



Resiliens ur ett trädperspektiv

– En kartläggning av Malmö stads trädbestånd

Vanja Gottlow och Maria Persson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsingenjörsprogrammet
Alnarp 2020



Resiliens ur ett trädperspektiv

– En kartläggning av Malmö stads trädbestånd

Vanja Gottlow och Maria Persson

Handledare: Jessica Svännel, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Bitr. handledare: Ann-Mari Fransson, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator: Tobias Emilsson, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Självständigt arbete, landskapsarkitektur
Kurskod: EX0841
Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet
Kursansvarig inst.: Frida Andreasson

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2020
Omslagsbild: Valiphotos

Nyckelord: *resilience, diversity, urban forest, heat island, climate, tree, urban, park, maintenance, urban management*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

Sammanfattning

Träden i staden bidrar med många ekosystemtjänster som är livsviktiga. Med klimatförändringar skapas oro över hur träden i staden kan stå emot högre temperaturer. Denna studie grundar sig i hur klimatförändringarna påverkar stadens trädbestånd och hur resiliens kan skapas för att bättre förbereda trädbestånden på kommande störningar. Studien undersöker vad resiliens innebär kopplat till träd och förvaltning av grönytor i städer. Vidare tittar vi närmre på hur trädens förutsättningar i Malmö visar sig ur resilient perspektiv. Genom en GIS-visualisering analyseras data kring trädens artdiversitet, ålder och rumslig placering. Bakgrunden till varför det är en viktig fråga styrks i litteraturstudien som handlar om hur klimatförändringar drabbar städer. Trädens förutsättningar sätts på spel i en tid där klimatet blir mer extremt och innebär störningar för både träd och människor. Samtidigt visar forskning på att just träden är en bidragande faktor till hur vi får ner temperaturerna i våra städer.

Nyckelord: resilience, diversity, urban forest, heat island, climate, tree, urban, park, maintenance, urban management

Abstract

The trees in the city provide many ecosystem services that are vital. With climate change, concerns are being raised about how the trees in the city can withstand the higher temperatures. This study is based on how climate change affects the city's tree population and how resilience can be created to better prepare tree resources for future disturbances. The study examines how resilience influence the connection of trees and the management of green spaces in cities. Furthermore, we take a closer look at how the conditions of the trees in Malmö looks from a resilient perspective. A GIS analyzes data on tree species diversity, age and spatial location. The reason why this is an important issue is substantiated in the literature study which deals with how climate change affects cities. The conditions of the trees are being jeopardized at a time when the climate is becoming more extreme and causes disturbances for both trees and people. At the same time, research is showing that trees are a contributing factor in how to lower temperatures in our cities.

Keywords: resilience, diversity, urban forest, heat island, climate, tree, urban, park, maintenance, urban management

Förord

Vi vill framföra ett tack till de personer som bidragit till denna studie. Ett tack till vår handledare Jessica Svännel och biträdande handledare Ann-Marie Fransson på SLU. Tack till Larsola Bromell på Malmö stad som tog sig tid att dela med sig av sin kunskap och dela information som varit väsentlig för GIS-undersökningen. Samt tack till Åsa Ode som varit ett stort stöd på vägen. Vi vill även tacka Marias fjäderbeklädda herrar, Rune och Henry för all pepp och uppvaktning och Christian för att han styrde skeppet där hemma.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1. Bakgrund	1
1.1.1. Syfte, mål och frågeställning	1
1.1.2. Avgränsning	2
1.1.3. Metod	2
2. Litteraturstudie	3
2.1. Klimat och Mikroklimat	3
2.2. Resiliens	4
2.2.1. Social-ekologiska system	4
2.2.2. Sju principer att tillämpa i arbetet för resiliens	5
2.2.3. Resiliens inom social-ekologiska system ifrågasätts	8
2.3. Städer	9
2.3.1. Urban sprawl/Tätbebyggelse	9
2.3.2. Varför är städerna varmare än landsbygden?	9
2.3.3. Värmeöar	11
2.3.4. Staden och trädens påverkan på varandra	11
2.3.5. Parker	12
2.3.6. Park Cool Island	13
2.4. Träden	14
2.4.1. Trädens Vitalitet	14
2.4.2. Trädens strategier	14
2.4.3. Successionfas påverkar trädval	16
2.4.4. Debatt inhemska/exotiska arter	16
2.5. Diversitet i staden	17
2.5.1. Artdiversitet	18
2.5.2. Genetisk diversitet	19
2.5.3. Åldersdiversitet	20
2.6. Förvaltning	20
2.6.1. Därför behövs förvaltning	20
2.6.2. Förvaltning för ökad resiliens	21
2.6.3. Nordiska förvaltningar	23
2.7. Malmö	23
2.7.1. "Parkernas stad"	24
2.7.2. Malmös översiktsplan	24
2.7.3. Malmös Trädstrategi	25
2.7.4. Trädinventering	26
3. Analys och Resultat av Malmös trädbestånd	28
3.1. Kartläggning	29
3.2. Resultat	48
4. Diskussion	50
4.1.1. Slutsats	53
5. Referenser	55
5.1.1. Figur- och tabellförteckning	60
6. Bilagor	63

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Livsförhållandena för träden i våra städer har de senaste åren blivit allt mer pressade (Deak-Sjöman et al. 2015). Städerna expanderar, förtätas och fler människor ska samsas om grönområden. Klimatförändringar och tätbebyggelse medför en allt varmare och torrare ståndort för växterna i staden (Hough 2004). Det finns skäl att oroa sig över trädens överlevnad. Det finns flera orsaker till att trädens hälsa påverkas negativt, torkan är bara en av många faktorer som ligger bakom den stress som träden utses för (Sjöman et al. 2015).

Generellt förs det en diskussion om huruvida våra inhemska trädarter kommer kunna hantera eventuella framtida klimatförändringar. Det finns en önskan om att skapa en större artdiversitet i Malmö (Gatukontoret 2014). Nya arter kan eventuellt hantera torra förhållanden bättre än våra inhemska träd kan göra. Det argumenteras för att införandet av torktåliga exotiska arter är mer tillförlitliga för trädens överlevnad då klimatförändringarna tros medföra långa perioder av torka. Samtidigt finns det forskare som menar att vi har för lite kunskap om hur exotiska arter kan komma att påverka våra ekosystem och den biologiska mångfalden. Bristande kunskap om trädens förmåga att sprida sig i vårt klimat, kan resultera i att nya invasiva arter konkurrerar ut våra inhemska arter och därmed förstör befintliga ekosystem (Sjöman et al. 2016). En eventuell bekämpning av dessa invasiva arter skulle medföra dyra kostnader för samhället. Vi vill undersöka Malmös trädbestånd utifrån de faktorer som styr trädens motståndskraft och återhämtning vid ökande temperaturer.

1.1.1. Syfte, mål och frågeställning

Syftet är att genom litteraturstudien öka förståelsen för begreppet resiliens, samt vilka faktorer som påverkar trädbeståndens förutsättningar. Vidare diskuteras hur kommunen genom sin förvaltning kan öka trädens resiliens. Genom att analysera Malmös trädbestånd och identifiera art- och åldersfördelning i en rumslig kontext, kan förståelsen öka för hur mer resilienta trädbestånd skapas.

Frågeställning:

1. Vilka faktorer påverkar trädbeståndens resiliens i urbana miljöer?
2. Vilka förutsättningar finns för Malmös trädbestånd ur ett resiliensperspektiv?

1.1.2. Avgränsning

Studien fokuserar på trädbeståndens förutsättningar utifrån stigande temperaturer och längre torra perioder som klimatförändringarna orsakar. Undersökningen avser Malmö. Då tillgången för träddatabasen endast avser publika träd i Malmö, tas ingen hänsyn till träd på privat mark. Helhetsbilden av Malmös totala trädbestånd är i verkligheten mer utspridd än vad denna studie visar. Studien inriktas på resiliens i social-ekologiska system, med fokus på träd.

1.1.3. Metod

Litteraturstudien bygger på vetenskapliga artiklar och rapporter, böcker, tidskrifter, offentliga dokument. Sökmotorer som använts är SLU:s söktjänst Primo, Web of Science, Google Scholar och Google. Även källor i bearbetad litteratur har följts upp. De mest använda sökorden har varit, *resilience, diversity, urban forest, heat island, climate, tree, urban, park, maintenance, urban management*.

ArcGIS (Geographical Information System) har använts för att analysera och visualisera träddata från Malmö stad. Träddatabasen samt kartunderlag från Malmö stad har varit utgångsmaterialet för undersökningen. ArcGIS är ett datorsystem där geografiska data kan lagras, bearbetas, analyseras och presenteras (Institutionen för geovetenskaper 2018). Genom att lägga in kartor över Malmö och koordinater från Malmös träddatabas har data behandlats.

Tätheten för hur träden står i förhållande till varandra analyseras med hjälp av mätverktyget kernel density i ArcGIS.

2. Litteraturstudie

2.1. Klimat och Mikroklimat

Klimatet i världen skiljer sig åt beroende på var i världen vi befinner oss. Enligt WMO (World Meteorological Organisation) kan begreppet klimat beskrivas som de genomsnittliga väderförhållanden som pågår över långa perioder, det kan röra sig om några månader eller tusentals år och det sker inom ett visst område. (WMO 2020) Vidare delas klimatet ofta in i fyra skalor. Makroklimat, mesoklimat, lokalklimat och mikroklimat. Makroklimatet är det "storskaliga" eller det globala klimatet och syftar till områden som är över 100km eller större. Resterande indelningar är mer lokala. Mesoklimatet är områden på ca 10-200km, lokalklimatet ca 100m-50km och mikroklimatet kan vara så litet som en millimeter upp till 100m stort (Deak Sjöman et al. 2015).

Våra städer påverkas av alla dessa indelningar men det urbana klimatet kan främst beskrivas som ett lokalklimat med en stor blandning av olika slags mikroklimat (Deak Sjöman et al. 2015).

"The microclimate is the climate in which the plants and animals live."
(Mackenzie et al. 2001 s.27)

Världen består av mängder mikroklimat som varierar i storlek och utsträckning. Påverkande faktorer är temperatur, solexponering, nederbörd, vindexponering och luftfuktighet (Davies-Colley et al. 2000). De är i olika skalor kopplade till växterna och djuren som lever i dem. Skalorna kan knytas till mikroorganismer i jorden, en liten planta, eller till ett stort träd, eller en större öppen yta (Mackenzie et al. 2001). Det finns även koppling till växterna som lever i och runt mikroklimatet. En förändring i mikroklimatet påverkar förutsättningarna för växterna, ändras växtförhållandena påverkas automatiskt mikroklimatet (Rosenberg et al. 1983).

Medan det går längre tidsperioder mellan större skiftningar i makro-, meso- och lokalklimaten pågår det dagliga förändringar i mikroklimaten (Mackenzie et al. 2001). Det pågår en skiftande temperaturskillnad mellan markytan och luften precis ovanför. Om dagen värmer solstrålning upp jorden som i sin tur värmer upp luftlagren ovanför. Om natten överförs värmeenergin från luften till markytan vilket medför att temperaturen i luftlagren närmast marken sänks. Markytan är

som varmast tidig eftermiddag och som kallast tidigt på morgonen. Vad gäller luftfuktighet är skillnaderna ofta tydligare, luftfuktigheten varierar under dygnets timmar. Under dagen är luften vid markytan som fuktigast och som på kvällen är den som lägst (Mackenzie et al. 2001).

Stadens mikroklimat skiljer sig från landsbygdens naturliga ekosystem. De tätbebyggda städerna får ständigt nya mikroklimatiska förutsättningar på grund av mänsklig bebyggelse (Bell et al. 2005). Det finns en bredd av ståndorter vilket gör att det finns mycket utrymme för fler nya arter än de som finns i omgivande natur (Jim 2013). I parkerna hittar vi även ett helt annat sortiment av exotiska växter än i den svenska naturen och det är viktigt att ta till vara på dessa fabricerade nya mikroklimat för att skapa nya spännande stadshabitat (Bell et al. 2005).

2.2. Resiliens

Med resiliens menas ett systems kapacitet att stå emot kriser, störningar eller förändringar och dess förmåga att återta sin funktion och fortsätta utvecklas efter en kris eller störning. Systemets motståndskraft beror på dess nuvarande tillstånd, kontext och kopplingar mellan skalor (Walker & Salt 2006).

2.2.1. Social-ekologiska system

I social-ekologisk resiliens undersöks hur människan och naturen interagera. Då människan beroende av de ekosystemtjänster som naturen ger, är syftet med resiliens-analys att bidra till en bättre förvaltning som kan hjälpa systemen att motstå störningar (Stockholms Resilience Centre 2020).

Ekosystemen är ur balans, arter försvinner, koldioxid i atmosfären ökar och människan fortsätter tära på jordens resurser (Walker & Salt 2006). En studie från år 2005 "*Millennium Ecosystem Assessment*" visar att de ekosystemtjänster som människan nyttjar har försämrats med 60 % (Stockholms Resilience Centre 2020).

Ett ekosystem är ett naturområde med karaktäristiska växter. Det kan vara delar av en skog eller äng. Det består av levande organismer som fotosyntetiserar för att sedan brytas ner och omsättas till ny energi. Processerna sker i cykler och är beroende av koldioxid, kväve, syre, forfor och svavel (Callenbach 2008).

Walker och Salt (2006) beskriver resiliens som ett brett och komplext ämne där det inte finns några givna "recept" på hur ekosystem kan skapas för att stå emot förändringar och kriser. Istället handlar resiliens om ett sätt att tänka och förhålla sig till social-ekologiska system. Dessa system är komplexa och förändras ständigt och påverkas i olika skalor, Med skalor menas olika processers omfattning, hur de olika processerna interagerar över tid och rum (Walker & Salt 2006). Rumsliga funktioner som tex jordmån, luftfuktighet, vind, vatten, topografi

påverkar hur systemen kan fungera ekologiskt. Kopplingar formar olika mönster för t.ex. träd att sprida fröer eller för hur biologisk mångfald kan förflytta sig (Green et al. 2006). Det kan vara svårt att förutse interaktionen mellan och inom systemen samt vilken återkoppling interaktionerna resulterar i. I litteraturen beskrivs återkoppling/feedback inom social-ekologiska system som ett gensvar från naturen (Walker & Salt 2006). När förändringar i en del av systemet orsakar förändringar i en annan del, påverkas återkopplingen (Green et al. 2006). Ett begrepp inom resiliens är kritiska trösklar. Det är gränsen för när ett system inte längre kan hantera en störning. Ett system som har nått den kritiska tröskeln går över till ett annat stabilt tillstånd och har svårt att återgå till sitt ursprung. Den nya statusen på tillståndet kan bli resilient och behöver inte vara gynnsamt ur ett mänskligt perspektiv (Walker & Salt 2006).

I ett resilient ekosystem levereras ekosystemtjänster vilket bidrar till att öka livskvaliteten för människor. Människan har kontrollerat naturen i syfte om att kunna producera och konsumera mer. Genom att ha god kunskap i hur enskilda komponenter fungerar, har grödor kunnat odlas med god avkastning. Vidare skriver Walker och Salt (2006) att det ur ett kortsiktigt perspektiv varit bra, men vid ett långsiktigt perspektiv har det orsakat problem. När en komponent ändras, påverkas hela systemet. Återkopplingarna från systemet kan vara svåra att förutse och när ett ekosystem anpassar sig till förändringar kan det ofta förlora resiliens. När människan kontrollerar en komponent, förloras ofta jämvikten. Jämvikt är en av de viktigaste faktorerna för ett komplext och adaptivt system (Walker & Salt 2006).

Genom att förstå hur ekosystemen fungerar ökar förståelsen för hur de förändras över tid. Ekosystemens processer sker i cyklar. Walker och Salt (2006) kallar det för adaptiv cykel för att den är anpassningsbar och hittar rätt jämviktstillstånd på en längre tidsskala. Den går att jämföras med processen succession, där första stadiet är tillväxt, vegetationen utvecklas från pionjär till klimax. Till slut kollapsar systemet, eller delar av det, för att börja om från början. Olika skalor korsar varandra rum och tid (Walker & Salt 2006). Vidare delar Walker och Salt (2006) in störningar i långsamma och snabba variabler. Exempel på långsamma variabler är klimatförändringar och markanvändning, vilka anses vara svåra att upptäcka. Snabba förändringar är lättare att identifiera men eventuellt svårare att förbereda sig på. Snabba förändringar kan bero på olika störningar till exempel bränder eller giftiga gaser. Eftersom det är svårt att förutse interaktioner mellan olika komponenter och skalor finns det många svar som naturen kan återkoppla med efter en störning, men många återkopplingar går inte att förutse (Walker & Salt 2006).

2.2.2. Sju principer att tillämpa i arbetet för resiliens

Klimatförändringarna gör sig ständigt påmind och ekosystemen visar allvarliga sjukdomstecken och tappar resiliens (Stockholm Resilience Centre 2020). Det

flera forskare som hävdar att vi har gått in i Anthropocene- "Människans tidsålder", en ny geologisk epok där dessa forskare menar att människan har lämnat avtryck i alla jordens ekosystem, varav många redan nu blivit utarmade. Vidare menar Stockholm Resilience Centre (2020) att naturen är viktig för oss, men att människan förlorat banden till naturen. Likaså har förståelsen minskat för hur planeten, samhället och ekonomin är integrerade. Kunskapen om hur resiliens byggs har varit otillräcklig.

Resilient-tänket kan delas in i tre grundläggande pelare. Den första grundpelaren handlar om att människan är beroende av ekosystemtjänster, till exempel gästvänligt klimat, rent vatten och mat. Den andra pelaren syftar på den snabba mänskliga utvecklingen som tog fart efter andra världskriget och som påverkar miljön så pass att den riskerar att våra system når den kritiska tröskeln. Den tredje pelaren handlar om människans innovativa kraft och kapacitet att hitta lösningar på problemen för att återansluta med biosfären och stanna inom planetära gränser (Stockholms Resilience Centre 2020).

Förvaltning av stadens träd kan vara utmanande på många sätt. Det behövs kunskap om hur vi ska hantera förändringar i bestånden. Som en vägledning i arbetet mot att bygga resiliens följer de sju principerna, alla bygger på skriften "Resiliens i praktiken, de sju principerna som bygger resiliens i social-ekologiska system" (GRAID 2020).

Bevara mångfald och redundans: Systemen blir mer resilienta om det har hög biologisk mångfald och många olika komponenter (GRAID 2020). Organismerna styrs av bland annat tillgången på resurser och är därför inte jämnt fördelade över jordens yta. Att identifiera artrika platser och hotspots bidrar till att bevara mångfald och sällsynta arter. Bevarandearbetet kan underlättas om det finns förståelse för ekologiska processer (Green et al. 2006).

Hög artdiversitet, bidrar till med att riskerna sprids om en störning sker. Fler arter innebär fler sätt att reagera på en störning. Ur ett förvaltningsperspektiv kan olika typer av aktörer och kunskapskällor bidra på liknande vis, att sprida risker (GRAID 2020).

Redundans är systemets förmåga att sprida risker och grundar sig på hur hög mångfalden i systemet är. Funktionell redundans innebär att flera komponenter med samma funktion kan täcka upp för varandra om någon komponent försvinner eller påverkas kraftigt av en störning (GRAID 2020).

Förvalta konnektivitet: Konnektivitet är strukturen för hur ett system är uppbyggt och fördelat. Ett system med utspridda delar har mer eller mindre starka kopplingar mellan delarna, och dessa kopplingar har betydelse för hur resilient ett system är.

" a tree at one end of a forest may not be able to pass pollen directly to trees at the other end of the forest, but over a period of generations its genetic information can flow throughout the forest" (Green et al. 2006, s.45).

I ekologiska termer förklaras konnektivitet med att två platser/objekt korsar varandra genom olika processer. Landskapet är den viktigaste källan för djur och växter. Träd som växer i en skog kan både ta emot och överföra pollen till andra träd där det finns pollinatörer. Pollinatörer förser träd med pollen och bidrar med god konnektivitet för träden (Green et al. 2006). Starka kopplingarna bidrar till att organismer kan förflytta sig mellan olika delar om en störning sker. Om en störning sker kan organismerna söka skydd i en annan del av systemet som inte är påverkat av störningen. På så vis kan organismerna bevaras och systemet kan snabbare återhämta sig och återfå sin funktion. Det nämns även att starka kopplingar kan komma att få negativ effekt. Starka kopplingar kan göra att störningen sprids snabbare till hela systemet, t.ex. vid smittor och bränder (GRAID 2020).

Hantera långsamma variabler och återkopplingsmekanismer: Långsamma förändringar i ett system kan vara svåra att upptäcka. Att vara medveten om vilka förändringar som sker och hur återkopplingsmekanismer beter sig är kan vara en förutsättning för att förstå de social-ekologiska systemen. Genom att se vilka förändringar som sker kan en proaktiv handling leda till att hämma en att störningen och på så vis undvika att den kritiska tröskeln nås och systemet tippas över. Systemen är självorganiserade, vilket innebär att de inom en viss tidsram hittar balansen igen. Därför är det av stor vikt att försöka identifiera vilka långsamma variabler som upprätthåller systemet och vilka återkopplingsmekanismer som önskas, samt att kartlägga vart den kritiska tröskeln ligger (GRAID 2020). Åtgärder som försvårar återkopplingar bör undvikas och medan återkopplingar som kan bevara önskvärda system bör förstärkas. Fragmentering av grönområden kan resultera i att biologisk mångfald minskar, genom att undvika det gynnas biologisk mångfald. Hög konnektivitet ger arter bättre förutsättningar att hitta tillbaka till platser som är utdöende. Vidare menar GRAID (2020) att viktiga långsamma variabler bör övervakas. De kan hjälpa till att identifiera förändringar i system, ge god insyn i hur system fungerar samt upprätta strukturer som kan hantera kritiska förändringar (GRAID 2020).

Komplexa Adaptiva system: Om människa ska kunna fortsätta nyttja naturen och överleva måste förståelsen för dynamiken mellan aktörer och ekosystemet öka. Det finns kopplingar på flera skalor, sådana vi inte känner till och som är oförutsägbara och oberäknliga (GRAID 2020). Komplexa system innefattar många former och varianter. Interaktioner sker i stora skalor och mellan individer. En skog framträder av en mängd interaktioner som sker i ekosystem t. ex. genom andra växter, djur och mikroliv. I en skog sker processer där växter, jord och vatten påverkar varandra och är en produkt av naturliga återkopplingar som fått äga rum under lång tid. Att tro att dessa system är lätta att förstå kan leda till att stora misstag begås. Det finns ingen givet "orsak och verkan" i komplexa system (Green et al. 2006). Det finns en otroligt stor artrikedom och att alla organismer inte är beskrivna. Det är inte artrikedomen sig som gör världen komplex utan hur arter "beter" sig i olika situationer. Interaktioner som tex predation, parasitism, och konkurrens påverkas av antal arter (Green et al. 2006).

Att arbeta med komplexa adaptiva system innebär samverkan, lärande och experimentella försök. Det är nyckeln för att hitta nya vägar för hållbarhet. Genom samverkan kan kunskap samlas, utvärderas och testas och på så vis hittas nya metoder för förvaltning. Enligt Stockholm Resilience Centre (2020) räcker det inte med att lära oss mer om system och dess kopplingar. Det krävs även att vi hittar nya arbetsmetoder och förändrar vårt tänk och beteende. I det komplexa adaptiva systemet betonas framförhållning och förberedelse inför kommande störningar som kan resultera i att systemet kollapsar, samt förbereder sig på icke linjära förändringar.

Uppmuntra lärande: Då kunskapen om systemen är mycket begränsad handlar denna princip om att utveckla kunskapen och lära oss mer. Genom att uppmuntra lärande och samverka mellan olika kunskapskällor kan viktig kunskap tas till vara. Kunskap leder oss till nya synsätt och är viktigt del i hur vi kan utvecklas och våga experimentera. Adaptiv förvaltning innebär att testa olika metoder. Adaptiv samverkan handlar om att sprida kunskap mellan samhällsaktörer och beslutsfattare. Adaptiv styrning lägger fokus på att dela kunskap som därmed kan leda till att utveckla samhällsnormer mellan organisationer och institutioner (GRAID 2020).

Bredda deltagandet: Att involvera flera olika aktörer kan leda till ett större förtroende mellan parter samt fördjupad och tillgänglig kunskap. Fler perspektiv tas tillvara och kan hjälpa de involverade aktörerna att identifiera, tolka och ev. öka möjligheterna att hantera en störning. En motsatt effekt av ett brett deltagande skulle kunna vara om maktfördelning blir skev vilket kan leda till konkurrens och konflikter. Att undvika detta genom en tydlig styrning, kommunikation, rollfördelning och regler samt säkra resurser i form av finansiella medel och att avsätta tid (GRAID 2020).

Främja polycentriska styrformer: Ett sätt att samordna de tidigare nämnda principerna är att bilda polycentriska styrformer. Genom att sätta ihop ett styrsystem med gränsöverskridande styrande organ som kan samverka för att skapa och vidmakthålla regelverk inom området för beslut och specifik plats. Därmed samla värdefull kompetens som snabbt kan hantera en kris/störning/förändring mer framgångsrikt (GRAID 2020).

2.2.3. Resiliens inom social-ekologiska system ifrågasätts

Enligt Olsson et al. (2015) finns det forskare som menar att tvärvetenskaplig kommunikation mellan samhällsvetenskap och naturvetenskap är svårt att applicera då kunskapen mellan dessa discipliner är splittrad, svårintegrerad och motsägelsefull. Vidare ifrågasätts resiliensforskningens syn på samhället och menar att den utgår från äldre teorier som inte längre är aktuella. Kritiken handlar även om att det finns en tvetydighet i begrepp och betydelser t.ex. att motståndskraft både kan betyda motstånd och förändring i ett "resilienstänk".

Vidare menar Olsson et al. (2015) att när ekosystem vanligtvis studeras väljs delar av system ut och det är tydligt att delarna inte utgör ett fullständigt system. I social-ekologiska system väljs en komponent ut t.ex. skog, tillsammans med sociala enheter definieras gränserna som sedan utgör ett system. Vidare menar Olsson et al. (2015) att en del forskare är kritiska till denna förenkling eftersom ett det inte går att avgränsa dessa system, då de påverkas av flera andra faktorer och inte är ett slutet system. Dessutom sätts gränser utifrån ett subjektivt perspektiv. Även teorierna om jämvikt, trösklar och feedbackmekanismer ifrågasätts, Olsson et al. (2015) ifrågasätter vad de nämnda faktorerna skulle innebära för det sociala systemet t.ex. gällande regler, lagar och strukturer. Även begreppet motstånd är ur ett samhällsvetenskapligt perspektiv svårt att översätta då mänskligt motstånd kan vara något som leder till en önskad förändring. Även makt och politik är svårt att översätta till ett ekologiskt begrepp (Olsson et al. 2015).

2.3. Städer

Mer än hälften av världens befolkning bor i städer och trenden bara ökar (Sjöman et al. 2005).

2.3.1. Urban sprawl/Tätbebyggelse

På många håll byggs städer ut och tar anspråk på befintlig natur och jordbruksmark som får ge vika för hårdgjorda ytor och bebyggelse. På vissa platser byggs det ut mer än befolkningen ökar. Ett annat sätt att utöka städerna är genom att begränsa utbredningen och istället bygga tätare inom stadens gränser. (Persson & Smith 2014).

Att bygga brett kallas för urban sprawl (urban spridning). Flera negativa effekter följer med sådan utbyggnad. Bland annat ökar växthusgaser och värmeutsläpp och transportsträckor p.g.a. den stora ytan. Utöver det minskar biologisk mångfald och goda ekologiska jordfunktioner då naturmark och jordbruk tas i anspråk när staden växer (Hennig et al. 2016). Enlig Boverket (2016) är det att föredra att bygga tätt då det ger en närhet till aktiviteter, arbete, parker med mera. Det måste planeras och byggas på rätt sätt för att för att skapa ytor som får staden att kännas levande snarare än att endast bygga så att det är tätt mellan husen. Ofta leder tätbebyggelse dock till att grönområden av olika slag bortprioriteras för ny bebyggelse (Persson & Smith 2014).

2.3.2. Varför är städerna varmare än landsbygden?

Ett flertal forskningsstudier inom området klimatologi har kommit fram till fem viktiga faktorer som påverkar det urbana klimatet. De har alla gemensamt att de baserats på att energi från kortvågig solstrålning är grundläggande för klimatskillnaderna mellan städer och landsbygd (Hough 2004). Faktorerna är följande:

Materialskillnader i urbana och icke urbana miljöer: Stadens hårdgjorda ytor och byggnader lagrar och överför värme snabbare än ytor med jord eller vegetation (Hough 2004). Mörka material absorberar mer energi från inkommande solstrålning än ljusa material. Markbeläggning, husfasader etc. som består av mörka material, absorberar därför en stor del av strålningsenergin som omvandlas till värme (Deak Sjöman et al. 2015). Istället för att studsas tillbaka ut mot rymden reflekteras den överblivna strålningsenergin vidare mellan stadens mångfacetterade ytor, gator, väggar och tak, och absorberas av nya ytor, som även de lagrar energi och luften i staden värms på så sätt snabbt upp (Hough 2004). På Landsbygden lagras istället mycket av värmen i de högre luftlagren, tack vare en större mängd träd. Trädens kronor tar emot och behåller en stor mängd av värmen vilket gör att de lägre lagren hålls svalare. Även om öppna gräsytor kan ha en hög temperaturstigning under dagen, sänks temperaturerna betydligt snabbare än hårdgjorda ytor gör under natten (Hough 2004).

Vindförhållanden: Höga byggnader i våra städer gör att vindar saktas ner, samtidigt som lokala vindpustar stärks vid gatuhörn och runt höga byggnader. Vinden som nedkylande faktor om sommaren blir inte lika betydande som på landsbygden som har fler öppna ytor (Hough 2004).

Värmeenergi pumpas ut i staden: Bara genom våra individuella hushåll bildas det ut stora mängder utsläpp av ämnen som bidrar till växthuseffekten. Om vintern förloras mycket av den värme som ska värma upp våra hus ut i omgivningen och om sommaren pumpas det på grund av kylande aggregat, så som air condition, ut mängder med varm luft från våra hushåll. Även fordon och fabriker släpper ut mycket värme (Hough 2004).

Evapotranspiration: När vatten från nederbörd förångas konverterar strålningsenergi till latent värme och omgivningen kyls ner (Hough 2004)? Städernas hårdgjorda ytor transporterar bort vatten från gator och hus för att undvika översvämningar (ibid). De hårdgjorda urbana ytorna skapar en väldigt torr plats och det finns inte mycket utrymme för evapotranspiration att äga rum. I grönytor fångas nederbörd upp av trädens bladmassor samt av annan vegetation och av jorden. Det skapar en fuktig miljö och processen av evapotranspiration kyler effektivt ner omgivningen (Száráz 2014)

Luftkvalitet: Mängden luftföroreningar i städerna är större än på landsbygden. Stora mängder solida partiklar, damm, gaser och flytande föroreningar gör att utflödet av strålningsenergi, det vill säga värme, som bildas i staden fördröjs på grund av det ”dimmoln” som skapas i luftlagren i och över staden (Hough 2004). Detta är grunden till den så kallade växthuseffekten (Sieghardt et al. 2005).

2.3.3. Värmeöar

Det är alltså framförallt den ökade mängden hårdgjorda ytor i våra städer, både vad gäller markbeläggning och byggnader, samt deras förmåga att lagra värme som påverkar det urbana klimatet och gör att de blir varmare än omkringliggande landsbygd. Avsaknaden av grönytor och träd förvärrar effekten (Sieghardt et al. 2005). Fenomenet kallas för värmeö-effekten och utgör ofta en skillnad på 1–3°C, ibland mer, mellan stad och landsbygd. Det är främst om nätterna temperaturskillnaderna uppträder. Marken på landsbygden kyls snabbt ned då värmeenergin lätt strålar ut mot rymden medan utstrålningen i städer blir mer begränsad av byggnader i omgivningen. Ju högre byggnader och ju smalare gator desto längre tid tar avkylningen. Ju större stad desto större blir effekten av värmeön (Deak Sjöman et al. 2015). Effekten av värmeöar har varit känt sedan början av 1800-talet och är idag även känt som en stor bidragande faktor till den ohållbara utvecklingen vårt leverne innebär. Trots detta fortsätter befolkningen i våra städer att växa med följande utökning och tätbebyggelse och problemet kommer troligen att öka (ibid).

Under sommarhalvåret resulterar värmeöarna-effekten i att stora resurser och ökad energianvändning krävs för att kyla ner våra inomhusmiljöer. Detta skapar en ond cirkel då energin som pumpas ut från kylanordningar värmer upp staden ytterligare (Hough 2004). Just i vårt nordliga klimat innebär värmeö-effekten att det inte krävs lika mycket energi för att värma upp bostäder och liknande, men i varmare klimat fortsätter kylaggregat pumpa ut restvärme större delen av året (Deak Sjöman et al. 2015).

2.3.4. Staden och trädens påverkan på varandra.

Det utsatta klimatförutsättningarna i våra städer sätter stor press på våra urbana träd. På grund av värmeö-effekten blir vegetationsperioden för stadens växter längre än i landsbygden runt omkring. Det kan innebära en skillnad på nästan en månad och kan bli en stresskomponent för många inhemska arter som under lång tid anpassat sin utveckling efter ett svalare klimat och kortare växtsäsong. (Deak Sjöman et al. 2015).

Samtidigt gör stadens alla träd skillnad på stadsklimatet. De både bryter strålningsreflektioner och skapar skugga. I den lilla skalan påverkar träden mikroklimatet som skapas under dem. I den större skalan påverkar träden både stadens klimat och stadens påverkan på omgivande områdens klimat. (Sieghardt et al. 2005).

Mätningar har visat att mikroklimaten i våra städer kan skilja sig åt markant med tydliga skillnader på marktemperatur. Parkområden och gatumiljö med träd har då

visat sig vara betydligt svalare än hårdgjorda ytor utan växtlighet. (Deak Sjöman et al. 2015). Genom att bevara och utveckla grönområden och framförallt trädbestånd i våra städer är det möjligt att minska uppvärmningen av våra städer. Träden hindrar strålningens energi från solen att nå de absorberande hårdgjorda ytorna och skapar svalkande skugga samtidigt som det kan skapas avkylande effekter när träden transpirerar (ibid).

Trädens vitalitet påverkas, mer eller mindre negativt, av de olika luftföroreningar som finns i våra urbana miljöer. Men träden har samtidigt förmågan att neutralisera många giftiga ämnen och minska skadliga partiklar i luften (Sieghardt et al. 2005). Studier visar att fotosyntetiserande växter hjälper till att reducera föroreningar i luften. Det har också visat sig att framförallt större samlade trädbeständeffektivt filtrerar dammpartiklar som annars sprider sig i stadens luftlager (Tyrväinen et al. 2005).

2.3.5. Parker

Våra urbana parker refereras ofta till som "stadens lungor". Parkerna har genom tiderna använts till rekreation och avkoppling av stadens invånare och besökare (Tyrväinen et al. 2005). Parker definieras som öppna ytor för rekreation i stadsmiljö. Träden bidrar till vind och insynsskydd, skugga och estetiska kvaliteter och de innehåller ofta större gräsytor, buskar, vatten, vägar och stigar (Bell 2005).

Människor möts, har picknick, motionerar, leker eller mediterar i de gröna områdena. Samtidigt som träden i våra parker reducerar stadens utsläpp genom att ta upp olika föroreningar och gifter genom sina blad och därmed förbättrar luftkvaliteten (Tyrväinen et al. 2005). Det var under 1800-talet och industrialismens tid som offentliga parker, avsedda för allmänheten anlades i städer runt om i Europa. Städer växte snabbt, bostadsförhållande var dåliga och städerna fylldes med dålig luft. Parkerna blev med tiden ett andningshål för invånarna (Nolin 1999).

Grönskande parker hjälper till att motverka uppvärmningen av våra städer. Det har gjorts undersökningar med termiska bilder som visar på att varma sommardagar är parker eller andra urbana skogsområden svalare än omgivande hårdgjorda ytor (Tyrväinen et al. 2005). Nattetid är temperaturskillnaden störst. Tack vare trädens beskuggning och evapotranspiration har urbana parker normalt 1–2°C svalare temperatur än resten av staden. Vid optimala förutsättningar kan temperaturskillnaden vara ännu större (Deak Sjöman et al. 2015).

Utöver att parkområden är svalare har det visat sig att den svala luften i parker direkt påverkar övergångsområden mellan park och hårdgjord yta. Området som påverkas tros dock endast röra sig om 200–400 m från avgränsande yta

(Tyrväinen et al. 2005). Detta påvisar behovet att bevara och skapa utspridda grönområden med närhet till varandra för att kunna påverka hela stadens klimat (ibid).

Det är i parkerna och andra urbana skogsbestånd som stadens träd får bäst markförutsättningar. Främst i de äldre parkerna som anlades innan tunga mekaniska fordon började användas. I nyanlagda parker kommer det alltid finnas en viss grad av paketerad jord på grund av att tunga fordon (Sieghardt et al. 2005). För att träden ska ha goda förutsättningar krävs det att trädgroparna är väl tilltagna med gott om utrymme för rötterna att få tillgång till vatten och näring (ibid)

Träd som planteras i gatumiljö har sämre förutsättningar än träd som planteras i parkmiljö. Nyplanterade gatuträd beräknas ha en livslängd på ca 30 år pga. ofördelaktiga förhållanden i marken (Gatukontoret 2014).

2.3.6. Park Cool Island

I en undersökning av temperaturskillnader i 18 olika parker i den kinesiska staden Changzhou drar Wang et al. (2018) slutsatsen att parkens kylande effekt, den så kallade Park Cool Island-effekten (PCI), påverkas av fyra huvudfaktorer.

1) *Storlek på parken* – för att parken ska ha en den kylande effekten behöver den vara minst 1.34 hektar stor. Upp till 17 hektar blir parken 0.18°C kallare för varje hektar, är parken större än så avtar temperaturminskningen per hektar (Wang et al. 2018).

2) *Parkens form* – ju rundare park desto bättre. Är parkens form för komplex eller till exempel avlång blir PCI-effekten sämre (ibid).

3) *Parkens komposition* – det är framförallt vattendrag eller trädens bladmassa och krontäckning som bidrar till sänkta temperaturer i parken. Genom att öka de nämnda komponenterna kan PCI förbättras. Områden med gräs och hårdgjorda ytor minskar däremot PCI (ibid).

4) *Artselektion i trädbestånden* – Buskar och träd bör planteras smart för att maximera PCI. Att plantera gräs, buskar och träd i skikt kan hjälpa beståndets resiliens och vitalitet, vilket ökar den totala täckningen av marken. Växtvalet bör vara anpassat till parkens förutsättningar för att arterna ska vara så vitala som möjligt (ibid).

Ytterligare studier visar på att temperaturskillnaden mellan stad och park inte är lika stora på hösten som under vår och sommar. Även här visar resultaten på att parkens komposition har stor inverkan på PCI-effekten men att komponenterna kan ha olika inverkan beroende på årstid (Cao 2010)

2.4. Träden

De urbana träden bidrar med många ekosystemtjänster och fyller parker och gator med en grönskande rumslighet. Men för att träden ska kunna bidra ekosystemtjänster krävs det att vissa miljömässiga aspekter fungerar.

2.4.1. Trädens Vitalitet

Trädens grundläggande faktorer för att kunna fotosyntetisera och växa är tillgång till vatten, näring, ljus och syre men även temperatur är en styrande faktor för att fotosyntesprocessen ska kunna fungera (Grime 1979). Om dessa faktorer begränsas leder detta till att träden blir stressade och får sämre vitalitet. Dessa faktorer är inte ensamma om att påverka trädens hälsotillstånd. Grime (1979) menar att det kan uppkomma yttre faktorer som kan hämma tillväxten samt försämra vitaliteten. Dessa mekaniska skador kan bero på växtätande djur, patogener eller mänsklig förstörelse, hit räknas även skador som uppstår av vind, torra, jorderosion, frost och bränder (Grime 1979). Vitala trädbestånd skapas genom att anpassa art efter ståndorten. Viktiga aspekter att ta hänsyn till är markförhållande, mikroklimat, föroreningar och slitage (Sjöman et al. 2015). Vidare menar Sjöman et al. (2015) att vitala trädbestånd är mer hållbara över tid och kräver mindre skötsel då de är anpassade efter platsens förutsättningar.

Genom att plantera successivt ges alltid tillgång till platser att vara på. För val av trädart kan följande en prioriteringsordning vara användbar ur tekniska och biologiska aspekter. Härdighet och friskhet (proveniens), succession (identifiera vilken fas platsen är i), tolerans för växtplats, funktion och kulturhistoriska värden, skötsel, växtsätt, estetiska och sociala kvalitéer (Sjöman et al. 2015).

2.4.2. Trädens strategier

Genom att träden har olika typer av egenskaper kan de hantera olika typer av ståndortsförhållande (Grime 1979). Trädets tillväxt och växtsätt ger trädets förutsättningar att interagera med sin omgivning. T.ex kan vinklingen på bladen hjälpa trädets att fånga solljuset eller hjälpa det att skydda sig från det. Grenar och stam hjälper till att leda regnvatten ner mot rötterna och därför är trädets form avgörande i hur bra det klarar sig i landskapet (Green et al. 2006).

Grime (1979) skapade CSR-modellen. En förenklad förklaring på modellen är att växtligheten delas in efter hur den har förmåga att konkurrera samt hantera stress.

Genom att förstå hur träden svarar på olika former av stress och störningar kan användningen av träden anpassas efter platsen på ur ett mer hållbart och långsiktigt perspektiv. Konkurrens-strategier kännetecknas av att de framgångsrikt konkurrerar om tillgängliga resurser där låg stress och låg störning råder (Sjöman et al. 2015).

Konkurrens-strategier har sin framgång i att snabbt kunna omvandla tillgängliga resurser till biomassa (Grime 1979). Med ökad biomassa (blad) kan träden växa sig stora och bilda stora rotsystem som ger ännu bättre möjligheter få tillgång på mer resurser (Sjöman et al. 2015). Genom att ha möjlighet att växa snabbt har träden bättre förmåga att återhämta sig från skador antingen via nya skott eller mer rot-tillväxt (Grime 1979). Snabbväxande träd kan konkurrera med andra konkurrenskraftiga arter, de kräver mycket ljus och föredrar öppna ytor (Green et al. 2006).

Växternas konkurrensförmåga styrs av genetisk variation samt växtförhållanden som exempelvis beror på miljö-stress eller störning. Vidare påpekar Grime (1979) att konkurrens om ljus först uppstår när trädkronor börjar breda ut sig och skuggar ut varandra. Glesa kronor jämte en upptrampad stig kan bero på att träden lägger sin energi på att utveckla rotsystemet, då konkurrensen sker under mark (Grime 1979). Enligt Sjöman et al. (2015) kan marken bli kompakterad av att många människor går på marken vilket skapar torra och syrefattiga förhållanden för trädrötterna. Konkurrens-strategier lever av resurser från säsongens aktuella tillgångar och har sämre förmåga att lagra energi. Andra typiska kännetecken är att de är lövfällande, lättare blir utsatt för växtätare och mer mottagliga för sjukdomar. Eftersom staden är en växtplats med begränsad tillgång på resurser kan konkurrens-strategier i stadsmiljö få en försämrad utveckling och sämre kvalitéer (Sjöman et al. 2015).

Träd som klarar mer utsatta habitat är de som kallas stress-strategier (Grime 1979). Träd som kan hantera skugga växer långsamt. Bladen sitter ofta i kluster långt ut på grenarna för att fånga solljus (Green et al. 2006). Sjöman et al. (2015) menar att stress-strategier investerar långsamt och lever länge. Det finns träd som är bra på att lagra energi och styrs av föregående års tillgång på resurser, vilket gör att de växer med en förutbestämd årstillväxt. De har oftast en längre etableringsfas och känsliga för slitage. Stress-strategier kännetecknas av att de ofta har barr eller blad med skyddande vaxlager eller behåring som fungerar för att minska avdunstning. De kan även vara städsegröna. De har bättre motståndskraft mot generaliserande växtätare och sjukdomar (Sjöman et al. 2015).

Många träd hamnar i mitten av dessa ytterligheter och har sina specifika strategier att hantera dels stress och förmåga att konkurrera. Vidare förespråkar Sjöman et al. (2015) att naturen kan användas som vägledare för att förstå trädens toleranser. Genom att titta på hur arterna växer i naturen går det att få en uppfattning om vilken stress de kan hantera. Green et al. (2006) menar att det är många faktorer som spelar roll för hur träden utvecklas. Både interaktionen med omgivande miljö och andra plantor. Träd studeras bättre studeras i en verklig miljö än i en

tillväxtkammare. Andra faktorerna som styr är enligt Sjöman et al. (2015) trädens förmåga att hantera stress och vilken succession fas de befinner sig i samt vart de växer. Vidare menar Green et al. (2006) att trädens växtsätt kan vara avgörande för dess tillväxt, överlevnad och reproduktion, exempelvis kan träd som har ett buskformat växtsätt hantera en vindutsatt miljö i en öken, medan ett snabbväxande högt träd föredrar att växa upp i en skogsglänta med rikliga förhållande. Individuer inom samma art utvecklas olika och när de utsätts för konkurrens. Densiteten, hur tätt träden står formar dess växtsätt (Green et al. 2006).

2.4.3. Successionfas påverkar trädval

Succession beskriver hur artfördelningen förändras över tid och hur en plats utvecklas genom olika successionfaser (Sjöman et al. (2015). Vidare förklarar Sjöman et al. (2015) att de första trädarter som etablerar sig på störd mark kallas pionjärer. Dessa är tuffa då de kan utså mycket vind och förändrad mark- och luftfuktighet. Pionjärer kännetecknas av att de snabbt skuggas ut om tillgången på ljus blir för liten. De är ofta vindpollinerade, sätter mycket frö och blir sällan över 100 år (Sjöman et al. 2015).

När pionjärerna har vuxit upp ger de ett bra skydd till sekundära arter att växa upp. Sekundära arter vill ha skydd av de uppvuxna arterna då de är känsliga för ojämn markfukt och uttorkande vindar. Sekundära arter blir äldre än pionjärer arter. Däremellan finns det semipionjära arter som behöver skydd de första åren men som senare kan utså mer exponerade förhållande. Exempel på träd (som även återfinns i analysen) som passar in på de olika successionsfaserna är *Salix alba* som både är en framgångsrik konkurrensstrateg och pionjär. *Fagus sylvatica* som är en utpräglad sekundärart för den senare successionsfasen. *Tilia x europaea* är en art som behöver skydd som ung, som äldre den kan hantera mer exponerade förhållande och viss vattenstress men bäst förutsättningar får den i parkmiljö. *Sorbus intermedia* är ett lämpligt stadsträd som tolererar varma och torra odlingsförhållanden samt är vind och salttolerant (Sjöman et al. 2015).

2.4.4. Debatt inhemska/exotiska arter

Med begreppet inhemska arter menas arter som på egen hand lyckats etablera sig i landet eller arter som importerats av människan och sedan etablerat sig innan år 1800 (Strand et al. 2019). Med främmande arter menas arter som med hjälp av människan etablerar och fortplantar sig utanför sitt naturliga spridningsområde. En främmande art räknas som en invasiv art om det konstaterats att den sprider sig så att den hotar befintliga ekosystem och biologisk mångfald (ibid).

Städer över hela världen har sedan lång tid tillbaka stora inslag av träd som inte räknas som inhemska, utan i själva verket är importerade från spridda världsdelar. Trots detta är ämnet exotiska- även kallat främmande arter, ett kontroversiellt ämne (Sjöman et al. 2016).

Det pågår en debatt huruvida användandet av främmande arter är en fara för de enskilda ländernas ekosystem och biologiska mångfald. I debatten kopplas ofta begreppet exotisk art direkt ihop med begreppet invasiv art (ibid). Hitchmough (2010) argumenterar dock för att en arts invasiva förmåga har att göra med kombinationer av olika karaktärsdrag och egenskaper och att detta är egenskaper som både exotiska och inhemska växter kan ha. Sjöman et al. (2016) påpekar att det är viktigt att skilja på urbana områden och naturliga eller känsliga områden. Det är viktigt att ta riskerna med kända och potentiella invasiva arter på allvar men det måste sättas i rätt kontext. Genom att veta hur spridning sker och var risken för invasiv spridning är stor kan det gå att hitta rätt balans i användandet av exotiska arter samtidigt som naturliga ekosystem säkras (ibid).

Enligt Naturvårdsverket (2019) är ett förebyggande arbete mest effektivt, både miljö- och kostnadsmässigt, i kampen mot främmande invasiva arter som kan ta över våra ekosystem och skapa andra skador på samhället. De menar att det absolut bästa är att hindra att de invasiva arterna överhuvudtaget kommer in i landet. Väl här bör de bekämpas så snart som möjligt.

2.4.5. Diversitet i staden

Vi ser idag att artrikedomen i våra städer ofta är större än i omgivande landsbygd. Samtidigt dominerar ofta ett fåtal arter i antal och vissa områden består ibland av en enda art (Morgenroth et al. 2016). Ett bestånd med få arter ökar risken att träden får svårt att återhämta sig efter en störning på grund av att de har samma strategier för överlevnad. Med större artdiversitet sprids riskerna ut och ger större chans till återhämtning. Men även andra sorters diversitet spelar stor roll för ett resilient bestånd. Även genetisk diversitet inom arten, åldersdiversitet, strukturell och rumslig diversitet är avgörande faktorer (ibid).

Morgenroth et al. (2016) understryker vikten av välgjorda trädinventeringar i våra städer. Förutom art och ålder och placering är det bra om inventeringen innehåller uppgifter som trädens storlek och form, preferenser och risker. De kan skapa en större kunskap och förståelse för den urbana skogens nuvarande tillstånd och därmed bidra till ökad diversitet i våra urbana landskap. För optimal användning bör inventeringen uppdateras kontinuerligt och analyseras i både liten och stor skala för att skapa förståelse för hela stadens utspridda artdiversitet (ibid). Morgenroth et al. (2016) menar att det krävs stor kunskap om vilka träd som är rätt för de lokala miljöerna, men även mod för att våga använda sig av obeprövade arter och ytterligare kunna studera och öka artdiversiteten.

2.4.6. Artdiversitet

Vi har i Sverige ca 30 trädararter som räknas som inhemska. (Sjöman et al. 2016). Det är bara ett fåtal av dessa som klarar av att växa och utvecklas i hårdgjorda ytor på grund av det trånga utrymmet under mark och åtföljande vattenbrist. I de urbana parkerna får träden tillgång till mer fukt och utrymme, men flera av arterna har problem att stå emot olika skadedjursangrepp och sjukdomar som ökar i takt med rådande klimatförändringar (Sjöman et al. 2016). Vidare menar Sjöman et al. (2016) att vi har för få inhemska träd för att skapa resilienta trädbestånd i våra städer, det vill säga urbana trädbestånd som kan återhämta sig efter större störningar som långvarig torka eller skade- eller sjukdomsangrepp. För att dessa trädbestånd ska ha en chans till återhämtning behöver vi enligt Sjöman et al. (2016) öka artdiversiteten genom att även använda oss av nya exotiska trädararter som är bättre anpassade till klimat liknande stadens klimat och ståndorter.

I naturen har inhemska arter under generationer anpassats till de lokala klimat och ståndorter som råder och blir är naturligt motståndskraftiga vid störningar i dessa miljöer (Hitchmough 2010). I staden däremot är förutsättningarna, framförallt i marken så pass förändrade att den motståndskraft de byggt upp inte självklart skyddar dem i den nya fabricerade miljön (Ibid). Här kan istället mångfalden av nya ståndorter och mikroklimat bjuda in till växtval som passar den specifika platsen (Morgenroth et al. 2016).

Det finns enligt Hitchmough (2010) ett antal nyckelfaktorer som avgör om växtvalet i städerna är hållbart, vare sig arterna är inhemska eller exotiska. Arterna ska vara väl anpassade till landskapet och klara av att livnära sig. Arterna ska vara lättskötta och klara sig på få resurser. De ska främja så mycket biologisk mångfald som möjligt och de ska visuellt lyfta platsens karaktär. Dessa nyckelfaktorer måste i sin tur anpassas till till den specifika platsens användningsområde och förutsättningar (Nielsen et al 2015)

För att få en bra spridning av arter rekommenderar Santamour (1990) att plantering bör ske utifrån 10-20-30 regeln. Den står för att 10 % av träden i staden inte ska vara av samma art, 20 % ska inte vara av samma släkt och 30% ska inte vara av samma familj (Santamour 1990).

Ur litteraturen av Deak sjöman et al. (2015) går det att utläsa att de flesta inhemska arter är bäst anpassade för fuktiga svala miljöer som park och natur kan erbjuda. *Quercus petraea* kan hantera viss torka. *Quercus robur*, *Tilia*-arterna och *Prunus avium* anses som parkträd men kan hantera måttlig vattenstress. *Juniperus communis*, *Pinus sylvestris* och *Sorbus intermedia* tillhör de arter som bäst kan hantera torra förhållande.

Inhemskas arter:

<i>Acer campestre</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Ulmus laevis</i>
<i>Alnus incana</i>	<i>Malus sylvestris</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Picea abies</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Prunus avium</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Populus tremula</i>
<i>Crataegus laevigata</i>	<i>Salix caprea</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Salix pentandra</i>
<i>Juniperus communis</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Sorbus intermedia</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Taxus baccata</i>
<i>Quercus petraea</i>	<i>Tilia cordata</i>
<i>Quercus robur</i>	<i>Tilia x vulgaris</i>
<i>Ulmus glabra</i>	<i>Tilia platyphyllus</i>

(Sjöman et al. 2016)

2.4.7. Genetisk diversitet

Genetiska variationer är viktig för all evolution och anpassning. Om alla individer skulle vara lika kan arten inte anpassas till miljöförändringar, en liten genetisk skillnad kan även leda till inavel (Andersson et al. 2007). Genetiska skillnader bidrar till att riskerna för angrepp och andra hot sprid, genom att de reagerar olika och har olika känslighet för ex sjukdomar (Andersson et al. 2007). Större populationer har fler uppsättningar- alleler. En allel är en genvariant som ofta består av en del som ärvt från mamman och en del som ärvt av pappan (Nationalencyklopedin 2020). En större uppsättning alleler ökar chanserna för att arten ska kunna hantera framtida förändringar som nu är okända. Om den genetiska variationen är liten kan det bero på att populationen har minskat i storlek (Andersson et al. 2007).

2.4.8. Åldersdiversitet

Gamla träd som når åldern 50–100 år bidrar med mer nytta för biologisk mångfald och andra viktiga ekosystemtjänster som t.ex. fördröja dagvattnet, minska vindhastigheten, ge skugga och jämna ut temperaturen, reducera partikelhalterna i luften, rena vatten i marken (Boverket 2019). Sjöman et al. (2015) menar att variation av ålder av vegetation är viktig för biologisk mångfald men att det framförallt handlar om att skapa olika typer av livsmiljöer som är avgörande för bevarande av biologisk mångfald (Sjöman et al. 2015).

2.5. Förvaltning

Förvaltning definieras på olika sätt, Randrup et al. (2017) nämner tre:

- 1) Förvaltningsorganisation ska upprätthålla och utveckla urbana grönområde för användarens skull,
- 2) Ett styrande organ som ska upprätthålla och förbättra kvaliteten för grönytorna för att bidra till högsta tänkbara värdet för användarna.
- 3) Förvaltning syftar både till operativt underhåll och långsiktig planering.

2.5.1. Därför behövs förvaltning

Tyrväinen et al. (2005) menar att grönområden och parker är viktiga platser för stadsborna men för att de ska användas och generera de fördelar vi förväntar oss, måste grönytorna underhållas. En park som är ovårdad tappar snabbt sitt värde. Platsen kan då lätt bli offrad för bebyggelse. Parkerna ska kompensera de byggda ytorna genom att göra plats för rekreation samt bidra med biologisk mångfald. Tyrväinen et al. (2005) menar att medborgare bör inkluderas för att öka förståelse för värdet av biologisk mångfald. *Urbana woodland* är ekosystem som kan vara naturligt, semi-naturligt eller gjort av människan. Dessa innehåller en stor mängd träd och används som naturreservat och rekreationsområde och är mer dynamiska och vilda än vanliga parker (Bell 2005). Forskning behövs kring stadsborna acceptans för ”vildmarkslika” och naturliga planteringar. Genom att utveckla en medveten attityd för gröna miljöer hos stadsborna kan underhållet styras mer mot att låta succession och vegetationsdynamiken styra. Det skulle bidra med lägre kostnader för skötsel (Tyrväinen et al. 2005).

2.5.2. Förvaltning för ökad resiliens

” We must recognize the totality of the urban forest and study each of its parts.”
(Grey 1996 s.2)

I strävan efter att nå resiliens, behövs förståelse för hur styrsystemet fungerar samt involvering av intressenter med rätt kompetens (Walker & Salt, 2012).

Ett sätt att ta sig an förvaltningen av urbana skogar är med hjälp av en övergripande förvaltning. För att konceptet ska fungera är det viktigt att vi ser hela staden, våra urbana grönområden, urbana skogar och hårdgjorda ytor som en helhet. Genom att till exempel titta på hela staden från ovan går det snabbt att få en överblick av hur olika grönområden hänger ihop med hårdgjorda ytor och bebyggelse. Men vi måste också ta i akt hur dynamisk och komplex staden med alla sina ytor är (Grey 1996).

Mångfald av aktörer stärker redundans. Ett samarbete mellan olika organisationer kan leda till att de kan överlappa varandras funktion och vara mindre sårbar inför störningar samt bidra med bättre återkoppling. Olika organisationer har sin egen företagskultur, ekonomi, struktur och storlek och påverkas på olika sätt av ex politiska och finansiella förändringar. Fler aktörer och användare av systemet kan leda till att olika förändringar och störningar upptäcks fortare (GRAID 2020).

Stark konnektivitet mellan olika sociala aktörer kan bidra till att olika aktörers kunskap kan lyftas fram. Att byta information, ta del av varandras olika perspektiv kan leda till en bättre utveckling för resiliens. En negativ effekt av stark konnektivitet är om ett homogent synsätt får möjlighet att spridas. Risker finns att aktörerna tror att de arbetar åt rätt håll utan att ifrågasätta arbetssättet och tankegången (GRAID 2020).

För att kunna utföra en övergripande förvaltning krävs det en ledning med ett holistiskt synsätt som fördelar och delegerar uppgifter till kunniga inom varje grönområde, vare sig det är inom kommunen eller vidarebefordrat till entreprenad. Eftersom parker och grönområden är dynamiska är det samtidigt viktigt att förvaltningen är anpassad till varje områdes förutsättningar (Grey 1996).

GRAID (2020) menar att genom att förstå hur olika aktörer tänker och verkar kan vi börja förstå helheten och grunden till hur systemen förvaltas och beslut fattas. Att öka kunskapen och bli medveten om hur beroendeförhållande mellan människa och natur samt öka förståelsen för Komplex Adaptiva System (GRAID 2020).

Vidare menar Grey (1996) att ledningen bör bestå av en central organisation med både auktoritet och ansvar. För att en sådan ledning ska fungera är det av största vikt att de lever upp till fem ytterligare krav.

- *Central ledning med ansvar och auktoritet*
- *Kunskap om de totala urbana skogarna*- kunskapen behöver vara biologisk, institutionell, social, juridisk etcetera.
- *Kunskap om de urbana skogarnas behov*
- *Planer som möter upp behoven, tillräcklig budget*
- *Effektfullt genomförande*

Ledningen kan arbeta tillsammans med olika trädstyrelser. Inofficiella styrelser, bestående av stadens invånare kan fungera rådgivande samt agera försvar åt stadens träd via kunskapsspridande till befolkningen samt rekommendationer till ledningen. Mer officiella styrelser kan stå för planering, budgetering och tillämpning och styrs inom organisationens väggar (Grey 1996).

Grey (1996) understryker även vikten av att i en övergripande förvaltning basera de specifika skötseluppgifterna och åtgärderna i våra parker på en långsiktig plan. Det är i den långsiktiga planen som strategierna för den övergripande målbilden byggs upp. Där måste det även klargöras hur olika uppgifter ska prioriteras (Grey 1996).

För att bygga kapacitet att hantera förändring är det viktigt att identifiera vilken störning resiliens ska byggas för. Walker och Salt (2012) beskriver tre kategorier av störningar:

- 1) Förväntade störningar t ex klimatförändringar
- 2) Kända och mer sällsynta störningar t.ex. jordbävning, insekts invasioner, översvämningar
- 3) Okända störningar svåra att förutse t ex nya sjukdomar, tsunami, terrordåd.

Ett system bör beskrivas utifrån hur omkringliggande miljöer ser ut, ex landskap, vattendrag, men även utifrån vilka värden som bör bevaras (Walker & Salt 2012). GRAID (2020) styrker påståendet om att kartlägga långsamma variabler och återkopplingsmekanismer.

Vidare föreslår GRAID (2020) att ett övervakningsprogram över systemen kan fungera för att öka medvetenheten och uppmärksamheten hur systemet fungerar och eventuella förändringar. Systemet måste innehålla biofysiska och sociala skalor, då de flesta misslyckandena med förvaltning beror på att sambanden mellan skalor och respons inte beaktats (Walker & Salt 2012).

Vidare förklarar Walker och Salt (2012) hur besluten om att välja skalor kan beslutas. De föreslår att titta på de komponenter och interaktioner som har störst roll i systemet. För mycket information kan leda till förvirring och det är viktigt att förstå modellerna. Eftersom social-ekologiska system är komplexa och

dynamiska är det svårt att få en fullständig bild av hur systemet fungerar och det underlag som tas fram är mer ett sätt att tänka om systemet.

Walker och Salt (2012) menar att en rådande obalans mellan t.ex. ekologiska och sociala rumsliga skalor kan det återspeglas i t.ex. ett socialt missnöje, och därför bör de olika skalorna identifieras. Förvaltare bör identifiera vart de kritiska trösklarna kan finnas och hur systemen kan anpassas för att hålla sig på ett säkert område. Tröskelvärdena finns inom de biofysiska, ekonomiska och sociala och är integrerade med varandra. Om tröskelvärdet för ett område korsas kommer de andra oftast att korsas. Storleken på systemets säkra utrymme ger en bild av hur motståndskraftigt systemet är (Walker & Salt 2012)

2.5.3. Nordiska förvaltningar

Randrup och Persson (2009) lyfter frågan om hur grönskötseln i urbana parkområden styrs på operativ, taktisk och politisk nivå i de nordiska länderna. I jämförelse med de andra länderna låg Sverige i framkant med att följa en långsiktig planering (Randrup & Persson 2009). Det framkom att Sveriges kommuner behöver förbättra en mer intensiv interaktion mellan användare samt marknadsföra insatserna så att allmänheten och myndigheter ska förstå varför resurser läggs på urbana grönområden. Genom att göra parkerna mer inbjudande och tillgängliga för stadens invånare kan parkernas status höjas och därmed bli mer prioriterade. Många förvaltningar lägger mycket fokus på operativa insatser men saknar en långsiktig planering av hur grönytor ska skötas. Genom att ha en långsiktig strategi kan dynamiska system utvecklas och inte bara skötas. Att endast sköta grönytor leder till förfall, vidare menar Randrup och Persson (2009) att det krävs kompetens hos parkförvaltare för att skapa en hållbar strategi, samt att det krävs att på en taktisk nivå inkludera andra sektioner och områden som ex hälsa, rekreation och kultur (Randrup & Persson 2009).

2.6. Malmö

Malmö är just nu en av Sveriges snabbast växande städer. Vid slutet av år 2029 beräknas befolkningmängden ha vuxit med 50 000 nya invånare. Antalet invånare kommer då ha vuxit till 391 000 personer. En mer långsiktig beräkning spår att Malmö nått 500 000 invånare år 2047 (Samhällsplaneringsavdelningen 2019). Den stora mängden nya malmöbor ökar pressen på att bygga nya bostäder för att kunna möta upp behovet och behålla samma boendestandarder som staden har idag. Samtidigt är planen att Malmös tillväxt ska hållas innanför yttre

ringvägen vilket innebär att en förtätning av staden måste ske. Det är en stor utmaning men samtidigt en medveten strategi (ibid).

2.6.1. "Parkernas stad"

Malmö stad har länge beskrivits som parkerna stad. De första parkerna anlades år 1872. Under 50–60-talet utvidgades bostadsområden med stora grönytor och på 80-talet tillkom ytterligare två nya parker (Malmö stad 2019b).

Som en följd av stadens senare förtätning har många grönytor omvandlats till hårdgjorda ytor och byggnader. Mellan år 2010–2015 har Malmös grönytor minskat med 213 hektar, alla grönytor inkluderade även privata villaträdgårdar etc (SCB 2015).

Av Malmös trädstrategi går det att utläsa att staden planterar sammanlagt 1500 nya träd årligen. Det framkommer även att en stor satsning sker på att öka artdiversitet och antalet träd (Gatukontoret 2014). År 2019 tog Malmö hem två priser, varav en av utmärkelserna gick till Millennieskogen med motiveringen "ett av vår tids viktigaste bidrag till landets landskapsarkitekturhistoria" (Malmö stad 2019a).

Den andra utmärkelsen som Malmö fick var Tree City of the World. Malmö fick priset då de utmärkt sig genom att aktivt arbeta med att utveckla sitt trädbestånd och synliggöra träds betydelse bland annat ur hälso-, klimat- och välmåendeperspektiv (Malmö stad 2020a).

2.6.2. Malmös översiktsplan

"Den täta och gröna staden kan endast realiseras på bekostnad av stadens hårdgjorda ytor" (Samhällsplaneringsavdelningen 2019, s.19)

Malmö stad beskriver i sin nuvarande översiktsplan en strävan att genom förtätning bli en mer effektiv stad, resurs- och energimässigt. Det är tänkt att närheten som skapas i det tätbebyggda samhället ska göra det enkelt för invånarna att gå eller cykla samt att kollektivtrafiken ska effektiviseras. Detta ska bidra till att göra staden långsiktigt hållbar. Genom att begränsa stadens tillväxt till att ske innanför yttre ringvägen undviker staden även fenomenet Urban Sprawl. Att bygga på ett stort område skulle kunna innebära att staden växer sig större än behovet ifall den ökade befolkningstrenden skulle vända. En stor anledning till att hålla bebyggelsen innanför yttre ringlinjens gränser är även att bevara den goda jord som jordbruksmarken runt staden innehar (Samhällsplaneringsavdelningen 2020).

Målbilden är att Malmö trots dess täta bebyggelse ska vara en påtagligt grönare stad än den är idag. Det ska finnas en närhet till gröna stadsrum. Nya parker, både små och stora, ska anläggas med god anknytning till bostäder. Befintliga parker ska restaureras, gator och torg ska ”Präglas av grönska” och hela staden ska vara rik på biologisk mångfald. Dessa grönskande platser ska även skapa mångsidiga och sammanförande sociala mötesplatser med ledorden: jämställdhet, trygghet, tillgänglighet, folkhälsa och rättvisa (Samhällsplaneringsavdelningen 2020).

2.6.3. Malmös Trädstrategi

Malmös trädstrategi är ett planerande dokument som lyfter fram kommunövergripande planering genom mål och åtagande (Gatukontoret 2014). Planen har tagits fram av Gatukontoret, Fastighetskontoret, Stadsbyggnadskontoret och beslutas om på nämndnivå. Då förvaltningarna går under olika nämnder ska planen godkännas av både tekniska nämnden och stadsbyggnadsnämnden. Åtagandena är uppdelade för att passa respektive förvaltnings arbetsområde. Trädstrategin tar utgångspunkt från kommunfullmäktiges mål i budget, nämndmål samt mål från översiktsplan, naturvårdsplan och miljöprogram för Malmö stad.

Sammanfattningsvis syftar trädplanen till att bevara, vårda, värna, kartlägga, planera nytt samt sträva efter hållbara lösningar som kan generera till att Malmö får behålla sina gamla träd, öka artdiversitet till det dubbla samt få fler gröna rum och en jämnhet av arter och grönska i staden. Malmö stad ska inte bara arbeta med olika arter och sorter utan menar att det finns möjlighet att arbeta med genetiska variation. Genom en större artdiversitet sprids riskerna om artspecifika skadegörare eller sjukdomar uppstår. Även risken för att sjukdomar sprids mellan träden minskar med ökad artdiversitet. Arter som bedöms vara invasiva eller är utgör en risk för spridning av sjukdomar eller skadegörare ska inte planteras (Gatukontoret 2014).

Gatukontoret (2014) bekräftar att staden är en utsatt ståndort för träden. Att konkurrens om utrymme är en utmaning både under och ovan mark, och att även klimatet är en svår fråga. Gatukontoret (2014) delar träden in i tre kategorier med utgångspunkt för markförhållande och förväntad livlängd för träden. Generations träd är de träd med bäst förutsättningar i mark och förväntas leva i minst 80 år. Nästa kategori är strukturträd, dessa är anpassade efter ståndort och förväntas leva mellan 50–80 år. Gästträd är den kategorin med sämst växtförutsättningar, de förväntas leva max 20–30 år.

Nyplantering sker främst i nybyggda område, Gatukontoret (2014) menar att även befintliga trädbestånd behöver nya träd. Genom att vårda och vitalisera äldre träd kan kulturvärden bevaras samt ge identitet åt staden. Äldre träd bidrar med viktiga förutsättningar för biologisk mångfald. Genom att utgå från trädens egenskaper och strategier ska nyplanterade träd anpassas för platsen i syfte om att

ge träden ett längre liv, minska skötselbehov och leverera ekosystemtjänster. Träden i staden ska bidra med att minska effekterna av den urbana värmeö. Det är därför viktigt att staden har många träd som är jämnt fördelade (Gatukontoret 2014).

I trädstrategin framgår även som mål att inkludera malmöborna i att värna, vårda och utveckla stadens trädbestånd. Genom aktiviteter som inventering och guideade trädvandringar kan information om trädens värde spridas. Malmöbornas delaktighet är ett medel för att nå de andra målen.

Malmö stads arboretum ska ses som en kunskapsbas i lärandet om naturen och träden. Malmö trädstrategi åtar sig att öka antalet arter och sorter till 1000 arter inom fem år. Det innebär att Malmö kommer få en trädsmåling i klass med de större botaniska trädgårdarna i världen. Träden ska ses som en gemensam resurs och föreslår att förvaltningar, företag privatpersoner inkluderas för att utveckla trädbestånden. Vägen dit är att informera, skapa delaktighet samt testa nya arter.

I planen framgår att skapa ett forum, där flera aktörer ges möjlighet att dela och bidra med information som kan bidra till ny kunskap och utveckling. Även ny forskning inom träd i urbana miljöer efterfrågas.

Årligen ska aktiviteterna utvärderas, ny erfarenhet inom planering, förvaltning och bygg ska presenteras och planeras för att kunna integreras (Gatukontoret 2014).

2.6.4. Trädinventering

I Malmö stads trädstrategi framkom att staden vill utvidga sin träd databas till 1000 arter (Gatukontoret 2014). För att lyckas med målen är det väsentligt att inventera befintliga träd samt göra en bedömning av hur länge de kan komma att leva på platsen. Standard för trädinventering i urban miljö - version 2.0 är en metod som tagits fram av för att underlätta inventering samt att den ska bidra till att förenkla kommunikationen mellan olika aktörer som arbetar inom samma område (Östberg 2015).

Standarden innehåller många parametrar som kan användas för olika syfte och därför rekommenderas en grundlig analys av önskvärda användningsområden för att samla in rätt information. Där finns sex grundparametrar som alltid bör inventeras. Dessa har tagits fram genom Delfi-metoden och är följande mått: Vetenskapliga namn, Vitalitet, Koordinater, Riskklass, ID-nummer, Stamdiameter i brösthöjd (vilket mäts vid 1,3 meters höjd) (Östberg 2015).

Metoden belyser att det är viktigt att som förvaltare tänka strategiskt. Genom att samla in information om trädens värde och vilka framtida ekosystemtjänster trädet kan bidra med kan trädplaner och trädvårdsplaner utformas. Vidare kan dessa åtgärder bidra till att länsstyrelsen lättare kan förstå syftet med olika åtgärdsförslag (Östberg 2015).

3. Analys och Resultat av Malmös trädbestånd

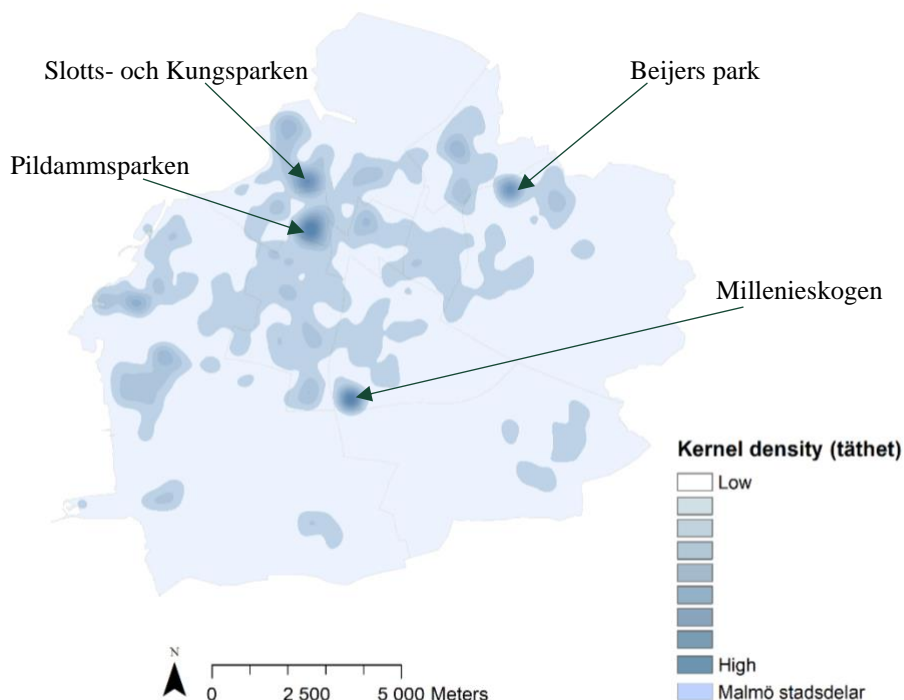
Analysen består av GIS-kartor och tabeller över Malmö där trädens artdiversitet och ålderdiversitet visualiseras i en rumslig kontext. Den baseras på Malmö stads aktuella träddatabas 2020-02-07. Träden som är inlagda i inventeringen avser träd på kommunal mark. Analysen ger därför ingen bild av utspridningen av Malmös totala trädbestånd. För en total bild av hela Malmös trädbestånd skulle parametrar av träd på egenägd men offentlig mark och Privatträdgårdar behöva mätas in.

Inventeringsparametrarna vi använt oss av består av vetenskapligt namn, kron diameter, planteringsår, samt x och y koordinater. Analysen börjar med en överblick för Malmö träd och går vidare in på Malmös två största parker, Pildammsparken och Slotts-och Kungsparken.

3.1. Kartläggning

Densitet i Malmö

Kernel density; rumslig autokorrelation visar hur objekt korrelerar med närliggande föremål över ett rumsligt område. Det används för att definiera mönster i data och är integrerad i ArcGIS. Punkterna som ligger inlagda för träden korrelerar med sig själv. De olika fördröjningsvärdena räknat från kärnan mäter förhållandet mellan antalet punkter med samma attribut. Positiv autokorrelation uppstår när många värden är mycket lika varandra och negativ autokorrelation uppstår när värden är olika varandra. Autokorrelationen indikerar tydliga samband och beroende mellan objekt i rumsliga område (GIS Lounge 2017).

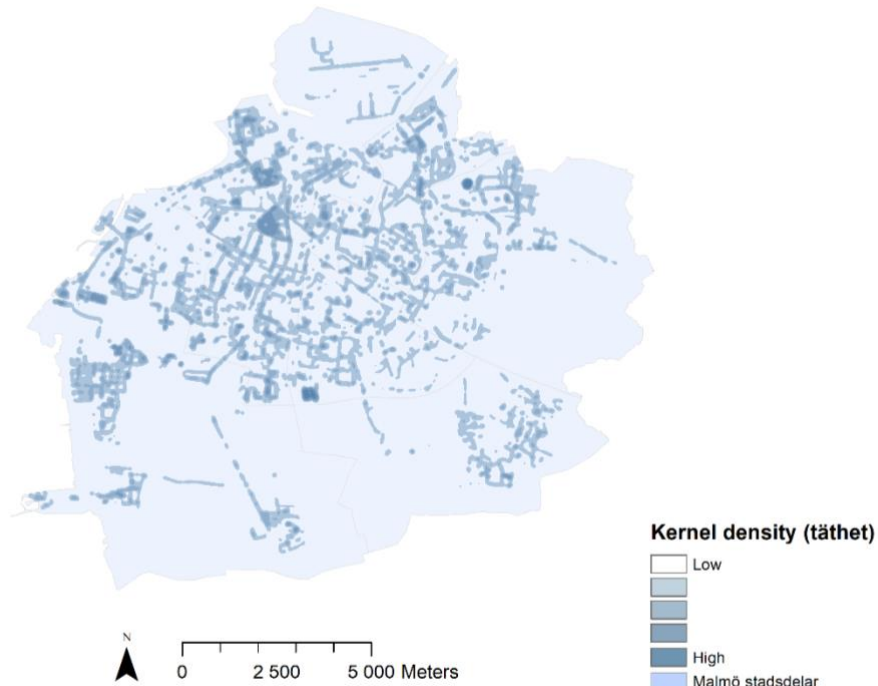


Figur 1. Överblicks karta Malmö. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 1 Mätverktyget kernel density används för att mäta densitet (täthet). Radien ställdes in på 500m för att ge en överblickande vy över tätheten i Malmö stads trädbestånd på kommunal mark. Ju mörkare område på kartan, desto fler träd har identifierats inom mätradien. Visualiseringen visar fyra tydliga punkter där densiteten är som tätast.

Vid närmre studier av kartbilden visade det sig att dessa fyra områden var Pildammsparken och Slotts- och Kungsparken, i Södra innerstaden och Centrum, Beijers park i Kirseberg och Millenieskogen i Lindängelund.

Densitet i Malmö



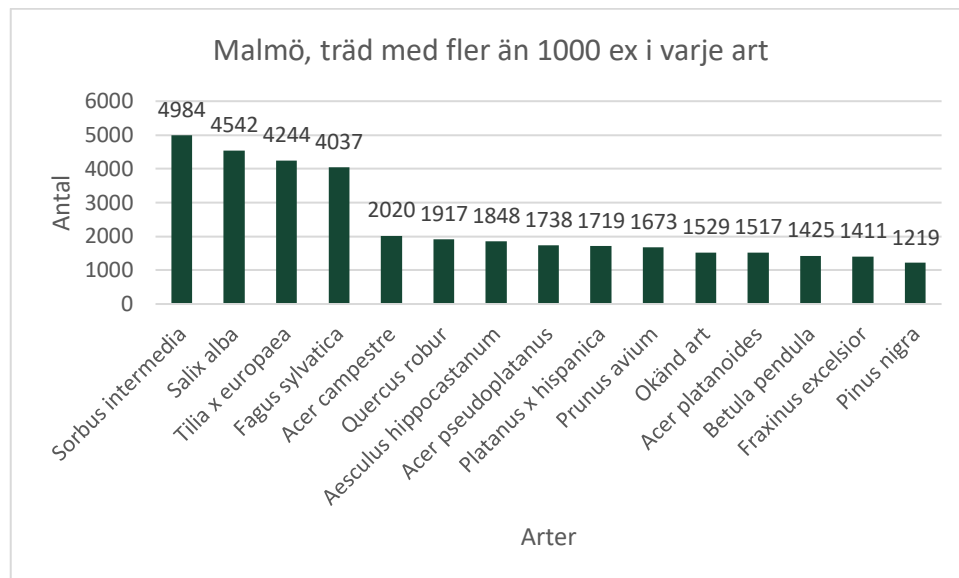
Figur 2. Trädens utbredning Malmö. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 2 Visar hur träd på kommunal mark breder ut sig över staden. Radien är inställd på 100 m och ger en mer detaljerad bild än fig 1. Mätningen visar mer ingående var träden är utspridda. En mindre radie gav möjlighet att visualisera den rumsliga kontexten av trädbestånden. Långa markeringar på bilden indikerar att det rör sig om alléer och gatuträd medans kluster visar samlade grönytor. De mörkaste områdena symboliserar högst densitet. De ljusa områdena i ytterkanten är till stor del jordbruksområden utanför yttre ringvägen, eller i vissa fall områden med stor del privata trädgårdar.

Art-diversitet i Malmö

Träddatabasen uppgår till 76 112 antal träd, med en artdiversitet på ca 630 arter. Av dessa träd är ca 2 % av okänd art. De dominerande trädarterna anges i ungefärlig procentsats:

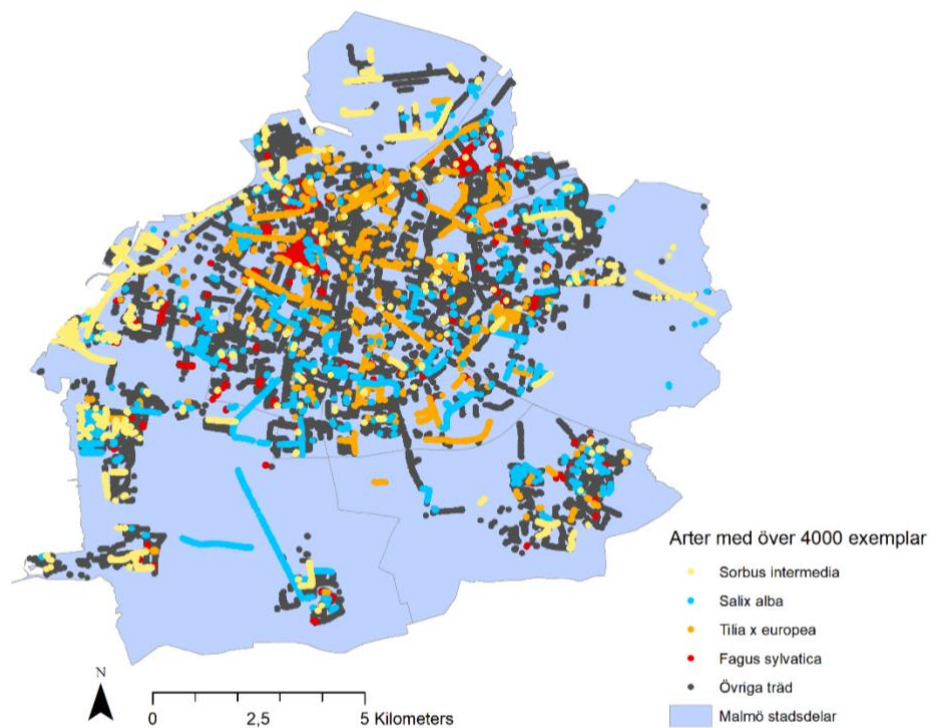
- *Sorbus intermedia*, 6,5%,
- *Salix alba*, 5,9%,
- *Tilia x europaea* 5,6 %
- *Fagus sylvatica* 5,3 %.



Figur 3. Träddarter i Malmö, träd med mer än tusen/art.

Figur 3. Visar träddarter på kommunal mark i Malmö stad som har flest antal träd. *Sorbus intermedia* har högst antal träd i staden tätt följt av *Salix alba*, *Tilia x europaea* och *Fagus sylvatica*.

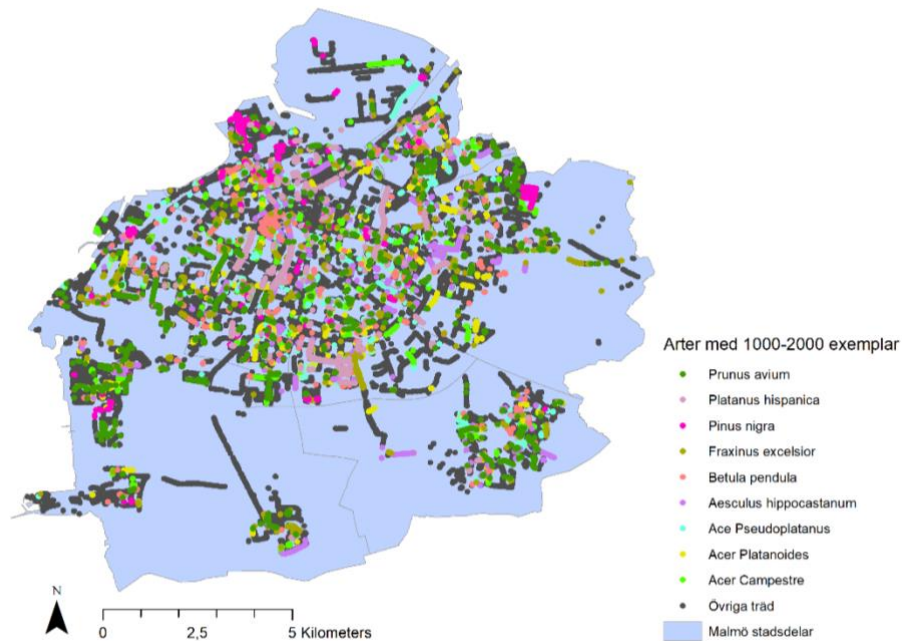
Art-diversitet i Malmö



Figur 4. Dominerande trädarter i Malmö. Träd © Malmö Stad, Malmö's stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 3 En visualisering av artdiversiteten visade att *Sorbus intermedia* mestadels återfinns längst havet och utkanten av Malmö. *Fagus sylvatica* täcker upp stora delar av både Slotts- och Kungsparken parken, Pildammsparken samt Beijers park men är även någorlunda utspridda över staden. *Salix alba* och *Tilia x europaea* är jämnt fördelade över stora delar av Malmö. Kartan visar dominerande trädarters fördelning med en färg för varje art. Grå färgmarkering visar övriga trädarter vilka uppgår till ca 1500 träd.

Art-diversitet i Malmö

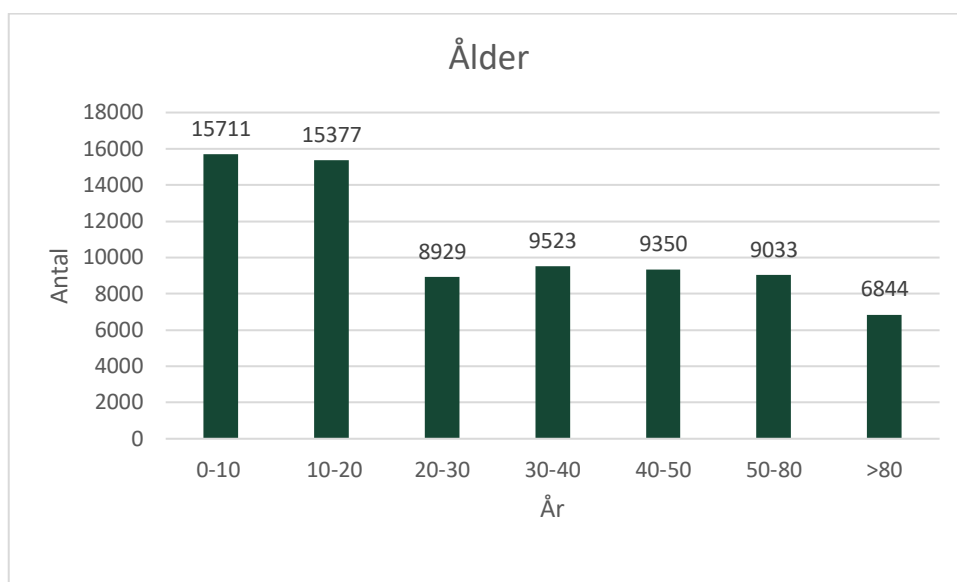


Figur 5. Trädarter med 1000–2000 träd/art. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 4 Artfördelningen av de arter där det finns mellan 1000 - 2000 exemplar utplacerade i staden. Med undantag för vissa små områden är de flesta träd väl utspridda över hela staden. På både fig. 3 och fig. 4 ser vi att övriga trädarter har en relativt jämn utspridning.

Åldersdiversitet hos träd i Malmö

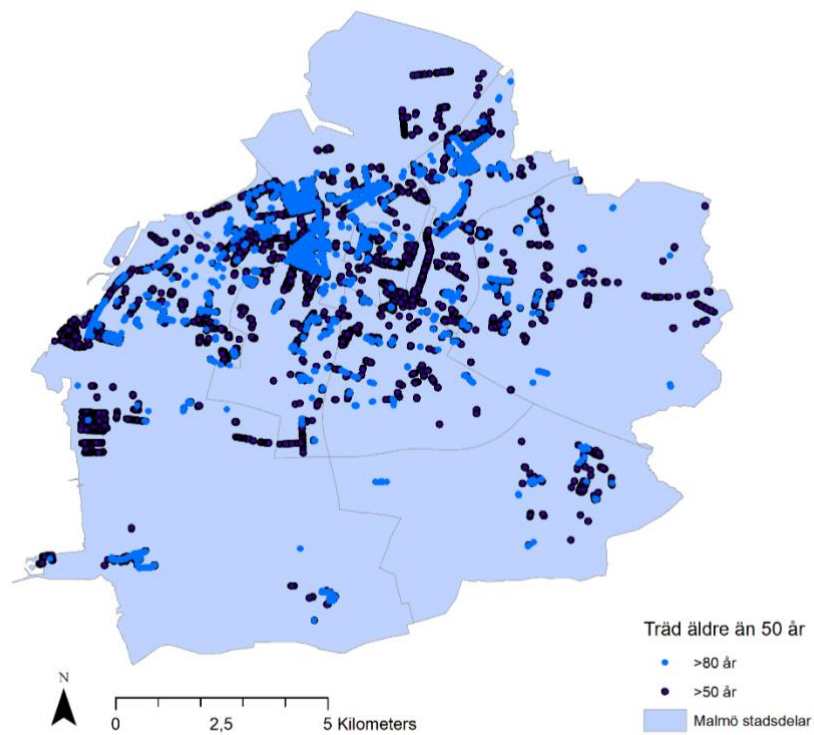
För att undersöka åldersfördelningen har träd mellan 0–50 år delats in i tio års intervall. De äldre träden har större intervall, mellan 50–80 år och 80 år och uppåt. Det planteras fler träd idag än det gjorts tidigare decennier. De äldsta träden som är över 80 år utgör ca 9% av det totala antalet, och de yngsta 0–10 år utgör ca 21% av stadens totala mängd träd.



Figur 6. Trädens åldersfördelning i Malmö

Fig. 6. Staplarna visar intervall på tio år mellan 0–50 år. Därefter är intervallet 30 år. För träd över 80 år finns inget årtal. Malmös äldsta träd på kommunal mark planterades år 1850.

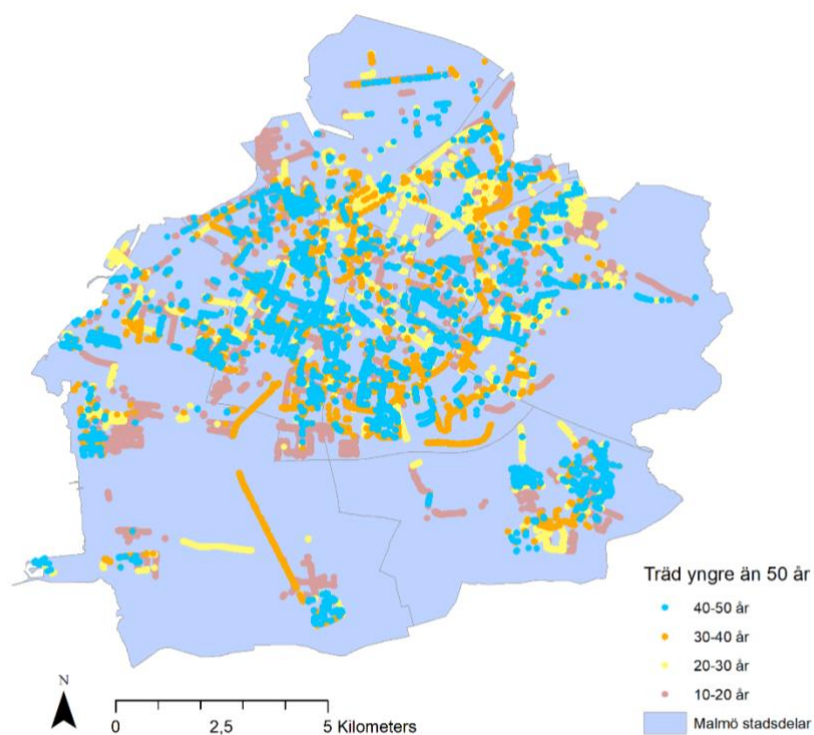
Åldersdiversitet hos träd i Malmö



Figur 7. Träd över 50 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 7 Kartan visar Malmö äldsta träd. De mörkblå markeringarna är träd över 50 år och de ljusare blå är träd över 80 år. Som bilden visar finns de flesta gamla träd i parkerna (se de ljusblå klustren i). Vidare visas kartor för varje intervall för att ge en bild över hur staden utvecklas över tid.

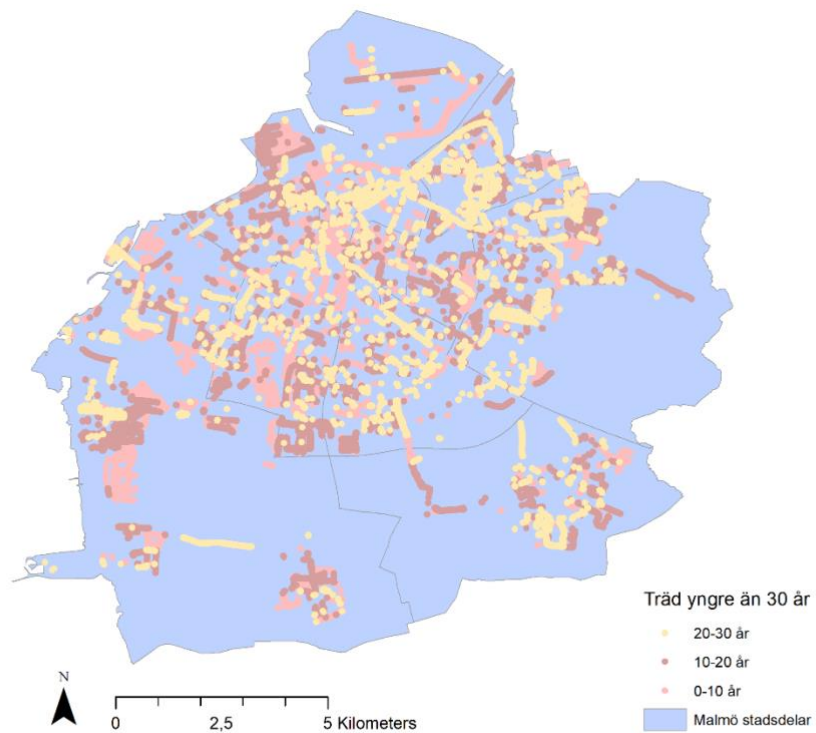
Åldersdiversitet hos träd i Malmö



Figur 8. Träd yngre än 50 år. Träd © Malmö Stad, Malmös stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 8 Visar träd på kommunal mark i Malmö stad. Kartan ger en bild av utbredningen av träd som är 30 - 40 och 40 - 50 år gamla. Träden ser ut att ha en ungefärligt lika stor utspridning i staden (och antalet arter per decennium är ungefär lika stort (ca 9000 träd). Vissa områden har fått ett tillskott på träd under båda decennierna men det finns också områden där trädbestånden är uppdelade. Det går att urskilja att trädplantering dessa decennium skett längre ut från stadskärnan än träden i fig. 5.

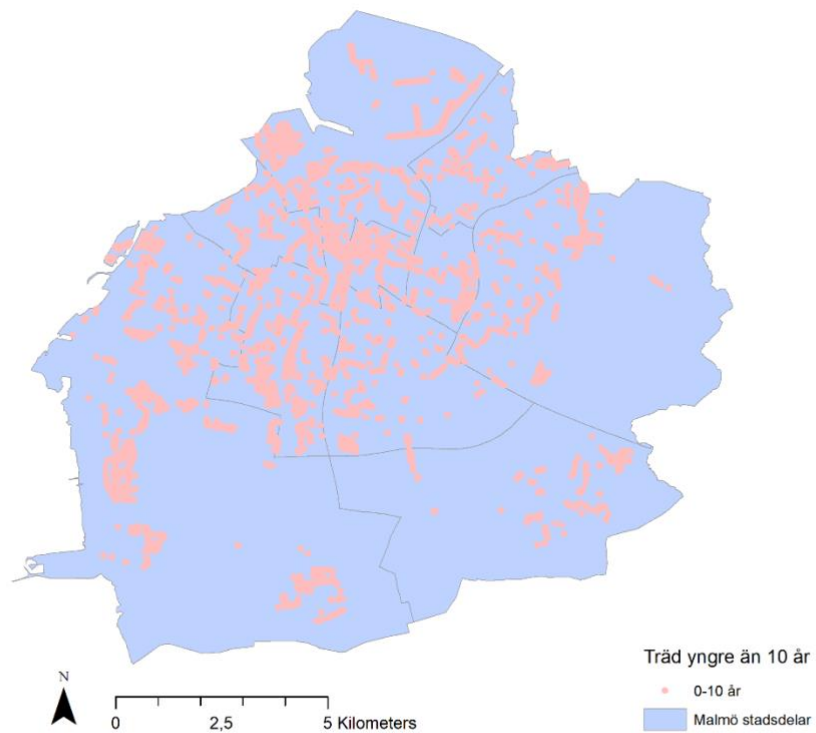
Åldersdiversitet hos träd i Malmö



Figur 9. Träd yngre än 30 år. Träd © Malmö Stad, Malmös stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 9 Visar träd på kommunal mark i Malmö stad som är 0-30år gamla. Kartan visualisera träd på kommunal mark i Malmö stad som är yngre än 30 år. Åldersgrupperna ut att vara väl utspridda över hela staden. En jämförelse med tidigare kartor indikerar att staden de senaste decennierna har expanderat då trädbestånd utökats markant på flera områden.

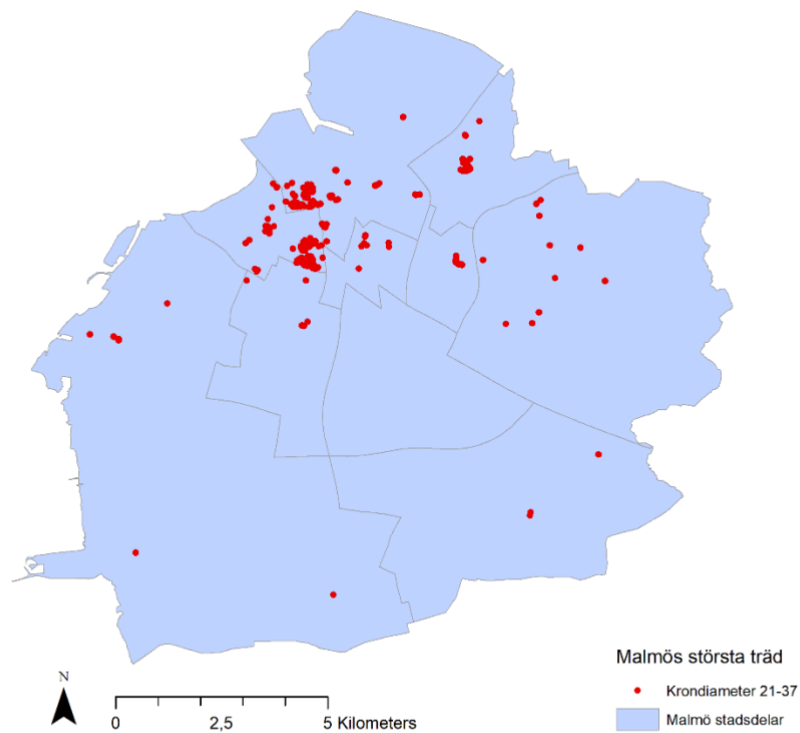
Åldersdiversitet hos träd i Malmö



Figur 10. Träd yngre än 10 år. Träd © Malmö Stad, Malmös stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 10 Visar träd på kommunal mark i Malmö stad som är 0 - 10 år gamla. Förtydligande bild över trädplanteringen i Malmö stad de senaste 10 åren. Träden har en jämn fördelning över hela staden.

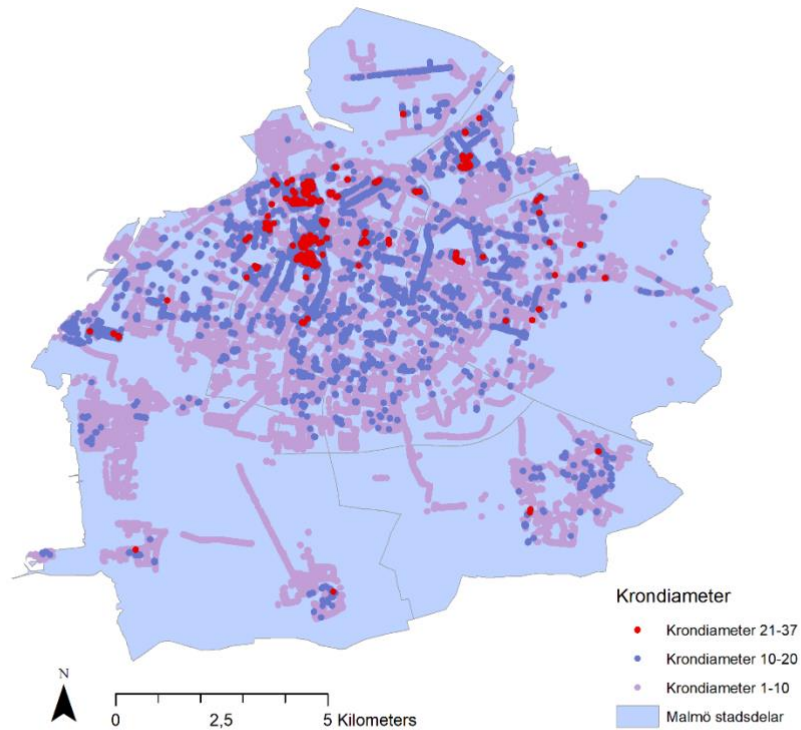
Krondiameter hos träd i Malmö



Figur 11. Malmös största träd. Träd © Malmö Stad, Malmös stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 11 Visar träd på kommunal mark i Malmö stad som har en krondiameter på 21–37 m. Malmös största träd återfinns till stor del i Pildammsparken, Slottskungsparken och Beijers park. Men de finns sporadisk utspridda på andra platser i staden.

Krondiameter hos träd i Malmö



Figur 12. Krondiameter. Träd © Malmö Stad, Malmös stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 12 Visar träd på kommunal mark i Malmö stad med varierande krondiameter. På kartan blir det tydligt att träd med den störst krondiameter är underrepresenterade i stadsbilden. De bredaste trädkronorna hittas framförallt i innerstaden. Träd med krondiameter 10 - 20 meter har en befintligt större utbredning. Störst utbredning har träd med krondiameter 1–10.

Artdiversitet i Pildammsparken

Parken är 45 hektar (Malmö stad 2020b).



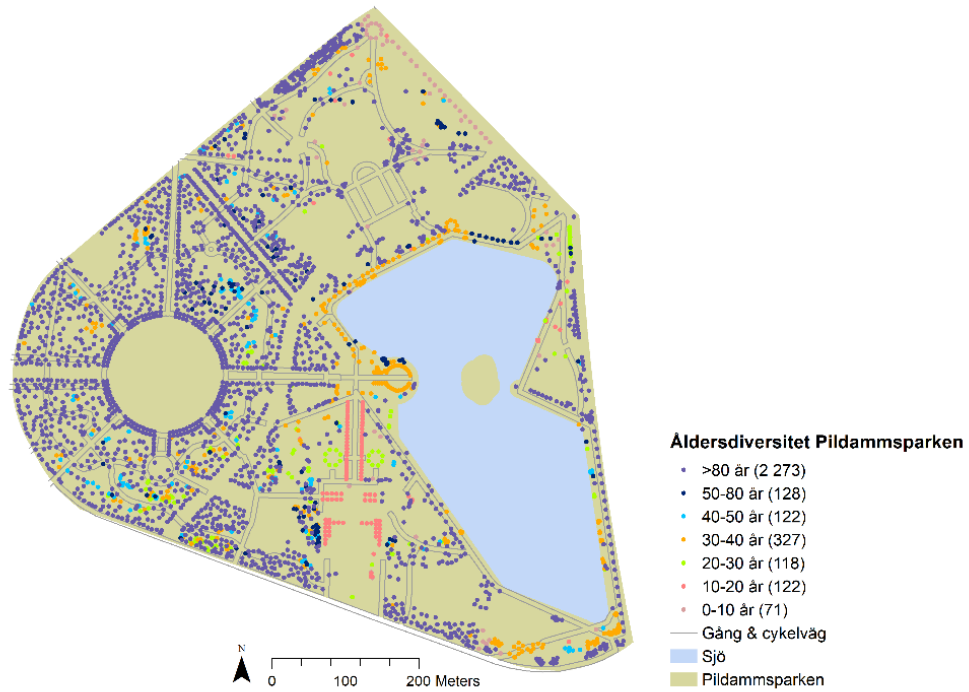
Figur 13. Artdiversitet Pildammsparken. Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 13 Visar träd på kommunal mark i Malmö stad Pildammsparken. Parken har 3317 träd och består av 87 olika arter. Av dessa är 18 arter inhemska vilket ca 20% av arterna är inhemska. Parken domineras av *Fagus sylvatica* med 1943 träd, vilket innebär att ca 61 % i parken domineras av samma art.

På flera platser är många träd av samma art placerade i kluster vilket kan skapa tomrum om de blir drabbade av en störning.

Parken har en större skogsliknande del som till största delen består av *Fagus sylvatica*. De andra delarna av parken är mer traditionella parkdelar där artdiversiteten är mer varierad. I den norra delen finns det inslag av exotiska arter.

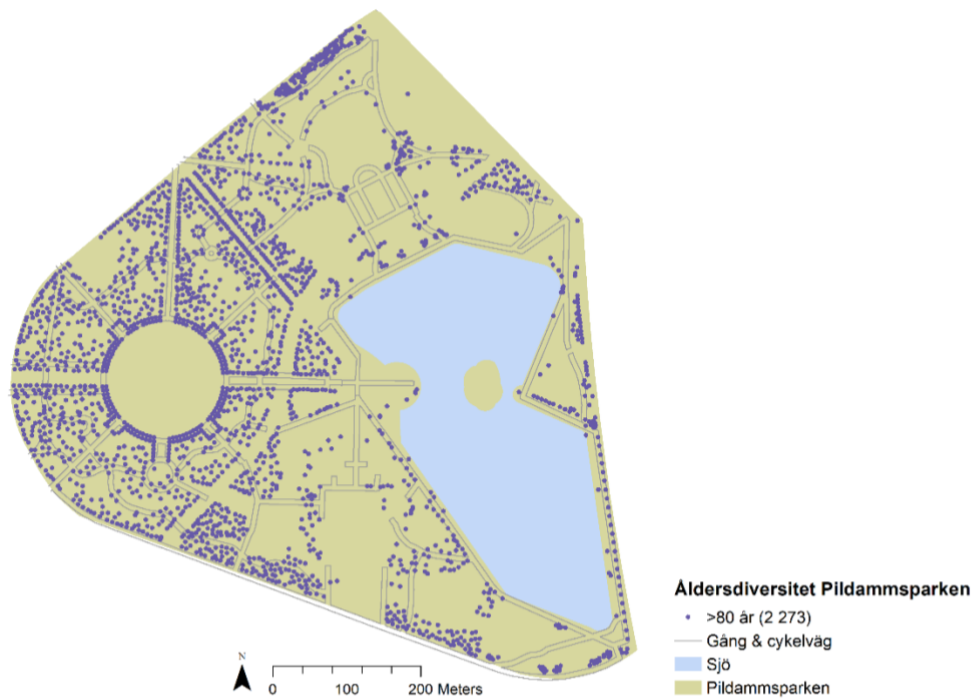
Åldersfördelning Pildammsparken



Figur 14. Åldersdiversitet Pildammsparken Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 14 Visar åldersdiversitet på träd på i Pildammsparken. Överblick över hela parkens trädbestånd indelat i ålder.

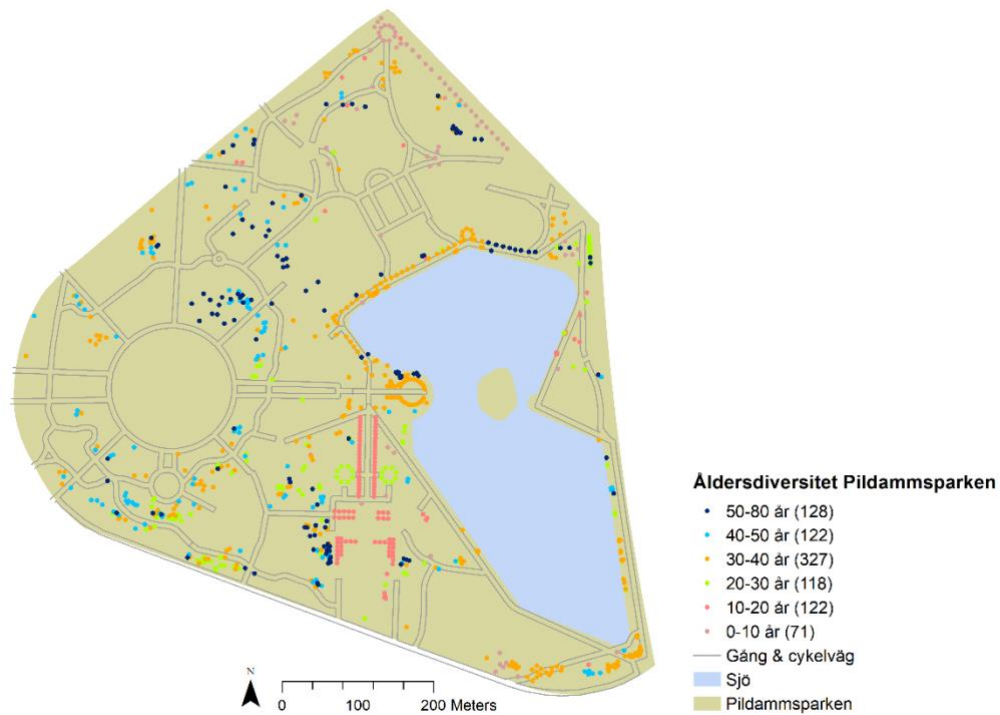
Åldersfördelning Pildammsparken



Figur 15. Träd>80. Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 15 Visar att stora delar av parken består av gamla träd över 80år, de utgör en procent på 68,5%. av alla parkens träd. De flesta av dessa består av *Fagus sylvatica*.

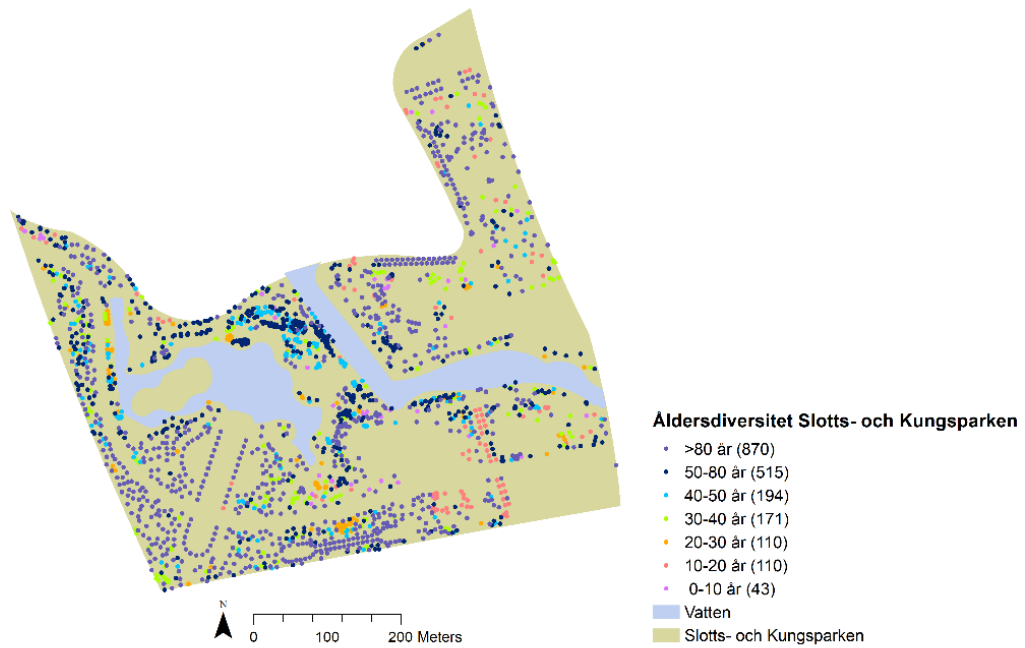
Åldersfördelning Pildammsparken



Figur 16. Åldersdiversitet Pildammsparken, 0–80 år. Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 16 Visar träd som är yngre än 80 år i Pildammsparken. På flera ställen verkar det ha gjorts punktinsatser med kluster av träd under decenniernas gång (klusterna är ofta av samma art. se fig.12.) Antalet träd under 80 år är 1044st vilket utgör en procent på 31%.

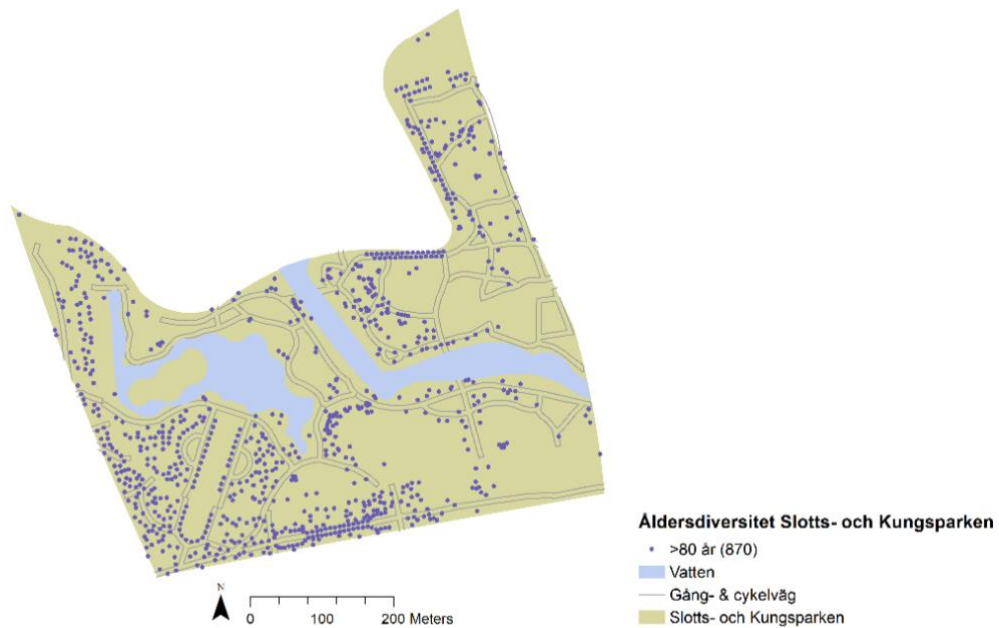
Åldersfördelning i Slotts- Kungsparken



Figur 18. Åldersfördelning, Slotts- och Kungsparken. Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 18 Visar åldersdiversitet i Slotts- och Kungsparken. Överblick över hela parkens trädbestånd indelat i ålder.

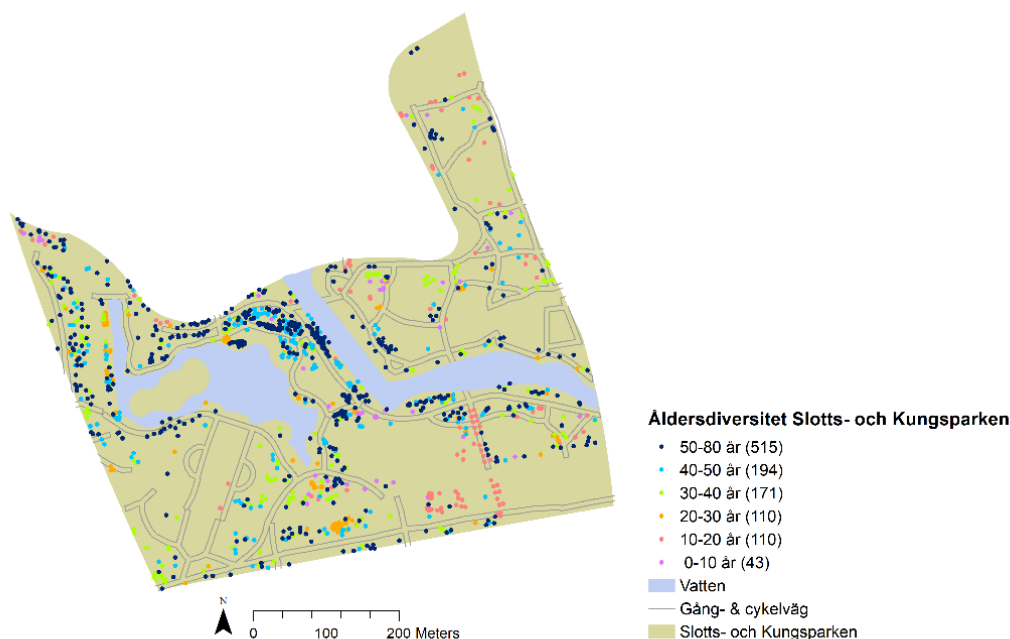
Åldersfördelning i Slotts- Kungsparken



Figur 19. Åldersdiversitet, Slotts- och Kungsparken, över 80 år. Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 19 Visar träd som är över 80 år gamla. Träden är relativt jämnt fördelade över parken. Antalet träd över 80 år är 870 st och utgör ca 43% av alla parkens träd. (Fagus sylvatica utgör 26% av parkens arter och tillhör de äldsta se fig.16.)

Åldersfördelning i Slotts- Kungsparken



Figur 20. Åldersdiversitet Slotts- och Kungsparken, 0 – 80 år. Träd © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow

Fig. 20 Visar träd som är 0 – 80 år gamla i Slotts- och Kungsparken. Antalet träd som är under 80 år är 1160st vilket motsvarar 57%.

3.2. Resultat

Då analysen endast innefattar träd på kommunal mark är det svårt att få fram ett fullständigt resultat över hela Malmös utbredning av träd.

Många av träden i studien har planerats de senaste två decennierna. Ur analysen går det inte utläsa hur många träd som planterats varje år utan utgår från de träd som är befintliga idag och finns inventerade efter planteringsår i träddatabasen.

Både vad gäller artdiversitet och åldersdiversitet är träden relativt jämnt fördelade över staden. Åldersfördelningen visar dock att äldst träd återfinns närmre centrum och i parkerna. Lägre ut från staden återfinns yngre träd. Artdiversiteten i Malmö visar att de största grupperna inom samma art uppnår mellan ca 5–6%. Den största gruppen *Sorbus intermedia* och den fjärde största

gruppen *Fagus sylvatica* är inhemska arter. Dessa har olika utbredning över staden.

I Pildammsparken dominerar *Fagus sylvatica* och utgör 61% av totala beståndet. I slottsparken dominerar *Fagus sylvatica* med 26%. Enligt Santamour (1990) 10-20-30 regeln (art, släkt, familj) har artfördelningen för hela Malmö en bra fördelning då ingen art uppnår procentandel 10%. Däremot utgörs artfördelningen i Pildammsparken och slottsparken över 20% och överstiger de rekommendationer Santamour (1990) förespråkar. Familj och släkt framgår ej i analysen. Artdiversiteten är högre i slotts- och Kungsparken än i Pildammsparken, trots att Pildammsparken har större areal. De inhemska arterna utgör 12% av totala antalet arter i slotts- och Kungsparken. I Pildammsparken utgör de inhemska arterna 20%. Den dominerande arten *Fagus sylvatica* är inhemsk och leder till att parkerna har stor andel inhemska träd.

Störst skillnad märktes i utbredningen av träd med bredast krondiameter. Träd med en diameter på 21–37 återfanns främst i centrala delar av Malmö. Vid en jämförelse av träd med krondiameter 21–37, 10–20 och 1–10 var de senare två betydligt mer utspridda och återfanns i betydligt större antal.

Undersökningen ger inga tydliga svar på hur stark konnektiviteten är som helhet. Men i den mer detaljerade Malmöbilden, (fig. 2) går det att utskilja en viss sammanlänkning via trädalléer i stora delar av staden. Huruvida detta är tillräckligt för att skapa god konnektivitet kräver vidare forskning. I den mer överblickande bilden fig. 1, utmärker sig fyra parker då de har högst densitet. Då privatägd mark inte är med i analysen är det svårt att dra slutsatser av hur konnektiviteten är i staden som helhet.

Enligt Gatukontoret (2014) är målet att plantera 1500träd/år. Det överensstämmer med det resultat som tabell 2. Visar likaså att träden är jämnt fördelade över staden.

4. Diskussion

Förutsättningar: Målet med studien var att undersöka Malmö stads trädbestånds förutsättningar för resiliens i staden samt kartlägga trädens art, ålder och kronstorlek i en rumslig kontext. Av studien framkom att träden behöver möjlighet att fotosyntetisera och att temperatur styr över processen (Grime 2006). Staden utgör en plats som blir varmare och torrare. Träden påverkas av artens egenskaper, konkurrens på platsen, möjlighet till att pollinera varandra och utrymme att reproduceras (Green et al. 2006). Dock så spelar eventuellt inte förmågan att reproducera sig någon roll i stadsmiljö då ekosystem inte "sköter sig själv". Människans inblandning styr till viss del vilka förutsättningar ges, genom skötsel och förvaltning men även genom slitage och exploatering av staden.

Art och redundans – Malmö stad arbetar med en stor artdiversitet och vill arbeta mer efter genetisk variation vilket stärker arbetet för resiliens. (Gatukontoret 2014) En tolkning av stadens trädstrategi är att det har lagts mindre fokus på genetisk variation inom inhemska arter. Svaret på varför kan diskuteras, kanske för att genetiska variationer är en process som tar tid, klimatet förändras fortare än vi har tid råd att vänta på och därför är det "mer säkert" att rusta upp bestånden med främmande arter som har visat att de klarar högre temperaturer.

Konnektivitet - Gatukontoret (2014) strävar efter att Malmö stad ska bli med fler gröna rum och översiktsplanen lyfter att grönytor ska bli fler. Enligt SCB (2015) har grönytor minskats. Att grönytor minskar motsäger Malmö stads planer om en grönare stad. Minskande grönytor kan tänkas leda till fragmentering och sämre konnektivitet, varmare klimat, mindre ekosystemtjänster mm.

Ålder - Genom litteraturstudien fanns i en röd tråd av och kopplingar i stora och små skalor som påverkar varandra. Förändringar som sker i mikroklimaten kan påverka växterna positivt eller negativt. Varje liten förändring påverkar på något sätt hela systemet (Rosenberg et al. 1983). Därför kan *gästträden* trots sin föga förväntade livslängd påverka mikroklimatet positivt, Mikroklimaten påverkas i högsta grad av makro-, meso- och lokalklimat, samtidigt som väl fungerande mikroklimat kan medföra goda effekter på dessa mer övergripande klimat. Likväl som träden påverkas av klimatet påverkar träden klimatet.

Skalor, långsamma variabler - Människan måste lära sig att se helheten av ett system. Att se hur vägar korsas mellan människan och naturen och inom ekosystemen och samhället. Genom att identifiera kopplingar, interaktioner och komponenter. Genom att bryta ner enstaka beståndsdelar förloras det holistiska synen som gör att vi kan se och förstå förändringar. I detta arbete kan vi identifiera långsamma förändringar som kommer påverka trädens förutsättningar i tid och rum. En tolkning är att Gatukontoret (2014) och samhällsbyggnadskontoret (2019) identifierat tätbebyggelse, minskade grönytor, ökad befolkningen, varmare klimat då dessa nämns i deras planer. Dessa är de långsamma förändringarna som måste hanteras för att skapa resiliens (GRAID 2020).

Förvaltning - Kopplingarna blir tydliga i staden där det är ont om naturliga ekosystem som "sköter sig själva". Trädbestånden och ekosystemen är från grunden skapade av människor alt. blir i olika skalor kontrollerade av människor. I en bebyggd stad kräver träden skötsel (Randrup 2009). Träden genomgår inte "det naturliga urvalet" istället blir det människan som testar sig fram med olika arter för att eventuellt kunna hantera framtida störningar. GRAID (2020) lyfter att människan bör införa övervakningsprogram, skapa styrsystem, inkludera medborgare och öka det holistiska synsättet för systemet. Frågan är om naturen kan utvecklas utan människans inblandning i en stad och vilka risker det skulle medföra. Att välja vildmarkslika planteringar kan ev. bidra till att kunskap om ekosystem kan förmedlas, samt att ekosystem skulle gynnas då de kan "sköta sig själv". Genom att skapa ytor som inte är välkommande att gå på men som kan vara intressanta att se på, kan eventuellt markkompaktering minskas. Enligt Grime (2006) medför markkompaktering konkurrens om syre för rötterna, vilket kan bli ett problem för de redan utsatta träden i staden.

GRAID (2020) menar att polycentriska styrorgan är nödvändiga för att skapa resiliens. I detta arbete har det inte undersökts, inte heller hur hög redundans och konnektivitet det är aktörer emellan.

Det finns aktörer som ansvarar för miljön både direkt och indirekt kopplat till förvaltning. På flera nivåer, politisk, regionalt och nationellt vilka styrs utifrån olika agendor och mål. Frågan är huruvida dessa ser på varandra som kunskapskällor och identifierar samma skalor och hur samverkan ser ut?

Malmö stads översiktsplan är en strategisk och visionär plan som är tänkt att vägleda vid beslut om hur dagens stadsmiljö ska utvecklas. För att den ska kunna följas och genomföras krävs det att samtliga nämnder och förvaltningar inom kommunen har förståelse för planen och jobbar mot samma målbild. Ett nära samarbete som sträcker sig inom kommunen, med externa aktörer och tillsammans med stadens invånare är av största vikt. Det tyder på att det finns ett gott samarbete inom Malmö stad då trädstrategin inkluderar tre olika förvaltningar inom olika ansvarsområde.

Inhemsk främmande träd - Ur debatten inhemsk vs. exotisk (Sjöman et al. 2016) står det klart att de olika aktörerna har identifierat skalorna olika. De som är motståndare till exotiska arter har identifierat ett problem som de tycker är det viktigaste, till exempel att "exoter hotar den biologiska mångfalden". De människor som är för exotiska växter, kan tänkas oroa sig för hur klimatförändringar ändrar förutsättningarna för träden så pass att vi blir av med många träd, kanske förloras alla träd. Gemensam faktor är att de oroar sig för ungefär samma sak fast på olika sätt. I en resiliensanalys är det viktigt att vara överens om vilka skalor som är viktigast (Walker & Salt 2012). Det är också viktigt att ifrågasätta (GRAID 2020).

Resultat - I resultatdelen presenteras att andelen träd i parkerna utgörs av en stor andel inhemska träd, då dominerande art är inhemska *Fagus sylvatica*. Enligt (Deak-Sjöman et al. 2015) föredrar många de inhemska arterna svala skogsklimat. Det skulle kunna betyda att arter som har svårigheter att möta de högre temperaturerna även kommer påverkas i parkerna där förutsättningarna är bättre. Vi ser i analysen (Fig. 7–12) att de äldsta och största träden och största träden finns i parkerna. Det kan dels bero på att träden har bättre förutsättningar med ett svalare klimat (Deak Sjöman et al. (2015), dels kan det bero på att träden i parkerna ges det rotutrymme de behöver (Grime 2006). En tredje förklaring skulle även kunna vara att det är här träden blivit skyddade från exploateringen. Medan träd i gaturummen med tiden fått ge vika för bebyggelse, har många parker bevarats. Ur analysen går det inte att utläsa hur många träd som planterats varje år utan utgår från de träd som finns i staden idag. Enligt träddatabasen är det äldsta trädet planterat 1850-talet, hur många träd som försvunnit med tiden vet vi inte. Dock vet vi att ur ett social-ekologiskt perspektiv ger gamla och stora träd väldigt viktiga ekosystemtjänster för staden (Gatukontoret 2014) därför bör det läggas stor kraft på att även i gatumiljö bevara de stora och gamla träd som finns kvar idag.

Gatukontoret (2014) har kategoriserat träden i staden efter ståndort och förväntad livslängd. Att plantera gästträd kan tänkas vara ett tveksamt hållbart alternativ då livslängden för dessa träd inte förväntas vara bli mer än 30 år. Samtidigt är det troligt att även dessa träd bidrar med ekosystemtjänster i viss mån. Ökade grönytor med träd kan bidra med ekosystemtjänster i form av reducerande vindar, skugga och förbättrad luftkvalité. De främjar även högre artdiversitet och eventuellt mer sammanhängande grönska, dvs. konnektivitet. Eftersom endast begränsade träddata fanns att tillgå, då privat mark inte fanns tillgängligt har konnektivitetfaktorn inte studerats.

Vad gäller artdiversitet över hela Malmö stad var det svårt att med hjälp av ArcGis visualisera en tydlig bild över hur väl utspridda Malmös många arter är. De identifierade arterna som hade över 1000 träd /art var mer eller mindre utspridda över staden medan de arter med färre träd än så grupperades ihop som övriga träd. Många av dessa arter bestod av färre än 10 träd/art och är således inte

väl utspridda över hela staden. Som grupp ”övriga träd” var de dock välrepresenterade.

I analysen framkommer det att artdiversiteten i Pildammsparken är homogen i stora delar av parken. Träden är dels av samma art, dels ungefär samma ålder. Om ”stommen” som utgörs av samma art i parken skulle utsättas för en störning som den inte kan hantera kan det resultera i att delar av parkens trädbestånd försvinner och lämnar tomrum i parken. Det skulle kunna konstateras att ett sådant trädbestånd inte följer principerna med hur ett resilient trädbestånd bör se ut, då artdiversitet och åldersdiversitet skapar redundans (GRAID 2020). Träd bör planteras succesivt både då de bidrar till en variation som gynnar biologisk mångfald men även för att de yngre träden ska kunna ersätta de gamla (Sjöman et al. 2015). Slotts- och Kungsparken anser vi vara något mer resilient i sin utformning men även här består parken av ett stort antal träd av samma art och ålder. Det framgick även ur analysen att andelen träd i de utvalda parkerna utgörs av en stor andel inhemska träd, då dominerande art är inhemska *Fagus sylvatica*. Enligt (Deak-Sjöman et al. 2015) föredrar många av dessa inhemska arter svala skogsklimat. Det skulle kunna betyda att arter som har svårigheter att möta de högre temperaturerna får svårare livsförutsättningar även i parkerna.

4.1.1. Slutsats

I arbetet ges svar på vilka faktorer som kan påverka trädens förutsättningar i urban miljö. Det är dels förutsättningar för fotosyntes dels egenskaper kopplade till art, succession fas och genetisk variation. Att skapa resiliens är ett komplext arbete. Naturen står ut med mycket störningar och ju högre redundans, konnektivitet och biologisk mångfald desto högre resiliens. Med klimatförändringar och tätbebyggelse minskas dessa förutsättningar för resiliens. De studier som vi tagit del av, vare sig de handlar om mikroklimat, trädbestånd, hårdgjorda städer eller förvaltning, förmedlar att ett holistiskt synsätt och tillvägagångsätt i samspel med god detaljkunskap är avgörande för resilienta bestånd och resilienta städer.

De bästa förutsättningar för stadsträden finns i parkerna. Ändå indikerar en del parker på låg resiliens då trädbestånd identifieras med låg redundans. Med utgångspunkt från träddatabasen och Malmö stads trädstrategi identifieras många likheter med hur ett resilient trädbestånd formas. Vi kan se att trädstrategin lyfter likande punkter som *de sju principerna* innebär. Även i Malmö stads översiktsplan finner vi målbilder som strävar efter hållbar grönska. Hur det sen realiserats i verkligheten har inte undersökts i denna studie.

Det är svårt att skapa ett resilient trädbestånd över hela Malmö, Artdiversiteten i Malmö stad har hög prioritet och utspridningen av olika arter ser god ut. Dock är frågan hur många nyplanterade träd som beräknas leva längre än så kallade gästräd, med 30 år som uppskattad livslängd. Träd med större kron diameter är en bristvara i staden. Det är de stora träden som ger störst ekosystemtjänster samtidigt som de skapar goda förutsättningar för resiliens. Att

skapa fler goda förutsättningar för träd som kan leva länge skulle vara gynnsamt för en hållbar stad.

Vidare studier skulle kunna innefatta en undersökning av de främmande arterna som finns i staden kan hantera ett varmare klimat samt en kartläggning av art, ålder och placering. Ytterligare in infallsvinkel skulle kunna vara huruvida det finns kritiska tröskelvärde som kan indikera om systemet är på väg att tippa över samt om det finns polycentriska styrorgan som kan hantera en sådan kris?

5. Referenser

Böcker:

- Bell, S., Blom, D., Rautamäki, M., Castel-Branco, C., Simson, A. & Olsen, I. A. (2005). Design of Urban Forests I: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. (2005). *Urban Forests and Trees: A Reference Book*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ss. 149-185. DOI: 10.1007/3-540-27684-X
- Callenbach, E. (2008). *Ecology: A Pocket Guide, Revised and Expanded*, University of California Press. Tillgänglig: ProQuest Ebook Central. [20-03-10]
- Deak Sjöman, J., Sjöman, H. & Johansson, E. (2015). Staden som växtplats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.), *Träd i Urbana Landskap*. Lund: Studentlitteratur AB, ss. 231-361.
- Grey, G.W. (1996). *The Urban Forest – Comprehensive management*. New York: John Wiley & sons inc.
- Grime J.P. (1979). *Plant Strategies & Vegetation Processes*. Sheffield: John Wiley & Sons, Ltd
- Hough, M. (2004). *Cities & Natural Process – A basis for sustainability*. 2 uppl. New York: Routledge.
- Mackenzie, A., Ball, A. & Virdee, S. (2001). *Instant notes, Ecology*. 2 uppl. Oxford: BIOS Scientific Publishers Ltd.
- Nolin, C. (1999). *Till stadsbornas nytta och förlustande - Den offentliga parken i Sverige under 1800-talet*. Stockholm: Byggförlaget.
- Rosenberg, N.J., Blad, B. L. & Verma, S. B. (1983). *Microclimate – The Biological Environment* 2 uppl. Canada: John Wiley & Sons Inc.

- Sieghardt, M., Mursch-Radlgruber, E., Paoletti, E., Couenberg, E., Dimitrakopoulos, E., Rego, F., Hatzistathis, A. B. & Randrup, T. (2005). The Abiotic Urban Environment: Impact of Urban Growing Conditions on Urban Vegetation. I: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. *Urban Forests and Trees*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. ss. 281–323. DOI: 10.1007/3-540-27684-X_12
- Sjöman, H., Slagstedt, J., Wiström, B. & Ericsson, T. (2015). Naturen som förebild. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2005). *Träd I urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur AB. ss.57–229.
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K. & de Vries, S. (2005). Benefits and Uses of Forest and Trees. I: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. (2005). *Urban Forests and Trees: A Reference Book*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ss. 81-110. DOI: 10.1007 / 3-540-27684-X_5
- Walker, B. & Salt, D.R. (2006). *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Washington, DC, USA: Island Press.
Tillgänglig: Ebrary. [20-03-09]
- Walker, B. & Salt, D.R. (2012). *Resilience Practice Building Capacity to Absorb Disturbance and Maintain Function*. Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics. Tillgänglig: Ebrary. [20-03-09]

Offentliga dokument:

- Andersson, A-C., Andersson, S. & Mikael Lönn. (2007). *Genetisk variation hos vilda växter och djur i Sverige*. Stockholm: Naturvårdsverket. (Rapport 5712)
- Boverket (2016) Rätt Tätt- en idéskrift om förtätning av städer och orter.
Landskrona: Boverket
- Gatukontoret (2014). *Trädstrategi*. Malmö stad
- Samhällsplaneringsavdelningen (2019). *Malmö stads befolkningsprognos 2019–2029*. Malmö: Stadskontoret.
- Stadsbyggnadskontoret (2018). *Översiktsplan för Malmö. Planstrategi*. Malmö stad

Opublicerat material:

Nielsen, A.B., Wistrøm, B., Morgenroth, J., Konijnendijk van den Bosch, C., Östberg, J. & Bjarnar Harðarson, S. (2015). *Policy Brief - Urban Tree Diversity for Sustainable cities*. Opublicerat manuskript. DOI: 10.13140/RG.2.1.2745.3042

Samhällsplaneringsavdelningen (2019). *Malmö stads befolkningsprognos 2019–2029*. Malmö: Stadskontoret.

Rapporter:

Hennig, Ernest & Soukup, Tomas & Orlitova, Erika & Schwick, Christia & Kienast, Felix & Jaeger, Jochen. (2016). *Urban sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report* Luxembourg: Publications Office of the European Union, DOI: 10.2800/143470.

Persson, A.S., Smith, H.G., (2014) *Biologisk mångfald I urbana miljöer: förutsättningar, fördelar och förvaltning*. Lund: Lunds universitet. Tillgänglig: <https://lup.lub.lu.se/search/publication/d9a69e3a-93f9-41aa-b5f5-51e255b1ba66> [2020-03-14]

Strand, M., Aronsson, M. & Svensson, M. (2018). *Klassificering av främmande arters effekter på biologisk mångfald i Sverige - ArtDatabankens risklista. ArtDatabanken Rapporterar 21*. Uppsala: ArtDatabanken SLU
Tillgänglig: https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-var-verksamhet/publikationer/29.-artdatabankens-risklista/rapport_klassifisering_av_frammande_arter2.pdf [2020-03-10]

Östberg, J. (2015). *Standard för trädinventering i urban miljö version 2.0*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. (Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap, Rapportserie 2015:14) Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/12353/7/ostberg_j_150616.pdf [20-03-09]

Tidskriftsartiklar:

Davies-Colley, R., Payne, G. & Van Elswijk, M. (2000). Microclimate gradients across a forest edge. *New Zealand Journal of Ecology*, vol. 24 (2), ss. 111-121. Tillgänglig: www.jstor.org/stable/24054666 [2020-03-08]

- Green D., Klomp N., Rimmington G. & Sadedin S. (2006) Seeing the wood for the trees. In: Complexity in Landscape Ecology. *Landscape Series*, vol 4. Ss.1-66. Springer, DOI: 10.1007/1-4020-4287-6_1
- Hitchmough, J. (2011). Exotic plants and plantings in the sustainable, designed urban landscape. *Landscape and Urban Planning*, vol. 100 (4), ss. 380-382. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.02.017
- Jim, C. Y (2013) Sustainable urban greenings strategies for compact cities in developing and developed economies. *Urban Ecosystems*, vol 16 (4) ss. 742-761. DOI: 10.1007/s11252-012-0268-x
- Olsson, L., Jerneck, A., Thoren, H., Persson, J. & O’Byrne, D. (2015). Why resilience is unappealing to- social science: Theoretical and empirical investigations of the scientific use of resilience. *Science advances*, vol. 1 (4) DOI: 10.1126/sciadv.1400217
- Morgenroth, J., Östberg, J., Konijnendijk van Den Bosch, C., Nielsen, A., Hauer, R., Sjöman, H., Chen, W. & Jansson, M. (2016). Urban tree diversity—Taking stock and looking ahead. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 15, ss. 1–5. DOI: 10.1016/j.ufug.2015.11.003
- Randrup, T.B. & Persson, B. (2009). Public green spaces in the Nordic countries: Development of a new strategic management regime. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 8 (1), ss. 31–40. DOI: 10.1016/j.ufug.2008.08.004
- Sjöman, H., Morgenroth, J., Sjöman, J.D., Sæbø, A. & Kowarik, I. (2016). Diversification of the urban forest—Can we afford to exclude exotic tree species? *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 18, ss. 237–241. DOI: 10.1016/j.ufug.2016.06.011
- Santamour, F.S. (1990). Trees and urban planting: diversity, uniformity and common sense. I: *Proceedings of the 7th Conference of the Metropolitan Tree Improvement alliance (METRIA)*, ss. 57-65.
- Száráz, L. R. (2014). The Impact of Urban Green Spaces on Climate and Air Quality in Cities. *Geographical Locality Studies 2014*, vol. 2 (1), ss. 326-354. Tillgänglig: https://www.frugeo.co.uk/GLS2_Paper-5.pdf [2020-03-09]
- Wang, X., Cheng, H., Xi, J., Yang, G., & Zhao, Y. (2018). Relationship between Park Composition, Vegetation Characteristics and Cool Island Effect. *Sustainability* vol. 10 (3) DOI: 10.3390/su10030587

Cao, X., Onishi, A., Chen, J., Imura, H. (2010) Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data. *Landscape and Urban Planning* vol 96(4) ss. 224-231. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.03.008

Webbsida:

ArcGIS resources (2014). *Kernel Density (Spatial Analyst)* Tillgänglig: <https://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/009z00000000s0000000> [2020-03-15]

Boverket (2019). *Urbana träd och ekosystemtjänster*. Tillgänglig: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/mangfald/urbana_trad/ [2020-03-09]

GIS Lounge (2017) *GIS and spatial autocorrelation*. Tillgänglig: <https://www.gislounge.com/gis-spatial-autocorrelation/> [2020-03-15]

GRAID (2020). *Resiliens i praktiken, sju principer som bygger resiliens i social-ekologiska system*. Tillgänglig: <https://applyingresilience.org/sv/de-7-principerna/> [2020-03-09]

Instutionen för geovetenskaper (2018). *Vad är GIS?* Tillgänglighet: <https://gvc.gu.se/gis/vad-ar-gis-> [2020-03-14]

Malmö stad (2017) *Slottsparken*. Tillgänglig: <https://malmo.se/Uppleva-och-gora/Parker-och-gronomraden/Parker-A-O/Slottsparken.html> [2020-03-15]

Malmö stad (2019a). *Millennieskogen prisad*. Tillgänglig: <https://malmo.se/Huvudnyheter/2019-11-21-Millennieskogen-prisad.html> [2020-03-09]

Malmö Stad (2019b). *Parker*. Tillgänglig: <https://malmo.se/Uppleva-och-gora/Arkitektur-och-kulturarv/Kulturarv-Malmo/P-S/Parker.html> [2020-03-09]

Malmö stad (2019c). *Kungsparken*. Tillgänglig: <https://malmo.se/Uppleva-och-gora/Parker-och-gronomraden/Parker-A-O/Kungsparken.html> [2020-03-15]

- Malmö stad (2020a). *Malmö utnämns till en Tree City of the World*. Tillgänglig: <https://malmo.se/Huvudnyheter/2020-02-07-Malmo-utnamns-till-en-Tree-City-of-the-World.html> [2020-03-09]
- Malmö stad (2020b) *Evenemang i Malmö*. Tillgänglig: <https://evenemang2.malmo.se/plats/pildammsparken> [2020-03-15]
- Nationalencyklopedin (2020). *allel*. Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/allel> [2020-03-09]
- Naturvårdsverket (2019a). *Arbetet med invasiva främmande arter i Sverige*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Invasiva-frammande-arter/> [2020-03-20]
- SCB (2015). *Grönyta i hektar efter tätort, marktäcke och vart 5:e år*. Tillgänglig: http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0805_MI0805A/GYMaTackeTo37/table/tableViewLayout1/# [2020-03-15]
- Stockholm Resilience Center (2020). *What is resilience? An introduction to a popular yet often misunderstood concept*. Tillgänglig: <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-02-19-what-is-resilience.html> [2020-03-09]
- World Meteorological Organization (WHO) (2020) Climate. Tillgänglig: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate> [2020-03-11]

5.1.1. Figur- och tabellförteckning

Figur 1. Överblicks karta Malmö. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	29
Figur 2. Trädens utbredning Malmö. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	30
Figur 3. Trädarter i Malmö, träd med mer än tusen/art.	31
Figur 4. Dominerande trädarter i Malmö. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	32
Figur 5. Trädarter med 1000–2000 träd/art. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	33
Figur 6. Trädens åldersfördelning i Malmö	34
Figur 7. Träd över 50 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	35
Figur 8. Träd yngre än 50 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	36

Figur 9. Träd yngre än 30 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	37
Figur 10. Träd yngre än 10 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	38
Figur 11. Malmö största träd. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	39
Figur 12. Kron diameter. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	40
Figur 13. Artdiversitet Pildammsparken. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	41
Figur 14. Åldersdiversitet Pildammsparken Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	42
Figur 15. Träd > 80. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	43
Figur 16. Åldersdiversitet Pildammsparken, 0-80 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	44
Figur 17. Artdiversitet, Slotts- och Kungsparken. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	45
Figur 18. Åldersfördelning, Slotts- och Kungsparken. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	46
Figur 19. Åldersdiversitet, Slotts- och Kungsparken, över 80 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	47
Figur 20. Åldersdiversitet Slotts- och Kungsparken, 0 – 80 år. Träd © Malmö Stad, Malmö stadsdelar © Malmö Stad, GCV © Malmö Stad, Kartograf: Vanja Gottlow	48

6. Bilagor

