

Barrträd – framtidens stadsträd?

– En studie av klimatförändringarnas påverkan på
barrträd i Malmö till år 2100

Conifers – The urban trees of the future?

– A study of the impact of climate change on coniferous in Malmö
in year 2100

Clara Zetterlund



Barrträd – framtidens stadsträd?

- **En studie av klimatförändringarnas påverkan på barrträd i Malmö till år 2100**

Conifers – the urban trees of the future?

- A study of the impact of climate change on coniferous in Malmö in year 2100

Clara Zetterlund

Handledare: Mats Gyllin, SLU, Institutionen för arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

Examinator: Thomas B. Randrup, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0649

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Fotograf Mykola Swarnyk, 2014-06-06, tillgänglig:

<https://www.flickr.com/photos/60901786@N05/14746633842/in/photostream/>
[2017-05-18]

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

Nyckelord: Barrträd, stadsträd, trädval, klimatförändring, klimatförbättra, Malmö, 2100, hållbar, värmeö-effekten

Sammandrag

Uppsatsen presenterar en litteraturstudie av klimatförändringarnas konsekvenser för stadsträd i Malmö till år 2100, med fokus på städsegröna barrträd. För att förhindra en framtid där vi måste byta ut en stor andel klimatmässigt missgynnade stadsträd är det viktigt, både ekologiskt och ekonomiskt, att ta reda på vilka arter som kommer klara de förändrande förutsättningarna som framtidsklimatet för med sig. Studien har fokus på städsegröna barrträd för att ta reda på om dessa kan ha ett större klimatmässigt värde än lövträd, och därför med fördel användas i hanteringen av klimatförändringarna.

Vid slutet av seklet kommer Malmös årsmedeltemperatur enligt SMHI:s beräkningar ha stigit från 8.4 °C till +13 °C vilket ger en längre vegetationsperiod och i huvudsak milda, regniga vintrar och heta, torra somrar med intensiva värmeböljor. De klimatfaktorer som behandlas i uppsatsen är de som kommer ha konsekvenser för trädets växtfysiologiska aspekter: temperatur, nederbörd, torka och vegetationsperiodens längd. Resultaten visar att torktåliga arter med lämpliga strategier för att hantera torkstress är bland de viktigaste egenskaperna för stadsträd i Malmö år 2100. Hur trädets invintring och vintervila kommer påverkas av det förändrade klimatet utreds inte fullt ut då det är ett aktuellt forskningsområde vilket gör det svårt att i denna litteraturstudie ge ett entydigt svar.

Städsegröna barrträden har en god förmåga att hantera perioder av torka på grund av en flexibel fotosyntes, långsam transpiration, tjock kutikula och mindre blad. Städsegröna barrträd kan lindra effekten av klimatförändringarna mer effektivt än lövfällande lövträd när det gäller dagvattenhantering, absorbering av luftföroreningar samt främjande av biologisk mångfald. Detta beror på barrträdets vintergröna krona som gör att trädets klimatförbättrande funktioner kan erbjudas året runt och inte bara under vegetationsperioden. Beträffande trädets temperaturreglerande förmåga via transpiration presterar barrträd emellertid sämre än lövträd.

Abstract

This thesis presents a literature study of the impact of climate change on city trees in Malmö in year 2100 with the main focus on evergreen coniferous trees. In order to prevent a future where we have to replace a large proportion of city trees due to their disadvantage with respect to the climate, it is important both ecologically and economically, to find out which species that will manage the changing conditions that the future climate will bring. The study focuses on conifers to find out if these can alleviate the effects of climate change better than deciduous trees, and therefore could be at an advantage in the management of climate change.

By the end of this century, Malmö's mean annual temperature will have risen from 8.4 ° C to +13 ° C according to SMHI's calculations. This will cause a longer growing period and mainly mild, rainy winters and hot dry summers with intense heatwaves. The climate factors studied in this thesis are those that will have consequences for the physiological aspects of the tree: temperature, precipitation, drought and the length of the growing period. The results show that dry-resistant species with appropriate strategies for managing drought stress are among the most important characteristics of city trees in Malmö in 2100. How grow cessation and dormancy development of the trees will be affected by climate change is not fully investigated since it is a current research area which makes it difficult to address in this thesis.

Coniferous trees have a good ability to handle periods of drought due to flexible photosynthesis, slow transpiration, thick cuticle and smaller leaves. Conifers can manage the effect of climate change more efficiently than deciduous trees in terms of storm water management, absorption of air pollution and the support of biodiversity. This is due to the evergreen canopy of coniferous trees, which allows the tree's climate-enhancing features to be offered all year round and not just during the growing period. Regarding the trees cooling effect through transpiration, conifers perform poorer than deciduous trees.

Förord

Innan jag påbörjade min utbildning till landskapsarkitekt på Alnarp var mitt intresse för växter minst sagt svalt, men det skulle snabbt komma att ändras. Efter tre år på utbildningen var det en självklarhet att under kandidatexamensarbetet ta tillfället i akt att fördjupa mina kunskaper inom ämnet. Växter och hur de kan användas för att påverka den miljö vi lever i är något som idag engagerar mig i allra högsta grad. Det faktum att klimatförändringarnas effekt på vår planet blir mer och mer påtaglig har motiverat mig till att även söka kunskap i hur vegetation kan bidra till en hållbar stadsutveckling

Simon Lidbergs kandidatuppsats *Klimatförändringarnas påverkan på träd i offentlig miljö i Uppsala till år 2100* (2014) har haft en avgörande roll i sökandet efter den perfekta frågeställningen som kunde kombinera de båda ämnena: växter och klimatförändringarna. Att uppsatsen kom att handla om just barrträd var egentligen en ren slump. Jag ville avgränsa min studie på något sätt och tyckte barrträd kändes som en rimlig omfattning. Då hade jag nog aldrig kunnat ana att jag skulle avsluta kursen som en stor barrträdsfantast.

Jag vill tacka min handledare Mats Gyllin som har guidat mig i mitt skrivande och Salla Marttila som bidragit med värdefull kunskap. På grund av klimatförändringarna kommer förutsättningarna för framtidens stadsträd kraftigt förändras, vilket ställer krav på en hög medvetenhet och kunskap vid val av trädart. Här kan barrträden bidra till en större mångfald och motståndskraft mot framtidsklimatets utmaningar. Jag hoppas att jag med denna uppsats kan bidra till att vi i framtiden har städer med lämpliga och välmående träd.



Clara Zetterlund
Alnarp, maj 2017

Innehållsförteckning

SAMMANDRAG

ABSTRACT

FÖRORD

1. INLEDNING	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Mål och syfte	10
1.3 Avgränsningar.....	10
1.4 Metod och material.....	11
1.5 Begreppsförklaring	12
2. KLIMATETS UTVECKLING	13
2.1 Värmeö-effekten	13
2.2 Klimatet idag.....	14
Temperatur.....	14
Nederbörd	14
Torka	14
Vegetationsperiod	14
2.3 Klimatet 2100	15
Temperatur.....	15
Nederbörd	15
Torka	16
Vegetationsperiod	16
Grundvatten	16

2.4 Sammanfattning	17
3. FRAMTIDSKLIMATETS KONSEKVENSER FÖR MALMÖS STADSTRÄD.....	18
3.1 Grundläggande växtbiologi	18
3.2 Träd generellt	19
Ökad koldioxidhalt.....	20
Vattenbrist och torka	20
Översvämning.....	21
Vegetationsperioden förlängs.....	22
Sammanfattning	23
3.3 Barrträd.....	23
Hur bra är barrträd på att klara en ökad temperatur och torka?	23
Hur bra är barrträd på att göra sitt jobb som stadens klimatförbättrare?	25
Kan barrträd dra nytta av en längre vegetationsperiod?	27
4. DISKUSSION.....	28
4.1 Fördelar och nackdelar med barrträd	28
4.2 Vilka trädarter är aktuella för framtiden?.....	29
4.3 Metoddiskussion och källkritik.....	31
5. SLUTSATSER	31
6. AVSLUTANDE REFLEKTION	32
7. KÄLLFÖRTECKNING	33

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Klimatet på planeten håller på att förändras vilket betyder att förutsättningarna för liv på jorden förändras. Det finns de som hävdar att förändringen är positiv, att "klimatförbättringarna" kommer ge oss samma klimat som norra Frankrike (Rothenborg, 2007). Att vi kommer ha öppna fält med solrosor och stora vinodlingar över det skånska slättlandskapet, men klimatprognoserna kommer inte bara med lovord. Skånes klimat står inför enorma förändringar där extrema väderhändelser kommer ge konsekvenser för både människor, djur och växter (SMHI, 2017b).

I städer som Malmö bildas ett lokalklimat som ytterligare kan förhöja effekten av klimatförändringarna när det gäller bland annat temperatur och luftkvalitet (Björklund, 2014). Detta beror på värmeö-effekten som gör storstadsområden påtagligt varmare än sin omgivning. Här spelar stadsträden en betydande roll då de kan lindra effekterna av dessa förändringar. Henrik Sjöman, forskare vid SLU, hävdar att *"Ett av de mest effektiva verktygen för att minska effekterna från den globala uppvärmningen och värmeö-fenomenet är att bevara och utveckla stadens vegetation och grönområden"* (2015, s. 247). Han understryker att stadsträd förutom att de kan sänka temperaturen även kan sänka halterna av luftföroreningar samt fördröja och ta upp dagvatten.

Våra inhemska träd är dock inte anpassade för framtidsklimatet utan föredrar betydligt svalare förhållanden och en relativt kort växtsäsong (Sjöman, 2015). Träd i hårdgjord miljö lever redan idag i en extrem ståndort med en högre temperatur och begränsat rotutrymme, vilket många gånger leder till brist på vatten, syre och näring (Sjöman, 2012). Framtidsklimatet kommer orsaka ytterligare störningar för dessa faktorer och påverka trädens hälsa. Stora, mogna träd med en tät krona är det som bäst kan bidra till en effektiv dagvattenhantering, avkylning och livsmiljö för djur och insekter (Cappiella, Schueler, & Wright, 2005). Därför är det avgörande att stadsträden lever tillräckligt länge för att kunna uppnå dessa effekters fulla potential. Genom att plantera rätt träd nu minskar vi risken att behöva byta ut en stor andel klimatmässigt missgynnade träd i framtiden. Det gör att den här frågan har både en ekologisk och ekonomisk betydelse, och är något vi måste ta hänsyn till i arbete med att utveckla en hållbar fysisk planering.

För att kunna skapa en långsiktigt hållbar population av stadsträd är det viktigt att ta reda på vilka träd som kommer klara av de förändrande förutsättningarna som framtidsklimatet för med sig. **Den här uppsatsen fokuserar därför på vad klimatförändringarnas konsekvenser blir för stadsträd i Malmö.** I min avgränsning har jag valt att fokusera på just barrträden för att ta reda på om dessa kan ha ett större klimatmässigt värde än lövträd, och därför med fördel kan användas i hanteringen av klimatförändringarna.

Barrträden har utvecklats i över 300 miljoner år och kom till jorden långt före lövträden (Farjon, 2008). De äldsta levande träden i världen är alla barrväxter vilket säger något om dess överlevnadsförmåga. Deras evolutionära historia går längre tillbaka i tiden än dinosauriernas era. De har överlevt extrema klimatförändringar, katastrofala utrotningshot och geologiska omvälvningar som kontinentalplattornas förflyttning. Trots det har barrträden ändå lyckats ockupera varje kontinent på vår planet, från de höga bergstopparna till den tropiska djungeln. "The stories of how conifers coped are some of the most thrilling in plant lore" (Farjon, 2008, s. 11), citat kommer från Aljos Farjon som är botanist och expert på barrväxter. Mot bakgrund av detta ställer jag mig frågan: Är barrträden framtidens stadsträd?

1.2 Mål och syfte

Mitt mål är att utvärdera och förklara varför barrträd kan komma att vara lämpliga eller inte i ett klimatscenario som sträcker sig till slutet på detta århundrade. Jag vill också undersöka om barrträd med fördel kan användas i hanteringen av klimatförändringarna i stadsmiljö.

Mitt syfte är att bidra till en framtid med en långsiktigt hållbar stadsträdspopulation, där barrträden eventuellt kan hjälpa till att bredda artrikedomen, främja den biologiska mångfalden och öka stadens motståndskraft. Min förhoppning är att uppsatsen ska utgöra ett underlag för planerare, arkitekter, ingenjörer med flera, som kan inspirera och vägleda i valet av träd i nyplantering.

För att besvara frågeställningen har jag delat upp den i tre underfrågor:

- Hur kommer klimatet i Malmöområdet förändras till år 2100?
- Vilka konsekvenser får klimatförändringarna för barrträd i Malmö?
- Kan barrträd lindra effekten av klimatförändringarna mer effektivt än lövträd, i ett lokalklimat som Malmö?

1.3 Avgränsningar

Att studera Malmö är intressant eftersom klimatet här står inför enorma förändringar under det kommande århundradet, detta tillsammans med värmeö-effekten kommer ställa stora utmaningar på trädens härdighet (Sjöman, 2012). Malmö har idag högst årsmedeltemperatur i Sverige (SMHI, 2017a) och kommer enligt SMHI:s prognoser fortsättningsvis vara landets varmaste plats, därför ser jag ett behov av att denna fråga utreds. På sikt kan resultatet bli relevant även för andra städer i takt med att de påverkas av den globala uppvärmningen.

SMHI:s klimatforskning (Persson et al., 2011) sträcker sig inte längre än till år 2100 och därför kommer uppsatsens fokus göra detsamma. I klimatstudier används en referensperiod i form av ett medelvärde för att beskriva hur klimatet brukar vara (Persson et al., 2011). Denna referensperiod används i jämförelse med andra perioder för att kunna sätta siffrorna i ett

perspektiv och se hur klimatet förändras. I SMHI:s analyser, och i denna uppsats, används den nuvarande normalperioden 1961–1990 som referens enligt internationell praxis (Ibid.).

Denna uppsats behandlar städsegröna barrträd, det vill säga barrträd som inte tappar sina barr. Fortsättningsvis kommer begreppet barrträd därför innefatta endast den städsegröna sorten. Fokus ligger på de klimatfaktorer som har konsekvenser för trädets växtfysiologiska aspekter, det vill säga det som påverkar härdighet och ståndort: temperatur, nederbörd, torka och vegetationsperiodens längd. De klimatfaktorer som inte behandlas är vind, snö och havsvattennivåhöjningen. Vind är en faktor som inte går att analysera på ett tillfredställande sätt då det saknas data över dess förändring över tid (SMHI, 2017h). Snö i Skåne län kommer vara mycket sällsynt i framtiden och berörs därför inte heller (Persson et al., 2011). Havsvattennivåhöjningen är något som kommer påverka Malmö i allra högsta grad men höjningens direkta konsekvenser för just stadsträdens härdighet är troligen små. Havsvattennivåhöjningen är inte heller något som trädbestånd i stadsmiljö kan sänka eller påverka (Björklund, 2014). Arbetet fokuserar istället på de klimataspekter som kommer att påverka Malmös stadsträd i störst utsträckning och som stadsträden samtidigt kan ha en inverkan på. För att avgränsa uppsatsen omfattning har indirekta konsekvenser som förändrade förutsättningar för trädskjodomar och skadedjur inte behandlats.

1.4 Metod och material

Som nämns i förordet har Simon Lidbergs (2014) kandidatuppsats om klimatförändringarnas påverkan på träd i Uppsala spelat en betydande roll i utförandet av detta arbete. Uppsatsen består av en litteraturstudie uppdelad i två olika delar där den första beskriver klimatets utveckling i Malmö från idag fram till slutet av seklet. Här har SMHI:s rapport *Klimatanalys för Skåne län* (2011) av Persson, Sjökvist, Åström, Eklund, Andreasson, Johnell, Asp, Olsson och Nerheim varit min utgångspunkt. Den bygger på SMHI:s egna observationer och beräkningar samt ett flertal klimatscenario från den internationella klimatforskningen. SMHI har, med hänsyn till variation och osäkerhet vid tolkning av klimatsimuleringar, gjort en sammanställning av 16 olika klimatscenarioer som kommer från det EU-finansierade projektet ENSEMBLES och SMHI:s forskningsenhet Rossby Centre (Persson et al., 2011). På så sätt ges en mer samlad bild av det tänkbara framtidsklimatet. Rapporten sträcker sig fram till år 2100 och beskriver de generella klimatet för hela Skåne län. För mer platsspecifika fakta gällande Malmö stad har andra prognoser och klimatscenarioer från SMHI:s hemsida använts. Utöver det har även miljöbarometern och diverse rapporter från bland annat Klimat- och sårbarhetsutredning (SOU 2007:60) använts.

Den andra delen behandla hur framtidens klimat kommer påverka stadsträd i allmänhet och barrträd i synnerhet. Här har dendrologisk litteratur i form av Henrik Sjömans bok *Träd i urbana landskap* (2015) och Tom Ericssons bok *Växtbiologi* (2009) utgjort grunden. För särskild kunskap om barrträds potential och funktion har litteraturstudien *Rationale for the increased use of conifers as functional green infrastructure* av Clapp, Ryan, Harper och

Bloniarz (2014) samt *The Effects of Trees on Stormwater Runoff* av Herrera Environmental Consultants (2008) spelat en avgörande roll. För inspiration och kunskap om barrträdens historia har Aljos Farjon, botanist och expert på barrträd, varit till stor hjälp.

1.5 Begreppsförklaring

Årstider i uppsatsen definieras utifrån kalendarisk indelning, i enlighet med SMHI:s rapport *Klimatanalys för Skåne län* (Persson et al., 2011).

Vinter = december, januari, februari

Vår = mars, april, maj

Sommar = juni, juli, augusti

Höst = september, oktober, november

2. Klimatets utveckling

Denna litteraturstudie behandlar klimatets utveckling från idag fram till slutet av seklet. De klimataspekter som kommer belysas är faktorer som har konsekvenser för trädsväxtfysiologiska aspekter vilket är temperatur, nederbörd, torka och vegetationsperiodens längd. Avsikten är att beskriva klimatet i Malmö, men när platsspecifika uppgifter inte funnits till hands redovisas klimatet för Skåne län. Innan klimatets utveckling presenteras är det relevant att avhandla begreppet urban heat island effect, den så kallade värmeö-effekten.

2.1 Värmeö-effekten

Sjöman (2015) beskriver begreppet värmeö-effekten som ett mått på temperaturskillnaden mellan stad och en referenspunkt i den omgivande landsbygden. Staden genererar en betydligt högre värmesumma än landsbygd eftersom stadslandskapets olika strukturer påverkar strålnings-, temperatur-, fukt- och vindförhållanden. Detta ger en värmeö-effekt på normalt 1–3 °C där skillnaden är som störst nattetid. Under vissa förhållande kan temperaturskillnaden vara betydligt högre än så. Förklaringen är stadens olika faktorer som bidrar till uppvärmningen: materialens värmereglerande kapacitet, stadslandskapets rumsliga aspekter, synfaktorn mot himlavalvet och värme genererad av fordonstrafik och industrier. Ett annan viktig faktor som bidrar till stadens uppvärmning är dess avsaknad av vegetation, som på landsbygden hjälper till att kyla ner omgivningen genom dess transpiration (Ibid.).

Värmeö-effekten leder till en ohållbar utveckling där ett varmare klimat bidrar till en ökad energiförbrukning i form av luftkonditionering, vilket därmed hjälper till att påskynda den globala uppvärmningen (Sjöman, 2015). Värme är också ett hot mot folkhälsan, enligt Klimat- och sårbarhetsutredningen kommer den stigande temperaturen med fler värmeböljor leda till allt fler värmerelaterade sjukdomar och dödsfall (SOU 2007:60). Den ihållande värmeböljan som Europa drabbades av augusti 2003 ledde till att mer än 33 000 personer avled som en direkt följd av värmen (SOU 2007:60). Det är framförallt i städer som temperaturen når dessa allvarliga nivåer, och det är just här som vegetation i form av stadsträd kan spela en betydande roll enligt Sjöman (2015). Grönskans beskuggning av byggnader och utemiljöer samt transpirationens avkylande effekt kan sänka både mark- och lufttemperatur.

Sammanfattningsvis kan man säga att temperaturökningen kommer vara som störst i städerna och Malmö är inget undantag. Exakt hur stor värmeö-effekten är i Malmöområdet är svårt att avgöra då den kan variera från dag till dag och styrs delvis av väderleken. Säkert att säga är dock att Malmö under perioder har en högre värmesumma än omkringliggande landsbygd (Sjöman, 2015).

2.2 Klimatet idag

Malmö präglas av ett maritimt klimat då det ligger längs Skånes västliga kust. Enligt *Atlas över Skåne* innebär det kraftiga vindar med västlig riktning, mindre nederbörd och mindre temperaturvariationer (SNA, 1999). Närhet till havet har också en fördröjande effekt på årstiderna. Under vintern är havet varmare än land vilket ger ett mildare klimat som gör att hösten varar längre. Våren kommer senare eftersom havet då kyles och under sommaren har västvindarna en svalkande effekt eftersom ytvattnet i Nordatlanten är svalare än den uppvärmda luften. Däremot varar sommaren längre i Skåne jämfört med resten av Sverige, tack vare dess sydliga läge är det Sveriges i genomsnitt varmaste landskap (Ibid.).

Temperatur

Malmö har enligt referensperioden 1961–1990 högst årsmedeltemperatur i Sverige med 8.4 °C (SMHI, 2017a). Den varmaste månaden är juli med en medeltemperatur på 17.1 °C och den kallaste är i februari på 0,0 °C. För jämförelse har Stockholm en årsmedeltemperatur på 6.6 °C, även här är februari kallast med en temperatur på - 3.1 °C och varmest i juli med 17.2 °C. Enligt Miljöbarometern (2017) uppmättes den längsta värmeböljan i Malmö år 1994- och 97, för båda årtalen låg dygnsmedeltemperaturen på över 20 °C i 23 dagar i sträck. Sett till det senaste 10 åren har det i genomsnitt varit värmebölja 7 dagar i sträck per år (Ibid.)

Nederbörd

Årsnederbörden för Malmö ligger på 567 mm om året för referensperioden (SMHI, 2017a). I Lund, som ligger bara två mil bort, faller det i genomsnitt 665.8 mm nederbörd per år. Det visar att den lokala variationen är stor, och det bör noteras att även stora skillnader från år till år förekommer. I länet är endast 10–20 % av årsnederbörden i form av snö, där majoriteten faller i länets östra delar, alltså inte i Malmöområdet (Persson et al., 2011). Enligt SMHI faller det under sommaren extrem korttidsnederbörd, det vill säga kraftiga skurar som kan leda till lokala problem som översvämning. Under regniga somrar i Malmö har denna typ av nederbörd orsakat bland annat översvämmade vattendrag (Ibid.).

Torka

Det finns flera olika sätt att beskriva torka då det är ett relativt begrepp. I SMHI:s klimatanalys definieras det som "antal dagar per år då markfuktigheten är lägre än medelvärdet av varje års lägsta värde" (Persson et al., 2011). Förekomsten av torka för referensperioden är enligt SMHI i genomsnitt 12–14 dygn per år. Sommaren 1992 rådde svår torka i Skåne med ett uppehållsväder under 60 dagar (SMHI, 2001), men generellt sett är Sverige idag förskonade från sådana händelser.

Vegetationsperiod

Idag ligger Skåne i växtzon 1 och har en vegetationsperiod på ca sju månader vilket är längst i landet. Vegetationsperioden definieras enligt SMHI som den del av året då dygns temperaturen överstiger +5 °C. Idag startar vegetationsperioden i början av april och

slutar i början av november (SMHI, 2017d). Dock finns det här tydliga skillnader mellan stad och land på grund av värmeö-effekten. Enligt Sjöman (2015) får vissa träd bladutspring två veckor tidigare inne i Malmö jämfört med Alnarp som ligger 7 km utanför. Även bladfällningen inträffar en till två veckor senare i Malmö vilket sammanlagt gör vegetationsperioden i staden en månad längre än på landsbygden (Ibid.).

2.3 Klimatet 2100

Denna del tar sitt avstamp i SMHI:s Klimatanalys för Skåne län av Persson et al. (2011). Rapportens framtidsberäkningar bygger på observationer och beräkningar av SMHI samt klimatscenarier från den internationella klimatforskningen. Här används den så kallade standardnormalperioden 1961–1990 som referens enligt internationell praxis. Analyser av Skånes framtidsklimat avser tidsperioden fram till år 2100.

Temperatur

Årsmedeltemperaturen för Malmö ligger idag på 8.4 °C och beräknas till slutet av seklet ligga på +13 °C (Persson et al., 2011), vilket är en kraftig förändring för både växter, djur och människor. För jämförelse kommer Skåne läns medeltemperatur stiga från 7.2 °C till 11 °C. I dessa siffror finns inte lokala påverkningar som värmeö-effekten med i beräkningarna. Det betyder att medeltemperaturen i Malmö under vissa perioder antagligen kommer ligga på 1–3 °C högre än beräknat, om vi kan anta att värmeö-effekten ser likadan ut år 2100.

För temperaturutvecklingen under de fyra årstiderna finns endast information avseende länets medelvärden tillgängligt och inte platsspecifikt för Malmö. Samtliga årstider visar på en tydlig ökning, men vintermånaderna har den största stigningen från ett medelvärde på - 0.6 °C idag till ca 7 °C vid 2100 (Persson et al., 2011). Det tyder på att snö och is i Skåne kommer vara ovanligt i framtiden.

I dagens klimat besväras inte Sverige av svår torka eller så kallade varma perioder, men i framtidsklimatet kommer det förekomma allt oftare. Med termen varm period menas fem eller fler dygn i följd där dygnsmedeltemperatur ligger på över 20 °C. I slutet av seklet kan vi enligt SMHI:s beräkningar förvänta oss mer än 7 varma perioder per år i Malmö, vilket ger minst 35 dagar av en medeltemperatur på minst 20 °C (Persson et al., 2011). Detta är överlägset flest varma perioder både i Sverige och i länet, vilket ytterligare tyder på att Malmö kommer fortsätta vara Sveriges varmaste plats även i framtiden.

Nederbörd

Årsnederbörden kommer fortsätta öka succesivt men kommer också ha en stor variation från år till år. Enligt SMHI:s beräkningar ligger årsmedelnederbörden för Skåne län på 747 mm för referensperioden 1961–1990 (Persson et al., 2011). Jämför man med 20 år senare (1991–2010) är årsmedelnederbörden för länet på 805 mm vilket är en ökning på 8 %. Vidare visar SMHI:s beräkningar ett framtidsklimat med en ökad nederbörd på 100–150 mm vilket ger en

procentuell ökning på ca 20 % jämfört med referensperioden. Även extrem korttidsnederbörd beräknas öka med ca 30 % för länet till seklets slut (Persson et al., 2011).

Nederbörden för Malmö specifikt ligger på 550–600 mm per år för referensperioden (Persson et al., 2011). Det är betydligt lägre än medelvärdet för länet, detta beror på nederbördsfördelningen som följer topografin vilket ger mindre regn längs kusten och mer på höjdparter. Enligt SMHI:s beräkningar kommer nederbördsfördelningen över länet förbli densamma och Malmö kommer år 2100 ha en årsnederbörd på ca 650–700 mm vilket, precis som för länet, ger en ökning på 100–150 mm (Persson et al., 2011). Majoriteten av det nya regnet kommer falla under vintern, därefter en del under vår och höst. För sommarperioden framgår ingen tydlig förändring till 2100 utan nederbörden antas vara densamma som idag. Detta talar för mycket blötta vintrar med risk för översvämning och fortsatt torra somrar.

Torka

I SMHI:s analys av förändringen av torka har både årsnederbörd, temperatur och avdunstning tagits med i beräkningen (Persson et al., 2011). Detta eftersom avdunstningen ökar med 5–10 % för varje grad som temperaturen stiger. Med detta mått ges referensperioden 1961–1990, som tidigare nämnts, ett genomsnitt på ca 12–14 dygn av torka per år. Efter en enorm ökning kommer vi i Malmö vid seklets slut uppleva 80–90 dagar av torka per år (Persson et al., 2011). Upp emot tre månader av torka per säsong är en kraftig förändring som oundvikligt kommer ge konsekvenser, inte bara för odlingsklimatet, utan också för områden som jordbruk, skogsbruk, dricksvattenproduktion, vattenkraft och för industrier med vattenbehov (SMHI, 2017c).

Vegetationsperiod

Enligt SMHI kommer vegetationsperiodens längd att öka som mest i Skåne med hela 100 dagar jämfört med referensperioden 1961–1990 (SMHI, 2017e). Det kommer göra att den startar ca 70 dagar tidigare och slutar ca 30 dagar senare (SMHI, 2017f, 2017e). Detta ger en sträckning från början av februari till början av december, vilket kommer orsaka konsekvenser för trädens biologiska förutsättningar. En förlängd vegetationsperiod betyder också att träden kommer ha ett större vattenbehov. Så länge växtsäsongen pågår kommer träd och annan vegetation suga åt sig det vatten som finns i marken, vilket ytterligare ökar risken för torka (Persson et al., 2011).

Grundvatten

Grundvattenbildning, precis som allt annat, kommer också att påverkas av det förändrade klimatet. Enligt SMHI (Persson et al., 2011) kommer grundvattennivån i länet vid slutet av seklet vara högre under vintern på grund av en ökade regnnederbörd. Dock kommer en förlängd vegetationsperiod, som tidigare nämnts, sänka nivån under resten av året. I genomsnitt kommer årsmedelvärdet för grundvattenbildning i Malmö att sjunka med 15–25 % till 2100 (Ibid.). Detta ökar ytterligare risken för extrem torka under växtsäsongen.

2.4 Sammanfattning

Sammanfattningsvis står Malmös klimat inför enorma förändringar med huvudsakligen milda, regniga vintrar och heta, torra somrar. Här presenteras i punktform en sammanfattning av resultatet från litteraturstudien om klimatets utveckling till 2100:

- Temperaturökning kan noteras under alla årstider men är mest märkbar under vintern. Den beräknade årsmedeltemperaturen för Malmö kommer gå från dagens temperatur på 8.4 °C till +13 °C vid seklets slut (Persson et al., 2011). På grund av värmeö-effekten kan man eventuellt förvänta sig varmare temperaturer än så.
- Årsnederbörden kommer vid seklets slut ha ökat med +20 % jämfört med referensperioden (Persson et al., 2011). Även här är skillnaden som störst för vintern med risk för fler översvämningar medan nederbörd under sommaren står oförändrad.
- Antalet dagar med torka kommer öka från referensperiodens genomsnitt på ca 12–14 dagar per år till 80–90 dagar per år (Persson et al., 2011).
- Vegetationsperioden förlängs med 100 dagar och kommer i framtiden sträcka sig från februari till december (SMHI, 2017f, 2017e).
- Årsmedelvärdet för grundvattenbildning kommer sjunka med 15–25 % (Persson et al., 2011).

Jag vill poängtera att här presenteras endast en del av klimatförändringarnas konsekvenser, ett stort antal andra faktorer som inte berörs i uppsatsen kommer också förändras i takt med klimatets utveckling. Som exempel beror översvämningensrisken i hög grad på vilka förbyggande åtgärder som vidtas, hur bebyggelse och infrastruktur planeras, och hur vattendragen regleras (Klimatanpassningsportalen, 2017).

3. Framtidsklimatets konsekvenser för Malmös stadsträd

En del skulle hävda att de biologiska förutsättningarna för 2100 kommer att bli mycket goda. Med rätt anpassning och teknik skulle man kunna utnyttja potentialen i framtidsklimatet som öppnar upp för nya arter att växa i Skåne. Det går dock inte att blunda för att en kraftig förändring med framförallt en extrem torka kommer ställa höga, kanske till och med omöjliga, krav på Malmös befintliga stadsträd som är långt ifrån anpassade till ett sådant klimat.

Både i hårdgjord miljö och i naturen pågår det en ständig kamp om platsens resurser såsom ljus, näring och vatten (Sjöman, 2015). Stressfaktorernas konsekvens blir ofta en reducering av trädets fotosynteskapacitet. I detta kapitel presenteras de främsta stressfaktorerna för träd i stadsmiljö, kopplade till de framtidsklimat för år 2100 som redovisats i föregående kapitel. Studien tar sitt avstamp i Henrik Sjömans bok *Träd i urbana landskap* (2015) och Tom Ericssons bok *Växtbiologi* (2009). För att underlätta förståelsen presenteras först en genomgång i grundläggande växtbiologi. Därefter beskrivs framtidsklimatets konsekvenser för stadsträd generellt och därefter för barrträd specifikt.

3.1 Grundläggande växtbiologi

Ericsson (2009) beskriver växters fotosyntes och cellandning som fundamentala processer nödvändiga för liv på jorden. Fotosyntesen hos växter omvandlar solens energi till kemisk energi i form av socker. För att kunna använda sockret till nya celler och vävnad krävs ATP-molekyler som bildas när växten andas. Om trädet mår bra tillverkar fotosyntesen mer socker än vad det kan göra av med. Överskottet lagras som sockerreserver och är nödvändiga för att växten ska klara av vintern och för att till exempel kunna hantera skador på grund av frost, torka eller skadedjur. För att fotosyntesen och andningen ska fungera behöver trädet ljus, vatten, koldioxid, syre samt värme (ibid.). Framtidsklimatet kommer orsaka störningar för dessa faktorer och därför påverka växternas fotosynteskapacitet.

Ericsson (2009) beskriver transpiration som en avgörande faktor för att trädet ska ha ett fungerande näringsupptag. Transpiration avser transporten av vatten från rötterna upp till skottet och sedan ut ur bladets klyvöppningar. Även om denna process är nödvändig för växtens överlevnad är det också här den största vattenförlusten sker. Ett träd kan själv påverka transpirationens mängd och hastighet genom att aktivt reglera hur mycket klyvöppningarna ska vara öppna, beroende på luftfuktighet och tillgång på vatten i marken (Sjöman, 2015). Små klyvöppningar ger en sämre fotosynteskapacitet, men en bättre förmåga att reducera transpiration, det vill säga vattenförlusten (Ibid.).

Det finns tre olika former av fotosyntes (C3, C4 och CAM) vilket beror på att vattentillgången varierar på planeten (Ericsson, 2009). I Sverige där tillgången är förhållandevis god finns det enligt Ericsson i huvudsak växter med C3-fotosyntes. Här är koldioxidkoncentrationen i luften relativt låg vilket gör att dessa växter kräver fullt öppna klyvöppningar för att kunna tillgodose

sitt behov av koldioxid. Ständigt öppna klyvöppningar leder som sagt till stora vattenförluster, och därför har C3-växterna ett stort vattenbehov. Fotosyntestypen C4 och CAM har utvecklats i ett mer extremt klimat för att klara hög värme, starkt solljus och torka utan att fotosyntesen försämras.

3.2 Träd generellt

Ökad temperatur

En ökad temperatur kommer vara en av de mest påtagliga förändringarna för stadens framtida trädbestånd. Redan idag kan höga temperaturer i den hårdgjorda miljön orsaka problem för gatuträden, vilket kommer bli allt vanligare i framtiden.

Växtens fotosyntes försämras

Enligt Ericsson (2009) skulle en ökad temperatur för Sverige kunna ge en bättre fungerande fotosyntes då processen för C3-växter fungerar som bäst vid 15 °C. Vid lägre eller högre temperatur går reaktionerna långsammare. Däremot tar Ericsson också upp att en högre temperatur även ger en högre transpiration, vilket ökar växtens vattenförlust. Malmös framtidsklimat, med långa perioder av värmeböljor och torka, kommer tillslut tvinga träden att stänga sina klyvöppningar för att undvika torkstress. Som tidigare nämnts innebär stängda klyvöppningar för C3-växter att fotosyntesen upphör helt, då den är beroende av vatten (Ericsson, 2009). Utan transporten av koldioxid via klyvöppningarna fungerar alltså inte längre C3-fotosyntesen. Däremot kan de två andra formerna av fotosyntes, C4 och CAM, hantera ett sådant scenario utan problem. Som tidigare nämnts är dessa växter anpassade för ett torrt och varmt klimat där de måste kunna minska eller helt stänga sina klyvöppningar, utan att fotosyntesen upphör (Ibid.).

Sammanfattningsvis kan man säga att de inhemska träd vi har i Malmö idag är av C3 typen och är därför inte anpassade för ett varmare klimat (Ericsson, 2009). En ökad temperatur i kombination med vattenbrist kommer få direkt konsekvenser i form av en sämre fungerande fotosyntes, som under perioder kommer upphöra helt. Även om fotosyntesen upphör för C3-växter så fortsätter cellandningen som vanligt och därför också förbrukningen av sockerreserverna. Följden blir en mindre sockerreserv eller ingen alls, vilket gör trädet mer mottagligt för skadedjur och hämmar tillväxten. Enligt Ericsson (2009) är det vid en temperatur på 25 °C som upptaget av koldioxid är lika stort som utsläppet via transpiration. Det betyder att förbrukningen av energi är lika stor som bildandet av ny energi, vilket gör att tillväxten avstannar och trädet blir mer mottagligt för sjukdomar och skadeangrepp. Det här är inget problem om trädet redan har ett lager av sockerreserv tillgängligt. Vid en högre temperatur än 25 °C blir det dock en obalans som gör att tillväxten blir "negativ". Själva andningen kräver resurser från sockerreserven och till slut, vid ihållande värme, tvingas trädet offra sin egen bladmassa för att kunna överleva (Ibid.). Detta är ett resultat av att C3-växter är anpassade för ett svalare klimat (Sjöman, 2015). Vad långvarig torka får för växtbiologiska konsekvenser tas upp närmare under rubriken Vattenbrist och torka.

Bladet åldras snabbare

En förhöjd temperatur leder också till en ökad bladtemperatur. Genom växtens transpiration kyls bladen ner men när klyvöppningarna stängs, på grund av för hög värme och brist på vatten, kan inte transpirationen göra sitt jobb. Enligt Ericsson (2009) kan bladtemperaturen då snabbt stiga till nivåer som är skadliga för bladet. En bladtemperatur på över 40 °C är inte ovanligt och kommer i det flesta fall skada bladets protein.

Ökad koldioxidhalt

En stigande halt av koldioxid gynnar växterna då det ger en bättre fungerande fotosyntes, det hävdar Melin, Sigfridsson och Strand i rapporten *Växtodling i Sverige 2040* (2010). Rapporten lyder: "Då dagens koncentration av koldioxid är underoptimal kommer en framtida höjning av koldioxidhalten i atmosfären öka fotosyntesen hos C3-växter" (Melin, Sigfridsson, & Strand, 2010, s. 8). Som det ser ut idag måste C3-växterna ständigt ha sina klyvöppningar öppna för att kunna transportera den mängd koldioxid som behövs. Med en ökad koncentration i atmosfären kan växterna minska klyvöppningarna men ändå tillgodose sitt behov. En ökad koldioxidhalt minskar alltså transpirationen och därmed vattenbehovet. Enligt Melin et al. skulle en fördubbling av koldioxidkoncentrationen minska klyvöppningarnas yta med 20 %, och därmed förbättra vattenhushållningen samtidigt som fotosynteskapaciteten ökar. Ericsson (2009) betonar dock att en sådan utveckling endast är möjlig om tillgången på vatten och kväve ökar i motsvarande grad.

Ökad koldioxidhalt tillsammans med ökad tillgång på vatten och kväve leder till:

- Bättre fungerande fotosyntes → ökad tillväxtpotential
- Mindre klyvöppningar → sänkt transpiration → förbättrad vattenhushållning

Vattenbrist och torka

Enligt Sjöman (2012) är torkstress det största hotet mot stadsträdens tillväxt och hälsa. Den hårdgjorda miljön innebär att mindre vatten når trädens rötter då nederbörden effektivt förs bort via dagvattenbrunnar istället för att infiltreras ner i marken. Under sommarmånaderna kommer vattentillgången i Malmö vara som lägst (Persson et al., 2011), dessvärre är det då träden har som störst vattenbehov (Ericsson, 2009). Som tidigare nämnts leder långvarig torka till att klyvöppningarna stängs och sockerbildningen upphör, vilket ger omfattande negativa konsekvenser för stadsträdets hälsa. Nedan presenteras i någorlunda kronologisk ordning hur vattenbristen ter sig i trädets olika delar.

Mindre blad och kortare skottlängd

Enligt Sjöman (2015) är en tidig reaktion på vattenbrist bildandet av ett hormon (ABA) i de torkdrabbade rötterna som sedan skickas upp till bladen. Hormonets uppgift är få bladet att minska klyvöppningarna och hämma skottsträckningen. Konsekvensen blir att nybildade blad blir mindre i storlek och avståndet mellan dessa blir kortare, på så vis blir den kommande

vattenförbrukningen också mindre. Det här minskar också sockerförbrukningen vilket gör det möjligt för trädet, att trots en måttlig vattenbrist, kunna fylla på sockerreserverna.

Bladtillväxt avstannar och Rottillväxt prioriteras

Vid nästa nivå av vattenbrist avstannar ny skotttillväxt helt för att minska transpirationen och därmed vattenförlusten. Istället så tilltar rottillväxten för att trädet ska öka sina chanser att hitta mer vatten (Sjöman, 2015).

Trädet släpper sina blad

Om vattenbristen förvärras ytterligare tvingas trädet minska sin bladyta, det vill säga offra sina blad. Enligt Ericsson (2009) är det främst de äldsta bladen som släpps först och vid riktigt svår torka även nybildade blad. Bladfällning är vanligast under årets varmaste och torraste period och är en panikåtgärd för att minska trädets vattenförlust. Enligt Sjöman (2015) får detta konsekvenser för nästa års skotttillväxt och blomning. Ett träd med en fullständig bladmassa kan bygga upp en mer omfattande sockerreserv till nästa års tillväxt. Om trädet istället utsätts för kontinuerlig bladfällning blir det småvuxet och försvagat. Det blir då mottaglig för diverse skadeangrepp som i förlängningen kan leda till att trädet dör (Ibid.).

Torkskador på blad och grenar

Enligt Sjöman (2015) utvecklar en svår torkstress även tydliga torkskador hos trädet. Primärt syns skadorna i form av intorkade bladkanter som vid en långvarigare torkstress leder till att hela grenpartier drabbas.

Tidiga ändknoppar

Torkstress kan också leda till att trädet sätter ändknoppar onaturligt tidigt på säsongen (Sjöman, 2015). Ändknoppen sätts i vanliga fall på hösten när det är dags att avsluta säsongens längdtillväxt, ju tidigare den sätts desto långsammare tillväxt och etablering orsakas hos trädet.

Översvämning

I takt med att staden byggs ut och andelen hårdgjorda ytor blir allt fler ökar risken för översvämning, då regnvattnet till slut inte har någonstans att ta vägen. Den hårdgjorda stadsmiljön är redan idag en utmanande ståndort där dåligt dränerade växtbäddar kan leda till stillastående vatten efter kraftig nederbörd (Sjöman, 2012). I och med den påfallande ökningen av nederbörd vintertid kommer Malmö i framtiden behöva hantera fler och större översvämningar.

En växtbädd med stillastående vatten ger enligt Ericsson (2009) en dåligt syresatt jordmån där trädet blir oförmögen att ta upp vatten. Som tidigare nämnts krävs det energi i form av ATP-molekyler, som tillverkas i cellandningen, för att rötterna ska kunna ta upp vatten. Om cellandningen hämmas på grund av översvämning dör trädet till slut av vattenbrist. Som tidigare nämnts är vatten viktigt för att fotosyntesen ska fungera: brist på vatten →

klyvöppningar stängs → fotosyntesen avstannar. Träd är med andra ord beroende av en god syretillgång för att fungera optimalt (Ibid.).

Vegetationsperioden förlängs

En längre vegetationsperiod gör att träden har längre tid att bygga upp sin sockerreserv inför vintern (Lidberg, Klimatförändringarnas påverkan på träd i offentlig miljö i Uppsala till år 2100, 2014). Det främjar tillväxten och gör att de är bättre rustade att hantera skador på grund av till exempel frost, torka och sjukdomar. En förlängd vegetationsperiod betyder också att träden kommer ha ett större vattenbehov. Så länge växtsäsongen pågår kommer samtlig vegetation i staden suga åt sig det vatten som finns i marken, vilket ytterligare ökar risken för torka (Persson et al., 2011). I takt med att klimatet blir varmare kommer också zonkartan förskjutas vilket sannolikt kommer göra att fler exotiska arter kan växa i Skåne (Lidberg, Klimatförändringarnas påverkan på träd i offentlig miljö i Uppsala till år 2100, 2014). Träd som idag inte är härdiga kan i framtiden komma att trivas mycket bra i Malmö.

Invintring och vintervila

För att träd ska klara av vinterns låga temperaturer måste det förbereda sig genom en process som kallas invintring. Tillväxten upphör och frosthärdighet byggs upp innan det fullt invintrade trädet går in i ett vilostadium (Ericsson, 2009). Som följd av en längre och varmare vegetationsperiod kan man tror att även trädens invintring kommer skjutas upp till senare på hösten, så är dock inte fallet. Enligt Ericsson är det nattens längd som styr invintringens startskott. Hur många timmar mörker växten behöver per dygn innan processen drar igång styrs i sin tur av växtens gener. Nattens längd vid ett givet datum är alltid densamma från år till år, vilket gör att även om klimatet blir varmare kommer trädens invintring fortsätta börja vid samma tid varje år. Det finns därför en risk att våra inhemska träd inte kommer kunna anpassa sig till framtidsklimatet eftersom processen styrs av artens gener. Träd med nordligt ursprung kan i framtiden komma att invintra tidigare på hösten än vad de behöver, vilket leder till att träden växer onödigt långsamt. Träd från sydligare områden behöver en längre natt innan de kan börja sina vinterförberedelser, vilket gör att de kan leva och frodas en längre bit in på hösten än våra inhemska växter. Så länge det får tillräckligt med tid för invintrings-processen klarar dessa träd också minusgrader utan problem (Ibid.)

Äkta eller falsk knoppvila

Den vila som ett fullt invintrat träd går in i bryts när våren kommer. Om trädet har en äkta eller falsk knoppvila avgör när uppvaknandet sker. Äkta vila innebär enligt Ericsson (2009) att knopparna kan slå ut först när växten fått en viss mängd kyla och sedan en viss mängd värme. Det innebär att vilan inte bryts av fluktuerande vintertemperaturer utan trädet förblir invintrat. Denna egenskap finns främst hos träd anpassade för ett kustklimat där de är vanligt med en pendlande temperatur. Falsk knoppvila innebär att det endast är bristen på värme som hindrar knoppen från att slå ut. Det gör att trädet kan luras igång av en tillfällig värmeperiod för att sedan skadas av tidig vårfrost. Ju varmare årets första månader är desto tidigare slår knopparna ut eftersom värmebehovet uppfylls snabbare. Generellt sätt är växter

med äkta vintervila att föredra i ett kustklimat som Malmö därför att det bryter lite senare vilket kan säkerställa att de inte slår ut för tidigt (Ibid.). Dock kommer risken för minusgrader i framtiden avta mer och mer vilket skulle minska behovet av växter med äkta vintervila. Eventuellt kan dessa arter dröja onödigt länge innan det slår vilket resultera i en långsam tillväxt. Kunskap om både invintring och vintervila är relevant för att förstå en arts lämplighet för framtidsklimatet.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis står Malmös träd inför mer värme och mindre vatten under vegetationsperioden när dess vattenbehov är som störst, och blöta vintrar när behovet är som minst. En ökad temperatur kommer initialt ge en bättre fungerande fotosyntes men som i kombination med vattenbrist ger upphov till skadliga konsekvenser för trädet (Ericsson, 2009). Klyvöppningarna stängs och sockerbildningen upphör vilket i förlängningen leder till en skadlig transpiration och en tom sockerreserv. Långvarig torka ger omfattande negativa konsekvenser för trädets hälsa som gör det mer mottagligt för skadedjur och sjukdomar (Sjöman, 2015). En längre vegetationsperiod gör träden bättre rustade för vintern (Lidberg, 2014) samtidigt som det ökar risken för torka eftersom vattenbehovet blir större (Persson et al., 2011). En ökad halt av koldioxid kommer förbättra fotosynteskapaciteten då det möjliggör för en sänkt transpiration, det vill säga ett mindre vattenbehov (Melin, Sigfridsson, & Strand, 2010). Vintertid finns det risk för syrebrist i jorden på grund av översvämningar, vilket också leder till att fotosyntesen upphör (Ericsson, 2009).

För att ett träd ska klara av Malmös nya klimat måste det alltså vara torktåligt och ha lämpliga strategier för att hantera torkstress, samt klara mycket väta under vintern. För att kunna utnyttja den förlängda vegetationsperioden bör trädet eventuellt ha en sen invintring, det vill säga ett icke-nordiskt ursprung. Denna fråga, samt huruvida det är äkta eller falsk knoppvila som är att föredra i framtiden, kommer att behandlas i diskussionen.

3.3 Barrträd

Som tidigare nämnts har barrträdsväxter en häpnadsväckande historia som vittnar om ett taxon som överlevt i över 300 miljoner år genom extrema klimatförändringar och katastrofala utrotningshot (Farjon, 2008). Detta kapitel avser att svara på frågan om barrträd är framtidens stadsträd.

Hur bra är barrträd på att klara en ökad temperatur och torka?

Eftersom ökad temperatur och torka kommer vara de mest påtagliga förändringarna i Malmö så är torktåliga träd en nödvändighet för stadens framtida trädpopulation. I den hårdgjorda stadsmiljön är utrymmet för rötter redan begränsat och därför är strategier för torkstress i form av ovanjordiska egenskaper (kopplade till bladets eller barrets utformning och struktur) bättre än en ökad rottillväxt. Nedan presenteras ett antal egenskaper som gör barrträd lämpade för framtidsklimatets värme och torka.

Kutikula är ett vaxlager som förekommer på blad och andra växtdelar, det är avdunstningshämmande och fungerar därför som ett skydd mot uttorkning (Ericsson, 2009). Barr är utrustade med en ovanligt tjock kutikula som gör att de kan hushålla bättre med sitt vattenförråd. Barr är också, i jämförelse med blad, mycket små och blir därför inte lika varma (Sjöman, 2015). Som tidigare nämnts kan en förhöjd bladtemperatur orsaka skador på bladets protein (Ericsson, 2009), men en mindre bladyta värms inte upp i samma omfattning som en större bladyta. Storleken på **blad och kronvolym** styr även transpirationen vilket gör att småvuxna träd med små blad också ger en lägre vattenförlust (Sjöman, 2015).

Barrträd har generellt en **långsammare transpiration** än lövträd eftersom barrns struktur ger en mer effektiv vattenhushållning (Herrera Environmental Consultants, 2008). Lövträden växer snabbare vilket också gör att de konsumerar mer vatten. Studier presenterade i rapporten från Herrera Environmental Consultants (2008) visar att barrträd via transpiration tar upp 10–12 % av nederbörden medan lövträd under den lövade perioden tar upp 25 % av nederbörden. Studien gjordes under torrperioden och skulle ytterligare tala för att barrträd är att föredra i framtiden. År 2100 kommer bristen på vatten i marken under vegetationsperioden vara enorm. Att ha ett trädbestånd med ett lägre vattenupptag, vilket gör att mer fukt kan behållas i marken, kommer vara till stor fördel i stadens torra klimat.

Ett annat knep barrträd har för att tolerera torka är dess förmåga att utföra **fotosyntesen** när det passar. Enligt Sjöman (2012) är vintergröna träd, tack vara att det har blad året runt, inte begränsade till vegetationsperioden för sockerbildning, utan kan förlägga sin aktivitet till mer gynnsamma perioder. De kan därför utan problem låta fotosynteskapaciteten sjunka under de varmaste och torraste perioderna, utan att riskera en tom sockerreserv. Ett vintergrönt träd kan alltså starta sin fotosyntes tidigare på säsongen än lövfällande. På så sätt kan trädet utnyttja vatten som samlats i marken under vintern, för att sen ligga lågt under den heta sommaren och därefter utnyttja höstens milda klimat för ytterligare sockerbildning (Ibid.) Barrträd har alltså en betydligt längre säsong att samla solenergi på, och är därför bättre utrustade att klara ett mer utmanade klimat vad gäller värme och torka.

Vintern kan dock utgöra en lång torkperiod för städsegröna träd om marken fryser. Då kan träden inte ta till sig vattnet vilket leder till torkstress. När våren sen kommer och värmer upp trädets ovanjordiska delar, trots att marken fortfarande är fryst, kan trädet även utsättas för frosttorka (Sjöman, 2012). Detta bör dock inte vara ett stort problem i framtidens Malmö då risken för minusgrader kommer minska (Persson et al., 2011).

För att sammanfatta är de faktorer som enligt Sjöman (2015) gör att ett träd kan klara av perioder av torkstress, och samtidigt ha en hög fotosynteskapacitet, följande: tjock kutikula, bladbehåring, mindre blad och kronvolym, flexibel fotosyntes samt långsam transpiration.

Hur bra är barrträd på att göra sitt jobb som stadens klimatförbättrare?

Dagvattenhantering

Förutom att barrträd kan klara av ett varmare klimat med perioder av torka, utan att göra större avkall på sin vitalitet, tillväxt eller motståndskraft för skadeangrepp, kan det också göra ett väsentligt arbete i stadens dagvattenhanteringen (Clapp, Ryan, Harper, & Bloniarz, 2014; Capiella, Schueler, & Wright, 2005; Herrera Environmental Consultants, 2008). Hur stor mängd vatten ett träd förbrukar beror på dess sammanlagda bladyta. För ett avlövadt träd är vattenupptaget via rötterna därför obefintligt under vintern. För barrträd däremot fortsätter trädets vattenkonsumtion året runt, så länge marken inte är frusen. Som tidigare nämnts så är barrträds vattenupptag mindre än lövträd, på grund av en långsammare transpiration. Studien som presenteras (Herrera Environmental Consultants, 2008) är dock gjord under en torrperiod och ger oss ingen information om transpirationshastigheten vintertid. Däremot vet vi att barrträd tar upp vatten under hela året medan lövträd endast är aktiva under vegetationsperioden. En stor population av barrträd kan därför göra en väsentlig skillnad i dagvattenhanteringen under den avlövade perioden. Barrträds vattenupptag vintertid frigör utrymme i jorden så mer vatten kan infiltreras, vilket minskar risken för översvämning (Clapp et al., 2014).

Ett träds påverkan på dagvattenhanteringen beror också på dess krontäthet och lövstruktur, eftersom trädkronan kan fördröja och ta upp regnvatten (Capiella, Schueler, & Wright, 2005). Trädkronan fångar upp regnet innan det når marken, därifrån kan det sedan absorberas i luften eller fördröjas genom att långsamt transporteras till marken via stam och grenar. I enlighet med en rapport publicerad av United States Department of Agriculture (Capiella, Schueler, & Wright, 2005) kan ett vintergrönt träd ta upp mellan 5–8 gånger mer regnvatten än vad ett lövfällande träd kan. Detta tack vara dess krona som har möjlighet att fånga upp vatten året runt. Beroende på art kan barrträd via kronan ta upp mellan 20–40 % av den årliga nederbörden, medan lövträd endast kan ta upp 10–20 % (Clapp et al., 2014).

Ett träds förmåga att ta upp och fördröja dagvatten beror på olika faktorer som kronvolym och bladstruktur och varierar därför beroende på art. Ett träd med en mindre kronvolym når till exempel sin mättnadspunkt snabbare än en större och kan därför inte ta upp lika mycket regnvatten innan det börjar droppa till marken (Ibid.). Därför är det svårt att generalisera och säga att alla barrträd representeras av dessa siffror. Dock hävdar Herrera Environmental Consultants (2008) att det ideala trädet, för hantering av dagvatten i urban miljö, är ett moget barrträd med en bred krona. När vattenupptaget med hjälp av rötter och krona summeras är barrträd dubbelt så effektiva som lövträd i hantering av dagvatten (Ibid.).

Sänka luftföroeningar

Malmö stad växer kraftigt och står idag för den snabbaste befolkningstillväxten av Sveriges tre storstäder (Malmö stad, 2017). Allt eftersom befolkningen ökar och staden byggs ut stiger halterna av luftföroeningar, och därmed också behovet av medel som kan sänka dessa. På liknande sätt som trädkronan kan ta upp regnvatten tar den också upp luftföroeningar.

Skillnaden är dock att trädet aktivt absorberar föroreningar istället för att passivt fånga upp regnvatten på dess väg mot marken (Clapp et al., 2014). Barrträden kan, precis som med dagvattenhantering, erbjuda denna ekosystemtjänst året runt istället för bara under vegetationsperioden. Clapp et al. hävdar även att just barrträden absorberar högre halter av luftföroreningar än både vintergröna lövträd och lövfallande lövträd (2014).

Biologisk mångfald och motståndskraft mot skadeangrepp

Barrträds fysiologiska och taxonomiska ursprung skiljer sig från lövträd, vilket gör att det inte är utsatta för samma sjukdomar och skadedjur (Clapp et al., 2014). Barrträd är, precis som alla träd, mottaglig för sina egna angrepp, men de ger en bredare mångfald till stadens trädbestånd. En mångfald bland Malmös trädarter gör staden mindre mottaglig för sjukdomsutbrott som annars kan slå ut stora delar av trädbeståndet. Barrträd främjar också den biologiska mångfalden då det tillhandahåller hem för djur under vintern (Cappiella, Schueler, & Wright, 2005). Vissa fågelarter är beroende av urbana barrträd för värme och häckplats under årets avlödade period.

Temperaturreglerande

Stadsträdens temperaturreglerande funktion, genom transpiration och skuggning, kommer vara livsviktig i Malmös framtidsklimat. Temperatursänkning med hjälp av transpiration påverkas av trädets transpirationshastighet, vilket gör att barrträd med sin långsamma transpiration har en mindre temperatursänkande effekt än lövträd (Herrera Environmental Consultants, 2008).

Madeleine Larsson hävdar i sitt kandidatarbete *Temperaturreglerande ekosystemtjänster i stadsmiljö* (2016) att en kombination av barr- och lövträd har bäst temperaturreglerande förmåga. Larsson undersökte strålningstemperaturen på en innergård för en förskola och fann att det troligtvis var trädets storlek och placering i förhållande till solens riktning som var avgörande, det vill säga skuggans placering under dagen. Resultatet stämmer överens med Lindbergs et al. som hävdar att det effektivaste sättet att sänka temperaturen i urban miljö är genom skuggning av vegetation eller byggnader (Lindberg, Holmer, Thorsson, & Rayner, 2014). Det kan tilläggas att Larssons studie visade att en plantering med endast barrträd hade en sämre temperaturreglerande förmåga än en plantering med endast lövträd i likvärdig höjd och storlek, vilket då orsakas av barrträdens långsamma transpiration. Detta talar för barrträdens nackdel då framtidsklimatet innebär intensiva värmeböljor som kan förstärkas ytterligare av värmeö-effekten.

Som tidigare nämnts kan dock barrträdens långsamma transpiration ses som en fördel sett till stadsträdens kamp om vatten under sommaren. En mindre vattenkonsumtion gör att mer vatten behålls i marken och räcker till fler träd. Den långsamma transpirationen är dock orsaken till barrträdens långsamma etablering och tillväxt (Sjöman, 2015). Det tar betydligt längre tid för ett barrträd att växa sig till en stor individ än vad det gör för ett lövträd. Detta talar för barrträdet's nackdel då stora mogna individer är att föredra när det kommer till dess

klimatförbättrande funktioner (Cappiella, Schueler, & Wright, 2005).

Kan barrträd dra nytta av en längre vegetationsperiod?

Barrträd, precis som lövträd, går också igenom en invintring för att skydda sig mot kylan. Även här styrs processen av artens gener vilket talar för att även barrträd med nordiskt ursprung kan komma att invintra onödigt tidigt (Ericsson, 2009). Istället för att tappa sina blad skyddar barrträden sig genom att bland annat hålla en hög sockerhalt i cellerna vilket gör att fryspunkten sänks (Glerum, 1982). Fotosynteskapaciteten sänks men upphör inte så länge marken inte fryser. Ett barrträd i vintervila märks alltså inte av på samma sätt som en avlövad krona, sett till dess klimatförbättrande funktioner. Även barrträd kan ha äkta eller falsk vintervila vilket gör att framtidsklimatet kan komma att orsaka samma problematik som för lövträd kring när trädet kan återgå till full tillväxt igen (Glerum, 1982). Däremot kan barrträden tack vara dess städsegröna krona direkt utnyttja en tidigare start av växtsäsongen (Eriksson, 2007). För att lövträd ska kunna göra detsamma måste de först gå igenom en lövsprickning.

4. Diskussion

Mitt mål med arbetet har varit att ta reda på om barrträd kan vara lämpliga för Malmös klimat 2100. Jag ville också ta reda på om barrträd med fördel kan användas i hanteringen av klimatförändringarna i stadsmiljö. I detta kapitel förs en diskussion kring barrträdens för- och nackdelar i Malmös framtidsklimat med fokus på vilka egenskaper och strategier som är viktiga för en långsiktigt hållbar trädpopulation. Detta följs av en diskussion kring metod och källkritik.

4.1 Fördelar och nackdelar med barrträd

Många av stadsträdens klimatförbättrande funktioner är kopplade till dess krona: fördröjning av dagvatten, upptag av luftföroreningar och boplats för djur (Clapp et al., 2014). När lövfällande träd släpper sina blad tappar trädet därför till viss del sin funktion. För Malmö som enligt SMHI står inför en dramatisk ökning av bland annat nederbörd vintertid kommer alla medel som kan minska risken för översvämning vara viktiga (Persson et al., 2011). Barrträdens förmåga att hantera dagvatten året runt, med hjälp av både krona och rötter, gör att de vinner överlägset jämfört med lövträden som inte kan bidra överhuvudtaget under den avlödade perioden (Clapp et al., 2014; Cappiella, Schueler, & Wright, 2005; Herrera Environmental Consultants, 2008). Samma sak gäller trädens förmåga att absorbera luftföroreningar där barrträd även här erbjuder sin tjänst året runt (Clapp et al., 2014).

Däremot kan barrträden inte överträffa lövfällande när det kommer till temperaturreglering via transpiration (Herrera Environmental Consultants, 2008). Det är dock just denna egenskap som gör att lövträden konsumerar en större mängd vatten. Sett till torktålighet kan alltså barrträden föredras på grund av dess långsamma tillväxt vilket kräver mindre vatten. En långsam tillväxt kan dock orsaka barrträden en sämre konkurrensförmåga om platsens resurser som ljus, näring, vatten och utrymme. Däremot gör den långsamma tillväxten tillsammans med den flexibla fotosyntesen, en tjockare kutikula och mindre bladstorleks barrträdet till en utmärkt kandidat när det kommer till att hantera framtidsklimatets långa perioder av värmeböljor och torka.

Klimatets utveckling kommer däremot förändra barrträdet till synes övertag.

Vegetationsperioden blir succesivt längre med en sträckning från februari till december år 2100 (Persson et al., 2011). Tittar vi längre in i framtiden än så kanske ett uppehåll inte längre kommer vara aktuellt. Vad händer om växtsäsongen löper året runt? Det skulle möjliggöra för även lövfällande träd att behålla sin krona hela året. Barrträdens klimatförbättrande egenskaper kopplat till kronan skulle inte längre innebära en fördel då stadens lövträdsbestånd skulle erbjuda samma kvaliteter. Vattenkonsumtionen för samtliga stadsträd skulle pågå året runt vilket skulle frigöra ännu mer regnvattenförvaring i mark vintertid (Clapp et al., 2014). Däremot skulle risken för torka under sommarhalvåret öka ytterligare (Persson et al., 2011)

vilket talar för att torktåliga individer är bland det viktigaste för att säkerställa en vital och frisk stadsträdspopulation.

Som tidigare nämnts hävdar Sjöman (2015) att småväxta träd är bättre lämpade eftersom det har en mindre vattenkonsumtion och är därför mer torktålig än större individer. Däremot påstår Cappiella et al. istället att ett stort och moget träd med en tät krona lindrar effekterna av klimatförändringarna mest effektivt (Cappiella, Schueler, & Wright, 2005). Ett exempel är att ju större kronvolym ett träd har desto mer regnvatten kan fångas upp innan kronan når sin mättnadspunkt och börjar droppa regnvatten till marken (Clapp et al., 2014). Det föreslår att en avvägning för vad som ska prioriteras kan komma att bli nödvändig. Ett stort stadsträd kan inte göra sitt jobb om det lider av en kraftig torkstress, vilket gör att i en sådan situation är det bättre med mindre individer. Detta eftersom mindre träd kan klara av en svårare vattenbrist och fortfarande må bra.

Klimatets utveckling kommer med nya förutsättningar för Malmös trädbestånd, men något som däremot inte kommer förändras är antalet soltimmar. Trots att temperaturen gör det möjligt för växtsäsongen att pågå längre kommer antalet soltimmar per dag vara detsamma. Enligt Lidberg (2014) kommer en förlängd växtsäsong initialt inte orsaka några större problem för växterna rent solljumsässigt. Jag ställer mig dock frågan vad en konstant växtperiod skulle innebära för träden i Malmö. Vintertid skulle tillgången på solljus vara mycket begränsad vilket barrträd bör vara bättre lämpade för än lövträd, eftersom det redan hanterar korta dagslängder med full krona. Att använda städsegröna lövträd kanske kan bli problematiskt om man utgår ifrån att dessa utvecklats i miljöer där tillgången på solljus varit rik hela året. Det svenska vinterhalvåret kanske inte kan erbjuda den mängd ljus som behövs. Det här är frågor som kan vara intressanta för en fortsatt forskning om klimatförändringarnas påverkan på växter.

4.2 Vilka trädarter är aktuella för framtiden?

Inhemska eller exotiska arter

Resultatet från litteraturstudien föreslår att inhemska trädarter kan bli problematiska i ett framtida Malmö på grund av deras begränsade möjlighet att anpassa sig till en längre växtsäsong och deras stora vattenbehov som orsakas av C3-fotosyntesen. För både löv- och barrträd kan framtidsklimatet därför eventuellt orsaka en onödigt långsam tillväxt (Ericsson, 2009). Här kan nya exotiska trädarter som är bättre anpassad för ett varmare klimat och en hårdgjord miljö komplettera stadens trädbestånd. Dock är frågan huruvida endast inhemska arter ska användas eller inte en debatt som genomsyrar trädlitteraturen (Sjöman, Morgenroth, Deak Sjöman, Sæbø, & Kowarik, 2016). Argumenten för grundar sig på ett påstående om att icke-inhemska arter kan riskera befintligt ekosystem och artsammansättning. För Sverige skulle det innebära att begränsa sig till endast 30 trädarter (Sjöman et al., 2016) och för många av dessa innebär framtidsklimatet en större andel skadedjur (Melin, Sigfridsson, & Strand, 2010). Bladlusen är ett exempel av många som

kommer dra nytta av en längre vegetationsperiod. Sjöman (2015) hävdar att vi i framtiden inte kommer ha ett val i att inte använda exotiska arter. Detta eftersom våra inhemska träd kommer vara för begränsade i att erbjuda ekosystemtjänster och motståndskraft, och därför inte kunna ge en tillförlitlig mångfald. I synnerhet i stadsmiljö där det redan råder extrema förhållanden för många av Sveriges inhemska arter. Sjöman är en av många som påtalar vikten av att identifiera exotiska arter som är pålitliga och kan utvecklas framgångsrikt för att kunna skapa stabila och effektiva stadsträdsbestånd (Ibid.).

För att hitta nya arter som kan trivas i framtida Malmö krävs omfattande forskning och utredning. Först bör man skapa en bild av stadens befintliga ekosystem för att förstå hur det skulle kunna påverkas av nya arter. Dessa måste sen genomgå en noggrann utvärdering för att få kunskap och erfarenhet om dess hårdighet, tillväxt, skadedjursresistens och dess utbredningsförmåga (Sjöman, 2012). Först och främst måste man dock hitta dessa nya och lovande trädarter, men hur gör man det? Henrik Sjöman har sökt sig till andra länder för att hitta naturliga växtmiljöer som kan liknas med en urban miljö i norra Europa. Sjöman hävdar att "Arter som växer i livsmiljöer som naturligt upplever torka under växetsäsongen och med vintertemperaturer som liknar innerstadsmiljöer kan ge en god och tillförlitlig urvalsmetod för att uppnå en hög mångfald av platsanpassade träd för stadsmiljöer" (Sjöman, 2012, s. 38). Utifrån hans resultat är några av det bäst lämpade barrträden för stadsmiljö följande: *Pinus heldreichii*, *Pinus leucodermis* och *Pinus nigra* (Sjöman, 2012). *Pinus nigra* är en inhemsk art vilket talar för att det även finns potential inom Sverige. Sjöman tar upp två och trebarriga tallarter som växer i bergsterräng som exempel på arter som är duktiga på att hantera torka. Dessa är utrustade med en tjock kutikula som dessutom kan vara silverfärgade för att kunna reflektera bort en del av solens strålar (Sjöman, 2015). Sjömans forskning presenteras här endast som ett exempel och kan inte fullt ut svara på frågan om vilka arter som är aktuella för framtiden. Detta kräver omfattande vetenskapliga studier och faller därför utanför ramen för denna uppsats.

Invintring och vintervila

Resultatet från litteraturstudien föreslår att trädartens invintring och vintervila, det vill säga dess ursprung, påverkar trädets förmåga att utnyttja en förlängd vegetationsperiod. Dock finns det invändningar mot detta. Hur en ökad temperatur kommer påverka växters knoppvila är ett mycket aktuellt forskningsområde vilket gör det svårt att i denna uppsats ge ett entydigt svar. Frågor som uppkommer är om den mängd kyla vissa arter kräver för att kunna bryta sin knoppvila kommer uppnås i framtiden? Kommer en varmare vinter göra att vissa arter förblir invintrade? Kan ett framtidsscenario innebära att inhemska träd ligger i vila halva året helt i onödan?

Studier har visat att träd är mer anpassbar än vad vi trott, därför kan generaliseringar kring ursprungets påverkan på trädets förmåga att utnyttja en förlängd växetsäsong inte anses helt vetenskapliga. Enligt Kramer et al. (2017) och Hamilton et al. (2016) kan träd tack vara dess fenotypiska plasticitet anpassa sig allt eftersom klimatet förändras. Fenotypisk plasticitet

innebär att en organisms gener kan påverkas av miljön den lever i, vilket gör att träden kan svara på klimatet allt eftersom det förändras. Fenotypisk plasticitet är en viktig egenskap i oförutsägbara miljöer och vittnar om hur växter har anpassat sig genom historiens förändrade klimat.

En ökad temperatur kommer alltså påverka invintring och knoppvila men i vilken riktning är fortfarande oklart. Forskningen har gett en del motstridiga resultat då den fenotypiska plasticiteten kan variera mellan olika individer vilket gör att ett trädets reaktion på en varmare årsmedeltemperatur kan skilja sig åt ordentligt (Tanino, Kalcsits, Silim, Kendall, & Gray, 2010). Kunskap om invintring och vintervila är därför en högst relevant aspekt för att förstå en arts lämplighet för framtidsklimatet, men är inte en fråga som utreds närmare i den här uppsatsen.

4.3 Metoddiskussion och källkritik

Klimatforskningen uppdateras ständigt vilket gör att variation och osäkerhet kan förekomma gällande det klimatscenario för 2100 som presenteras i uppsatsen. Utgångspunkten har varit de utsläppsscenario SMHI (Persson et al., 2011) har presenterat men det går med säkerhet inte att veta exakt hur klimatet kommer att förändras.

På grund av uppsatsens omfattning har litteraturstudien inte täckt in allt tillgängligt material inom ämnet, därför finns det med stor sannolikhet andra relaterande faktorer som påverkar trädens lämplighet än vad som presenteras i uppsatsen. Den dendrologiska litteraturen är ibland svår att ta ställning till eftersom olika författare har olika uppfattningar som dessutom saknar referenser. Min tolkning är att den dendrologiska litteraturen ibland består av åsikter och erfarenhet istället för forskning och vetenskap, vilket försvårar arbetet i den här typen av litteraturstudie.

5. Slutsatser

Är barrträd lämpliga för Malmös klimat år 2100? I enlighet med föregående avsnitt kan man dra slutsatsen att städsegröna barrträd är lämpliga eftersom de utan större svårighet kan klara av perioder av torkstress med hjälp av en flexibel fotosyntes, långsam transpiration, tjock kutikula samt mindre blad. Hur barrträden kommer hantera en förlängd vegetationsperiod kan inte fullt ut besvaras här eftersom det skiljer sig åt så pass mycket mellan olika arter.

Kan barrträd lindra effekten av klimatförändringarna mer effektivt än lövträd, i ett lokalklimat som Malmö? I enlighet med föregående avsnitt kan man dra slutsatsen att barrträd till viss del kan ha ett större klimatmässigt värde än lövträd eftersom de erbjuder fördelar som hantering av dagvatten och luftföroreningar samt främjar biologisk mångfald året runt och inte bara under vegetationsperioden. Detta tack vare dess vintergröna krona och vattenupptag via

rötter vintertid. Även om växtsäsongen förlängs kommer den år 2100 inte pågå året runt vilket talar för att städsegröna barrträd fortfarande kommer ha ett övertag jämfört med bladfällande träd, sett till trädkronans klimatförbättrande effekter. Däremot har barrträd en sämre temperaturreglerande förmåga via transpiration än lövträd.

I studien har barrträd behandlats som en homogen grupp men verkligheten är betydligt mer nyanserad än så då barrträdsväxter är en mycket genetiskt sprid artgrupp. Resultatet från denna studie kan därför inte appliceras på varje enskild barrträdsart utan syftet har varit att identifiera barrträdsväxternas generella för- och nackdelar. Vidare forskning på vilka arter och genotyper som är bäst lämpad att hantera klimatförändringarna och samtidigt erbjuda ekosystemtjänster är därför nödvändig.

6. Avslutande reflektion

Som tidigare nämnts är det av största vikt att våra träd mår bra för att både idag och i framtiden kunna förbättra vårt stadsklimat. Planeten står inför enorma klimatförändringar där stadsträdens förmåga att lindra effekterna inte bör underskattas. Jag anser att träden är bland det viktigaste vi har när människan inte längre kan hindra den utveckling som håller på att ske.

Genom att använda fler barrträd kan vi öka den årliga potentialen för stadsträd gällande dagvattenhantering, minskning av luftföroreningar och främja den biologiska mångfalden. Barrträd innebär också vitala och friska individer som kan klara av perioder av torka utan att göra större avkall på sin fotosynteskapacitet och därmed sin vitalitet.

Avslutningsvis vill jag understryka att barrträden aldrig kan ersätta lövträden, då detta skulle ge katastrofala konsekvenser. Med stor sannolikhet finns det representanter bland lövträden som också har förutsättningar att klara framtidsklimatet. När olika trädarter kompletterar varandra kan de tillsammans skapa en stabil och motståndskraftig framtid. Barrträden har under 300 miljoner år utvecklat strategier och egenskaper för att överleva i princip allt vår planet kan utsätta dem för. Att inte ha med dessa krigare in i människans hittills största utmaning är obetänksamt i skenet av barrträdens potential som klimatförbättrare, både idag och i framtiden.

”Conifers are the most diverse, interesting, beautiful, and wonderful trees in the whole world.” (Farjon, 2008, s. 22)

7. Källförteckning

- Björklund, S. (2014). *Stadsträd bidrag i staden anpassning till ett förändrat klimat - fallstudie i Malmö*. Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, Landskapsarkitekturprogrammet. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, Landskapsarkitekturprogrammet.
- Cappiella, K., Schueler, T., & Wright, T. (2005). *Urban watershed forestry manual: Part 1. Methods for increasing forest cover in a watershed*. United States Department of Agriculture Forest Service Northeastern Area State and Private Forestry NA-TP-04-05.
- Clapp, J., Ryan, H., Harper, R., & Bloniarz, D. (2014). Rationale for the increased use of conifers as functional green infrastructure - A literature review and synthesis. *Arboricultural Journal*, 36(3), 161-178.
- Ericsson, T. (2009). *Växtbiologi*. Stockholm: Riksförbundet Svensk trädgård.
- Eriksson, H. (2007). *Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Farjon, A. (2008). *A Natural History of Conifers*. Portland: Timber press.
- Glerum, C. (1982). Frost Hardiness and Dormancy in Conifers. *National Nursery Proceedings*, Hämtat från <https://rngr.net/publications/proceedings/1982/frost-hardiness-and-dormancy-in-conifers/?searchterm=dormancy%20conifers> [2017-05-22].
- Hamilton, J. A., El Kayal, W., Hart, A. T., Runcie, D. E., Arango-Velez, A., & Cooke, J. E. (2016). The joint influence of photoperiod and temperature during growth cessation and development of dormancy in white spruce (*Picea glauca*). *Tree Physiology*, 36(11), 1432-1448.
- Herrera Environmental Consultants. (2008). *The Effects of Trees on Stormwater Runoff*. Seattle: Herrera Environmental Consultants, inc.
- K. Smith, W., & M. Hinckley, T. (1995). *Ecophysiology of Coniferous Forests*. San Diego: Academic Press.
- Klimatanpassningsportalen. (2017). *Översvämning*. Hämtat från <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/vattendrag-och-grundvatten/oversvamning-1.21324> [2017-04-20]
- Kramer, K., Ducoussob, A., Gömöryd, D., Kehlet Hansene, J., Ionita, L., Liesebach, M., . . . Malgorzata, S. (2017). Chilling and forcing requirements for foliage bud burst of

- European beech (*Fagus sylvatica* L.) differ between provenances and are phenotypically plastic. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232-235, 172-181.
- Larsson, M. (2016). *Temperaturreglerande ekosystemtjänster i stadsmiljö - Behovsanalys av ett planerat bostadsområde och skillnader i vegetations temperatursänkande förmåga*. Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Kandidatprogrammet i miljö- och hälsoskydd. Umeå: Umeå Universitet.
- Lidberg, S. (2014). *Klimatförändringarnas påverkan på träd i offentlig miljö i Uppsala till år 2100*. Institutionen för stad och land, Landskapsarkitekturprogrammet. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet .
- Lindberg, F., Holmer, B., Thorsson, S., & Rayner, D. (2014). Characteristics of the mean radiant temperature in high latitude cities—implications for sensitive climate planning applications. *International Journal of Biometeorology*, 58(5), 613-627.
- Malmö stad. (2017). *Malmö och Sverige växer rekordsnabbt*. Hämtat från <http://malmo.se/Huvudnyheter/2017-01-20-Malmo-och-Sverige-vaxer-rekordsnabbt.html> [2017-05-04]
- Melin, M., Sigfridsson, K., & Strand, L. (2010). *Växtodling i Sverige 2040*. Delrapport 2 i projektet Gradvis. Hushållningssällskapet Halland.
- Miljöbarometern. (2017). *Klimat- och väderstatistik*. Hämtat från <http://miljobarometern.malmo.se/klimat/klimat-och-vaderstatistik/> [2017-04-20]
- Persson, G., Sjökvist, E., Åström, S., Eklund, D., Andreasson, J., Johnell, A., . . . Nerheim, S (2011). *Klimatanalys för Skåne län*. Norrköping: SMHI.
- Rothenborg, O. (2007). *Skåne odlar året runt om 75 år*. Hämtat från Dagens nyheter: <http://www.dn.se/nyheter/sverige/skane-odlar-aret-runt-om-75-ar/> [2017-05-09]
- Sjöman, H. (2012). *Trees for Tough Urban Sites*. Faculty of Landscape planning, Horticulture and Agricultural science. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Sjöman, H. (2015). *Träd i urbana landskap*. (S. Johan , Red.) Lund: Studentlitteratur AB.
- Sjöman, H., Morgenroth, J., Deak Sjöman, J., Sæbø, A., & Kowarik, I. (2016). Diversification of the urban forest—Can we afford to exclude exotic tree species? *Urban Forestry & Urban Greening*, 18, 237–241.
- SMHI. (2001). *Väder och vatten under ett århundrade 1900-1999*. Norrköping: SMHI.

- SMHI. (2017a). *Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990*. Hämtat från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354#contactForm> [2017-04-20]
- SMHI. (2017b). *Hur påverkas samhället*. Hämtat från <http://www.klimatanpassning.se/hur-paverkas-samhallet> [2017-05-16]
- SMHI. (2017c). *Torka*. Hämtat från <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/torka-1.111075> [2017-04-20]
- SMHI. (2017d). *Vegetationsperioden*. Hämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/vegetationsperiod-1.6270> [2017-04-17]
- SMHI. (2017e). *Vegetationsperiodens längd*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarioer?area=swe&var=veglen&sc=rcp85&seas=ar&dnr=0&sp=sv&sx=0&sy=0#area=swe&dnr=99&sc=rcp85&seas=ar&var=veglen> [2017-04-17]
- SMHI. (2017f). *Vegetationsperiodens slut*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarioer?area=swe&var=vegend&sc=rcp85&seas=ar&dnr=0&sp=sv&sx=0&sy=0#area=swe&dnr=99&sc=rcp85&seas=ar&var=vegend> [2017-04-03]
- SMHI. (2017g). *Vegetationsperiodens start*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarioer?area=swe&var=vegstart&sc=rcp85&seas=ar&dnr=99&sp=sv&sx=0&sy=132> [2017-04-04]
- SMHI. (2017h). *Vind*. Hämtat från <https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/vind> [2017-05-04]
- SNA. (1999). *Atlas över Skåne*. Gävle: Sveriges Nationalatlas, Kartförlaget.
- SOU 2007:60. *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*. Slutbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. Stockholm: Fritze.
- Tanino, K., Kalcsits, L., Silim, S., Kendall, E., & Gray, G. (2010). Temperature-driven plasticity in growth cessation and dormancy development in deciduous woody plants: a working hypothesis suggesting how molecular and cellular function is affected by temperature during dormancy induction. *Plant Molecular Biology*, 73, 49-65.