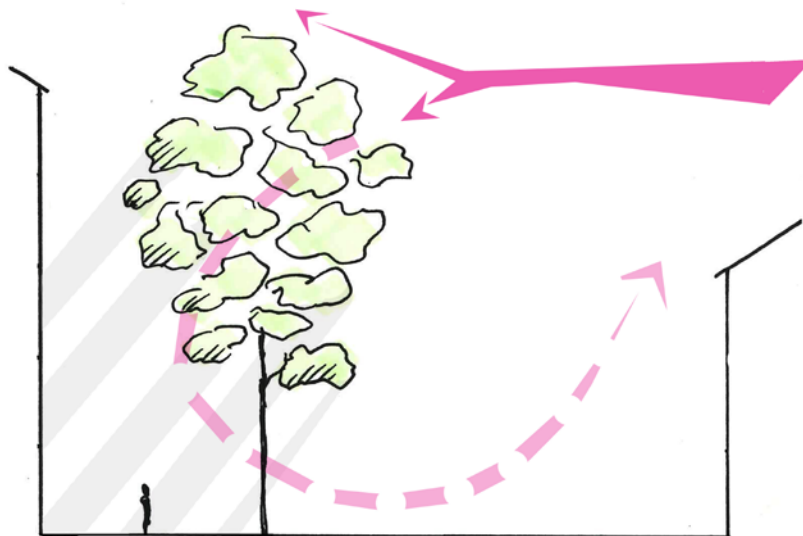


Träd som verktyg för att anpassa staden till dess framtida klimat

- en studie av ekosystemtjänsterna beskuggning och vindutjämning för att skapa behagliga mikroklimat i stadens hårdgjorda vistelsemiljöer

Sonja Perander



Träd som verktyg för att anpassa staden till dess framtida klimat – en studie av ekosystemtjänsterna beskuggning och vindutjämning för att skapa behagliga mikroklimat i stadens hårdgjorda vistelsemiljöer

Trees as tools for adapting the city to future climate – a study of the ecosystem services shading and wind regulation to create comfortable microclimates in the compacted everyday sites of the city

Sonja Perander

Handledare: Linn Osvalder, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

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

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur

Kursansvarig inst.: Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Kurskod: EX0845

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Sonja Perander

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

Nyckelord: beskuggning, ekosystemtjänster, klimatanpassning, mikroklimat, stadsträd, vindutjäming

Sammandrag

Staden står inför stora framtida utmaningar med både kraftigt ökande befolkning och eskalerande effekter av klimatförändringarna. Denna uppsats undersöker hur träd kan användas för att lindra de påfrestningar och utmaningar som staden kommer möta. Träden har stor potential att leverera ekosystemtjänster som både kan skydda staden från extrema väderförhållanden och skapa attraktiva vistelsemiljöer. Genom sin förmåga att variera skepnad över årtider och över tid kan träden utgöra byggelement med multifunktionella kvalitéer i staden. Men staden är en utmanande växtplats för träden. För att de ska kunna leva upp till sin fulla potential behövs en förståelse för hur de ska kunna utvecklas till friska fullvuxna individer, och hur de genom sina specifika artegenskaper kan leverera den funktion som behövs för den specifika platsen. Denna förståelse är vad uppsatsen har för avsikt att fördjupa sig i. Uppsatsen riktar in sig på hur träd kan användas i den vardagliga vistelsemiljön i staden för beskuggning respektive vindutjämning. Genom att sammanställa ett teoretiskt underlag och utifrån det undersöka olika gestaltungsaspekter med hjälp av principskisser strävar uppsatsen efter att skapa en grundläggande förståelse för ämnet.

Abstract

The city is facing great future challenges with huge population growth and escalating effects of climate change. The aim of this thesis is to explore how trees can be used to mitigate the stress and the challenges that the city will face. Trees have great potential to generate ecosystem services both for protecting the city from extreme weather conditions and to create attractive sites. With their capability to change shape over season and over time the trees can be used as building elements with multifunctional qualities in the city. But the city is a challenging environment for the trees. In able to live up to their full potential there is a need for understanding how trees can evolve to healthy full-grown individuals, and through their specific characteristics generate the function that is needed for the specific site. This comprehension is what the thesis is aiming to deepen. The focus of the thesis is to examine how trees can be used in the living environments of the city through regulating heat and wind. By putting together a theoretical basis and exploring different design aspects with the help of principle sketches the thesis is attempting to create an elementary understanding for the subject.

Förord

Den här uppsatsen är skriven som ett kandidatexamensarbete i Landskapsarkitektur på Landskapsarkitektprogrammet vid SLU Alnarp. Uppsatsen har för avsikt att undersöka hur träd kan användas som byggelement för att anpassa staden till dess framtida klimat. Skrivandet av denna uppsats har gett mig en djupare förståelse av processen att gestalta med träd i en miljö full av utmaningar. Ett stort tack till min handledare Linn Osvalder. Tack även till Johanna Deak Sjöman som gett mig inledande vägledning och litteraturförslag.

Innehållsförteckning

Inledning	3
Bakgrund	3
Mål och syfte	4
Disposition	4
Avgränsningar	5
Material och metod	5
Teori	6
Stadens utmaningar	6
Befolkningsökning	6
Klimatförändringar	7
Stadsträdens ekosystemtjänster	8
Kulturella, producerande, reglerande och försörjande	8
Beskuggning	9
Vindutjämning	9
Dagvattenfördröjning	10
Behagligt mikroklimat i vardagliga vistelsemiljöer	10
Mikroklimatets betydelse för vistelsevärdet	10
Svalkande krontak för sommarhettan	12
Skydd mot kalla vintervindar	14
Växtmaterial med förutsättningar att leverera	17
Maximerad kapacitet av ekosystemtjänster	17
Artdiversitet för biologisk mångfald och resiliens	17
Urvalsprocess	18
Trädkvalitéer	21
Tillämpning	23
Beskuggning	23
Torg	24
Gatumiljö	26
Vindutjämning	30
Torg	32
Gatumiljö	33
Val av träd	40
Träd för beskuggning	40
Träd för vindutjämning	45
Resultat	51
Diskussion	52
Källförteckning	54

Inledning

Bakgrund

Sommaren 2018 blev den extrema värmeböljan och långvariga torkan ett hårt slag för ett stort antal bönder som förlorade sina skördar och skogsägare som fick se sina skogar brinna ner (Westerlund, 2018). Det var första gången norra Europa så påtagligt fick uppleva effekterna av klimatförändringarna, något som andra delar av världen redan fått uppleva under flera års tid (Bernes, 2016). Hösten 2018 publicerade IPCC rapporten *Global Warming of 1,5°C* som kartlade effekterna av en förhöjd global temperatur (2018). Det satte igång både en intensiv klimatdebatt och klimatdemonstrationer världen över (Klotet i Vetenskapsradion, 2019). I rapporten framgår att det inte bara är jordbruken och skogsmarken som är i fara, utan även städerna där befolkningen beräknas öka globalt med 70 miljoner varje år fram till år 2050 (IPCC, 2018).

Klimatförändringarnas effekter i staden blev påtagliga i Sverige sommaren 2018 med den långvariga värmeböljan, som bland annat ledde till fyra gånger fler larm om värmeslag än vanligt och med ca 700 fler dödsfall jämfört med tidigare somrar (Westerlund, 2018; Tegnell, 2018).

En promenad i centrala Malmö en av de heta somardagarna 2018 fick mig trots nyhetsrubrikerna om omfattande skogsbränder, att längta efter skog. Det var av den enkla anledningen att jag saknade träd som kunde svalka - en insikt som är min ingång i vad jag tror att staden behöver. Träd är ett tidlöst inslag i landskapet som människan genom tiderna haft en stark känslomässig anknytning till (Gunnarsson, 2016). Träd har dessutom tack vare sin volym en överlägsen kapacitet att tillhandahålla ekosystemtjänster i förhållande till annat växtmaterial (Zölch et al., 2016). Att undersöka hur träd kan användas för att skydda staden från klimateffekter och samtidigt förbättra staden som vistelsemiljö framstår för mig därför som både konstruktivt och tilltalande. Men långsiktigt hållbara lösningar med träd som verktyg behöver förhålla sig till det klimat som förväntas råda om ca trettio år när träden vuxit sig stora, ett klimat som enligt FNs rapport kommer vara ett annat än det vi har i staden idag (IPCC, 2018).

Mål och syfte

Målet med arbetet är att kartlägga vilka specifika utmaningar staden kommer ha som följd av befolkningstillväxten och klimatförändringarna och hur träd i den hårdgjorda stadsmiljön kan användas för att lindra dessa effekter. Arbetets fokus är att studera *beskuggning* som innebär att använda trädets krontak för att skydda mot solinstrålning, samt *vindutjämning* som syftar till att använda trädkronan för att bromsa turbulenta vindar i stadsrummen. Valet av beskuggning och vindutjämning som fokus för arbetet grundar sig på att de båda är reglerande ekosystemtjänster som samtidigt bidrar till att skapa behagliga mikroklimat som gynnar staden som vistelsemiljö. Med *mikroklimat* avses det klimat som uppstår på en specifik, avgränsad plats som påverkar kroppens fysiska upplevelse av platsen (Brown, 2010). Målet med arbetet är även att undersöka vilken typ av träd som optimerar dessa reglerande ekosystemtjänster och samtidigt kan klara av de svåra ståndorter som den hårdgjorda staden har.

Syftet är att skapa ett kunskapsunderlag för landskapsarkitekter, hus arkitekter och stadsplanerare för hur träd kan användas som verktyg för att möta stadens framtida utmaningar och samtidigt skapa ett behagligt stadsklimat att vistas i. Syftet är även att skapa förståelse för de ekosystemtjänster träd kan bidra med, som i ett framtidsperspektiv kan skydda staden som boplatz. Något som på planeringsnivå kan stärka argumenten för att väga in behovet av mer grönstruktur i staden. Följande frågeställningar kommer att avhandlas:

- Vilka utmaningar står staden inför till följd av ökad befolkning och ett globalt varmare klimat?
- Hur kan träd användas för att möta stadens utmaningar och samtidigt gynna den vardagliga vistelsemiljön i staden?

Disposition

Arbetet består av en teoridel och en tillämpningsdel. Teoridelen utgår från litteraturstudier. Den avhandlar vilka framtida utmaningar städerna kommer ha som följd av befolkningsökning och klimatförändringar i ett globalt varmare klimat. Den kommer även avhandla vilka ekosystemtjänster träd i stadsmiljö kan bidra med och hur de kan förbättra mikroklimaten i städerna. Slutligen kommer teoridelen bestå av en genomgång av urvalsprocessen för att välja träd utifrån funktion och platsens förutsättningar i den hårdgjorda stadsmiljön. Tillämpningsdelen kommer huvudsakligen bestå av principskisser för hur träd i två olika typer av hårdgjorda stadsmiljöer kan användas för beskuggning respektive vindutjämning. Tillämpningsdelen avslutas med framtagande av exempel på träddarter som kan användas i situationerna som principskisserna representerar.

Avgränsningar

Arbetet berör ett antal olika ekosystemtjänster som träd i stadsmiljö kan bidra med, men fördjupningen avgränsas till de reglerande ekosystemtjänsterna beskuggning och vindutjämning. Arbetet fokuserar på träd som verktyg och fördjupar sig inte i hur andra material eller annan typ av vegetation kan användas för samma syfte eller komplettering. Arbetet avgränsas till sydkandinaviska klimatförhållanden och fokuserar på de vardagliga vistelsemiljöerna i den hårdgjorda stadsmiljön. Arbetet kommer även begränsas till två huvudsakliga litteraturkällor. Slutligen tar arbetet inte ställning till hur plats för trädplanteringar kan beredas i den hårdgjorda stadsmiljön eller hur växtbäddarna tekniskt ska utformas, utan fokus ligger på hur träd kan användas som gestaltnings verktyg.

Material och metod

Teoridelen utgår från två huvudsakliga litteraturkällor - *Träd i urbana landskap* (Sjöman & Slagstedt, 2016) och *Design With Microclimate - The Secret to Comfortable Outdoor Space* (Brown, 2010). Dessa är välkända referensverk som på ett omfattande sätt beskriver processen kring gestaltning med träd i stadslandskapet respektive gestaltning med mikroklimat. Tillsammans med klimatrapporter som beskriver sannolika klimatscenarier för staden kommer arbetet att ta stöd från

vetenskapliga artiklar från Google Scholar, Elsevier's Scopus, Academia och Epsilon. Arbetet kommer även att utgå från föreläsningen *Rätt växt för rätt plats och funktion del 1* i kursen Växteknik på SLU Alnarp. Utifrån litteraturstudierna kommer principskisser för beskuggning respektive vindutjämning att göras. Principskisserna ska illustrera hur träd kan användas för att skapa behagliga vistelsemiljöer i staden och samtidigt skydda stadens invånare, såväl människor som djur, mot extrem värme och vind. Principskisserna ska även illustrera hur olika trädkaraktärer kan användas för att stödja de olika funktionerna, samt vilken betydelse placeringen har i gestaltningen. Med principskisserna som underlag kommer arbetet att ta fram exempel på trädarter som kan användas i de olika situationerna principskisserna representerar. Dessa trädarter ska optimera funktionerna beskuggning och vindutjämning och samtidigt klara av förhållandena i den hårdgjorda stadsmiljön. Detta kommer att göras genom att sammanställa växtlistor presenterade framförallt i *Träd i urbana landskap* (Sjöman & Slagstedt, 2016). Med stöd i *Stadsträdslexikon* (Sjöman & Slagstedt, 2016) som närmare beskriver artegenskaperna, avslutas urvalet med en reflektion kring resultatet.

Teori

Stadens utmaningar

Befolkningsökning

Enligt Scholz, Hof och Schmitt kommer de tre största samhällsliga utmaningarna under 2000-talet vara befolkningsökning i städerna, minskad biologisk mångfald och klimatförändringarna (2018). Dessa tre utmaningar hänger samman och kan slutligen leda till en försämring av livskvalitén i städerna (Scholz, Hof & Schmitt, 2018). McDonald, Beatley och Elmqvist räknar med att vid år 2050 kommer det att bo 2,4 miljarder fler människor i städerna globalt (2018). För att möta befolkningsökningen lyfts ofta förtätning fram som ett hållbart alternativ till städernas utbredning. Men detta får enligt D. Sjöman, Sjöman och Johansson konsekvenser för stadslandskapet (2016). Förtätning kan leda till att grönytor och trädbestånd försvinner (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Men den leder också till att de problem som stadens hårdgjorda materialegenskaper och täta struktur ger upphov till, såsom värmeö-effekten, turbulenta vindar och risk för översvämning, förstärks (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Värmeö-effekten orsakas framförallt av det värmeabsorberande och värmelagrande materialet på fasader och markbeläggning som staden till stor del består av (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det leder till att staden får en högre dygnsmedeltemperatur än omgivande landskap (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Men även den rumsliga strukturen bidrar till värmeö-effekten då synfaktorn mot himlen är mindre i staden på grund av höga byggnader (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det gör att stadsrummen inte svalkas lika effektivt under kvällstid som öppna landskap (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Även om staden generellt sett bromsar upp vinden, skapar stadens täta bebyggelsestruktur och enskilda höga byggnader ytor med turbulenta vindar (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Enligt Brown skapar turbulenser i staden platser som är mindre attraktiva att vistas i (2010). Slutligen skapar den hårdgjorda ytan i staden även en större obalans i vattenfördelningen i stadslandskapet (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det innebär en ökad risk för översvämningar, en ineffektiv användning av dagvattnet som resurs samt föroreningar av vattendrag och grundvatten (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Vidare beräknas befolkningsökningen i städerna att innebära en ökad efterfrågan på resande och därmed en ökad trafikmängd (Malmö Stad, 2013). I Malmö beräknas biltrafiken öka med upp till 50% fram till år 2020 som en följd av befolkningsökningen (Malmö Stad, 2013). En ökad trafikmängd i kombination med förtätning kommer bidra till större koncentrationer av luftföroreningar (Lindén, Larsson, Holmqvist & Tang, 2018).

I en studie förutspås att den sammanlagda ytan av världens städer som följd av befolkningsökningen kommer breda ut sig i storlek motsvarande Sydafrika till år 2030 (McDonald, Beatley & Elmqvist, 2018). Städernas utbredning bidrar till minskning av den biologiska mångfalden i omgivande landskap (Scholz, Hof & Schmitt, 2018;). Samtidigt har det rationaliserade skogs- och jordbruket utanför staden lett till att viktiga livsmiljöer för vissa djur- och växtarter snart bara finns i städer (Sjöman & Slagstedt, 2016). Därför är det ytterst angeläget att bevara och utveckla den grönstruktur som finns i städerna idag (D. Sjöman, Sjöman & Johansson,

2016). Den biologiska mångfalden behövs även för att skapa resiliens mot sjukdomar för att skydda trädbestånden i staden (Sjöman, Slagstedt, Wiström & Ericsson, 2016). McDonald, Beatley och Elmquist menar att utan att använda naturen som verktyg kommer urbaniseringsprocessen som präglar hela 2000-talet att misslyckas (2018).

Klimatförändringar

För att utreda vilken påverkan klimatförändringarna har på staden som vistelsemiljö för människan har arbetet framförallt utgått från IPCCs rapport *Global Warming of 1,5°C* (2018) och *En varmare värld* (2016) utgiven av Naturskyddsföreningen. IPCC-rapportens huvudsakliga syfte är att visa på att den globala uppvärmningen måste begränsas till 1,5°C från förindustriell nivå för att behålla utmaningarna som den globala uppvärmningen innebär på en hanterbar nivå (IPCC, 2018). Kritiker menar att 1,5°C målet redan är passerat (Lamontagne, Reed, Marangoni, Keller & Garner 2019). För att hålla den globala uppvärmningen under 2°C behöver koldioxidutsläppen fasas ut helt fram till år 2030 (Lamontagne et al., 2016). Om Parisavtalet fullföljs av samtliga länder kommer den globala uppvärmning däremot landa på 3-3,5°C vid nästa sekelskifte (Lamontagne et al., 2016). För Sveriges del kommer den globala uppvärmningen att innebära en kraftigare regional uppvärmning än för världen i genomsnitt (Hall, Lund & Rummukainen, 2015). Gill, Handley, Ennos och Pauleit understryker att klimatförändringarna redan är här vilket innebär att oavsett vad de får för konsekvenser för framtiden behöver strategier för anpassning börja tillämpas (2007). Vilket klimatscenario man ska välja som utgångspunkt för klimatanpassningen är enligt Rummukainen en bedömningsfråga (2015). Han förespråkar klimatscenarier med stor uppvärmning framför begränsad uppvärmning, för att gardera sig mot riskerna att drabbas (Rummukainen, 2015).

Enligt IPCCs rapport kommer den globala uppvärmningen sammanfattningsvis innebära en hydrologisk obalans med både torra och kraftigare nederbörd som följd, översvämningar, kraftigare stormar, extrema temperaturer, att isarna smälter med havsnivåhöjning som följd samt försurning av haven (IPCC, 2018). Enligt Bernes kommer svenska städer framförallt drabbas av översvämningar orsakade av riklig nederbörd, havsnivåhöjning vid kustlägen och livsfarlig hetta (2016). I Sverige beräknas nederbörden öka framförallt vintertid i kombination med att vintrarna blir mildare (Bernes, 2016). Ihållande värmeböljor under sommaren kommer att förstärka värmeö-effekten i städerna, vilket innebär omfattande hälsorisker på både fysiskt och psykiskt plan (Gill et. al., 2007). *“Med 1,5°C uppvärmning kan dubbelt så många storstäder (såsom Lagos, Nigeria och Shanghai, China) bli utsatta för värmestress, och exponera mer än 350 miljoner människor för dödlig hetta fram till 2050 med en medelstor befolkningsökning.”* (IPCC, 2018, s. 242, egen övers.). Värmeböljorna är det största klimathotet i norra Europa vilket gör beskuggning av byggnader och utemiljöer ytterst angeläget (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Stadsträdens ekosystemtjänster

Kulturella, producerande, reglerande och försörjande

Träden har genom tiderna genererat kulturella ekosystemtjänster i städerna (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). De har bidragit till att bland annat gynna hälsa och välbefinnande samt skapa identitet (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). På senare år har stadsträden börjat uppmärksammas för det stora omfång av ekosystemtjänster som de täcker (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Träd kan generera både producerande ekosystemtjänster som mat och material, och reglerande ekosystemtjänster som beskuggning, vindutjämning och dagvattenfördröjning (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För att skapa dessa ekosystemtjänster är artrikedom och åldersvariation av stor vikt (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Med artrikedom stärks trädens bidrag till ökad biologisk mångfald som ingår i stödjande ekosystemtjänster (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det är svårt att bedöma stadsträdens exakta ekonomiska värde på grund av deras multifunktionella kvalitéer (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Däremot har man kunnat börja beräkna det ekonomiska värdet av reglerande ekosystemtjänster såsom beskuggning, vindutjämning och dagvattenfördröjning, vilket gör dessa till starkt underbyggda planeringsverktyg i urbana sammanhang (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Ett ytterligare argument för att använda de reglerande ekosystemtjänsterna som planeringsverktyg är att de gynnar framförallt barn och äldre som är mer utsatta för påfrestande klimat (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).



Figur 1. Beskuggad uteservering mitt på dagen i Malmö, 2019.

Beskuggning

Ett vuxet träd kan bidra med en skugga som kan kyla ner en yta med upp till 15,6°C, vilket gör träd till ett effektivt verktyg för att minska värmeö-effekten i staden (Gill et. al., 2007). I Sverige måste dock åtgärder för att lindra värmeö-effekten under sommaren med hjälp av beskuggning tillämpas med tanke på de kalla vintrarna då solen tvärtom behöver nå byggnader och utemiljöer för att värma (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Beskuggning och soltillgång kan även ha en stor betydelse för byggnaders energianvändning (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Vindutjämning

Träd kan tack vare sin aerodynamiska och porösa form användas för att lindra kraftiga vindbyar i staden och därmed skapa behagligare mikroklimat att vistas i (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Arbetet med att minska turbulenser i staden försvåras dock av att stadstrafiken ger upphov till stora mängder luftföroreningar (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Alltför effektiva skydd av vegetationsridåer såsom läplanteringar och skuggande krontak kan bidra till hälsovådande koncentrationer av föroreningshalter (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Stadsrummen kräver ventilation för att minska föroreningshalterna men också för att dämpa värmeö-effekten sommartid (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Med andra ord behövs vindutjämning i staden för att bromsa upp turbulenser där de är som kraftigast utan att hindra vindens funktion att ventilera (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).



Figur 2. I jordbrukslandskapet har läplanteringar med träd använts för att hindra jordflykt på åkermarken. Alnarp, 2019.

Dagvattenfördröjning

Studier visar på att träd har en överlägsen kapacitet att minska den ytavrinning som skapas av nederbörd, oavsett mängd (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Detta eftersom träden fångar upp vattnet både genom rotsystemet och med hjälp av blad- och grenverket (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Den stora utmaningen med att använda träd i dagvattenhantering i städer är den påfrestande torkan de utsätts för i det hårdgjorda landskapet (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Dagvattenhanteringen behöver alltså till lika delar bestå av dagvattenfördröjning genom plantering av träd och av att leda dagvattnet till växtbädden för bevattning av träden istället för att låta vattnet överbelasta avloppssystemet (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Behagligt mikroklimat i vardagliga vistelsemiljöer

Mikroklimatets betydelse för vistelevärdet

Brown skriver om hur mikroklimat påverkar vår upplevelse av utemiljöer (2010). Kroppens förmåga att hantera värme styr upplevelsen av en plats mikroklimat (Brown, 2010). Ramarna för för kroppens så kallade termiska komfort är väldigt snäva (Brown, 2010). Är det för varmt eller kallt har vi, så länge det inte handlar om extrema värden, möjlighet att anpassa oss genom att exempelvis ta på en tröja eller flytta från sol till skugga (Brown, 2010). Men om mikroklimatet på en plats går utöver vad vi har möjlighet att anpassa oss till kommer platsen enligt Brown inte att användas (2010). Det är många komponenter som påverkar mikroklimatet, såsom temperatur, luftfuktighet, solinstrålning, värmestrålning från ytor samt vind (Brown, 2010). Brown menar att de två elementen som framförallt går att påverka genom gestaltning är solinstrålning och vind (2010). Han tar upp både byggverk, tekniska lösningar och vegetation som gestaltningsverktyg medan D.Sjöman, Sjöman och Johansson betonar trädens förmåga att beskugga och reglera vind (Brown, 2010; D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det som motiverar användningen av träd som verktyg är att de som tidigare nämnts samtidigt kan generera flera andra typer av ekosystemtjänster, som dagvattenfördröjning och rekreativa värden (Berland et al., 2017; D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

För att undvika fallgropar som kan ha förödande effekt på en plats attraktivitet och som blir svåra och kostsamma att åtgärda i efterhand behöver frågan om mikroklimat komma in tidigt i planeringsprocessen (Brown, 2010). Men för att kunna arbeta med en specifik plats mikroklimat behövs en förståelse för klimatet på olika skalor (Brown, 2010). De olika klimatskalorna går under benämningarna makroklimat, mesoklimat, lokalklimat och mikroklimat (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Makroklimatet sträcker sig över ett område på mer än 100 km medan mikroklimatet sträcker sig från millimetern upp till en kilometer (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Brown menar att för att kunna gestalta utifrån en plats mikroklimat måste man förstå klimatomständigheterna i alla dessa skalor (2010). Sjöman menar att samma typ av in- och utzoomning i olika skalor behövs för att förstå trädens roll på en specifik plats i förhållande till övergripande grönstruktur¹.

¹ Henrik Sjöman. Föreläsning: Rätt växt för rätt plats och funktion del 1. SLU, Alnarp den 28 mars 2018.



Figur 3. Träd kan både ge skydd och skapa trivsamma vistelsemiljöer. Malmö 2019.

Svalkande krontak för sommarhettan

Enskilda träd och trädsamlingar i hårdgjorda miljöer kan ha en effektiv påverkan på att skapa både bättre inomhus- och utomhusklimat (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Men när det gäller beskuggning som verktyg är det som tidigare nämnt viktigt att planera utifrån både sommar- och vinterhalvåret för att få ett balanserat mikroklimat som fungerar året runt (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Trädens förmåga att skugga hänger ihop med solens position (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Solens position samt var solen går upp och ner varierar stort över året (Brown, 2010). På sommaren står solen högt och ger en mer intensiv strålning än på vintern när solen står lågt (Brown, 2010). Variation av solens position över året blir också större ju högre norrut man kommer (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Något annat som varierar över årstiderna är hur snabbt solens position ändras över dygnet, vilket är en viktig aspekt i fråga om att ta tillvara på eller avvisa solinstrålningen (Brown, 2010). På sommaren ändras solens position snabbare än på vintern vilket innebär att skuggans placering och storlek också skiftar mer över dygnet (Brown, 2010). Det är även viktigt att ha i åtanke att träden alltid har en viss genomsläpplighet jämfört med byggnaders solida skugga (Brown, 2010).

Under sommaren behövs beskuggning framförallt från kl 11 fram till kl 15 på eftermiddagen då solinstrålningen är som intensivast (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Däremot behövs solinstrålning på morgnarna för att vistelseytor ska kunna torka upp efter natten, samt på kvällen när temperaturen sjunkit (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Placeringen av

trädet är alltså avgörande för att skuggan ska hamna där den behövs och vid den tidpunkten den behövs mest (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För att exempelvis beskugga en huskropp i södra Sverige är det bra att ha i åtanke att skuggan är mindre än tre meter mitt på dagen i juni i Malmö, vilket innebär att huskroppen aldrig kommer bli beskuggad om trädet är placerat på sydsidan av huset (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). En annan viktig aspekt att ta hänsyn till är att trädkronan fördröjer avkylningen under kvällstid, vilket innebär att det kan vara ett varmare mikroklimat under ett träd på kvällen än ute i det öppna (Brown, 2010). Brown menar att kroppens förmåga att generera värme vid rörelse och kyla ner vid stillasittande påverkar hur mycket beskuggning som behövs på en specifik plats utifrån hur platsen används (2010). Sjöman menar att även mängden luftföroreningar på en specifik plats påverkar hur mycket beskuggning som kan skapas utan att föroreningarna uppnår en partikelkoncentration på skadlig nivå².

“Olika typer av träddarter skapar olika typer av skuggbilder, beroende på bladmassa och grenverk” (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016, s. 252). Träd ger alltså till skillnad från andra skuggande element möjlighet att variera typen av beskuggning genom artval. Trädens förmåga att variera skuggbilder över året ger unika möjligheter att med samma träd skapa skugga sommartid och släppa in solljus vintertid (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Detta förutsätter att trädet har ett mer eller mindre täckande bladverk sommartid samt ett glest grenverk utan blad vintertid (Brown, 2010). För vår och höst är det av betydelse när träden har sitt bladutspring och när det tappar sina blad (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Under den tidiga våren är den värmende solen uppskattad precis som när sensommar går över i höst (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det innebär att träd med sent bladutspring och tidig bladfällning är mer lämpliga för syftet att släppa in solljus när det behövs (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Trädens blad- och grenmassa är avgörande när det kommer till växtval för beskuggning (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Bladen behöver ge olika typer av skugga utifrån typ av miljö och hur platsen används under sommarhalvåret medan grenverket behöver släppa fram solljus under vinterhalvåret (Brown, 2010; D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Förutom det behöver växtmaterialet ha en tolerans för den torkstress som uppstår i hårdgjorda miljöer, samt gynnas av soltillgång (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För rätt placering är skuggstudier ett givet verktyg (Brown, 2010). Dessa kan både simuleras i dator eller göras för hand (Brown, 2010). Genom skuggstudier går det att få fram var skuggan hamnar under olika tider på året och olika tider på dygnet på en specifik plats (Brown, 2010). Utifrån det kan beslut tas om var träden ska placeras för att ge rätt effekt (Brown, 2010).

² Henrik Sjöman. Föreläsning: Rätt växt för rätt plats och funktion del 1. SLU, Alnarp den 28 mars 2018.



Figur 4 & 5. Olika skuggbilder av kinesträd (*Koelreuteria paniculata*) och smalbladig ask (*Fraxinus angustifolia*). Malmö 2019.

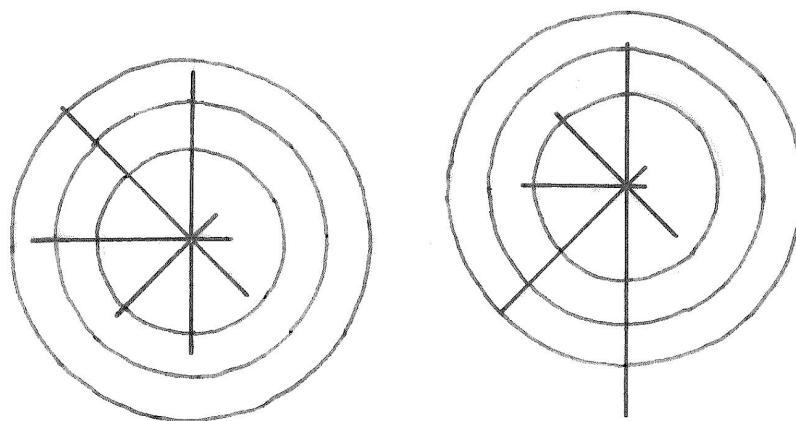


Figur 6. Träd med ljusgenomsläpplig krona vintertid kan bidra gynnsamt till byggnadens energihushållning. Bologna, 2019.

Skydd mot kalla vintervindar

Enligt Brown är vinden framförallt ett problem vintertid då vinden har en kylande effekt (2010). Han menar att den svalka vinden skapar en varm sommardag är marginell i förhållande till den köld vinden skapar en kall vinterdag (Brown, 2010). I de nordliga delarna av världen har kyliga vindar en avgörande betydelse för hur bra vi trivs i utomhusmiljö under vinterhalvåret (Brown, 2010). Därför behövs åtgärder för att bromsa upp vinden anpassas framförallt efter omständigheterna som råder vintertid (Brown, 2010). Även om vintrarna beräknas bli mildare som följd av klimatförändringarna och kölden inte längre skulle vara ett lika stort problem i de nordliga breddgraderna, är turbulenser i staden orsakad av den täta bebyggelsen en stark anledning att bromsa upp vinden där det behövs (Bernes, 2016; D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Motsättningen är enligt Sjöman att luftföroreningarna tenderar att koncentreras under vinterhalvåret³. Strategisk placering och lagom genomsläpplighet är därför väsentligt vid utformningen av en läplantering (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Vindflödet påverkas av gatornas orientering och bredd samt omgivande byggnaders höjd och form (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Breda, raka gator i dominerande vindriktningar har kraftigast vindflöde (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Likaså skapar en stor variation i hushöjd mer turbulenser (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För att kartlägga dominerande vindriktningar över året på en specifik plats föreslår Brown en vindros som verktyg (2010). Med en vindros kan man synliggöra den dominerande vindriktningen utifrån tid på året genom att lägga över vinddata på en kompassyta med namngivna vindriktningar (Brown, 2010).



Figur 7. Vindros som visar på en dominerande vindriktningar från nordväst under vintern respektive sydväst under sommaren. Fritt illustrerad efter Brown (2010).

För att skapa läeffekt är den strategiska placeringen avgörande (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Om målet är att bromsa upp de kalla vintervindarna är den dominerande vindriktningen under vinterhalvåret av störst betydelse för placeringen av läplanteringen (Brown, 2010). Sjöman och Slagstedt menar att många gånger behövs inte mer än ett eller ett fåtal träd på

³ Henrik Sjöman. Föreläsning: Rätt växt för rätt plats och funktion del 1. SLU, Alnarp den 28 mars 2018.

rätt plats för att effektivt reducera vinden (2016). När enstaka träd ska användas som vindskydd behöver trädet ha en krona som reducerar vind ända från marken till krontoppen, exempelvis pelarträd (Sjöman & Slagstedt, 2016). När flera träd kan användas kan ett varierande växtmaterial jämna ut vindflödet och motverka golvdrag (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). En kombination av löv- och barrträd, träd- och buskbestånd samt olika åldrar på träden kan då med fördel användas (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Viktigt att ha i åtanke är att en läplantering nära byggnad bör vara högre än byggnaden för att reducera vinden effektivt (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

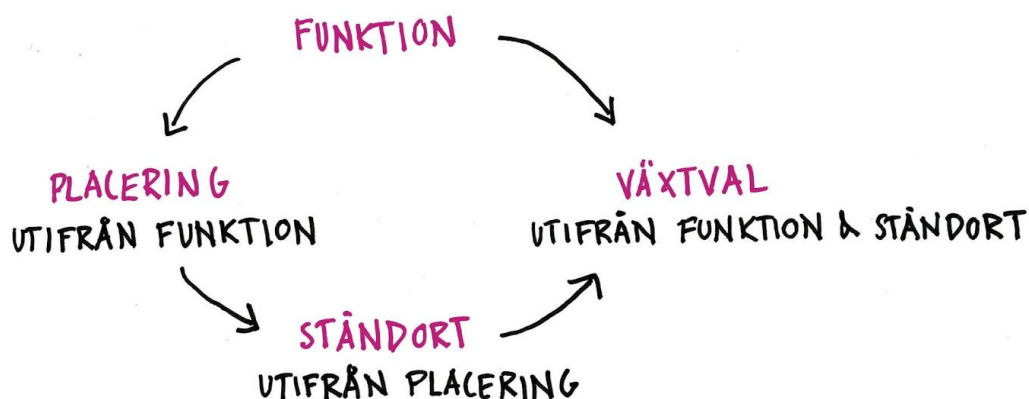
D. Sjöman, Sjöman och Johansson betonar att genomsläpplighet av en läplantering är viktigt för att ventilerastaden från framförallt luftföroreningar (2016). En lagom genomsläpplighet behövs också för att motverka turbulenser, då ett alltför tätt vindskydd kan bidra till att öka vinddraget på sidan av skyddet (Brown, 2010). En porositet på 40-50% skapar lagom genomsläpplighet samtidigt som vindhastigheten sänks med 50% (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Porositet kan skapas genom att välja träd utifrån volym, kronuppbyggnad och grentäthet, men går även att arbetas fram genom skötsel (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Däremot måste hänsyn tas till hur porositeten skiftar över året (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Vid placering av träd är det bra att ha i åtanke att ett lagom genomsläppligt vindskydd har en läverkan på över 10 meter av läplanteringshöjden (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). De effektivaste läplanteringarna är med andra ord placerade en bit bort (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Brown rekommenderar vindtunnelstudier för att kartlägga effekten av en planerad läplantering för att minimera risken för oförutsedda misstag (2010). Ett enklare sätt att förstå vindens rörelser är att föreställa sig vindflöden som vattenflöden istället (Brown, 2010). Genom att visualisera hur vattnet skulle slungas runt i en miljö kan vindens rörelser förutses (Brown, 2010).

När det kommer till växtval för vindutjämning är det viktigt av växtmaterialet har en förmåga att utvecklas väl trots vind (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Trädet behöver också ha en mekanisk styrka för att kunna stå emot kraftiga vindar (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). I hårdgjorda stadsmiljöer är det precis som i fråga om växtval för beskuggning viktigt att materialet har en tolerans för torkstress (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För att bromsa upp de kalla vintervindarna är ett tätt grenverk särskilt betydande för att skapa läeffekt, medan bladmassan behöver vara liten för att skapa genomsläpplighet under sommaren (Sjöman & Slagstedt, 2016). För att trädet ska kunna utvecklas väl och uppnå önskad kapacitet för vindutjämning behöver ståndort i fråga om sol och skugga också tas i beaktande (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Det är exempelvis inte bra att skapa en allé med endast en solkrävande art på en gata i öst-västlig riktning, då trädbeståndet som står norr om byggnaden sannolikt kommer att utvecklas sämre än trädbeståndet. Trädet som är placerat fel utifrån ståndort kommer ha mindre kapacitet för vindutjämning (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Placering av träd bestäms utifrån var det behövs lä och var det behövs ventilation (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Lä behövs framförallt på turbulenta platser och platser där man sitter eller uppehåller sig, som t.ex. torg (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Lagom ventilation behövs däremot på platser med höga föroreningshalter och platser där man rör sig, som t.ex. gatumiljöer (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

Rätt växtmaterial - en förutsättning för att leverera

Maximerad kapacitet av ekosystemtjänster

Stadsträdens förmåga att generera ekosystemtjänster påverkas av en rad faktorer. Enligt Sjöman måste träden förs och främst placeras rätt, det vill säga där de kan fylla sin tänkta funktion, vilket ställer krav på gestaltningen. Strategisk planering för var skugga respektive lä behövs är nödvändigt för att trädet ska hamna där den gör nytta. För det andra måste träden vara friska och ha förutsättningar för att utvecklas bra. Ekosystemens kapacitet ökar med volymen vilket innebär att vuxna och friska träd levererar mer. Här är både växtval utifrån platsspecifik ståndort och en god etablering avgörande förutsättningar. Trädens förmåga att generera ekosystemtjänster kan med andra ord gå förlorad. Träd som är felplacerade och felplanterade kommer inte att ge några ekosystemtjänster⁴. Sammanfattningsvis måste placeringen utgå från den tänkta funktionen, medan växtval bör göras utifrån funktion och platsspecifik ståndort (se figur 8).



Figur 8. Växtvalet behöver baseras på funktion, placering och ståndort för att generera tänkta ekosystemtjänster.

Artdiversitet för biologisk mångfald och resiliens

Träd i stadslandskapet en viktig komponent för ökad biologisk mångfald (Sjöman & Slagstedt, 2016). Med en variation av trädarter kan trädbestånden ge en mångfald av livsmiljöer för djur- och växtarter samt förlänga nektarsäsongen för pollinerare (Sjöman & Slagstedt, 2016). Det inhemska trädmaterialiet räcker inte ensam till för att uppnå detta, i synnerhet inte i den hårdgjorda stadsmiljön där inhemska träd har svårt att klara av den extrema ståndorten (Sjöman & Slagstedt, 2016). För att klara ett varmare klimat i staden och skapa större mångfald av livsmiljöer i beståndet behövs med andra ord exotiska trädarter tas med in i urvalet (Sjöman & Slagstedt, 2016).

Ytterligare argument för exoter är att skapa resiliens mot sjukdomar som det inhemska trädmaterialiet drabbats och riskerar att drabbas av (Sjöman & Slagstedt, 2016). Det föränderliga klimatet ställer också krav på att hitta arter som klara varmare klimat än de inhemska träden, vilket motiverar en mer välgrundad analys av exoters invasivitet (Sjöman & Slagstedt, 2016).

⁴ Henrik Sjöman. Föreläsning: Rätt växt för rätt plats och funktion del 1. SLU, Alnarp den 28 mars 2018.



Figur 9. Ett träd som hämmas i utvecklingen av vind utvecklas till ett s.k. flaggträd i vindutsatt läge. Alnarp, 2019.



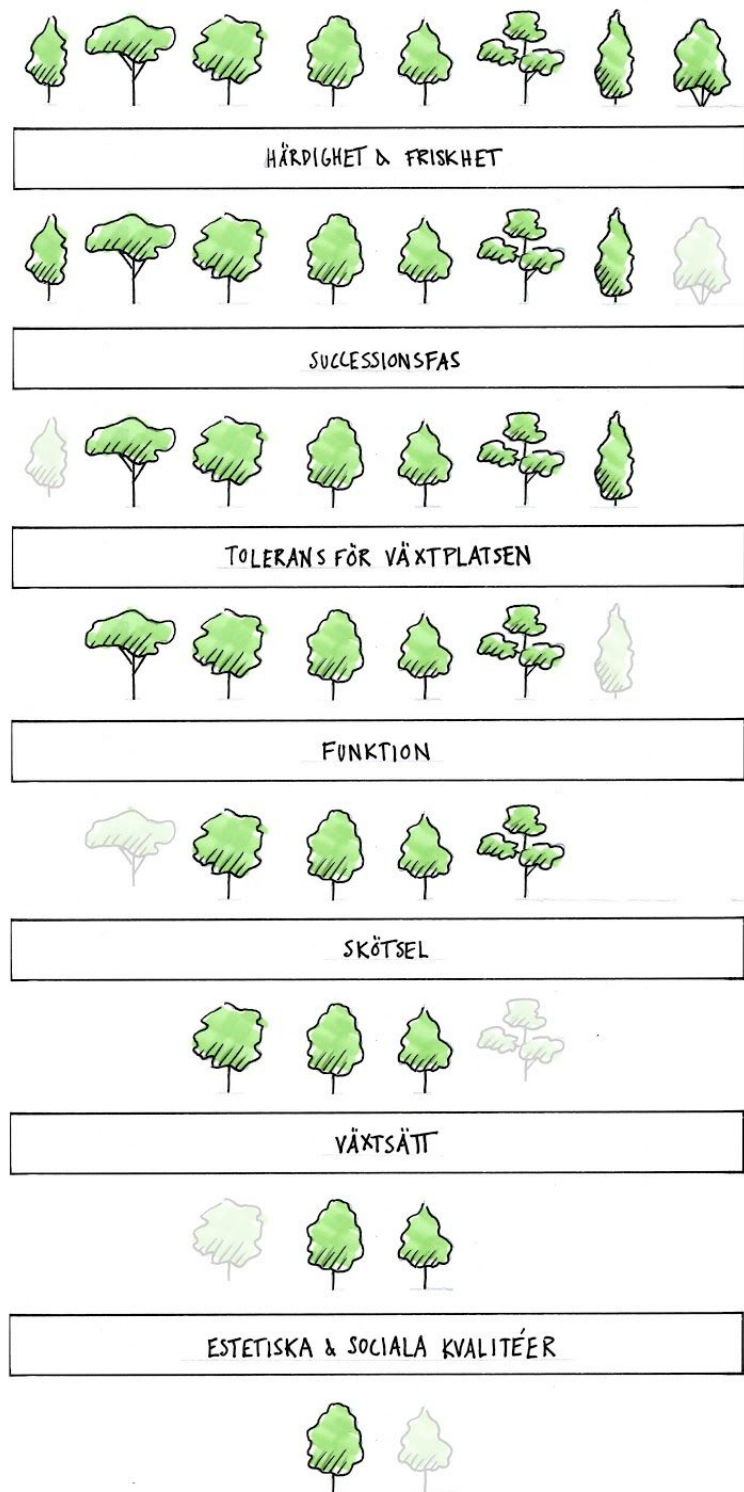
Figur 10. En mångfald av arter kan ge både estetiska värden och identitet åt en plats. Industrigatan i Malmö, 2019.

“I urvalsprocessen av stadsträd ska växttekniska och biologiska aspekter prioriteras framför estetiska värden.” (Sjöman & Slagstedt, 2016, s.333)

Enligt Sjöman och Slagstedt bör målet med planering av grönstruktur i staden vara att skapa långsiktigt hållbara planteringar med minimala framtida skötselinsatser (2016). Stadens varierande ståndorter gör uppfyllandet av detta mål till en komplex process där befintliga markförhållanden, temperatur-, vind- och ljusförhållanden samt föroreningar och slitage bör beaktas tillsammans med den tänkta funktionen av planteringen (Sjöman & Slagstedt, 2016). För att välja träd utifrån tänkt funktion och förutsättningarna på växtplatsen föreslår Sjöman och Slagstedt en urvalsprocess bestående av sju steg (*se figur 11*).

I första steget bör den befintliga odlingszonen avgöra vilket växtmaterial som kan användas (Sjöman & Slagstedt, 2016). I detta steg kan det vara bra att även väga in varmare klimatförhållanden som förväntas råda i framtiden med tanke på klimatförändringarna (Sjöman & Slagstedt, 2016; Rummukainen, 2015). Det är även viktigt i första steget av urvalet att undvika sjukdomsdrabbade trädarter (Sjöman & Slagstedt, 2016). I andra steget bör planterings successionsfas fastställas (Sjöman & Slagstedt, 2016). En hårdgjord stadsmiljö i soligt läge motsvarar en tidig successionsfas vilket innebär att pionjärarter har större chans att klara dessa förhållanden (Sjöman et al., 2016). Ligger ytan delvis eller helt i skugga av omgivande byggnader motsvarar platsen en senare successionsfas där sekundärarter har bättre möjlighet att klara sig (Sjöman et al., 2016). I det tredje steget måste växtplatsens platspecifika ståndort utredas (Sjöman & Slagstedt, 2016). I den hårdgjorda stadsmiljön är det torka, värme och högt pH som ofta präglar miljön samt, beroende på placeringen, exponering för sol, vind eller solid skugga av byggnader (Sjöman et al., 2016). En motsvarande situation till den hårdgjorda stadsmiljön skulle i naturlig miljö vara en varm berghäll med begränsad jordvolym, vilket ger en indikation för vilka arter som kan klara sig i denna miljö (Sjöman et al., 2016). Förbättring av växtbädden med skelettjord kan öka rotutrymmet och därmed ge ett större urval av trädarter att välja mellan (Sjöman et al., 2016).

För att träden ska leverera ekosystemtjänster är den tänkta funktionen avgörande för urvalet i det fjärde steget (Sjöman & Slagstedt, 2016). Som tidigare nämnts kan träden användas för beskuggning och dagvattenfördröjning för att skydda staden mot effekterna av klimatförändringarna, men även för vindutjämning och ökad biologisk mångfald för att värna om livsmiljöer för både människor och djur (Sjöman & Slagstedt, 2016). För beskuggning är gren- och bladverkets täthet avgörande i urvalet för att få den tänkta funktionen, liksom tidpunkt för bladutspring och baldfällning (D.Sjöman, Sjöman & Johansson). För vindutjämning är däremot trädets mekaniska styrka samt förmåga att utvecklas väl trots vindutsatt läge viktigt att beakta vid val av träd (D.Sjöman, Sjöman & Johansson). Ett träd utan dessa egenskaper kan i vindutsatt läge utvecklas till ett s.k. flaggträd. Ur funktionsaspekt är det också viktigt att ta i hänsyn hur platsen kommer att användas och vilken typ av slitage växtmaterialet kommer behöva utstå (Sjöman & Slagstedt, 2016).



Figur 11. Urvalsprocess för träd i sju steg. Fritt illustrerad efter Sjöman & Slagstedt (2016)

I det femte steget behöver val av träd göras utifrån vilka skötselinsatser träden kommer kräva både vid etablering och långsiktigt i den tänkta miljön (Sjöman & Slagstedt, 2016). I en hårdgjord miljö kan fruktbarande träd innebära årliga skötselinsatser i form av städning medan i en trafikerad miljö där transporter behöver framkomlighet kan behovet av omfattande beskärninginsatser bli ett problem (Sjöman & Slagstedt, 2016). Det sjätte steget består av val av träd utifrån trädets växtsätt som är viktigt att beakta både för att trädet ska fylla sin tänkta funktion och för att minska kostsamma skötselinsatser (Sjöman & Slagstedt, 2016). Slutligen kan urvalet göras efter trädets estetiska och sociala värden (Sjöman & Slagstedt, 2016). Utifrån gestaltningsperspektiv är det kanske lockande att börja i den ändan men Sjöman och Slagstedt menar att i den hårdgjorda stadsmiljön där etablerings förutsättningarna är svåra är dessa kvalitéer underprioriterade alla ovannämnda steg i urvalsprocessen (2016). Om trädet inte trivs på den plats där den planterats kommer den sannolikt inte att generera några estetiska kvalitéer heller (Sjöman & Slagstedt, 2016). Den hårdgjorda stadsmiljön kan också dra stora fördelar av att använda träd som byggelement vilket ger trädens funktion en särskilt prioriterad plats i urvalet (D.Sjöman, Sjöman & Johansson).

Trädkvalitéer

För att skapa ekosystemtjänster med hjälp av träd är volymen och trädets vitalitet enligt Sjöman avgörande för att leverera funktionen⁵. Större trädkvalitéer bör vägas in vid projektering då de ger snabbare utdelning för funktionen som trädet är avsett för (D. Sjöman, Sjöman & Slagstedt, 2016). För många arter skapar större kvalitéer vid plantering också bättre förutsättningar för trädets utveckling i den annars svåretablerade hårdgjorda stadsmiljön (Sjöman & Slagstedt, 2016:2).

⁵ Henrik Sjöman. Föreläsning: Rätt växt för rätt plats och funktion del 1. SLU, Alnarp den 28 mars 2018.



Figur 12 & 13. Gammal lindallé ger större kapacitet av beskuggning jämfört med ung ginkgoallé. Malmö, 2019.



Figur 14. Det är viktigt att ta i hänsyn hur platsen kommer att användas och vilken typ av slitage växtmaterialet kommer behöva utstå.

Tillämpning

I bakgrunden för denna uppsats tog jag upp min längtan efter skog i den heta staden. Även om skog och stad är väsensskilda till sin karaktär finns en likhet om man studerar de olika landskapens elementära enheter. En skog består i princip av stigar längs vilka man rör sig samt gläntor där man stannar upp. En liknande struktur kan skönjas i den hårdgjorda stadsmiljön där gatorna huvudsakligen är transportsträckor och torgen är platser som man uppehåller sig på.

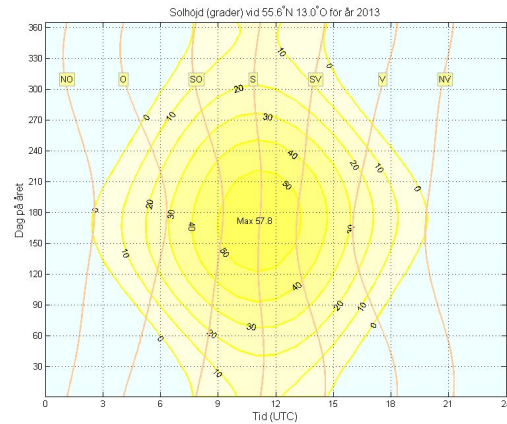
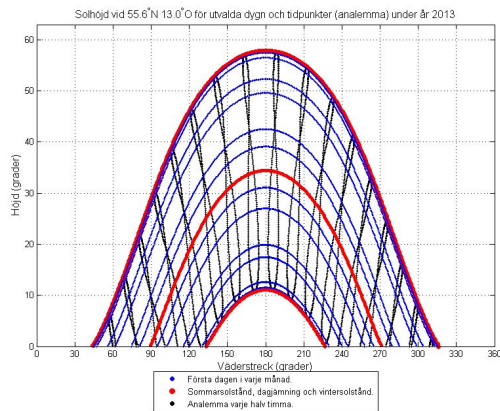
Kroppens egenskap att alstra värme vid rörelse och avge värme vid stillasittande är en viktig aspekt att ta hänsyn till vid utformningen av dessa två platser. Detta innebär att den ena platsen kräver mer svalka än den andra (Brown, 2010). Torg och gatumuljöer fyller alltså två olika funktioner, rörelse och stillasittande, och är därför intressanta att studera. Dessutom är de båda hårdgjorda miljöer där trädens ekosystemtjänster behövs för det framtida stadsklimatet och där träden kan göra ytorna attraktivare och behagligare att vistas i (Brown, 2010; D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Både torg och gatumuljöer är miljöer som människorna i staden använder i dagligen i sin vardag, vilket motiverar särskild omtanke kring hur dessa utformas.

Tillämpningsdelen består av principskisser och en urvalsprocess för trädarter. Principskisserna utgår från gestaltungsaspekter som tagits upp i teoridelen. Först utreds beskuggning på torg respektive gatumuljö. För båda miljöer följer en sammanfattning av trädegenskaper som principskisserna landat i. Därefter utreds vindutjämning i båda miljöerna med avslutande sammanfattning av trädegenskaper. I följande del görs en urvalsprocess för att ta fram exempel på trädarter som lämpar sig för funktionerna och miljöerna som studerats i principskisserna. Metoden för att göra urvalet baseras på urvalsprocessen som presenterats i teoridelen (se s. 19) och växtlistor presenterade i litteraturen (Sjöman & Slagstedt, 2016). Resultatet kompletteras med en utvärdering av utvalda trädarter.

Beskuggning

För att tillämpa beskuggning med träd behövs sol- och skuggstudier som verktyg (Brown, 2010). Solens position varierar stort utifrån geografiskt läge (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). I denna studie har Malmö fått stå som utgångspunkt eftersom Malmö kan tänkas representera ett tillämpningsområde som omfattar södra skandinavien. Solstudierna är gjorda för hand med SMHI:s solbandediagram som underlag (se figur 15 & 16).

I solbandediagrammen framgår att vid sommarsolstånd är solvinkeln mitt på dagen i Malmö 58°, vid vintersolstånd är den 11° medan under vår- och höstdagjämningen är solvinkeln 35°. För att studera hur solvinkeln varierar över dygnet har tidpunkterna 6.00, 11.00, 15.00 och 18.00 valts ut för att representera tidpunkter när beskuggning respektive solinsläpp behövs (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Dessa tidpunkter ger solvinklarna 25° kl 6.00, 58° kl 11.00, 38° (i motsatt riktning) kl 15.00 och 12° (i motsatt riktning) kl 18.00. För att räkna om hur solen rör sig från öst till väst har solens maxvinkel 58° omsatts till 90°, alltså rakt upp, och övriga vinklar har räknats om utifrån det.



Figur 15 & 16. Solbanediagram för Malmö 2013. Källa: SMHI.

Torg

Ett torg är en plats som präglas av stillasittande. För att hålla skisserna på en principiell nivå har därför en bänk fått stå för definitionen av torgets funktion i denna studie. Torgets storlek, beståndselement samt omgivande bebyggelse är väsentliga för gestaltning av en specifik plats, medan för att illustrera principerna för beskuggning räcker det här med att definiera den huvudsakliga funktionen.

Som tidigare nämnts behövs beskuggning i de nordliga breddgraderna framförallt under sommaren, medan det under övriga tider på året är fördelaktigt med värmande solinsläpp (Brown, 2010). För att få skuggan att hamna på rätt ställe under rätt tid på året behövs därför solvinkeln studeras över årtiderna (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Placeringen är enligt Sjöman avgörande för att få trädet att beskugga på sommaren och släppa in solljus under vintern⁶. I den första principskissen illustreras hur bänkens placering får skuggan att hamna rätt på sommaren medan platsen får solinsläpp på vintern (se figur 18a, skiss 1). Bänken är placerad 3 meter från trädstammen. Med rätt stamhöjd i förhållande till trädets kronomfång kan solinsläpp även skapas under våren och hösten (se figur 18a, skiss 1). En närmare studie har gjorts av för att undersöka stamhöjd i förhållande till kronbredd (se figur 17). Om en bänk är placerad 3 meter från stammen behöver kronbredden vara minst 6 meter. Skissen visar på att stamhöjden på ett träd med 6 meter bred krona behöver vara mellan 5-7 meter. Med andra ord är det optimala att stammen är ungefär lika hög som kronan är bred. Placeringen tillsammans med rätt höjd på stammen i förhållande till kronans bredd är alltså avgörande för att få en beskuggning som fungerar året runt.

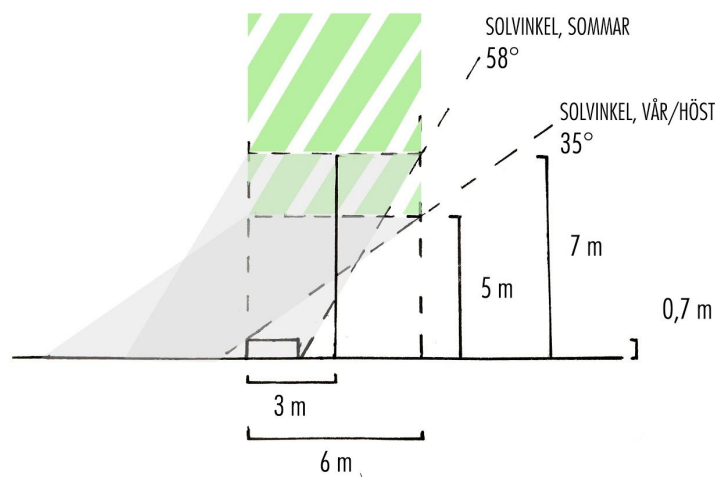
Ett städsegrönt träd eller ett lövfällande träd med tätt grenverk skuggar dock andra ytor under vinter, vår och höst (se figur 18a, skiss 2 & 3). På en multifunktionell yta som ett torg ofta är, kan detta vara ett problem. På vinterhalvåret behöver trädkronan släppa fram solljuset vilket gör ett lövfällande träd med glesst grenverk mer lämpligt att använda på ett torg (Sjöman & Slagstedt, 2016) (se figur 18a, skiss 4). För mer effektiv beskuggning sommartid behöver dock trädet ha en stor bladmassa (Sjöman & Slagstedt, 2016).

En närmare studie av hur trädets skugga skiftar över dygnet under sommaren visar också på placeringens avgörande betydelse (se figur 18b, skiss 1). Som tidigare nämnts behövs beskuggning

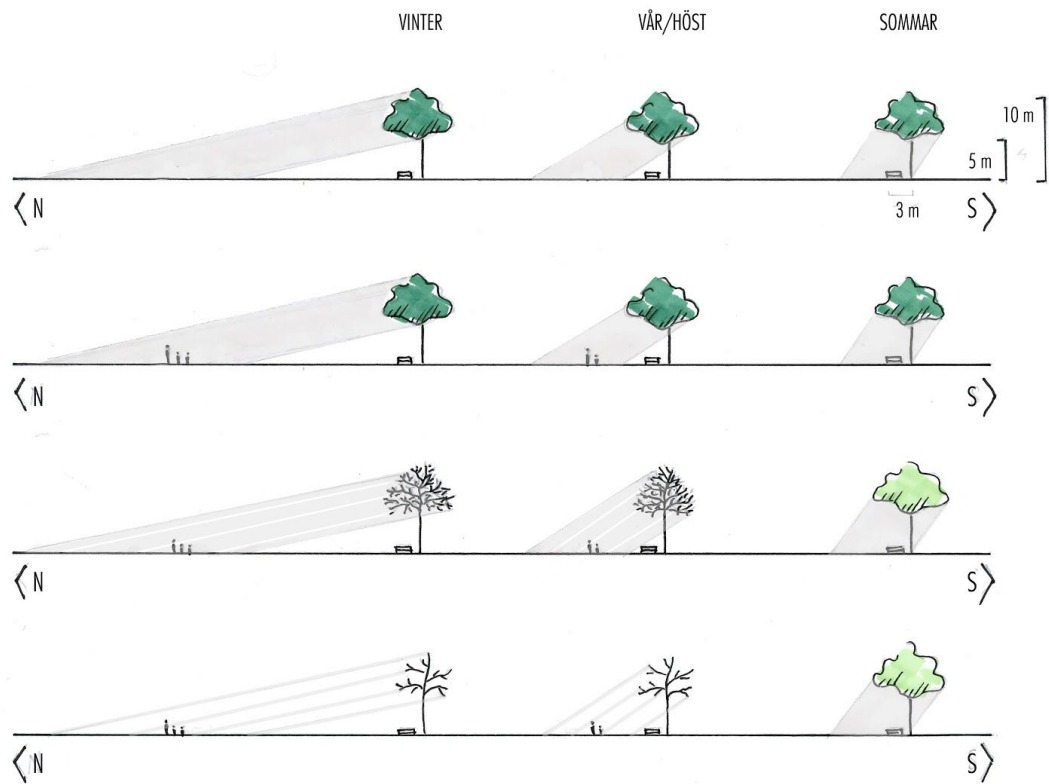
⁶ Henrik Sjöman. Föreläsning: Rätt växt för rätt plats och funktion del 1. SLU, Alnarp den 28 mars 2018.

av en vistelseyta framförallt mellan kl 11.00-15.00 när solinstrålningen är som intensivast (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Däremot behöver ytan solinsläpp på morgonen för att torka upp efter natten, samt på kvällen när temperaturen sjunkit (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Principskissen visar hur placeringen av bänken öster om trädet med rätt avstånd utifrån stamhöjd och kronomfång på trädet skapar den önskade effekten (*se figur 18b, skiss 1*). Om trädet är flerstamligt eller har en smalare krona förändras beskuggningen av platsen på ett ofördelaktigt sätt (*se figur 18b, skiss 2 & 3*).

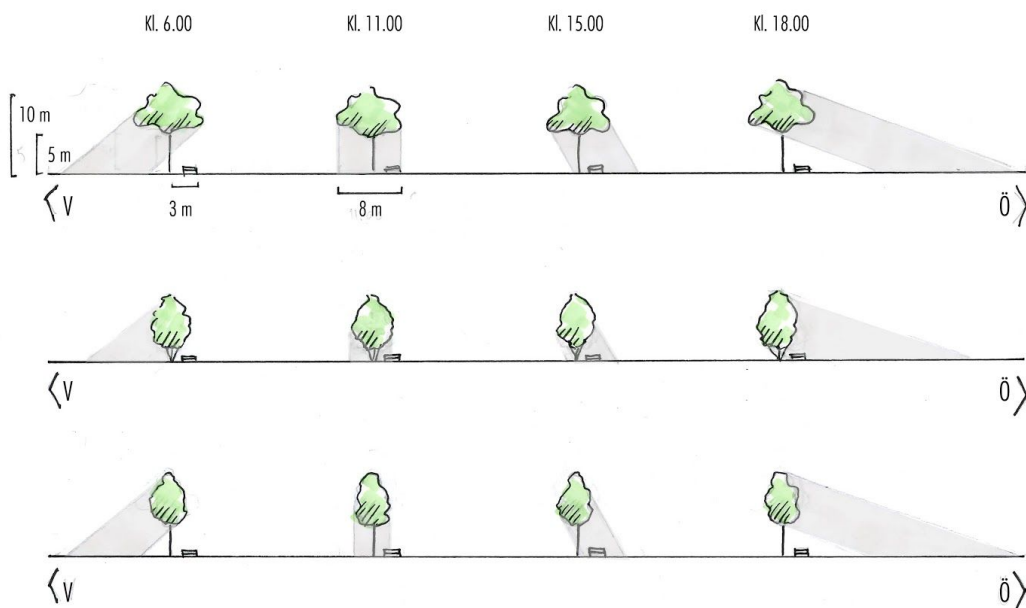
Sammanfattningsvis utifrån principskisserna ovan bör trädet placeras sydväst om objektet för optimal beskuggning respektive solinsläpp under olika tider på dygnet och året. Detta gäller under solförhållande som råder i södra skandinavien. Krontaket behöver vara tillräckligt brett för att täcka platsen som ska beskuggas. För att skapa skugga på plasten under sommaren och ljusinsläpp övriga tider på året behöver stammens höjd motsvara kronans bredd. Ju tätare bladmassa trädet har desto effektivare beskuggning ger det. För att undvika att andra ytor skuggas under vinterhalvåret är träd med glesare grenverk, samt sent bladutslag och tidig bladfällning att föredra. Kroppens förmåga att avge värme vid stillasittande skulle kunna motivera ett glesare bladverk sommartid i denna miljö, för att släppa fram den värmande solen (Brown, 2010). Men det behöver vägas mot att klimatet i framtiden kommer vara betydligt varmare än det vi har idag (Bernes, 2016). Eftersom det inte finns någon exakt vetenskap om hur mycket och hur snabbt klimatet kommer förändras är det svårt att veta hur mycket beskuggning som behövs. På ett torg skulle det med fördel gå att skapa flera olika typer av skuggbilder med olika genomsläpplighet genom att variera växtmaterialet. Detta för att gardera mot ett antal olika klimatscenarier.



Figur 17. Närmare studie av stamhöjd i förhållande till kronbredd. Stammens höjd bör motsvara kronans bredd för en fungerande beskuggning året runt.



Figur 18a. Varierande solvinkel under olika årstider. Ett glesst grenverk är mer lämpligt på ett torg där flera ytor används.



Figur 18b. Solens varierande position över dygnet. En bred krona med genomgående stam ger en bättre beskuggning.

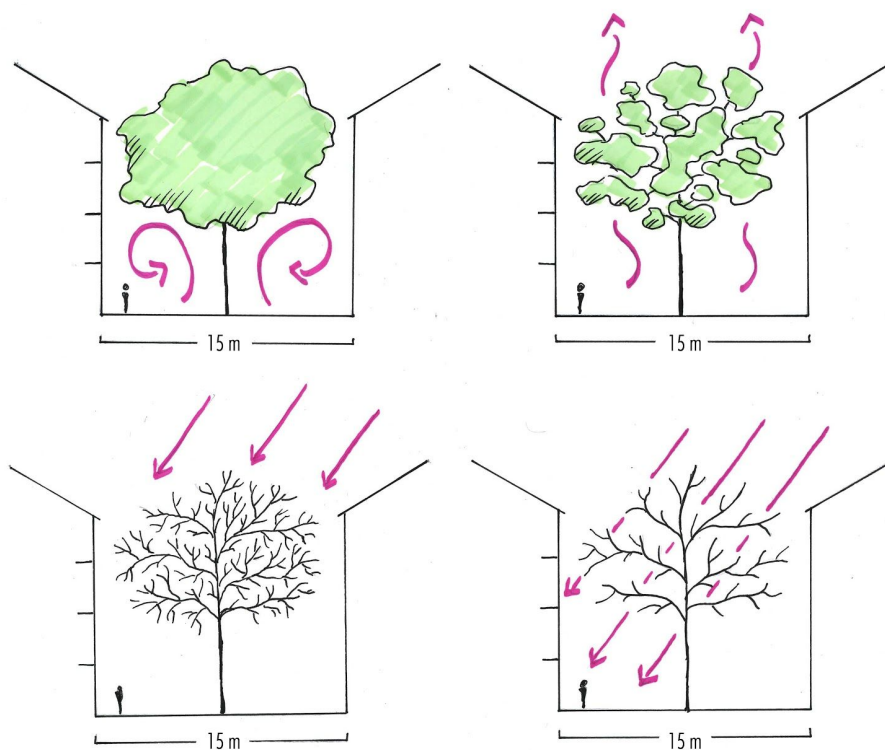
Gatumiljö

I en gatumiljö är det till skillnad från torg nödvändigt att ta in omgivande element för att illustrera principerna av beskuggning. Gatans bredd och höjden på omgivande byggnader definierar gaturummet och tillsammans med gatans förutbestämda funktioner sätter de ramar för hur träd kan placeras i denna miljö. För att göra principskisser i gatumiljö har alltså tre faktorer definierats; gatans bredd, byggnadernas höjd samt väderstreck. Först studeras generella principer för solinsläpp i ett gaturum. Därefter studeras en gata i nord-sydlig riktning där solen står på längst under dagen. Slutligen studeras även beskuggning på en gata i ost-västlig riktning. Gatan omges av fyravåningshus, vilket är en vanlig hushöjd i centrala Malmö. Gatubredden är satt på 15 meter för att illustrera en mindre gata med som samtidigt rymmer biltrafik.

Liksom på torget behövs beskuggningen framförallt sommartid, medan på vinter, vår och höst är det fördelaktigt om solen kommer åt för att värma (Brown, 2010). Men till skillnad från torget finns inte samma möjlighet att använda trädets placering för att skapa denna effekt. På en gata är dessutom den huvudsakliga funktionen rörelse vilket ställer högre krav på svalka än på ett torg där man sitter stilla (Brown, 2010). Därför behöver beskuggningen täcka hela gaturummet istället för utvalda platser.

För att åstadkomma beskuggning på sommaren och solinsläpp på vintern är val av träd utifrån dess egenskaper även avgörande i gatumiljö (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Under sommaren behöver trädet ha ett beskuggande bladverk. I gatumiljö kan däremot bladverket inte vara för tätt då det kan leda till skadliga koncentrationer av luftföroreningar (*se figur 19, skiss 1*). Av den anledningen behöver bladverket på träd i gatumiljö vara genomsläppligt så gaturummet kan ventileras (*se figur 19, skiss 2*). Under vintern behövs däremot ett lövfällande träd med gles grenverk som släpper igenom solljuset (Brown, 2010) (*se figur 19, skiss 3 & 4*). För att åstadkomma samma solinsläpp på våren och hösten är arter med sent bladutspring och tidig bladfällning att föredra (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016).

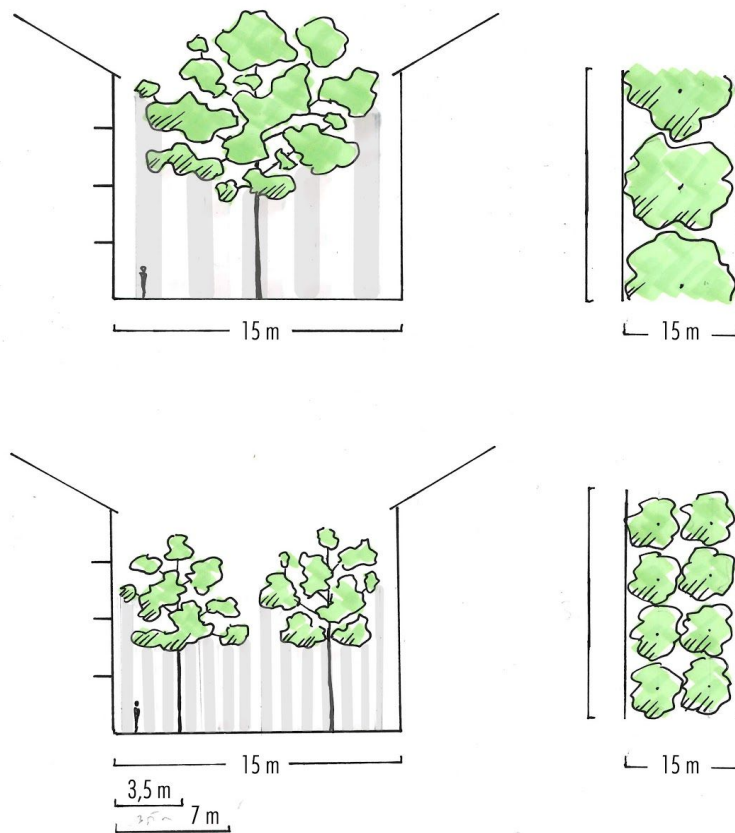
I en gatumiljö avgör placeringen av trädet hur bred krona trädet bör och kan ha (*se figur 20*). Om trädet står i mitten av gatan utgör husfasaderna ramen för hur bred trädkronan kan vara. För tillräcklig beskuggning av de vardagliga vistelseytorna behöver kronan täcka så stor yta som möjligt utan gå över gatans dimensioner (*se figur 20, skiss 1*). Om träden är placerade på vardera sida om gatan är avståndet mellan trädstammen och byggnaden avgörande för hur stor kronan kan bli (*se figur 20, skiss 2*). Om kronan är mer än dubbelt så bred som avståndet mellan trädstammen och byggnaden uppstår behov av kostsamma beskärningsinsatser (Sjöman & Slagstedt, 2016). För att skapa fullgod beskuggning med mindre träd i gatumiljö behövs två trädrader, där kronomfången på träden tillsammans skuggar gaturummet (*se figur 20, skiss 2*). Ett större träd placerat i mitten av gatan kan alltså skugga lika mycket som två rader med mindre träd. Vilket av alternativen som ska användas styrs först och främst av hur gatan används. Är gatan trafikerad kan en plantering i mitten av gatan vara problematisk. På en gågata skulle det alternativet däremot fungera bra. En annan aspekt som kan styra valet är kostnaden. Två trädrader med mindre träd behöver fler träd på samma yta för att uppnå full beskuggning (*se figur 20*). Å andra sidan behövs större trädkvalitéer i det första alternativet för att snabbare få trädet att beskugga hela ytan (*se figur 20*).



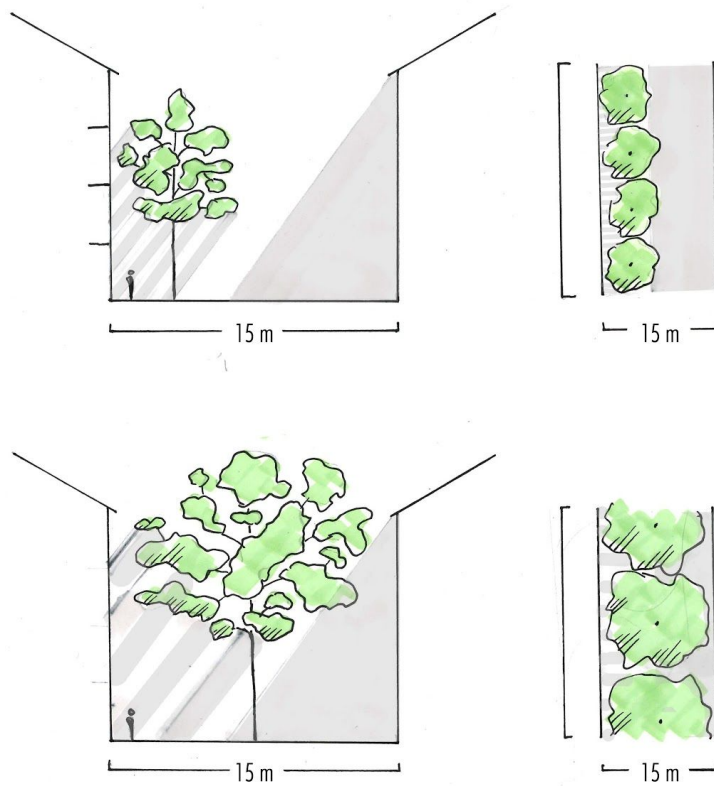
Figur 19. En gatumiljö kräver porositet i bladverket för ventilering, medan grenverket behöver vara glesst för att släppa fram solljus vintertid.

En gata i ost-västlig riktning skuggas delvis på norra sidan av byggnaden. Att placera ett träd för att beskugga en yta som redan har skugga skulle inte fylla syftet. Därför kräver en gata i ost-västlig riktning delvis andra lösningar än en gata i nord-sydlig riktning. Ett alternativ är att placera en rad mindre träd på sydsidan av gatan (se figur 21, skiss 1). I det fallet kunde eventuellt bladverket vara tätare utan att hindra ventilation av gaturummet. Men en tät krona skulle även täcka utsikten från byggnaden vilket troligen skulle skapa konflikter med brukarna av huset. Sektionen av detta alternativ visar dock att en del av gaturummet förblir obeskyddat när solen står som högst (se figur 21, skiss 1). Det väcker frågan om hur den obeskyddade ytan används. Om ytan exempelvis är en parkeringsplats kan bristen på skugga leda till ökad användning av luftkonditionering i bilen när den tas i bruk. I det fallet hade beskuggning av ytan lett till minskad energianvändning i fordonet. Med en en trädrad i mitten finns utrymmer för en större krona vilket ger beskuggning på hela gatan (se figur 21, skiss 2).

Sammanfattningsvis behöver träden på en mindre gata ge skugga åt hela gaturummet med ett heltäckande krontak. Trädval för beskuggning i gatumiljö behöver göras framförallt efter trädkronans egenskaper. På sommaren behöver trädet ha ett poröst bladverk som skyddar mot solinstrålning samtidigt som det släpper igenom luft för att ventilerar gatan. På vintern behöver trädet vara lövfällande och ha ett glesst grenverk för solinsläpp. Ett träd med sent bladutsving på våren och tidig bladfällning på hösten är att föredra. Men eftersom gatan är en plats där man i regel rör sig är det inte lika avgörande som på torget där man i regel uppehåller sig (Brown, 2010). Placeringen av trädet avgör hur bred kronan kan vara. Ju längre trädet står från byggnaden desto större krona kan det ha. Vid placering av trädet i mitten av gatan är det gatans bredd som avgör kronans möjliga slutstorlek.



Figur 20. I trängre gaturum avgör placeringen av trädet hur bred kronan kan vara. Kronbredden är avgörande för hur många träd som kan beskugga samma yta.



Figur 21. En gata i ost-västlig riktning kräver andra lösningar för optimal beskuggning.

Vindutjämning

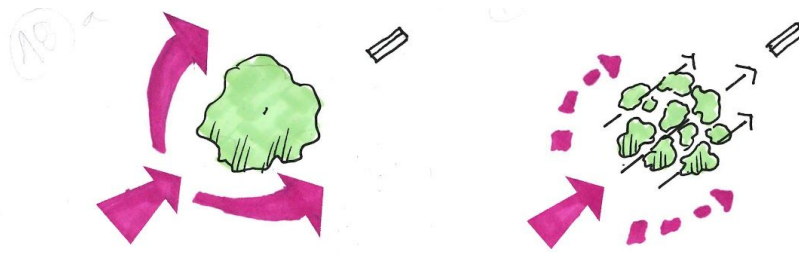
Som tidigare nämnts kan man med strategisk placering skapa läeffekt med enskilda eller bara ett fåtal träd (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För en strategisk placering som skyddar mot kalla vintervindar måste den dominerande vindriktningen under vinterhalvåret utredas (Brown, 2010). I principskisserna i detta avsnitt representeras den dominerande vindriktningen med färgade pilar. Lösningar i principskisserna har utformats utifrån två huvudsakliga förutsättningar för vindutjämning. Den första är att växtmaterialet måste ha en lagom porositet på 40-50% för att undvika turbulenser vid sidan av läplanteringen (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016) (*se figur 22*). Detta ställer krav på växtmaterialet där ett tätt grenverk och glest bladverk är den optimala kombinationen för ändamålet. Men porositet kan också arbetas fram genom skötsel (Sjöman & Slagstedt, 2016). Den andra förutsättning som principskisserna utformats efter är att läeffekten för en lagom porös plantering är över tio meter av planterings höjd (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Om ett träd exempelvis har höjden 10 meter beräknas läeffekten vara drygt 20 meter. Hur planterings bredd påverkar läeffekten har inte framkommit i litteraturen. Därför har arbetet utgått från att den påverkas på samma sätt (*se figur 23*).

Torg

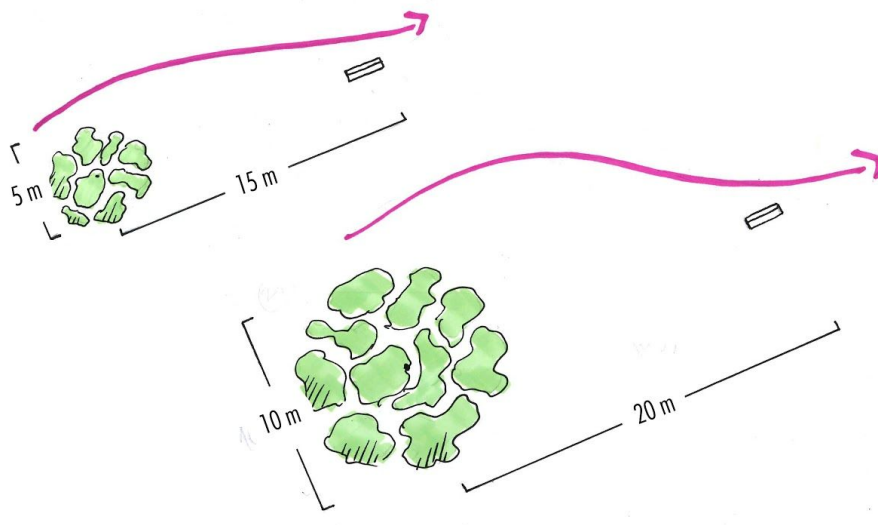
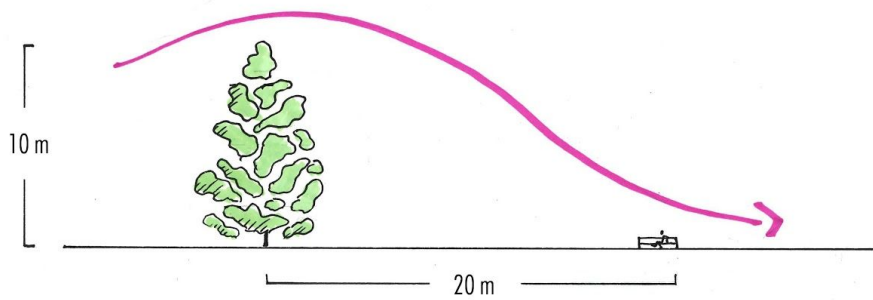
Även i denna studie får bänken representera torgets huvudsakliga funktion. Omgivande byggnader kan påverka hur vinden rör sig i rummet, men eftersom det endast är principerna som ska illustreras, har omgivande struktur inte tagits med i beräkningen.

I de första principskisserna för läplantering på torg har planteringarna en höjd på 10 meter vilket ger en läeffekt på över 20 meter. Det betyder att planteringen kan ligga ca 20 meter ifrån sittplatsen som ska skyddas. För att få samma läeffekt på bredden kan en bredare krona eller flera träd bidra till att läeffekten bibehålls (*se figur 24*). I annat fall måste planteringen flyttas närmare för att skydda. En viktig aspekt för läplantering är att undvika golvdrag vilket en uppstammad krona kan skapa (*se figur 25a, skiss 1*). Om det rör sig om ett enskilt träd är ett flerstamigt träd eller ett träd med en krona på låg stam ett bättre alternativ (Sjöman & Slagstedt, 2016) (*se figur 25a, skiss 2*). I det fallet behöver kronan vara tillräckligt bred. Flera träd tillsammans kan också användas för att bredda planteringen. Då kan olika arter med varierande egenskaper användas för att skydda mot golvdrag (*se figur 25a, skiss 3*). Principskisserna visar på hur samma läeffekt bibehålls under vinterhalvåret genom rätt trädval (*se figur 25b*). Städsegröna träd kan med fördel användas för visuell variation.

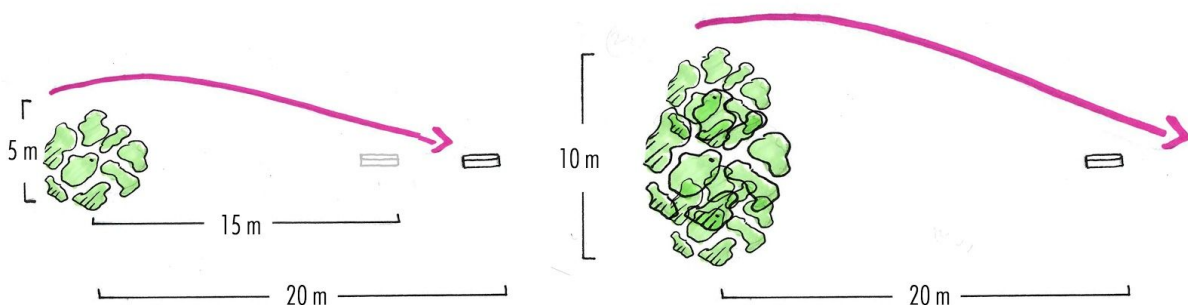
Sammanfattningsvis behöver träd som används för vindutjämning på torg ha en porositet på 40-50% både under sommaren och vintern. Kronan behöver ha ett tätt grenverk på vintern och ett glest bladverk på sommaren. Om en läplantering ska göras med enskilt träd behöver trädet ha en krona på låg stam eller vara flerstamigt. Kronans bredd avgör hur nära objektet planteringen behöver vara för att skydda. En längre läeffekt kräver bredare krona. Om läplanteringen kan göras med flera träd kan olika arter med olika egenskaper skapa en bredare läplantering med lagom porositet.



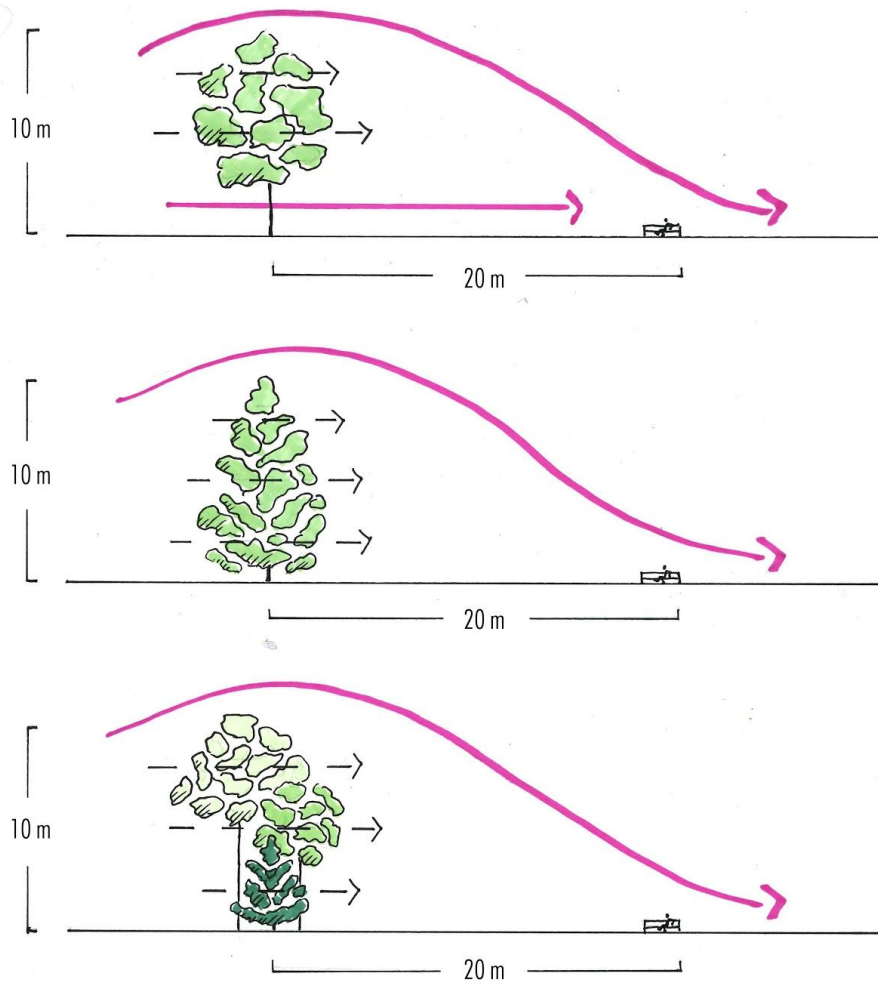
Figur 22. Lagom porositet i växtmaterialet är en förutsättning för att uppnå bra läeffekt.



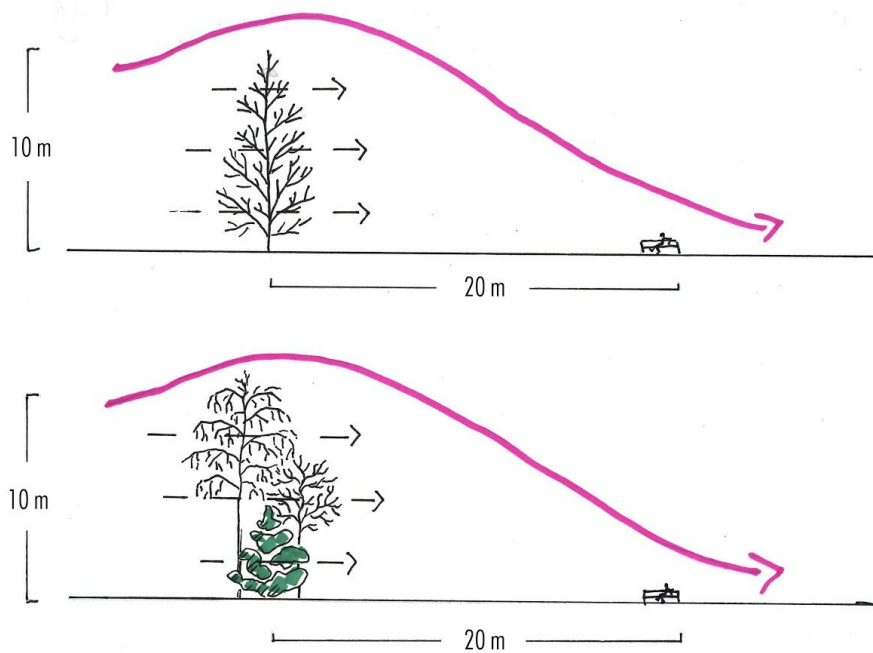
Figur 23. Läeffekten kan sträcka sig över tio meter av läplanterings höjd och bredd.



Figur 24. En smalare krona kan kräva närmare placering för att skydda objektet. Alternativt kan planteringen breddas.



Figur 25a. Med en genomgående krona eller ett fåtal träd av olika art kan man undvika golvdrag.



Figur 25b. Samma läeffekt kan skapas på vintern som på sommaren med hjälp av rätt artegenskaper.

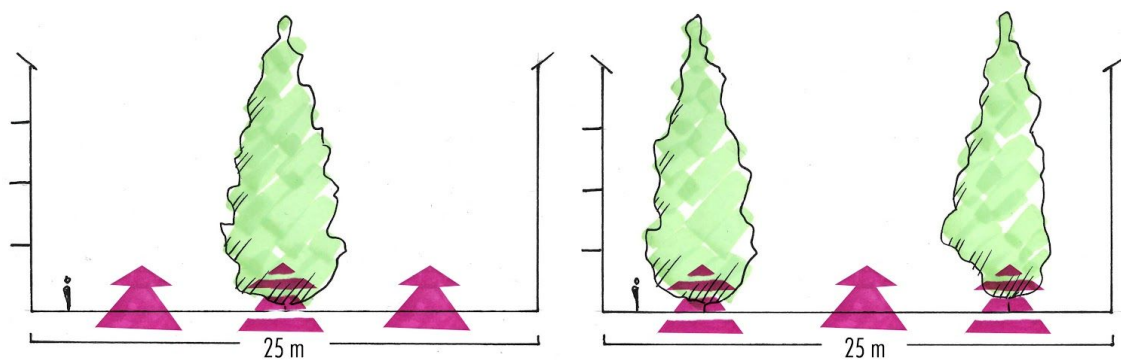
Gatumiljö

Principskisserna för vindutjämning i gatumiljö utgår från samma förutsättningar som använts i principskisserna för torg. De förutsätter lagom porositet i växtmaterialet och utformas utifrån läeffekten med målet att undvika golvdrag. Som tidigare nämnts är vinflödena i staden kraftigast på breda, raka gator i dominerande vindriktning (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Därför är denna typ av miljö en av exemplen som studeras. Gatans bredd har här definierats som 25 meter. Bebyggelsen är liksom i principskisserna för beskuggning 4 våningar. Hur gatan används är avgörande för var planteringen ska placeras. Principskisserna utgår från att de centrala delen av gatan är trafikerade medan sidorna är avsatta för fotgängare. Om planteringen är placerad i mitten av gatan kommer den framförallt bromsa upp vindflödet vid trafiken medan ytorna för fotgängare förblir oskyddade (*se figur 26, skiss 1*). Med trädader på varsin sida om den trafikerade vägen kommer den trafikerade ytan att ventileras medan vinden bromsas upp vid ytorna för fotgängare (*se figur 26, skiss 2*).

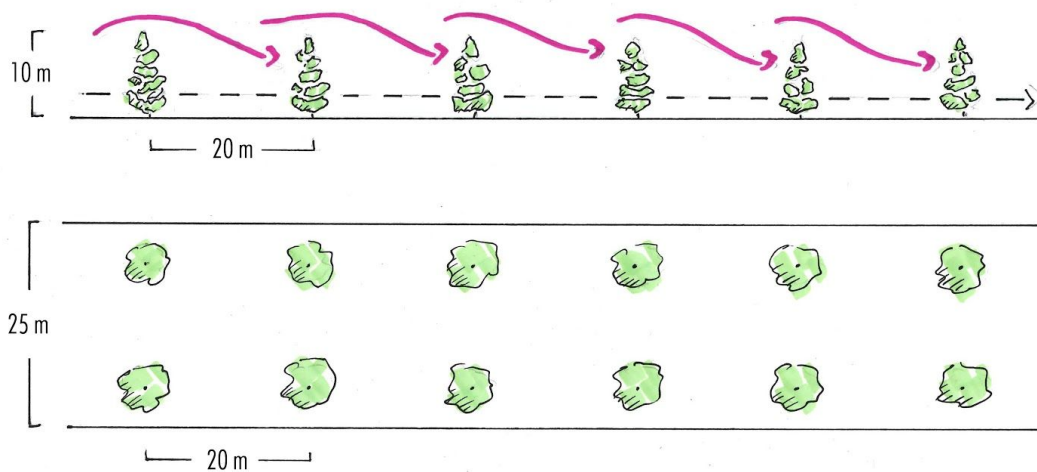
Den enklaste lösningen för att tillämpa vindutjämning på en bred gata i dominerande vindriktning är att placera pelarträd med låg stam på lagom avstånd från varandra utifrån läeffekten (*se figur 27*). Genom att tillämpa Browns metod att visualisera vindens rörelse, genom att föreställa sig vinden som vatten istället, kan vissa svagheter avläsas i denna lösning. Mellanrummet mellan träden och byggnaderna kan fortfarande släppa fram vindflöden även om ytan smalnats av. Detta kan eventuellt lösas med att placera ut träd vid hörnen av gatan i den ända varifrån vindflödet kommer (*se figur 28, skiss 1*). Planteringar intill fasaden med annan typ av växtlighet såsom buskar kan eventuellt också hjälpa till att bromsa upp vinden mer (*se figur 28, skiss 2*). En variation i ålder på träden som planteras ger träden olika bredd och kan eventuellt också få vinden att istället leka sig fram längs ytan. Olika åldrar på växtmaterialet ger också träden olika kronhöjd vilket gör att vinden kan fångas och leka runt i krontopparna istället för nere på gatan (*se figur 29*). Om det finns utrymme kan träden även placeras ut med förskjutningar i raderna (*se figur 30*). Detta kan skapa en visuellt varierande miljö som både kan bromsa upp vinden och trafiken.

Alla principskisser ovan har utgått från användning av endast en art. Om gatan ligger i ost-västlig riktning kan användning av samma art resultera i att träden utvecklas olika på solsidan respektive skuggsidan (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). För att träden ska få samma volym bör en skuggtålig art planteras på skuggsidan medan en solkrävande art bör planteras på solsidan (*se figur 31*). Ett annat exempel på hur variation kan skapas i denna typ av miljö är att förskjuta raderna så träden ligger i sicksack istället för mot varandra (*se figur 31*).

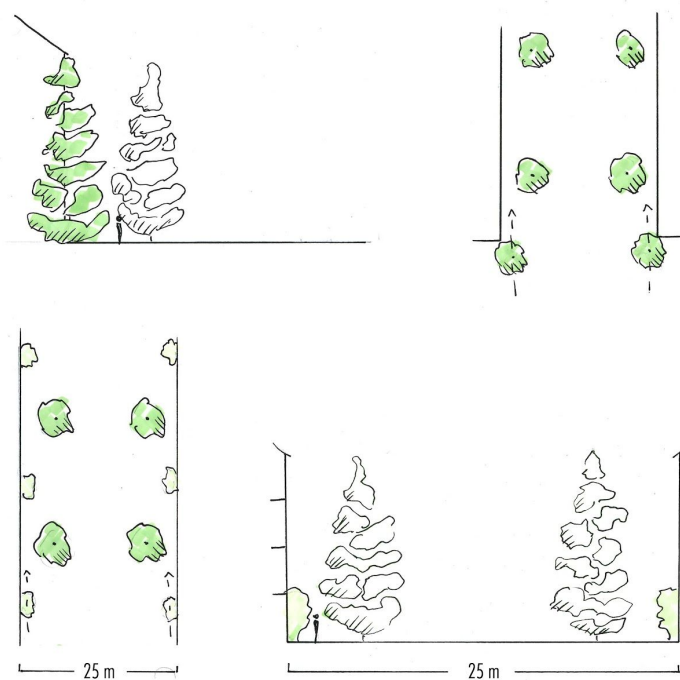
I en bred gatumiljö finns även utrymme att skapa artvariation. En artvariation ger både fler möjligheter att arbeta fram en lagom porositet i planteringen, och en större variation i krontopparnas höjd och kronornas omfång (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016) (*se figur 32*). I detta exempel har träden placerats utifrån olika läeffekter beroende på trädets höjd. Denna typ av trädad ger också kreativa möjligheter att skapa estetiska kvalitéer.



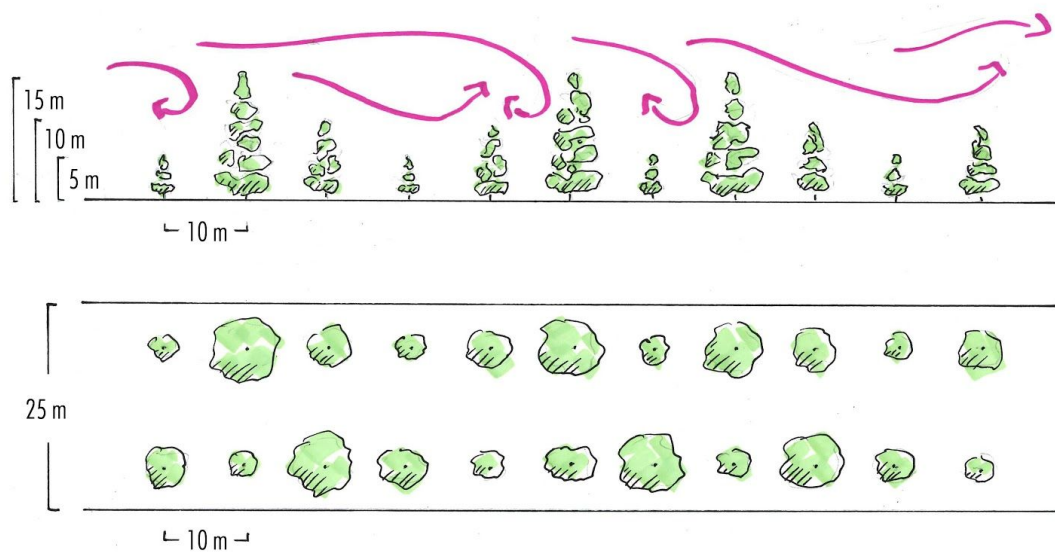
Figur 26. Placeringen av träden avgör vilken del av gatan som skyddas.



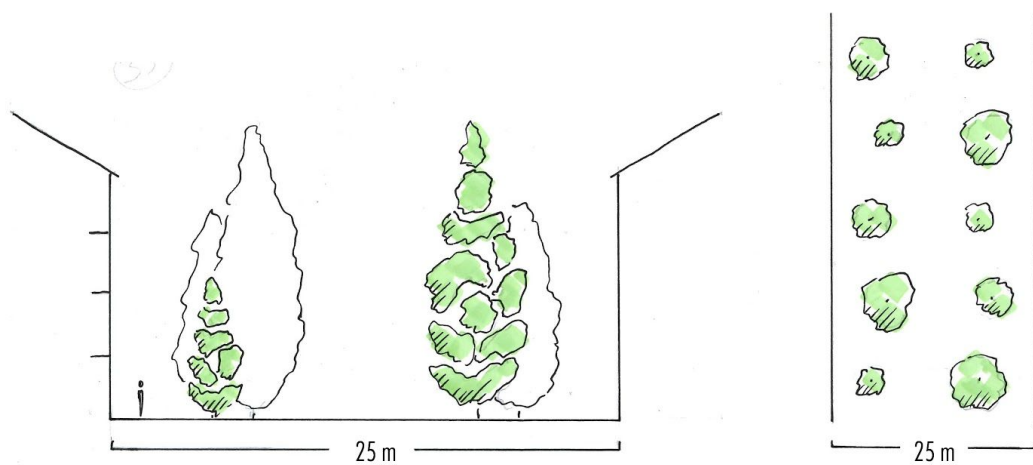
Figur 27. Läplantering på bred gata i dominerande vindriktning utifrån läeffekten.



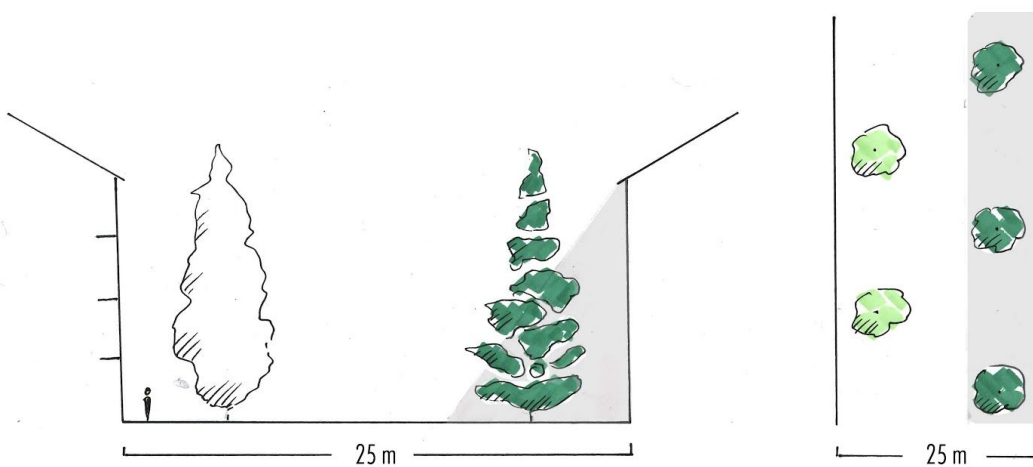
Figur 28. Lösningar för att ytterligare minska draget för fotgängare.



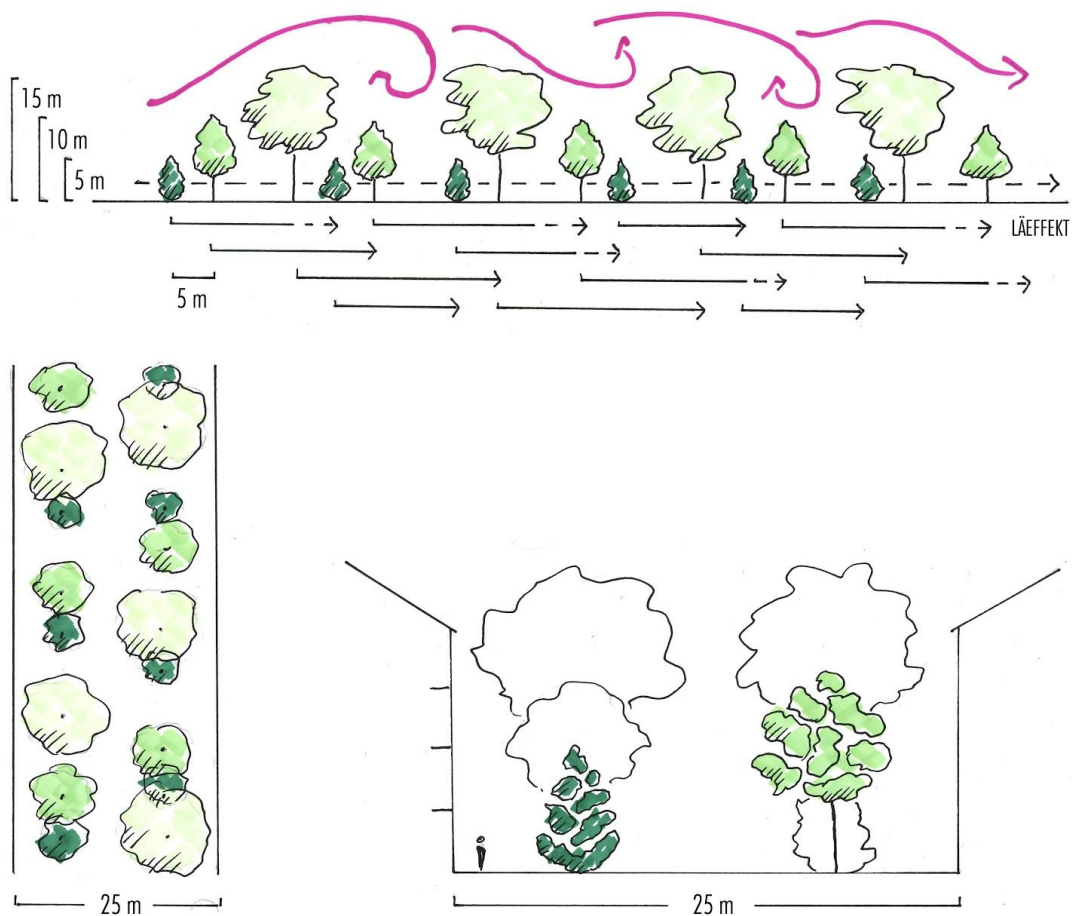
Figur 29. Åldersvariation i växtvalet kan skydda gaturummet genom att få vinden att leka i krontopparna och runt kronorna med olika bredd.



Figur 30. En ojämn trädrad kan bromsa upp såväl vindflödet som trafiken.



Figur 31. En gata i ost-västlig riktning kräver olika växtmaterial på vardera sidan om gatan.

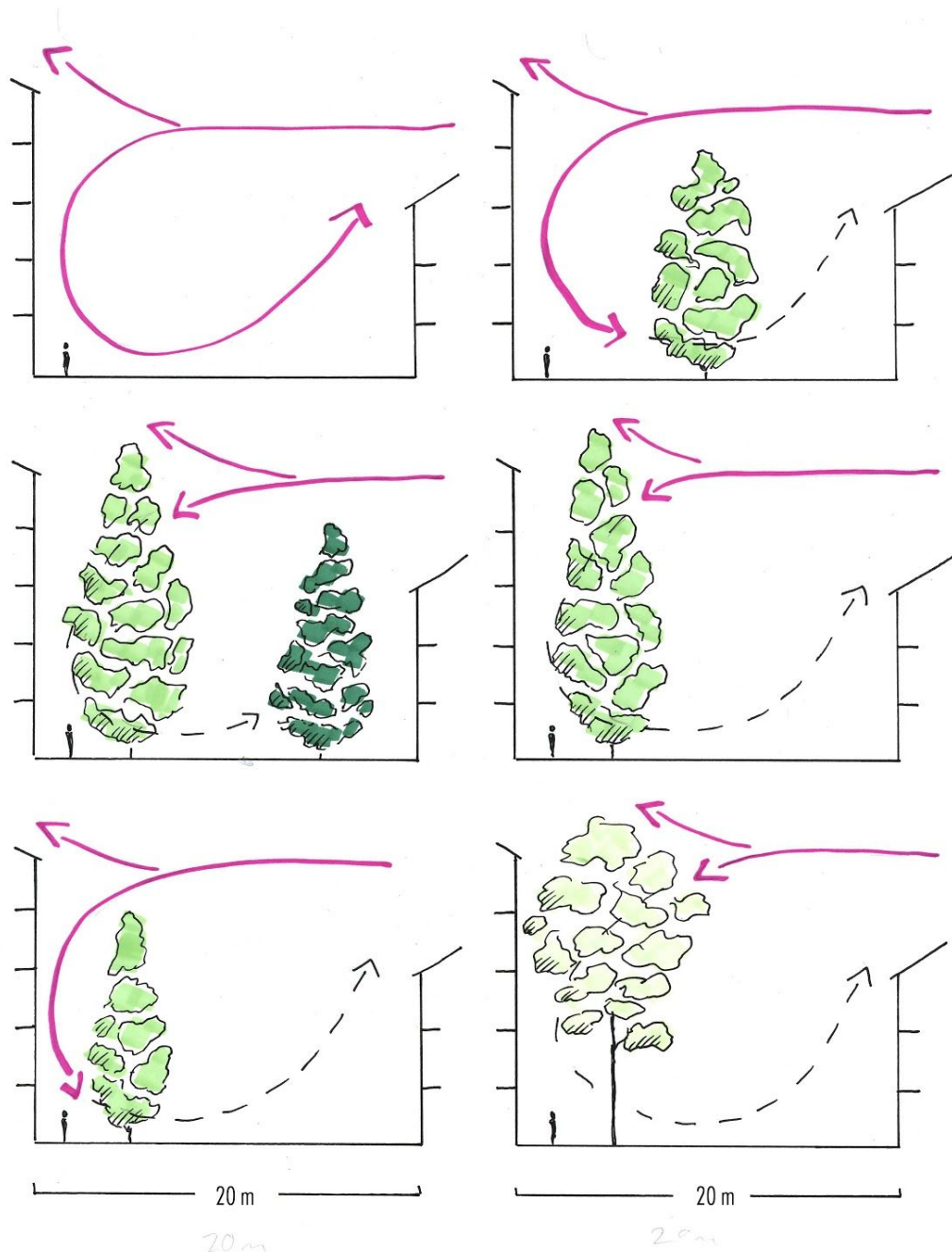


Figur 32. Läplantering där artvariation skapar en mer komplex modell för läeffekten.

En annan problematisk gatumiljö för vindutjämning är gator som ligger mot dominerande vindriktning med varierande hushöjder. Som tidigare nämnts kan höga uppstickande byggnader dra ner vindar till marknivå och där skapa kraftiga turbulenser (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016) (se figur 33, skiss 1). I dessa principskisser är gatan 20 meter bred och hushöjden är 3 våningar på ena sidan och fem våningar på andra sidan. En trädrad i mitten av gatan hade inte heller här gett något större skydd för fotgängarna där turbulenserna är som värst (se figur 33, skiss 2). Två trädrader hade effektivt bromsat upp vinden men däremot skapat ökade koncentrationer av luftföroreningar på andra sidan av gatan där vinden bromsas upp av planteringen (se figur 33, skiss 3). Ett enskilt träd på den sidan av gatan där turbulensen är som värst hade gett det optimala skyddet (se figur 33, skiss 4). I principskissen där ett pelarträd har använts har trädet dock en höjd på över 17 meter. Frågan är hur lätt det går att hitta ett pelarträd med rätt porositet som i hårdgjord stadsmiljö kan uppnå den höjden. För att trädet effektivt ska bromsa upp vinden måste trädet vara högre än byggnaden (D. Sjöman, Sjöman & Johansson, 2016). Ett lägre träd hade med andra ord inte klarat av att reglera vinden (se figur 33, skiss 5). Eftersom vindflödet i detta exempel framförallt

kommer uppifrån hade eventuellt ett träd med hög stam och rätt omfång på kronan kunna ge ett likvärdigt skydd (se figur 33). I det fallet hade fler arter kunnat fungera i detta sammanhang.

Sammanfattningsvis är det i princip samma artegenskaper som trädet behöver i gatumiljö som på torg. Den stora skillnaden är att i gatumiljö måste träden ha ett smalare växtsätt eller vara uppstammade för att inte hämma trafiken. För att hindra turbulenser som kan uppstå av ojämn bebyggelsestruktur behöver träden också vara högre än byggnaderna.



Figur 33. En gata med ojämn bebyggelsestruktur där vinden går mot gatans riktning kräver andra typer av lösningar för att minska turbulenser.

Val av träd

I denna del av tillämpningen är syftet att ta fram exempel på trädarter som kan användas för beskuggning respektive vindutjämning på torg respektive gatumiljö. Egenskaper för träden utifrån principskisserna ska utgöra grunden för urvalet. Metoden för trädval ska följa urvalsprocessen som presenteras på sidan 21, och utgå från växtlistor från *Träd i urbana landskap* (Sjöman & Slagstedt, 2016). Resultatet utvärderas med hjälp av *Stadsträdslexikon* (Sjöman & Slagstedt, 2016:2).

Träd för beskuggning

Eftersom träd urvalet för beskuggning ska göras utifrån sydkandinaviska klimatförhållande som ligger i odlingszon 1, kommer ingen gallring att göras utifrån *hårdighet och friskhet*. I *successionssteget* gallras träd i tidig successionsfas fram eftersom dessa är lämpliga för soliga lägen (*se tabell 1 & 2*). Speciellt värmegynnade arter är markerade genom hela urvalsprocessen eftersom dessa är intressanta ur ett framtida klimatperspektiv. Trädarter som kräver skelettjordsplantering ligger i egna tabeller både i urvalet för beskuggning och vindutjämning. När det kommer till urval utifrån *tolerans för växtplatsen* klarar alla träd som gallrats fram i tidigare steget ståndorten. Vindtålighet skulle vara en intressant aspekt att ta hänsyn till här om detta hade varit ett urval för en befintlig plats med kraftiga vindar. Men eftersom urvalet görs för enbart beskuggning har den aspekten valts bort i detta skede. I urvalet utifrån *funktion* gallras trädarter fram som har bra egenskaper för att beskugga under sommaren och släppa fram solljus under vinterhalvåret (*se tabell 3-8*). Inga träd gallras bort i *skötselsteget* då urvalet inte innehåller några frukt bärande träd som kan bli ett skötselproblem i hårdgjorda miljöer. Av urvalet som består gallras slutligen trädarter för torg respektive gatumiljö fram utifrån *växtsätt* (*se tabell 9-12*). Underlag för att göra urvalet i detta steg har hämtats ur principskisserna med stöd av *Stadsträdslexikon* (Sjöman & Slagstedt, 2016:2). Val utifrån *estetiska och sociala värden* kommer inte göras då de inte är relevanta för trädens funktion vilket är fokuset i denna uppsats.

Tabell 1. Träd i tidig successionsfas. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Acer campestre	Naverlönn
Acer x zoeschense	Dansk lönn
Alnus cordata*	Italiensk al*
Cornus mas	Körsbärskornell
Crataegus x lavalleyi	Glanshagtorn
Crataegus x persimilis	Sylhagtorn
Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Eucommia ulmoides	Kinesiskt gummiträd
Fraxinus ornus*	Mannaask*
Ginkgo biloba*	Ginkgo*
Gleditsia triacanthos*	Korstörne*
Koelreuteria paniculata*	Kinesträd*

Morus alba*	Vitt mullbär*
Paulownia tomentosa	Kejsarträd
Pinus heldreichii*	Ormskinnstall*
Pinus nigra*	Svarttall*
Platanus x hispanica*	Hybridplatan*
Plathycladuss orientalis	Orientalisk tuja
Prunus ceracifera 'Nigra'	Blodplommon
Prunus x eminens 'Umbraculifera'	Klotkörsbär
Prunus mahaleb	Vejksel
Pyrus calleryana*	Kinapäron*
Pyrus communis	Vanligt päron
Pyrus salicifolius	Silverpäron
Quercus cerris*	Turkisk ek*
Quercus frainetto*	Ungersk ek*
Quercus macranthea	Persisk ek
Quercus petraea	Bergek
Robinia pseudoacacia*	Robinia*
Sorbus aria	Vitoxel
Sorbus x intermedia	Oxel
Sorbus latifolia	Bergoxel
Sorbus x thuringiaca	Rundoxel
Sorbus torminalis*	Tyskoxel*
Styphnolobium japonicum*	Pagodträd*
Ulmus 'New Horizon'	Hybridalm
Ulmus parviflora	Kinesisk alm
Ulmus 'Rebona'	Hybridalm
Zelkova serrata*	Zelkova*

* Värmegynnad

Tabell 2. Träd i tidig successionsfas som kräver skelettjordsplandring.
Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Abies pinsapo	Spanskgran
Acer cappadocicum*	Turkisk lönn*
Acer tatarica	Rysk lönn
Acer tatarica ssp. ginnala	Ginnalalönn
Alianthus altissima*	Gudaträd*
Alnus x spaethii	Berlinerl
Carpinus betulus	Avenbok
Carpinus caroliniana	Amerikansk avenbok

<i>Catalpa bignonioides</i>	Katalpa
<i>Catalpa speciosa</i> *	Praktkatalpa*
<i>Corylus colurna</i>	Turkisk trädhassel
<i>Crataegus crus-galli</i>	Sporrhagtorn
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
<i>Crataegus punctata</i>	Prickhagtorn
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Smalbladig ask
<i>Gymnocladus dioica</i> *	Kentuckykaffeträd*
<i>Laburnum ssp.</i>	Gullregn
<i>Laburnum x watererii</i> *	Hybridgullregn*
<i>Liquidambra styraciflua</i> *	Ambraträd*
<i>Maackia amurensis</i>	Maackia
<i>Malus tschonoskii</i>	Cinnoberapel
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Humlebok
<i>Parrotia persica</i> *	Papegojträd*
<i>Phellodendron amurense</i> *	Korkträd*
<i>Pinus ponderosa</i>	Gultall
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall
<i>Platanus x acerifolia</i>	Platan
<i>Populus tremula 'Erecta'</i>	Pelarasp
<i>Prunus avium</i>	Fågelbär
<i>Prunus ceracifera</i>	Körsbärsplommon
<i>Prunus sargentii</i>	Bergkörsbär
<i>Quercus castaneifolia</i>	Kastanjebladig ek
<i>Quercus coccinea</i>	Scharlakansek
<i>Quercus palustris</i>	Kärrek
<i>Quercus robur</i>	Skogsek
<i>Quercus rubra</i>	Rödek
<i>Sorbus domestica</i>	Äppelrönn
<i>Sorbus hybrida</i>	Finnoxel
<i>Sorbus incana</i>	Silveroxel
<i>Syringa reticulata</i>	Ligustersyrén
<i>Tilia tomentosa</i> *	Silverlind*

* Värmegynnad

Tabell 3. Lövfällande träd med glest grenverk. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

<i>Acer campestre</i>	Naverlönn
<i>Alnus cordata</i> *	Italiensk al*
<i>Fraxinus ornus</i> *	Mannaask*

Ginko biloba*	Ginko*
Gleditsia triacanthos*	Korstörne*
Platanus x hispanica*	Hybridplatan*
Pyrus communis 'Beech Hill'	Vanligt päron
Quercus cerris*	Turkisk ek*
Quercus frainetto*	Ungersk ek*
Quercus petraea	Bergek
Robinia pseudoacacia*	Robinia*
Styphnolobium japonicum*	Pagodträd*

* Värmegynnad

Tabell 4. Lövfällande träd med glest grenverk som kräver skelettjordsplantering. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Alianthus altissima*	Gudaträd*
Carpinus betulus	Avenbok
Corylus colurna	Turkisk trädhassel
Fraxinus angustifolia	Smalbladig ask
Prunus avium	Fågelbär
Quercus palustris	Kärrek
Quercus robur	Skogsek
Quercus rubra	Rödek

* Värmegynnad

Tabell 5. Lövfällande träd med glest grenverk som har senare bladutspring och tidig bladfällning. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Acer campestre	Naverlön
Fraxinus ornus*	Mannaask*
Gleditsia triacanthos*	Korstörne*
Platanus x hispanica*	Hybridplatan*
Robinia pseudoacacia*	Robinia*
Styphnolobium japonicum*	Pagodträd*

* Värmegynnad

Tabell 6. Lövfällande träd med glest grenverk (i skelettjord) som har senare bladutspring och tidig bladfällning. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Alianthus altissima*	Gudaträd*
Carpinus betulus	Avenbok
Corylus colurna	Turkisk trädhassel
Fraxinus angustifolia	Smalbladig ask
Quercus robur	Skogsek
Quercus rubra	Rödek

* Värmegynnad

Tabell 7. Trädarter från tabell 3 & 5, ordnade efter täthet i bladmassa.

Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Platanus x hispanica* Tät	Hybridplatan*
Acer campestre Medel	Naverlönn
Fraxinus ornus* Gles	Mannaask*
Gleditsia triacanthos* Gles	Korstörne*
Robinia pseudoacacia* Gles	Robinia*
Styphnolobium japonicum* Gles	Pagodträd*

* Värmegynnad

Tabell 8. Trädarter från tabell 4 & 6 (skelettjordsplantering), ordnade efter täthet i bladmassa.

Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Carpinus betulus Tät	Avenbok
Quercus rubra Tät	Rödek
Quercus robur Medel	Skogsek
Alianthus altissima* Gles	Gudaträd*
Fraxinus angustifolia Gles	Smalbladig ask

* Värmegynnad

Torg

Tabell 9. Träd med varierande bladmassa, hög stam och bred krona. Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2)

Platanus x hispanica*	Hybridplatan*
Acer campestre Medel	Naverlönn
Fraxinus ornus*	Mannaask*
Gleditsia triacanthos*	Korstörne*
Robinia pseudoacacia*	Robinia*
Styphnolobium japonicum*	Pagodträd*

* Värmegynnad

Tabell 10. Träd med hög stam och bred krona (i skelettjord). Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2)

Carpinus betulus Fk Stenshuvud	Avenbok
Quercus rubra	Rödek
Quercus robur	Skogsek
Alianthus altissima*	Gudaträd*
Fraxinus angustifolia 'Raywood'	Smalbladig ask

* Värmegynnad

Gatumiljö

BRED KRONA

Tabell 11. Träd med gles bladverk, hög stam och bred krona. Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2)

Fraxinus ornus*	Mannaask*
Gleditsia triacanthos*	Korstörne*

Robinia pseudoacacia*	Robinia*
Styphnolobium japonicum*	Pagodträd*

* Värmegynnad

Tabell 12. Träd med glest bladverk, hög stam och bred krona (i skelettjord). Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2)

Alianthus altissima*	Gudaträd*
Fraxinus angustifolia	Smalbladig ask

* Värmegynnad

SMALARE KRONA

Tabell 13. Träd med glest bladverk, hög stam och smalare krona. Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2)

Fraxinus ornus* 'Anita', 'Obelisk'	Mannaask*
Gleditsia triacanthos* 'Imperial'	Korstörne*
Robinia pseudoacacia* 'Unifoliola'	Robinia*
Styphnolobium japonicum* 'Princeton Upright'	Pagodträd*

* Värmegynnad

Sammanfattning

För beskuggning av torg visar resultatet att trädarterna i tabell 9 och 10 ska vara lämpliga för ändamålet. Ett flertal av arterna är rödmarkerade. Vid inläsning om de olika trädarterna i *Stadsträdslexikon* visade det sig att dessa av olika anledningar inte är optimala artval (Sjöman & Slagstedt 2016:2). Hybridplatan, robinia och gudaträd har enligt Sjöman och Slagstedt visat sig vara problematiska i stadsmiljö (2016:2). Hybridplatanen (*Platanus x hispanica*) är allergiframkallande och dessutom hotad av svampangrepp som kan få allvarliga följder för beståndet. Robinian (*Robinia pseudoacacia*) skjuter rikligt med rotskott och kan med sitt ytliga rotsystem bli ett problem för markbeläggningar i hårdgjorda miljöer. Gudaträdet (*Alianthus altissima*) har visat på en närmast invasiv spridning i stadsmiljöer. Vidare är avenbok (*Carpinus betulus*) en utpräglad sekundärart, medan rödek (*Quercus rubra*) och skogsek (*Quercus robur*) kräver rikare marker för en god utveckling. Enligt Sjöman och Slagstedt finns andra arter av ek som är mer ståndortsanpassade i en hårdgjord miljö, såsom turkisk ek (*Quercus cerris*) och ungersk ek (*Quercus frainetto*). Men dessa gallrades bort i urvalet då de behåller sina blad kvar långt in på hösten. Slutligen gallrades även smalbladig ask (*Fraxinus angustifolia*) bort då det i litteraturen råder motstridiga uppgifter om dess grentäthet (Sjöman & Slagstedt 2016; 2016:2). Kvarstående arter som med fördel kan användas på torg för beskuggning är naverlön (*Acer campestre*), mannaask (*Fraxinus ornus*), korstörne (*Gleditsia triacanthos*) och pagodträd (*Styphnolobium japonicum*). Det är dock viktigt att välja sortnamn för att garantera rätt växtsätt för miljön och funktionen (Sjöman & Slagstedt, 2016:2)

När det kommer till gatumiljöer visar resultatet att trädarterna i tabellerna 11-13 fungerar väl för beskuggning. De rödmarkerade träden har gallrats bort av samma anledningar som ovan. För en gatumiljö fungerar i princip samma arter som på torget så länge bladverket är glegt. Dessa är mannaask (*Fraxinus ornus*), korstörne (*Gleditsia triacanthos*) och pagodträd (*Styphnolobium*

japonicum). Samtliga är värmegynnade och skulle klara av ett varmare klimat. Val av sortnam är dock avgörande i gatumiljö för att få rätt kronomfång för utrymmet (Sjöman & Slagstedt, 2016:2).

Träd för vindutjämning

I urvalsprocessen för vindutjämnin kommer precis som vid beskuggning ingen gallring att göras utifrån *hårdighet och friskhet*, då arbetet fokuserar på odlingszon 1. För vindutjämning kan både pionjärer och sekundärer användas. Därför kommer urval utifrån *succession* inte heller att innebära någon gallring. När det kommer till urval utifrån *tolerans för växtplatsen* har alla träd som är vindtåliga gallrats ut (*se tabell 13-16*). För att göra ett tillförlitligt urval utifrån *funktion* hade det behövts data på alla trädarter med tätt grenverk och glest bladverk. I brist på den informationen i växtlistorna som urvalet utgått ifrån har istället en uteslutningsmetod använts. Med uteslutningsmetoden har exempel på träd som har ett glest grenverk och träd som har ett tätt bladverk i växtlistorna i litteraturen gallrats bort i detta steg (*se tabell 17-20*). Eftersom fler arter än litteraturen tar upp kan ha dessa artegenskaper kan urvalsprocessen inte att ge ett helt tillförlitligt resultat. I urvalet utifrån *skötsel* gallras frukt bärande träd bort på grund av att de kan orsaka skötselproblem i hårdgjorda miljöer (*se tabell 22 & 23*). Även träd som ligger nära 40-50% porositet i grenverket hade kunnat gallras fram i detta steg då dessa skulle minska beskärningsinsatser. Men eftersom uppgifter om detta saknas kommer en sådan gallring inte att göras. Av urvalet som består gallras slutligen trädarter för torg respektive gatumiljö fram utifrån trädens *växtsätt* (*se tabell 25-33*). Dessa är indelade efter träd som lämpar sig för samplanteringar och träd som planteras enskilt. Information om växtsätt har även här hämtats ur *Stadsträdslexikon* (Sjöman & Slagstedt, 2016). Ett urval utifrån estetiska och sociala värden kommer, precis som vid beskuggning, inte att göras i denna del.

Tabell 14. Vindtåliga träd i full sol. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Acer campestre	Naverlönn
Cornus mas	Körsbärskornell
Crataegus x lavallei	Glanshagtorn
Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Fraxinus ornus	Mannaask
Pinus nigra	Svarttall
Prunus mahaleb	Vejksel
Quercus cerris	Turkisk ek
Quercus petraea	Bergek
Sorbus x intermedia	Oxel

Tabell 15. Vindtåliga träd i full sol, med skelettjord. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Alnus x spaethii	Berlinerl
Carpinus betulus	Avenbok
Crataegus monogyna	Trubbhagtorn
Fraxinus angustifolia	Smalbladig ask

<i>Ostrya carpinifolia</i>	Humlebok
<i>Populus tremula</i> 'Erecta'	Pelarasp
<i>Prunus avium</i>	Fågelbär
<i>Quercus robur</i>	Skogsek
<i>Syringa reticulata</i>	Ligustersyrén

Tabell 16. Vindtåliga träd i skugga. Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

<i>Alnus x spaethii</i>	Berlineral
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok
<i>Cornus mas</i>	Körsbärskornell
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn

Tabell 17. Vindtåliga träd i skugga, med skelettjord.

Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

<i>Tilia x europaea</i>	Parklind
-------------------------	----------

Tabell 18. Vindtåliga träd i full sol med glest grenverk och/eller tätt bladverk (markerade i rött).

Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

<i>Acer campestre</i>	Naverlönn
<i>Cornus mas</i>	Körsbärskornell
<i>Crataegus x lavalleyi</i>	Glanshagtorn
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske
<i>Fraxinus ornus</i>	Mannaask
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall
<i>Prunus mahaleb</i>	Vejksel
<i>Quercus cerris</i>	Turkisk ek
<i>Quercus petraea</i>	Bergek
<i>Sorbus x intermedia</i>	Oxel

Tabell 19. Vindtåliga träd i full sol (skelettjord) med glest grenverk och/eller tätt bladverk (markerade i rött). Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

<i>Alnus x spaethii</i>	Berlineral
<i>Carpinus betulus</i>	Avenbok
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Smalbladig ask
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Humlebok
<i>Populus tremula</i> 'Erecta'	Pelarasp
<i>Prunus avium</i>	Fågelbär
<i>Quercus robur</i>	Skogsek
<i>Syringa reticulata</i>	Ligustersyrén

Tabell 20. Vindtåliga träd i skugga med glest grenverk och/eller tätt bladverk (markerade i rött).
Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Alnus x spaethii	Berlinerl
Carpinus betulus	Avenbok
Cornus mas	Körsbärskornell
Crataegus monogyna	Trubbhagtorn

Tabell 21. Vindtåliga träd i skugga (skelettjord) med glest grenverk och/eller tätt bladverk (markerade i rött). Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Tilia x europaea	Parklind
-------------------------	-----------------

Tabell 22. Vindtåliga träd i full sol med fruktsättning (markerade i rött).
Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Cornus mas	Körsbärskornell
Crataegus x lavalleyi	Glanshagtorn
Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Pinus nigra	Svarttall
Prunus mahaleb	Vejksel
Sorbus x intermedia	Oxel

Tabell 23. Vindtåliga träd i full sol (skelettjord) med fruktsättning (markerade i rött).
Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Alnus x spaethii	Berlinerl
Crataegus monogyna	Trubbhagtorn
Ostrya carpinifolia	Humlebok
Populus tremula 'Erecta'	Pelarsp
Syringa reticulata	Ligustersyrén

Tabell 24. Vindtåliga träd i skugga med fruktsättning (markerade i rött).
Fritt sammansatt efter Sjöman & Slagstedt (2016).

Alnus x spaethii	Berlinerl
Cornus mas	Körsbärskornell
Crataegus monogyna	Trubbhagtorn

Torg

Tabell 25. Vindtåliga träd i full sol med smal eller bred krona.
Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Crataegus x lavalleyi	Glanshagtorn
Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Pinus nigra	Svarttall
Prunus mahaleb	Vejksel

Tabell 26. Vindtåliga träd i full sol med smal eller bred krona (i skelettjord).

Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Alnus x spaethii	Berlineral
Crataegus monogyna	Trubbhagtorn
Ostrya carpinifolia	Humlebok
Populus tremula 'Erecta'	Pelarasp
Syringa reticulata	Ligustersyrén

Tabell 27. Vindtåliga träd i skugga med smal eller bred krona.

Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Alnus x spaethii	Berlineral
Crataegus monogyna	Trubbhagtorn

Tabell 28. Vindtåliga träd i full sol med låg och bred kronuppbyggnad för enskild plantering.

Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Prunus mahaleb	Vejksel

Tabell 29. Vindtåliga träd i full sol med låg och bred kronuppbyggnad för enskild plantering i skelettjord. Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Ostrya carpinifolia	Humlebok
Syringa reticulata 'Amurensis'	Ligustersyrén

Gatumiljö

Tabell 30. Vindtåliga träd i full sol med smalare krona. Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Pinus nigra 'Select'	Svarttall

Tabell 31. Vindtåliga träd i full sol med smalare krona (i skelettjord).

Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Alnus x spaethii	Berlineral
Crataegus monogyna 'Stricta'	Trubbhagtorn
Syringa reticulata 'Ivory Silk'	Ligustersyrén

Tabell 32. Vindtåliga träd i skugga med smalare krona.

Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Alnus x spaethii	Berlineral
Crataegus monogyna 'Stricta'	Trubbhagtorn

Tabell 33. Vindtåliga träd i full sol med låg och smal kronuppbyggnad för enskild plantering.

Baserat på Sjöman & Slagstedt (2016:2).

Elaeagnus angustifolia	Smalbladig silverbuske
Pinus nigra 'Select'	Svarttall
Populus tremula 'Erecta'	Pelarasp

Sammanfattning

Resultatet för lämpliga träd för vindutjämning på torg omfattar trädarterna i tabellerna 25-29. Till trädarter som utifrån resultatet kan användas i läplanteringar med flera träd hör smalbladig silverbuske (*Elaeagnus angustifolia*), svarttall (*Pinus nigra*), vejksel (*Prunus mahaleb*), berlineral (*Alnus x spaethii*), humlebok (*Ostrya caprinifolia*) och ligustersyren (*Syringa reticulata*). Av dessa klarar berlineralen även mer skuggiga förhållanden. Av ovannämnda fungerar smalbladig silverbuske, vejksel, humlebok och ligustersyren för planteringar med enskilda träd. Några trädarter har även här gallrats bort och är markerade i rött i tabellerna. Enlig Sjöman & Slagstedt har glanshagtornet (*Crataegus x lavalleyi*) en mycket tät krona vilket skulle skapa ett för tätt vindskydd. Trubbhagtornet (*Crataegus monogyna*) är däremot väldigt mottagligt för päronpest. Pelaraspen (*Populus tremula 'Erecta'*) har gallrats bort då den är för gles och utvecklas dåligt framförallt i södra Sverige.

I gatumiljö fungerar alla utvalda arter ovan, förutom vejksel och humlebok. Dessa är alltså smalbladig silverbuske (*Elaeagnus angustifolia*), svarttall (*Pinus nigra*), berlineral (*Alnus x spaethii*) och ligustersyren (*Syringa reticulata*). Även här är det framförallt sortnamnen som gör dessa arter lämpliga för det begränsade utrymmet i gatumiljö. Av dessa fungerar smalbladig silverbuske för planteringar med enskilda träd.



Figur 35 & 36. Enligt resultatet av urvalsprocessen är platan (Platanus x hispanica) och smalbladig ask (Fraxinus angustifolia) bra val för beskuggning av torg. Båda arterna gallrades bort vid närmare inläsning om artegenskaperna.



Figur 37. Italiensk al (*Alnus cordata*) visar på en god utveckling och goda kronegenskaper i ett trängre gaturum, även om den inte kom med i resultatet av urvalsprocessen. Malmö 2019.

Resultat

Litteraturstudien visar på att befolkningsökningen och klimatförändringarna hotar att försämra livskvaliteten i städerna. Medan förtätning förstärker stadens hårdgjorda egenskaper, tillför klimatförändringarna påfrestningar på denna struktur. För att staden ska kunna möta dessa utmaningar behövs naturen som verktyg. Jämfört med annat växtmaterial kan träd bidra med en överlägsen kapacitet och mångfald av ekosystemtjänster. Träd kan skydda mikroklimatet i stadens vardagliga vistelseytor främst genom att reglera värme och vind.

Att definiera vilken funktion trädet ska leverera är utgångspunkten för gestaltning med träd. För beskuggning behöver trädet i nordliga förhållanden skapa skugga på sommaren för att svalka och solinsläpp under vintern för att värma. I trafikerade miljöer behöver trädet under sommaren även kunna ventilerat gaturummet. För vindutjämning behöver trädet bromsa kraftiga vindar framförallt under vinterhalvåret då vindens kylande effekt är störst. Samtidigt måste trädet släppa igenom luft för att trafikerade stadsrum ska kunna ventileras. Men även för att hindra turbulensbildningar på kringliggande ytor.

Placeringen av trädet bör göras utifrån var den kan fylla sin tänkta funktion. För beskuggning är solens position över dygnet och årstiderna avgörande för placeringen. På ett torg i sydkandinaviska förhållanden behöver trädet placeras sydväst om objektet så krontaket täcker hela ytan som ska beskuggas. Med en stamhöjd som motsvarar trädets kronbredd ger det beskuggning på sommaren och solinsläpp under höst, vinter och vår. Över dygnet ger det beskuggning mellan kl 11-15 när solinstrålningen är som intensivast. Däremot skapas solinsläpp på morgonen för att torka upp ytan efter natten, samt på kvällen när temperaturen sjunkit. I gatumiljöer bör träden för optimal effekt placeras så hela gaturummet beskuggas. För vindutjämning på torg behöver placeringen göras utifrån dominerande vindriktning under vinterhalvåret. Placeringen behöver också göras med hänsyn till läeffekten som är över tio meter av planteringshöjd. Platsen som ska skyddas från vind bör alltså ligga inom ramen för var läeffekten avtar. I gatumiljöer är det framförallt breda raka gator i dominerande vindriktningar som behöver vindutjämnas. Träden bör placeras så det är fotgängarna som skyddas och med lagom avstånd från varandra utifrån läeffekten. Här kan variation i placeringen med fördel användas för att bromsa upp både vind och trafik. Ett gaturum som ligger mot dominerande vindriktning där ojämn bebyggelsestruktur skapar turbulenser kan också behöva träd som bromsar upp vinden. För bästa effekt bör trädet placeras vid byggnaden som fångar upp vinden och ha en krona som överstiger byggnadens höjd. För att utreda sol- och vindförhållanden kan solstudier respektive vindmodelleringar användas som verktyg.

Utifrån placeringen av trädet kan ståndort för platsen definieras. I den hårdgjorda stadsmiljön är det torka, värme och högt pH som ofta präglar miljön. Träd som ska beskugga måste även klara soliga lägen och ibland, beroende på plats, ha tolerans för vind. Träd som ska vindutjämnas måste däremot klara vindsutsatta lägen och beroende på plats, klara exponering för sol respektive skugga. Fler aspekter kan tillkomma utifrån platsspecifika förhållanden.

När ståndort definierats kan växtval göras utifrån trädets funktion och platsens ståndort. För beskuggning behöver trädet ha ett glest grenverk samt sent bladutspring på våren och tidig

bladfällning på hösten. På torg kan bladmassans täthet under sommaren variera beroende på hur platsen används. Trädet bör ha en stamhöjd som motsvarar kronans bredd. För träd i gatumiljö är det viktigt att trädet har ett glegt bladverk sommartid för att möjliggöra ventilering. Trädet behöver även ha en genomgående stam i gatumiljö. Däremot är det gatans bredd och trädets placering som avgör hur bred kronan kan vara. Träd för vindutjämning bör ha en krona med tätt grenverk och glegt bladverk för att möjliggöra ventilering under alla årstider. Om en läplantering ska göras på ett torg med enskilt träd behöver trädet ha en krona på låg stam eller vara flerstammigt. Med flera träd kan läplantering skapas genom att använda träd med olika artegenskaper som med olika höjder på kronan kan komplettera varandra. I gatumiljö måste träden ha ett smalare växtsätt eller vara uppstammade för att inte hämma trafiken. För att hindra turbulenser som kan uppstå av ojämn bebyggelsestruktur behöver träden uppnå en höjd som överstiger byggnaderna.

För att välja träd utifrån funktion och platspecifik ståndort behövs kunskap om olika trädets artegenskaper och naturliga växtmiljö. Ett effektivt sätt att arbeta med urvalsprocessen är att använda träd data sammanställt utifrån olika kategorier som behövs beaktas vid urvalet. Ju mer omfattande data man har tillgång till desto mer tillförlitligt resultat kan man få. Resultatet bör kompletteras med kunskapsinhämtning om träd, genom litteratur eller konsultation, ifall man inte besitter den kunskapen själv. Träd som lämpar sig för beskuggning av torg i sydkandinaviskt klimat utifrån urvalsprocessen i denna uppsats är naverlönn (*Acer campestre*), mannaask (*Fraxinus ornus*), korstörne (*Gleditsia tricanthos*) och pagodträd (*Styphnolobium japonicum*). Förutom naverlönnen lämpar sig samtliga även för gatumiljö men måste då väljas utifrån sortnamn för att få rätt kronomfång för utrymmet. Träd som lämpar sig för vindutjämning för torg utifrån urvalsprocessen i denna uppsat är smalbladig silverbuske (*Elaeagnus angustifolia*), svarttall (*Pinus nigra*), vejksel (*Prunus mahaleb*), berlineral (*Alnus x spaethii*), humlebok (*Ostrya caprinifolia*) och ligustersyren (*Syringa reticulata*). På torg kan smalbladig silverbuske, vejksel, humlebok och ligustersyren användas för planteringar med enskilda träd. I gatumiljö fungerar smalbladig silverbuske (*Elaeagnus angustifolia*), svarttall (*Pinus nigra*), berlineral (*Alnus x spaethii*) och ligustersyren (*Syringa reticulata*). För planteringar med enskilda träd fungerar smalbladig silverbuske. De utvalda arterna fungerar i gatumiljö under förutsättning att man väljer sortnamn med smalt växtsätt.

Diskussion

Träd behövs i den hårdgjorda staden för att anpassa vardagliga vistelsemiljöer till stadens framtida klimat. Användning av träd i stadsmiljö kräver dock kunskap om träd i fråga om artegenskaper och ståndortskrav samt hur man genom gestaltning kan få träd att leverera tänkta funktioner och ekosystemtjänster. Det kräver även en förståelse av den komplexa miljö staden utgör. En landskapsarkitekt, husarkitekt eller stadsplanerare har inte nödvändigtvis expertiskunskap om detta. Därför är verktyg för att kunna ta fram ett tillförlitligt underlag viktigt att införa i stadsplaneringen. Till dessa verktyg hör delvis principer för olika hur olika funktioner och ekosystemtjänster kan genereras. Men även en metod för att göra en urvalsprocess som leder till ett användbart växtmaterial för ändamålet. För detta behövs data om träd sammanställt utifrån olika kategorier av artegenskaper. I uppsatsen har det ovannämnda undersökts. Men resultatet visade att mer komplett träddata hade behövts för att få fram ett mer komplett växtunderlag. En prioritering av vilka artegenskaper som ska styra urvalet skulle eventuellt också leda till ett mer nyanserat resultat. I uppsatsen framgår även att när ett urval av växtmaterial gjorts, är expertiskunskap om träd ovärderligt för att slutligen få fram rätt träd för platsen och ändamålet. I uppsatsen utgjordes detta av litteratur. Men expertiskunskap hade även kunnat skaffas genom konsultation om man inte har den kunskapen själv.

I genomförandet av principskisserna uppstod frågor som inte kunnat redas ut inom ramarna för denna uppsats. När det gäller beskuggning uppstod frågan vilken effekt ett täckande krontak i gatumiljö har på värmeö effekten med tanke på att krontaket även fördröjer avkylningen kvällstid. Frågan om detta kompenseras av att krontaket hindrar platsen från att värmas upp under dagen hade varit intressant att utreda. När det kommer till vindutjämning blev det uppenbart vid utformandet av principskisserna hur en hög hushöjd försvårar arbetet med att reglera vinden i staden. Även om träd i naturlig miljö kan bli uppemot 30-40 meter har de sällan i hårdgjorda stadsmiljöer möjlighet att utvecklas till sin fulla potential. I stadsmiljöer kommer många trädarter på sin höjd upp till 15-17 meter vilket motsvarar 4-5 våningar. Detta är viktigt att ta i beaktande i fråga om hur högt det vid förtätning ska byggas.

Ingången för uppsatsen - att fastställa ett klimatscenario som sannolikt kommer råda om 30 år - var svårare än tänkt. Detta eftersom det inte finns några exakta vetenskap kring hur klimatet kommer att utvecklas, utan snarare flera möjliga scenarion. Att ta fram flera olika klimatscenarier hade varit att föredra för att ge en mer heltäckande bild av klimatproblematiken. Detta hade kunnat kompletteras med en studie av befintliga platser med olika klimat som motsvarar olika scenarion. Genom att se hur olika typer av klimat hanteras på befintliga platser idag hade ett underlag för olika framtidsscenario för ett sydsandinaviskt klimat kunnat skapas.

Det hade även varit intressant att utveckla arbetet genom att lägga till dagvattenfördröjning till de reglerande ekosystemtjänsterna som uppsatsen fördjupar sig i. Detta eftersom dagvattenfördröjning är högst angeläget i fråga om klimatanpassning. I en mer komplett utredning om trädens reglerande ekosystemtjänster hade man kunnat undersöka hur dessa kunde kombineras. Det hade kunnat belysa trädens multifunktionella potential och därmed ytterligare stärka argumenten för att plantera mer träd i staden.

Utifrån resultatet i uppsatsen har träd visat sig vara överlägsna som byggelement i staden för att skydda vardagliga vistelsemiljöer. Men i hårdgjorda stadsmiljöer kan infrastruktur under markytan sätta begränsningar för var träd kan planteras. Av den anledningen hade det varit intressant att inkludera andra element och annan typ av vegetation som komplement. Även blåstruktur med egenskapen att svalka hade kunnat ingå för att ge en mer heltäckande bild av hur mikroklimat hade kunnat modifieras i den föränderliga staden.

Uppsatsen har utgått från två huvudsakliga litteraturkällor. Dessa har gett en grundläggande förståelse för arbetet med träd för att modifiera mikroklimat i städer. En fördjupning av ämnet hade krävt mer omfattande litteraturstudier med andra källor. Frågor kring vindutjämning, som varit betydligt mer komplex att förstå, hade kunnat utredas mer grundligt. Men även trädens förmåga att reducera luftföroreningar och buller som det råder olika syn på.

Metoddiskussion

Litteraturstudierna var en nödvändig ingång för att sammanställa ett teoretiskt underlag för ämnet. Det teoretiska underlaget hjälpte till att ta fram viktiga parametrar för beskuggning respektive vindutjämning som sedan kunde tillämpas i och undersökas i principskisserna.

Att förstå hur träd kan användas i gestaltning genom principskisser framstod till en början som en ren omöjlighet eftersom skissandet väckte fler frågor än de gav svar. Genom att illustrera frågorna som problemställningar och med vidare skisser utreda dem fördjupades dock förståelsen för hur den inlästa teorin ska tillämpas. Det gav bland annat en större insikt för hur träd samspelar med omgivande strukturer samt vind och sol. Det hjälpte även till att förstå själva processen att läsa av en specifik plats med dess förutsättningar för att utifrån det ta fram en gestaltning där träden kan fylla sin tänkta funktion. Principskisserna var också ett bra verktyg för att släppa loss kreativiteten. Trots det gav principskisserna fortfarande bara en principiell, om än fördjupad, förståelse för tillämpningen. En vidare fördjupning i ämnet hade krävt gestaltning av en specifik plats. I det fallet hade faktiska förutsättningar i fråga om platsens utformning, ståndort och mikroklimat samt användning hade kunnat fastställas. Men även förutsättningarna under markytan, som kan vara avgörande för var ett träd kan planteras.

Att arbeta med en given urvalsprocess för att ta fram lämpligt växtmaterial var mycket lärorikt. Däremot hade resultatet brister då växtlistorna som användes som utgångspunkt för urvalet endast bestod av utvalda exempel. Men metoden gav en insikt om hur processen för att ta fram lämpligt växtmaterial behöver gå till. Samtidigt gav utvärderingen av resultatet en ökad växtkännedom i fråga om trädarter.

Slutsats

Det finns mycket kvar att undersöka och utöka kunskapen kring när det gäller träd som verktyg för en hållbar stadsplanering. I synnerhet då staden står inför omfattande förändringar beträffande klimat och befolkningens mängd. Verktyg för att göra trädval utifrån funktion och platspecifik ståndort behövs för att underlätta genomförandet av att planera in träd i den hårdgjorda staden.

Källförteckning

Tryckta källor

- Berland, A., Shiflett, S.A., Shuster, W. D., Garmestani, A.S., Goddard, H.C., Herrmann, D.L. & Hopton, M.E. (2017). *The role of trees in urban stormwater management*. Landscape and Urban Planning.
- Bernes, C. (2016). *En varmare värld - Växthuseffekten och klimatets förändringar*. Naturvårdsverket.
- Brown, R.D. (2010). *Design With Microclimate - The Secret to Comfortable Outdoor Space*. Island Press.
- Deak Sjöman, J., Sjöman, H. & Johansson, E. (2016). *Staden som växtplats*. I Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2016). *Träd i urbana landskap*. Studentlitteratur.
- Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R. & Pauleit, S. (2007). *Adapting Cities for Climate Change: The Role of Green Infrastructure*. Built Environment.
- Gunnarsson, A. (2016). *Träden och människan*. I Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2016). *Träd i urbana landskap*. Studentlitteratur.
- International Panel of Climate Change. (2018). *Global Warming of 1,5°C*.
- Lamontagne, J. R., Reed, P. M., Marangoni, G., Keller K. & Garner G. G. (2019). *Robust abatement pathways to tolerable climate futures require immediate global action*. Nature Climate Change.
- Lindén, J., Larsson, M., Holmqvist, J & Tang, L. (2018). *Hållbar stadsutveckling - god luftkvalitet i framtidens täta och gröna städer?* Svenska Miljöinstitutet.
- Malmö Stad, Gatukontoret. (2013). *Malmö stads åtgärdsprogram mot buller 2014–2018*. Malmö Stad.
- McDonald, R. , Beatley, T. & Elmqvist, T. (2018). *The green soul of the concrete jungle: the urban century, the urban psychological penalty, and the role of nature*. Sustainable Earth.
- Rummukainen, M. 2015. *Klimatsäkrat Skåne*. CEC Rapport Nr 02. Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet.

Scholz, T., Hof, A. & Schmitt, T. (2018). *Cooling Effects and Regulating Ecosystem Services Provided by Urban Trees—Novel Analysis Approaches Using Urban Tree Cadastre Data*. Sustainability.

Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2016). *Träd i urbana landskap: Rätt växt på rätt plats*. Studentlitteratur.

Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2016:2). *Stadsträdslexikon*. Studentlitteratur.

Sjöman, H., Slagstedt, J., Wiström, B. & Ericsson, T. (2016). *Naturen som förebild*. I Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2016). *Träd i urbana landskap*. Studentlitteratur.

Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C. & Pauleit, S. (2016). *Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale*. Urban Forestry & Urban Greening.

Elektroniska källor

Tegnell, A. 2018. *Ökad dödlighet under sommarens värmebölja*. Folkhalsomyndigheten.se, 6 december. Tillgänglig:
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2018/december/okad-dodlighet-under-sommarens-varmebolja/> [Hämtad 2019-04-15]

Westerlund, H. 2018. *10 effekter av extremsommaren*. DN.se, 11 augusti. Tillgänglig:
<https://www.dn.se/nyheter/10-effekter-av-extremsommaren/?forceScript=1&variantType=small> [Hämtad 2019-04-15]

Klotet i vetenskapsradion ons 13 mars 2019 kl 14.04 <https://sverigesradio.se/avsnitt/1250212>

Bildkällor

SMHI, 2019. *Solbandediagram, Malmö*. Tillgänglig:
https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.32091.1490013918!/image/malmo.png_gen/derivatives/Original/image/malmo.png
[Hämtad 2019-04-29]

SMHI, 2019. *Solbandediagram, Malmö-kontur*. Tillgänglig:
https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.32092.1490013027!/image/malmo_kontur.png_gen/derivatives/Original/image/malmo_kontur.png
[Hämtad 2019-04-29]

Om inget annat anges är författaren upphovsman till bildmaterialet. Principskisserna är delvis inspirerade av skisser av Sjöman & Slagstedt (2016).