



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Landskapsutveckling

Krontätheten hos olika lövträdarter i avlövat tillstånd

– En studie av trädkronors genomsläpplighet av solljus under vintern

Crown density among various defoliated deciduous tree species
- A study of the sunlight's permeability of tree crowns during winter

Ann-Louise Dyer



Självständigt arbete/Examensarbete/Kandidatarbete 15 hp
Landskapsingenjörsprogrammet
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU
Alnarp 2013

Krontätheten hos olika lövträddarter i avlövat tillstånd – en studie av trädkronors genomsläpplighet av solljus under vintern

Crown density among various defoliated deciduous tree species
- A study of the sunlight's permeability of tree crowns during winter

Ann-Louise Dyer

Handledare: Henrik Sjöman, SLU, Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Btr handledare: Johan Pihel, SLU, Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Karl Lövrje, SLU, Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete för landskapsingenjörer

Kurskod: EX0361

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: *landskapsingenjör, kandidatexamen i landskapsplanering*

Ämne: Landskapsplanering

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: april 2013

Omslagsbild: *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' av Ann-Louise Dyer

Serienamn: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Lövträd, genomsläpplighet, solstrålning, transmissivitet, skugga, vinter, avlövat, krontäthet

Förord

Växter och hur de kan användas för att påverka den miljö vi lever i är något jag blivit alltmer intresserad av under mina år på Alnarp. Därför vill jag tacka min handledare Henrik Sjöman för att jag fick vara med i detta projekt. Jag vill även tacka min biträdande handledare Johan Pihel för all hjälp med metod och Matlabsriptet han utformat själv. Dessutom vill jag tacka Johanna Deak Sjöman för all hjälp med bakgrund och sammanhang till studien. Er hjälp och feedback under arbetets gång har varit ovärderlig!

Förutom dessa tre personer vill jag även tacka min familj och mina vänner för att de hållit mig vid mina sinnens fulla bruk genom kaffepauser, promenader och samtal som handlat om annat än trädkronor och deras genomsläpplighet. Ni har alla visat en stor förståelse för hur pass insnöad jag varit på mitt ämne.

TACK!

Lisa Dyer

Ann-Louise Dyer

Alnarp, 3 april 2013

Sammanfattning

På grund av den förtätning som sker i många städer världen över finns det idag ett behov av att skapa multifunktionella grönytor som används under en så stor del av året som möjligt och som kan konkurrera om en plats i staden. För att kunna skapa dessa ytor är det viktigt att veta så mycket som möjligt om vad som gör en plats attraktiv. En av faktorerna som påverkar hur attraktiv en plats är att vistas på för människor är dess klimat, vilket styr människans perception av värme och kyla. Att sitta i lä lutad mot en fasad med solen skinande i ansiktet en kall vinterdag är till exempel mycket mysigare än att sitta på en öppen och blåsig gräsyta samma kalla vinterdag.

För att forma mikroklimatet på en plats kan man använda sig av vegetation och för att få en uppskattning av hur vegetationen kommer att påverka en plats kan man göra olika typer av klimatmodelleringar. I dessa klimatmodelleringar förs olika värden in och ett sådant värde är hur pass täta trädkronorna är. Idag baseras de flesta sådana värden på träd i lövat tillstånd men eftersom den avlövide perioden utgör halva året hos oss i Sverige är det viktigt att även ha värden för den avlövide perioden. Syftet med detta examensarbete har därför varit att studera den variation i genomsläpplighet av solljus som finns hos lövfällande träd i avlövat tillstånd.

Platsen som valdes för studien var Byträarboretet i Hørsholm, Danmark, på grund av att träden där hade planterats vid samma tillfälle och hade haft samma förutsättningar. Träden fotograferades och dessa fotografier kördes sedan de redigerats igenom ett Matlabsript. Detta script räknade ut antalet mörka pixlar i bilden och delade detta med det totala antalet pixlar i bilden för att få fram ett ratiotal som sedan omvandlades till en genomsläpplighetsprocent.

Slutsatsen som kunde dras av resultaten i denna studie var att det fanns en relativt stor variation mellan olika träddarter och sorter i deras genomsläpplighet av solljus i avlövat tillstånd. Mellan det minst genomsläppliga trädet och det mest genomsläppliga trädet i Hørsholm skiljde det 19 %.

Vetskapen om denna variation kan i framtiden användas av grönyteplanerare i deras arbete med att skapa multifunktionella grönytor och av forskare för att studera hur träd styr mikroklimatet på en plats.

Innehåll

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsning	2
1.4 Genomförande	2
2. Litteraturstudie	2
2.1 Förtätningen av staden	2
2.2 Klimatet i staden.....	3
2.3 Solstrålning.....	4
2.3.1 Energibesparingar i byggnader.....	6
2.3.2 Människans perception av klimatet.....	6
2.3.3 Evapotranspiration	8
2.3.4 Transmissivitet	8
2.4 Sammanfattning	9
3. Fältstudie	10
3.1 Metod och material.....	10
3.1.1 Val av mätmetod	10
3.1.2 Val av träd	10
3.1.3 Instrument.....	11
3.1.4 Utförande.....	11
4. Resultat.....	13
4.1 Medelgenomsläppligheten hos alla studerade träarter och sorter	13
4.2 Medelgenomsläppligheten hos två olika lövträdsarter, <i>Acer</i> och <i>Quercus</i>	17
4.3 Medelgenomsläppligheten för halva fotografier	18
5. Analys.....	18
6. Diskussion	19
6.1 Jämförelser med tidigare studier	19
6.2 Betydelse i praktiken.....	20
6.3 Framtida studier.....	21
6.4 Metod och material.....	21
7. Slutsats	22
8. Källor.....	23
Appendix	26
Appendix 1 Mätdata Hørsholm	26
Appendix 2 Rådata: genomsläpplighet	30

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Bakgrunden till detta examensarbete har varit behovet av att skapa multifunktionella grönytor som kan konkurrera om en plats i staden. Många av våra städer genomgår idag en förtätning där byggnader och infrastruktur läggs till i den redan existerade stadsbilden. Detta görs bland annat för att fler människor ska kunna bo, arbeta och utföra allmänna vardagssysslor inom samma område och undvika att använda bilen. Förtätning av städer sker som ett led i den hållbara utvecklingen och i reaktion till de klimatförändringar som sker världen över. I denna förtätning av städer hamnar ofta grönytor i konflikt med andra intressen såsom nya bilvägar och bostäder. För att kunna konkurrera om en plats i staden är det viktigt att visa på grönmiljöernas mångfunktionalitet och öka kvalitén på den stadsbyggnad som redan existerar och planeras (Erixon och Ståhle, 2008; Malmöstadsbyggnadskontor, 2010; Deak Sjöman, 2013). Våra grönytor ska gärna vara så lättskötta som möjligt och skapa identitet samtidigt som de ska tillhandahålla en hel del ekosystemtjänster. Ett exempel på vad vi förväntar oss att träd ska bidra till är att minska byggnaders energikonsumtion. De ska skugga och därmed svalka byggnader på sommaren, släppa in så mycket solljus som möjligt på vintern, skapa lä runt byggnaden samtidigt som de ska sänka lufttemperaturen på sommaren genom sin transpiration (Nowak, 2004).

Faktorer som avgör hur människor uppfattar klimatet är sol, skugga, vind, luftfuktighet och nederbörd. Dessa faktorer styr i sin tur känslan av värme och kyla vilka är de två främsta förhållanden som inverkar på upplevelsen av en plats klimat och hur trivsamt det är där (Schlyter och Bucht, 1977; Eliasson *et al.*, 2007). Att sitta i lä lutad mot en fasad med en kopp kaffe i handen och solen strålande i ansiktet en kall vinterdag är till exempel mycket mysigare än att sitta på en blåsig, öppen gräsyta en molnig vinterdag (Schlyter och Bucht, 1977). Studier har påvisat att vegetation är ett bra hjälpmedel vad gäller formandet av mikroklimat och för att på så sätt skapa trivsamma utemiljöer (Schlyter och Bucht, 1977; Givoni 1991; Malmöstadsbyggnadskontor, 2010 m.fl.). Genom vegetationens inverkan på mikroklimatet kan även olika strategiska placeringar och specifika artval av träd, häckar och gröna tak skapa förutsättningar för en minskad energiförbrukning i byggnader, sommartid såsom vintertid (Akbari *et al.*, 1997; McPherson *et al.*, 1994).

För att få en uppskattning över hur vegetationen kan inverka på mikroklimatet finns idag olika modelleringsprogram som simulerar scenarier beroende på klimatförhållanden, årstid, rumslig fördelning av exempelvis byggnader, gatunät etcetera. Ofta används ett bladareindex (leaf area index – LAI) som riktlinje för vegetationen som används i modellerna – ju högre index desto tätare sammansättning av bladmassa. Eftersom dessa värden är baserade för vegetation sommartid i lövat tillstånd, behövs liknande värden – ett 'branch area index' – för vegetationen vintertid. Olika arter har olika grenuppbyggnad samt täthet i kronan, och detta har i sin tur en inverkan på ljusgenomsläpplighet och vind vintertid. Idag saknas dock ett sådant referensmaterial som kan användas i klimatmodeller för skandinaviska förhållanden vintertid (Deak Sjöman, muntligt 2013-01-24). Det avlödade stadiet utgör halva året hos oss i nordnorden och därför är det viktigt att vi lär oss så mycket som möjligt om variationerna i det material vi arbetar med. På detta sätt ökar förutsättningarna för att skapa trivsamma utemiljöer som kan användas under större delen av året. Som landskapsingenjörer och grönyteplanerare är det vår uppgift att se till att vegetation som byggnadsmaterial används på ett så bra och effektivt sätt som möjligt och i så många olika sammanhang som möjligt.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utvärdera olika lövfällande trädarters variation beträffande ljusgenomsläpplighet vintertid. För detta har jag försökt att svara på följande frågeställning:

- Vilken variation finns hos lövfällande träd i hur mycket solljus de släpper igenom sin krona under vintern i avlövad tillstånd?

1.3 Avgränsning

En explorativ studie görs för att undersöka eventuell variation hos lövträd i avlövad tillstånd. Arbetet avgränsar sig till det antal träd och trädarter som finns i Bytræarboretet i Hørsholm, Danmark.

1.4 Genomförande

Examensarbetet består av två delar, dels en litteraturstudie och dels en fältstudie.

En litteraturstudie av relevant material i form av böcker, vetenskapliga artiklar och rapporter har genomförts i syfte att ge en bakgrund och ett sammanhang till fältstudien. Sökningen på litteratur har skett via Primo, internet och CAB abstracts (Web of knowledge), alla tillgängliga via Alnarpsbiblioteket. Nyckelord som använts vid sökningarna har varit: thermal comfort, solar radiation, tree, shade, energy saving, transmissivitet, branch area index, wood area index, stem area index, leaf area index, winter, microclimate.

Fältstudien har gjorts i Bytræarboretet i Hørsholm, Danmark, med hjälp av en kamera med fisheye objektiv. Bilderna har sedan redigerats i bildbehandlingsprogrammet GIMP och körts genom ett Matlabscript för att få ut hur stor del av solljuset som släpps igenom trädkronorna på olika arter. Datan har sammanställts i tabellform och sedan analyserats och knutits till litteraturstudien.

2. Litteraturstudie

2.1 Förtätningen av staden

Under de senaste decennierna har många av våra städer genomgått en förtätning som motreaktion till den stadsutbredning (även kallat urban sprawl) som genomsyrat stadsplaneringen sedan 1930-talet (Gehl, 2010). För att undvika att städerna breder ut sig på exempelvis jordbruk- och skogsmark, försöker flertalet kommuner idag att bygga på tidigare exploaterad mark, såsom nerlagda företag - och industriområden etcetera. Genom att bygga tätare och med en blandad bebyggelsestruktur, syftar förtätningen också till att minska avstånden mellan bostad, arbete och rekreation och på sätt minska bilberoendet. Den blandande staden ses också som en förutsättning för skapa levande stadsdelar där olika typer av sociala interaktioner och möten under en så stor del av dygnet kan bli möjligt. Förutom det sociala såsom att skapa sammanhållning och minska segregering ska staden tillhandahålla en god livsmiljö ur hälso-, tillgänglighets- och upplevelsesynpunkt. Stadsutvecklingen skall

även vara hållbar ur ekonomiska, ekologiska och sociala aspekter (Malmö stadsbyggnadskontor, 2010).

Grönytor och vegetation är en viktig del i arbetet med att skapa en god och hållbar livsmiljö (Deak Sjöman, 2013) och de flesta städer har idag regionplaner med olika mål formulerade för dem (Erixon och Ståhle, 2008). I rapporten *Så förtätar vi Malmö!* menar författarna att ”grönytor måste utvecklas så att de blir mer mångsidiga och slitstarka” (Malmö stadsbyggnadskontor, 2010). Våra grönytor står för en hel del ekosystemtjänster såsom dagvattenhantering, biologisk mångfald, luftpartikelbegränsningar, upplevelsevärden etc. Vegetationen påverkar även mikroklimatet i staden och är ett viktigt hjälpmedel när det gäller att skapa trivsel och komfort för de som vistas i utemiljöer (Givoni, 1991; Erixon och Ståhle, 2008). Med hjälp av grönyteplanering kan man genom att forma mikroklimatet öka aktiviteten på och användandet av en yta (Eliasson *et al.*, 2007). Detta ställer höga krav på de som arbetar med planeringen av grönytor. De måste kunna så mycket som möjligt om materialet de arbetar med och hur materialet kan modifiera mikroklimatet på en plats. På grund av de extremväder som förutses kommer denna inriktning i ett framtida klimat att bli alltmer avgörande då stadens vegetation måste leverera dessa ovan nämnda kvaliteter i en större omfattning än vad som idag är fallet (IPCC, 2007).

2.2 Klimatet i staden

Förtätningen av städer tar ofta grönytor i anspråk och medför en rad olika klimatförändringar såsom temperaturhöjningar, ökad andel luftföroreningar och ändrade vind- och fuktförhållanden. Ofta talar man om den urbana värmeöns vilket enligt Linda Kjellström är ”ett mått på temperaturskillnaden mellan staden och en referenspunkt ute på landsbygden” (Kjellström, 2008, s33-35).

Faktorer som påverkar och bidrar till att lufttemperaturen i urbana områden blir högre än omkringliggande landskap är bland annat byggnaders och materials höga värmekapacitet som i kombination med den lägre himmelsexponeringen som byggnader bidrar till, hindrar den långvägiga strålningen från att lämna staden. En annan bidragande faktor är stadens aerodynamik som hindrar värmen från att blandas ut med omgivande, kallare luft. Evapotranspirationen i staden är även den lägre på grund av att andelen grönyta till hårdgjord yta är mindre i staden. Den ökade andelen luftföroreningar i form av partiklar är ännu en bidragande faktor till att lufttemperaturen är högre i staden. Detta då strålningen reflekteras och absorberas av partiklarna och på det viset hindras från att lämna staden (Kjellström, 2008; Larsson, 2011).

De hårdgjorda ytorna absorberar en hel del av den värme som kommer från solens strålar och lagrar den. Detta ger stora varma ytor som avger värme efter det att solen gått ned och håller lufttemperaturen på en jämnare nivå än i omgivande landskap, där dag- och nattemperaturerna fluktuerar mycket mer (Schlyter och Bucht, 1977; Kjellström, 2008). Beroende på vilket material som används lagras olika mycket energi. Exempelvis lagras asfalt största delen av inkommande strålning medan vitmålade ytor reflekterar strålningen till stor del. Hur mycket en yta reflekterar solstrålarna kallas albedo och det finns tabeller att använda för detta i bland annat klimatmodelleringar (Schlyter och Bucht, 1977; Brown och Gillespie, 1995; Larsson, 2011). Att en så stor del av stadsmiljön är hårdgjord leder ofta även till lägre luftfuktighet eftersom det mesta av vattnet som faller i form av regn leds bort i dagvattensystem. Det vatten som faktiskt ligger kvar på ytorna evaporerar snabbare än på landsbygden på grund av den

högre temperaturen i staden. Även evapotranspirationen som till stor del påverkar luftfuktigheten blir lidande eftersom vegetationen inte får något utrymme i den hårdgjorda staden (Kjellström, 2008).

Vindhastigheten i staden är ofta lägre än på landsbygden på grund av den friktion stadens byggnader utgör men detta medför i sin tur att lokala luftströmningar inom det urbana området sker. Dessa lokala luftströmningar påverkas av hur staden är planerad och det finns en hel del studier som försöker förklara hur vinden beter sig beroende på stadens geometri (Schlyter och Bucht, 1977; Kjellström, 2008). Ytterligare en faktor som bidrar till vindens rörelse och hastighet inom staden är luftskiktningen. I en stad är luften tvåskiktad och tillsammans kan de bli mycket mäktigare än det enda skikt som finns på landsbygden. Det nedersta skiktet sträcker sig från marken till hustaken och det övre skiktet tar vid från hustaken. De två luftskikten i den urbana miljön skapar en friktion i övergången från det ena till det andra vilket skapar turbulens i luften (Kjellström, 2008).

Beroende på i vilken del av världen vi befinner oss är det olika klimatfaktorer som spelar störst roll. Alla städer har sina egna förutsättningar vare sig de är globala, regionala eller lokala. Det kan gälla allt från antalet soltimmar, solintensitet, nederbörd, vindintensitet, närhet till vatten eller de topografiska förhållandena inom staden. Det som gäller för en stad behöver inte gälla för en annan (Schlyter och Bucht, 1977; Givoni, 1991; Kjellström, 2008).

Givoni (1991) har gjort en guide för vilka klimatparametrar som är viktigast att tänka på i utformningen av urbana områden i olika klimat. Dessa tre typer är det varma- torra klimatet, det varma- fuktiga klimatet och det kalla klimatet. För varma-torra klimat är den viktigaste klimatparametern den kraftiga solinstrålningen. Det som behövs för att öka trivselen i dessa områden är skugga och luftfuktighet. Den viktigaste klimatparametern för varma-fuktiga klimat är luftfuktigheten och för att öka komforten i dessa områden är vinden den viktigaste. Även skuggningseffekten är viktig men den kommer ofta i konflikt med en önskan om att öka ventilationen och minska luftfuktigheten. För kalla klimat, till vilken kategori Norden tillhör, är de viktigaste klimatparametrarna solstrålningen och vindförhållandena. För att öka komforten i de kalla områdena är tillgången på sol och lä det viktigaste, speciellt under vintern (Givoni, 1991; Brown och Gillespie, 1995).

2.3 Solstrålning

Solstrålning består av ett spektrum av ljus i många olika våglängder; ultraviolett, synligt och infrarött. Den största delen av ljuset tillhör de två senare kategorierna och av dessa två är det synligt ljus av vissa våglängder som används i växters fotosyntes. Enligt Brown och Gillespie (1995) reflekterar bladen 10 % av det synliga ljuset och 40 % av det infraröda medan de släpper igenom (transmitterar) 10 % av det synliga ljuset och 30 % av det infraröda, resterande strålning absorberas, se illustration 1. I praktiken går solljuset igenom många lager blad vilket reducerar andelen synligt och infrarött ljus som når marken ytterligare (Brown och Gillespie, 1995).

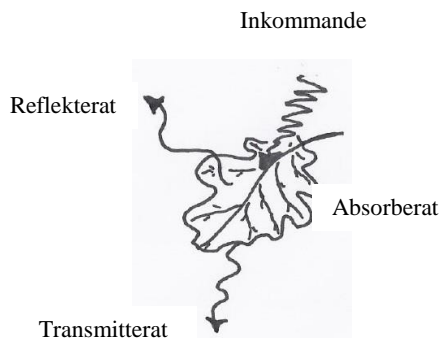


Illustration 1 Strålningens väg genom ett löv. Illustratör: författaren, 2013.



Illustration 2 Strålningsintensitet. Illustratör: författaren, 2013.

Även vinkeln på inkommande solstrålning har betydelse för hur stark den blir. Om en yta tar emot 1000 watt per kvadratmeter i 90 graders vinkel (helt vertikal), så tar den emot 700 i 45 gradig vinkel och 500 i en 30 gradig vinkel. Detta kan tydligt illustreras genom att jämföra hur mycket solljus som når området runt ekvatorn jämfört med runt polerna (Brown och Gillespie, 1995). Se illustration 2.

Förutom den energi som tillförs via solstrålning släpper olika ytor ifrån sig energi i form av långvågigt strålning, beroende på ytans temperatur och albedo (reflektivitet). En yta med hög temperatur och högt albedo släpper ifrån sig mer långvågig strålning än en yta med låg temperatur och lågt albedo. Det ett föremål absorberar i form av energi är alltså både den kortvågiga strålningen från solen och den långvågiga strålningen från andra ytor, minus det som reflekteras och transmitteras av själva föremålet. Det långvågiga infraröda ljuset som avges från olika ytor består av våglängder som är ungefär 20 gånger längre än den kortvågiga strålningen som tillförs via solen. (Brown och Gillespie, 1995).

Den energi som tillförs genom solen går vidare i olika former, se illustration 3. Energin blir till långvågigt strålning som avges av olika ytor och föremål, den leds vidare ner i marken genom konduktivitet, den används i evaporationen för att omvandla vatten till ånga, den används i växters fotosyntes och den avges till luften genom konvektion (Brown och Gillespie, 1995).

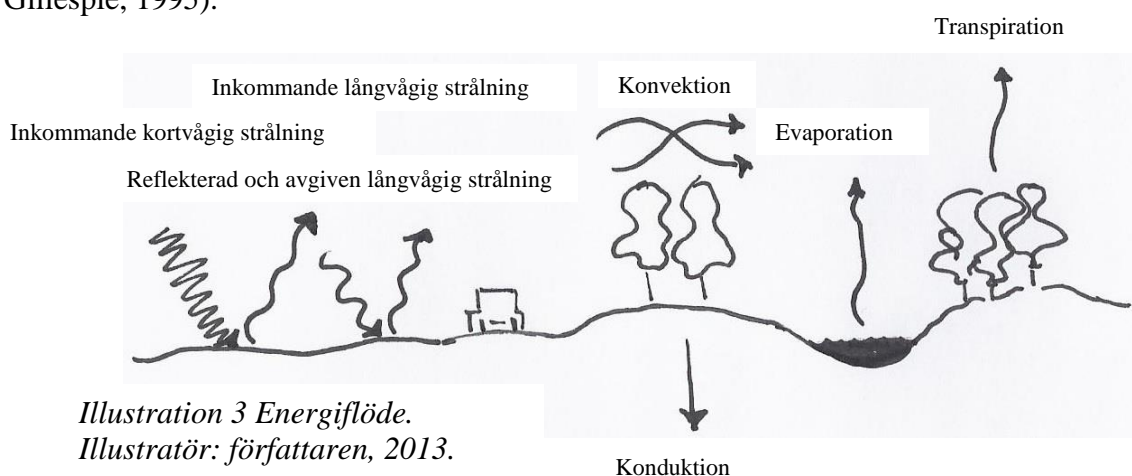


Illustration 3 Energiflöde. Illustratör: författaren, 2013.

Som nämnt tidigare är solstrålningen tillsammans med vindförhållandena en av de viktigaste klimatparametrarna som påverkar hur vi upplever klimatet. Solstrålning är en av faktorerna som styr känslan av värme och kyla och därmed hur trivsamt det är på en plats (Eliasson et

al., 2007). Solstrålningen påverkar även hur mycket energi som behövs för att värma eller kyla byggnader (Brown och Gillespie, 1995).

2.3.1 Energibesparingar i byggnader

Enligt McPherson *et al.* (2013) har ett antal studier som visar på hur en strategisk placering av vegetation kan bidra till lägre energiförbrukning i byggnader gjorts under årens lopp. Många av dessa studier har haft sin utgångspunkt i varma klimat där det framförallt är under sommarhalvåret som denna nytta har visat sig påtaglig genom den skugg effekt som vegetation ger i lövat tillstånd. I länder som använder luftkonditionering för att kyla byggnader bidrar även beskuggningen till lägre ekonomiska kostnader. Genom beskuggning minskas andelen solstrålning som absorberas, lagras och avges från hårdgjorda ytor och genom evapotranspirationen omvandlas strålningsenergin till latent energi och på så sätt sänks temperaturen (McPherson *et al.*, Deak Sjöman, skriftligen 2013-02-19).

I vårt kalla klimat kan trädens skuggor däremot bli en extra kostnad eftersom mer energi krävs för att värma upp byggnaderna (Wagar och Heisler, 1986). Placeringen av träd och deras kron densitet i avlövat tillstånd blir då viktiga aspekter när man planerar grönytor runt byggnader. Enligt Brown och Gillespie är ett sätt att spara energi att plantera lövfällande träd istället för vintergröna. Träden ska ha ett sent lövutspring och en tidig lövfällning och placeras på södra och västra sidan av byggnader, om träd alls ska planteras i dessa vädersträck. Ska träd i form av vindskydd planteras bör de istället planteras på norrsidan (Brown och Gillespie, 1995). För att ytterligare minimera skuggpåverkan från träd anser Heisler (1985) att träd med högre stam bör användas i molniga, kalla klimat. För att spara så mycket energi som möjligt är det alltså önskvärt med träd som ger skugga under de varma månaderna men som ger så lite skugga som möjligt under de kalla månaderna.

När uträkningar på vilken effekt trädskuggan har på byggnader görs, används ofta en hypotetisk modell av ett träd eller en grupp träd. Dessa modeller består oftast av geometriska figurer med en antagen täthet. Tätheten sätts i många fall till hälften av tätheten för lövade träd. I Thayer & Maedas studie från 1985 av hur trädskuggor påverkar hur mycket strålning som når solpaneler på hus, sattes tätheten exempelvis till 80 % under sommaren och 35 % under vintern.

För att få en så rättvisande bild som möjligt av träd kronors täthet i avlövat tillstånd och deras inverkan på energikostnader, krävs fler studier på trädens verkliga kron densitet. En annan begränsning i dessa studier är att man inte har inkluderat en större variation av trädarter, eftersom det förstäligt finns en variation i genomsläppligheten mellan olika arter.

2.3.2 Människans perception av klimatet

När man planerar för människors värmekomfort är det bland annat viktigt att känna till mekanismerna bakom landskapets inverkan på mikroklimatet, vilka klimatupplevelser som är uppskattade och vilka som inte är det. Vet man hur landskapet påverkar mikroklimatet och vilka mikroklimat som är mest uppskattade kan man planera för trivsamma grönytor som används under en större del av året (Brown och Gillespie, 1995). En annan viktig aspekt förutom det fysiska är de inre föreställningarna, vilka förväntningar finns på hur klimatet ska vara och vad söks? En person som kommer ut från en varm byggnad kanske söker en svalare

utemiljö medan en person som kommer från en luftkonditionerad byggnad kanske söker sig till värme (Nikolopoulou *et al*, 2001).

Det som styr människans upplevelse av en plats är främst känslan av värme och kyla vilket styrs av kroppens värmebalans (Schlyter och Bucht, 1977). För att räkna ut värmebalansen hos en människa finns en mängd olika modeller såsom SOLWEIG 2.0, PET, fuzzy – PMV och COMFA (Lindberg och Grimmond, 2011; Chen och Ng, 2012). Ett exempel på modell är den som Brown och Gillespie tar upp i sin bok *Microclimatic landscape design* från 1995.

Budget= metabolisk energi (aktivitetsgrad)+ absorberad långvågig och kortvågig strålning- värmeförlust genom evaporation (svett och andning)-värmeförlust via konvektion (vind)- avgiven långvågig strålning

Blir summan positiv betyder det att kroppen är för varm och blir summan negativ betyder det att kroppen är för kall, man fryser (Brown och Gillespie, 1995). Problemet med alla dessa modeller är att de räknar med att en kroppstemperatur på 37°C är det som eftersträvas. Modellerna blir därmed statiska och tar inte hänsyn till de psykologiska aspekterna eller att människor anpassar sina kläder efter vädret (Nikolopoulou *et al.*, 2001; Chen och Ng, 2012).

De fysiska parametrar som går att påverka lättast och med mest framgång är solstrålningen och vindförhållandena (Givoni, 1991; Brown och Gillespie, 1995). I Sverige, som är i en kall klimatzon, är tillgången på sol och lä det viktigaste. Speciellt viktigt blir det under vinterhalvåret när solen står lägre på horisonten, antalet soltimmar minskar, det är molnigt och omgivningen kastar långa kalla skuggor (Schlyter och Bucht, 1977; Givoni, 1991). På sommaren blir tillgången på skugga under varma dagar viktigare men temperaturerna i Sverige blir oftast inte så höga att det är ett stort problem. Dessutom har de flesta skandinaver utvecklat ett speciellt förhållande till solen vilket Gehl i sin studie av aktivitetsnivå i Köpenhamn visar på. När det var +2°C ute stod 30 % och 70 % var i rörelse i det studerade området medan när temperaturen steg till 20°C satt och stod 50 %. Även valet av gångstigar visade på att folk valde stigarna i solen hellre än de i skuggan och till och med byter sida av gatan för att gå i solen (Gehl, 2010). I framtiden kan dock skuggan bli viktigare i och med klimatförändringarna i samband med värmeö-effekten (Urban Heat Island effect).

De platser där beskuggning är av större vikt är lek- och sittplatser. Under sommaren är det viktigt att det inte blir för varmt och då är halvskugga att föredra. På förmiddagarna är det bra om solen kommer till och kan torka upp den fukt som samlats under natten och under eftermiddagarna är solen ett välkommet inslag då temperaturerna ofta sjunker. Däremot kan solen göra platsen alldeles för varm mitt på dagen. Ett flertal studier har gjorts på vilka platser som är bäst att sätta träd för eftersträvd skuggningseffekt, allmänt vedertaget är att träd inte ska placeras i söder om målet är maximal solinstrålning. Andra studier har gjorts på hur långa skuggorna blir vid olika solvinklar, enligt Schlyter och Bucht blir skuggorna ungefär 2 gånger längre på vintern hos oss i Sverige (Schlyter och Bucht, 1977; Brown och Gillespie, 1995). Den fråga man måste ställa sig är hur de träd som används sommartid för att beskugga och därmed sänka temperaturen påverkar platsen vintertid då kronans skugga kan göra platsen mycket kall.

2.3.3 Evapotranspiration

Den relativa luftfuktigheten tillsammans med lufttemperaturen spelar en viktig roll i människans värmebalans. Ju fuktigare det är desto högre blir luftens förmåga att leda värme. När luftfuktigheten är hög och vattendroppar börjar formas på huden kyls kroppen snabbt vid lägre temperaturer eftersom det krävs värme för att förångas vattnet (Schlyter och Bucht, 1977).

Genom växters transpiration, där absorberad solstrålning av en viss våglängd omvandlas till kemisk energi, sjunker lufttemperaturen eftersom en hel del värmeenergi förbrukas i processen. Enligt Givoni (1991) är dock denna sänkning i temperatur mycket liten och ligger på ca 1-2%. Genom evaporationen av vatten från exempelvis bladytor tas mer energi i anspråk vilket ytterligare sänker lufttemperaturen. Uppmätta värden på lufttemperatur i en studie av Boukhabla och Alkama (2012) visar på att en yta utan vegetation var 6°C varmare än samma yta med vegetation. Samtidigt som energi förbrukas vid omvandlingen av vatten till vattenånga så höjs luftfuktigheten. Den temperatursänkning och höjning i luftfuktighet som sker blandas snabbt om i omgivande luft på grund av olika luft rörelser. Därför bidrar det i de flesta fall inte till någon hållbar förändring i mikroklimatet (Brown och Gillespie, 1995). Enligt en studie av Dimoudi och Nikolopoulou (2003) i Aten sjunker temperaturen med ökad andel grönyta till bebyggd yta. Andra studier visar på att den förändring som sker i lufttemperatur och luftfuktighet inom grönområden såsom parker inte ger någon märkbar skillnad en kort sträcka utanför själva grönområdet (Givoni, 1991).

Studier har gjorts på variationerna i evapotranspiration hos olika arter, kalkyleringar har gjorts på hur mycket de kyler luften och hur olika temperaturer resulterar i olika evapotranspirations hastigheter. Enligt Dimoudi och Nikolopoulou, (2003) är evapotranspirationen som högst vid 25°C då stomata är helt öppna. Läger man till vind på detta blir evapotranspirationen ännu högre eftersom vinden för med sig vattenångan.

2.3.4 Transmissivitet

Enligt Larsson (2011) visar flertalet studier på att vegetation i urbana miljöer reducerar temperaturen genom beskuggning då solens strålar hindras från att nå marken och värma upp ytan. Beskuggningen är i sin tur beroende på hur pass mycket solstrålning som släpps igenom av bland annat träd, ju tätare krona desto tätare blir skuggan (Lindberg och Grimmond, 2011). Transmissiviteten varierar med trädens grenuppbyggnad, storlek, form, beskärning och position (Boukhabla och Alkama, 2012). I en studie av Wagar och Heisler (1986) av tre trädarter framgick det att kentuckykaffeträd (*Gymnocladus dioica*) hade glesast krona, modesto ask (*Fraxinus velutina* 'Modesto') hade tätast krona och att platan (*Platanus x acerifolia*) låg däremellan. Hur täta kronorna var berodde på storleken av trädet men skiljde sig åt mellan arterna. För kentuckykaffeträdet och platanen gällde att ju större trädet blev desto tätare blev kronan men i fallet med modesto asken var det mellanstorleken som var tätast, både de mindre och större träden hade glesare kona (Wagar och Heisler, 1986).

Träd har en stor inverkan på hur mycket solstrålar som når marken och en hel del studier har gjorts på lövfällande träd i lövat tillstånd. Det som oftast mäts i undersökningarna är trädens bladyteindex (LAI), vilket räknas som total area bladyta per andel markyta (Weiskittel och Maguire, 2006). Eftersom trädens effekt på kostnader och fördelar ofta mäts som antal kronor per kvadratmeter bladyta, kan man genom att räkna ut bladyteindex till exempel räkna ut hur

mycket ett lövat träd kan minska värmeö effekten. I en studie av Peper och McPherson (2003) varierar en platan (*Platanus acerifolia*) bladyteindex från 4,72 till 74,38 per kvadratmeter. Olika litteratur ger olika mått på träds transmissivitet i lövat tillstånd, men ofta handlar det om en modell av ett träd och inte ett verkligt träd av en speciell art (Thayer och Maeda, 1985). Larsson (2011) nämner en 20 % transmissivitet medan Schlyter & Bucht (1977) anser att 60 % av strålningen når marken, trädarten nämns inte i någon av studierna.

Det alla författare är överens om är att lövfällande träd släpper igenom mer solstrålning under vintern än under sommaren. Enligt Brown och Gillespie (1995) kan träds genomsläpplighet av solstrålar variera så mycket som att släppa igenom 1/4 ljus på sommaren till att släppa igenom 3/4 på vintern. Cantón *et al.* (2003) nämner att tätheten hos träd kan variera mellan 24.09-46.23 % under vintern och mellan 80.27- 85.47 % under sommaren beroende på trädets utseende och ålder. Förutom grentätheten på träd varierar olika arter även i bladutspring och bladfällning vilket påverkar hur mycket solstrålning som släpps igenom under olika tider på året (Brown och Gillespie, 1995). En sammanställning gjord av Brown och Gillespie (1995) på trädarters transmissivitet finns nedan i tabell 1.

Hur stor del av trädet som utgörs av stam och grenar är enligt Weiskittel och Maguire (2006) och Thayer och Maeda (1985) något som ofta förbises men som är lika viktigt i fråga om transmissivitet. Speciellt viktigt är det i kalla klimat där så hög genomsläpplighet och så liten beskuggning som möjligt är önskvärt under vintermånaderna. Att bestämma en trädkronas densitet är enligt Weiskittel och Maguire (2006) svårt eftersom kronans uppbyggnad skiljer sig väldigt mycket även hos träd av liknande storlek.

Tabell 1 En sammanställning av trädarters genomsläpplighet (Brown & Gillespie, 1995)

Genomsläpplighet %					
Art	Sommar	Vinter	Bladutspring	Abskission	Max höjd (m)
<i>Acer platanoides</i>	5-14	60-70	Tidigt	Medel	15-25
<i>Acer rubrum</i>	8-22	63-82	Medel	Tidigt	20-35
<i>Acer saccharinum</i>	10-28	60-87	Medel	Medel	20-34
<i>Aesculus hippocastanum</i>	8-27	73	Medel	Sent	22-30
<i>Fagus sylvatica</i>	7-15	83	Sent	Sent	18-30
<i>Liriodendron tulipifera</i>	10	69-78	Medel-Sent	Medel	27-45
<i>Platanus acerifolia</i>	11-17	46-64	Sent	Medel-Sent	30-35
<i>Quercus frainetto</i> *	15	40	-	-	-
<i>Quercus rubra</i>	12-23	70-81	-	Medel	23-30
<i>Tilia cordata</i>	7-22	46-70	Sent	Tidigt	18-21

* Data från Larsson, 2011

2.4 Sammanfattning

I dagens samhälle strävar stadsplanerare efter att integrera så många komponenter som möjligt på en mindre yta för att skapa en levande stad med mindre påverkan på omkringliggande landskap. Med hjälp av grönyteplanering kan man genom att forma mikroklimatet öka aktiviteten på och användandet av en yta. För att forma mikroklimatet i olika grönmiljöer är det viktigt att känna till hur klimatet i området ser ut, vilket mikroklimat som eftersträvas och hur mikroklimatet på en yta kan förändras. För grönyteplaneraren ställer detta höga krav på att känna sitt material väl.

För de som arbetar med grönmiljöer i urbana områden är det viktigt att känna till det urbana klimatet. Ett sätt som staden skiljer sig från omkringligande landskap, är att temperaturen är högre och luftfuktigheten lägre. För att få den levande stad som eftersträvas är det viktigt att människorna som bor och verkar i staden trivs. Trivseln styrs oftast av känslan av värme och kyla hos människan och en av de viktigaste faktorerna som styr den känslan är solstrålning. Solstrålning är ett spektrum av våglängder som, när de stöter på objekt, sprids vidare i olika former. En av dessa former är värme. Kan inkommande solstrålning styras så kan känslan av värme och kyla modifieras. En annan effekt som uppstår av att styra hur mycket solstrålning som släpps igenom till marken, är att det kan spara energi i byggnader. De två faktorer som är viktigast när det gäller att modifiera temperaturen är beskuggning och evapotranspiration. För detta är träd ett bra instrument. För grönyteplaneraren är det därför viktigt att känna till så mycket som möjligt om hur mycket olika träd skuggar under olika årstider och hur hög deras evapotranspiration är. I denna fältstudie är det trädens beskuggning under vinterhalvåret som undersöks som ett led i att förstå grönyteplanerarens material bättre.

3. Fältstudie

För att ta reda på hur stor ljusgenomsläppligheten var hos olika lövfällande trädararter vintertid gjordes en fältstudie. Frågeställningen som skulle besvaras var:

- Vilken variation finns hos lövfällande träd i hur mycket solljus de släpper genom sin krona under vintern i avlövat tillstånd?

3.1 Metod och material

3.1.1 Val av mätmetod

Mätmetoderna för att bestämma trädkronors densitet i avlövat tillstånd varierar från forskare till forskare och instrumenten som används består av allt från dyra pyranometrar till enklare punktdiagram. I studien utförd av Wagar och Heisler (1986) fotograferades trädkronor och mätningar gjordes med hjälp av punktdiagram. Punkterna räknades manuellt med hjälp av ett referensrutnät som lades över uppförstorade bilder. Denna fotograferings och punktmetod som används av flera forskare ger inte lika exakta siffror som en pyranometer men anses ändå vara en godtagbar metod (Wagar och Heisler, 1986).

Den mätmetod som användes i denna studie var fotografering och punktberäkning liknande den metod som använts tidigare av Wager och Heisler (1986). Bakgrunden till detta är att metoden ger relativt exakta siffror samtidigt som den är snabbare, billigare och enklare att utföra än en studie med pyranometrar. Däremot fotograferades trädkronorna rakt underifrån i alla fyra vädersträck, för att få ett medelvärde för genomsläpplighet för varje art. Detta gav fördelen att kunna säga något om arten i andra situationer än rakt framför solen under lunchtid (Pihel, skriftligen 2013-02-25).

3.1.2 Val av träd

Platsen som valdes för denna studie var Bytræaboretet i Hørsholm, 55°52'N, 12°28'O. Anledningen till detta var att träden hade samma förutsättningar vad gällde plantering, yta,

ståndort, vård och beskärning. ”Träden i arboretet är dessutom fristående och därmed inverkar andra trädkronor eller objekt minimalt i varje trädkrona, vilket ökar möjligheterna för rättvisande mätningar” (Pihel, skriftligen 2013-02-25). Träden i stadsträdsarboretet planterades år 2001 i storlekarna 10-12 cm i stamdiameter. De planterades i tre rader i ett 1000 meter långt och 20 meter brett bälte i nordsydlig riktning. Avståndet mellan träden är 4,5 meter. Minst tre exemplar av samma art planterades och har sedan dess beskrivits på olika sätt; ett obeskuret, ett formklippt och ett uppbyggnadsbeskuret. De träd som undersöktes var de obeskurda för att få en så rättvisande bild av trädens naturliga växtsätt och krondensitet. Till väster om stadsträdsarboretet ligger en avskogad, öppen yta och till öster är området varierat med bebyggelse, ängar och skog. Årlig medelnederbörd för området är 613 mm, årlig medeltemperatur är 7,7°C och jorden är en väl-dränerad moränlera med varierande mängd sand och organiskt material (Bühler och Kristoffersen, 2009).

3.1.3 Instrument

De instrument som användes i fältstudien var en NIKON D7000 med ett Fisheye objektiv (m AF Fisheye Nikkor 10,5 mm 1:2:8 GED) och en bildupplösning på 4928 x 3264 pixlar, ett stativ inställt på 110cm, ett måttband och en mätstav på 9 meter med mätintervall i meter och decimeter.

3.1.4 Utförande

Del 1-studie i fält

Mätningen av trädens totala höjd (T.H), krondjup (K.D), diameter i brösthöjd (DBH), och krondiameter i öst-västlig och nord-sydlig riktning utfördes med hjälp av ett måttband med mätnoggrannhet på antal centimeter och en mätstav med en mätnoggrannhet på antal decimeter, se illustration 4 och 5. Informationen fördes sedan in i Excel, se Appendix 1.

Fyra bilder togs av varje trädkrona med ett Fisheye objektiv, en bild i varje väderstreck, öst-syd-väst-nord. Stativet var inställt på 110 cm och placerat så att centrum på kamerans objektiv hamnade i linje under droppkanten på varje träd. För att den aktuella trädkronan skulle befinna sig på samma plats i alla fotografier var samma sida av kameran placerad inåt stammen på varje fotografi, se illustration 6. Samma vinkling av kameran rakt upp i trädkronan behölls under hela tiden. Denna metod gav ett medelvärde för genomsläppligheten för varje art.

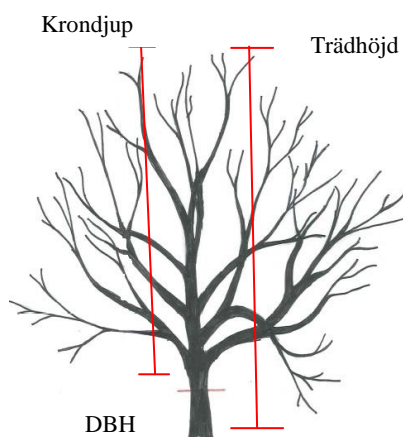


Illustration 4 Mätning av DBH, total trädhöjd och krondjup. Illustratör: författaren, 2013.

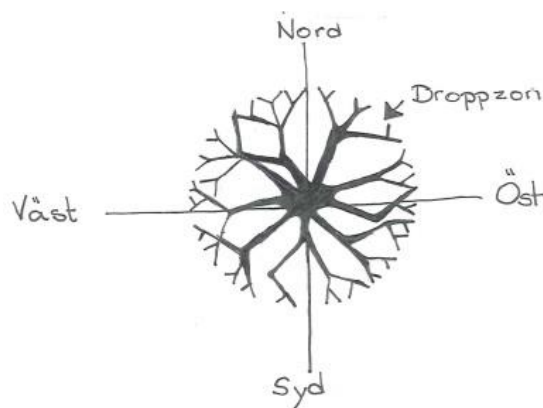
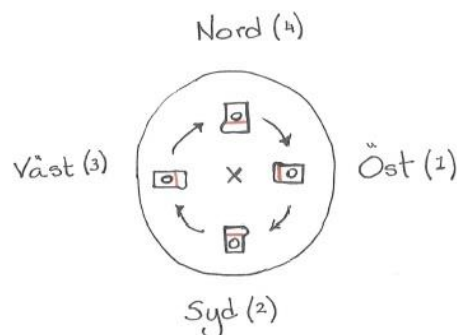


Illustration 5 Mätning av krondiameter, O-V och N-S. Illustratör: författaren, 2013.

*Illustration 6 Kamerans placering vid
fotografering. Illustratör: författaren, 2013.*



Del 2- efterbehandling

För att få så rättvisande data som möjligt behandlades alla fotografier i GIMP - ett bildbehandlingsprogram som går att ladda ner gratis på www.gimp.org. Störande moment som inte tillhörde den aktuella trädkronan suddades ut, till exempel andra trädkronor och byggnader, se bild 1 och 2.

Fotografierna kördes sedan de blivit behandlade i GIMP genom ett Matlabscript. Detta script är en form av lågpasfilter, som räknar antalet mörka pixlar i bilden och delar med det totala antalet pixlar (som är samma som upplösningen hos originalbilderna). På det sätt skapas ett ratiotal som är någonstans mellan 0.0 och 1.0, ju högre tal desto mer skuggar trädet (Pihel, skriftligen, 2013-02-25). Se Appendix 2. Till skillnad från tidigare punktdiagramsmetoder räknas antalet pixlar i hela fotografiet och inte enbart ljusa och mörka pixlar i trädkronan.

För att kunna jämföra datan i denna studie med de siffror som nämnts av Brown och Gillespie (1995) halverades fotografierna på de aktuella träden så att endast den delen av fotografiet med trädkronan blev kvar. Dessa bilder kördes sedan separat igenom Matlabscriptet.



Bild 1 Acer campestre 1a, obehandlad. Foto: Henrik Sjöman, 2013.



Bild 2 *Acer campestre* 1a, behandlad i GIMP. Redigering: författaren, 2013.

4. Resultat

4.1 Medelgenomsläppligheten hos alla studerade trädarter och sorter

Tabell 2 visar medelgenomsläppligheten i procent, trädart/sort för trädart/sort. Alla studerade trädarter och sorter finns redovisade i tabellen. Se Appendix 1 för rådata.

Tabell 2 Medelgenomsläppligheten i procent för studerade trädarter och sorter, hela fotografier

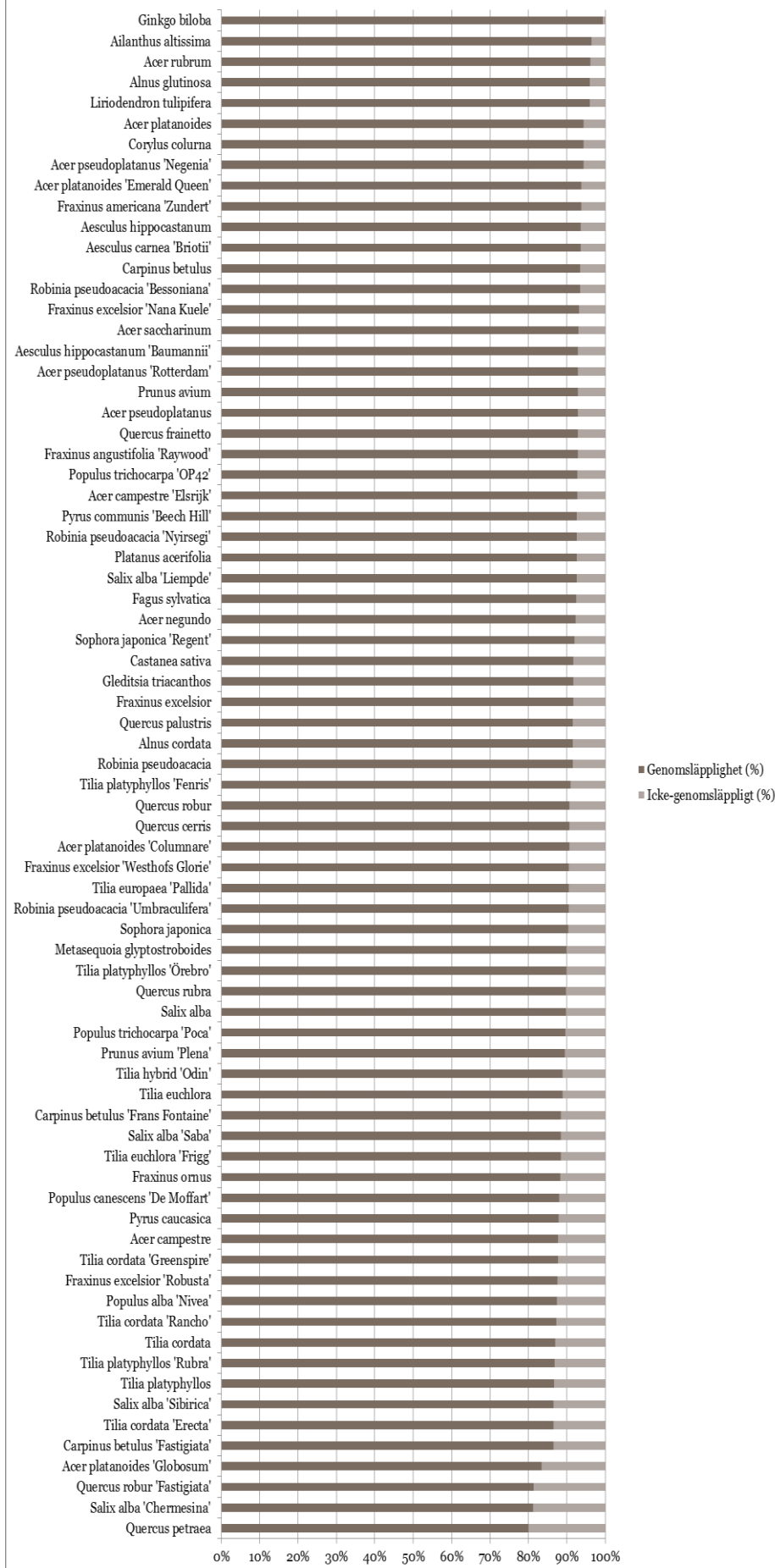
Art	Genomsläpplighet (%)	Icke-genomsläppligt (%)
<i>Acer campestre</i> 'Elsrijk'	93	7
<i>Acer campestre</i>	88	12
<i>Acer negundo</i>	92	8
<i>Acer platanoides</i> 'Columnare'	91	9
<i>Acer platanoides</i> 'Emerald Queen'	94	6
<i>Acer platanoides</i> 'Globosum'	83	17
<i>Acer platanoides</i>	94	6
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Negenia'	94	6
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Rotterdam'	93	7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	93	7
<i>Acer rubrum</i>	96	4
<i>Acer saccharinum</i>	93	7
<i>Aesculus carnea</i> 'Briotii'	94	6
<i>Aesculus hippocastanum</i> 'Baumannii'	93	7
<i>Aesculus hippocastanum</i>	94	6
<i>Ailanthus altissima</i>	96	4
<i>Alnus cordata</i>	92	8
<i>Alnus glutinosa</i>	96	4
<i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata'	86	14

<i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine'	88	12
<i>Carpinus betulus</i>	93	7
<i>Castanea sativa</i>	92	8
<i>Corylus colurna</i>	94	6
<i>Fagus sylvatica</i>	93	7
<i>Fraxinus americana</i> 'Zundert'	94	6
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	93	7
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Nana Kuele'	93	7
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Robusta'	88	12
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhofs Glorie'	91	9
<i>Fraxinus excelsior</i>	92	8
<i>Fraxinus ornus</i>	88	12
<i>Ginkgo biloba</i>	99	1
<i>Gleditsia triacanthos</i>	92	8
<i>Liriodendron tulipifera</i>	96	4
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	90	10
<i>Platanus acerifolia</i>	93	7
<i>Populus alba</i> 'Nivea'	87	13
<i>Populus canescens</i> 'De Moffart'	88	12
<i>Populus trichocarpa</i> 'OP42'	93	7
<i>Populus trichocarpa</i> 'Poca'	90	10
<i>Prunus avium</i> 'Plena'	89	11
<i>Prunus avium</i>	93	7
<i>Pyrus caucasica</i>	88	12
<i>Pyrus communis</i> 'Beech Hill'	93	7
<i>Quercus cerris</i>	91	9
<i>Quercus frainetto</i>	93	7
<i>Quercus palustris</i>	92	8
<i>Quercus petraea</i>	80	20
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	81	19
<i>Quercus robur</i>	91	9
<i>Quercus rubra</i>	90	10
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Bessoniana'	93	7
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Nyirsegi'	93	7
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera'	90	10
<i>Robinia pseudoacacia</i>	92	8
<i>Salix alba</i> 'Chermesina'	81	19
<i>Salix alba</i> 'Liempde'	93	7
<i>Salix alba</i> 'Saba'	88	12
<i>Salix alba</i> 'Sibirica'	87	13
<i>Salix alba</i>	90	10
<i>Sophora japonica</i> 'Regent'	92	8
<i>Sophora japonica</i>	90	10
<i>Tilia cordata</i> 'Erecta'	86	14
<i>Tilia cordata</i> 'Greenspire'	88	12
<i>Tilia cordata</i> 'Rancho'	87	13
<i>Tilia cordata</i>	87	13

<i>Tilia euchlora</i> 'Frigg'	88	12
<i>Tilia euchlora</i>	89	11
<i>Tilia europaea</i> 'Pallida'	91	9
<i>Tilia hybrid</i> 'Odin'	89	11
<i>Tilia platyphyllos</i> 'Fenris'	91	9
<i>Tilia platyphyllos</i> 'Rubra'	87	13
<i>Tilia platyphyllos</i> 'Örebro'	90	10
<i>Tilia platyphyllos</i>	87	13

Figur 1 visar medelgenomsläppligheten för de studerade trädarterna och sorterna i ordningen minst genomsläpplig till mest genomsläpplig.

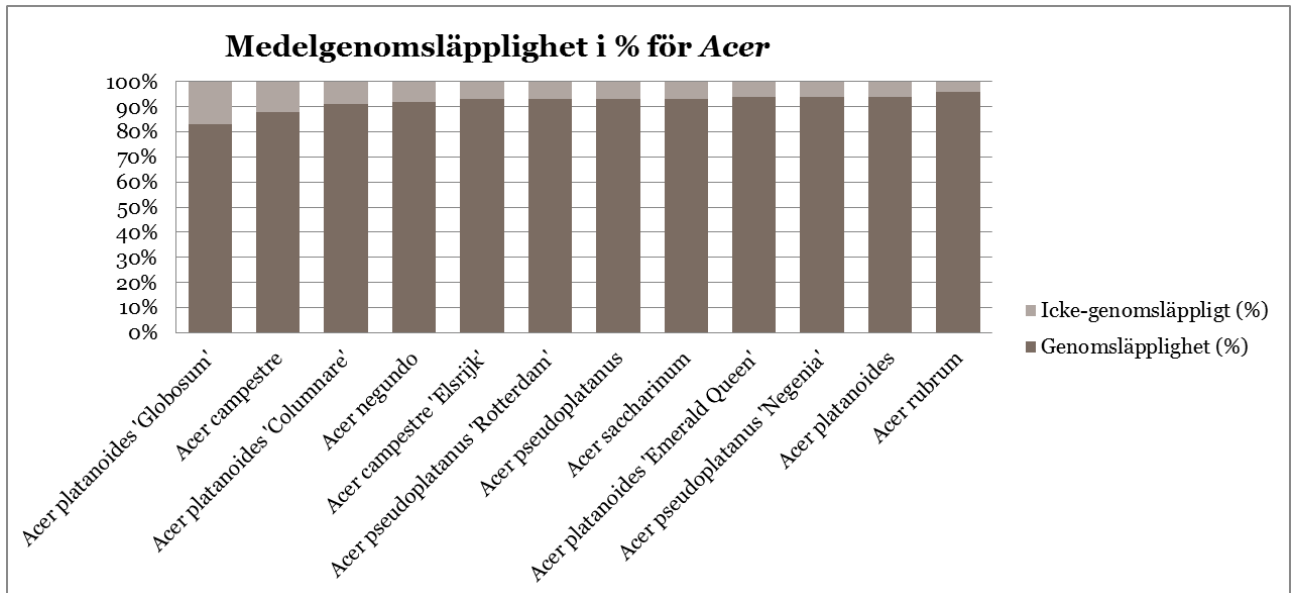
Genomsläpplighet i %



Figur 1 Medelgenomsläpplighet i procent, minst genomsläpplig till mest genomsläpplig. Hela fotografier.

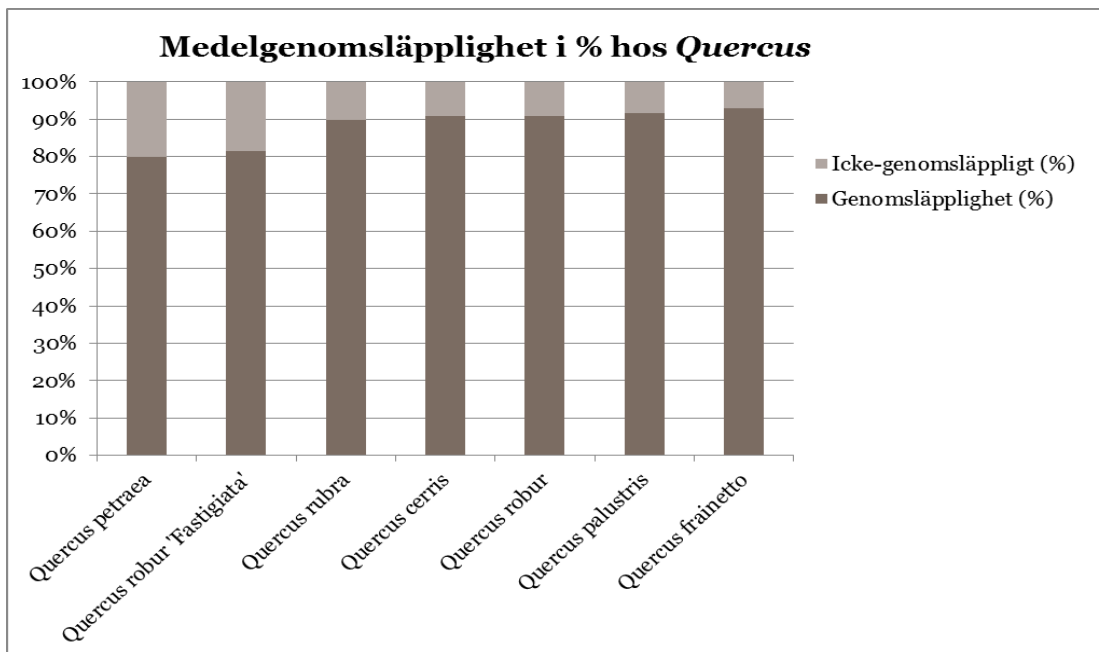
4.2 Medelgenomsläppligheten hos två olika lövträdsarter, *Acer* och *Quercus*

Figur 2 visar medelgenomsläppligheten i procent hos *Acer*-gruppen i ordningen minst genomsläpplig till mest genomsläpplig. Anledningen till att *Acer* valts är på grund av att gruppen innehåller ett stort antal individer med olika form.



Figur 2 Medelgenomsläppligheten i procent hos *Acer*-gruppen, hela fotografier.

Figur 3 visar medelgenomsläppligheten i procent hos *Quercus*-gruppen i ordningen minst genomsläpplig till mest genomsläpplig. Anledningen till att *Quercus* valts är på grund av att gruppen innehåller ett stort antal individer med olika form och att trädet med den minst genomsläppliga kronan finns i gruppen.



Figur 3 Medelgenomsläppligheten i procent hos *Quercus*-gruppen, hela fotografier.

4.3 Medelgenomsläppligheten för halva fotografier

Tabell 4 visar medelgenomsläppligheten i procent för halva fotografier för ett antal trädarter.

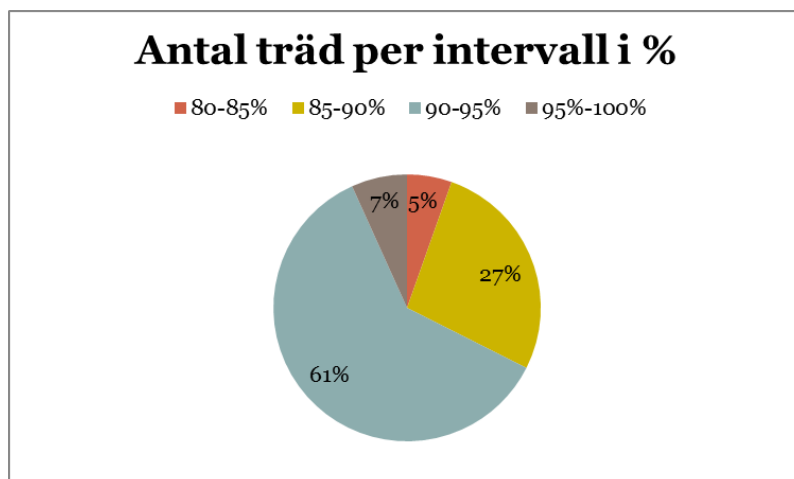
Tabell 4 Medelgenomsläppligheten i procent för halva fotografier

Art	Genomsläpplighet (%)	Icke-genomsläppligt (%)
<i>Acer platanoides</i>	88	12
<i>Acer rubrum</i>	92	8
<i>Acer saccharinum</i>	85	15
<i>Aesculus hippocastanum</i>	86	14
<i>Fagus sylvatica</i>	84	16
<i>Liriodendron tulipifera</i>	92	8
<i>Platanus acerifolia</i>	84	16
<i>Quercus frainetto</i>	85	15
<i>Quercus rubra</i>	77	23
<i>Tilia cordata</i>	70	30

5. Analys

Ur tabell 2 kan utläsas att 74 olika lövfällande trädarter och sorter studerats i denna fältstudie. Detta är en explorativ studie, där det i de flesta fall endast ingår ett träd per art.

Figur 1 visar de studerade träden i ordningen minst genomsläpplig till mest genomsläpplig. Spannet går från *Quercus petraea* med en genomsläpplighet på 80 % i avlövad tillstånd till *Ginkgo biloba* med en genomsläpplighet på 99 % i avlövad tillstånd. Skillnaden mellan den tätaste trädskronan och den minst täta trädskronan är 19 %. Den genomsnittliga genomsläppligheten ligger på 91 % och medianen på 91,5%. Ytterligare information som går att läsa ut är att 4 träd ligger i intervallet 80-85 % genomsläpplighet (5 % av alla studerade träd), 20 träd ligger i intervallet 85-90% (27 % av alla studerade träd), 45 träd ligger i intervallet 90-95 % (61 % av alla studerade träd) och 5 träd ligger i intervallet 95-100% (7 % av alla studerade träd). De flesta trädskronor ligger alltså på en genomsläpplighet mellan 90-95%.



Figur 4 Antalet träd i procent per intervall, hela fotografier.

Figur 2 och 3 visar på vilka skillnader som finns inom de olika trädgrupperna *Acer* och *Quercus*. Antalet studerade träd är 12 *Acer* och 7 *Quercus*.

Inom *Acer*-gruppen är *Acer platanoides* 'Globosum' den minst genomsläppliga med 83 % genomsläpplighet och *Acer rubrum* den mest genomsläppliga med 96 % genomsläpplighet. Det är alltså en skillnad på 13 % mellan det träd med minst genomsläpplig krona och det träd med mest genomsläpplig krona. Tittar man närmare på den rena arten *Acer platanoides* och sorterna av den syns det tydligt att sorterna är tätare i kronan än den rena arten, men tätheten varierar mellan sorterna. Resterande träd ligger inom intervallet 88-94%. Genomsnittet för gruppen ligger på 92 % och medianen på 93 %.

Inom *Quercus*- gruppen, där det träd med den tätaste kronan återfinns, har *Quercus petraea* tillsammans med *Quercus robur* 'Fastigiata' de minst genomsläppliga kronorna med 80 respektive 81 % genomsläpplighet. Den mest genomsläppliga kronan har *Quercus frainetto* med 93 % genomsläpplighet. Skillnaden mellan den tätaste kronan och den minst täta kronan ligger på 13 %. Resten av träden ligger inom spannet 90-92 %. Genomsnittet för gruppen ligger på 88 % och medianen på 91 %.

I *Quercus*- gruppen finner vi tätare kronor än i *Acer*-gruppen som har ett antal träd med mer genomsläppliga kronor. Intervallet för *Quercus* går från 80 % till 93 % medan *Acer* ligger på 83 % till 96 %. Skillnaden inom varje grupp mellan tätaste kronan till den mest genomsläppliga är däremot samma, det vill säga 13 %.

Ur tabell 4 kan utläsas att siffrorna för icke-genomsläppligt för halva fotografier ligger ungefär dubbelt så högt som för hela fotografier. Exempelvis ligger icke-genomsläppligt för *Acer platanoides* helt fotografi på 6 % medan *Acer platanoides* halv bild ligger på 12 % icke-genomsläppligt.

6. Diskussion

6.1 Jämförelser med tidigare studier

Tidigare studier har visat på olika antagna eller uppmätta värden på genomsläpplighet bland trädarter och sorter. Thayer och Maeda (1985) använde sig av en antagen krontäthet på 35 % vintertid medan Canton *et al.* (2003) nämnde en genomsnittlig täthet på 24,09-46,23 % vintertid. I denna studie utförd i Byträarboretet i Hørsholm ligger genomsnittet på 9 % täthet i avlövat tillstånd vilket är lägre än vad både Thayer och Maeda (1985) och Canton *et al.* (2003) menar på.

Brown och Gillespie (1995) gjorde en sammanställning av olika trädarters genomsläpplighet vintertid i boken *Microclimatic Landscape Design* och jämför man den med de resultat som framkommit i denna studie syns skillnaderna tydligt, se Tabell 5. Resultaten i denna studie ger i de flesta fall en högre genomsläpplighet än de nämnda av Brown och Gillespie (1995). I vissa fall ligger Hørsholms datan precis inom intervallet såsom hos *Acer saccharinum*, *Quercus rubra* och *Tilia cordata* medan det i fallet *Quercus frainetto* ligger hela 45 % högre. Detta beror troligtvis på att datan i denna jämförande del av studien är baserad på halva fotografier, för att få mer jämförbara värden, medan de siffror Brown och Gillespie (1995) sammanställt troligen är beräknade enbart på trädkronor.

För att kunna jämföra siffrorna nämnda i tidigare studier med de som framkommit i denna studie vore det intressant att veta hur de tidigare har utförts.

Tabell 5 Genomsläpplighet i procent, art för art

Art	Brown och Gillespie	Hørsholm
<i>Acer platanoides</i>	60-70	88
<i>Acer rubrum</i>	63-82	92
<i>Acer saccharinum</i>	60-87	85
<i>Aesculus hippocastanum</i>	73	86
<i>Fagus sylvatica</i>	83	84
<i>Liriodendron tulipifera</i>	69-78	92
<i>Platanus acerifolia</i>	46-64	84
<i>Quercus frainetto</i>	40	85
<i>Quercus rubra</i>	70-81	77
<i>Tilia cordata</i>	46-70	70

6.2 Betydelse i praktiken

Alla träd ger en viss skugga även i avlövat tillstånd men generellt sett är beskuggningen inte så stor som nämnt i tidigare studier. De trädarter och sorter som verkar vara tätast i kronan, och således ger tätast skugga, är klot respektive pyramidformer såsom *Acer platanoides* 'Globosum' och *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' respektive *Quercus robur* 'Fastigiata' och *Carpinus betulus* 'Fastigiata'. Dessa sorter gav i allmänhet tätare kronor än de rena arterna och har i många fall selekterats fram för sin täthet. Kanske vi i framtiden kommer att ha diverse gleskroniga sorter att välja bland om plantskolister börjar selektera fram sorter för just det ändamålet. Viktigt då är att tänka på att kronorna inte får vara för stora och utbredda.

Andra trädarter som gav tätare kronor var de som inte släppt alla sina löv såsom *Quercus petraea* vilket är något man får ha i bakhuvudet när man planerar grönytor. Huruvida träden släpper alla sina löv inför vintern eller har kvar en del beror oftast på trädarten och åldern på trädet.

Eftersom genomsläppligheten räknats ut på hela fotografier får även snabbväxande arter och sorter ett högre ratiotal än de mer långsamväxande. Detta syns tydligt om man jämför ett typiskt stadsträd som *Ginkgo biloba*, som kräver mer skydd och värme för att växa till sig, med exempelvis *Salix alba* 'Chermesina' som är mer snabbväxande.

I planerandet av grönmiljöer är det viktigt att känna sitt arbetsmaterial så bra som möjligt för att kunna skapa de multifunktionella grönytor som eftersträvas i dagens städer. Givetvis gäller det även att veta vad brukarna förväntar sig och att forma mikroklimatet utefter det.

Kunskapen om variationerna i lövfällande träds krontäthet är en byggsten och kan användas av grönyteplanerare i deras arbete med utformningen av grönmiljöer. För grönytor utanför staden spelar det mindre roll vilket träd som planteras var. Men i staden, där grönmiljöerna blir färre och färre är det viktigt att välja rätt träd för bästa resultat och funktion. Grönytor ska kunna konkurrera och samexistera med infrastruktur såväl som byggnader och de ska vara attraktiva för så många som möjligt, under en så stor del av året som möjligt. I de flesta fall verkar det vara så att träd som ger viss skugga på sommaren men inte på vintern gör de flesta brukargrupperna lyckliga. Detta gäller speciellt i kallare klimat såsom norden.

Ytterligare en praktisk användning för kunskapen om variationerna i trädets krondensitet är vid forskning och klimatmodellering. I tidigare forskning har de hypotetiska trädmodeller som använts kanske inte varit helt rättvisande. Med informationen från denna studie blir resultaten mer korrekta och de negativa effekterna som nämnts av flera forskare, främst inom energiforskningen på hus, kanske visar sig vara mindre än tidigare trott. Enligt resultaten skulle jag föreslå att en genomsläpplighet på runt 90 % används i generella modeller men att man ska vara medveten om variationen som finns mellan olika arter och sorter och att det finns extremer åt både det tätare och mer genomsläppliga håller.

Jag tror att resultaten funna i denna studie kommer att förbättra kunskapen om träd och bli ett instrument i planeringen av grönytor för de som arbetar med landskapsdesign ur ett mikroklimatperspektiv. Dessutom ger studien information som går att implementera i olika klimatmodeller och energibesparingsforskning.

6.3 Framtida studier

Eftersom detta varit en explorativ studie skulle det vara intressant att få in mer data på trädskronor från andra ståndorter och av olika ålder för att se om datan påvisar samma sak. Något som var tydlig i Bytræarboretet var att alla trädarter inte trivdes lika bra på just denna ståndort. Det skulle därför vara intressant att se hur träden beter sig i verklig stadsmiljö.

Det skulle även vara intressant att undersöka om trädets storlek har något med deras krontäthet att göra vilket Wagar och Heisler fann bevis på i sin studie. I deras studie fick kentuckykaffeträdet och platanen tätare krona med ökad storlek men modesto asken hade tätast krona när den var mellanstor.

En annan aspekt som vore intressant att ta reda på som skulle öka kunskaperna ytterligare och vara ett verktyg för alla de som sysslar med grönmiljöer och forskning, är om Brown och Gillespie (1995) har rätt i att genomsläppligheten för trädskronor är $\frac{1}{4}$ på sommaren och $\frac{3}{4}$ på vintern, eller om det finns någon annan generell regel som går att använda. Jag tror att det skulle underlätta vid valet av träd för olika ytor. Dessutom vore det intressant att titta på tiden för de olika trädens lövutspring och lövfällning.

6.4 Metod och material

Metoderna som använts i denna studie har varit dels en litteraturstudie och dels en explorativ fältstudie. Dessa metoder föreslogs av min handledare Henrik Sjöman för att göra en pilotstudie inom ämnet. Denna pilotstudie skulle sedan eventuellt utvidgas till att bli en mer omfattande studie i transmissiviteten hos olika lövträd i avlövad tillstånd.

Den intervju som hölls med Johanna Deak Sjöman angående bakgrunden till fältstudien blev utgångspunkten för själva litteraturstudien. Hade intervjun belyst andra saker hade infallsvinkeln på arbetet troligtvis blivit annorlunda. I detta fall valde jag att gå vidare med den information som kom fram i samtalet med Johanna eftersom det var något som fascinerade mig.

Angående metoderna använda i fältstudien anser jag, med stöd av litteratur skrivet inom ämnet, att de varit väl valda i relation till den tid och det material som varit tillgängligt. Dessutom har syftet i studien varit att jämföra genomsläppligheten bland de träd som

studerats i Hørsholm och inte med resultat från tidigare studier. Hade detta varit fallet så hade samma metod behövts användas i båda studier. Däremot tror jag att värdena hade kunnat bli mer rättvisande om bilderna beskurits på ett annat sätt så att endast trädkronan och mellanrummet mellan dess grenar funnits med i bilden när den kördes genom Matlabsriptet. Jag anser det missvisande att exempelvis *Ginkgo biloba* släpper igenom 99 % av solljuset och tror att det har med beskärningen av fotografiet att göra då detta exemplar av trädet var mycket litet och därför upptog en liten del av fotografiet.

I jämförandet mellan resultaten funna i denna studie och de siffror Brown och Gillespie (1995) sammanställt halverades bilderna så att endast den del av fotografiet med trädkrona på kördes igenom Matlabsriptet. Detta anser jag gav mer rättvisande värden men ändå inte exakta eftersom det inte fanns någon information på hur studierna genomförts.

7. Slutsats

Syftet med detta examensarbete var att utvärdera olika lövfällande trädarters variation beträffande ljusgenomsläpplighet vintertid. Den frågeställning som skulle besvaras var:

- Vilken variation finns hos lövfällande träd i hur mycket solljus de släpper igenom sin krona under vintern i avlövad tillstånd?

Efter att ha studerat resultaten skulle jag säga att variationen är relativt stor men att de flesta trädarter och sorter ligger på 90-95 % genomsläpplighet. Skillnaden mellan den minst genomsläppliga trädkronan och den mest genomsläppliga kronan var 19 %. *Quercus petraea* hade den tätaste kronan på 80 % och *Ginkgo biloba* hade den mest genomsläppliga kronan med 99 % genomsläpplighet.

8. Källor

- Akbari, H., Kim, D. M., Bretz, S.E., Hanford, J. M. (1997). Peak power and cooling energy savings of shade trees. *Energy and Buildings*, 25, s.139-148.
- Boukhabla, M. & Alkama, D. (2012). Impact of vegetation on thermal conditions outside-thermal modeling of urban microclimate. Case study: the street of the republic, Biskra [online]. *Energy Procedia*. Vol. 18, s 73-84. Tillgänglig: www.sciencedirect.com [2013-01-29]
- Brown, R. & Gillespie, T. (1995). *Microclimatic landscape design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Bühler, O. & Kristoffersen, P. (2009). The urban tree arboretum in Hørsholm, Denmark: A new tool towards an improved education of arborists and tree managers [online]. *Urban forestry & Urban greening*. Vol. 8, s 55-61.
- Cantón, M., Mesa, A., Cortegoso, J. & de Rosa, C. (2003). Assessing the Solar Resource in Forested Urban Environments: Results from the use of a Photographic-Computational Method [online]. *Architectural Science Review*. Vol. 46, Nr 2, s 115-123. Tillgänglig: <http://www.tandfonline.com/loi/tasr20>, [2013-02-05]
- Chen, L. & Ng, E. (2012). Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade [online]. *Cities* Vol. 29, s 118-125. Tillgänglig: www.sciencedirect.com. [2013-02-05]
- Dimoudi, A. & Nikolopoulou, M. (2003). Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits [online]. *Energy and Buildings*, Vol. 35, s 69-76. Tillgänglig: www.sciencedirect.com. [2013-02-05]
- Eliasson, I., Knez, I., Westerberg, U., Thorsson, S. & Lindberg, F. (2007). Climate and behavior in a Nordic city. *Landscape and Urban Planning* [online]. Vol.82(1), s72-84. Tillgänglig: www.sciencedirect.com. [2013-01-29]
- Erixon, H & Ståhle, A. (2008). Regionens täthet och grönstrukturens potential- det suburbana landskapets utvecklingsmöjligheter i en växande storstadsregion. KTH [online]. Tillgänglig: www.diva-portal.org/smash/get/diva2:117352/FULLTEXT01. [2013-01-29]
- Gehl, J. (2010). *Life between buildings: using public space*. 6:e upplagan. 2:a utgåvan. Skive: Arkitektens Förlag. The Danish Architectural Press and Jan Gehl
- Givoni, B. (1991). Impact of planted areas on urban environmental quality: a review. *American Environment*. Vol. 25B, No. 3, s 289-299.
- Heisler, G. (1985). Effects of individual trees on the solar radiation climate of small buildings. [online]. *Urban Ecology*, Vol. 9, s 337-359. Tillgänglig: www.sciencedirect.com. [2013-01-29]
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, (2007). IPCC Fourth Assessment

Report (AR 4).

Kjellström, L. (2008). *Stadsklimat/Gatuklimat*. Ultuna: SLU

Larsson, A. (2011). *Stadsträds transmissivitet av direkt solstrålning*. SLU: Hållbar stadsutveckling – ledning, organisering och förvaltning. (Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU)

Lindberg, F. & Grimmond, C. (2011). The influence of vegetation and building morphology on shadow patterns and mean radiant temperatures in urban areas: model development and evaluation. [online] *Theor Appl Climatol* Vol. 105 s 311–323 Tillgänglig: www.sciencedirect.com. [2013- 02-05]

Malmö stadsbyggnadskontor. (2010). *Så förtätar vi Malmö!* [online]. Malmö: stadsbyggnadskontoret. (Dialog pm: 2010:2). Tillgänglig: <http://www.malmo.se/download/18.1c002f7b12a6486c372800012053/fortatning-Dialog+PM.pdf> [2013-01-29]

McPherson, G., Rowntree, R. & Wagar, A. *Energy-Efficient Landscapes*, [online]. Tillgänglig: http://www.fs.fed.us/psw/programs/uesd/uep/products/cufr_81_EM95_30.PDF [2013-02-12]

McPherson, G., Nowak, D., Heisler, G. (1997) *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. Report NE-186. US Dep.of Agriculture, Forest Service

Nikolopoulou, M., Baker, N., & Steemers, K. (2001). Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. [online]. *Solar Energy* Vol. 70, No. 3, s. 227–235 Tillgänglig: www.sciencedirect.com. [2013- 02-05]

Nowak, D. (1994). Understanding the structure of urban forests. *Journal of Forestry*. Vol. 92, No. 10

Peper, P. & McPherson, G. (2003). Evaluation of four methods for estimating leaf area of isolated trees. [online]. *Urban Forestry & Urban Greening*. Vol. 2, s 19–29. Tillgänglig: www.sciencedirect.com [2013-02-12]

Schlyter, T. & Bucht, E.(1977). *Klimatet i nya bostadsområden. Kapitel 2 om klimat i en rapport om vistelseytornas itformning i 1969 års stadsplaner*. Gävle: Statens institut för byggnadsforskning. (SIB meddelande, 20:1976).

Thayer, R. & Maeda, B. (1985). Measuring street tree impact on solar performance: a five-climate computer modeling study. [online]. *Journal of Arboriculture*, Vol. 11, Nr 1. Tillgänglig: www.sciencedirect.com [2013-02-05]

Wagar, A. & Heisler, M. (1986). Rating winter crown density of deciduous trees: A photographic procedure. [online]. *Landscape journal*. Vol. 5, No.1 Tillgänglig: www.sciencedirect.com [2013-02-12]

Weiskittel, A. & Maguire, D. (2006). Branch surface area and its vertical distribution in coastal Douglas-fir. [online]. *Trees* Vol. 20, s 657–667. Tillgänglig: www.sciencedirect.com [2013-01-29]

Icke publicerat material:

Deak Sjöman, J. (2013). Intervju 2013-02-24.

Appendix

Appendix 1 Mätdata Hørsholm

Art	Foto nr	Planterad	DBH (cm)	T. H (m)	K. D (m)	O-V (m)	N-S (m)
<i>Acer campestre</i>	DSC_6531-6534	2001	18,47	8,3	6,3	4,70	4,90
<i>Acer campestre</i>	DSC_6535-6539	2001	18,79	8,4	6,0	7,10	6,80
<i>Acer campestre</i> 'Elsrijk'	DSC_6541-6544	2001	11,78	7,8	5,8	3,50	3,25
<i>Acer negundo</i>	DSC_6546-6549	2001	19,75	8,5	6,7	7,64	7,06
<i>Acer negundo</i>	DSC_6550-6553	2001	15,92	8,0	6,2	6,10	5,20
<i>Acer platanoides</i>	DSC_6555-6558	2001	15,61	7,3	5,0	7,40	4,85
<i>Acer platanoides</i>	DSC_6559-6563	2001	17,20	9,0	6,6	6,65	4,85
<i>Acer platanoides</i> 'Columnare'	DSC_6565-6568	2001	21,34	11,5	9,5	6,81	7,11
<i>Acer platanoides</i> 'Emerald Queen'	DSC_6570-6573	2001	17,20	11,0	8,9	7,03	5,02
<i>Acer platanoides</i> 'Emerald Queen'	DSC_6574-6577	2001	18,79	11,0	8,9	6,20	5,25
<i>Acer platanoides</i> 'Globosum'	DSC_6579-6582	2001	13,69	5,0	2,7	4,47	4,58
<i>Acer pseudoplatanus</i>	DSC_6584-6587	2001	17,52	10,1	7,8	5,73	4,57
<i>Acer pseudoplatanus</i>	DSC_6588-6591	2001	15,92	8,0	6,2	5,61	4,96
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Negenia'	DSC_6593-6596	2001	10,19	6,7	4,7	4,22	3,20
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Rotterdam'	DSC_6598-6601	2001	17,83	13,0	10,5	4,71	4,71
<i>Acer rubrum</i>	DSC_6603-6606	2001	11,78	11,5	9,3	4,51	4,23
<i>Acer saccharinum</i>	DSC_6608-6611	2001	26,11	15,0	12,8	7,05	5,79
<i>Acer saccharinum</i>	DSC_6612-6615	2001	20,70	14,5	12,3	5,52	4,79
<i>Aesculus carnea</i> 'Briotii'	DSC_6617-6620	2001	14,65	7,3	5,5	6,17	4,52
<i>Aesculus hippocastanum</i>	DSC_6622-6625	2001	21,97	8,0	6,1	5,25	5,33
<i>Aesculus hippocastanum</i>	DSC_6626-6629	2001	14,33	5,9	3,9	3,44	3,71
<i>Aesculus hippocastanum</i> 'Baumannii'	DSC_6631-6634	2001	19,11	8,0	5,8	5,25	4,50

<i>Ailanthus altissima</i>	DSC_6636-6639	2004	12,74	6,5	4,1	3,37	4,26
<i>Alnus cordata</i>	DSC_6641-6644	2001	20,06	15,5	11,5	5,35	4,93
<i>Alnus glutinosa</i>	DSC_6646-6649	2004	11,46	10,0	7,0	4,26	3,22
<i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata'	DSC_6651-6654	2001	15,61	9,0	7,9	4,64	4,71
<i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata'	DSC_6661-6664	2001	11,46	8,4	7,4	2,38	2,19
<i>Carpinus betulus</i> 'Frans Fontaine'	DSC_6656-6659	2001	13,69	8,7	6,9	3,32	2,90
<i>Carpinus betulus</i>	DSC_6666-6669	2001	13,69	8,0	6,7	4,78	5,64
<i>Castanea sativa</i>	DSC_6671-6674	2001	22,93	8,3	6,4	6,20	5,88
<i>Corylus colurna</i>	DSC_6676-6679	2001	12,42	8,1	6,0	2,67	2,82
<i>Fagus sylvatica</i>	DSC_6681-6684	2001	10,83	7,8	6,3	4,95	4,35
<i>Fraxinus americana</i> 'Zundert'	DSC_6686-6689	2001	14,01	9,0	6,8	4,31	3,55
<i>Fraxinus americana</i> 'Zundert'	DSC_6690-6693	2001	14,33	9,0	6,8	4,46	4,27
<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	DSC_6695-6698	2001	19,75	14,5	11,6	6,14	5,00
<i>Fraxinus excelsior</i>	DSC_6700-6703	2001	17,13	10,0	8,0	5,99	5,00
<i>Fraxinus excelsior</i>	DSC_6705-6707	2001	17,20	10,0	8,0	6,01	5,02
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Nana Kuele'	DSC_6709-6712	2001	9,55	4,2	1,7	2,08	2,02
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Robusta'	DSC_6714-6717	2001	19,43	10,0	8,0	5,02	5,02
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Robusta'	DSC_6718-6721	2001	18,15	11,0	9,1	5,28	4,29
<i>Fraxinus excelsior</i> 'Westhof's Glorie'	DSC_6723-6726	2001	16,24	8,8	6,9	5,03	4,00
<i>Ginkgo biloba</i>	DSC_6735-6738	2001	7,01	6,8	4,5	0,70	0,96
<i>Gleditsia triacanthos</i>	DSC_6740-6743	2001	11,15	5,8	2,1	3,40	3,99
<i>Liriodendron tulipifera</i>	DSC_6745-6748	2001	16,24	11,0	8,1	4,53	4,25
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	DSC_6750-6753	2001	11,15	8,2	7,1	2,45	2,10
<i>Platanus acerifolia</i>	DSC_6755-6758	2001	17,20	11,0	9,0	5,94	5,15
<i>Platanus acerifolia</i>	DSC_6759-6762	2001	17,20	11,0	9,0	5,55	5,02
<i>Populus alba</i> 'Nivea'	DSC_6764-6767	2001	30,57	15,0	12,5	10,18	10,34
<i>Populus canescens</i> 'De Moffart'	DSC_6769-6772	2001	44,27	17,0	15,0	14,03	14,84
<i>Populus trichocarpa</i> 'OP42'	DSC_6774-6777	2001	36,31	20,0	18,5	8,94	7,92
<i>Populus trichocarpa</i> 'Poca'	DSC_6779-6782	2001	36,94	20,0	17,8	7,77	7,57
<i>Prunus avium</i>	DSC_6784-6787	2001	20,38	9,5	7,3	6,92	6,64

<i>Prunus avium</i> 'Plena'	DSC_6789-6792	2001	22,29	8,1	6,4	7,30	6,95
<i>Pyrus caucasica</i>	DSC_6799-6802	2001	13,38	8,2	6,0	5,20	4,05
<i>Pyrus communis</i> 'Beech Hill'	DSC_6794-6797	2001	19,11	10,0	8,1	8,47	7,45
<i>Quercus cerris</i>	DSC_6804-6807	2001	22,93	14,0	11,9	6,48	6,04
<i>Quercus cerris</i>	DSC_6808-6811	2001	14,33	10,3	8,3	5,21	4,92
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	DSC_6813-6816	2001	16,24	9,1	7,9	1,67	1,77
<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	DSC_6817-6820	2001	13,38	11,5	9,3	1,45	1,59
<i>Quercus frainetto</i>	DSC_6822-6825	2001	16,24	7,5	5,5	3,93	3,43
<i>Quercus frainetto</i>	DSC_6826-6829	2001	17,20	9,5	7,5	3,40	3,59
<i>Quercis palustris</i>	DSC_6831-6834	2001	15,92	10,2	8,2	6,25	5,07
<i>Quercis palustris</i>	DSC_6835-6838	2001	16,88	9,3	7,2	8,18	5,62
<i>Quercus rubra</i>	DSC_6840-6843	2001	20,38	9,0	7,7	5,88	5,40
<i>Quercus rubra</i>	DSC_6844-6847	2001	17,83	10,2	8,4	6,89	4,75
<i>Quercus robur</i>	DSC_6849-6852	2001	16,24	9,0	7,0	6,05	4,52
<i>Quercus robur</i>	DSC_6853-6856	2001	19,11	8,8	6,8	7,79	4,84
<i>Quercus petraea</i>	DSC_6858-6861	2001	13,06	7,2	5,2	4,99	4,33
<i>Quercus petraea</i>	DSC_6862-6865	2001	17,52	9,3	7,4	5,89	4,39
<i>Robinia pseudoacacia</i>	DSC_6867-6870	2001	23,57	11,3	9,1	7,73	7,38
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Bessoniana'	DSC_6872-6875	2001	20,70	10,7	8,6	7,09	7,09
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Nyirsegi'	DSC_6877-6880	2001	23,57	13,0	10,7	8,03	7,10
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera'	DSC_6882-6885	2001	13,06	8,1	5,8	3,43	3,78
<i>Salix alba</i>	DSC_6887-6890	2001	28,98	16,0	13,9	4,92	7,25
<i>Salix alba</i> 'Chermesina'	DSC_6892-6895	2001	29,94	13,5	11,5	5,98	5,86
<i>Salix alba</i> 'Liempde'	DSC_6897-6900	2001	31,85	18,0	15,8	6,81	6,80
<i>Salix alba</i> 'Saba'	DSC_6902-8905	2001	33,44	18,0	15,8	7,23	6,41
<i>Salix alba</i> 'Sibirica'	DSC_6907-6910	2001	23,57	8,1	6,3	6,85	6,47
<i>Sophora japonica</i> 'Regent'	DSC_6912-6815	2001	20,38	8,3	6,3	6,49	7,78
<i>Sophora japonica</i>	DSC_6917-6920	2001	19,75	6,7	4,7	5,59	6,65
<i>Tilia cordata</i>	DSC_6922-6925	2001	19,11	7,3	5,1	6,84	5,70
<i>Tilia cordata</i> 'Erecta'	DSC_6927-6930	2001	20,70	8,0	6,0	5,55	5,19

<i>Tilia cordata</i> 'Greenspire'	DSC_6932-6935	2001	17,83	8,9	6,9	5,73	5,26
<i>Tilia cordata</i> 'Rancho'	DSC_6937-6940	2001	15,29	8,0	6,1	4,78	4,56
<i>Tilia euchlora</i>	DSC_6942-6945	2001	15,61	7,8	5,8	5,64	4,95
<i>Tilia euchlora</i> 'Frigg'	DSC_6947-6950	2001	16,56	8,3	6,6	4,19	5,44
<i>Tilia platyphyllos</i>	DSC_6952-6955	2001	21,34	9,1	7,4	7,35	5,91
<i>Tilia platyphyllos</i> 'Rubra'	DSC_6957-6960	2001	21,66	8,2	6,2	7,12	6,27
<i>Tilia platyphyllos</i> 'Örebro'	DSC_6962-6965	2001	18,15	10	8,0	5,32	4,99
<i>Tilia platyphyllos</i> 'Fenris'	DSC_6967-6970	2001	12,74	7,1	5,1	4,07	3,90
<i>Tilia europaea</i> 'Pallida'	DSC_6972-6975	2001	14,97	8,0	6,2	4,28	3,91
<i>Tilia hybrid</i> 'Odin'	DSC_6977-6980	2001	17,20	8,2	6,9	5,00	5,00

Appendix 2 Rådata: genomsläpplighet

Art	Ratio	Andel mörka pixlar i %
Acer campestre 'Elsrijk' 1a	0,0811	8
Acer campestre 'Elsrijk' 1b	0,0773	8
Acer campestre 'Elsrijk' 1c	0,0578	6
Acer campestre 'Elsrijk' 1d	0,0767	8
Acer campestre 'Elsrijk': medel	0,073	7
Acer campestre 1a	0,1144	11
Acer campestre 1b	0,1141	11
Acer campestre 1c	0,084	8
Acer campestre 1d	0,0875	9
Acer campestre 2a	0,141	14
Acer campestre 2b	0,1777	18
Acer campestre 2c	0,1402	14
Acer campestre:medel	0,123	12
Acer negundo 1a	0,0884	9
Acer negundo 1b	0,0787	8
Acer negundo 1d	0,0501	5
Acer negundo 2a	0,0831	8
Acer negundo 2b	0,1101	11
Acer negundo 2c	0,0504	5
Acer negundo 2d	0,0749	7
Acer negundo:medel	0,077	8
Acer platanoides 'Columnare' 1a	0,0976	10
Acer platanoides 'Columnare' 1b	0,1109	11
Acer platanoides 'Columnare' 1c	0,0775	8
Acer platanoides 'Columnare' 1d	0,0898	9
Acer platanoides 'Columnare': medel	0,094	9
Acer platanoides 'Emerald Queen' 1a	0,0516	5
Acer platanoides 'Emerald Queen' 1b	0,0753	8
Acer platanoides 'Emerald Queen' 1c	0,0431	4
Acer platanoides 'Emerald Queen' 1d	0,0678	7
Acer platanoides 'Emerald Queen' 2a	0,0775	8
Acer platanoides 'Emerald Queen' 2b	0,0791	8
Acer platanoides 'Emerald Queen' 2c	0,0543	5
Acer platanoides 'Emerald Queen' 2d	0,051	5
Acer platanoides 'Emerald Queen':medel	0,062	6
Acer platanoides 'Globosum' 1a	0,187	19
Acer platanoides 'Globosum' 1b	0,2019	20
Acer platanoides 'Globosum' 1c	0,1657	17
Acer platanoides 'Globosum' 1d	0,11	11
Acer platanoides 'Globosum':medel	0,166	17
Acer platanoides 1a	0,072	7
Acer platanoides 1b	0,063	6
Acer platanoides 1c	0,0404	4

Acer platanoides 1d	0,06	6
Acer platanoides 2a	0,052	5
Acer platanoides 2b	0,0616	6
Acer platanoides 2c	0,0395	4
Acer platanoides 2d	0,0598	6
Acer platanoides:medel	0,056	6
Acer pseudoplatanus 'Negenia' 1a	0,0568	6
Acer pseudoplatanus 'Negenia' 1b	0,0554	6
Acer pseudoplatanus 'Negenia' 1c	0,0528	5
Acer pseudoplatanus 'Negenia' 1d	0,0614	6
Acer pseudoplatanus 'Negenia':medel	0,057	6
Acer pseudoplatanus 'Rotterdam' 1b	0,0877	9
Acer pseudoplatanus 'Rotterdam' 1a	0,0839	8
Acer pseudoplatanus 'Rotterdam' 1c	0,0491	5
Acer pseudoplatanus 'Rotterdam' 1d	0,0631	6
Acer pseudoplatanus 'Rotterdam':medel	0,071	7
Acer pseudoplatanus 1a	0,0488	5
Acer pseudoplatanus 1b	0,0619	6
Acer pseudoplatanus 1c	0,065	7
Acer pseudoplatanus 1d	0,1008	10
Acer pseudoplatanus 2a	0,0678	7
Acer pseudoplatanus 2b	0,0751	8
Acer pseudoplatanus 2c	0,0807	8
Acer pseudoplatanus 2d	0,0721	7
Acer pseudoplatanus:medel	0,072	7
Acer rubrum 1a	0,0378	4
Acer rubrum 1b	0,05	5
Acer rubrum 1c	0,034	3
Acer rubrum 1d	0,0337	3
Acer rubrum:medel	0,039	4
Acer saccharinum 1a	0,0795	8
Acer saccharinum 1b	0,0908	9
Acer saccharinum 1c	0,0702	7
Acer saccharinum 1d	0,0887	9
Acer saccharinum 2a	0,048	5
Acer saccharinum 2b	0,0767	8
Acer saccharinum 2c	0,0479	5
Acer saccharinum 2d	0,058	6
Acer saccharinum:medel	0,07	7
Aesculus carnea 'Briotii' 1a	0,0647	6
Aesculus carnea 'Briotii' 1b	0,0816	8
Aesculus carnea 'Briotii' 1c	0,0521	5
Aesculus carnea 'Briotii' 1d	0,0584	6
Aesculus carnea 'Briotii':medel	0,064	6
Aesculus hippocastanum 'Baumannii' 1a	0,067	7
Aesculus hippocastanum 'Baumannii' 1b	0,0746	7
Aesculus hippocastanum 'Baumannii' 1c	0,0768	8

Aesculus hippocastanum 'Baumannii' 1d	0,0637	6
Aesculus hippocastanum 'Baumannii':medel	0,071	7
Aesculus hippocastanum 1a	0,0802	8
Aesculus hippocastanum 1b	0,0727	7
Aesculus hippocastanum 1c	0,0677	7
Aesculus hippocastanum 1d	0,0559	6
Aesculus hippocastanum 2a	0,0615	6
Aesculus hippocastanum 2b	0,0586	6
Aesculus hippocastanum 2c	0,0642	6
Aesculus hippocastanum 2d	0,0515	5
Aesculus hippocastanum:medel	0,064	6
Ailanthus altissima 1a	0,0379	4
Ailanthus altissima 1b	0,0409	4
Ailanthus altissima 1c	0,0338	3
Ailanthus altissima 1d	0,0285	3
Ailanthus altissima:medel	0,035	4
Alnus cordata 1a	0,0757	8
Alnus cordata 1b	0,1008	10
Alnus cordata 1c	0,0894	9
Alnus cordata 1d	0,0709	7
Alnus cordata:medel	0,084	8
Alnus glutinosa 1a	0,0417	4
Alnus glutinosa 1b	0,0476	5
Alnus glutinosa 1c	0,0378	4
Alnus glutinosa 1d	0,0327	3
Alnus glutinosa:medel	0,04	4
Carpinus betulus 'Fastigiata' 1a	0,1662	17
Carpinus betulus 'Fastigiata' 1b	0,1796	18
Carpinus betulus 'Fastigiata' 1c	0,1727	17
Carpinus betulus 'Fastigiata' 1d	0,1454	15
Carpinus betulus 'Fastigiata' 2a	0,0991	10
Carpinus betulus 'Fastigiata' 2b	0,115	11
Carpinus betulus 'Fastigiata' 2c	0,1079	11
Carpinus betulus 'Fastigiata' 2d	0,0969	10
Carpinus betulus 'Fastigiata':medel	0,135	14
Carpinus betulus 'Frans Fontaine' 1a	0,1188	12
Carpinus betulus 'Frans Fontaine' 1b	0,0902	9
Carpinus betulus 'Frans Fontaine' 1c	0,1255	13
Carpinus betulus 'Frans Fontaine' 1d	0,1276	13
Carpinus betulus 'Frans Fontaine':medel	0,116	12
Carpinus betulus 1a	0,0698	7
Carpinus betulus 1b	0,0721	7
Carpinus betulus 1c	0,0621	6
Carpinus betulus 1d	0,0578	6
Carpinus betulus:medel	0,065	7
Castanea sativa 1a	0,0949	9
Castanea sativa 1b	0,0883	9

Castanea sativa 1c	0,0731	7
Castanea sativa 1d	0,0744	7
Castanea sativa:medel	0,083	8
Corylus colurna 1a	0,0588	6
Corylus colurna 1b	0,0573	6
Corylus colurna 1c	0,0581	6
Corylus colurna 1d	0,0501	5
Corylus colurna:medel	0,056	6
Fagus sylvatica 1a	0,112	11
Fagus sylvatica 1b	0,0748	7
Fagus sylvatica 1c	0,0461	5
Fagus sylvatica 1d	0,0667	7
Fagus sylvatica:medel	0,075	7
Fraxinus americana 'Zundert' 1a	0,0599	6
Fraxinus americana 'Zundert' 1b	0,0637	6
Fraxinus americana 'Zundert' 1c	0,0554	6
Fraxinus americana 'Zundert' 1d	0,0548	5
Fraxinus americana 'Zundert' 2a	0,0533	5
Fraxinus americana 'Zundert' 2b	0,0721	7
Fraxinus americana 'Zundert' 2c	0,0725	7
Fraxinus americana 'Zundert' 2d	0,0692	7
Fraxinus americana 'Zundert':medel	0,063	6
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 1a	0,0576	6
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 1b	0,0752	8
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 1c	0,0576	6
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 1d	0,0582	6
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 2a	0,0936	9
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 2b	0,084	8
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 2c	0,068	7
Fraxinus angustifolia 'Raywood' 2d	0,0803	8
Fraxinus angustifolia 'Raywood':medel	0,072	7
Fraxinus excelsior 'Nana Kuele' 1a	0,0747	7
Fraxinus excelsior 'Nana Kuele' 1b	0,0743	7
Fraxinus excelsior 'Nana Kuele' 1c	0,0707	7
Fraxinus excelsior 'Nana Kuele' 1d	0,0556	6
Fraxinus excelsior 'Nana Kuele':medel	0,069	7
Fraxinus excelsior 'Robusta' 1a	0,1306	13
Fraxinus excelsior 'Robusta' 1b	0,1453	15
Fraxinus excelsior 'Robusta' 1c	0,1302	13
Fraxinus excelsior 'Robusta' 1d	0,1189	12
Fraxinus excelsior 'Robusta' 2a	0,1224	12
Fraxinus excelsior 'Robusta' 2b	0,1272	13
Fraxinus excelsior 'Robusta' 2c	0,1023	10
Fraxinus excelsior 'Robusta' 2d	0,1129	11
Fraxinus excelsior 'Robusta':medel	0,124	12
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 1a	0,0832	8
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 1b	0,0991	10

Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 1c	0,0832	8
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 1d	0,0942	9
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 2a	0,0978	10
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 2b	0,1061	11
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie' 2c	0,0971	10
Fraxinus excelsior 'Westhofs Glorie':medel	0,094	9
Fraxinus excelsior 1a	0,0909	9
Fraxinus excelsior 1b	0,0857	9
Fraxinus excelsior 1c	0,0767	8
Fraxinus excelsior 1d	0,0809	8
Fraxinus excelsior:medel	0,084	8
Fraxinus ornus 1a	0,1108	11
Fraxinus ornus 1b	0,1164	12
Fraxinus ornus 1c	0,1216	12
Fraxinus ornus:medel	0,116	12
Ginkgo biloba 1a	0,006	1
Ginkgo biloba 1b	0,0055	1
Ginkgo biloba 1c	0,0071	1
Ginkgo biloba 1d	0,0044	0
Ginkgo biloba:medel	0,006	1
Gleditsia triacanthos 1a	0,0709	7
Gleditsia triacanthos 1b	0,1032	10
Gleditsia triacanthos 1c	0,0841	8
Gleditsia triacanthos 1d	0,0737	7
Gleditsia triacanthos:medel	0,083	8
Liriodendron tulipifera 1a	0,0409	4
Liriodendron tulipifera 1b	0,0378	4
Liriodendron tulipifera 1c	0,042	4
Liriodendron tulipifera 1d	0,0416	4
Liriodendron tulipifera:medel	0,041	4
Metasequoia glyptostroboides 1a	0,0701	7
Metasequoia glyptostroboides 1b	0,0791	8
Metasequoia glyptostroboides 1c	0,0759	8
Metasequoia glyptostroboides 1d	0,0757	8
Metasequoia glyptostroboides:medel	0,1	10
Platanus acerifolia 1a	0,0739	7
Platanus acerifolia 1b	0,0848	8
Platanus acerifolia 1c	0,0723	7
Platanus acerifolia 1d	0,06	6
Platanus acerifolia 2a	0,0834	8
Platanus acerifolia 2b	0,0745	7
Platanus acerifolia 2c	0,0632	6
Platanus acerifolia 2d	0,0775	8
Platanus acerifolia:medel	0,074	7
Populus alba 'Nivea' 1a	0,1151	12
Populus alba 'Nivea' 1b	0,1447	14
Populus alba 'Nivea' 1c	0,1449	14

Populus alba 'Nivea' 1d	0,0979	10
Populus alba 'Nivea':medel	0,126	13
Populus canescens 'De Moffart' 1c	0,1242	12
Populus canescens 'De Moffart' 1a	0,1305	13
Populus canescens 'De Moffart' 1b	0,1087	11
Populus canescens 'De Moffart' 1d	0,1135	11
Populus canescens 'De Moffart':medel	0,119	12
Populus trichocarpa 'OP42' 1a	0,061	6
Populus trichocarpa 'OP42' 1b	0,0909	9
Populus trichocarpa 'OP42' 1c	0,0643	6
Populus trichocarpa 'OP42' 1d	0,0751	8
Populus trichocarpa 'OP42':medel	0,073	7
Populus trichocarpa 'Poca' 1a	0,1	10
Populus trichocarpa 'Poca' 1b	0,1213	12
Populus trichocarpa 'Poca' 1c	0,0781	8
Populus trichocarpa 'Poca' 1d	0,1143	11
Populus trichocarpa 'Poca':medel	0,103	10
Prunus avium 'Plena' 1a	0,1275	13
Prunus avium 'Plena' 1b	0,0927	9
Prunus avium 'Plena' 1c	0,0847	8
Prunus avium 'Plena' 1d	0,1171	12
Prunus avium 'Plena':medel	0,106	11
Prunus avium 1a	0,0676	7
Prunus avium 1b	0,0606	6
Prunus avium 1c	0,0744	7
Prunus avium 1d	0,0822	8
Prunus avium:medel	0,071	7
Pyrus caucasica 1a	0,1313	13
Pyrus caucasica 1b	0,1425	14
Pyrus caucasica 1c	0,0966	10
Pyrus caucasica 1d	0,1168	12
Pyrus caucasica:medel	0,122	12
Pyrus communis 'Beech Hill' 1a	0,0704	7
Pyrus communis 'Beech Hill' 1b	0,0888	9
Pyrus communis 'Beech Hill' 1c	0,0546	5
Pyrus communis 'Beech Hill' 1d	0,0796	8
Pyrus communis 'Beech Hill':medel	0,073	7
Quercus cerris 1a	0,0761	8
Quercus cerris 1b	0,0958	10
Quercus cerris 1c	0,07	7
Quercus cerris 1d	0,0811	8
Quercus cerris 2a	0,1072	11
Quercus cerris 2b	0,1364	14
Quercus cerris 2c	0,0883	9
Quercus cerris 2d	0,0886	9
Quercus cerris:medel	0,093	9
Quercus frainetto 1a	0,0825	8

Quercus frainetto 1b	0,0615	6
Quercus frainetto 1c	0,0547	5
Quercus frainetto 1d	0,0675	7
Quercus frainetto 2a	0,0855	9
Quercus frainetto 2b	0,075	8
Quercus frainetto 2c	0,0705	7
Quercus frainetto 2d	0,0764	8
Quercus frainetto:medel	0,072	7
Quercus palustris 1a	0,0806	8
Quercus palustris 1b	0,085	8
Quercus palustris 1c	0,0561	6
Quercus palustris 1d	0,0829	8
Quercus palustris 2a	0,0716	7
Quercus palustris 2b	0,1202	12
Quercus palustris 2c	0,0638	6
Quercus palustris 2d	0,1094	11
Quercus palustris:medel	0,084	8
Quercus petraea 1a	0,1681	17
Quercus petraea 1b	0,1758	18
Quercus petraea 1c	0,1472	15
Quercus petraea 1d	0,1695	17
Quercus petraea 2a	0,2253	23
Quercus petraea 2b	0,2728	27
Quercus petraea 2c	0,2101	21
Quercus petraea 2d	0,2313	23
Quercus petraea:medel	0,2	20
Quercus robur 'Fastigiata' 1b	0,204	20
Quercus robur 'Fastigiata' 1a	0,1762	18
Quercus robur 'Fastigiata' 1c	0,2034	20
Quercus robur 'Fastigiata' 1d	0,179	18
Quercus robur 'Fastigiata' 2a	0,1809	18
Quercus robur 'Fastigiata' 2b	0,1942	19
Quercus robur 'Fastigiata' 2c	0,1917	19
Quercus robur 'Fastigiata' 2d	0,165	16
Quercus robur 'Fastigiata':medel	0,187	19
Quercus robur 1a	0,059	6
Quercus robur 1b	0,0826	8
Quercus robur 1c	0,0573	6
Quercus robur 1d	0,0754	8
Quercus robur 2a	0,1179	12
Quercus robur 2b	0,1376	14
Quercus robur 2c	0,11	11
Quercus robur 2d	0,101	10
Quercus robur:medel	0,093	9
Quercus rubra 1a	0,1112	11
Quercus rubra 1b	0,107	11
Quercus rubra 1c	0,1015	10

Quercus rubra 1d	0,1252	13
Quercus rubra 2a	0,1	10
Quercus rubra 2b	0,0952	10
Quercus rubra 2c	0,0712	7
Quercus rubra 2d	0,1034	10
Quercus rubra:medel	0,102	10
Robinia pseudoacacia 'Bessoniana' 1a	0,0666	7
Robinia pseudoacacia 'Bessoniana' 1b	0,0705	7
Robinia pseudoacacia 'Bessoniana' 1c	0,0712	7
Robinia pseudoacacia 'Bessoniana' 1d	0,0548	5
Robinia pseudoacacia 'Bessoniana':medel	0,066	7
Robinia pseudoacacia 'Nyirsegi' 1a	0,0795	8
Robinia pseudoacacia 'Nyirsegi' 1b	0,0818	8
Robinia pseudoacacia 'Nyirsegi' 1c	0,0741	7
Robinia pseudoacacia 'Nyirsegi' 1d	0,0591	6
Robinia pseudoacacia 'Nyirsegi':medel	0,074	7
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' 1a	0,1036	10
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' 1b	0,0918	9
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' 1c	0,0958	10
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' 1d	0,0896	9
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera':medel	0,095	10
Robinia pseudoacacia 1a	0,0812	8
Robinia pseudoacacia 1b	0,0938	9
Robinia pseudoacacia 1c	0,0872	9
Robinia pseudoacacia 1d	0,0774	8
Robinia pseudoacacia:medel	0,085	8
Salix alba 'Chermesina' 1a	0,1749	17
Salix alba 'Chermesina' 1b	0,1919	19
Salix alba 'Chermesina' 1c	0,2195	22
Salix alba 'Chermesina' 1d	0,1637	16
Salix alba 'Chermesina':medel	0,187	19
Salix alba 'Liempde' 1a	0,0975	10
Salix alba 'Liempde' 1b	0,1047	10
Salix alba 'Liempde' 1c	0,0472	5
Salix alba 'Liempde' 1d	0,0456	5
Salix alba 'Liempde':medel	0,074	7
Salix alba 'Saba' 1a	0,1025	10
Salix alba 'Saba' 1b	0,1195	12
Salix alba 'Saba' 1c	0,1175	12
Salix alba 'Saba' 1d	0,1231	12
Salix alba 'Saba':medel	0,116	12
Salix alba 'Sibirica' 1a	0,1577	16
Salix alba 'Sibirica' 1b	0,1286	13
Salix alba 'Sibirica' 1c	0,1356	14
Salix alba 'Sibirica' 1d	0,1157	12
Salix alba 'Sibirica':medel	0,134	13
Salix alba 1a	0,1124	11

Salix alba 1b	0,0976	10
Salix alba 1c	0,1066	11
Salix alba 1d	0,0932	9
Salix alba:medel	0,102	10
Sophora japonica 'Regent' 1a	0,0886	9
Sophora japonica 'Regent' 1b	0,0802	8
Sophora japonica 'Regent' 1c	0,0831	8
Sophora japonica 'Regent' 1d	0,0697	7
Sophora japonica 'Regent':medel	0,08	8
Sophora japonica 1a	0,1096	11
Sophora japonica 1b	0,0878	9
Sophora japonica 1c	0,0785	8
Sophora japonica 1d	0,1088	11
Sophora japonica:medel	0,096	10
Tilia cordata 'Erecta' 1a	0,1148	11
Tilia cordata 'Erecta' 1b	0,1539	15
Tilia cordata 'Erecta' 1c	0,1344	13
Tilia cordata 'Erecta' 1d	0,1373	14
Tilia cordata 'Erecta':medel	0,135	14
Tilia cordata 'Greenspire' 1a	0,1147	11
Tilia cordata 'Greenspire' 1b	0,1233	12
Tilia cordata 'Greenspire' 1c	0,1384	14
Tilia cordata 'Greenspire' 1d	0,1156	12
Tilia cordata 'Greenspire':medel	0,123	12
Tilia cordata 'Rancho' 1a	0,1171	12
Tilia cordata 'Rancho' 1b	0,1407	14
Tilia cordata 'Rancho' 1c	0,1142	11
Tilia cordata 'Rancho' 1d	0,1364	14
Tilia cordata 'Rancho':medel	0,127	13
Tilia cordata 1a	0,1245	12
Tilia cordata 1b	0,1402	14
Tilia cordata 1c	0,1119	11
Tilia cordata 1d	0,1423	14
Tilia cordata:medel	0,13	13
Tilia euchlora 'Frigg' 1a	0,1119	11
Tilia euchlora 'Frigg' 1b	0,1424	14
Tilia euchlora 'Frigg' 1c	0,1017	10
Tilia euchlora 'Frigg' 1d	0,108	11
Tilia euchlora 'Frigg':medel	0,116	12
Tilia euchlora 1a	0,0826	8
Tilia euchlora 1b	0,1261	13
Tilia euchlora 1c	0,1193	12
Tilia euchlora 1d	0,1183	12
Tilia euchlora:medel	0,112	11
Tilia europaea 'Pallida' 1a	0,0783	8
Tilia europaea 'Pallida' 1b	0,1313	13
Tilia europaea 'Pallida' 1c	0,0941	9

Tilia europaea 'Pallida' 1d	0,0745	7
Tilia europaea 'Pallida':medel	0,095	9
Tilia hybrid 'Odin' 1a	0,105	11
Tilia hybrid 'Odin' 1b	0,1175	12
Tilia hybrid 'Odin' 1c	0,1178	12
Tilia hybrid 'Odin' 1d	0,1012	10
Tilia hybrid 'Odin':medel	0,11	11
Tilia platyphyllos 'Fenris' 1a	0,1024	10
Tilia platyphyllos 'Fenris' 1b	0,1069	11
Tilia platyphyllos 'Fenris' 1c	0,0826	8
Tilia platyphyllos 'Fenris' 1d	0,07	7
Tilia platyphyllos 'Fenris':medel	0,09	9
Tilia platyphyllos 'Rubra' 1a	0,1419	14
Tilia platyphyllos 'Rubra' 1b	0,1463	15
Tilia platyphyllos 'Rubra' 1c	0,1078	11
Tilia platyphyllos 'Rubra' 1d	0,1299	13
Tilia platyphyllos 'Rubra':medel	0,131	13
Tilia platyphyllos 'Örebro' 1a	0,091	9
Tilia platyphyllos 'Örebro' 1b	0,1116	11
Tilia platyphyllos 'Örebro' 1c	0,0906	9
Tilia platyphyllos 'Örebro' 1d	0,1107	11
Tilia platyphyllos 'Örebro':medel	0,101	10
Tilia platyphyllos 1a	0,1054	11
Tilia platyphyllos 1b	0,1697	17
Tilia platyphyllos 1c	0,1301	13
Tilia platyphyllos 1d	0,1245	12
Tilia platyphyllos:medel	0,132	13