



Under gatuträdens kronor

Ett idéförslag för klimatanpassade gaturum i Vasastaden,
Stockholm

Angelica Baylosis Flodin
Examensarbete 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för naturresurser och jordbruksförvaltning
Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala
Uppsala 2025

Under gatuträdens kronor – Ett idéförslag
för klimatanpassade gaturum i
Vasastaden, Stockholm

Utgivningsår: 2025, Uppsala

Utgivare: SLU, Institutionen för mallar och form

Omslagsfoto: Angelica Flodin.

Papper: A4

Under gatuträdens kronor – Ett idéförslag för klimatanpassade gaturum i Vasastaden, Stockholm

*Underneath the city trees - An idea proposal for climate-
adapted streetscapes in Vasastaden, Stockholm*

Angelica Baylosis Flodin

Handledare: Petter Åkerblom, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen
för stad och land

Examinator: Åsa Åhrland, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för
stad och land

Bitr. examinator: Sara Westerdahl, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för stad och land

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurstitel: Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E -
landskapsarkitekturprogrammet - Uppsala

Kurskod: EX0860

Program/utbildning: Landskapsarkitekturprogrammet - Uppsala

Kursansvarig inst.: Institutionen för stad och land

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2025

Omslagsbild: Egen bild ©Angelica B. Flodin

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd. Om
inget annat anges tillhör bilderna Angelica B. Flodin.

Originalformat: A4

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

Nyckelord: klimatanpassning, gaturum, innerstadsmiljöer,
levnadsvillkor, värmeöeffekter, luftföroreningar,
klimatförändringar, extrema väderförhållanden,
resilienta städer, klimat-trygga städer

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

Förord

Urban grönska är ett intresse som har vuxit fram under landskapsarkitektutbildningen. Det är verkligen ett ämne som väcker både fascination och frustration hos mig. Vi får lära oss om grönskans betydelse både för oss och för ekosystemen i en urban kontext, trots det ser man nybyggda områden med några enstaka träd och stora innergårdar som byggs bort. Det är en komplex debatt kring var staden bör utvecklas, förtätning bygger bort den grönskan som existerar samtidigt som staden inte kan växa utåt utan att i många fall ta jordbruksmarken i anspråk.

Tankar kring omprioritering i staden väcktes av min resa till Sydkorea när jag besökte Cheonggyecheon floden i Seoul. Floden är ett exempel på hur storskaliga landskapselement kan vävas in i det urbana landskapet för en hållbar framtid. Den ursprungliga floden begravdes under en upphöjd 5.6 km lång motorväg (se figur 1) under Sydkoreas hastiga modernisering (Kim 2020). År 2005 däremot hade den historiska floden blivit rekonstruerad utifrån den dåvarande borgmästaren Lee Myung-baks initiativ som en del av stadens återvändo som: *“Mother Nature intended it to be”* (ibid). Huvudmålet med initiativet var att minska luftföroreningar och buller från de 170 000 fordon som passerade varje dag och på så sätt förbättra boendemiljön och invånarnas hälsa (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Sträckan som en gång dominerades av biltrafik är idag en offentlig miljö för 60 000 fotgängare som varje dag vill njuta av naturen mitt i den urbana miljön (Kim 2020; Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Här samlas fler olika grupper, allt ifrån barn som leker bland stenarna i vattnet till kontorsarbetare som äter lunch och turister (inklusive mig själv) som flyr undan sommarvärmen. Det var svårt att tänka sig att platsen man stod på hade varit en motorväg. Ett lugn växte inom mig när man kunde kliva in i denna parkmiljö och ta en

paus från de stekheta gatorna och trafikens buller. Det var som att kliva in i en egen liten värld mitt i den starkt trafikerade stadsmiljön (se figur 2). En önskan är att kunna se liknande stora restaureringsprojekt som i Sydkorea, även i Sverige.

Bilar och den grå infrastrukturen är viktiga element i våra samhällen men det bör gå att omprioritera. Måste trafiken kunna nå stadens alla hörn? Borde vi inte kunna bryta bilnormen och ändå uppfylla de samhällsviktiga funktionerna? Eller så kanske vi behöver omprioritera helt hur våra samhällen utvecklas, trots obehag nu när moder jord starkt säger ifrån... Hoten från klimatförändringar påvisar och kräver att vi måste balansera bättre mellan den grönbåa strukturen och den grå, om våra städer ska bli resilienta och behagliga att leva i.

Det här arbetet har varit en chans för mig att djupdyka i det här intressanta men frustrerande ämne, samtidigt som jag har försökt använda kunskapen i att experimentera kring omprioriteringar i en gatumiljö i Stockholm, för att ytterligare belysa komplexiteten för mig själv. Det är lätt att säga att vi ska öka grönskan i städerna men hur ska man gå tillväga?



Figuren visar Cheonggyecheon floden när den var nedgrävd under en motorväg

FIGUR 1: KOREA OPEN GOVERNMENT LICENSE TYPE I, SOUTH KOREA GOVERNMENT



Figuren visar Cheonggyecheon floden
när jag besökte den 2023, det är svårt att
tänka sig att allt detta var en motorväg
FIGUR 2: FLODIN (2023)

Sammanfattning

Klimathoten ställer höga krav på stadsutvecklingen samtidigt som det blir svårare att leva i städer. Ökade temperaturer till följd av värmeeffekter är ett av de farligaste klimathoten i urbana miljöer. Klimatanpassning kan därför vara lösningen till att skapa resilienta städer som kan möta utmaningar som urbana värmeöar, luftföroreningar och minskad grönska samtidigt som levnadsvillkoren förbättras. Tillsammans med den nya EU naturrestaureringsförordningen och regionala handlingsplaner har klimatanpassning tillsammans med trädteckning och det urbana ekosystemet fått allt större uppmärksamhet. Det här arbetet presenterar därför vikten av klimatanpassning i täta stadsmiljöer för att motverka värmeeffekten och bidra till folkhälsan. Därav besvaras frågorna:

- Hur kan träd förbättra människors levnadsvillkor i städer och vad bör beaktas för att säkerställa att dessa förväntade ekosystemtjänster levereras?
- Utifrån en konkret plats i Sverige, hur kan en innerstadsmiljö klimatanpassas utifrån trädens ekosystemtjänster för att förbättra människors livsmiljöer i städer?

Genom litteraturgenomgång och platsanalyser betonas vikten av träd och växtlighet för att motverka klimatförändringarnas effekter, förbättra folkhälsan och stärka stadens livskvalitet. Vasastaden i Stockholm används som ett exempel för att visa hur teoretisk kunskap kan implementeras genom inspiration från globala exempel från Trieste och Paris, för att möjliggöra en klimatanpassad stadsmiljö. Centrala strategier för klimatanpassningen inkluderar tillämpning av 3-30-300-regeln för grönska, strategisk placering av träd och utökning av grön infrastruktur i målet av att erbjuda klimat-trygga livsmiljöer för alla. Klimatanpassning i täta innerstadsmiljöer är däremot komplicerat både under och ovan jord, vilket kräver tvärdisciplinära utredningar och analyser. Dessutom kan klimatanpassning se ut på flera olika sätt och fokusera på olika aspekter, vilket gör området för brett för ett examensarbete utan kraftiga avgränsningar. Trots kraftiga begränsningar dras slutsatsen till att strukturer i innerstadsmiljöer bör ifrågasättas för att kunna möta de nya klimatmålen, säkerställa trädens plats i staden och restaurera det urbana ekosystemet. De normer som finns kring den hårda gatumiljön kan behövas bytas ut mot mjuka gröna stråk och där gränserna mellan gata och park suddas ut för att säkerställa goda livsmiljöer för alla.

Summary

Following is a summary of this master thesis within the professional degree in landscape architecture, which presents recent knowledge about climate adaptation and its importance for improving urban living conditions.

Introduction - From threats to action

Extreme climate conditions greatly complicate urban life, threaten infrastructure and reinforce inequalities. To address these problems while strengthening resilience to climate change, adaptation measures that integrate technological, nature-based, and social solutions are needed (Lin et al. 2021). Today, there is a general consensus on the importance of greenery in cities to cope with future climate change. For example, trees contribute several ecosystem services such as regulating temperature, filtering pollutants and delaying stormwater (Boverket 2023). Despite this, trees in Swedish cities have decreased by 1300 hectares in the last five years (Guibourg & Wennersten 2024). In addition, green areas decreased between 23 and 546 hectares in Sweden's largest urban neighbourhoods between 2000 and 2005 (SCB 2010).

More than half of the human population lives in cities (UN Environment Programme 2022), which is a major reason why cities need to be able to manage but also prevent potential disasters. It is clear that the survival of urban populations is threatened by climate change and densification. A reprioritisation and more effective implementation of green solutions in urban development is needed if human life is to thrive in cities. Biodiversity and the survival of other species are not the only lives under threat, but also vulnerable groups of people. It is therefore important that landscape architects use their problem-solving skills to meet the demands of the city while ensuring good habitats for people and animals in dense cities. In this way, climate adaptations of urban environments can offer good living conditions even in an increasingly

difficult climate.

Aim of the study

This work centers around the serious climate threat of increased temperatures in cities. Therefore, knowledge about the role of trees and ecosystem services in climate adaptation efforts to contribute to improved living environments for people in dense cities is compiled. Knowledge about what should be considered to ensure that the desired ecosystem services are delivered is also presented. The work also provides inspiration for how theoretical knowledge of tree ecosystem services can be applied in a dense inner city environment in Stockholm, to contribute to a resilient urban environment and offer climate-safe living environments for everyone.

Research questions

- How can trees improve people's living conditions in cities and what should be considered to ensure that these expected ecosystem services are delivered?
- Based on a physical site in Sweden, how can an inner city environment be climate adapted based on the ecosystem services of trees to improve people's living conditions in cities?

Methodology and materials

Based on a qualitative review of literature and map material, the work results in a compilation of important aspects that should be considered for how an inner-city centre can be adapted to climate change. The compiled knowledge will then be used

as a starting point for proposing principle solutions for how a limited part of Vasastaden in Stockholm can be climate adapted. To complement the map materials, a site analysis has been performed of the selected area.

Background - together towards a sustainable future

In order to make significant differences in the face of climate change, co-operation and shared responsibility are needed on several different scales, from different actors to different countries. This work addresses the EU's climate work, which also reflects Sweden's national climate goals and work that is clarified by, for example, the Swedish National Board of Housing, and the websites of various municipalities and county administrative boards. Paris, Stockholm and Malmö's climate work is also described to clarify the regional scale. The chapter concludes with a description of the problem of the difference between the targets in action plans and what is actually realised.

Results - Knowledge about the role of urban trees in improving urban living conditions

Urban populations face many challenges and threats to their well-being, which are worsened by climate change. The loss of greenery in the neighbourhood due to densification negatively affects mental well-being and physical health, while also exposing people to urban pollution and increased heat. Urban living will become increasingly difficult for vulnerable groups such as children and the elderly unless effective changes are made.

Climate change along with urbanisation has increased the need for equal access to green and blue spaces to strengthen the resilience of cities and the public health of their inhabitants (Owen et al. 2024). Greenery and trees provide invaluable ecosystem services, but in order to fully benefit from them, they need to be located where people live. One conclusion of the ISGlobal ranking is that 60% of all European city dwellers live in environments that lack sufficient greenery (Konijnendijk & Östberg 2022). If the total amount of greenery were to increase, the

number of premature deaths would decrease by 43,000 and in Greater Stockholm by 300 (ibid). The 3-30-300 rule is a guide to ensuring equitable access to greenery and thus improving public health and the climate (Konijnendijk & Östberg 2022).

Being able to see and live near greenery plays a significant role in our physical health, mental well-being but also in our social interactions (Konijnendijk & Östberg 2022). It has been shown that just being able to see trees and other greenery from inside buildings can lead to better mental health, reduced anxiety, improved mental recovery and improved performance and learning (ibid). Natural environments help restore concentration by not requiring demanding attention and offer an escape from a stressful everyday life (Sang & Hedblom 2021).

Around the world, air pollution threatens human health, with traffic being one of the main causes (Persson et al. 2024b). Among the most dangerous pollutants are ground-level ozone and particles. However, the concentration of air pollutants can be reduced by urban trees through canopy deposition and gas exchange (Kofel et al. 2024). On a larger scale, vegetation reduces the total amount of air pollution in the city, regardless of the local level (Pleijel et al. 2024). At a local level, trees can have a negative effect on air exchange, leading to high levels of air pollution being trapped in the streets (ibid). This is because tree crowns prevent air currents from reaching the street and reduce the level of air pollutants in people's living environments (ibid). In contrast, leaves and conifers absorb air pollutants, both particulate matter and nitrogen dioxide and therefore the net effect has to be calculated on a case-by-case basis (ibid). An additional aspect to be considered is if a street has no vehicular traffic, the limited air mixing created by the trees can be beneficial, as the mixing of air pollutants is reduced (Pleijel et al. 2024).

In urban environments, increased heat has become one of the most dangerous climate threats, due to the effects on the population (Jankó et al. 2024). People living in cities are at higher risk of heat stress and heat-related health problems compared to the population

outside the city (City of Stockholm 2024d). Heat stress leads to strain on the heart, blood circulation and together with dehydration means strain and impacts on the whole body (ibid).

All types of green infrastructure are important to counteract heat island effects and demonstrate the importance of including vegetation in the design of public spaces (Cheng et al. 2024). An effective strategy to counteract heat waves is to introduce trees due to their extensive shading capacity (Jankó et al. 2024; Weidmüller et al. 2024). However, modelling simulations show that the location of trees in relation to surrounding buildings affects their ability to mitigate heat exposure (Jankó et al. 2024).

Results - climate adapted Vasastaden

The overall proposal is based on 4 principles of streets. The four different types of streets are distinguished by the amount of traffic, vegetation and focus on functionality. Inspiration for the design has been taken from the climate adaptation work in France and the streets of Italy. The nature street focuses on vegetation and is intended to provide a park-like route in the street environment and where traffic is severely limited. The pedestrianised streets will be more reminiscent of classic pedestrian streets with a focus on social encounters and where private cars are allowed but on the pedestrians' terms. The one-way pedestrianised street also has even less traffic. The bus street is the street most reminiscent of the existing streets, but has undergone a transformation and is more reminiscent of newly renovated streets with more trees in the streetscapes.

Discussion and reflection

The area of climate adaptation is important, broad and there are several factors that are interesting to analyse. It is possible to compile and analyse knowledge with several different combinations of focus areas. Focusing on climate adaptation to counteract heat island effects and improve public health with the help of tree ecosystem services such as cooling and air purification is only a very

small part. Meeting the challenges of the future requires flexible and resilient urban design. How this is achieved consists of more components than those mentioned here. The question is how to achieve an urban design that is flexible enough to change with the challenges of the future and that improves living conditions in the city?

The idea proposal offers new ways of thinking about dense urban environments, as the norm for such street environments is usually hard surfaced without a large amount of greenery. Perhaps inner city streets could be transformed into green parkways to a greater extent, blurring the lines between park and street? Nevertheless, the proposed idea requires further investigation and interdisciplinary analyses to determine whether it can be implemented and what new revisions will be required.

Conclusion

Climate adaptation can improve urban life and protect against the expected climate threats. Trees can play an important role in climate adaptation, providing multiple ecosystem services that can make the city more resilient while improving some living conditions. By challenging the design of existing inner-city streets, more trees and greenery can play a greater role in the existing urban landscape, as the concept proposal demonstrates. To ensure that the desired ecosystem services are delivered in a cost-effective way, the location of trees should be optimized. However, this requires interdisciplinary investigations and in-depth analysis if it is to be realized, which is the lesson learned from the concept proposal. There is also more space in the street environment if the streets move from a car-centric perspective to a perspective focused on life. The concept of nature streets and breaking street norms should be further explored. Finally, climate adaptation is a measure that will increase the possibilities for climate-safe cities that should be experimented more in existing stone cities.

Innehåll

Förord	4
Sammanfattning	6
Summary	7
Nyckelbegrepp	12
Klimatanpassning	12
Naturbaserade lösningar	12
Värmeöar	12
Urban resiliens	12
Från Hot till Handling	13
Syfte	14
Frågeställningar:	14
Avgränsningar	14
Metod och material	15
Litteraturöversikt	15
Inspirationsexempel	15
Experimentområdet	15
Val av plats	16
Platsbesök Vasastaden	16
Platsanalys	16
Urbana människan och stadsgrönskan	18
Tillsammans mot en hållbar framtid	18
Europeiska unionens klimatarbete	18
Naturen får ta plats - Paris (Frankrike)	19
Klimatarbetet i Malmö & Stockholm (Sverige)	20
Genomgående problem för klimatanpassningar	23
Stadsträdens roll för förbättrade livsmiljöer	25
Förbättrad folkhälsa med rättvis grön utemiljö	26
Stadsträdens betydelse för luftkvalitet	28
Svalka under gatuträdens kronor	30
Hur man främjar utevistelse hos den urbana människan	34
Att säkerställa stadsträdens överlevnad och ekosystemtjänster	35
Vilket träd ska stå i staden?	35
Inget vatten - Inget liv	38
Ytan, jorden och skötseln - Frodiga träd som står kvar	39
Tänk om Tänk grönt	44
Vasastaden idag - möjligheter och begränsningar	45
Problembilden	47
Förutsättningar	48
Vasastaden under kronorna	58

De fyra olika gatorna i området-----	65
Diskussion-----	74
Metodreflektion-----	76
Vidare forskning -----	77
Slutsats: -----	77
Referenser-----	78
Litteraturreferenser:-----	78
Dokument och kartor: -----	85
Bildlista med referenser: -----	85
Jag vill rikta stort tack till..-----	88

Nyckelbegrepp

För att motverka förvirring och skapa en gemensam förståelse förklaras här några relevanta begrepp.

Klimatanpassning

Klimatanpassning betyder att samhället behöver anpassas för att klara av extrema väder idag och de klimatförändringarna som kommer (Länsstyrelsen Stockholm u.å.). Det handlar om att skapa ett långsiktigt hållbart och resilient samhälle (ibid). Det här arbetet fokuserar på hur stadsmiljön kan klimatanpassas, dvs blågröna lösningar som kan hantera extrema väderhändelser (Stockholms stad 2024b).

Naturbaserade lösningar

Naturbaserade lösningar (NbS) är lösningar som härmar naturen eller inspireras av den (Lin et al. 2021). NbS brukar innebära lösningar som använder vegetation och blågrön infrastruktur som bidrar med flera ekosystemtjänster (ibid). Vid klimatanpassning har NbS implementerats för att mildra problemen som medföljer klimatförändringar som extrem hetta, torka och översvämningar (ibid). NbS erbjuder därför lösningar för en klimatresilient stadsutveckling som även stöttar mänskligt välbefinnande (Cousins 2024). I en urban kontext handlar NbS även om att designa och rekonstruera den urbana byggda och naturliga miljön (ibid). NbS är däremot också känslig mot de klimatförändringar de ska mildra, vilket kräver noga planering och underhåll (Lin et al. 2021). Det saknas även kunskap kring exakt vad NbS kan jämföras med vilket leder till oklarheter till vilka grå infrastrukturer de kan ersätta (ibid). Därför kan NbS ha stora juridiska, förvaltning och ekonomiska utmaningar (ibid).

Värmeöar

En följd av en kraftig urbanisering är ökade temperaturer i städer på grund av den stora energianvändningen som omvandlas till värme (Gago et al. 2013). Värme från urbana aktiviteter tillsammans med strålningen från solen ackumuleras också på grund av städernas hårdgjorda struktur (ibid). Den här effekten kallas för *'urban heat islands/hotspots'*/värmeöar, vilket leder till att temperaturen i tätbebyggda stadsdelar ökar i högre grad jämfört med omgivande landsbygd (ibid). Däremot påverkas temperaturen av hur städer är konstruerade där exempelvis närhet till vatten, krontäckning och grad av hårdgjorda ytor spelar en betydande roll (Stockholms stad 2024c). Det innebär också att en konsekvens av ökade växthusgaser förstärker effekten där det saknas grönytor (Gago et al. 2013). Värmeöar leder därför till att människor i städer har större risk att utsättas för värmerelaterade hälsoeffekter och de som drabbas hårdast är sårbara grupper, vilket innebär barn, äldre och sjuka (Stockholms stad 2024c).

Urban resiliens

Urban resiliens är ett multidimensionellt och komplex paraplybegrepp som används över flera områden som handlar om klimatförändringar, stadsplanering, urban befolkning, energi och risk för katastrofer (Datola 2023). Urban resilience är allmänt accepterat som en stads förmåga att förespå, utsättas för, anpassas efter och återhämta sig från kriser, vilket kan bero på ekonomi, extremt väder eller liknande (Datola 2023; Malmö stad u.å.b). Begreppet inkluderar även en förbättring av det urbana landskapets ursprungliga förutsättningar (ibid).

Från Hot till Handling

Hotet från klimatförändringar, extrema väderförhållanden och katastrofer ställer stora krav på förändringar hos mänskligt beteende och levnadssätt. Det krävs drastiska och effektiva åtgärder om vi ska kunna klara av och motverka framtidens utmaningar.

Inom Europeiska unionen har flera riktlinjer, mål och förordningar antagits för att säkerställa och stödja medlemsländernas klimatarbete (McKay et al. 2022). Parisavtalets målsättning, som är ett globalt klimatavtal, är att inte överskrida en global uppvärmning på 2°C med idealet på maximalt 1,5°C (ibid). En höjning på enbart 1,5°C anses också riskabelt, eftersom flera brytpunkter för klimatet passeras (ibid). Om dessa brytpunkter passeras, kan det leda till accelererande nedåtgående spiraler som resulterar i oåterkalleliga konsekvenser för de globala ekosystemen (ibid). Det betyder att Parisavtalets ambitioner inte är tillräckliga, särskilt nu när prognosen i dagsläget ligger på en temperaturökning mellan 2 - 3 °C (ibid). Klimatarbetet har däremot efter Parisavtalet fått ytterligare uppmärksamhet och tyngd sedan EU:s nya strategi om klimatanpassning som antogs 2021 och EU:s naturrestaureringsförordning som antogs i juni 2024 (Naturvårdsverket 2024a u.å.). Det gör att det ställs ytterligare krav som medlemsländerna måste uppnå för att kunna möta och motverka klimatförändringarna (Naturvårdsverket 2024a).

Extrema klimatförhållanden försvårar kraftigt livet i staden, hotar infrastruktur och förstärker ojämlikheter. För att adressera dessa problem och samtidigt förstärka resiliensen mot klimatförändringar behövs anpassningsåtgärder som integrerar tekniska, naturbaserade, och sociala lösningar (Lin et al. 2021). I dagsläget råder i princip konsensus kring vikten av grönska i städer för att kunna hantera framtida

klimatförändringar. Exempelvis bidrar träd med flera ekosystemtjänster som att reglera temperatur, filtrera föroreningar och fördröja dagvatten (Boverket 2023). Trots det har träd i svenska städer minskat med 1300 hektar de senaste fem åren (Guibourg & Wennersten 2024). Dessutom minskade grönytor mellan 23 - 546 hektar i Sveriges största tätorter under åren 2000 - 2005 (SCB 2010).

På grund av att städer i Sverige antas utsättas för högre temperaturer och fler översvämningar i framtiden (Länsstyrelsen Stockholm u.å.), är därför en klimatanpassning av städer med grönska högst aktuellt. Grönska bidrar dessutom till människors välmående och mental återhämtning, vilket är betydande när psykiska besvär hos barn och vuxna har ökat under 2000 - talet (Folkhälsomyndigheten 2023). En klimatanpassning av stadsdelar skulle därför inte bara rusta städer inför klimatförändringar utan även bidra till den urbana människans överlevnad och välmående.

Mer än hälften av jordens befolkning bor i städer (UN environment programme 2022), vilket är en betydande faktor till att städer måste kunna hantera men även förebygga potentiella katastrofer. Därför finns det flera initiativ och projekt runtom i världen för att klimatanpassa städer och på så sätt göra dem mer resilienta. I exempelvis San Salvador planteras skog i bergen runtom staden för att förhindra enorma översvämningar och jordskred (ibid). Medan i indiska städer har det etablerats ett urbant nedkylningsprogram för att hantera extrem hetta (ibid).

Det framkommer tydligt att den urbana befolkningens överlevnad hotas i takt med klimatförändringar och förtätningar. Det krävs en omprioritering och en effektivare implementering av gröna lösningar i stadsutvecklingen om människoliv ska kunna frodas i städerna. Biodiversitet och andra arters överlevnad är inte de enda livnen som hotas, utan det gäller även sårbara människogrupper. Därför är det viktigt att landskapsarkitekten använder sin problemlösningsförmåga för att möta stadens krav samtidigt som goda livsmiljöer för människor och djur säkerställs i täta städer. På så sätt kan klimatanpassningar av stadens miljöer erbjuda goda livsförhållanden även i ett allt svårare klimat.

Syfte

Det här arbetet centrerar kring det allvarliga klimathotet med ökade temperaturer i städer. Därav sammanställs kunskaper kring trädens roll och ekosystemtjänster i klimatanpassningsarbetet för att bidra till förbättrade livsmiljöer för människor i täta städer. Kunskap kring vad som bör beaktas för att säkerställa att de önskade ekosystemtjänsterna levereras redovisas också. Arbetet bidrar även med inspiration till hur teoretisk kunskap om trädens ekosystemtjänster kan appliceras i en tät innerstadsmiljö i Stockholm, för att bidra till en resilient stadsmiljö och erbjuda klimattrygga livsmiljöer för alla.

Frågeställningar:

- Hur kan träd förbättra människors levnadsvillkor i städer och vad bör beaktas för att säkerställa att dessa förväntade ekosystemtjänster levereras?
- Utifrån en konkret plats i Sverige, hur kan en innerstadsmiljö klimatanpassas utifrån trädens ekosystemtjänster för att förbättra människors livsmiljöer i städer?

Avgränsningar

Det här arbetet bygger på en sammanställning av relevant forskning med fokus på hur träd och växtlighet kan förbättra levnadsvillkoren för den urbana människan, samt vilka aspekter som bör tas i beaktning för att få de önskade ekosystemtjänster från stadsträd och annan grönska i urban miljö. Levnadsvillkoren begränsas till folkhälsa, ren luft och behaglig temperatur.

Fokuset kommer även att ligga på de lösningar som kan göras i gatumiljön. Därför kommer innergårdar och tak inte att analyseras utan ska endast ses som ett alternativ eller ett komplement där lösningar i gatumiljön inte är möjliga eller är starkt begränsade.

Översvämningar är ett klimathot som drabbar flera svenska städer, däremot fokuserar det här arbetet inte på den problematiken. Det är på grund av att inom den geografiska avgränsningen är kraftiga översvämningar inte ett problem. Målet är ändå att dagvatten ska fördröjas i området för att underlätta stadsträdens överlevnad och potentiellt minska tillförsel av vattenmängder till andra områden med risk för översvämning. Därför är de valda gatu-miljöerna inte anpassade för att hantera 100-års regn.

Metod och material

Nedanstående avsnitt beskriver metoderna som har använts. Avsnittet har delats in efter arbetets olika delar, vilket är litteraturgenomgång, experimentområde och idéförslaget.

Litteraturöversikt

Utiifrån en kvalitativ genomgång av litteratur landar arbetet i en sammanställning av viktiga aspekter som bör beaktas när en tätbebyggd stadsdel ska klimatanpassas med hjälp av trädens ekosystemtjänster. Den sammanställda kunskapen kommer sedan att användas som en utgångspunkt för att föreslå principlösningar för hur en begränsad del av Vasastaden i Stockholm kan klimatanpassas.

Forskningsmaterialet som används i arbetet insamlades via databaserna 'Scopus, Garden, Landscape & Horticulture Index och Google Scholar' med sökorden: *climate adapted cities, climate adapt*, climate change adaptation, resilient cities, urban resilience, urban adaptation, urban climate adaptation*. Sökresultaten filtrerades även ut efter år för att fokusera på de senaste forskningsresultaten som överensstämmer med de klimatutmaningar vi har idag. Årtalen begränsades från 2010 och framåt. Årtalet valdes arbiträrt för att begränsa urvalet och undvika utdaterade källor. Forskningsmaterialet sorterades ytterligare efter relevans och fokusområde. Efter en noggrann sortering av forskningsmaterialet kring klimatanpassning i täta städer valdes trädens ekosystemtjänster ut som arbetes fokus.

Inspirationsexempel

Inspirationsexemplen återfinns till stor del i 'Renaturing cities - method, examples and recommendations' (Deboeuf de Los

Ríos et al. 2022) som var kurslitteratur för kursen *Studio Urban ecology for landscape architecture LK0347* som jag gick vårterminen 2024. Även annan kurslitteratur i form av forskningsartiklar har använts. De goda exempel som inte fanns med i kurslitteraturen insamlades från *Google* med sökord som exempelvis, men med olika variationer: *goda exempel Malmö, klimatanpassning Malmö, klimatanpassning Stockholm*. Malmö och Stockholm valdes som de svenska exemplen på grund av att båda är stora städer i Sverige som behöver klimatanpassas utifrån värmeböljor samt att Malmö är en *Resilience Hub* (se kap. Sverige - Malmö) och Stockholm utgör det här arbetets praktiska implementeringsområde. Vissa exempel har jag blivit inspirerad av under semesterresor som också gav inspiration till arbetet. Inspirationsexemplen valdes utifrån att de innehöll intressanta aspekter och diskussionspunkter. Det betyder att urvalet var subjektivt och relativt slumpmässigt, vilket betyder att de lätt kan bytas ut mot andra liknande projekt. Målet med att lyfta vissa inspirationsexempel är att påvisa vad som går att implementera och vilka fördelar det har givit miljön. På så sätt kan resultatet av lösningar som används i idéförslaget förutspås något.

Experimentområdet

För att kunna förankra den teoretiska kunskapen och testa olika idéer behövs ett experimentområde som kan ge konkreta begränsningar.

Val av plats

En innerstadsmiljö i Stockholm valdes för att testa klimatanpassningslösningar, eftersom bebyggelsegraden signifikant ökar yttemperaturer, vilket leder till att extrem hetta är mer prevalent i innerstadsmiljöer (Wang et al. 2024), även i Sverige. Stockholm valdes på grund av att det är en stor stad med en äldre struktur som har ett behov av att klimatanpassas. Att Stockholm valdes framför exempelvis Malmö är av praktiska skäl, med kortare restid så kan det valda området undersökas mer frekvent och spontant.

Utifrån kartor ur projektet *“Temperaturanalyser från satellit över Stockholm stad”* (Wiman & Lindeberg 2022) valdes Vasastaden som implementeringsområde.

Platsbesök Vasastaden

För att komplettera kartmaterialen har en platsanalys utförts av den valda stadsdelen. Platsbesöket strukturerades efter *“Four trace concepts in Landscape Architecture”* (Girod 1999), speciellt det första steget kallat *Landing*. *Landing* handlar om att låta sina intuitioner och första intryck styra, att man känner sig fram innan man tänker efter, vid det första platsbesöket. För att *Landing* ska vara effektivt ska man ge efter för att vara en ny och utomstående person på platsen som utforskar. Det är också viktigt att *Landing* genomförs i ett tidigt skede innan efterforskningar för att verkligen utforska platsen utan att fastna i informationen i sitt huvud. Iakttagelserna och tankar från besöket antecknades ner på en digital karta över området.

Platsbesöket genomfördes tidigt, i september 2024 från 12.00 – 15.00. Platsbesöket genomfördes mitt på dagen för att iaktta den upplevda värmen i gaturummet. I det första platsbesöket styrde

utforskarkänslan, i linje med *Landing*, och anteckningar växte fram organiskt. Det som antecknades var hur människor använde platsen, en trädinventering med arter och synliga skador, siktlinjer, upplevelsen av trafik, iakttagelser av behov som inte möttes som exempelvis brist på cykelställ och slutligen idéer till hur gaturummet skulle kunna omformas. En spontan konversation med en boende inträffades också, där insikter antecknades ner och jag tilläts åtkomst till en av innergårdarna. Platsen besöktes sedan två gånger till för att kontrollera osäkerheter som hade dykt upp som identifiering av en viss trädart och upplevelsen av gatans bredd. De platsbesök som genomfördes efter det första styrdes av att täcka de kunskapsluckor som fanns kvar och inte kunde besvaras med kartmaterial.

Platsanalys

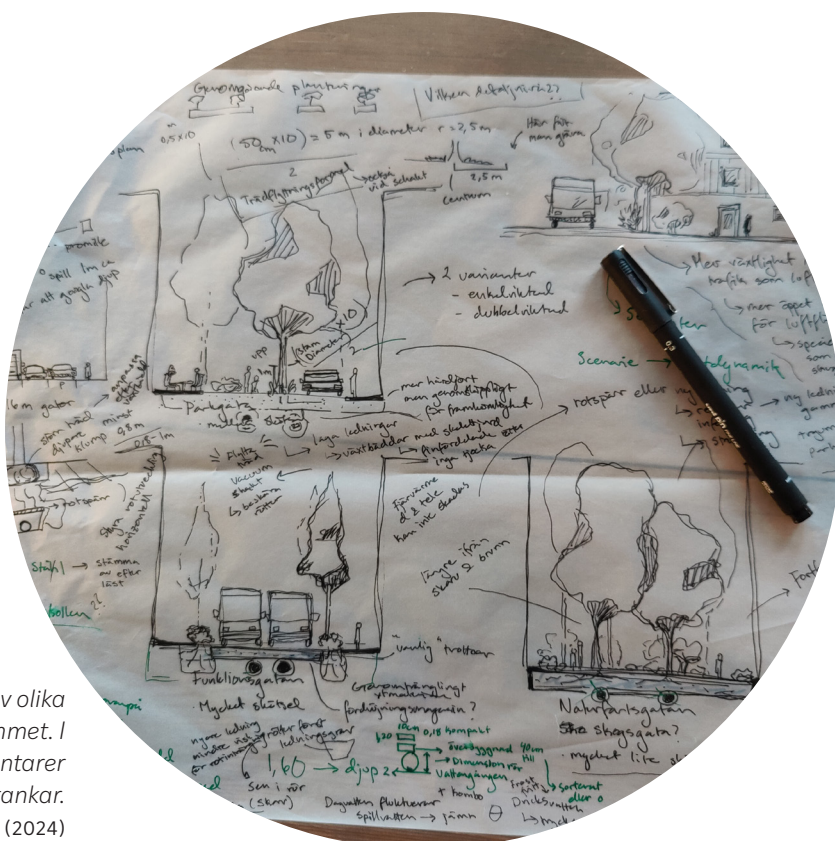
Förståelsen för platsen kompletterades sedan med kartmaterial från Lantmäteriet samt dokument och underlag från Stockholm stad. Från Stockholm stad användes dokumenten *“Flödesriktningskarta”*, *“Parkkarta”* och *“temperaturanalyser”* av Miljöförvaltningen (se bildlista). Kartmaterial och underlag analyserades utifrån hur Vasastaden relaterar till sin omgivning, förutsättningar för växtlighet så som vattenflöde, värme samt jorddjup och jordmån. På så sätt kunde en förståelse för platsen i ett större sammanhang skapas. Platsen har också besökts sporadiskt via *Google maps* för att fylla i kunskapsluckor så som garageinfarter, verksamheter, kollektivtrafikens resväg och busshållplatser. Besöken via *Google maps* genomfördes efter behov som insågs vid skissande av idéförslaget.

Idéprocessen och skissande som metod

Förslaget skissades fram på skisspapper med pennor, skalstock och passare (se figur 3). Först skissades olika principer som byggde på litteraturgenomgången. Exempel från litteraturgenomgången som styrde skisserna var 3 - 30 - 300 regeln, luftflöde och skugga. Skisserna grundades även i inspiration från vissa inspirationsexempel. Sedan justerades skisserna efter platsens olika förutsättningar och insikter från platsbesöket. Skisserna gjordes i plan och tvärgående snitt för att undersöka olika perspektiv. Skisserna användes även som diskussionsunderlag vid handledning, där nya tankar och lärdomar

antecknades ner direkt på skisserna. Inför sammanställning av idéförslaget valdes de skisser som var tydliga. Skisserna som valdes ut till förslaget digitaliserades sedan via program som *Illustrator* och *Photoshop*. De delar av idéförslaget som inte skissades fram grundades i litteraturgenomgången som med Materialvalen och växtvalen valdes ur böckerna *“Träd i urbana landskap”* (Sjöman & Slagstedt 2015) och *“The essential tree selection guide”* (Sjöman & Anderson 2023) samt från *Gröna möllan* exemplet i Malmö.

Sammanfattningsvis växte idéförslaget fram från skisser som baserades på kunskapssammanställningen, analysring av kartunderlag och dokument tillsammans med insikter från platsbesök.



Fotografiet visar tidiga skisser av olika gatusektioner för att testa idéer i gaturummet. I fotot syns även anteckningar och kommentarer kring förbättringar och nya tankar.

FIGUR 3: FLODIN (2024)

Urbana människan och stadsgrönskan

Tillsammans mot en hållbar framtid

För att kunna genomföra betydande skillnader inför klimatförändringarna behövs ett samarbete och gemensamt ansvar på flera olika skalor, från olika aktörer till olika länder. Nedanstående avsnitt tar upp EU:s klimatarbete, vilket även speglar Sveriges nationella klimatmål och arbete som tydliggörs hos exempelvis Boverket samt olika kommuner och länsstyrelsernas hemsidor. Paris, Stockholm och Malmös klimatarbete beskrivs också för att tydliggöra den regionala skalan. Avsnittet avslutas med en beskrivning av problematiken mellan målen som finns i handlingsplaner och det som realiserar.

Europeiska unionens klimatarbete

Vikten av klimat-resilienta städer i Europa har ökat väsentligt när mer än 75% av Europeiska unionens befolkning lever i urbana miljöer som täcker 21.5% av EUs yta (Weidmüller et al. 2024). En stor utmaning i den urbana miljön är den ökande antropogena påverkan på ekosystemtjänster (ibid).

Det globala Parisavtalet som antogs 2016 fungerar som ett ramverk för klimatarbetet och centrerar kring minskade utsläpp av växthusgaser, begränsad global uppvärmning och klimatanpassning (Naturvårdsverket u.å.). Även inom EU finns flera riktlinjer och mål som medlemsländerna gemensamt ska arbeta mot. Klimatanpassning har sedan uppmärksammats ytterligare med EU:s nya strategi om klimatanpassning som antogs av EU-kommissionen 2021 (ibid). Målet med strategin är att unionen ska bli klimatrezilient till 2050 för att kunna möta de framtida klimatförändringarna (ibid).

“Strategin har 4 principiella mål: att anpassa smartare, att anpassa snabbare; att anpassa systematiskt; att intensifiera internationella insatserna för klimatanpassning”
(Naturvårdsverket u.å.)

Främjandet av naturbaserade lösningar betonas även i kommissionens meddelande *Att bygga upp ett klimateresilient Europa – den nya EU-strategin för klimatanpassning 2021* (Europeiska kommissionen 2021). Det påpekas även att utveckla urbana ytor är en del av flera i att uppnå en kostnadseffektiv klimatanpassning (ibid). Dessutom upplyses att resiliens mot klimatförändringar och förebyggande av katastrofer förstärks av att ha flera ekosystem med biologisk mångfald (Europaparlamentets och rådets förordning 2022/869,18).

Arbetet för klimatet och klimatanpassning har från och med 2024 även fått en laglig grund inom Europeiska unionen. I juni 2024 antogs EU:s naturrestaureringsförordning av EU - parlamentet och ministerrådet som innehåller mål och delmål som medlemsländerna måste uppnå (Naturvårdsverket u.å.). Medlemsländerna måste även ta fram en restaureringsplan inom 2 år (ibid).

Målens huvudsyfte är att restaurera 20% av EU:s land och vatten till 2030 och de skadade ekosystem till 2050 (Dimopoulou 2024). Förordningen innehåller därför bindande mål och skyldigheter för ekosystem på land samt i hav, sötvatten och urbana miljöer. Ett exempel av målen i att uppnå klimatneutralitet och bidra med biologisk mångfald inom EU är att tre miljarder träd ska planteras till år 2030 (ibid). Därmed

ska förordningen stödja restaureringen av EU:s natur, hjälpa EU att uppnå sina internationella miljöåtaganden samt motverka och lindra effekterna av klimatförändringar och naturkatastrofer (ibid).

I förordningen finns det tydliga mål vad som gäller den urbana miljön och det urbana ekosystemet (Europaparlamentets och rådets förordning 2022/869,47). Urbana grönytor utgörs av skogar, parker och trädgårdar i städer samt trädkantade gator, urbana ängsmarker och häckar (ibid). Stadsnära jordbruk räknas också in. De urbana ekosystemen inom dessa grönytor innehåller viktiga livsmiljöer för fåglar och insekter (pollinatörer) samt bidrar med essentiella ekosystemtjänster som kan motverka eller lindra konsekvenser av naturkatastrofer och klimatförändringar, som exempelvis översvämningar och värmeeffekter (ibid). Andra viktiga ekosystemtjänster i en urban miljö omfattar även rekreation samt vatten- och luftrening (ibid).

Urbana ekosystemens hälsa är starkt sammankopplat med och stödjer de övriga ekosystemen i den omgivande miljön, via exempelvis sammankoppling av naturområden och friskare vatten över längre sträckor (Europaparlamentets och rådets förordning 2022/869,47). Urbana ekosystems förmåga att bidra med ekosystemtjänster stärks av ökningen av mängden urbana grönytor (ibid). Det innebär att en ökning av urbana grönytor stärker urbana ekosystemens hälsa, vilket i sin tur stödjer andra omgivande ekosystem (ibid). Därför belyses i förordningen att urbana ytor, särskilt trädäckningen måste säkerställas och åtgärder måste förstärkas kraftigt för att motverka potentiell minskning (ibid). Det här måste genomföras om ekosystemtjänsterna ska fortsätta att levereras (ibid). De befintliga grönyterna bör även återställas, men också utökas genom naturbaserade lösningar och en integrering av grön infrastruktur (ibid). Resultatet kan bli att både ytan för urban trädäckning ökar tillsammans med arealen av urbana grönytor.

Naturen får ta plats - Paris (Frankrike)

Paris förväntas möta svåra klimatutmaningar redan 2030 istället för det tidigare antagandet 2050 (Cauchy 2022). Det här kräver en effektiv omställning som andra länder kan inspireras av. Redan nu har Paris tagit fram en *'heatwave plan'* och kartlagt svalare områden, eftersom ett av de större hoten är extrem hetta (ibid). Staden behöver också kunna hantera extrem torka, översvämningar och förstärka den biologiska mångfalden (Cauchy 2022; Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Det regionala rådet för Paris har lanserat flera initiativ och reviderar den regionala översiktsplanen (*'masterplan'*) med målet att återställa degraderade ytor och förstärka den biologiska mångfalden (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). I ett samarbete mellan regionen Paris och Europeiska unionens forskningsprojekt *"Horizon 2020"* har de framställt guiden *'Renaturing cities - method, examples and recommendations'* (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Det myntade begreppet *renaturing* speglar Paris målsättning att förstärka den blågröna matrixen, återställa ekosystemet och låta naturen återvända till staden (ibid). Tillsammans med *renaturing* kommer flera ekosystemtjänster som samspelar med klimatanpassning också att förstärkas i processen (ibid). Det framgår en tydlig metodik i *'Renaturing cities - method, examples and recommendations'* (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022) för var *renaturing* är möjligt utifrån poängberäkningar och kartanalyser. De lyfter även olika aspekter som påverkar möjliggörandet och prioritering av olika områden. De påverkande aspekterna är markägaren, graden av tekniskt arbete, arean och tidsbegränsningen (ibid). Den tydliga metodiken samt sammanställningen av kunskap och exempel på olika projekt skulle kunna vara en stor inspiration för en effektiv klimatanpassning i Sverige.

Klimatarbetet i Malmö & Stockholm (Sverige)

Sverige arbetar med klimatanpassning i flera olika delar av landet och i olika skalor. På grund av Sveriges långsträckta geografi möter olika delar av landet olika utmaningar. Exempelvis så behöver södra delar av Sverige hantera den stigande havsnivån medan de norra delarna fortfarande drar fördelar av landhöjningen (Boverket 2009). På grund av Sveriges geografi finns det erfarenheter att anpassa den byggda strukturen efter klimat (ibid). Däremot uppstår problem när den fysiska strukturen byggs för ett klimat, men sedan kommer att bestå i ett annat (ibid). Det är utmaningen den nuvarande klimatanpassningen i Sverige centrerar kring. Goda exempel och en beskrivning av klimatanpassningsarbetet i Malmö och Stockholm kommer att presenteras nedan.

Malmö

Malmö är en stad som deltar aktivt i klimatanpassningen och föregår med gott exempel, vilket bekräftades när Malmö 2022 blev en 'Resilience hub' inom FN:s kampanj 'Making Cities Resilient 2030' (Datola 2023). Kampanjen är ett initiativ för att förbättra lokal resiliens och en 'Resilience hub' ska dela kunskap och erfarenheter med andra städer, samt bilda samarbeten som förstärker resiliens i städer (ibid). De ska även ha bidragit till att uppnå FN:s hållbara utvecklingsmål och Parisavtalet samt utvecklat och implementerat strategier som följer "Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030" (MSB 2022).

Malmö stad har exempelvis tagit fram strategier för att hantera konsekvenserna av kraftiga skyfall, stigande havsnivåer och värmeböljor (Malmö stad u.å.a). Målet är att Malmö ska bevaras och utvecklas som kuststad och bli en stad som klarar att möta framtidens utmaningar för Malmöbornas trygghet (ibid).

Utöver Malmö stads strategier, har de även tagit fram konceptet Klimatkvarter där ambitionen är att skapa resilienta kvarter som också påvisar en klimatomställning mot

klimatneutralitet tillsammans med att bilda fler sociala värden (Malmö stad 2024b).

Konceptet ska därför skapa förutsättningar för resilienta och levande stadsdelar samt skapa en dialog kring hållbarhetsfrågor, vilket involverar bland annat klimatneutralt byggande (se figur 4), återbruk, cirkulär ekonomi med flera (ibid). De tre fokusområdena för konceptet som ska bilda en holistisk klimatomställning är: "Klimatanpassning, Minimal klimatpåverkan och Sociala mervärden" (Malmö stad 2024b). Det här konceptet ska testas i följande tre utvalda områden som i dagsläget har kommit olika långt i planerade byggetapper: Nyhamnen, Rosengård och Hyllie (Malmö stad 2024b).

Gröna Möllan

Ett exempel på klimatanpassning som har genomförts var när området Möllan fick 150 nya träd år 2020 (Malmö stad 2024a). Området var ett av de områden med lägst krontäckningsgrad som var på 8% (ibid). När träden har växt klart kommer krontäckningsgraden att öka avsevärt, vilket är i linje med Malmö stads mål att ha en krontäckningsgrad på 25% (ibid). (Se Rättvis tillgång till grönska-avsnittet om vikten av högre krontäckningsgrad). Av de nya träden var det 35 som planterades i dagvattenhanterings-växtbäddar (ibid). De nya stadsträden består av en blandning av trädarter som kan ge inspiration till andra liknande projekt. Trädarterna är:

- Hagtorn
- Katalpa
- Kinesträd
- Kaffeträd
- Humlebok
- Blodplommon
- Kaukasiskt päron
- Pagodträd
- Zelkova

(Malmö stad 2024a)



Fotografiet visar byggnadsprojektet Aura som var finalist till Malmö stads pris Gröna lansen år 2020. Priset ges till miljömässigt hållbart byggande. Priset visar på Malmö stads intresse och initiativ för att uppmuntra hållbar utveckling av staden. I bilden syns även en grön gata med ett flertal träd, vilket är i linje med klimatanpassade gaturum.

FIGUR 4: BOJANA LUKAC (2020)

Stockholm

Stockholm stads ambitioner kring klimatarbetet illustreras tydligt i den nya handlingsplanens inledning och lyder:

“Stockholm ska vara världsledande i det globala klimatarbetet med att förverkliga Parisavtalets målsättningar, där staden intar rollen som en internationell förebild. Stockholm ska vara en stad som kombinerar hög tillväxt, goda livsmiljöer och minimerad miljöpåverkan.”

(Stockholms stad 2021)

Handlingsplanen för klimatanpassning av Stockholm beslutades 2021 och gäller för åren 2022 - 2025 (Stockholms stad 2024a). Fokuset i handlingsplanen är skyfall och värmeböljor och är en konkretisering av Stockholm stads mål: Ett klimatanpassat Stockholm (ibid). Fokusområdena härstammar från framtida klimatscenarier för Stockholm och olika riskanalyser (ibid). Därför är handlingsplanen indelad i tre delar, där två av delarna är tematiska kapitel om skyfall respektive värmeböljor (ibid). Den tredje delen beskriver klimatanpassning på en övergripande nivå. Planen illustrerar även konkreta aktiviteter och en tydlig ansvarsfördelning. Det övergripande målet är att minimera konsekvenser för människors liv och skador på samhällsviktiga verksamheter och stadens fysiska struktur samt att ny bebyggelse ska klara av ett förändrat klimat (ibid).

Stockholm ska även bli en stad som är tättsammanvävd mellan bebyggelse och grönstruktur, som ger förutsättningar för goda livsmiljöer och arbetar för att minska utsläppen av växthusgaser (Stockholms stad 2021).

Stockholmsmodellen

Stockholm stad har ett stort behov av kunskap och smarta lösningar kring urbana växtbäddar och stadsträd (Stockholms stad 2024e).

Behovet kommer ifrån att behöva hantera gamla träd i en modern stad. Flertalet av Stockholms stadsträd planterades under 1800-talet, där rötterna fick ta plats under mark

(ibid). De gamla träden har genomlidit flera skador som tillkommer med en växande stad. Träden får inte längre tillräckligt med luft och vatten som krävs för att växa och leverera ekosystemtjänster, på grund av antalet asfalteringar över åren (ibid). Rotsystemens utrymme har även starkt begränsat när allt fler ledningar under mark har dragits (ibid).

Stockholms behov av att rädda sina stadsträd har bidragit till mycket kunskap och erfarenheter, som kan inspirera andra projekt. Stockholm stads kunskap kring urbana växtbäddar tydliggörs i den utvecklade modellen, sk. Stockholmsmodellen bland yrkesverksamma, som är en av flera metoder för urbana växtbäddar för att hantera de problem som drabbar stadsträd (Stockholms stad 2024e). Stockholmsmodellen är en metod som förbättrar växtbäddar genom att använda skelettjord av biokol och makadam, vilket skapar hålrum i växtbädden (ibid). Metoden kan även användas vid anläggning. Stockholm stad har även en handbok om växtbäddar där riktlinjer om miljöer med träd i urban miljö har samlats (ibid). I dagsläget pågår plantering av nya träd i nya växtbäddar på flera ställen, samtidigt som det pågår växtbäddsrenoveringar för att göra Stockholm en mer hållbar och grönare stad (ibid).

Rådmansgatans tunnelbanestations nya växtbäddar

Ett exempel på växtbäddsrenoveringar för ett grönare och klimatanpassat Stockholm som har genomförts är vid Rådmansgatans tunnelbanestation (som ligger intill undersökningsområdet i Vasastaden). Syftet var att hantera översvämningsriskerna utifrån Stockholms skyfallsmodell och stärka grönstrukturen (Trafikkontoret 2022). Det här var ett pilotprojekt för ytlig dagvattenhantering som inleddes 2018 av Trafikkontoret (ibid). Dagvattenhanteringen skulle underlättas med hjälp av växtbäddar med träd enligt Stockholmsmodellen, dvs växtbäddar bestående av biokol och stenkross/makadam (ibid). Längs Luntmakargatan, Döbelnsgatan, Odengatan, Kungsstengatan, Norrtullsgatan och Sveavägen renoverades växtbäddarna till

15 kubikmeter per träd för de befintliga träden (ibid). Växtbäddsrenoveringarna ökade även möjligheten till fördröjning av dagvatten som tidigare främst enbart fördröjdes i trädkronorna (ibid). Projektet utvärderades sedan för hur den här typen av lösningar kan möta stadens skyfalls- och översvänningsproblematik (Trafikkontoret 2022).

Genomgående problem för klimatanpassningar

Trots att ovanstående exempel visar på att länder arbetar för att klimatanpassa sina städer, så kvarstår konflikten mellan urban stadsutveckling och urban grönska, vilket leder till en starkt komprimerad stadsutveckling. När det gäller befintlig bebyggelse, finns det begränsad kunskap om hur städer ska navigera kring de komplexa problem som finns i utvecklingen av klimatanpassningspolitiken, trots att både planering och implementering av klimatanpassning ökar globalt (Storbjörk et al. 2024). Städer måste bland annat kunna stödja sin växande befolkning (Wang et al. 2024), men problemet uppstår när vilka kompromisser som ska genomföras och prioriteras. För att undvika *urban sprawl*, så blir svaret ofta förtätning där utvecklingen starkt påverkar den urbana grönskan och förstärker värmeöeffekten (ibid). Trots att exempelvis urbana skogar är en väsentlig naturbaserad lösning till klimatförändringar och andra sociala miljöproblem i städer så krockar det med andra urbana intressen, vilket kan sluta i kompromisser som ger odugliga ståndorter där träd får det svårt att överleva (Cheng et al. 2024). Det är ett exempel på hur invecklade intressena som finns inom politiken för urban planering, klimatarbete och urbana skogar är (ibid). De flesta politiska åtgärder har målsättningen att skapa resilienta och energisnåla urbana regioner, men implementeringen som är full av kompromisser resulterar i en minskning av urbana skogar och att kritiska ekosystemtjänster förloras tillsammans med samhällets resiliens (ibid). Det är avgörande

att hitta "*win-win*" lösningar för att kunna skapa kompakta, gröna och resilienta städer (ibid). Det betyder att urban grönska måste få högre prioritering gentemot grå infrastruktur och ny bebyggelse samt få mer politiskt stöd och resurser (ibid). Åtgärder måste även skifta fokus från kompromisser till att skapa synergieffekter mellan olika intressen, speciellt vid implementering (ibid). Det behövs även mer kunskap bland statsanställda, politiker och de som jobbar med implementering av åtgärder, vilket innefattar byggnadsarbetare och förvaltningsarbetare (ibid).

En intressant aspekt är att kompromisser och synergieffekter sker på olika nivåer av policys (Cheng et al. 2024). Strategiska policys, som exempelvis handlingsplaner för klimatanpassning på stadsnivå, innehåller flera förväntade synergieffekter, som att plantera träd för dagvattenhantering (ibid). Problemet är att policyerna ofta inte implementeras på förväntat sätt, vilket leder till kompromisser (ibid). Det gör att kompromisser ofta sker under operativa processer som kan bero på sociala, politiska, organisation och miljöfaktorer (ibid). Några exempel på detta är begränsad budget, motsträviga intressen och olika tolkningar av policyerna (ibid). Resultatet blir att på-plats-kompromisser blir en stark barriär för att kunna uppnå storskaliga strategiska mål och förväntade synergieffekter (ibid).

Det finns flera exempel i världen, som i bland annat Kanada, där handlingsplaner innehåller ambitiösa mål för urban grönska, men där städer har förlorat krontäckning sedan 2009 (Cheng et al. 2024). Mellan åren 2012-2017 förlorades en krontäckning motsvarande 40 000 ha årligen globalt, framförallt i Afrika (ibid). I medelhavsländerna saknas det också rättsliga skyldigheter, vilket gör att klimatpolicys har en liten inverkan på stadsplaneringen både regionalt och nationellt (Pietrapertosa et al. 2023).

Ett stort problem i en svensk kontext är att städerna vet om klimatriskerna och har även kartlagt dem, men ansvaret att klimatanpassa eller uppmuntra till klimatanpassning i

den befintliga staden faller på de privata markägarna (Storbjörk et al. 2024). Svenska kommunerna kan endast reglera den spatialsplaneringen (ibid). Dessutom saknar de svenska städerna att kunna kräva landägare att ta åtgärder, utan kan endast informera om riskerna och hur de kan skydda sig själva (ibid). Det krockar även med den allmänna uppfattningen där förväntningarna ligger på att den offentliga sektorn ska säkerställa klimatanpassningen i den byggda miljön (ibid).

Att sätta upp mål, analysera risker och skapa strategier är alltså något svenska städer är bra på men problemen infaller också vid implementering, där idealet om stegvis utveckling faller bort (Storbjörk et al. 2024). Ett stort hinder för implementering är alltså fördelningen av rättsliga skyldigheter mellan offentlig och privat sektor (ibid). Ett annat hinder är att det saknas rutiner och traditioner för hur den privata och offentliga sektorn ska samarbeta vid implementering, skötsel, finansiering av klimatanpassning som stödjer både privata och allmänna intressen (ibid). Slutligen består 70% av urban mark där klimatanpassningsåtgärder skulle vara mest effektivt av privatägd mark, vilket blir ett ytterligare hinder (ibid). Hindren belyser problemet med klimatanpassning på grund av ägandeförhållanden. Det behövs ställas krav på privata ägare och deras skyldigheter samt ett tydligt samarbete mellan den privata och offentliga sektorn (ibid). Eftersom implementeringen är ett kritiskt steg i handlingsplaner krävs det mer insatser och investeringar till att säkerställa ett ordentligt stöd för implementering (ibid). Därför finns det ett behov av pragmatiskt röriga strategier istället för stegvisa, som speglar och möter den röriga och komplicerade befintliga stadsstrukturen (ibid). Det som kommer behövas implementeras är kontextberoende och det pragmatiska bemötandet kräver en flexibilitet från städerna för att hantera den högst varierande paletten av klimatanpassningsstrategier (ibid). Slutligen är det viktigt att bevaka och utvärdera de strategier som implementeras för att stödja framtidens stadsutvecklare

Ett sätt att ändra markägares uppfattning och vikten kring grön urban infrastruktur är att beräkna och påvisa direkta och indirekta ekonomiskafördelar. Genom att påvisa ekosystemtjänsternas penningvärde skulle det underlätta avvägningen mellan olika kostnader och kan ge en mer rättvis bedömning vid beslutsfattande (Matasov et al. 2023). Bara de reglerande ekosystemtjänster som klimatregering, luftrening och vattentranspirationens ekonomiska värde är en fjärdedel mer än kostnaderna för förvaltningen, vilket motsvarar ungefär 160 000 kr mer än själva kostnaderna (ibid). Tydligare beräkningar av de ekonomiska fördelarna skulle tydliggöra vikten av investeringar på grön infrastruktur i budgeteringar, som idag kan styras av värderingar kring kostnaderna för etablering och skötsel, samt värdet av timmer och skadestånd (Matasov et al. 2023).

Avslutningsvis finns det ett flertal mål och strategier för att klimatanpassa den urbana miljön, men problemet är när strategierna ska implementeras. Det finns flera hinder som leder till kompromisser, där resultatet går emot handlingsplanernas ambitioner. Dessutom är det tvetydigt i en svensk kontext vem som bär ansvaret. Det behövs flera åtgärder för att effektivisera klimatanpassningsarbetet, om det ska kunna möta de nya klimatmålen.

Stadsträdens roll för förbättrade livsmiljöer

Den urbana befolkningen står inför många utmaningar och hot mot deras välbefinnande, vilket förvärras av klimatförändringar. Minskningen av grönska i närmiljön, till följd av förtätningar påverkar det mentala välbefinnandet och den fysiska hälsan negativt, samtidigt som människor utsätts för urbana föroreningar och högre värme. Att kunna bo i städer blir allt svårare för känsliga grupper som barn och gamla, om inte det sker effektiva förändringar. Det här avsnittet tar upp klimatanpassningar som bör beaktas för att förbättra livsmiljön och motverka värmeöeffekten med hjälp av träd. Avsnittet redovisar därav den litteratur som besvarar huvudfrågorna i arbetet.

Det har argumenterats i decennier att grön infrastruktur som parker och gröna gator är viktiga för temperaturreglering och andra ekosystemtjänster för att förbättra livskvaliteten i urbana miljöer, ändå finns en tydlig trend att urbana skogar, speciellt fullvuxna trädkronor minskar kraftigt vid stadsutveckling och ombyggnationer (Cheng et al. 2024). Det sker framförallt när utveckling sker utan ordentlig planering eller vid avsaknad av prioritering att skydda träd (ibid). Däremot finns det en potential att skapa träd-vänliga miljöer och plantera nya träd om ombyggnationer fokuserar på dessa prioriteringar.

Förbättrad folkhälsa med rättvis grön utemiljö

Klimatförändringar tillsammans med urbanisering har ökat behovet av rättvis tillgång av gröna och blå områden för att stärka städernas resiliens och invånarnas folkhälsa (Owen et al. 2024). Grönska och träd ger ovärderliga ekosystemtjänster, men för att fullt kunna ta del av dem måste de finnas där människor bor. En slutsats av *ISGlobal*s ranking är att 60% av alla europeiska stadsbor lever i miljöer som saknar tillräckligt med grönska (Konijnendijk & Östberg 2022). Skulle den totala grönmassan öka, så skulle antalet förtidiga dödsfall minska med 43-000 och i Storstockholm med 300 (ibid). 3-30-300 regeln är en vägledning till att säkerställa rättvis tillgång på grönska och på så sätt förbättra folkhälsan och klimatet (ibid).

3 står för att varje invånare i ett samhälle ska kunna se minst tre träd från sin bostad, skola eller arbetsplats (Konijnendijk &

Östberg 2022). Siffran tre har inte en vetenskaplig grund utan ska ge slagkraft åt principen. Att kunna se och bo nära grönska spelar en betydande roll för vår fysiska hälsa, mentala välbefinnande, men även för våra sociala samband (ibid). Det har visats att bara kunna se träd och annan grönska inifrån byggnader, kan ge bättre psykisk hälsa, minskad ångest, förbättrad mental återhämtning och förbättrade resultat och inlärning (ibid). Det är därför betydande att kunna se grönska från sin bostad och arbetsplats eller studieplats (ibid). Det är även därför barn som har gröna skolmiljöer presterar bättre med problemlösning än de barn som saknar grönska på sin skolmiljön, oavsett föräldrarnas socioekonomiska status (ibid).

En teori som förklarar hur mentalt välbefinnande påverkas av naturliga element är *Attention Restoration Theory* (Kaplan and Kaplan 1989 se (Sang & Hedblom 2021). Förmågan att kunna fokusera och koncentrera sig på en uppgift är ansträngande och kan leda till utmattning utan regelbunden återhämtning (ibid). Naturliga miljöer hjälper att återställa koncentrationsförmågan genom att inte kräva ansträngande uppmärksamhet och erbjuder en undanflykt från en stressig vardag (ibid). Däremot påverkar typen av grönska effekten på välmåendet. Skogar med breda löv har en större betydelse för välmående till skillnad från barrskogar (ibid). Människor har även en starkare anknytning till större träd. Ett mindre antal träd som är större påverkar människors psykiska hälsa mer positivt än mindre träd som finns i ett större antal (Konijnendijk & Östberg 2022).

30 står för 30% krontäckningsgrad i varje stadsdel (Konijnendijk

& Östberg 2022). Det är dock viktigt att mätningen sker för varje separat stadsdel och bostadsområden för att undvika en ojämn fördelning av träd i staden (ibid). Globala trender idag visar på att de ekonomiskt starkare områdena oftare har fler träd och grönska jämfört med områden som har det ekonomiskt svårt (ibid). Det finns däremot flera undantag. Varje stadsdel ska sträva efter minst 30% krontäckningsgrad, helst mer än så (ibid), eftersom det är avgörande för att motverka värmestress för befolkningen (Konijnendijk & Östberg 2022; Gillerot et al. 2024). För torra områden där träd har svårt att växa går det att sträva efter 30% växtlighet men andelen av träd ska ändå vara stor (Konijnendijk & Östberg 2022). Utöver förbättrad psykisk hälsa, så finns det ett positivt samband mellan krontäckningsgrad och sömnmönster och barns födelsevikt i städerna (Sang & Hedblom 2021). Därför har personer som bor i gröna stadsdelar generellt bättre hälsa oavsett inkomst och sociodemografiska bakgrunder (ibid). Det är för att närhet och tillgång till grönområden ökar användandet av dem, vilket leder till de positiva hälsoeffekterna (ibid). Större och variationsrika grönområden är särskilt fördelaktiga eftersom de ger möjligheter till olika aktiviteter (ibid). Däremot ska fickparkers roll inte underskattas (ibid). Grönområden är också viktiga för sociala band mellan människor och spelar därför en betydande roll för socialt välbefinnande. På grund av dessa faktorer förekommer mental ohälsa och psykiska diagnoser mer i urbana miljöer, speciellt i tätbefolkade områden jämfört med landsbygden och mindre urbana områden (ibid).

300 står för antalet meter som varje invånare ska ha till närmaste park eller grönområde, vilket rekommenderas av forskning och Världshälsoorganisationen (Konijnendijk & Östberg 2022). Grönområdena ska även vara minst 1 hektar enligt Världshälsoorganisationens förslag (ibid). Det är för att större storlek på grönområden är mer populära och innebär fler möjligheter till en variation av

aktiviteter samt en större biologisk mångfald (ibid). Hög kvalitet med tillräckligt mycket träd och växtlighet för att ge skugga och en tredimensionell upplevelse är viktigare än själva utformningen när det gäller grönområden (ibid). Offentliga grönområden kan se väldigt olika ut, exempelvis så ska trädkantade boulevarder inte underskattas trots att de fungerar som trafikkorridorer. En riktlinje för grönområdena är att besökare ska kunna träda in i grönområdet och uppleva en annan miljö som skiljer sig från stadsmiljön (ibid).

Covid 19 pandemin förtydligade starkt behovet av grönska. När det var tillåtet drogs människor till sina lokala parker för en stunds vila från den prövande situationen (Konijnendijk & Östberg 2022). I exempelvis Australien där pandemins restriktioner var hårdare än i Sverige, belystes att människor som bor i lägenheter var mer sårbara på grund av den begränsade åtkomsten till natur (Foster et al. 2024). Det visade att människor som hade en utsikt som bestod av 25% eller mer av naturliga element hade ett bättre välmående, jämfört med de som hade mindre än 25% av naturliga element i sin utsikt (ibid). Det betyder att synlig natur för människor i lägenheter krävs för att stödja det mentala välbefinnandet. Studien visar även ett stort behov av att bättre balansera urban täthet och natur, eftersom det var få som hade en utsikt som bestod av 25% eller mer naturliga element (ibid).

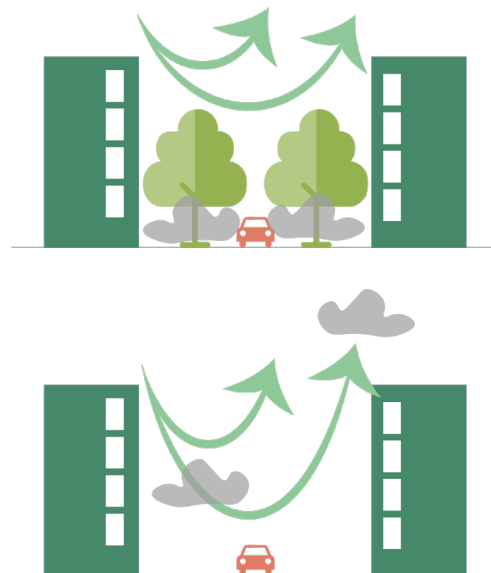
Städers olika förutsättningar och begränsningar påverkar möjligheten till att genomföra 3-30-300 regeln. Exempel på begränsande faktorer kan vara historiska, kulturella, ekonomiska, infrastrukturella, eller spatiala som täthet, form och storlek (Owen et al. 2024). För de flesta städer krävs betydande förändringar i den befintliga markanvändningen, speciellt i innerstäder, som inte alltid är realistiska (ibid). Därför kan vissa övervägande vara viktiga när regeln ska implementeras. Den svåra utmaningen i täta städer är konkurrensen på utrymme (ibid). Det leder till att befolkningen i stadscentrum har sämst tillgång till blå-gröna

miljöer, men det är även där det är svårast att implementera 3-30-300 regeln (ibid). Det gör att 300 eller 30 delen blir svårast att uppnå (beroende på vad som räknas in i definitionen 30% krontäckning), vilket kräver innovativa och kreativa lösningar. Exempel på sådana lösningar är att placera parker ovanpå existerande infrastrukturer som motorvägar och järnvägsstationer, vilket har gjorts i Paris, Rotterdam och Hamburg (ibid). Andra lösningar är att implementera grönska längs väggar och på tak. På så sätt kan byggnader bevaras samtidigt som gröna element i städer ökar. Däremot är de flesta byggnader inte skapade för sådana lösningar, vilket gör det svårt för storskaliga implementeringsåtgärder (ibid). En förändring i regeln som kan övervägas är att lyfta vikten av andra grönytor, istället för enbart utgå ifrån träd, så kan mindre blå-gröna lösningar lyftas i innerstäder (ibid). Där det är ont om plats och nya stora grönytor blir orealistiska kan flera fickparker öka befolkningens möjlighet till att möta natur och rekreation. Flera fickparker skulle kunna kompensera för avsaknaden av stora grönytor. Däremot kommer fickparker inte kunna stödja biodiversitet eller motverka värme och buller likt stora grönytor (ibid). Därför bör olika lösningars placering övervägas noggrant för att maximera fördelarna, eftersom varje plats kräver olika kompromisser (ibid).

Stadsträdens betydelse för luftkvalitet

Runt om i världen hotar luftföroreningar människors hälsa, där trafiken är en av de främsta orsakerna (Persson et al. 2024b). Bland de farligaste föroreningarna är marknära ozon och partiklar. Koncentrationen av luftföroreningar kan däremot minska med hjälp av urbana träd genom deponering på trädkronor och via gasutbytet (Kofel et al. 2024).

Det är viktigt att ta hänsyn till skalan när det gäller hur växtlighet påverkar luftkvaliteten. På en större skala minskar växter den totala mängden av luftföroreningar i staden, oavsett hur det ser ut på en lokal nivå (Pleijel et al.



Illustrationen visar hur träd kan förhindra luftomblandningen, vilket gör att föroreningar fastnar i gaturummet.

FIGUR 5: FLODIN (2025)

2024). På en lokal nivå kan nämligen träd ha en negativ effekt på luftomblandningen (se figur 5), vilket leder till att höga halter av luftföroreningar fastnar i gaturummet (ibid). Det är på grund av att trädkronorna hindrar luftvirvlar från att nå ner i gaturummet och minska halten av luftföroreningar i människors levnadsmiljöer (ibid). Däremot tar blad och barr upp luftföroreningar, både partiklar och kvävedioxid och därför måste nettoeffekten beräknas på enskilda fall (ibid). En ytterligare aspekt som måste beaktas är om en gata saknar fordonstrafik, så kan den begränsade luftomblandningen som träden skapar vara till en fördel (se figur 6), eftersom inblandningen av luftföroreningar minskar (ibid). Gaturummets form spelar också en betydande roll i hur snabbt luftföroreningar vädras bort. Högre hus och smala gator leder till en högre halt av luftföroreningar (ibid). En gata med redan dålig luftomblandningen kan förvärras med att öka andelen träd, då halten av luftföroreningar ökar (ibid).

Förmågan att rena luften hos träd skiljer sig mellan arter och det beror dels på



Illustrationen visar att träd kan fungera som en barriär mot luftvirvlar som bär luftföroreningar, på så sätt kan spridning av luftföroreningar förhindras.

FIGUR 6: FLODIN (2025)

krontätheten och bladformen (Persson et al. 2024b). Glesare kronor som hos ex. Lind är mer fördelaktig vid höga halter av koldioxid (ibid). Glesa kronor ökar möjligheten till luftgenomströmning och solljusinsläpp genom hela kronan, vilket leder till ett effektivt upptagande av koldioxid, eftersom det sker vid bladens klyvöppningar i en solljusdriven fotosyntes (ibid). Där det däremot är problem med partikelföroreningar som vid väg-däck- och bromslitage är det viktigare att fokusera på att öka den totala bladytan (ibid). Därför kan täta kronor vara mer fördelaktiga vid rening av luftpartiklar även i trånga gaturum, men då är det viktigt att omgivande byggnader underlättar genomströmning av luft (ibid). Formen på bladen eller barren spelar roll i upptagandet av luftföroreningar, där desto större yta, desto större potential till upptagandet av föroreningar (ibid). Grova och håriga egenskaper hos bladytan är också gynnsamt. För upptagandet av partikelföroreningar är barr eller andra små och komplexa blad särskilt effektiva (ibid). Vintergröna växter är fördelaktiga, eftersom bladen eller barren är kvar under vintern när det är vanligare med höga halter av luftföroreningar (ibid). Vegetationens förmåga att ta upp luftföroreningar påverkas också av tillgången till vatten (Pleijel et al.

2024). Under torra förhållanden stängs klyvöppningarna för att motverka uttorkning, men det begränsar även gasutbytet och i förlängningen upptagandet av gasformiga luftföroreningar som koldioxid (ibid). Trädens kylande effekt på stadsklimatet minskar också tillsammans med den begränsade transpirationen (ibid).

Vilket träd som är bäst på att rena luft från föroreningar är komplext och nyanserat, men i slutändan är det viktigast att trädet överlever och frodas för att kunna förbättra luftkvaliteten. Det kan även vara fördelaktigt att blanda trädarter för att kunna hantera olika föroreningar (Kofel et al. 2024)). Det är också viktigt att beakta de trädarter som avger allergena pollen eller reaktiva organiska ämnen som kan öka halten av marknära ozon, eftersom de kan försvåra livet för astmatiker och påverka grönska negativt (Naturvårdsverket 2024b). En rumslig variation av träd kan däremot påverka distributionen av reaktiva organiska ämnen samt avlägsnandet av andra föroreningar och marknära ozon (Kofel et al. 2024). De arter som har visat effektiv avlägsnande av grova partikelföroreningar och nettobalans av marknära ozon är *Tilia x europaea*, *Acer saccharinum*, *Pinus sylvestris*, and *Fraxinus excelsior* (ibid). I slutändan beror trädens förmåga att rena luften på art och

miljömässiga förutsättningar som temperatur, tillgång till vatten och solstrålning (ibid). En viktig insikt är att även om luften renas från föroreningar så kan miljögifterna ändå föras vidare i näringskedjan när bladen ackumulerar föroreningar, vilket sedan förtärs av andra organismer. Så för att hantera föroreningar på flera plan behövs roten av problemet hanteras (Persson et al. 2024b).

Svalka under gatuträdens kronor

I urbana miljöer har ökad värme blivit ett av de mest farliga klimathoten, på grund av effekterna det har på befolkningen (Janku et al. 2024). Människor som bor i städer har högre risk att utsättas för värmestress och värmerelaterade hälsoproblem jämfört med befolkningen utanför staden (Stockholms stad 2024d). Värmestress leder till påfrestningar på hjärtat, blodcirkulationen och tillsammans med vätskebrist innebär påfrestningar och

effekter på hela kroppen (ibid).

Alla typer av grön infrastruktur är viktiga för att motverka värmeöffekterna och påvisar vikten av att inkludera vegetation vid design av offentliga miljöer (Cheng et al. 2024). Gröna vägar och naturliga parker visar en effektiv motverkan på värmeöffekten, jämfört med torg och lekplatser. Det kan bero på mängden byggda element och andelen grönska samt markkontinuiteten (ibid). De positiva effekterna av träd i form av ekosystemtjänster ger stöd för vikten av gröna ytor både gällande kvalitet och kvantitet i stadsutvecklingen (ibid).

En effektiv strategi för att motverka värmeböljor är att introducera träd på grund av deras omfattande skuggningskapacitet (Janku et al. 2024; Weidmüller et al. 2024). Däremot visar modellsimuleringar att placeringen av träd i förhållande till omgivande byggnader påverkar dess förmåga att mildra exponeringen av hetta

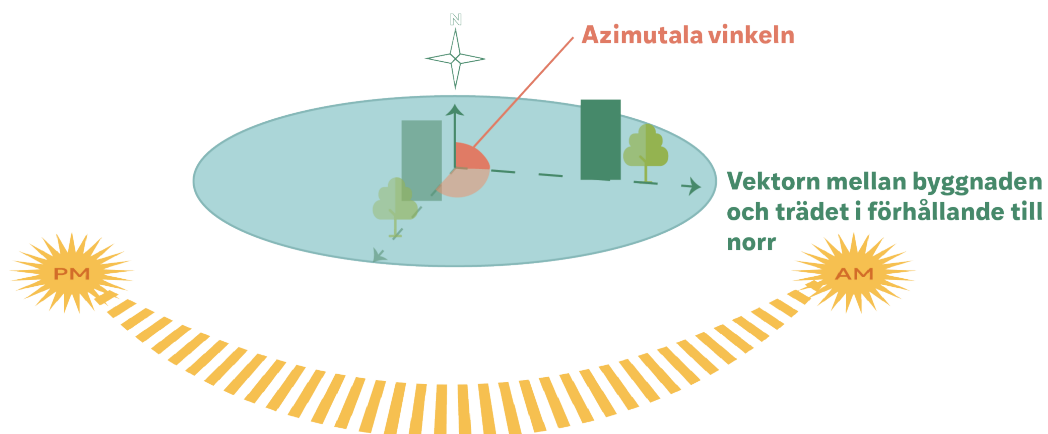
THE TIERCE FORÊT



Båda fotografierna ovan visar The tierce forêt färdigställt. Det går att föreställa sig att kronorna kommer täcka den solbelysta ytan i framtiden.

FIGUR 7 & 8: CODDOU (2022)

En av flera klimatanpassningar som har genomförts i Paris är THE TIERCE FORÊT i Aubervilliers (Île-de-France). Projektet bestod av att omvandla en asfalterad parkeringsyta till en park som ska fungera som en 'cool island' (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Som namnet indikerar så genomfördes projektet för att motverka värmeöffekten och i förlängning förbättra levnadsvillkoren för de boende i det tillhörande huset. Genomsläppligt material ersatte de hårdgjorda ytorna inklusive vägen för utryckningsfordon. Den befintliga jorden förbättrades genom dekompaktisering samt inblandning av rivningsmaterial och kompost istället för matjord. Genomsläppliga markmaterial tillsammans med den nya vattenreservoaren kunde underlätta vattnets kretslopp, ytterligare motverka värmeöffekten och förstärker de nyplanterade trädens överlevnad. Träden placerades där skuggan från omgivande byggnader inte når (se figur 7 & 8). Växtvalet bestod av träd som är inhemska och har goda förmågor att överleva i urbana miljöer. Resultatet blev att temperaturen sänktes med 2 °C under trädkronorna och den upplevda temperaturen sjönk med 6°C (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022).



Illustrationen demonstrerar azimutala vinkeln i ett arkitekturperspektiv. Genom att analysera azimutala vinkeln går det att undvika suboptimala placeringar av träd i förhållande till träd
FIGUR 9: FLODIN (2025)

(Janku et al. 2024). Påverkande faktorer är avståndet till närmsta byggnad, höjden av närmsta byggnad och den azimutala vinkeln av vektorn från den närmaste byggnaden till trädet (ibid). Den azimutala vinkeln inom arkitektur kan övergripligt förklaras som vinkeln som beskriver en byggnads position till rättvisande norr (se figur 9) och i förlängningen förhållandet till solen (Civil Guidelines 2023). Träd som placeras i skuggan av höga byggnader, som är inom några meter och där byggnaderna är mellan sydväst och sydöst till förhållandet av träden, gav minimal minskning av värmekomfort (Janku et al. 2024). Förhållandet mellan omgivande byggnader och träd spelar därför en betydande roll om träd ska kunna förbättra värmekomforten och därför bör gatuträdens placering nog analyseras för att kunna förbättra den urbana livskvaliteten (ibid). Det är även för att undvika att träd hämmar eller till och med förvärrar värmekomforten vid extrema värmeböljor (ibid). Sådana processer kan vara begränsad evapotranspiration samt förhindrad naturlig ventilation och effektiv utgående värmestrålning under natten (ibid). För att minimera trädens negativa påverkan på vindens riktning och hastighet, och i utsträckning vindavkylning, rekommenderas det att använda träd med högre kronhöjd eller att placera träd längre ner på gatan i vindriktningen (ibid). Det förbättrar luftflödet och förbättrar förhållanden för

evapotranspiration.

Effektiviteten av evapotranspiration och trädets bidrag till nedkylning beror på arten, trädets välmående, (Moreno et al. 2023; Cheng et al. 2024; Janku et al. 2024) stomatal konduktans (hastighet av gasutbyte) och miljömässiga förhållanden (Janku et al. 2024). Ett paradoxalt problem är att trädens förmåga att kyla med hjälp av evapotranspiration försämras under värmeböljor, i respons för att behålla fukt under torka och en försämring av trädets hälsa (ibid). Däremot är skuggningpotentialen hos träd signifikant viktigare för fotgängares värmekomfort än trädets påverkan på luftflöde och kylning med hjälp av evapotranspiration (ibid). Träd bör därför placeras i de mest solbelysta områdena för att effektivt utnyttja skuggningspotentialen, men samtidigt bör effekten på luftflöde beaktas i viss mån (ibid).

Ett trädets förmåga att kyla med hjälp av skugga beror på trädets morfologi (dvs art), vilket kan sträcka sig mellan 60 - 90% blockering av solstrålning (Cheng et al. 2024). Det finns däremot ingen större skillnad mellan inhemska eller exotiska träd, när det gäller att motverka värme (ibid). Däremot är växtarter som inte tillhör succulenter, något mer kylande och lugnande jämfört med ökenväxter (Snir et al. 2016). De kräver dock mer vatten, vilket gör deras nedkylande förmåga mindre effektiv i förhållande till vattenförbrukningen (ibid). Det har upptäckts

att intensiteten av temperaturkontroll är kopplat till kronarea och volym (Cheng et al. 2024). Bladarea index är en viktig faktor och studier visar att ett ökat bladarea index leder till högre värmekomfort (Sharmin et al. 2023). Bladarea index är förhållandet mellan bladarea och marktäckning (ibid). Morfologin av trädkronan är högst avgörande vid mängden av solstrålning som blockeras (Sharmin et al. 2023; Cheng et al. 2024). Täta (hög bladarea index) och breda kronor rekommenderas där det finns en låg krontäckningsgrad eller för stora och artificiellt mörka ytor som absorberar höga nivåer av solstrålning, för att mildra höga temperaturer (Sharmin et al. 2023). En annan motsäggande rekommendation är att använda träd med en hög stam och smalare kronbredd i gaturummet för att skapa mest skuggningseffekt (Janku et al. 2024).

Generellt blir skuggningseffekten desto bättre med en desto större trädkrona, men kronformen, kronhöjden, kronporositet och bladtyp kan också analyseras (Cheng et al. 2024). En större krona genererar också en högre aktivitet av fotosyntes som ökar fixeringen av koldioxid, vilket också bidrar till att mildra den globala uppvärmningen genom att absorbera växthusgaser (ibid). En annan aspekt av trädets morfologi som kan vara värt att analysera i ett svenskt klimat är gren-area index. För att undvika kalla och långa skuggor från träd under vinterhalvåret som kan leda till att byggnader behöver öka sin artificiella uppvärmning, så är det lämpligt att välja träd med lågt gren-area index (Sjöman & Anderson 2023). Alltså träd med låg densitet när det gäller grenar i kronan, vilket leder till att solen släpps fram mellan grenarna (ibid). Väljs träd med ett högt bladarea index och lågt grenarea index, går det att få ett behagligt ljusinsläpp under vintern och svalskande skugga under sommaren (ibid).

En ytterligare aspekt som är värd att analysera är skillnader på skuggningseffekter beroende på dygnets timmar och solens rörelse. På morgonen så är platser under träd svalare än platser utan träd men skillnaderna minskar allt eftersom (Wang et al. 2024). Med solens rörelser förändras skuggornas

längd och riktning vilket leder till att de tidigare skuggade platserna värms upp (ibid). En skuggas kapacitet att kyla är en funktion av skuggans areala täckning, varaktighet och tid på dygnet (Park et al. 2023). Om en yta skuggades under en längre tid under förmiddagen så kan det ske en betydande värmereducering under eftermiddagen. Temperaturskillnaden mellan en konstant skuggad yta på 6 x 6 m och en i full sol skiljer sig med ungefär 11,3 °C från en tidig morgon till eftermiddagen (ibid). Däremot bör skugga analyseras längs ett spektrum istället för att bara jämföra skugga och avsaknad av skugga (ibid). Kylningseffekten av skugga är kumulativ och därför bör alla lager av skuggor som bildas under olika tidpunkter analyseras (ibid). Skuggan kan därför vara varaktig längre och ge en mer effektiv kylningseffekt i väsentliga utomhusmiljöer om urban design är mer strategisk i sin placering av skugga, som att optimera mängd och läge (ibid).

Temperaturer under natten däremot påverkas mindre av träd och lokala faktorer utan beror mer på värmeöffekten på en regional skala (Gillerot et al. 2024). Träd kan ändå bidra till en svag nedkylning under de varmaste nätterna, men är egentligen den bästa lösningen för att förbättra värmekomforten under temperaturtoppar under dagtid. Ytor täckta med träd är till och med betydligt svalare och effekten är betydligt högre jämfört med andelen av genomsläpplig yta (*pervious surface fraction*) (ibid). Storleken på ytor av grönska spelar också roll där större och genomgående ytor har lägre temperaturer jämfört med deras fragmenterade motparter, vilket beror på en överlägsen evapotranspiration effektivitet (Wang et al. 2024). Paradoxalt bidrar en spridning av träd till lägre yttemperaturer jämfört med grupperad grönska, som beror på den ökade andelen och spridning av skugga (ibid).

Sammanfattningsvis är trädkrontäckning essentiell för den urbana befolkningens hantering av värme. Särskilt vid urbana miljöer som är tätbebyggda och saknar naturliga element som vatten och vegetation (Wang et al. 2024). Sådana ytor utsätts

för disproportionellt högre temperaturer under dygnets varmaste timmar jämfört med landsbygden. Även den minsta urbana utvecklingen i naturliga landskap kan eskalera landytans temperatur (ibid). Det visar på vikten av att bevara naturliga miljöer, samtidigt som urbana miljöer behöver inslag av naturliga element för att hantera ökade temperaturer (ibid). Avslutningsvis gynnar bättre trädkvalitet (storlek och hälsa) trädets förmåga till temperaturreglering, vilket är en betydande aspekt för framtida urbana gestaltningar, speciellt för grön infrastruktur med små ytor eller ett begränsat antal träd.



Fotot visar trädallén och uteserveringarna under trädens kronor i Trieste, Italien. Gatan täcks av en behaglig skugga och uteserveringar blir snart fulla så fort verksamheterna öppnar.

FIGUR 10: JONSSON (2024)

SVALKAN UNDER TRÄDALLÉN - TRIESTE, ITALIEN:

“Hörrni vi har hittat en sval trädallé!” Utropade en i resällskapet till den svettiga och flämtande resgruppen. Ett tydligt uttalande att vi måste ha ställen att fly undan stark sol.

Erfarenheterna från min tågloff till Italien 2024, tydliggjorde vikten av träd för svalka för mig. Man kan läsa sig till det mesta men det är en annan sak att uppleva det själv. Vi drogs till en tät trädallé mitt i den varma staden för att komma undan värmen (se figur 10). Det är inget nytt för mig att sitta i skuggan en varm dag är behagligt och i vissa fall nödvändigt, för att komma undan direkta solstrålar, men den trädallén visade verkligen skillnaden i mikroklimat. Det var märkbart svalare under träden, luften upplevdes mindre het. Dessutom fanns flera uteserveringar samlade under den trädallén, så det blev ett ställe vi verkligen drogs till för mat i ett mer behagligt klimat. Nu när svenska städer står inför hotet från värmeböljor bör vi ta inspiration från medelhavsländerna. Vi har en soldyrkande kultur från våra mörka vintrar, men vi måste börja gardera oss från solen under sommaren innan det är försent.

Hur man främjar utevistelse hos den urbana människan

För att klimatanpassa stadsmiljöer där alla människor trivs och vill vistas i, måste utemiljön innehålla element som människor föredrar. Ett tillvägagångssätt är att anpassa utemiljön efter sårbara grupper i samhället.

En av de sårbara grupperna för värmeböljor är den äldre befolkningen, där 54% använder gröna ytor för svalka under varma dagar och särskilt under tidig morgon och kväll (Vasconcelos et al. 2024). De som inte använder de urbana grönytorna för att hantera hetta väljer att stanna hemma, resa längre utanför staden, besöka blå platser eller inomhusanläggningar med luftkonditionering (ibid). Faktorer som påverkar huruvida den äldre befolkningen besöker urbana grönytor är buller, trängsel, avstånd och den upplevda värmen (ibid). I de grönytor de väljer att besöka finns en preferens för mycket skugga, lövvegetation, gångavstånd, möbler som bänkar och vattenelement (ibid). Om sådana element planeras strategiskt genom en stad kan den äldre befolkningen röra sig igenom staden och söka skydd under varma dagar (ibid). De gröna miljöerna kan bli ett nätverk av klimatskyddsrum, men det kräver också att det finns säkra passager till och från i form av vägar med krontäckning (ibid). Det ger fler argument för gröna korridorer i städer, där människor och andra arter kan färdas skyddade från stadsklimatens hot. Implementeras dessa element kan kylningseffekten av gröna miljöer effektiviseras samtidigt som den äldre befolkningen kommer kunna vistas i staden och inte bli inlåsta i sina hem eller tvingas ut utanför staden på grund av värmen (ibid).

Det är däremot viktigt att även ta hänsyn till flera åldersgrupper och då kan psykologiska preferenser hos människor analyseras. Ur ett neurovetenskapligt perspektiv finns det en preferens hos människor oavsett etnisk bakgrund för rundade, asymmetriska och naturliga linjer och former (Olszewska-Guizzo 2023). Preferenserna återfinns även hos nyfödda barn och primater (ibid). Våra sinnen föredrar dessa former och de ger

positiva känslor till skillnad från raka linjer, skarpa konturer och kanter som skapar en känsla av hot och rädsla (ibid). Det är däremot raka linjer och skarpa kanter, som dominerar i städer i dagsläget. Däremot om platser ska använda associationerna till natur och förespråka kontemplation ska lugnande linjer som följer naturliga former användas (ibid).

Det finns vissa skillnader kring preferenser och kompromisser i åldersgrupper, men överlag verkar även yngre åldersgrupper föredra likt den äldre befolkningen platser med lite buller och trängsel för mental återhämtning (Konijnendijk & Östberg 2022). Sittplatser är en preferens som är viktigare för ungdomar än vuxna i vissa fall (ibid). För att tilltala flera åldersgrupper bör andelen av gröna ytor öka i staden och fördelas mer jämnt och placeras ifrån buller (Arnberger et al. 2024).

Att säkerställa stadsträdens överlevnad och ekosystemtjänster

För att växtlighet ska kunna bidra med ekosystemtjänster och på så sätt förbättra levnadsvillkoren för den urbana befolkningen, krävs det att växterna själva överlever i en urban miljö. Att bara öka mängden vegetation i en urban kontext utan att analysera art, placering eller målet kan orsaka otjänster. Olika arter skiljer i effektivitet i olika ekosystemtjänster och därför är det viktigt att ta hänsyn till vad målet är och analysera olika aspekter för att kunna säkerställa holistiska lösningar. Det här avsnittet kommer att lyfta några aspekter av klimatanpassningar som stärker växtlighetens överlevnad, samtidigt som det motverkar värmeöeffekter.

Vilket träd ska stå i staden?

En viktig diskussionspunkt inom landskapsarkitekturen är kring vilka träd som passar bäst i en urban kontext.

Den eviga frågan kring växtval - inhemskt eller exotiskt?

En väsentlig diskussionspunkt som är svår att undvika och kan kräva en hel uppsats i sig, är valet mellan inhemska och exotiska arter, speciellt i en urban miljö. Ekologer lyfter vikten av inhemska arter eftersom de har utvecklats tillsammans med de inhemska herbivorererna (Garland & Wells 2021). Det betyder att avsaknaden av inhemska arter kommer starkt att påverka ekosystemen, då insekter och andra herbivorer kommer att få det svårt att överleva, speciellt specialister (ibid). Konsekvenserna kommer att bli märkbara då specialister är estimerade att motsvara ungefär 90 % av insekt-herbivorer (Bernays and Graham 1988 se (Garland & Wells 2021).

En ytterligare rädsla för exotiska arter är att de blir invasiva och konkurrerar ut den inhemska floran, vilket får förödande konsekvenser för ekosystemen (Garland & Wells 2021). En hypotes är *enemy release*

hypothesis, vilket betyder att exoter kan bli invasiva och kolonisera miljöer på grund av avsaknad av anpassade "*fiender*", herbivorer, trots att inhemska arter bör vara bättre anpassade till miljön (ibid). En annan aspekt som kan leda till ökad invasivitet är att exotiska växter kan prestera bättre, exempelvis att de är mer torktåliga, vilket kan vara önskvärt i en urban kontext (ibid). Problemet är när exoter presterar bättre, tillhör dem de invasiva arterna som blir allt mer dominanta i städerna och konkurrerar ut den inhemska floran (ibid). Ett annat fenomen som oroar ekologer är the *lag phenomenon*, som innebär att de exotiska arterna som inte är invasiva idag kan bli det i takt med klimatförändringar där de tidigare abiotiska restriktionerna för en okontrollerad tillväxt försvinner (ibid).

De som däremot förespråkar exotiska arter menar att de snarare kan bli naturens räddare när klimatet har förändrats så pass mycket att de inhemska arterna inte klarar sig (Garland & Wells 2021). Exotiska arter kan även vara värdefulla för djurlivet genom att exempelvis förlänga blomningsperioder och stödja vissa specialister. Ett annat argument är att under en längre tid har ornamentala exotiska växter haft en mindre ekologisk påverkan, eftersom de oftast sprider sig som opportunisterna (ibid). Det betyder att de fyller i luckor i miljön som inte passar lokala arter. De arter kan även förbättra miljöer genom fyto Remediering, som kan underlätta för inhemska arter att återkolonialisera störda miljöer (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Ett exempel är övergivna industriområden (*brownfields*) som brukar utveckla ett bestånd av en blandning av inhemska och exotiska arter som blir ett mångfaldigt paradis för inhemsk fauna (Garland & Wells 2021). Frågan är dock hur väl argumentet att exotiska växter har en mindre ekologisk påverkan stämmer i dagsläget, med tanke på problemen med exempelvis blomsterlupin och parkslide. Det är däremot viktigt att inte bli alltför polariserad i debatten och vara något pragmatisk (ibid). I en urban kontext är sällan en oförädlad inhemsk plantering optimal (ibid). Vad som räknas som inhemskt kan

också bero på tid och skala (Anderson 2021). Vid vilket århundrade ska man dra gränsen och var är den geografiska gränsen, regionalt, utifrån landskap eller lokalt? Exotiska växter spelar en väsentlig roll i urbana planteringar både för grönskans överlevnad i städer, men också för att bidra med glädje och färg samt vissa kvaliteter för inhemsk fauna (Garland & Wells 2021).

I en urban miljö kan det därför vara rekommenderat att blanda inhemska och exotiska arter som kan attrahera ett flertal pollinatörer och herbivorer. Exoter kan därför vara en viktig del i den urbana diversiteten och landskapet men bör undvikas utanför städerna för att hjälpa den inhemska biologiska mångfalden (Yang et al. 2024).

Framtidens trädval - Träd som klimatflyktingar

Klimatförändringar påverkar träd negativt i europeiska städer på grund av värmeböljor och torka som i vissa fall börjar tidigt på året och fortsätter genom växtsäsongen (Haase & Hellwig 2022). Studier visar på att viktiga vattenreservoarer torkar ut, vilket har lett till att trädkronor har torkat ut i årtionden (ibid). Det leder till ett massutdöende bland både parkträd och gatuträd. Orsaken till massutdöendet beror på att trädens överlevnadsförmåga försämras när träden utsätts för stress under en längre tid (ibid). Mekanismer som träd använder vid stress kan vara avlövnings av kronan, vissnar tidigt, släpper grenar eller får ett försvagat försvar mot skadedjur (ibid).

För att göra en estimering av framtida svenska klimat och vilka trädarter som kommer att överleva kan trädbestånd i södra Europa analyseras. Ett exempel är att studera träd i tyska städer. En tysk studie "*Effects of heat and drought stress on the health status of six urban street tree species in Leipzig, Germany*" (Haase & Hellwig 2022) inventerade värmerelaterade skador på gatuträd i Leipzig under 2020, vilket var det tredje året med extrem torka efter 2018. Inventeringen bestod av olika åldersgrupper inom släktena *Quercus*, *Tilia*, *Aesculus*, *Platanus*, *Fraxinus* och *Acer*

(ibid). Resultatet från studien visade att alla trädarter hade signifikanta skador samt att äldre och nyplanterade träd var troligast att dö till följd av extrema förhållanden (ibid). Fullvuxna träd var i särskild risk för värme- och torkrelaterade skador (ibid). Yngre träd med smalare stam och krona som ännu inte har expanderat, visade sig hantera både hetta och torka bättre (ibid). Av fem gatuträd visade fyra signifikant skada på grund av klimatförändringar. Det ställer därför stora krav på den urbana miljön om den gröna infrastrukturen ska överleva i städer (ibid).

Arter inom släktet *Acer* och *Aesculus* visar i dagsläget redan ökade nivåer av olika typer av skador (ibid). Trots att släktet i Sverige visar en stor variation i torktålighet (Sjöman, et al 2015 se (Haase & Hellwig 2022), så är flera äldre träd i väldigt dålig hälsa (Haase & Hellwig 2022). Dessutom visade arter inom släktena *Fraxinus* och *Quercus* ett högt antal skadade populationer, speciellt träd över 50 år (ibid). De arter som visade en begränsad mängd av skador och hade ett högt antal individer i god hälsa var inom släktena *Tilia* och *Platanus* (ibid). Utifrån stressfaktorer som torka i urbant klimat klarar sig dessa två släktena bäst, eftersom de är väl anpassade till sådana förhållanden (ibid). De mest hotade släktena i den urbana kontexten är *Aesculus* och *Quercus* (ibid). En studie från Nordamerika visar att de kommer att försvinna från städer, om effekterna från extrem hetta fortsätter i samma takt (ibid).

Klimatförändringar förväntas också driva trädarter mot kallare (se figur 11) och blötare regioner (Arnberger et al. 2024). Det finns däremot inte tillräckligt med storskaliga empiriska data som kan styrka detta och en anledning kan vara att mänsklig aktivitet i skogar döljer effekterna av klimatförändringar (ibid). Det har analyserats att medelvärde för art-densitet minskar i skogar på norra hemisfären (ibid). Det är också en betydande skillnad mellan olika arter i hur densiteten förändras, både i vilken riktning och magnitud (ibid). Skillnaderna influeras av succession vilket påverkas av störningar som sker på beståndskala (ibid). För 43% av trädarter förflyttas bestånddensiteten mot

kallare och blötare förhållanden, jämfört med 14% som förflyttas mot varmare och torrare klimat (ibid). Det här gäller både bestånd som är i tidig succession eller sen beståndsutveckling. I följande studie *“Relative decline in density of Northern Hemisphere tree species in warm and arid regions of their climate niches”* (Astigarraga et al. 2024) fanns ingen tydlig koppling mellan den klimatdrivna förflyttningen och trädarternas egenskapaper som torktålighet, spridningsförmåga, resursanvändning eller temperaturer förknippade med arten, vilket resulterar i att de underliggande drivande faktorer är osäkra. I framtiden kan det långsiktigt leda till att trädarters geografiska spridning kommer att skifta längs med hur densiteten för bestånden förändras (ibid).

Vid val av träd till urbana miljöer är det viktigt att valet beaktar funktionella egenskaper och inte bara väljer träd utifrån

artens klimatnisch (Kibria et al. 2024).

Det finns lite stöd för att arters klimatnisch kan förutspå tillväxt (ibid). Däremot finns det mycket osäkerheter kring hur klimatförändringar kommer att påverka hur urbana träd presterar (Kibria et al. 2024).

Starkare tillsammans - Diversitet i växtbädden

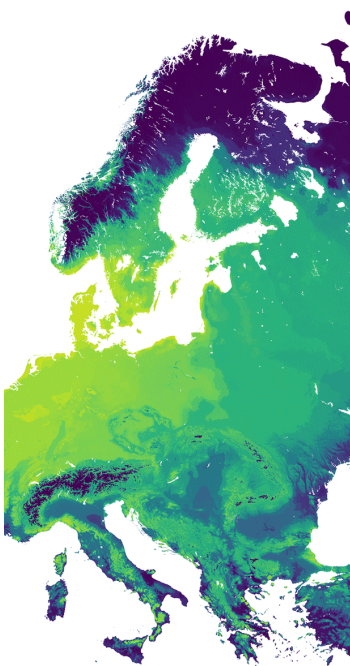
En högre diversitet bland stadens gatuträd kan ha en effektivare nedkylning än en mindre divers urban skog (Rendon et al. 2024).

Det kan bero på att en hög diversitet bland trädarter kan förbättra nedkylningen under dagtid genom flera faktorer. Faktorerna kan vara mutualism, större biomassa ovan jord och genom förhållandet att större diversitet ökar chanserna för att arter med effektiv skugga existerar (ibid). Däremot bidrar en högre diversitet till högre minimitemperaturer även om maximitemperaturen sjunker

Acer platanoides

Tidsperiod: 1981-2010

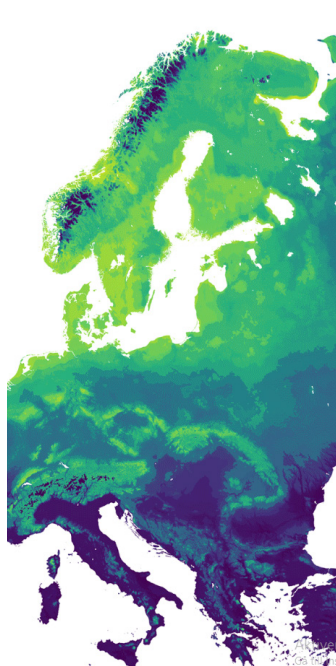
Osannolik utbredning Sannolik utbredning



Acer platanoides

Tidsperiod: 2071-2100

Osannolik utbredning Sannolik utbredning



Illustrationen visar förväntad utspridning av *Acer platanoides*. Arten förväntas migrera norrut och kommer kunna överleva i de allra nordligaste delarna av Sverige. Artuppsättningen i Norrland kommer nog förändras märkbart

FIGUR 11: TRÄDKONTORET (2024)

(ibid). Det beror på att en högre diversitet har en större variation i trädens struktur, vilket mildrar höga temperaturer men som kan begränsa luftflödet under natten och på så sätt isolera urbana ytor (Rendon et al. 2024). (Mer om luftflöde under avsnittet Stadsträdens betydelse för luftkvalitet) En ökad diversitet av gatuträdens populationer ökar även trädens resistens mot abiotiska faktorer som hetta och torka samt förhindrar spridning av sjukdomar och skadedjur (Haase & Hellwig 2022). Genom att plantera nya och mer anpassade träd kan ekosystemtjänster säkras och biodiversiteten öka för att säkerställa trädens överlevnad (ibid).

Urbana grönytor som har en högre strukturell komplexitet är kopplat till större skillnader i mikroklimat jämfört med omgivningen (Arzberger et al. 2024). Det betyder att urbana grönytors kylningseffekt och ekologiska kvaliteter kan förbättras genom att öka den strukturella komplexiteten, alltså att öka diversiteten och vegetationsdensiteten (ibid). Effekterna kommer även sträcka sig in på vintermånaderna och skapar oaser med mikroklimat inom städer som härmar förhållanden i naturliga skogar (ibid). Den strukturella komplexiteten kan öka med hjälp av skötselåtgärder (ibid). Det är därför också rekommenderat att välja stora träd med olika höjder tillsammans med buskar som både solitärer och i grupper för att skapa ett mångfaldigt hierarkiskt växtsamhälle och siluett (Yu et al. 2024). Det kommer även att optimera termisk komfort och förbättra estetiken. Höga träd kan även skänka skugga och sänka temperaturen inom växtsamhället (ibid).

Det finns flera fördelar med sådana planteringar men konstruktionskostnaderna är höga, vilket försvårar för en utbredd implementering (ibid). För att dra ner på kostnader kan kompromisser genomföras som att ha ett begränsat antal av olika trädarter (ibid). En annan rekommendation är att plantera ett flertal låga buskar som undervegetation (ibid). Det kan förbättra skuggningen utan att påverka luftflödet inom planteringen, vilket kan leda till en effektiv

sänkning av lokal lufttemperatur (ibid).

För att maximera fördelarna i förhållanden till kostnader rekommenderas att välja ett begränsat antal olika städsegröna arter och lövträd i olika höjder (ibid). Lägre buskar planteras som undervegetation och i kanter samt kompletteras med mediumhöga örter (ibid). Det kommer att skapa kostnadseffektiva planteringar med flera nivåer (ibid). Den här typen av planteringar bör implementeras i centrala urbana grönytor där mänsklig aktivitet är koncentrerad och kostnader är en begränsande faktor (ibid).

Flera städer har införskaffat initiativ för omfattande trädplanteringar för att motverka värmeböljor, men studier visar att transpirationen från träd under värmeböljor avviker starkt från normalen (Gao et al. 2024). Det kan betyda att effektiviteten av storskaliga trädplanteringar som åtgärd inte kommer att lyckas möta förväntningarna (ibid). Modelleringar visar att kylningseffekterna från att plantera träd är lägre än de förutsedda värdena i gröna infrastruktur-kylningsmodeller (ibid). I förlängningen betyder det att det krävs betydligt mer vegetation än tidigare uppskattat tillsammans med bevattning under extrema väderförhållanden för att uppnå maximal kylningseffekt (ibid). För att analysera möjliggörandet för gröna strategier som ska motverka klimatförändringar måste växtfysiologi och extrema väderförhållanden tas i beaktning för att öka effektiviteten av dessa strategier (ibid).

Inget vatten - Inget liv

Som det nämns i föregående avsnitt kommer det att behövas mer vegetation och bevattning än tidigare förväntat. En hållbar lösning till att säkerställa att vegetation får vatten och minska behovet av konstbevattning är att använda dagvatten. Det här avsnittet tar upp vikten av vatten och hur det kan återanvändas i städer.

Ett befintligt problem i städer är att regnvatten ofta leds bort via dagvatten- och avloppssystem, om det finns en stor andel bebyggelse och hårdgjorda ytor (Persson

et al. 2024b). Det leder till att städer blir torra miljöer när en mindre mängd vatten kan infiltrera djupt ner i marken (ibid). Konsekvenserna blir att växter som är känsliga för torka får det svårt att klara sig och att avdunstningen inte kan bidra till en nedkylning (ibid). Genom skugga från träd kan marktemperaturer och hastigheten av evaporation sänkas. Problemet är att plantera fler träd är en investering som kräver vatten och beslut kring byggnader (Park et al. 2023). Paradoxalt så behövs växter för att minska förlusten av vatten till atmosfären men samtidigt behöver vegetation mycket vatten för att överleva, vilket väcker frågan kring om det är värt besväret... (ibid). Bristen på infiltration och genomsläppliga material i städer kan även påverka vattencykeln i en större skala, genom att risken för översvämningar ökar tillsammans med mängden föroreningar nedströms (Persson et al. 2024b).

Högre temperaturer tillsammans med förändrade skyfall förvärrar även översvämningar. Lite nederbörd tidigare på säsongen tillsammans med hetta gör marken torr och hård (Storm 2024). Det gör att marken tappar sin uppsugningsförmåga, så när regnet väl faller så spolas stora vattenmängder bort, istället för att infiltrera marken (ibid). Ett sätt att minska stora vattenflöden är att låta vatten infiltrera över fler och större ytor i städer, istället för att det ska ledas ner i små brunnar och vidare i gamla avloppssystem (Szota et al. 2019). Gröninfrastruktur kan därför minska trycket på avloppssystem, som kan kräva dyra modifikationer och utbyggnad av system (Zhang et al. 2023). Grön infrastruktur och permeabla ytor gör även att regnvattnet kan nå ner till gatuträdens rotzon (Zhang et al. 2023). Andra fördelar med att använda dagvatten till att bevattna gatuträd är att risken för torka minskar tillsammans med ökad tillväxt för träd (ibid). Hur mycket vatten som fördröjs beror starkt på infiltrationsytorna, där faktorer som inloppskapacitet och flödes hastighet är väsentliga (ibid). En lägre flödes hastighet tillsammans med höga inloppskapacitet ger ett system som presterar

bra och kan fördröja stora mängder dagvatten (ibid). Den främsta faktorn som begränsar fördröjning är inloppsrestriktioner som exempelvis blockering. Om inloppen är väl designade och utsätts för regelbunden skötsel så att de inte blockeras, har infiltrationsbäddar en betydande potential att fördröja dagvatten (ibid).

Etablerade träd som omges av mer omfattande hårdgjorda ytor, nyplanterade träd eller träd som växer i hetare och torra klimat kan verkligen gynnas av passiva bevattningssystem (Szota et al. 2019). Träd som bevattnas med dagvatten växer dubbelt så fort jämfört med de som bevattnas med kranvatten, vilket gällde flera arter och i olika jordtyper (Denman et al. 2011 se Hoban 2019). Passiva bevattningssystem leder till att gatuträd som tidigare inte har konstbevattnats får en källa till vatten och näring via dagvatten, vilket även förhindrar övergödning av vattenvägar (Hoban 2019). Effekten av rening av dagvatten per individuellt träd är blygsam, men det finns en potential för en kumulativ effekt om ett flertal träd används för fyto remediering (ibid).

Infiltrationssystem med träd har en betydande potential för att fördröja dagvatten och bidra med andra fördelar, om designen är innovativ så att den höga inloppskapaciteten behålls trots tillkomst av vanliga sediment och dagligt skräp (Szota et al. 2019).

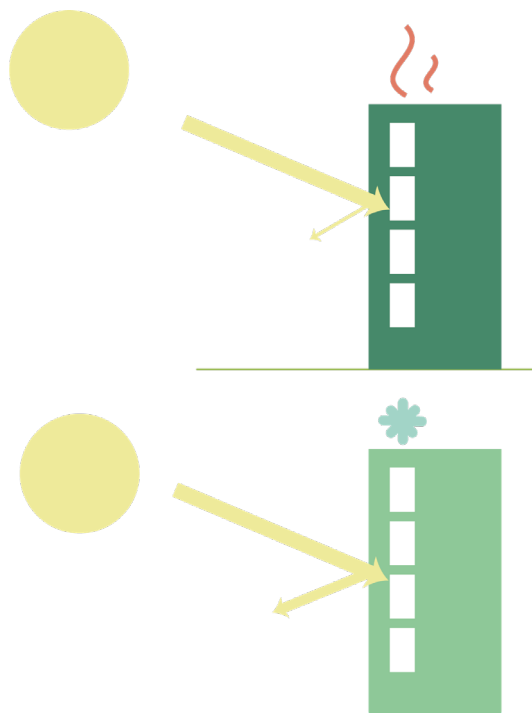
Ytan, jorden och skötseln - Frodiga träd som står kvar

För att säkerställa vattentillförseln behövs tekniska lösningar som att byta ut ogenomträngliga material till material som kan infiltreras. Några tekniska lösningar för att förbättra överlevnadschansen för urban grönska och motverka värme kommer att tas upp i detta avsnitt.

Det går att sänka både luft- och ytemperaturer, genom att minimera användandet av mörka permeabla ytor (Sharmin et al. 2023). Genom att implementera porös trottoar och asfalt minskar andelen hårdgjorda ytor, vilket

underlättar bevattningen av träd och minskar ytemperaturer (Zhang et al. 2023). Ljusa material är också mer fördelaktiga eftersom de har högre albedo jämfört med mörka ytor (se figur 12). Material med låg albedo betyder att förmågan att reflektera solens strålar är låg, vilket ökar materialets temperatur (Wang et al. 2024). Därför är en teknisk åtgärd som kan motverka värmestress, där grönska inte är möjlig, att måla gråa och asfaltsytor vita (Weidmüller et al. 2024). Genom att måla ytor vita ökar ytans förmåga att reflektera solstrålarna (ökar materialets albedo) istället för att absorbera dem, vilket minskar ytans uppvärmning (Wang et al. 2024). Det gäller dock inte alla material som exempelvis vatten som har lågt albedo. Därför är ett materials albedo dynamiskt och beror på förhållandet mellan värmeabsorption och evaporativ kylning (ibid). Däremot avger ytor med lågt albedo, inklusive vattensamlingar, den ackumulerade värmen under natten, vilket kan förvärra värmeproblem (ibid). Det gör att höga byggnader som absorberar värme och får ökad ytemperatur, kan sedan avge den ackumulerade värmen under natten (ibid). Så även om byggnaden skuggar marken, så kan det leda till förvärrade värmeproblem (ibid). Det är därför viktigt att ta hänsyn till material tillsammans med att maximera skuggningspotentialen från byggnader och träd för att hantera värme i städer, under dygnets alla timmar (ibid).

På grund av att gatuträd och urban växtlighet omges av hårdgjorda ytor är det väsentligt att beakta markbeläggningens påverkan. De största skillnaderna mellan täckt jord och bar jord är under de våta månaderna, där ogenomsläppliga markmaterial begränsar återfuktningen av jorden (Fini et al. 2022). Däremot förhindrar det även avdunstningen under de torra månaderna (ibid). Värt att notera är att markfukt vid djupare nivåer är lika oavsett markförsegling eller ej (ibid). Det betyder att kraftig torka i städer beror mer på behovsstyrda faktorer som luftfuktighet, lufttemperatur samt obalans mellan rotsystem och krona, snarare än



Illustrationen visar hur mörka ytor absorberar solens strålar och värms på så sätt upp gentemot ljusa ytor som hålls svala genom att reflektera ljuset.

FIGUR 12: FLODIN (2025)

begränsade försörjningsfaktorer som begränsat vatten i rotsystemet (ibid). Markbeläggningen påverkar inte eller markens kemiska egenskaper (ibid). Även om markbeläggningen påverkar rötternas morfologi troligen på grund av ett lägre gasutbyte, så påverkar markbeläggningen inte etablerade trädets tillväxt (ibid). Det påverkar alltså inte trädhöjd eller kronutbredning för flera träddarter (ibid). Det betyder att det inte är främst markförsegling som påverkar tillväxten, utan att det kan bero på andra faktorer som beskärning, rotskador eller heterogena jordar (ibid).

Däremot beror andelen rötter på vilken markbeläggning som används, vegetation som växer på bar jord har 10,5% mer rötter än de som omges av ogenomträngliga

material (ibid). Skillnaden mellan andelen rötter på bar jord och växter som omges av porös betong är 48% och 59% för permeabla markbeläggningar (ibid). Så för att maximera andelen rötter bör inte markbeläggningar användas, vilket är svårt i urbana miljöer men det finns bättre och sämre alternativ (ibid). Ett förslag är att använda permeabel betong, eftersom det är effektivt för att motverka värmeöffekten jämfört med både permeabla och ogenomträngliga markbeläggningar (ibid). Däremot är inte hållbarheten särskilt hög, vilket bör förbättras innan storskalig användning (ibid). Det bör förbättras särskilt i kallare klimat som Sverige, eftersom betongen ofta spricker på grund av isbildning (ibid).

Markförsegling förvärrar alltså inte de etablerade trädens hälsa och genomsläppliga markmaterial förbättrar inte trädens hälsa eller leverans av ekosystemtjänster (ibid). Från ett träds perspektiv är alltså kvaliteten på jorden viktigare än själva markförseglingen (ibid). Dock så ska inte permeabla markmaterial förbises eftersom de ändå minskar påverkan på vatten och kolcykeln samtidigt som de motverkar värmeöffekten och översvämningsrisken (Fini et al. 2022).

För att se till att träd överlever i urbana miljöer krävs välfungerande och lämpliga ståndorter (Ow & Ghosh 2017). Träd som växer i strukturella celler demonstrerar betydligt bättre tillväxt (ibid). Det betyder att i urbana miljöer där det är begränsat med utrymme och jordvolym så kan strukturella celler erbjuda bra miljöer för rotsystemet (ibid). En annan möjlighet är att använda skelettjordar för att säkerställa mängden rottillgänglig och okompakterad jordvolym (Sjöman & Slagstedt 2015). Skelettjordar lämpar sig även bra för att klara tung belastning från trafiken i staden (ibid). Däremot är endast en tredjedel av skelettjordars volym som består av jord och resten är makadam, dvs sten (ibid). Därför är det viktigt att försöka skapa stora enhetliga växtbäddar, istället för att varje träd ska stå i en isolerad skelettjord (ibid). I allmänhet bör man eftersträva så stora och enhetliga växtbäddar som möjligt.

Det är även värt att undersöka vikten av restaurering och karaktärisering av urbana jordar och deras resiliens ur ett biotiskt perspektiv, samt hur viktigt det är att remobilisera dessa artificiella jordar (Louise et al. 2024). En viktig aspekt är att jorden innehåller liv, som exempelvis ektomykorrhizasvampar, och att säkerställa förekomsten av symbios i jorden, som starkt förbättrar vegetationens överlevnad (ibid).

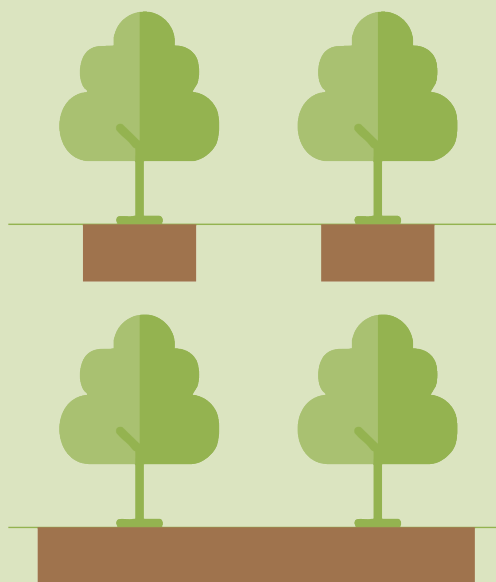
En konsekvens av långvarig markförsegling i urbana jordar är att diversiteten av ektomykorrhizasvampar kraftigt reduceras (Louise et al. 2024). Det betyder att markförsegling påverkar jordkvaliteten (ibid). Effektiviteten av att återintroducera ektomykorrhiza symbios, genom att jordförbättra med jord där ektomykorrhiza symbios existerar, beror på det naturliga habitatet som jorden härstammar ifrån (ibid). Exempelvis så innehåller jord från bokskogar många svamparter men arterna koloniserar nya jordar ineffektivt (ibid). Däremot jord från störda busklandskap innehåller relativt rika ektomykorrhiza kolonier som innehåller torkanpassade arter som effektivt kan kolonisera urbana jordar (ibid). Peri-urbana jordar är därför essentiella jordförbättrare, speciellt för jordar i urbana miljöer som saknar biota (ibid). Därför kan landskap som anses ha lite värde idag som övergivna buskmarker bli värdefulla för jordrestaurering i städer, och i förlängningen minskar även över-exploateringen av matjord och jordbruksområden (ibid).

En annan aspekt som är avgörande i en urban kontext är hur gatuträden kommer att förhålla sig till ledningar, framförallt avloppssystemen för att undvika dyra kostnader och potentiellt röjning av trädet (Orvesten et al. 2003). Ett stort problem med träd nära avloppsledningar, som dagvattenledningar och spillvattenledningar är trädrotsintrång, vilket innebär att trädens rötter tränger först in i ledningsgraven och sedan in i själva ledningen, via ledningens svaga punkter som skarvar, ledningsgrenar och brunnar (ibid). För att undvika trädrotsintrång är det väsentligt att förstå följande:

- Ståndortens förutsättningar som gatuträdet placeras i. Risken för rotinträngning minskar med en god växtplats.
- Trädarters olika krav på ståndort och rotutveckling, vilket leder till trädarters olika förmåga att penetrera avloppsledningar.
- Avloppssystemens svaga punkter, hur man skyddar dem och undviker slarv vid anläggning samt rörtyp och material.
- Betydelsen av placeringen av trädet i förhållandet till avloppsledningens typ, djup och placering.
- Typen av förebyggande åtgärder som kan försvåra rotinträngning (ibid)

Att träd söker sig till avloppsledningar beror på att det finns goda förutsättningar (ibid). Ledningsgraven består ofta av grovt material med stora luftfyllda porer och i avloppsledningen finns det vatten,

vilket kan vara sällsynta tillgångar för ett gatuträd i en otillräcklig urban växtbädd (ibid). I spillvattenledningar är vattnet även särskilt näringsrikt och har ett konstant flöde till skillnad från dagvattenledningar (ibid). Spillvattenledningar innehåller även en konstant mängd luft jämfört med dricksvattenledningar (ibid). Därför är rotinträngning inte ett problem för dricksvattenledningar då dessa innehåller ett så pass stort tryck av vatten och avsaknad av luft i ledningen (ibid). Det går att skjuta upp rotinträngning genom att maximera avståndet mellan träd och ledning, använda förebyggande åtgärder som horisontella och vertikala rotspärar och välja trädarter med icke aggressivt rotsystem, vilket generellt är pionjärträd (ibid). Rotspärar kan bestå termisk sammansatt geotextil eller ett tätt kompakterat marklager (Orvesten et al. 2003). Träd måste även anläggas tillräckligt



Illustrationen demonstrerar hur den bruna strukturen kan förstärkas. En genomgående växtbädd erbjuder betydligt mer jordvolym och tillåter träden att forma symbios.

FIGUR 13: FLODIN (2025)

FÖRLÄNGA BRUNSTRUKTUREN - GENEVE (SCHWEIZ)

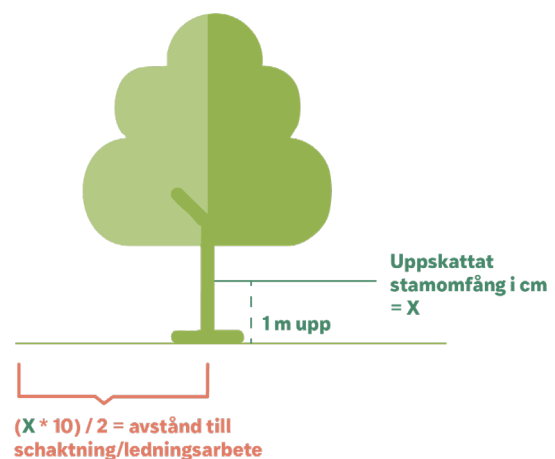
I kantonen av Geneve sammanställdes 'best practice' i hur nya träd planteras i projektet 'NOS-TREES' där även långa sammanhängande växtbäddar uppmuntrades (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Projektet visade hur sammanhängande och större växtbäddar (se figur 13), helst mellan 15 - 100 kubikmeter per träd, gav hälsosammare träd som kunde uppnå sin fulla potential, till skillnad från små individuella växtbäddar (ibid). Genom att stärka den bruna strukturen kan vatten lättare infiltreras och trädens rötter får tillgång till en större jordvolym. Det möjliggör även för träd att samarbeta och förbättra deras överlevnad genom utbyte av näring och information (ibid). Arter som lever i jorden blir inte heller isolerade i små öar utan får större yta att kunna fullfölja sina livscyklar och möjligheter att kunna migrera (ibid). Det här gäller speciellt om den bruna strukturen förstärks genom borttagandet av ogenomsläppliga markmaterial (ibid). På så sätt får både växtligheten ovan jord och organismerna i jorden en större chans att frodas och kolonisera nya ytor, vilket kan diversifiera och sprida arter genom staden (ibid).

långt ifrån servisledningar, så att det går att sköta dessa utan att riskera att skada trädet (ibid). För att ta reda på lämpligt avstånd mellan trädet och ledningar är trädflyttningsformeln (se figur 14) bra att använda (Stål 2024). Trädflyttningsformeln är: stamdiameter, som mäts 1m upp från markytan, $\times 10$ (ibid). Resultatet divideras med 2. När resultatet har dividerats motsvarar det ett lämpligt avstånd från trädets mitt, där det går att gräva och beskära rötter utan att påverka trädets vitalitet (Stål 2024).

För att fördröja rotinträngning är det viktigt att skapa en växtbädd som kan tillgodose ett fullvuxet träd och är anpassade efter växtvalet (Orvesten et al. 2003). Växtbädden måste ha en tillräcklig jordvolym med minst 10 kubikmeter, men ska anpassas efter arternas förväntade storleksutveckling (ibid). Det är även viktigt att växtbädden kan tillgodose växtvalet med lämplig mängd näring, vatten och humus (Östberg et al. 2010). Botten på växtbädden bör även kläs med en rotspärr (Orvesten et al. 2003). Även om växtbädden tillgodoser vegetationen och avståndet till dagvatten/spillvattenledningar är lämplig, så garanterar det inte att rotinträngning kan undvikas helt (ibid). Det kan fördröja rotinträngningen så att det sker när ledningar har nått sin livslängd och ändå måste bytas ut (ibid). Det minskar kostnaderna betydligt. Däremot bör träd med aggressiva rotsystem aldrig placeras nära känsliga avloppsledningar (Orvesten et al. 2003). Egenskaper hos både träd och buskar som också bör undvikas är en preferens för fuktiga miljöer, aggressivt rotsystem och hög tillväxttakt (Stål et al. 2005). Återigen kan alla sorters träd och buskar tränga in i avloppsledningar, utan det handlar om när och i vilken omfattning (ibid).

Slutligen behövs rätt mängd och kunskapsrik skötsel för att de gynnsamma etableringsförhållandena, som investerades i vid nyanläggning, ska kunna bibehållas (Persson et al. 2024b). Om exempelvis jorden inte förbättras med ektomykorrhizasvamp rik jord, så kan mikroorganismer, svamp, växter och djur sprida sig till området, om de inte rensas bort vid skötsel (ibid).

Annars finns bara de organismer som lyckades bli kvar vid anläggning eller som följer med ny jord och nyplanterade växter (ibid). För intensiv skötsel, konstgödning och bekämpningsmedel motverkar biologisk mångfald, vilket kraftigt minskar chanserna för symbios och självförsörjande ekosystembildning (ibid). Dessutom begränsas förnygring av träd och buskar (ibid). I Sverige finns exempelvis gamla värdefulla lövträd men återväxten är dålig på grund av för intensiv röjning (ibid). En välinformerad och utförd förvaltning av urbana gröna miljöer skulle även säkerställa bättre och hållbar planering av städer (Moreno et al. 2023).



Illustrationen demonstrerar trädflyttningsformeln och hur den räknas ut, vilket beror på stamomfånget på trädet. Desto större stamomfång desto längre avstånd till schaktning/ledningsarbete.

FIGUR 14: FLODIN (2025)

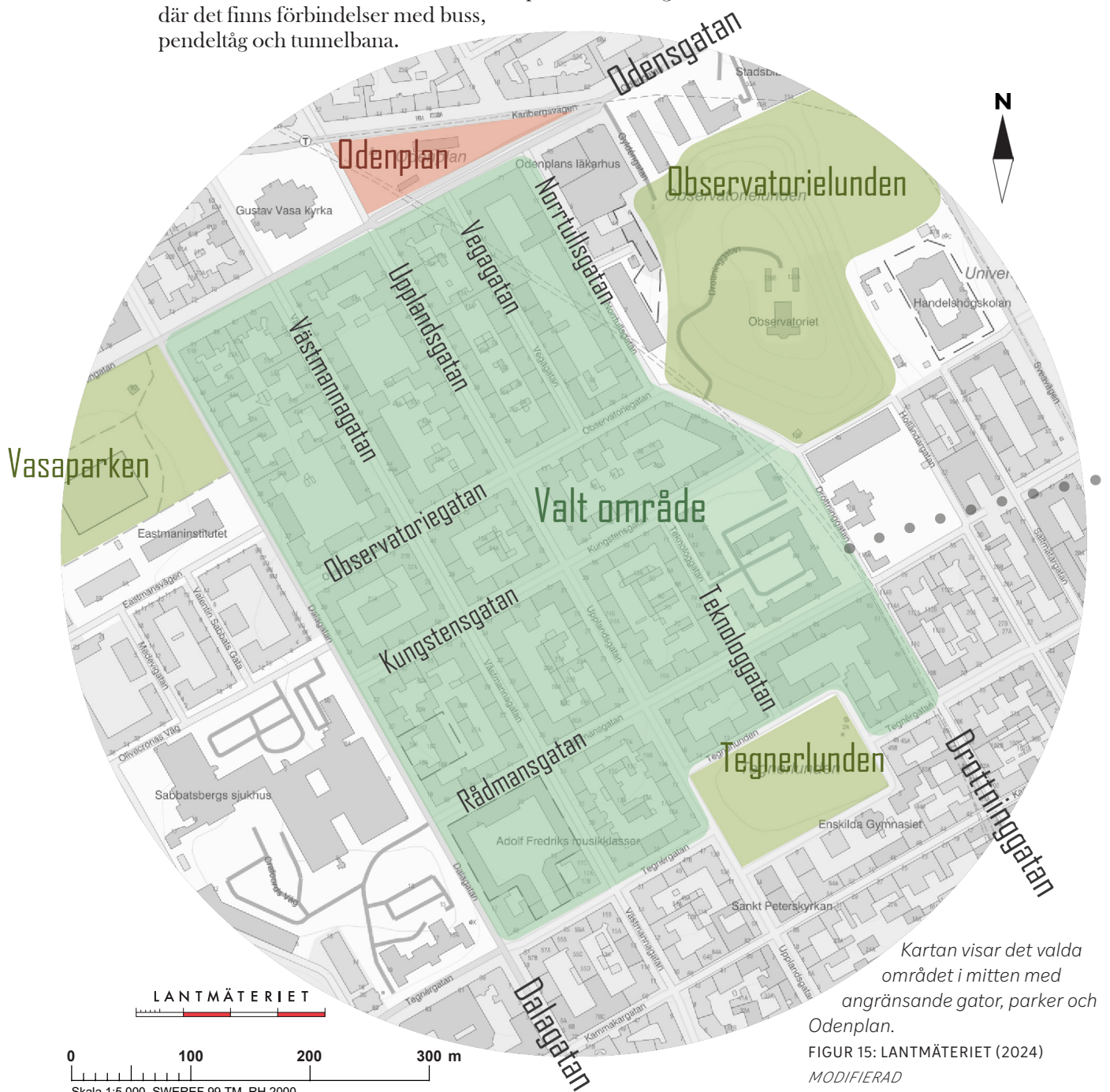
Tänk om Tänk grönt

— Platsanalys och idéförslag för ett klimatanpassat Vasastaden,
Stockholm

Vasastaden idag - möjligheter och begränsningar

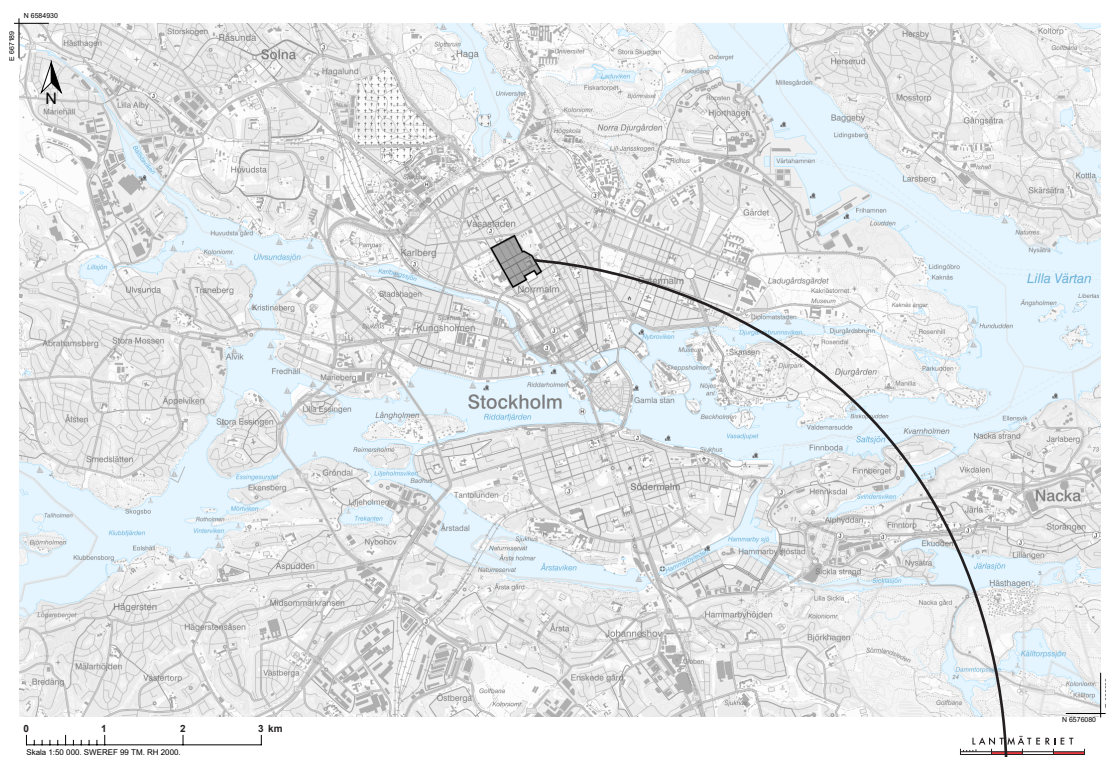
Området som användes för att förankra idéer blev Vasastaden som befinner sig i norra Stockholm stad (se figur 16 & 17). Det valda området gränsar till tre parker, som är Observatorielunden, Vasaparken och Tegnerlunden (se figur 15). Platsen ligger även intill kommunikationsnoden Odenplan där det finns förbindelser med buss, pendeltåg och tunnelbana.

Ytan för det valda området är grovt uppskattat till 20,4 hektar. Gatorna inom områdets gränser är Västmannagatan, Upplandsgatan, Vegagatan, Norrtullsgatan, Drottninggatan, Observatoriegatan, Kungstensgatan, Rådmansgatan, Tegnerlunden, Teknologgatan. Dalagatan fungerar som områdesgräns och ingår inte i förslaget.



Kartan visar det valda området i mitten med angränsande gator, parker och Odenplan.

FIGUR 15: LANTMÄTERIET (2024)
MODIFIERAD



Kartan är över storstockholm med området markerat i svart.

FIGUR 16: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD MODIFIERAD ORIGINAL I A3



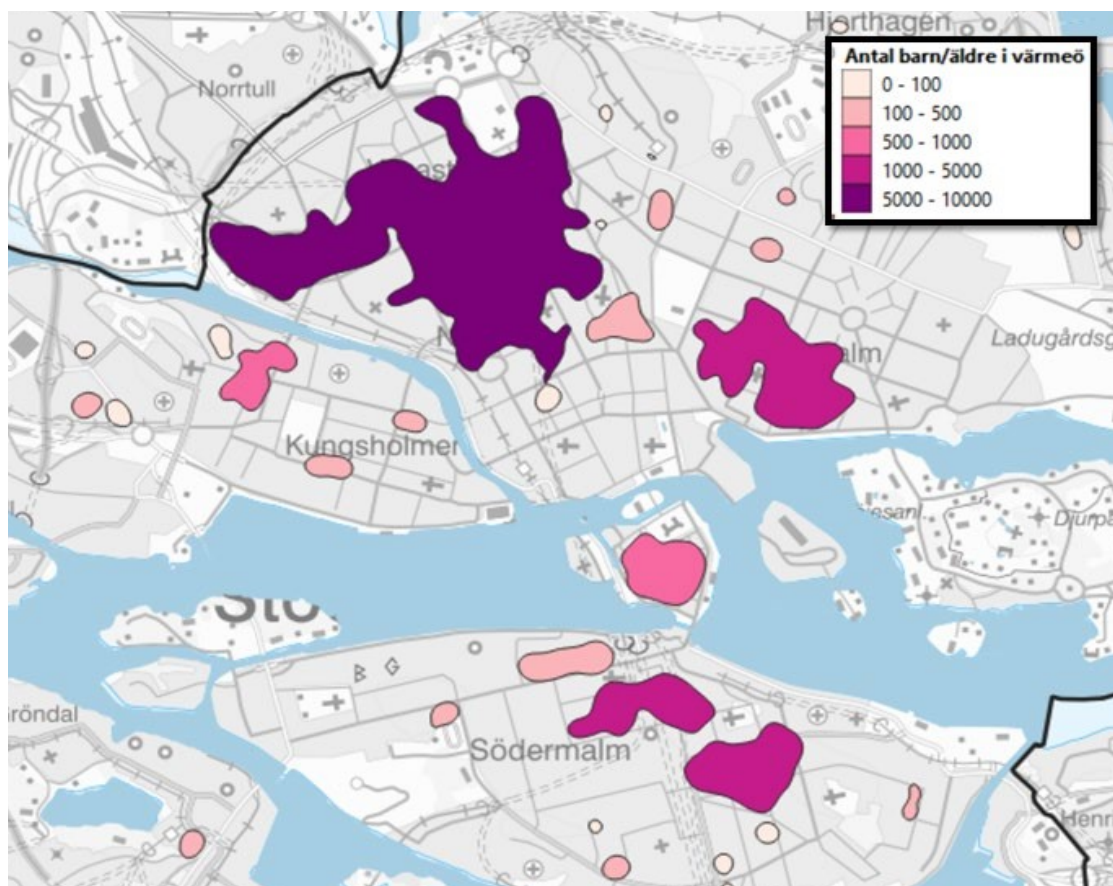
Kartan är över en del av Vasastaden med området markerat i svart.

FIGUR 17: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD ORIGINAL I A3

Problembilden

I Vasastaden bor det många inom känsliga grupper i en värmeö (se figur 18). Värmeöeffekter ökar dödligheten och hälsoproblem på grund av ihållande värme, speciellt vid hög värme under hela dygnet, eftersom det försvårar kroppens återhämtning. De grupper som är extra utsatta för höga temperaturer är bland annat äldre, personer med funktionsnedsättning, små barn och gravida (Stockholms stad 2024d). Det betyder att det finns ett stort behov av klimatanpassningar i Vasastaden, speciellt för att motverka höga temperaturer. Därför valdes Vasastaden till experimentområde.

Själva gränsdragningen i Vasastaden berodde på placeringen av parkerna runt omkring. Utifrån kartanalyser från Lantmäteriet uppmärksammades att det finns en möjlighet till att förstärka den gröna kopplingen mellan parkerna samtidigt som klimattrygga passager till och från parkerna kan skapas. På så sätt isoleras inte sårbara grupper i sina hem utan kan färdas i staden till de svalkande parkerna och uppleva trädens viktiga ekosystemtjänster.



Figuren visar att Vasastaden är ett område där det är många inom sårbara grupper, dvs barn och äldre som bor inom en värmeö. Det finns flera sådana ställen i Stockholm men Vasastaden utmärker sig i den här kartan.

FIGUR 18: MILJÖFÖRVALTNINGEN, STOCKHOLM STAD

Förutsättningar

För att förstå området i sin helhet kommer nu ett antal kartanalyser att presenteras och avslutas med upptäckter från platsbesöket. Idéförslaget får på så sätt en verklighetsförankring, där den teoretiska kunskapen om klimatanpassning anpassas till ett verkligt scenario.

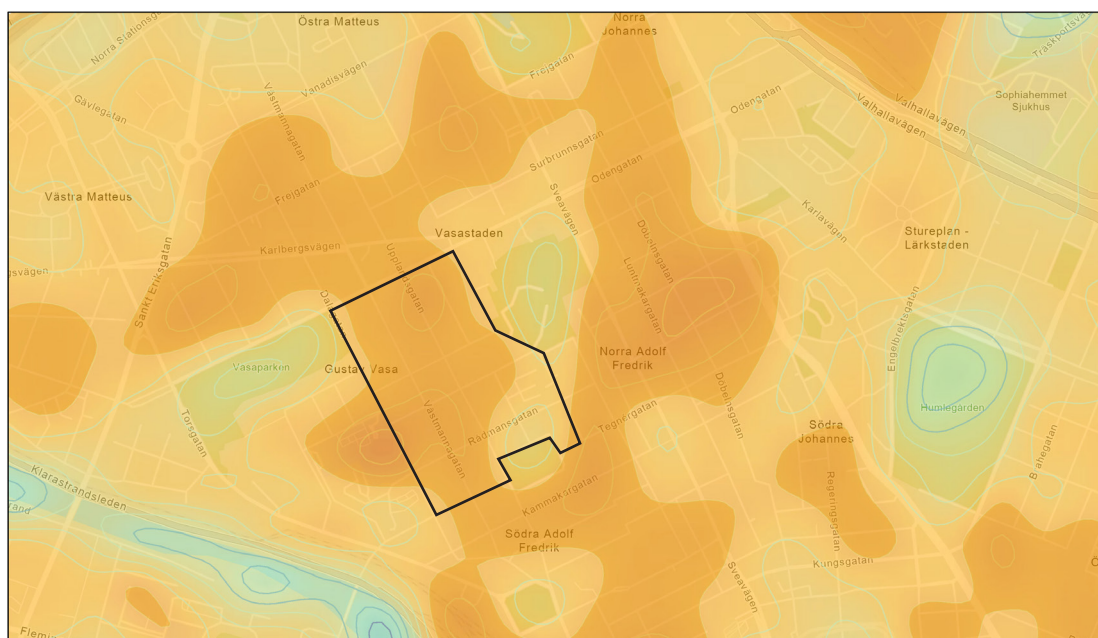
Temperatur

Vasastaden befinner sig i som tidigare nämnt i en värmeö. Figur 20 visar även på att det är varmare i själva gaturummet, innanför det valda området, jämfört med omgivande parker (Lantmäteriet, 2024). Det betyder att det valda gaturummet (se figur 19) är i stort behov av klimatanpassningar som fokuserar på värmeöar och sänka temperaturer. Temperaturer förväntas även att öka (Länsstyrelsen Stockholm u.å.), vilket förstärker behovet av åtgärder i ett förebyggande syfte, för att skydda de sårbara grupperna.



Fotot ska fånga känslan att gå i en varm hårdgjord gata

FIGUR 19: FLODIN (2024)



2024-09-11

Värmeöar

Temperaturkurvor uppmätt strålningstemp

20,000000 - 29,000000

29,000001 - 31,000000

31,000001 - 34,000000

34,000001 - 39,000000

World Hillshade



0 0.07 0.15 0.3 mi
0 0.13 0.25 0.5 km

Lantmäteriet, Esri, TomTom, Garmin, FourSquare, GeoTechnologies, Inc., METI/ NASA, USGS, Esri, Intermap, NASA, NGA, NMA, USGS

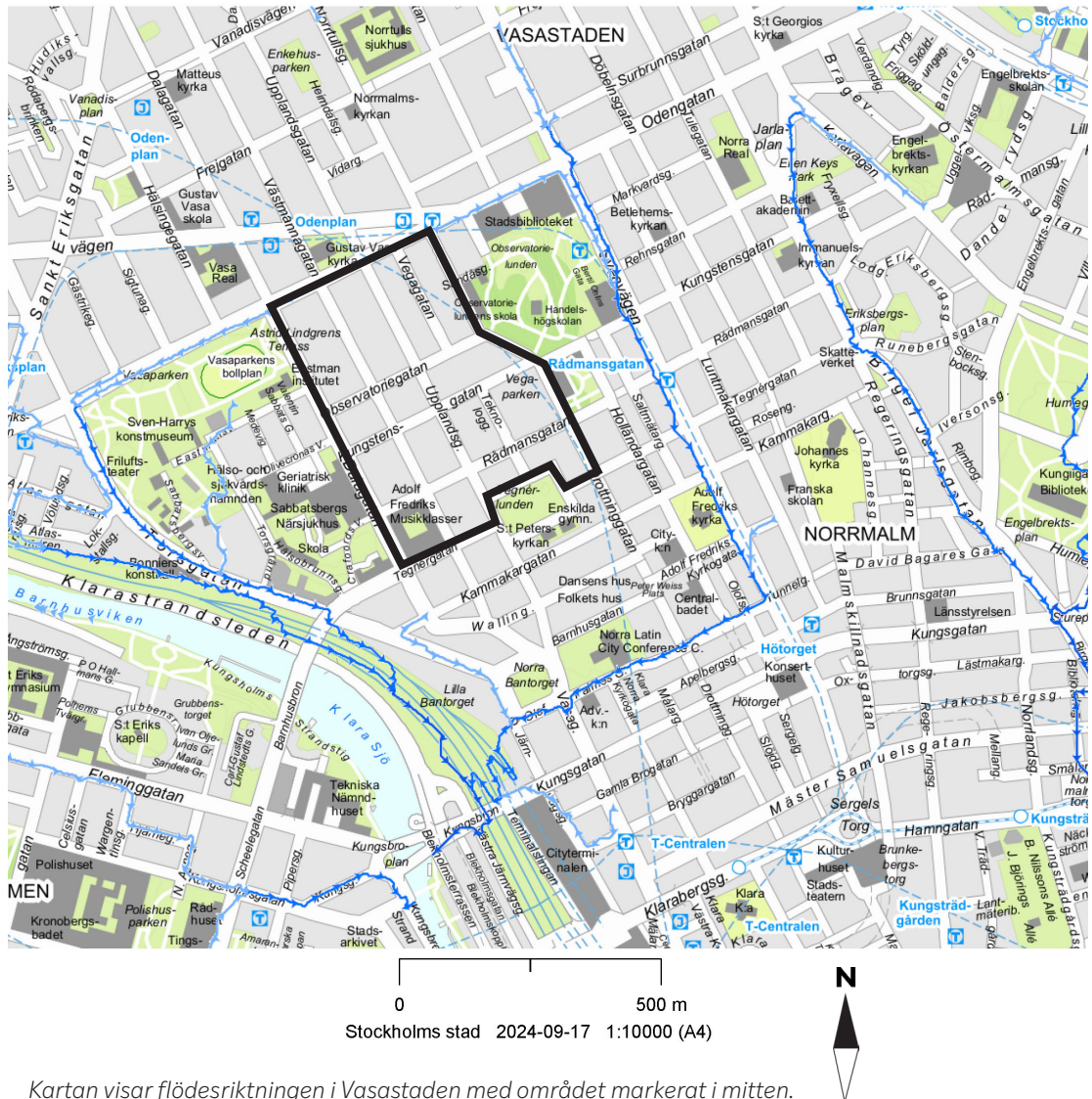
Kartan visar att gatumiljön inom det valda området är varmare än de omgivande parkerna

FIGUR 20: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD: GJORT MED GIS

Nederbörd & Vattenflöde

Genom en analys av kartan nedan är nederbörd och vattenflöde inte ett problem utifrån en översvämningsaspekt. Vattnet rinner snarare iväg från området (se figur 21) och kan bli ett problem för intilliggande lägre områden. Däremot kan det bli svårare för växtlighet att klara sig, om det inte finns växtbäddar som effektivt kan samla upp dagvatten och motverka evaporering i

växtbädden (Persson et al. 2024b. Dagvattnet skulle även kunna renas via fyto Remediering (Hoban 2019). Det kan därför behövas mer torktåliga växter i sådana här områden, där värmeeffekten är stark och vatten leds naturligt bort. Skulle däremot vatten samlas upp inom området skulle det motverka översvämningsrisken för närliggande områden, vilket skulle kunna bli en positiv lösning för en större del av Vasastaden.



Kartan visar flödesriktningen i Vasastaden med området markerat i mitten.

FIGUR 21: STOCKHOLM STAD(2024) MODIFIERAD: URSPRUNGLIGT I LIGGANDE A4

Topografi

Genom att studera flödesvägar och topografin (Lantmäteriet, 2024; Stockholm stad, 2024) förstärks hypotesen av att området är som en konvex platta, vilket gör att regnvatten rinner ifrån området åt olika håll (se figur 22). En hårdgjord miljö som redan är torr kan med en sådan topografi bli ännu torrare,

vilket försvårar etablering av och tillväxt av träd (Persson et al. 2024b; Zhang et al. 2023). En lämplig växtbädd som ska kunna stödja träd i den här miljön, skulle kunna inspireras av takplanteringar som angriper liknande problem. Regnvatten blir även en viktig resurs, där stuprör som leder vatten till växtbäddarna blir en central lösning.



Kartan visar att området ligger på en berggrund (röd) med omgivande morän (grå) som ger stabila markförhållande med god luftkapacitet. Kompaktering bör därför inte vara ett huvudproblem för växternas rotsystem gentemot den bristande vattentillgången.

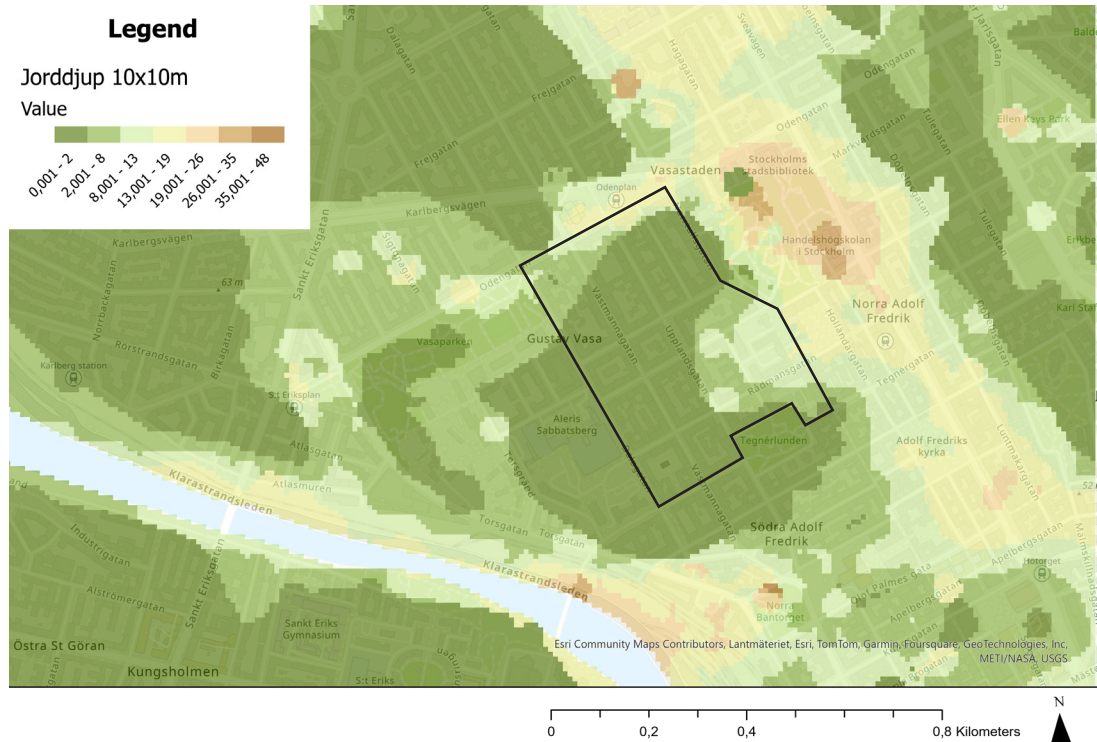
FIGUR 23 (HÖGER): LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD: URSPRUNGLIGEN LIGGANDE A4



Jord och jorddjup

Jordmånen består främst av morän och berggrund (se figur 23), vilket ger stabila och luftiga förhållanden men med dåliga vattenhållandekapaciteter. Det betyder att vattentillgången kommer att vara den främsta begränsande faktorn för växtligheten, eftersom vatten också leds bort. Jorddjupet är även grunt (se figur 24), vilket gör att växtlighet kommer att gynnas av bredare växtbäddar för att få tillräckligt med jordvolym. Dessa aspekter spelar

dock kanske mindre roll om växtbäddarna ändå ska konstrueras av skelettjor, och inte bara planteras direkt i den befintliga jordmånen under trottoaren. De nya växtbäddarna kanske däremot kan utnyttja den lokala moränen tillsammans med biokol eller jord från buskmarker som innehåller mykorrhizasvampar, för att förbättra de biologiska faktorerna i jorden som har hämmats under en lång markförsegling (Louise et al. 2024).



Kartan visar att jorddjupet är max 2m under det valda området.

FIGUR 24: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD: GJORT MED GIS



Kartan visar stadsdelen Vasastadens gränser inom Stockholmsområdet och parkernas utbredning inom Vasastaden.

FIGUR 25: STOCKHOLM STAD (2024) MODIFIERAD: URSPRUNGLIGEN LIGGANDE A4

Grönområden

Vasastaden i helhet har fyra större parker vilka är Vasaparken, Observatorielunden, Vanadislunden och Bellevueparken, annars består Vasastaden av mycket hårdgjord mark med insprängda fickparker. Dessa insikter upptäcktes av kartstudier av ovanstående karta. I figur 25 så tydligörs att Vasastaden skulle gynnas av gröna stråk som länkar samman parkerna och ger klimatsäkra passager i den varma stenstaden.

I angränsning till det valda området

finns det tre parker som är Vasaparken, Observatorielunden och Tegnerlunden, vilket även syns i ovanstående karta. Däremot räknas tekniskt sett Tegnerlunden till stadsdelen Norrmalm. Det betyder att det valda området uppnår 300-regeln med närhet till dessa parker (Konijnendijk & Östberg 2022). Däremot uppnås inte 3 träd och inte 30 % krontäckning i gatumiljön (ibid), möjligtvis om innergårdarna räknas in. Därav skulle gatumiljön behöva klimatanpassas.

Gaturummet idag

Området ligger precis intill pendeltågsstationen Odenplan och upplevdes under platsbesöket, med analysmetoden *Landing*, som funktionsfokuserat med fokus på verksamheter, garage (se figur 26) och lastplatser. Verksamheterna består av skolor, restauranger, caféer och butiker. I gaturummet upplevdes bilen stå i centrum där alla trottoarer kantas av parkerade bilar (se figur 28) och där gående hänvisas till övergångsställen. Även om gående har företräde vid övergångsställen så upplevdes bilarna ofta ovilliga att vilja stanna. Gaturummet är inte något människor uppehåller sig vid utan passerar, förutom vid eventuella uteserveringar. Det fanns få offentliga ställen att stanna upp och sitta vid längs de långa gatorna, som inte var kopplat till de kommersiella verksamheterna. De flesta trottoarer var breda och gav bra promenadmöjligheter och långa siktlinjer. Trottoarerna i direkt solljus upplevdes varma, även under en höstsol.

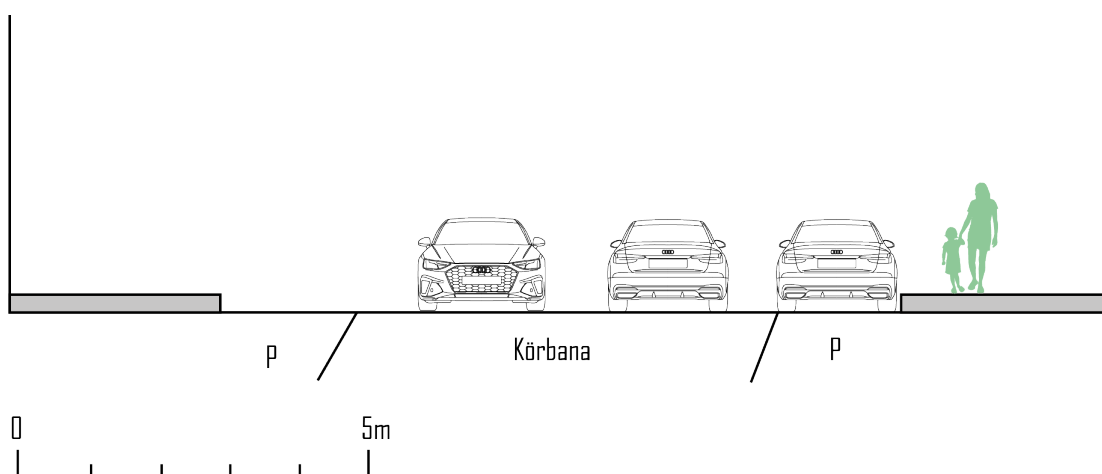
Det verkar även finnas ett behov av fler cykelställ (se figur 27), vid befolkade verksamheter.



Fotot visar en tom parkering intill ett garage, vilket väcker frågan om parkeringens behov.
FIGUR 26: FLODIN (2024)



Fotot visar cyklar som är fastlåsta kring ett träd. Det verkar finnas för få cykelställ.
FIGUR 27: FLODIN (2024)



Illustrationen är ett snitt som visar hur gatan är fördelad idag.
FIGUR 28: FLODIN (2024)

Hur området används

Under egna observationer vid platsbesöket noterades att de flesta som var ute drogs till parkerna för vila, lek och lunchpaus (se figur 30). Det verkade som om det var flera som drogs till att äta sin lunch ute vid platsbesöksdagens behagliga väder. Sittplatser under träden i parkerna verkar dra till sig flest människor, vilket tyder på behovet av trädens svalka. Det verkar också finnas en vilja till grönska i gaturummet vid uteserveringar. Matverksamheterna hade ställt ut krukor med växter och ett café hade expanderat sin uteservering över parkeringar och lagt ut en grönmatta (se figur 31). Matverksamheterna verkar veta att människor gärna sitter ner med lite skydd från omgivningen och gärna med grönska. Därför finns det ett underliggande behov av mer grönska i gaturummet, dels för att hantera värmen men även för att locka människorna till verksamheterna.

Vid en spontan konversation med en

äldre boende i området, berättade han att de har stora innergårdar, vilket syns på kartunderlag (Lantmäteriet, 2024) men jag fick även se deras, (innergårdarna är låsta från allmänheten). Däremot ska deras innergård ge plats åt ett nytt hus (se figur 29), vilket många var upprörda över enligt personen. Så de boende verkar ha goda möjligheter till grönska på sina innergårdar men att dessa hotas vid förtätning. Det kan betyda att grönska i gaturummet inte bara kommer att gynna passerande besökare utan även de boende.



Fotot visar att en del av innergården har förberetts för nybyggnation.

FIGUR 29: FLODIN (2024)



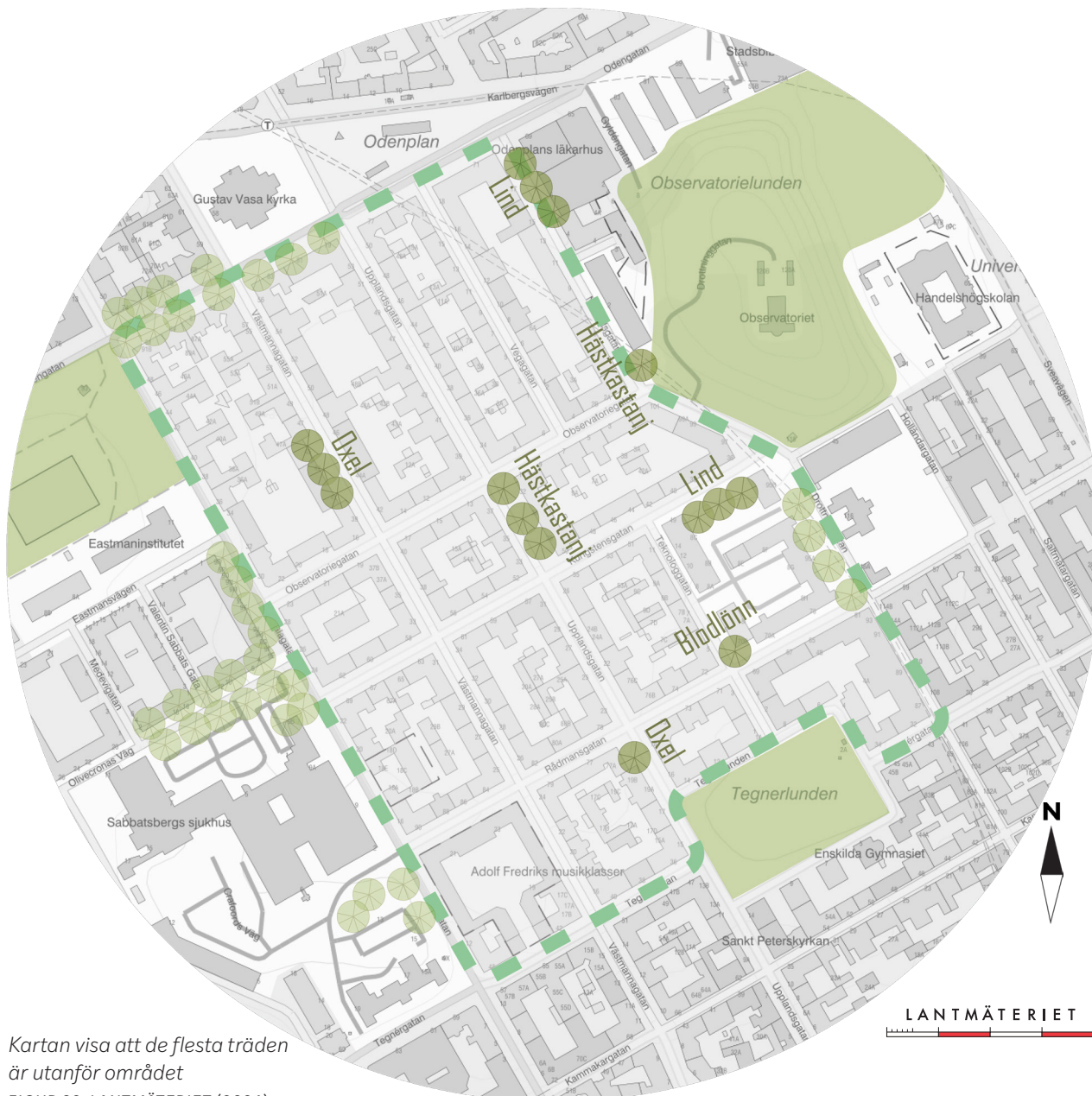
Fotot visar människor som sitter och äter lunch i Tegnerlunden

FIGUR 30: FLODIN (2024)



I fotot anas en grön matta under fikaborden

FIGUR 31: FLODIN (2024)



Kartan visa att de flesta träden är utanför området

FIGUR 32: LANTMÄTERIET (2024)

MODIFIERAD

Befintliga träd och skador

De flesta träd finns i anslutning till området snarare än inom (se figur 32), vilket noterades under platsbesöket och kartanalyser (Lantmäteriet, 2024; Google maps, 2024). Det finns däremot några enstaka träd i gatumiljön som består av lindar, hästkastanjer, lönnar och oxlar. Lindarna och hästkastanjerna ser ut att lida av torkstress. Parkerna i närheten har även dessa trädarter. Trädarter som dominerar är alltså inhemska men på Sveavägen som ligger öster om Observatorielunden har Plataner, vilket kan tyda på att exotiska växter har börjat

introduceras i Vasastaden.

Att lindar uppvisar torkstress är intressant med tanke på att forskning (Haase & Hellwig 2022) visar på att lind-släktet uppvisar god hälsa i en urban kontext medan hästkastanj-släktet och lönn-släktet visar ökade nivåer av skada. Samtidigt som lönn ska klara torka i en svensk kontext (Sjöman, et al 2015 se Haase & Hellwig 2022). Det kan betyda att dessa lindar utsätts för extra svåra förhållanden eller bristande kunskap kring identifiering av skador från undertecknande. Oavsett försvårar det växtvalet för idéförslaget.



Kartan visar hur trafiken fungerar i området och närhet till kommunikationsnoden Odenplan.

FIGUR 33: LANTMÄTERIET (2024)

MODIFIERAD

Trafiksituationen idag

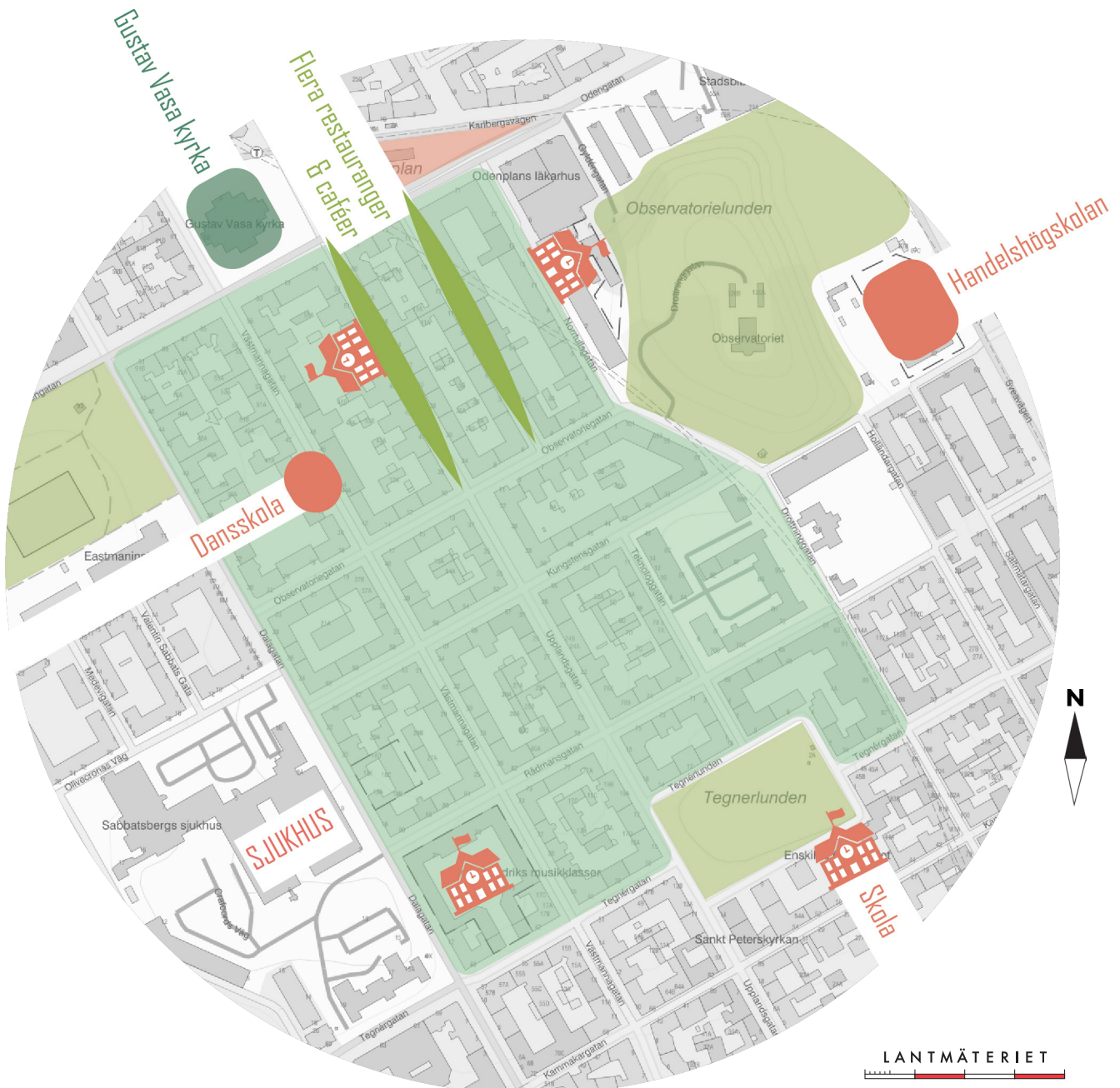
Det är relevant att kartlägga centrala trafikfunktioner inför en klimatanpassning för att förstå gaturummets användning och begränsningar. På så sätt kan klimatanpassningen ta hänsyn till befintliga funktioner och behov. Utifrån platsbesök och kartanalyser (Lantmäteriet, 2024; Google maps, 2024) innehåller området många privata garage och parkeringar längs med gatan. Det finns även några enkelriktade

gator och en busslinje som går inom området (se figur 33). Längs med Drottninggatan som fortsätter söderut från området är det ett enkelriktat gångfartsområde (ibid). Vid Odenplan finns det många transportmöjligheter som buss, pendeltåg och tunnelbana. Det finns även bilpooler och flera större allmänna garage. Det väcker möjligheterna att minska det starka bilfokuset inom området.

Verksamheter och brukargrupper

Inom området finns det framförallt två gator som har flera restauranger och caféer, där finns även majoriteten av områdets uteserveringar, enligt egna observationer och kartanalyser (Google maps, 2024).

Både inom området och i anslutning finns det skolor (se figur 34). Det finns både gymnasieskolor och grundskolor, vilket tillsammans med sjukhuset gör att det rör sig många olika åldersgrupper inom området.



Kartan visar var de olika verksamheterna finns.

FIGUR 34: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD

0 100 200 300 m
Skala 1:5 000. SWEREF 99 TM. RH 2000.

Vasastaden under kronorna

Utifrån egna observationer och kartanalyser tillsammans med undersökningar med skisser sammanställs förslaget till nedanstående planillustrationen, figur 35. Förslaget

bygger på två programplaner som förklarar trädplacering respektive trafikhantering (se kommande sidor). Resultatet landar i 4 principgator som innehåller olika nivåer av klimatanpassningar som förklaras mer ingående efter programplanerna.



Kartan visar förslagets sammanställda delar och hur det förhåller sig till omgivningen

FIGUR 35: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD

Program för en övergripande trädplan

- Befintliga träd behålls men genomgår en växtbäddsförbättring
- Placering av nya träd prioriteras i de solbelysta gatorna
- Träd placeras även i närhet till tyngre trafik för deponering av luftföroreningar
- I skuggade gator undviks nya träd för att bibehålla god luftgenomströmning
- Det gröna bandet ska innehålla en hög diversitet av träd och växtbädden ska maximeras



Förslaget för den nya övergripande trädplanen bygger på principer från kunskapssammanställningen. Fler träd har placerats i de sydost-nordvästgående gatorna, eftersom de är mer solbelysta jämfört med de tvärgående gatorna (se figur 36). Det är för att maximera trädens skuggningskapacitet för att hantera värmeöeffekten (Janku et al. 2024; Weidmüller et al. 2024). Tvärgående gatorna som är skuggade från höga byggnader har träden placerade framförallt i anslutning till högre trafik. Det är för att uppnå ett bra luftflöde i gatan, där det inte behövs träd för skugga, men där träden också fångar upp luftföroreningar från trafiken (Pleijel et al. 2024). Tanken är att träd framförallt ska finnas i en större mängd vid trafiken för att fungera som ett biofilter eller en barriär. På så sätt minskas mängden luftföroreningar som tar sig in i området och fastnar i gatorna som innehåller fler träd (ibid). Som det nämns i kunskapssammanställningen så bidrar fler träd till bättre skugga men förhindrar även luftflödet så att luftföroreningar inte vädras ut (ibid). Därför är det fördelaktigt om luftföroreningar förhindras från att infiltrera gatorna med fler träd, eftersom risken är stor att de fastnar i gaturummet. De föroreningar som oundvikligt kommer att infiltrera de träd täta gatorna, där kommer förhoppningsvis träden att hantera föroreningarna via gasutbytet.

I förslaget finns det även en grön gata som är förslagens ryggrad. Konceptet för gatan är en naturfartsgata, där gatan anpassas så mycket som möjligt efter träden och växtligheten. Det ska erbjuda en ny slags gata i gatumiljön som bryter normer men som också erbjuder en klimat-trygg passage från Odenplan till Tegnerlunden. Om gatan skulle bli helt krontäckt, (vilket det inte skulle bli) motsvarar det ändå ungefär bara 12% krontäckning, om ytan för områdets gatumiljö uppskattas till 62 127 kvm och naturfartsgatan till 7 513 kvm. Det visar på mängden träd som egentligen skulle behövas inom det valda området för att kunna uppnå 3-30-300 regeln (Konijnendijk & Östberg 2022).

Träden ska planteras i skelettjordar enligt stockholmsmodellen (Stockholms

stad 2024e) och de befintliga träden får en växtbäddsförbättring, för att underlätta deras fortsatta överlevnad. Dagvatten ska ledas ner i skelettjorden för bevattning och överskottet kan ledas bort med dräneringsledningar. Stuprännor från tak kan även ledas ner i växtbädden för extra bevattning. Växtbäddarna inspireras även av exemplet i Geneva med genomgående brunstruktur (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022). Exakt konstruktion och utformning utformas efter vidare undersökningar. En ytterligare viktig notering är att det inte finns några garantier att träd kan placeras som i förslaget på grund av bristande underlag utan det här är ett diskussionsunderlag som måste undersökas vidare.

Växtval och dynamik

Växtvalet består av arterna på nästa sida. Arterna är främst exoter för att kunna klara den krävande ståndorten, några arter ingår däremot i samma släkt som vissa inhemska arter. Förhoppningen är att insektslivet kan lättare anpassa sig efter arter som ingår i samma släkten som de inhemska växterna. Det finns däremot ett fåtal inhemska arter som förhoppningsvis ska klara sig. Genom att ha ett växtval som består av en hög diversitet, kan kylningseffekten öka och mikroklimatet förbättras (Arzberger et al. 2024). Förbättras mikroklimatet kan möjligtvis de inhemska arterna klara sig bättre. Växtvalet består också av en blandning av exoter och inhemska arter för attrahera pollinatörer, bidra med färg och ha ett pragmatiskt förhållningssätt (Garland & Wells 2021; Yang et al. 2024) De inhemska träden som redan står i gatumiljön kommer även att behållas, för att öka mängden inhemska arter och använda skuggan från höga etablerade träd.

Arterna har valts ut efter speciella karaktärer som salttålighet och kvävefixerande förmåga som är användbara i urbana miljöer. Arter som också nämns i flera böcker har också valts ut samt arter som kan bidra med frukt till fåglar. Andra kvaliteer är om de har låg grenarea index för att släppa in solen på våren (Sjöman & Anderson 2023).

Växtvalet består också av en blandning

av barrträd och lövträd för att kunna hantera olika luftföroreningar (Kofel et al. 2024). Barrträden är även viktiga för att ta upp luftföroreningar under vinterhalvåret (Persson et al. 2024b). Skötseln i naturfartsgatan ska hållas relativt lågt för att tillåta spontan etablering som kan utvärderas utifrån vilka växter som klarar sig och sprider sig i varma gatumiljöer.

Arter som trivs i skelettjordar i soliga lägen:

<i>Abies pinsapao</i>	Spanskgran		
<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	kvävefixerande, salttålig	
<i>Alnus x spaethii</i>	Berlineral	kvävefixerande	
<i>Cornus mas</i>	Körsbärskornell		
<i>Crataegus x persimilis</i>	Sylhagtorn	salttålig, extra bra i urban miljö	*
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	kvävefixerande, salttålig, extra bra i urban miljö	**
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Smalbladig ask	salttålig	
<i>Fraxinus ornus</i>	Mannaask	medel grenarea index, salttålig	
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	salttålig	
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Korstörne	kvävefixerande, salttålig	**
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Kinesträd	salttålig	-
<i>Juniperus virginiana</i>	Blyerts-en		
<i>Morus alba</i>	Vitt mulbär	salttålig	
<i>Ostrya capinifolia</i>	Humlebok	extra bra i urban miljö	- **
<i>Parrotia persica</i>	Papegojbuske		**
<i>Paulownia tomentosa</i>	Kejsarträd		**
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	salttålig, extra bra i urban miljö	**
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall		
<i>Platanus x acerifolia</i>	Platan		
<i>Platycladus orientalis</i>	Orientalisk Tuja		
<i>Prunus dulcis</i>	Mandel		*
<i>Prunus mahaleb</i>	Vejksel	salttålig	
<i>Pyrus calleryana</i>	Litet kinapäron	salttålig	**
<i>Quercus cerris</i>	Turkisk ek	salttålig	
<i>Quercus frainetto</i>	Ungersk ek	salttålig	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	kvävefixerande, salttålig	
<i>Sorbus aria</i>	Vitoxel	salttålig	
<i>Sorbus torminalis</i>	Bergoxel	salttålig	
<i>Sorbus x intermedia</i>	Tyskoxel	salttålig	
<i>Styphnolobium japonicum</i>	Pagodträd	salttålig, låg grenarea index, hög lövarea index	-
<i>Tilia tomentosa</i>	Silverlind		
<i>Zelkova serrata</i>	Japansk zelkova	salttålig	- **

Arter som trivs i skelettjordar i skuggiga lägen:

<i>Acer tatarica</i>	Rysk lönn		
<i>Acer tatarica ssp. ginnala</i>	Ginnalalönn		
<i>Alnus cordata</i>	Italiensk al	kvävefixerande, salttålig	
<i>Alnus x spaethii</i>	Berliner al	kvävefixerande	
<i>Crataegus monogyna</i>	Trubbhagtorn	salttålig	
<i>Ostrya capinifolia</i>	Humlebok	extra bra i urban miljö	* *
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rönn		
<i>Sorbus domestica</i>	Äppelrönn		
<i>Sorbus torminalis</i>	Tyskoxel	salttålig	
<i>Tilia americana</i>	Svartlind	låg grenarea index	
<i>Tilia cordata</i>	Lind		
<i>Tilia x europea</i>	Parklind		
<i>Tilia tomentosa</i>	Silverlind		
<i>Zelkova serrata</i>	Japansk zelkova	salttålig	- * *

Växter från "Träd i urbana landskap" (Sjöman & Slagstedt 2015).

* Växter från "The essential tree selection guide" (Sjöman & Anderson 2023)

** Växter från både "Träd i urbana landskap" (Sjöman & Slagstedt 2015) och "The essential tree selection guide" (Sjöman & Anderson 2023)

- Växter som användes av Malmö stad (Malmö stad 2024a).

De arter som trivs i skugga kommer att placeras på de tvärgående gatorna som skuggas av husen. De kommer även placeras i klungor nära korsningar och trafik för att fånga upp luftföroreningar. Barrträd kommer också att prioriteras nära korsningar så att de kan fånga upp luftföroreningar under vintertid. Arterna som trivs i sol kommer att placeras på de längsgående gatorna och kommer att dominera naturfartsgatan. De arter som producerar frukt kommer att

placeras på naturfartsgatan där trafiken är starkt begränsad för att minska skötseln på de andra gatorna. Arterna kommer också att spridas ut i gaturummet så att det inte blir klungor av samma art för att undvika konsekvenserna som följer epidemier.

Det önskade resultatet är att det ska finnas tillgång till en behaglig skugga igenom hela området och där trädens ekosystemtjänster används flitigt för att skapa en trevlig livsmiljö.

Program för en trafiklösning

- Förflytta fokuset från bilen till träd och människor
- Öka mängden gångfartsgator för att underlätta framkomlighet för cyklister och gående
- Öka mängden enkelriktade gator och behålla befintliga för att minska mängden trafik och utrymmet det kräver
- Förflytta busslinjen för att kunna skapa en trafikfri gata
- Uppmuntra andra färdmedel än bilen genom att försvåra framkomligheten för personfordon
- Lämna utrymme för framkomlighet av utryckningsfordon och varutransporter
- Ta bort gatuparkeringar för att frigöra plats



För att kunna göra större förändringar i gatumiljön måste trafiken hanteras, eftersom det är en funktion som är central i gaturummet. Det är även en konkret begränsning som måste hanteras om förslaget ska kunna genomföras.

Konceptet för trafiklösningen är att gatumiljön ska omvandlas från en plats där bilen har en stor prioritet till att det är en miljö på gåendes och sårbara gruppers villkor. Det är för att kunna ge större yta till träden och deras ekosystemtjänster som kan dämpa värmeeffekten samt minska den globala uppvärmningen (Cheng et al. 2024; Janku et al. 2024; Weidmüller et al. 2024). Dessutom bör trafiken minska, eftersom det är en av de främsta orsakerna till luftföroreningar (Persson et al. 2024b). Därför ökar mängden enkelriktade gator (se figur 37) och gatuparkeringar försvinner, för att minska utrymmet för bilen. De flesta gator blir även gångfartsgator för att sänka hastigheterna och göra området ännu mer attraktivt att promenera i. Därmed förlängs Drottninggatans utformning som är ett enkelriktat gångfartsområde. Från platsbesöket noterades Drottninggatans funktioner och hantering av mängden trafik. Varutransporter begränsas till vissa tidpunkter och som ett enkelriktat gångfartsområde upplevdes gatumiljön vara på de gåendes villkor. På grund av att Drottninggatan är en existerande gata i närheten, som uppnår de önskade funktionerna, blev därmed gatan en stor inspiration till förslagens gator.

Det begränsade gatu-utrymmet ska därför bli mer till för de gående, växtlighet och sociala funktioner istället för bilen. Till naturfartsgatan (gröna bandet) ska privat bilkörning utan särskilda tillstånd förbjudas helt, för att erbjuda en gata fri från bilar. Busslinjen behöver därför förflyttas för att uppnå detta. Det beror på att naturfartsgatan måste placeras på Upplandsgatan, eftersom det är den enda gatan utan garage som bilarna behöver kunna nå (se trafiksituationen idag). Återigen kan förslaget inte garanteras och behöver diskuteras med en trafikplanerare.

Resultatet landar därmed i att idéförslaget byggs upp av **4 princip gator**

De fyra olika sorters gatorna (se figur 38) särskiljer sig utifrån mängden trafik, växtlighet och fokus på funktionalitet. Gemensamt försvinner alla gatuparkeringar för att frigöra plats. Inspiration till gatornas utformning har tagits från klimatanpassningsarbetet i Frankrike, Italiens gator och Drottninggatan.

Naturfartsgatan fokuserar på växtlighet och ska ge ett parkliknande stråk i gatumiljö och där trafiken är starkt begränsad. Naturfartsgatan placerades först i förslaget, eftersom den ställer störst krav och förändringsåtgärder. Den hamnade på Upplandsgatan, eftersom det är den enda gatan som saknar garageinfarter och därmed kan trafiken begränsas i störst grad här jämfört med de andra gatorna.

Gångfartsgatorna är klassiska gångfartsgator med fokus på sociala möten och där privata bilar får förekomma men på de gåendes villkor. Den enkelriktade gångfartsgatan har även ytterligare mindre trafik, vilket ger mer plats till grönska och gående. Gångfartsgatorna har fått tagit mest plats i förslaget, eftersom det är en beprövad princip som återfinns på flera ställen i Stockholm, inte minst på Drottninggatan (egna observationer). Därför har alla gator som inte kräver mer trafik gjorts om till gångfartsgator. De befintliga enkelriktade gatorna behålls men görs om till enkelriktade gångfartsområden. Enkelriktade gångfartsgator har också maximerats för att göra framkomligheten för privatfordon svårare, i ett försök att uppmuntra till andra färdmedel och minska mängden trafik och krav på utrymme. Däremot har de enkelriktade gatorna anpassats så att bilar som åker in i området kan komma ut och nå alla gator utan att fastna.

Bussgatan kallas bara den gatan där busstrafiken förflyttas till för att ge plats åt naturfartsgatan. Gatan påminner mest om de befintliga gatorna, men som har genomgått en ny-renovering med fler träd i gatumiljön. För att underlätta bussens framkomlighet är den här gatan inte enkelriktad. Att bussgatan blev på Västmannagatan är för att förändringen av busslinjen skulle minimeras, därför parallell-förflyttades den endast till en intilliggande gata.

De fyra olika gatorna i området

- Där träden får ta plats och trafiken sker på de gåendes villkor



Kartan visar de fyra olika gatorna samt deras huvudfokus och utbredning.
FIGUR 38: LANTMÄTERIET (2024) MODIFIERAD



Naturfartsgatan

Naturfartsgatan är ett nytt förslag till en gatuprincip och kommer att bli gatan som innehåller flest antal träd. Visionen är att gatan ska ifrågasätta hur normen ser ut för gator och sudda ut gränsen mellan park och gata (se figur 39 & 40). Gatan kommer att erbjuda effektiv svalka på sommaren med ett grönt tak. Vissa av trädarterna kommer även ha ett lägre grenarea index för att släppa in sol under vinterhalvåret (se växtval och växtdynamik).

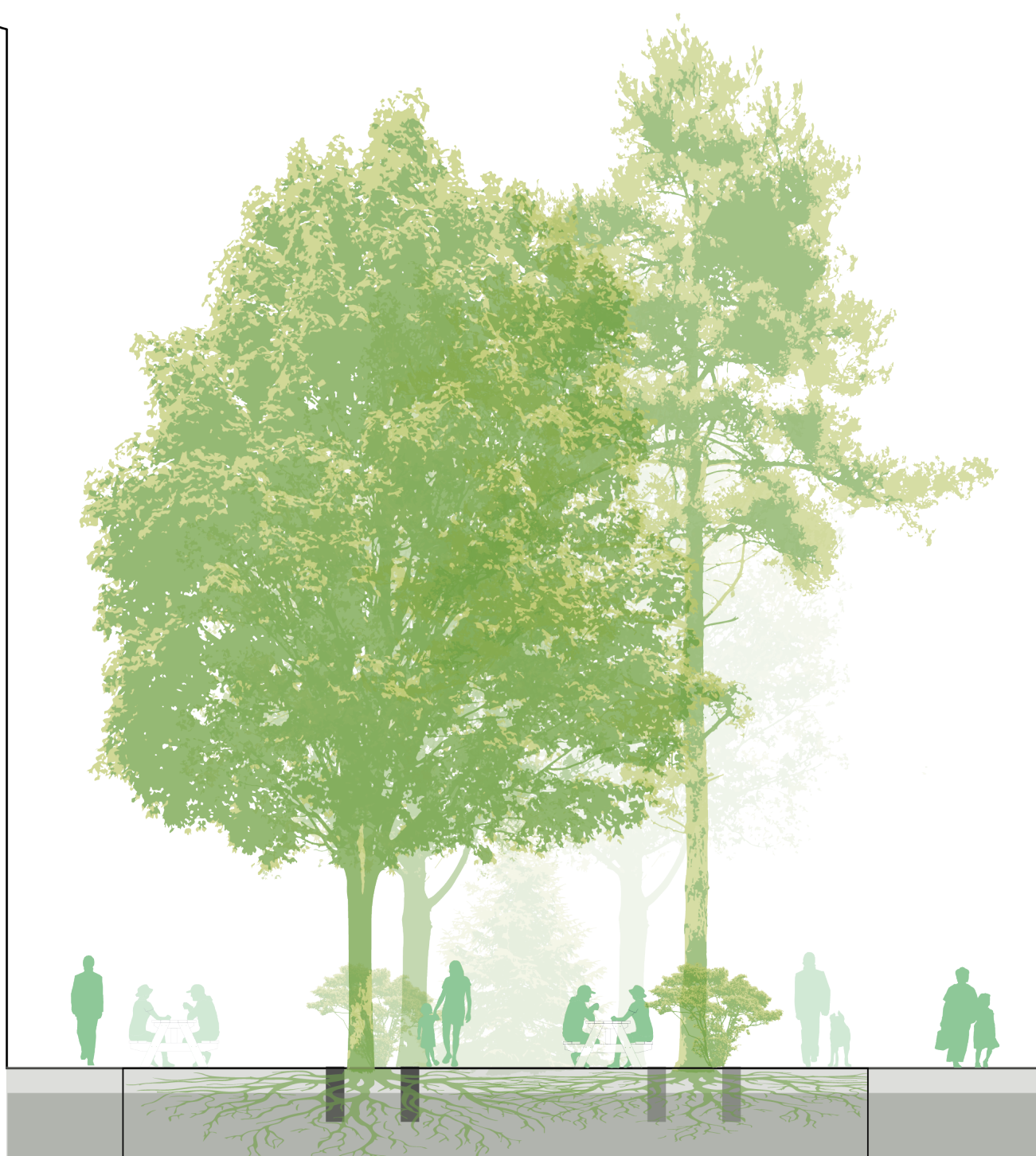
Antalet träd ska maximeras utan att riskera rotinträngning. Det ska även utföras ordentliga motverkande åtgärder för att minimera riskerna för tidig rotinträngning. Markmaterialen till gatan ska ge parkkänsla och vara genomsläppliga för vatten utan att de påverkar framkomligheten i alldeles för hög grad. De större träden kommer ha en stamhöjd fri från grenar på minst 5 m för kunna släppa fram utryckningsfordon. Buskträd eller flerstammiga träd kommer att placeras i mitten av gatan, med 6 m marginal till husen för att säkerställa utryckningsfordons framkomst. Servicefordon kommer på så sätt också kunna ta sig fram men begränsas till en viss tid på dygnet likt på Drottninggatan för att minimera trafik och framtida känslan av park.

Den nya utformningen av gatan inspirerades av arbetet för *THE TIERCE FORÊT island'* (Deboeuf de Los Ríos et al. 2022).

Naturfartsgatan ska också fungera som ett inspirerande initiativ i att möta EU:s nya förordning där tre miljarder träd ska planteras till 2030 och där urbana grönytor ska stärka de urbana ekosystemens hälsa (Dimopoulou 2024; Europaparlamentets och rådets förordning 2022/869,47). Gatan ska också vara i linje med Stockholms arbete att erbjuda goda livsmiljöer (Stockholms stad 2021).

Illustrationen visar naturfartsgatan i plan med en stor variation av träd och antalet träd som är ovanligt för en gatumiljö

FIGUR 39 (VÄNSTER): FLODIN (2024)



Illustrationen visar ett princip snitt över naturfartsgatan där miljön liknar en park. Det finns flera olika träd och några buskar har börjat dyka upp över åren. Gatulivet är lugnare och här finns plats för kontemplation. Mängden växtlighet ska även dra ner tempot för fotgängare

FIGUR 40: FLODIN (2024)



Enkelriktade gångfartsgatan

Den enkelriktade gångfartsgatan kommer att påminna om Drottninggatan men med fler träd. Den här typen av gatuprincip är inte ny utan det som föreslås är att öka mängden träd i den här sortens gatumiljö. För att göra plats för den ökande mängden träd måste gatuparkeringar bortprioriteras, även på de gator som redan är enkelriktade idag. De gator som inte har varit enkelriktade men som blir det med förslaget kommer kunna

erbjuda mycket mer utrymme åt träden och sociala funktioner än tidigare.

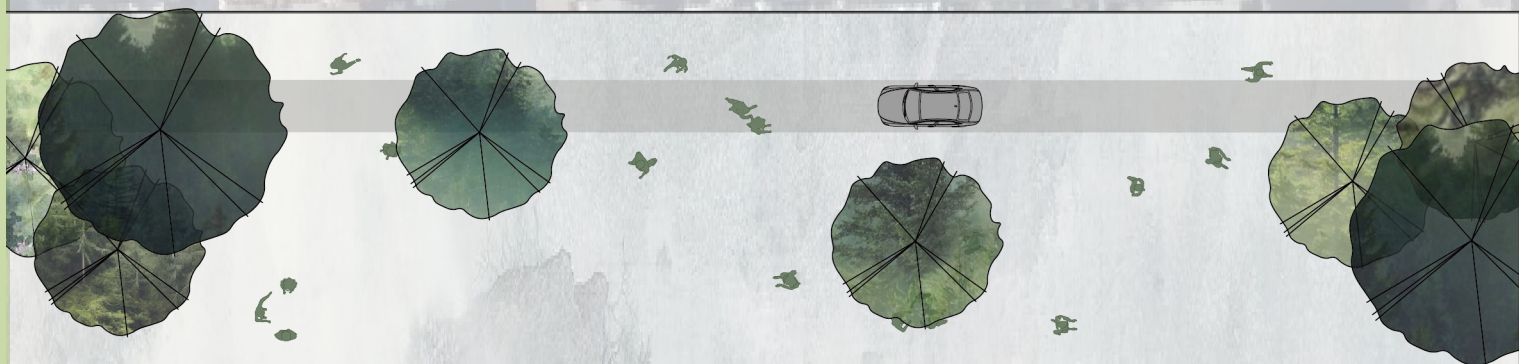
Det kommer även finnas fler möbler för att sänka hastigheten och erbjuda sittplatser (se figur 43). Markeringen för var bilarna får köra kommer inte vara lika tydligt som i planillustrationen (se figur 42), som ser ut så av pedagogiska skäl. Anledningen är för att undvika att bilförare tror att det är en vanlig väg där de har företräde utan övergångsställe, därför kommer gränsdragningen vara otydlig för att kommunicera gångfartsgata.

Återigen lämnas det även plats för framkomst av uttryckningsfordon åt båda hållen och servicefordon kan färdas längs enkelriktningen vid begränsade tider (se figur 43). Här finns det också en stor variation av träd som får ta plats. Målet är att uppnå liknande känsla som gatan i Trieste, Italien. Där uteserveringar blomstrade under trädens tak och dit man drogs för sociala möten under sommarvärmen.



Fotot visar en skylt från Drottninggatan där varustransporter är begränsade till vissa tider.

FIGUR 41 (VÄNSTER): FLODIN (2024)



Illustrationen visar den enkelriktade gångfartsgatan som innehåller relativt många träd och där bilar får färdas i en riktning. Planen visar även hur gatan används på de gåendes villkor

FIGUR 42: FLODIN (2024)





Illustrationen visar ett princip snitt över den enkelriktade gångfartsgatan, där gatan är tydligt för gående och där trädens rötter begränsas från ledningar. Här är gatulivet mer livligt och det passerar en och annan bil, cyklister kommer förmodligen föredra att passera här jämfört med naturfartsgatan där fokuset är på ett långsammare tempo.

FIGUR 43: FLODIN (2024)



Gångfartsgatan

Gångfartsgatan fungerar likt den enkelriktade gångfartsgatan med undantaget att bilar får åka åt båda hållen. Den här gatuprincipen är vanlig nära bostadsområden där hastigheten ska begränsas (egna observationer). Förslaget är att använda den här typen av princip i större utsträckning i innerstaden men med tillägget av fler träd.

Återigen kommer gränsdragningen inte vara lika tydlig som på illustrationen (se figur 44). Konsekvensen av att bilar kan åka av båda hållen kommer att bli att gatan kommer att vara mer i rörelse jämfört med den enkelriktade gångfartsgatan och naturfartsgatan (se figur 45). Människor kommer inte att välja att stanna upp lika mycket som vid de andra gatorna. Därför kan

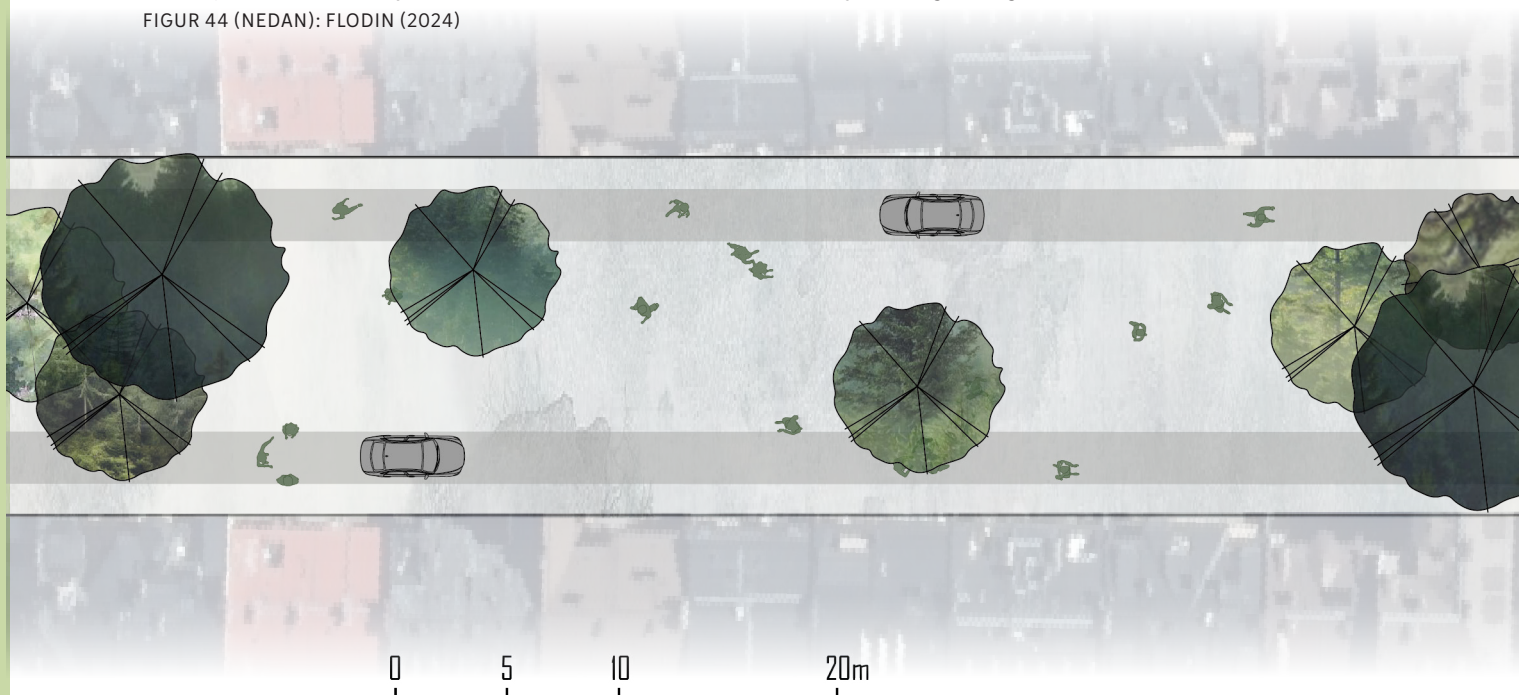
cykelställ och andra funktioner få ta mer plats i den här miljön jämfört med sittmöbler som dominerar i de andra gatorna.

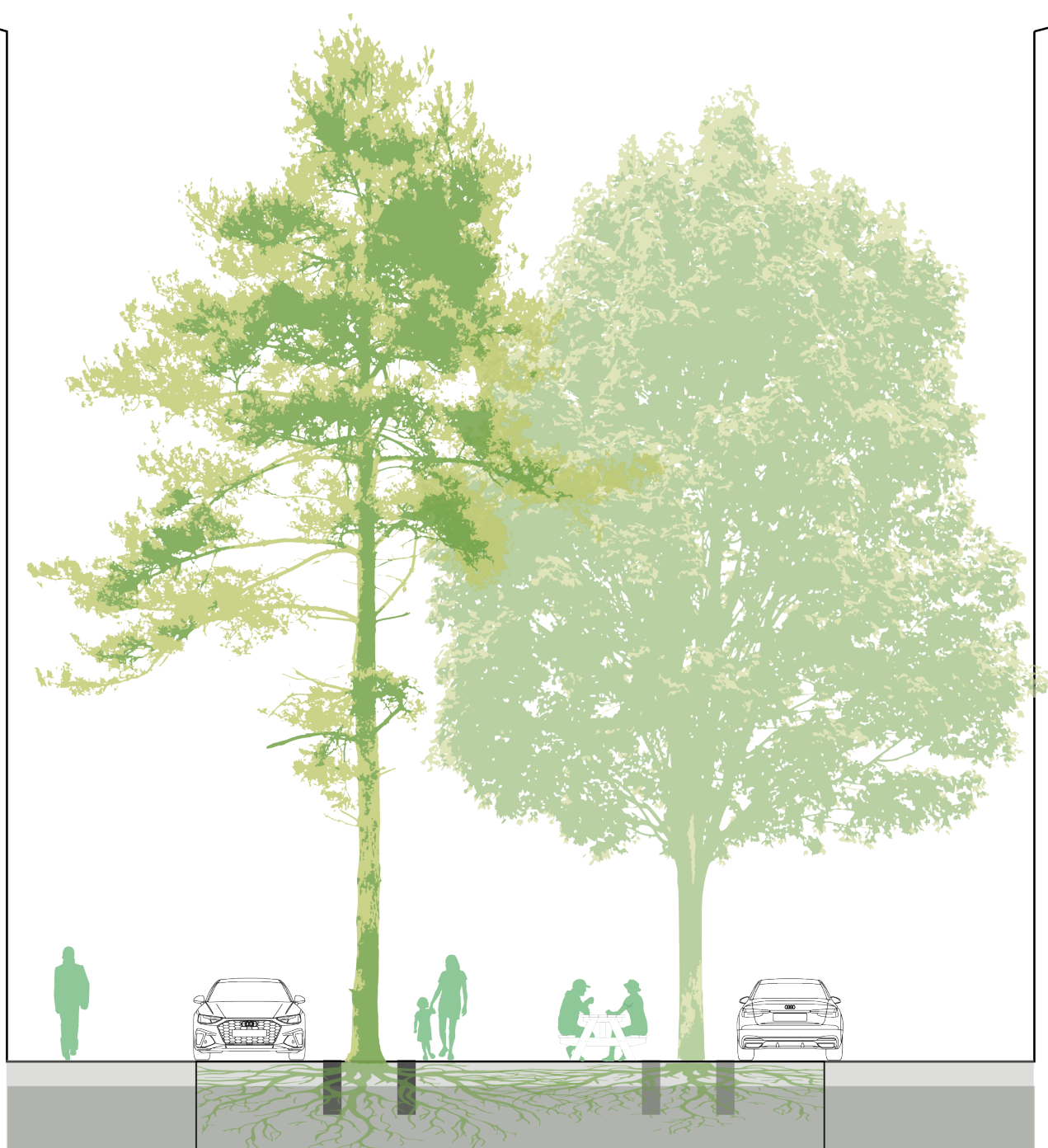
För att göra plats åt träd och tydligt signalera prioritet av fotgängare trots körfält i båda riktningar kommer gatuparkeringar och trottoarer försvinna.

Även om fordon kan färdas åt båda hållen ska gatan ändå ge en känsla av mer natur och därför kommer inte träden placeras i rader längs körbanan utan placeras i klungor och mer sporadiskt. Tanken är att den här gatan ska fungera som en övergång av normer mellan befintliga gator och naturfartsgatan, genom att påminna om befintliga gatustrukturer men där trädplaceringen är något okonventionell.

Illustrationen visar gångfartsgatan där bilar kan ta sig fram åt båda hållen, men där träden inte är placerade i rader för att utmana traditionen av den strikta utformningen av gator.

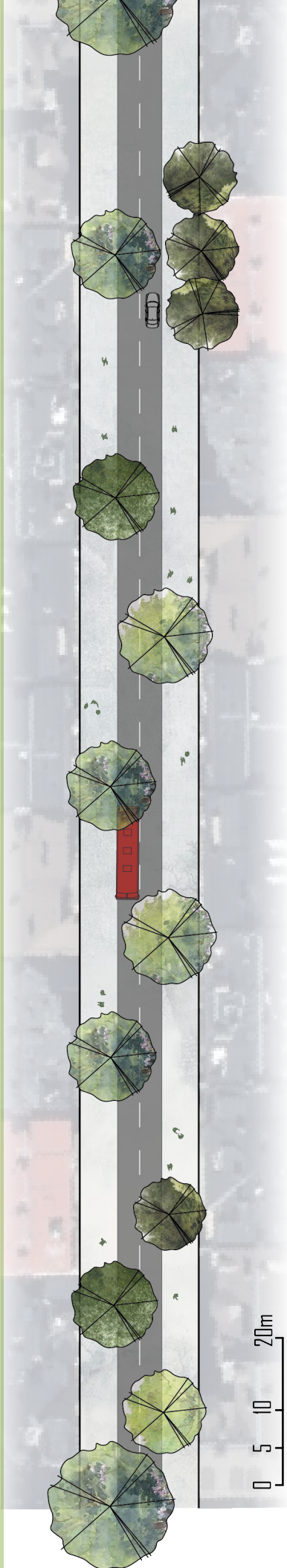
FIGUR 44 (NEDAN): FLODIN (2024)





Illustrationen visar ett princip snitt över gångfartsgatan, där de gående kan komma bort från trafik i gatans mitt. Bilarna visar däremot att viljan att stanna upp är mindre här till skillnad från de tidigare gatuförlagen.

FIGUR 45: FLODIN (2024)



Bussgatan

Bussgatan är inte ett nytt koncept utan den här typen av gatustruktur finns på de flesta nybyggda områden (egna observationer). Den kallas bara för bussgatan i det här förslaget för att namnen på gatorna ska tydligt förmedla huvudfokuset för gatan. Bussgatan kommer därför bli den gatan som de flesta förknippar med en klassisk gata (se figur 46). Gatan kommer däremot få en renovering med borttagandet av gatuparkeringar för att ge mer plats åt träd på trottoaren (se figur 47). Asfalten som vägen består av ska även vara porös för att kunna släppa igenom vatten. Eftersom det inte kommer finnas plats för lika många träd i den här strukturen, skulle det även vara önskvärt om asfalten inte var svart för att ytterligare minska upphettningen av gatumiljön. Så det som skiljer från en traditionell gata är att asfaltens egenskaper förändras.

I den här miljön finns det däremot möjlighet för några gatuparkeringar vid behov. Det är fördelaktigt om gatuparkeringar prioriteras i den här gatan så att de andra gatorna kan ge mer plats åt träd och uppnå sitt huvudfokus.

Träd kommer även placeras i rader för att signalera traditionell gata, men det kommer inte vara allér med en art för att förebygga förödande kosekvenser vid trädepidemier.

Andra funktioner som cykelställ och fler sittplatser vid busshållplatser kommer även att implementeras.

Illustrationen visar bussgatan där utformningen består av en mer traditionell trafikseparering och tydligare trädreder. Bussen syns tydligt med den röda färgen.

FIGUR 46 (VÄNSTER): FLODIN (2024)



Illustrationen visar ett princip snitt över bussgatan, där bussarna och bilarna delar fil och trädens rötter begränsas. En tydlig trafikseparering syns också. Människor kan ändå färdas något i trädens skugga.
FIGUR 47: FLODIN (2024)

Diskussion

Utifrån sammanställningen av kunskap kring trädens roll för klimatanpassning tydliggörs att trädens roll i den täta staden är viktig både för att motverka värmeöffekter och för att öka befolkningens välmående. Träden bidrar med behaglig skugga och mikroklimat som underlättar utevistelse i staden, framförallt för sårbara grupper där höga temperaturer kan vara skadliga. Grönska i allmänhet uppmuntrar utevistelse och ger mental återhämtning som är viktigt för att förbättra folkhälsan. Trädens och grönskans väsentliga roll för framtiden speglas även när de nu ingår i EU:s lagstiftning och är i fokus i fler direktiv. Däremot spelar trädens placering roll i den täta staden för att få de önskade ekosystemtjänsterna och kostnadseffektiva effekterna, både ur ett inköpsperspektiv och skötselperspektiv. Placeringen spelar stor roll i den täta staden, eftersom det är svårt att få in träd i den mångfacetterade strukturen både ovan och under jord. Placeras även träd suboptimalt kan det leda till ökade temperaturer lokalt och att luftföroreningar inte vädras bort, vilket förvärrar mikroklimatet. Det finns även flera faktorer i staden som försvårar plantering av träd. Hur växtvalet ska prioriteras, bevattning, jordmån och volym samt förhållandet till dag- och spillvattenledningar är bara några av de faktorer som bör beaktas. Den första frågeställningen besvaras därmed i kunskapssammanställningen.

Andra faktorer som hade varit intressanta att väga in i kunskapssammanställningen är biologisk mångfald, vilket även belyses kraftigt i den nya naturrestaureringsförordningen som även ligger under EU:s strategi för biodiversitet för 2030 (Dimopoulou 2024). Går det att ändra normen kring stadsstrukturen ännu mer, så

att vi tillsammans med andra arter lever betydligt närmare varandra? I ett klimatanpassningsperspektiv i Stockholm bör även översvämningar tas upp, eftersom det också är ett stort klimathot. Det har även sin egen del i Stockholms handlingsplan (Stockholms stad 2024a). På grund av avgränsningar var perspektivet tvungen att strykas, men för att kunna skapa holistiska lösningar bör det involveras. Dels för att möjligen bevattna nya träd men också för att motverka storskaliga problem med kraftigt skyfall i täta städer. Inom målet att förbättra folkhälsan och levnadsvillkor i staden finns det även fler perspektiv som hade varit intressant att undersöka som buller, fågelsång och lukt. Hur skulle man kunna förbättra upplevelser i staden utifrån våra sinnen, så att istället för att sinnena blir negativt överstimulerade i staden, så finns det möjligheter för återhämtning och positiva upplevelser?

För att kunna förändra strukturer i den täta staden så att mer grönska, träd och gröna dagvattenlösningar får plats kommer det krävas omprioriteringar, eftersom dessa klimatanpassningar kräver utrymme i en redan tät stadsstruktur. I idéförslaget försvann bilparkeringar längs gatan och bilen fick mindre plats. Bilen har länge fått stå i centrum, då den utgör en viktig del i vårt samhälle. Under senare tid har däremot bilen fått dela utrymmet alltmer med andra funktioner, som i gåfartsgator eller sommargångar. Nu när det är tydligt att det behövs klimatanpassningsåtgärder i städerna kanske bilen får ta ytterligare mindre plats. Där det finns goda kollektivförbindelser som i Vasastaden kanske det är förlegat att den privata bilen har sådan prioritet i gaturummet. Viktiga servicefunktioner, uttryckningsfordon

och liknande kommer ändå kunna komma fram utan ett starkt fokus på den privata bilen. För att dessutom uppmuntra fler att åka kollektivt eller cykla bör smidigheten med bil minska, för att göra alternativen till bilen mer attraktiva. Redan nu så undviker människor som bor i Stockholms förorter att ta bilen in till stadskärnan eftersom det är mer krävande än att åka kommunalt. Frågan är hur sådana lösningar kommer tas emot av befolkningen. Det finns ett behov att vilja spendera tid i gaturummet, eftersom sommargångar uppskattas, men samtidigt spelar bilen en stor del av vardagen.

Utifrån kunskapsammanställningen tydliggörs det också vad vi människor föredrar och mår bra av i vår omgivning men att våra stadsmiljöer ofta består av motsatsen. Grönytor byggs bort för att göra plats för fler bostäder, arbetsplatser eller andra samhällsfunktioner och för att undvika att stadsstrukturen sprider sig över mer mark. Frågan kring var staden ska utvecklas är väldigt intressant, eftersom det inte finns något svar utan handlar om att väga för- och nackdelar. I städerna får människor färre platser att vistas på utomhus vid förtätning. Speciellt om människor undviker platser med trängsel (Konijnendijk & Östberg 2022), vilket är en oundviklig konsekvens när grönytor försvinner i städerna. Det kan leda till en nedåtgående spiral av att människor söker sig till de få gröna platser som finns kvar. Problemet blir att de få platser som är kvar också förlorar sin attraktivitet när allt fler människor trängs och slitaget ökar. Det kanske måste ske en större omprioritering så att platser där människor trivs bevaras eller skapas, så att människor trivs där de bor, speciellt eftersom stor del av jordens befolkning bor i städer. Där kan idéförslaget vara en del av lösningen i att erbjuda platser i gatumiljön när staden förtätas. Frågan är om det kommer behövas samma mängd nybyggnationer och utveckling i framtiden nu när födelsetalet är historiskt lågt (Persson et al. 2024a). Minskar behovet av utrymme kommer det bli lättare att hitta lösningar för grönska.

För att klara av framtidens utmaningar

behövs en flexibel och resilient stadsbyggnadskonst. Hur det uppnås består av fler komponenter än de som nämns här. Frågan är hur en stadsbyggnadskonst som är flexibel nog att kunna förändras i takt med framtidens utmaningar och som förbättrar levnadsvillkoren i staden uppnås?

Likt kunskapssammanfattningen kan idéförslaget göras på flera olika sätt. Förslaget ökar krontäckningen i området och möjligheten till att se tre träd utanför fönstret i gatumiljön. På så sätt gör förslaget att det valda området möter kvalifikationer ytterligare för 3, 30, 300. På grund av osäkerheter kring hur exakt krontäckning räknas ut så kan inte 30% garanteras men chanserna ökar. Dessutom är förslaget i linje med EU:s nya förordning med mål att säkerställa trädäckning i staden och plantera tre miljarder träd (Dimopoulou 2024). Förslaget kan även möta behovet av svalka tillsammans med möjligheter till att kunna uppehålla sig i gaturummet, som med exempelvis uteserveringar utan biltrafik. Gaturummet kommer även kunna uppmuntra utevistelse och erbjuda en viss mängd återhämtning med det ökade antalet träd (Sang & Hedblom 2021; Olszewska-Guizzo 2023). Däremot kommer det ta år innan förslaget når sin fulla potential med större träd.

Idéförslaget kan däremot ses som radikal, eftersom den föreslår en omfattande förändring. Hur förslaget skulle tas emot av de boende är osäkert. Förslaget skulle därför kunna utvecklas ytterligare genom intervjuer, där de boende får uttrycka åsikter kring olika varianter. Exempelvis skulle förslaget kunna ha olika grader av förändring, som att endast 25% av parkeringarna tas bort eller 50%. På så sätt skulle en effektiv kompromiss kunna skapas mellan grå funktion och träd. Den typen av förslag skulle däremot behöva utvärderas ifall det kan möta behovet av klimatanpassningar. Kanske krävs det mer radikala lösningar för att få en betydande skillnad i att motverka värmeöffekter. Det finns även fler brister i idéförslaget för att det ska kunna realiseras, förutom radikaliteten. Det krävs mer information kring ledningar för att kunna planera trädplantering.

Därför kan inte förslaget garantera att det är möjligt med den föreslagna mängden träd utan fungerar mer som en tankeställare. Förslaget försöker dock lyfta att de träd som går att plantera ska planteras enligt Stockholmsmodellen och följa riktlinjer för motverkande av rotinträngning för att säkerställa trädens överlevnad. En ytterligare aspekt är om trafikomläggningen är realistisk. Den frågan skulle behövas diskuteras med en trafikplanerare. Skötsel är ännu en aspekt som skulle behöva förtydligas mer tillsammans med gatumöbler och uteserveringar. De aspekterna kan däremot endast förtydligas när en detaljerad gestaltning är aktuell. Fler utredningar skulle därför behövas för en mer detaljerad gestaltning. Utifrån kunskap från var ledningarna går kan trädens placering preciseras och utifrån trädens placering går det att placera möbler med tillgång till vårsol och sommarskugga. Vissa buskar, möbler och konst kan även placeras som farthinder för att motverka terrorattacker och sänka hastigheten från bilar.

Sammanfattningsvis skulle idéförslaget erbjuda nya sätt att tänka kring täta stadsmiljöer, eftersom normen för sådana gatumiljöer oftast är hårdgjorda utan en större mängd grönska. Kanske kan innerstadsgator omvandlas till gröna parkstråk i större utsträckning så att skillnaderna mellan park och gata suddas ut? Trots det kräver idéförslaget vidare utredningar och tvärdisciplinära analyser, för att utreda ifall det kan verkställas och vilka nya revideringar som kommer krävas.

Metodreflektion

Metoden för litteraturgenomgången var genomförbart trots det breda området. Det var däremot något tidskrävande och skulle ha striktare avgränsningar eller så skulle arbetet endast vara en litteratursammanställning. Avgränsningar för insamlandet av forskningsmaterial skulle ha varit striktare från arbetets start för att undvika lästangenter som tog tid men som inte användes i arbetet. Som tidigare nämnt finns det ännu fler aspekter inom området som också hade varit

intressant att undersöka. Därför går det att begränsa materialet på flera olika sätt och välja olika fokusområden. Att sammanställa den teoretiska kunskapen tog mycket tid från idéförslaget och av den anledningen kunde avgränsningen vara mer snäv. På grund av delvis tidsbrist så har idéförslaget en del förbättringsåtgärder.

Metoden för att ta fram idéförslaget hade ett tydligt tillvägagångssätt där mycket av relevant information synliggjordes, men idéförslaget hade gynnats av flera omprövningar i skiss-stadiet och kontakt med Stockholm stad. Att göra platsbesöket tidigt innan djupare efterforskningar gav en friare upplevelse av platsen. De intuitiva första upplevelser levde kvar i resten av processen när mer kunskap tillkom. Det underlättade även kartläsningen och vilken information som behövdes för förslaget när platsbesöket genomfördes först. Idéförslaget hade däremot också gynnats av fler platsbesök av goda exempel på lösningar, för att samla konkret kunskap och hur olika lösningar upplevs. Även om syftet för idéförslaget inte skulle vara en detaljgestaltning hade förslaget blivit mer trovärdigt om viss information hade gått att tillgå. Av den anledningen hade det varit gynnsamt att kunna ha en nära kontakt med Stockholm stad, tyvärr var det svårt trots vissa försök. Arbetet hade därför gynnats av att säkerställa en kontakt innan arbetets start. Trovärdigheten hade också kunnat förbättras om olika varianter hade presenterats, så att nyanser och tankesätt hade tydliggjorts. Flera förslag skulle även kunna visa ett flexibelt tillvägagångssätt som krävs vid klimatanpassning.

Om arbetet endast var ett idéförslag utan kunskapssammanfattningen hade det varit intressant att ta reda på gemenemens uppfattning och åsikter kring förslag där bilen försvinner från gaturummet i form av kvalitativa intervjuer. En ytterligare intressant aspekt att undersöka är vilka faktorer är det som får människor involverade i sådana förslag, är det sociala, ekonomiska, kunskapsmässiga eller hälsoperspektiv som väcker intresse?

Arbetets främsta förbättringspunkt är därav

att tidsfördelning för de olika delarna skulle ha omfördelats. Den tänkta arbetsplanen var därmed lite för optimistisk för den teoretiska litteraturgenomgången, vilket ledde till att idéförslaget blev lidande.

Vidare forskning

Vidare forskning skulle undersöka hur den valda delen i Vasastaden skulle kunna klimatanpassas där skolgårdar och innergårdar ingår. Vilken skillnad skulle det göra och skulle det minska behovet av grönska i gaturummet? Sårbara grupper måste ändå kunna färdas i gaturummet och innergårdarna är inte tillgängliga för allmänheten. Vilken typ av krontäckning ska då beräknas i ett område? Den krontäckning som alla har tillgång till eller ska det vara generellt för ett helt område? Det hade också varit intressant att involvera de boende mer med intervjuer och deras åsikter.

Slutsats:

Klimatanpassning kan förbättra livet i staden och skydda mot de förväntade klimathoten. Träd kan spela en viktig roll i klimatanpassningen, eftersom de erbjuder flera ekosystemtjänster som kan göra staden mer resiliant samtidigt som vissa levnadsvillkor förbättras. Genom att ifrågasätta utformningen av befintliga innerstadsgator kan fler träd och grönska ta större del i den befintliga stadsstrukturen, i vilket idéförslaget demonstrerar. För att säkerställa att de önskade ekosystemtjänsterna levereras på ett kostnadseffektivt sätt, bör trädens placering optimeras. Det kräver däremot tvärdisciplinära utredningar och ingående analyser om det ska kunna realiseras, vilket är lärdomarna från idéförslaget. Det finns även mer plats i gatumiljön om gatorna går från ett bilcentrerat perspektiv till ett perspektiv fokuserat på liv. Konceptet kring naturfartsgator och bryta gatans normer borde utforskas mer. Avslutningsvis är klimatanpassning en åtgärd som kommer öka möjligheterna till klimat-trygga städer som bör experimenteras mer i befintliga stenstäder.

Referenser

Litteraturreferenser:

- Anderson, P.M.L. (2021). *BIODIVERSITY AND CITIES. I: The Routledge Handbook of Urban Ecology: Second Edition*. Second edition. Routledge. 257–263. <https://doi.org/10.4324/9780429506758-22>
- Arnberger, A., Eder, R., Allex, B., Wallner, P., Weitensfelder, L. & Hutter, H.-P. (2024). Urban green space preferences for various health-related psychological benefits of adolescent pupils, university students and adults. *Urban Forestry & Urban Greening*, 98, 128396. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128396>
- Arzberger, S., Egerer, M., Suda, M. & Annighöfer, P. (2024). Thermal regulation potential of urban green spaces in a changing climate: Winter insights. *Urban Forestry & Urban Greening*, 100, 128488. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128488>
- Astigarraga, J., Esquivel-Muelbert, A., Ruiz-Benito, P., Rodríguez-Sánchez, F., Zavala, M.A., Vilà-Cabrera, A., Schelhaas, M.-J., Kunstler, G., Woodall, C.W., Cienciala, E., Dahlgren, J., Govaere, L., König, L.A., Lehtonen, A., Talarczyk, A., Liu, D. & Pugh, T.A.M. (2024). Relative decline in density of Northern Hemisphere tree species in warm and arid regions of their climate niches. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121 (28), e2314899121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2314899121>
- Boverket (2009). *Bygg för morgondagens klimat Anpassning av planering och byggande*. 1. uppl. Boverket maj 2009. [https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2009/bygg-for-morgondagens-klimat/\[2024-09-23\]](https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2009/bygg-for-morgondagens-klimat/[2024-09-23])
- Boverket (2023). *Olika grupper av ekosystemtjänster*. Boverket. [https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/ekosystemtjanster/olika-grupper-av-ekosystemtjanster/\[2024-09-04\]](https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/ekosystemtjanster/olika-grupper-av-ekosystemtjanster/[2024-09-04])
- Cauchy, A. (2022). *Preparing Paris for a warming world - Ramboll Group*. Ramboll. <https://www.ramboll.com/lets-close-the-gap/preparing-paris-for-a-warming-world> [2024-09-24]
- Cheng, Z., Nesbitt, L., Girling, C., Sheppard, S., Konijnendijk, C. & Nitoslawski, S. (2024). Urban density and the urban forest: How well are cities balancing them in the context of climate change? *Cities*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104962>
- Civil Guidelines (2023). *The Significance of Azimuth Angle in Building Design* | Linke-

- dIn. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/significance-azimuth-angle-building-design-qto-construction-wko4c/> [2024-12-08]
- Cousins, J.J. (2024). Just nature-based solutions and the pursuit of climate resilient urban development. *Landscape and Urban Planning*, 247, 105054. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105054>
- Datola, G. (2023). Implementing urban resilience in urban planning: A comprehensive framework for urban resilience evaluation. *Sustainable Cities and Society*, 98, 104821. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104821>
- Deboeuf de Los Ríos, G., Barra, M., Grandin, G. & Bauquet, N. (2022). *Renaturer les villes: méthode, exemples et préconisations*. Regreen nature-based solutions l'Institut Paris région-ARB, Agence régionale de la biodiversité. https://en.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/000pack4/Etude_2999/ARB-idF_-_Renaturing_Cities_EN_-_WEB.pdf [2024-09-16]
- Dimopoulou, P. (2024). *Nature restoration law: Council gives final green light*. European Council Council of the European Union. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/06/17/nature-restoration-law-council-gives-final-green-light/> [2024-10-02]
- EUROPEISKA KOMMISSIONEN (2021). *Att bygga upp ett klimateresilient Europa - den nya EU-strategin för klimatanpassning*. COM(2021) 82 final {SEC(2021) 89 final}-{SWD(2021) 25 final}-{SWD(2021) 26 final}. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082&from=EN> [2024-10-15]
- Fini, A., Frangi, P., Comin, S., Vigevani, I., Rettori, A.A., Brunetti, C., Moura, B.B. & Ferrini, F. (2022). Effects of pavements on established urban trees: Growth, physiology, ecosystem services and disservices. *Landscape and Urban Planning*, 226, 104501. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104501>
- Folkhälsomyndigheten (2023). *Statistik om psykisk hälsa i Sverige*. Folkhälsomyndigheten. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/psykisk-halsa-och-suicidprevention/statistik-psykisk-halsa/> [2024-09-04]
- Foster, S., Kleeman, A. & Maitland, C. (2024). Research note: View from the top: Apartment residents' views of nature and mental wellbeing during lockdown. *Landscape and Urban Planning*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105072>
- Gago, E.J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R. & Ordóñez, J. (2013). *The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects*. (Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25). Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, University of Granada. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.057>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113003602>) [2024-09-12]
- Gao, K., Feng, J. & Santamouris, M. (2024). Are grand tree planting initiatives meeting expectations in mitigating urban overheating during heat waves? *Sustainable Cities and Society*, 113, 105671. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105671>
- Garland, L. & Wells, M.J. (2021). *NATIVE PLANTING VERSUS NON- NATIVE PLAN-*

- TING *The state of the debate*. I: The Routledge Handbook of Urban Ecology: Second Edition. Second edition. Routledge. 1051–1058. <https://doi.org/10.4324/9780429506758-88>
- Gillerot, L., Landuyt, D., De Frenne, P., Muys, B. & Verheyen, K. (2024). Urban tree canopies drive human heat stress mitigation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 92, 128192. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128192>
- Giro, C. (1999). *Four trace concepts in Landscape Architecture*. I: Recovering Landscape: Essays in contemporary Landscape Architecture. Princeton Architectural Press. 58–67.
- Guibourg, C. & Wennersten, A. (2024). *Grönskan minskar i städer – gör oss sårbara för skyfall och hetta*. Sveriges Radio. <https://sverigesradio.se/artikel/gronskan-minskar-i-staderna-sju-kolmarden-har-forsvunnit-pa-fem-ar> [2024-12-08]
- Haase, D. & Hellwig, R. (2022). Effects of heat and drought stress on the health status of six urban street tree species in Leipzig, Germany. *Trees, Forests and People*, 8, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100252>
- Hoban, A. (2019). Chapter 2 - *Water Sensitive Urban Design Approaches and Their Description*. I: Sharma, A.K., Gardner, T., & Begbie, D. (red.) *Approaches to Water Sensitive Urban Design*. Woodhead Publishing. 25–47. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812843-5.00002-2>
- Janků, Z., Belda, M., Bureš, M., Krč, P., Lehnert, M., Resler, J., Řezníček, H., Krayenhoff, E.S., Krüger, E. & Geletič, J. (2024). Towards climate-responsible tree positioning: Detailed effects of trees on heat exposure in complex urban environments. *Urban Forestry & Urban Greening*, 101, 128500. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128500>
- Kibria, M.G., Tjoelker, M.G., Marchin, R.M., Arndt, S.K. & Rymer, P.D. (2024). Can species climate niche predict canopy growth, functional traits and phenotypic plasticity in urban trees? *Urban Forestry & Urban Greening*, 98, 128417. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128417>
- Kim, E.J. (2020). *The Historical Landscape: Evoking the Past in a Landscape for the Future in the Cheonggyecheon Reconstruction in South Korea*. *Humanities*, 9 (3), 113. <https://doi.org/10.3390/h9030113>
- Kofel, D., Bourgeois, I., Paganini, R., Pulfer, A., Grossiord, C. & Schmale, J. (2024). Quantifying the impact of urban trees on air quality in Geneva, Switzerland. *Urban Forestry & Urban Greening*, 101, 128513. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128513>
- Konijnendijk, C. & Östberg, J. (2022). 3-30-300-REGELN – FÖR GRÖNARE OCH MER HÄLSOSAMMA STÄDER. Faktablad om 3-30-300-regeln - Movium, 2022 (4). <https://movium.slu.se/nyheter/faktablad-om-3-30-300-regeln/> [2024-12-08]
- Lin, B.B., Ossola, A., Alberti, M., Andersson, E., Bai, X., Dobbs, C., Elmqvist, T., Evans, K.L., Frantzeskaki, N., Fuller, R.A., Gaston, K.J., Haase, D., Jim, C.Y., Konijnendijk, C., Nagendra, H., Niemelä, J., McPhearson, T., Moomaw, W.R., Parnell, S., Pataki, D., Ripple, W.J. & Tan, P.Y. (2021). Integrating solutions to adapt cities for climate change. *The Lancet Planetary Health*, 5 (7), e479–e486. [https://doi.org/10.1016/S2542-4358\(21\)00100-0](https://doi.org/10.1016/S2542-4358(21)00100-0)

doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00135-2

- Louise, A., Lucas, M., Adrien, T., Cyrille, V. & Franck, R. (2024). After-sealing life in urban soils: Experimental evidence of resilience and efficiency of ectomycorrhizal inoculation. *Landscape and Urban Planning*, 251, 105149. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105149>
- Länsstyrelsen Stockholm (u.å.). *Klimatanpassning*. Länsstyrelsen Stockholm. <https://www.lansstyrelsen.se/stockholm/samhalle/klimatanpassning.html> [2024-09-05]
- Malmö stad (2024a). *Grönare Möllan*. Malmö stad. [text]. <https://malmo.se/Miljo-och-klimat/Goda-exempel-pa-miljo--och-klimatsatsningar/Gronare-Mollan.html> [2024-12-09]
- Malmö stad (2024b). *Klimatkvarter i Malmö*. Malmö stad. [text]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Stadsplanering-och-bostader/Klimatkvarter-i-Malmo.html> [2024-12-09]
- Malmö stad (u.å.a). *Klimatanpassning*. Malmö stad. [text]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Klimatanpassning.html> [2024-12-09]
- Malmö stad (u.å.b). *Malmö Resilience Hub*. Malmöstad. [text]. <https://malmo.se/Malmo-Resilience-Hub.html> [2024-12-08]
- Matasov, V., Grigoreva, V., Makhinya, K., Kozyreva, M., Romzaikina, O., Maximova, O., Pakina, A., Filyushkina, A. & Vasenev, V. (2023). *Cost-Benefit Assessment for Maintenance of Urban Green Infrastructure at the University Campus in Moscow: Application of GreenSpaces and TreeTalker Technologies to Regulating Ecosystem Services*. Korneykova, M., Vasenev, V., Dovletyarova, E., Valentini, R., Gorbov, S., Vinnikov, D., & Dushkova, D. (red.), Cham, 2023. 277–294. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37216-2_22
- McKay, D.I.A., Staal, A., Abrams, J.F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., Fetzer, I., Cornell, S.E., Rockström, J. & Lenton, T.M. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377 (6611). <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>
- Moreno, R., Zamora, R., Moreno-García, N. & Galán, C. (2023). Effects of composition and structure variables of urban trees in the reduction of heat islands; case study, Temuco city, Chile. *Building and Environment*, 245, 110859. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110859>
- MSB (2022). *Making Cities Resilient 2030*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://www.msb.se/sv/om-msb/internationella-samarbeten/fn-samarbete/sendairamverket/making-cities-resilient-2030/> [2024-12-09]
- Naturvårdsverket (2024a). *EU:s förordning om restaurering av natur är beslutad*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/aktuellt/nyheter-och-pessmeddelanden/2024/juni/eus-forordning-om-restaurering-av-natur-ar-beslutad/> [2024-10-02]
- Naturvårdsverket (2024b). *Fakta om marknära ozon*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/luftfororeningar-och-dess-effekter/fakta-om-marknara-ozon/> [2024-12-08]

- Naturvårdsverket (u.å.). *Internationella åtaganden*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatanpassning/internationella-ata-ganden/> [2024-09-30]
- Olszewska-Guizzo, A. (2023). *Neuroscience for Designing Green Spaces Contemplative Landscapes*. 1. uppl. Routledge.
- Orvesten, A., Kristoffersson, A. & Stål, Ö. (2003). *Trädrötter och ledningar– goda exempel på lösningar och samverkansformer*. (VA -F O R S K R A P P O R T, 2003–31). Svenskt Vatten AB. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/tradrotter-och-ledningar-2/> [2024-11-27]
- Ow, L.F. & Ghosh, S. (2017). Growth of street trees in urban ecosystems: structural cells and structural soil. *Journal of Urban Ecology*, 3 (1), jux017. <https://doi.org/10.1093/jue/jux017>
- Owen, D., Fitch, A., Fletcher, D., Knopp, J., Levin, G., Farley, K., Banzhaf, E., Zandersen, M., Grandin, G. & Jones, L. (2024). Opportunities and constraints of implementing the 3–30–300 rule for urban greening. *Urban Forestry and Urban Greening*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128393>
- Park, Y., Zhao, Q., Guldmann, J.-M. & Wentz, E.A. (2023). Quantifying the cumulative cooling effects of 3D building and tree shade with high resolution thermal imagery in a hot arid urban climate. *Landscape and Urban Planning*, 240, 104874. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104874>
- Persson, A.-M., Andersson, G., Sköld, L. & Cleris, J. (2024a). *Historiskt lågt barnafödande och lägsta folkökningen på 22 år*. Statistikmyndigheten SCB. <https://www.scb.se/pressmeddelande/historiskt-lagt-barnafodande-och-lagsta-folk-okningen-pa-22-ar/> [2025-01-04]
- Persson, A.S., Kjellberg Jensen, J., Isaksson, C. & Post, M. von (2024b). *Främja biologisk mångfald i städer och tätorter - Movium*. Movium Fakta nr 1, 2024:, 2024 (1). <https://movium.slu.se/vaara-erbjudanden/faktablad/movium-fakta-nr-1-2024-fraemja-biologisk-maangfald-i-staeder-och-taetorter/> [2024-12-08]
- Pietrapertosa, F., Olazabal, M., Simoes, S.G., Salvia, M., Fokaides, P.A., Ioannou, B.I., Vigié, V., Spyridaki, N.-A., De Gregorio Hurtado, S., Geneletti, D., Heidrich, O., Tardieu, L., Feliu, E., Rižnar, K., Matosović, M., Balzan, M.V., Flamos, A., Šel, N.B. & Reckien, D. (2023). Adaptation to climate change in cities of Mediterranean Europe. *Cities*, 140, 104452. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104452>
- Pleijel, H., Klingberg, J., Gustafsson, M., Sjöman, H. & Larsson, C. (2024). *Den urbana vegetationens betydelse för luftkvaliteten*. 2023 (3). <https://movium.slu.se/vaara-erbjudanden/faktablad/laes-movium-fakta-nr-3-2023-den-urbana-vegetationens-betydelse-foer-luftkvaliteten/> [2024-12-08]
- Rendon, P., Love, N., Pawlak, C., Yost, J., Ritter, M. & Doremus, J. (2024). Street tree diversity and urban heat. *Urban Forestry & Urban Greening*, 91, 128180. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128180>
- Sang, Å.O. & Hedblom, M. (2021). *URBAN NATURE AND ITS POTENTIAL TO CONTRIBUTE TOWARDS HUMAN WELL-BEING*. I: The Routledge Handbook of Urban Ecology: Second Edition. Second edition. Routledge. 608–615. <https://doi.org/10.1080/17513758.2021.1911111>

org/10.4324/9780429506758-53

- SCB (2010). *Allt mindre grönytor i tätorter*. Statistikmyndigheten SCB. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/gronytor-i-och-omkring-tatorter/pong/statistiknyhet/gronytor-i-och-omkring-tatorter-2005/> [2024-12-10]
- Sharmin, M., Tjoelker, M.G., Pfautsch, S., Esperon-Rodriguez, M., Rymer, P.D. & Power, S.A. (2023). Tree crown traits and planting context contribute to reducing urban heat. *Urban Forestry & Urban Greening*, 83, 127913. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127913>
- Sjöman, H. & Anderson, A. (2023). *The essential tree selection guide : for climate resilience, carbon storage, species diversity and other ecosystem benefits*. Filbert Press.
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015). *Träd i urbana landskap*. 1. uppl. Studentlitteratur.
- Snir, K., Pearlmutter, D. & Erell, E. (2016). The moderating effect of water-efficient ground cover vegetation on pedestrian thermal stress. *Landscape and Urban Planning*, 152, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.008>
- Stockholms stad (2021). *Handlingsplan för klimatanpassning 2022–2025*. Stadsledningskontoret. <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/klimatanpassning/Handlingsplan-klimatanpassning-Stockholm-2022-2025.pdf> [2024-09-12]
- Stockholms stad (2024a). *Handlingsplan för klimatanpassning - Stockholms stad*. Miljöbarometern Stockholm. <https://miljobarometern.stockholm.se/miljomal/handlingsplan-for-klimatanpassning/> [2024-12-09]
- Stockholms stad (2024b). *Klimatförändringar och klimatanpassning*. Miljöbarometern. <https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/activities#mbContentMenu> [2024-09-12]
- Stockholms stad (2024c). *Strålningstemperatur uppmätt från satellit*. Miljöbarometern. <https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/varmeboljor-och-varmestress/stralningstemperatur-uppmatt-fran-satellit/?sessionid=> [2024-09-12]
- Stockholms stad (2024d). *Värmeboljor och varmestress - Stockholms stad*. Miljöbarometern Stockholm. <https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/varmeboljor-och-varmestress/> [2024-12-08]
- Stockholms stad (2024e). *Växtbäddar - Stockholms stad*. Stockholms stad. <https://parker.stockholm/vaxter-djur/trad/vaxtbaddar/> [2024-12-09]
- Storbjörk, S., Hjerpe, M. & Glaas, E. (2024). The necessity of pragmatic muddling. Ten Swedish early adopter cities navigating climate adaptation policy-implementation in the urban built environment. *Environmental Science & Policy*, 160, 103842. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103842>
- Storm, N. (2024). *Översvämningar i Centraleuropa: "Liknande problem i Sverige"*. SLU. <https://www.slu.se/ew-nyheter/2024/9/oversvamning/> [2024-12-08]
- Stål, Ö. (2024). *Bedömning skyddsåtgärder ek sydvästra Plania*. VIÖS AB.
- Stål, Ö., Rolf, K. & Ridgers, D. (2005). *Trädrötter och ledningar– nya rön om rotin-*

- trängning i moderna VA-ledningar. (VA -F O R S K R A P P O R T, 2005–11). Svenskt Vatten AB. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/tradrotter-och-ledningar-nya-ron-om-rotintrangning-i-moderna-va-ledningar/> [2024-11-27]
- Szota, C., Coutts, A.M., Thom, J.K., Virahsawmy, H.K., Fletcher, T.D. & Livesley, S.J. (2019). Street tree stormwater control measures can reduce runoff but may not benefit established trees. *Landscape and Urban Planning*, 182, 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.021>
- Trafikkontoret (2022). *Dagvattenhantering vid Rådmansgatans tunnelbanestation - Stockholms stad*. Miljöbarometern Stockholm. <https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/skyfall/dagvattenhantering-vid-rad-mansgatans-tunnelbanestation/> [2024-12-09]
- UN environment programme (2022). *Around the world, cities race to adapt to a changing climate*. UN environment programme. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/around-world-cities-race-adapt-changing-climate> [2024-09-10]
- Vasconcelos, L., Langemeyer, J., Cole, H.V.S. & Baró, F. (2024). Nature-based climate shelters? Exploring urban green spaces as cooling solutions for older adults in a warming city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 98, 128408. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128408>
- Wang, Q., Wang, H., Ren, L., Chen, J. & Wang, X. (2024). Hourly impact of urban features on the spatial distribution of land surface temperature: A study across 30 cities. *Sustainable Cities and Society*, 113, 105701. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105701>
- Weidmüller, N., Matthias Knopp, J., Beber, J., Mikulčić Krnjaja, G. & Banzhaf, E. (2024). Local planning scenario for shading from trees as an urban nature-based solution. *City and Environment Interactions*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2024.100154>
- Wiman, S. & Lindeberg, G. (2022). *Temperaturanalyser från satellit över Stockholm stad*. Miljöbarometern. <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/varme/Temperaturanalyser-fr%C3%A5n-satellit-%C3%B6ver-Stockholms-stad.pdf> [2024-09-12]
- Yang, Y., Ignatieva, M., Gaynor, A. & Chen, C. (2024). Urban biodiversity in design: Insights into the debate on native versus non-native plants and bees in Western Australia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 98, 128391. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128391>
- Yu, M., Song, S., Jiang, C., Ding, K., Tan, L., Ma, J. & Li, Y. (2024). Multi-objective optimization of plant community characteristics in urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 98, 128397. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128397>
- Zhang, X., Mao, F., Gong, Z., Hannah, D.M., Cai, Y. & Wu, J. (2023). A disaster-damage-based framework for assessing urban resilience to intense rainfall-induced flooding. *Urban Climate*, 48, 101402. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101402>

Östberg, J., Stål, Ö., Martinsson, M. & Fransson, A.-M. (2010). *Förebyggande av rotinträngningar i VA-ledningar– utveckling av beslutsstöd*. (Svenskt Vatten Utveckling, 2010–04). Svenskt Vatten AB. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/forebyggande-av-rotintrangningar-i-va-ledningar-utveckling-av-beslutsstod/> [2024-11-27]

Dokument och kartor:

Google maps (2024) *Vasastaden* [karta och streetview] https://www.google.com/maps/place/Vasastaden,+Stockholm/@59.3402797,18.049026,16.33z/data=!4m6!3m5!1s0x465f9d0cdbb6655f:0x81ebe258ca6a27f6!8m2!3d59.342675!4d18.0385799!16zL20vMDRtaGsy!5m1!1e4?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDIxOS4xIKXMDSOJLDEwMjExNDUzSAFQAww%3D%3D [2024-11-11]

Lantmäteriet (2024) *Vasastaden* [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]

OBS: olika överlagringar som finns i kartvertyget analyserades

Miljöförvaltningen, Stockholm stad (2021) “*Antal personer ur känsliga grupper vars hemadress ligger inom en värmeö*” [Kartillustration] <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/varme/Temperaturanalyser-fr%C3%A5n-satellit-%C3%B6ver-Stockholms-stad.pdf> [2024-09-24] License: CC-BY-NC

Stockholm stad (2024) “*Parkkarta*” [karta] https://openstreetgs.stockholm.se/ttkarta/v3/preview_opendata/?isymap=api/ShowLayer/Skelettjord_S [2024-11-11]

Stockholm stad (2024) “*Flödesriktningskarta*” [karta] https://openstreetgs.stockholm.se/ttkarta/v3/preview_opendata/?isymap=api/ShowLayer/Skelettjord_S [2024-11-11]

Bildlista med referenser:

Figur 1: South korean government “*Cheonggyecheon overpass*” [Fotografi] https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Bestand:Cheonggye_overpass_1969_1.jpg [2024-09-24] License: Korea Open Government License Type I

Figur 2: Angelica B. Flodin (2023) “*Clara vid Cheonggyecheon floden*” [Fotografi]

Figur 3: Angelica B. Flodin (2024) “*Skiss med anteckningar*” [Fotografi]

Figur 4: Bojana Lukac (2020) “*Aura finalist Gröna Lansen 2020*” [Fotografi] <https://www.mynewsdesk.com/se/malmo/images/aura-finalist-groena-lansen-2020-2016448> [2025-01-06] License: Medieanvändning

Figur 5: Angelica B. Flodin (2025) “*Luftomblandning*” [Illustration]

Figur 6: Angelica B. Flodin (2025) “*Träd som barriär*” [Illustration]

Figur 7: Flavio Coddou (2022) [Fotografi] <https://www.fieldwork.archi/tierce-foret/> [2024-09-26] Används med upphovspersonens tillstånd.

Figur 8: Flavio Coddou (2022) [Fotografi] <https://www.fieldwork.archi/tierce-foret/> [2024-09-26] Används med upphovspersonens tillstånd.

Figur 9: Angelica B. Flodin (2025) “*Azimutala vinkeln*” [Illustration]

- Figur 10: Albert Jonsson (2024) "*Trieste*" [Fotografi] Används med upphovspersonens tillstånd.
- Figur 11: Trädkontoret (2024) "*Klimatprognos Acer platanoides*" <https://tradkonto-ret.se/resurser/klimatprognoser/> [2025-01-06]
- Figur 12: Angelica B. Flodin (2025) "*Absorption*" [Illustration]
- Figur 13: Angelica B. Flodin (2025) "*Förstärkt brunstruktur*" [Illustration]
- Figur 14: Angelica B. Flodin (2025) "*Trädflyttningsformel*" [Illustration]
- Figur 15: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Valt område i Vasastaden*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 16: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Översiktskarta över Stockholm*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 17: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Översiktskarta över Vasastaden*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 18: Miljöförvaltningen, Stockholm stad (2021) "*Antal personer ur känsliga grupper vars hemadress ligger inom en värmeö*" [Kartillustration] <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/varme/Temperaturanalyser-fr%C3%A5n-satellit-%C3%B6ver-Stockholms-stad.pdf> [2024-09-24] License: CC-BY-NC
- Figur 19: Angelica B. Flodin (2025) "*Solig gata*" [foto]
- Figur 20: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Värmeö karta*" [karta] Geodata från <https://www.slu.se/site/bibliotek/soka-och-lana/soka/digitala-kartor/> [2024-11-11]
- Figur 21: Stockholm stad (2024) "*Flödesriktningskarta*" [karta] https://openstreetgs.stockholm.se/tkkarta/v3/preview_opendata/?isymap=api/ShowLayer/Skelettjord_S [2024-11-11]
- Figur 22: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Topografi*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 23: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Jordartskarta*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 24: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Jorddjup karta*" [karta] Geodata från <https://www.slu.se/site/bibliotek/soka-och-lana/soka/digitala-kartor/> [2024-11-11]
- Figur 25: Stockholm stad (2024) "*Parkkarta*" [karta] https://openstreetgs.stockholm.se/tkkarta/v3/preview_opendata/?isymap=api/ShowLayer/Skelettjord_S [2024-11-11]
- Figur 26: Angelica B. Flodin (2025) "*Tom parkering*" [foto]
- Figur 27: Angelica B. Flodin (2025) "*Träd som cykelställ*" [foto]
- Figur 28: Angelica B. Flodin (2025) "*Gata i snitt*" [Illustration]
- Figur 29: Angelica B. Flodin (2025) "*Förstörd innergård*" [foto]
- Figur 30: Angelica B. Flodin (2025) "*Lunch i park*" [foto]
- Figur 31: Angelica B. Flodin (2025) "*Uteservering bland bilar*" [foto]

- Figur 32: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Befintliga träd och skador*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 33: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Trafiksituationen idag*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 34: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Verksamheter och brukargrupper*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 35: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Förslaget*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 36: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Program för övergripande trädplan*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 37: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Program för en trafiklösning*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 38: Lantmäteriet (2024) modifierad "*Gatorna*" [karta] <https://minkarta.lantmateriet.se/> [2024-11-11]
- Figur 39: Angelica B. Flodin (2025) "*Naturfartsgata plan*" [Illustration]
- Figur 40: Angelica B. Flodin (2025) "*Naturfartsgata snitt*" [Illustration]
- Figur 41: Angelica B. Flodin (2025) "*Skylt för varutransport*" [foto]
- Figur 42: Angelica B. Flodin (2025) "*Enkelriktad gångfartsgata plan*" [Illustration]
- Figur 43: Angelica B. Flodin (2025) "*Enkelriktad gångfartsgata snitt*" [Illustration]
- Figur 44: Angelica B. Flodin (2025) "*Gångfartsgata plan*" [Illustration]
- Figur 45: Angelica B. Flodin (2025) "*Gångfartsgata snitt*" [Illustration]
- Figur 46: Angelica B. Flodin (2025) "*Bussgata plan*" [Illustration]
- Figur 47: Angelica B. Flodin (2025) "*Bussgata snitt*" [Illustration]

Jag vill rikta stort tack till..

- ...Handledare Petter Åkerblom och hans kunskap som har bidragit till intressanta möten och diskussioner samt för de svåra frågorna och återkoppling som har drivit arbetet framåt.
- ...Örjan Stål som tog sig tid att förklara rotinträngning och problematiken kring trädrötter och ledningar i städer. Ett ämne som jag önskade att jag hade haft mer tid åt.
- ...Carola Wingren som gav värdefull återkoppling och lånade ut sin bok.
- ...Examinatorerna Åsa Ahrlund och Sara Westerdahl för värdefull kritik och mejlkonversationer
- ...Min sambo som har givit ett enormt stöd och erbjudit ett utomstående perspektiv.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

- ✓ JA, jag, Angelica B. Flodin har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE