556
Betula maximowicziana Regel	0,553
Pinus nigra	0,553
Fagus orientalis	0,552
Fagus japonica	0,548
Prunus sargentii	0,542
Mackia amurensis	0,534
Taxus cuspidata	0,529
Betula ermanii	0,527
Tsuga mertensiana	0,524
Pinus sylvestris	0,524
Larix laricina	0,512
Larix occidentalis	0,497
Cercidiphyllum japonicum	0,494
Kalopanax septemlobus	0,493
Alnus maximowiczii Callier	0,487
Pinus x hakkodensis	0,483
Pinus heldreichii	0,481
Betula platyphylla Sukaczew var. Japonica	0,466
Abies alba	0,458
Betula pendula	0,456
Larix decidua	0,448
Larix leptolepis	0,434
Picea likiangensis	0,428
Tsuga heterophylla	0,414
Populus tremula	0,407
Picea glehni x jexoensis var. Hondoensis	0,405
Abies numidica	0,402
Juglans ailanthifolia Carriere	0,399
Picea omorica Purkyne	0,397
Picea sitchensis	0,393
Chamaecyparis obtusa	0,392
Abies procera Rehder	0,391
Pinus koraiensis	0,390
Pinus peuce	0,387
Chamaecyparis lawsoniana	0,386
Abies cilicica	0,372
Picea orientalis	0,370
Pterocarya rhoifolia	0,359
Abies nordmanniana ssp. Equi-trojani	0,358
Abies sachalinensis	0,355
Picea jezoensis	0,354
Abies alba ssp. Nembrodenis	0,353
Thuja koraiensis	0,350
Abies pinsapo ssp. Marocana	0,348
Pinus parviflora var. Pentaphylla	0,347
Abies sachalinensis	0,337
Picea asperata	0,337
Abies excelsior	0,332
Picea abies	0,321
Abies x arnoldiana	0,318
Thuja plicata	0,316
Abies koreana	0,286
Cryptomeria japonica	0,283

Tabell 1. Sorterat efter veddensitet i fallande ordning. [mg/mm³]

Art	[mg/mm ³]
Abies alba	0,458
Abies alba ssp. Nebrodensis	0,353
Abies cilicica	0,372
Abies excelsior	0,332
Abies koreana	0,286
Abies nordmanniana ssp. Equi-trojani	0,358
Abies numidica	0,402
Abies pinsapo ssp. Marocana	0,348
Abies procera Rehder	0,391
Abies sachalinensis	0,337
Abies sachalinensis	0,355
Abies x arnoldiana	0,318
Acer japonicum	0,578
Acer palmatum	0,581
Alnus maximowiczii Callier	0,487
Betula ermanii	0,527
Betula grossa	0,557
Betula maximowicziana Regel	0,553
Betula pendula	0,456
Betula platyphylla Sukaczew var. Japonica	0,466
Carpinus betulus	0,585
Cercidiphyllum japonicum	0,494
Chamaecyparis lawsoniana	0,386
Chamaecyparis obtusa	0,392
Cryptomeria japonica	0,283
Fagus japonica	0,548
Fagus orientalis	0,552
Fagus sylvatica	0,591
Juglans ailanthifolia Carriere	0,399
Kalopanax septemlobus	0,493
Larix decidua	0,448
Larix gmelinii Kuzen var japonica	0,584
Larix laricina	0,512
Larix leptolepsis	0,434
Larix occidentalis	0,497
Mackia amurensis	0,534
Malus baccata var. Mandshurica	0,567
Picea abies	0,321
Picea asperata	0,337
Picea glehnii x jexoensis var. Hondoensis	0,405
Picea jezoensis	0,354
Picea likiangensis	0,428
Picea omorica Purkyne	0,397
Picea orientalis	0,370
Picea sitchensis	0,393
Pinus heldreichii	0,481
Pinus koraiensis	0,390
Pinus nigra	0,553
Pinus parviflora var. Pentaphylla	0,347
Pinus peuce	0,387
Pinus sylvestris	0,524
Pinus x hakkodensis	0,483
Populus tremula	0,407
Prunus sargentii Rehder	0,542
Pterocarya rhoifolia	0,359
Quercus robur	0,690
Quercus rubra	0,556
Sorbus alnifolia	0,572
Sorbus commicta	0,557
Taxus cuspidata Siebold & Zucc.	0,529
Thuja koreanis	0,350
Thuja plicata	0,316
Tsuga heterophylla	0,414
Tsuga mertensiana	0,524

Tabell 2. Sorterat efter artepitet.

[mg/mm³]

Diskussion och slutsatser

Insamling av den här typen av data förefaller vara relativt resurssnål, förutsatt att den kan göras i lättillgänglig terräng. Med enkla medel och närhet till trädbestånd bör fler studier göras för att bredda underlaget. Med ett klimat under pågående förändring med både kända och ovissa följder finns ytterligare värden i att samla data från träd i botaniska samlingar. Träd som växer utanför sina naturliga utbredningsområden kan visa sig vara lämpliga ersättare när traditionella träd inte längre trivs.

Resultaten överensstämmer mer eller mindre med data från annan kartläggning av veddensitet (Engineering ToolBox, 2004). Visserligen avser deras data värden från bruksklart virke och är inte torkat i ugn. Fuktighetsgraden torde vara högre än i den här studien, därmed är värdena något högre. Klein et al. (2016) har undersökt veddensiteten för en rad arter, som bekräftar liknande resultat. Här har i stället trä i hantverksföremål analyserats, vilket också visar på vilka arter som lämpar sig bättre till andra ändamål när livet som träd nått sitt slut. Värden från en fransk studie (Albers et al., 2019) är även de samstämmiga, med undantag för *Q. robur* och *P. sylvestris* som där får omkring 25% lägre veddensitet. Det framgår dock inte vilka metod, material eller förutsättningar som använts.

I enighet med begreppet *fast-slow* (Reich, 2014) står de långsamväxande sekundärerna arterna med högst värden, medan de snabbväxande pionjärerna har lägre. Intressant är att barrträd överlag förefaller ha lägre veddensitet än lövträd, vilket delvis kan förklaras med deras barrproducerande strategi. Här finns dock ett par undantag, där både kurilerlärken (*Larix gmelinii* var. *japonica*) och svarttallen (*Pinus nigra*) hamnar högt upp bland flitigt vedproducerande arter. Tillsammans med de städsegröna barrträdens förmåga till fotosyntes och luftrening även under vinterhalvåret (Bengtsson, 2016), utmärker sig dessa som goda val till gatu- och parkträd. Fotosyntes verkar för trädets tillväxt, tillväxt innebär kolinlagring, och en tät ved betyder att mer kol kan lagras per volymenhet.

Quercus robur, den art med allra tätast ved, är en av flera erkänt tåliga arter i släktet och används med framgång som stadsträd i både parker och hårdgjorda miljöer (Sjöman & Slagstedt, 2015). Något längre ner i tabellen återfinns den amerikanska rödeken (*Quercus rubra*) med 0,556 mg/mm³. Till skillnad från den självsådda inhemska skogseken i arboretet, är beståndet av rödek insamlat från Nordamerika. Rödeken kan med sina röda blad även bidra med estetisk variation som en kulturell ekosystemtjänst. *Q. robur* har även visat sig klara torra perioder i annars talldominerade, torra skogar i Frankrike, vilket kan kopplas till den höga vedtätheten (Alfaro-Sánchez et al., 2020). Det visar på ekens förmåga att klara

tuffa förhållanden, och samtidigt leverera långsiktiga ekosystemtjänster. Ett träd som skogseken, med högre veddensitet, växer som regel långsammare. Nödvändig tid i plantskola kan därför vara längre, innan trädet är redo för utplantering i exempelvis en gatumiljö. De initiala kostnaderna kan därmed högre, men ur ett längre perspektiv finns dock mycket att vinna på att välja en av dessa arter.

Längre ner bland resultaten finns träd med glesare vedstruktur, som inte lämpar sig lika väl i de tuffaste stadsmiljöerna. Bortsett från att många ekosystemtjänster går förlorade när träden inte trivs, kan de även få motsatt effekt. Det finns forskning som visar på att snabbväxande träd kan leda till en negativ CO₂-utveckling. Det beror på att rötterna hos de snabbväxande träden får nedbrytande processer i marken att öka i takt, och därmed frigörs mer kol. Allt kol kan inte tas upp av trädens rötter, utan stiger upp ur marken och hamnar i stället i atmosfären (Bastos et al., 2021). Om träden redan binder mindre kol i veden och dessutom bidrar till ökade utsläpp av kol, försvinner en betydande ekosystemtjänst. Forskarna till studien menar att det är en parameter som inte tagits med i beräkningar för framtida prognoser och scenarier för klimatförändringar. Man tillägger också att mer forskning behövs på området, och att det är för tidigt att dra några större slutsatser. Snabbväxande träd har i regel en kortare livstid, med följderna att det upptagna kolet därmed lagras under kortare tid (Chave, 2002). Även om vissa analyserade arter inte lämpar sig för urbana miljöer, kan de fortfarande leverera andra ekosystemtjänster. Snabbväxande träd kan i stället ge stora fördelar i kombination med jordbruk. Där kan de minska jorderosion, kolförluster och övergödning samtidigt som de bidrar till ökad biologisk mångfald samt och energiproduktion (Mittuniversitetet, 2021).

Att binda CO₂ är en av de viktigaste ekosystemtjänsterna vi idag efterlyser från träd. Erik Lind (2020) genomförde i sitt examensarbete en utvärdering av kapaciteten för kolinlagring hos bland annat *Quercus rubra* och *Pinus sylvestris* som stadsträd. Under en 50-årsperiod som studien var begränsad till visade sig de stora, snabbväxande träden kunna lagra mer CO₂. Beräknat i CO₂e var nettoupptaget för en *Q. rubra* i Helsingborg 5,9 ton, vilket kan jämföras med 1,2 ton för *P. sylvestris* i samma stad. Kapaciteten hos ett träd varierar även beroende på i vilken odlingszon och ståndort det planterats. I studien har samma arter utvärderats i Stockholm och Umeå, där nettoupptaget av CO₂e är lägre i Stockholm och lägst i Umeå. Nettoupptaget för *Q. rubra* och *P. sylvestris* i Helsingborg (odlingszon 1) visade sig vara 320% respektive 120% större än i Umeå (odlingszon 5). Rödeken utmärker sig här som ett mer kräset stadsträd, beroende av längre växtperiod och mildare klimat. Skillnaderna i kolinlagringskapacitet är alltså relativt stora, samtidigt som veddensiteten nästan är likvärdig. Både *Q. rubra* och *P. sylvestris* är strateger där stor del av resurserna

omfördelas till hög veddensitet under tillväxten. Här är således ett tydligt exempel på varför arter bör ställas mot varandra baserat på andra parametrar än bara veddensitet. Tillväxthastigheten är väsentlig för kolinlagringen, och påverkas av ståndorten.

Det visar på vikten av att inte bara välja ett träd med tät och stark ved, utan också välja rätt art för rätt växtförutsättningar, för att främja produktionen av biomassa till fullo.

Beroende på var i stadsmiljön trädet ska placeras, och vilka ekosystemtjänster som efterfrågas på den platsen, bör noga avväganden göras. Arter (eg. *Betula pendula*) med förmågan att snabbt transportera vatten från marken vidare till stam och bladverk kan vara önskvärd på platser där stora mängder vatten riskerar att samlas på kort tid. Däremot har en art med den egenskapen alltså lägre veddensitet, vilket kan göra trädet mer sårbart under perioder av torka (Reich, 2014). De mer torkkänsliga, fuktgynnade träden kan i stället användas i parker och i anslutning till dammar. Även om de med lägre veddensitet inte binder lika stora mängder kol, kan de i andra miljöer bidra till både biologisk mångfald och upplevelsevärden. Ett äldre träd på nedgång kan utgöra en mindre risk om det står i en park än i en gatumiljö, och har därmed större chans att få stå kvar och bidra till biodiversiteten. Dessutom blir det allt vanligare med öppna, större dagvattenlösningar som kan rymma vatten under längre perioder än en regnbädd i gatumiljö. I anslutning till sådana anläggningar kan med fördel arter med lägre veddensitet användas, där de kan bidra till omsättningen av dagvattnet. Samtidigt bidrar de med sin skuggning av dammen till att de renande vattenväxterna kan verka effektivt (Larsson, 2010). Här vore det intressant att pröva flera av barrträden med tätare kronstruktur från den här studien, exempelvis *Cryptomeria japonica* och *Thuja koreaensis*, vilka efter genomförd efterforskning förefaller vara obeprövade i sammanhanget.

Veddensitet har visat sig vara en betydande faktor när träd utsätts för svåra prövningar som exempelvis torka, där arter med högre densitet i flera fall visat sig vara mest motståndskraftiga (Alfaro-Sánchez et al., 2020, Britez et al., 2014). Veden kan ses som en buffert, en förberedelse för sämre tider. När träd till urbana miljöer ska väljas är det givetvis en fördel, då både regionala klimat och mikroklimat i perioder kan vara mycket torra. Nederbörd kan komma i rikliga mängder, men med låg frekvens. Arter med högre veddensitet besitter en bättre förmåga att lagra vatten i veden, och samtidigt skydda sig mot uttorkning. Arter med lägre veddensitet kan i stället bidra med effektivare dagvattenhantering. Träd kan dock inte väljas rätt och slätt utifrån veddensitet, när fler parametrar måste tas i beaktande. Hög veddensitet kan komma på bekostnad av långsam tillväxt, vilket betyder längre etableringstid och med initialt högre kostnader som följd. Med pågående klimatförändringar spelar träden flera viktiga roller, däribland lagring av

kol. De arter som visat sig ha främst kolinlagring räknat i CO_{2e} är snabbväxande med relativt hög veddensitet.

Med en större variation arter av träd inom begränsade ytor, som i våra städer, ökar den biologiska mångfalden (SLU, 2021), samtidigt som risken för spridning av sjukdomar och skadegörare minskar (Sjöman et al., 2012). Att kartlägga olika arters strategiska egenskaper och matcha dem mot en gemensam ståndort gör arbetet mot större artdiversitet enklare.

Förr eller senare leds en till orden *rätt växt på rätt plats*. Detsamma gäller när veddensitet både studeras och tillämpas. Data som erhållits från den här uppsatsens fältstudier kan ses som vägledande i valet av arter för olika miljöer, dock ska trädens växtplats och ursprung tas med i diskussioner. För att träden ska kunna leverera sin fulla potential av ekosystemtjänster är det viktigt att de väljs med omsorg, anpassade till sin kommande växtplats och dess förutsättningar.

Träden som vedproverna tagits från står i skyddad miljö omgivna av skog. Klimatet är kusttypiskt, med goda nederbörds mängder och milda årstider. Vidare har träden haft tillsyn och skötsel i olika omfattning under hela sin livstid. Samlingen utgör en unik tillgång till data från icke traditionella arter hemmahörande i andra delar av världen. Med det sagt kan denna data trots allt överensstämma med framtida träd i andra miljöer, förutsatt att trädet fått en lämplig växtmiljö och erforderlig plantskolning och förvaltning utförs. Data från det här arbetet kan tillsammans med andra studier låta oss lära känna arterna bättre, och på så vis mer träffsäkert kunna skraddarsy etableringsskötsel och beräkna kostnader - men även förutspå vilka ekosystemtjänster som kan levereras, hur snabbt dessa kan inkasseras samt vilka ekonomiska förtjänster det resulterar i.

Metodkritik

Enligt Chave (2002) saknas internationella bestämmelser för vilken fuktighetshalt i procent vedprover ska ha för att anses torkade. Mellan länder och institutioner kan det skilja mellan 12 och 15 %, vilket kan skapa problem i litteraturen. Ingen mätning av vedens fuktighetsgrad har heller gjorts i den här studien.

Referenser

Aldén, Björn. 2006. *Landskapsarboretet i Göteborgs botaniska trädgård - där natur och kultur går hand i hand*. Mölndal: A. Lindgren & Söner AB.

Alfaro-Sánchez, Raquel; Valdés-Correcher, Elena; Espelta, Josep M.; Hampe, Arndt; Bert, Didier. 2020. How do social status and tree architecture influence radial growth, wood density and drought response in spontaneously established oak forests? *Annals of Forest Science*. 77(49).

doi: <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00949-x>

Bastos, Ana; Fleischer, Katrin. 2021. Effects of rising CO₂ levels on carbon sequestration are coordinated above and below ground. *Nature* 591(7851): 532-534.

<https://www.nature.com/articles/d41586-021-00737-1>

Bean, R.; Robert, E.; Voorhees, J.; Elliot, M. 2021. *Urban tree rainfall interception measurement and modelling in WinSLAMM, the source loading and management model*. Tuscaloosa: University of Alabama.

<https://www.chijournal.org/C475> (Hämtad 2022-05-16)

Bengtsson, Hanna. 2016. *Ekosystemtjänster från träd I Hässleholm*. Diss., Lunds universitet.

<https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8894233/file/8894236.pdf> (Hämtad 2022-05-10)

Boverket. 2019. *Urbana träd och ekosystemtjänster*. PBL Kunskapsbanken.

[https://www.boverket.se/sv/PBL-](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana_trad/)

[kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana_trad/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana_trad/) (Hämtad 2022-03-06)

Boverket. 2019a. *Ekosystemtjänster för klimatanpassning – dagvattenlösningar och temperaturreglering*.

[https://www.boverket.se/sv/PBL-](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/)

[kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/) (Hämtad 2022-05-12)

Boverket. 2021. *Erosionsskydd*.

[https://www.boverket.se/sv/PBL-](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/erosion/)

[kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/erosion/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/erosion/) (Hämtad 2022-05-05)

Britez, Manuela R. D.; Sergent, Anne-Sophie; Meier, Alejandro M.; Bréda, Nathalie; Rozenberg, Philippe. 2014. Wood density proxies of adaptive traits linked with resistance to drought fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). *Trees* 28, 1289–1304.
doi: <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1003-4>

Chave, Jerome. 2002. Measuring wood density for tropical forest trees - a field manual. *Sixth Framework Programme (2002-2006)*.
http://www.rainfor.org/upload/ManualsEnglish/wood_density_english%5B1%5D.pdf
(Hämtad 2022-05-10)

Chave, Jerome; David, Coomes; Jansen, Steven; Lewis, Simon L.; Swenson, Nathan G.; Zanne, Amy E. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology letters* 12(4): 351-366.
doi: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>

Donovan, Lisa A.; Maherali, Hafiz; Caruso, Christina M.; Huber, Heidrun; de Kroon, Hans. 2011. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. *Trends in ecology & evolution*. 26(2): 88-95
doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.11.011>

Engineering ToolBox. 2004. *Wood – Densities of Various Species*.
https://www.engineeringtoolbox.com/wood-density-d_40.html (Hämtad 2022-05-16)

Göteborgs botaniska trädgård. 2017. *Arboretet*.
<https://www.botaniska.se/tradgard--vaxthus/tradgarden/arboretet/> (Hämtad 2022-03-03)

Kardan, Omid; Gozdyra, Peter; Mistic, Bratislav; Moola, Faisal; Palmer, Lyle J.; Paus, Tomas; Berman, Marc G. 2015. Neighborhood greenspace and health in a large urban center. *Sci Rep* 5.
doi: <https://doi.org/10.1038/srep11610>**Fel! Ogiltig hyperlänkreferens.**

Klein, Andrea; Bockhorn, Olaf; Mayer, Konrad; Grabner; Michael. 2015. Central European wood species: characterization using old knowledge. *J Wood Sci* 62, 194-202.
doi: <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1534-3>

Larsson, Malin. 2010. *Vegetation för öppna dagvattenanläggningar*. Diss., Sveriges lantbruksuniversitet Alnarp.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-4-202>

Lind, Erik. 2020. *Hur grönt är ett stadsträd?* Diss., Sveriges lantbruksuniversitet Alnarp.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-15524>

Lindén, Jenny; Fonti, Patrick; Esper, Jan. 2016. Temporal variations in microclimate cooling induced by urban trees in Mainz, Germany. *Urban forestry & urban greening*. 20: 198–209.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.09.001>

- Mittuniversitetet. 2021. *Fleråriga grödor kan göra dubbel nytta för klimat och miljö*.
<https://www.miun.se/kontakt/press/pressmeddelanden/2021-9/flerariga-grodor-kan-gora-dubbel-nytta-for-klimat-och-miljo/> (Hämtad 2021-05-01)
- Moore, G M. 2009. Urban trees: worth more than they cost.
<http://202020vision.com.au/media/1021/moore-urbantreesworthmorethantheycost.pdf>
(Hämtad 2022-05-10)
- Naturskyddsföreningen. 2021. *Vad är ekosystemtjänster?*
<https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/vad-ar-ekosystemtjanster/> (Hämtad 2022-03-01)
- Naturvårdsverket. 2017. *Argument för mer ekosystemtjänster*.
<http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1072561/FULLTEXT01.pdf>
(Hämtad 2022-05-04)
- Nowak, David J.; Bodine, Allison R.; Hoehn III, Robert E. 2018. *The urban forest of New York City*.
<https://doi.org/10.2737/NRS-RB-117>
- Phillips, Oliver L.; Sullivan, Martin J. P.; Baker, Tim R.; Mendoza, Abel Monteagudo; Vargas, Percy Nunez; Vasquez, Rodolfo. 2019. Species matter: Wood density influences tropical forest biomass at multiple scales. *Surv Geophys* 40: 913-935.
doi: <https://doi.org/10.1007/s10712-019-09540-0>
- Reich, Peter B. 2014. The world-wide “fast-slow” plant economics spectrum: a traits manifesto. *Journal of ecology* 102(2): 275–301.
doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12211>
- Sjöman, Henrik; Slagstedt, Johan. 2015. *Stadsträdslexikon*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Sjöman, Henrik; Östberg, Johan; Buhler, Oliver. 2012. Stadsträd i tio nordiska städer. *Movium fakta* 2012(1).
<https://pub.epsilon.slu.se/13189/> (Hämtad 2022-05-01)
- Skogsstyrelsen. 2021. *Effekter av klimatförändringarna*.
<https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/skog-och-klimat/effekter-av-klimatforandringarna/> (Hämtad 2021-05-02)
- SLU. 2021. *Stadsträden sparar stålar åt samhället*.
<https://www.forskning.se/2021/02/10/stadstraden-sparar-stalar-at-samhallet/#> (Hämtad 2022-05-01)
- SMHI. 2020. *Blir det fler värmeböljor i framtiden?*
<https://www.smhi.se/forskning/forskningsenheter/luftmiljo/varme-och-luftmiljo-i-stader/blir-det-fler-varmeboljor-i-framtiden-1.160054> (Hämtad 2022-05-12)
- Tell, Johan. 2008. *Träd kan rädda världen*. Stockholm: Max Ström.

The City of New York. 2022. *NYC's urban forest – NYC Tree facts*.
https://www.milliontreesnyc.org/html/urban_forest/urban_forest_facts.shtml (Hämtad 2022-05-10)

Trenberth, Kevin E. 2011. Changes in precipitation with climate change. *Clim Res* 47: 123–138.
<https://doi.org/10.3354/cr00953>

Tyrväinen, L.; Pauleit, S.; Seelamd, K.; deVries, S. 2005. Benefits and uses of urban forests and trees. I Konijnedijk, C.; Nilsson, K.; Randrup, T.; Schipperijn, J. (red) *Urban forests and trees*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 81–114.
doi: https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_5

Van den Bosch, Cecil Konijnendijk. 2021. *Promoting health and wellbeing through urban forests – Introducing the 3-30-300 rule*. <https://iucnurbanalliance.org/promoting-health-and-wellbeing-through-urban-forests-introducing-the-3-30-300-rule/> (Hämtad 2022-05-01)

Wang, Chenghao; Wang, Zhi-Hua; Wang, Chuyuan, Myint, Soe W. 2019. Environmental cooling provided by urban trees under extreme heat and cold waves in U.s. cities. *Remote sensing of environment* 227: 28–43.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.024>

Yang, Li; Qian, Feng; Song, De-Xuan; Zheng, Ke-Jia. 2016. Research on urban heat-island effect. *Procedia Engineering* 169: 11–18.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.