



Temperatursänkande åtgärder på hårdgjorda ytor med hjälp av GYF

Temperatursänkande åtgärder på hårdgjorda ytor med hjälp av GYF

Temperature lowering measures on impervious surfaces with the help of GAF (green area factor)

Jenny Ericsson

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E.

Kurstitel: Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E - landskapsarkitektprogrammet - Uppsala.

Kurskod: EX0860.

Program: Landskapsarkitektprogrammet - Ultuna.

Kursansvarig inst.: Institutionen för stad och land.

Handledare: Ulla Myhr, SLU, institutionen för stad och land.

Examinator: Petter Åkerblom, SLU, institutionen för stad och land.

Biträdande examinator: Lars Johansson, SLU, institutionen för stad och land.

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2022

Omslagsbild: Perspektiv över ekallén. Illustration av Jenny Ericsson.

Upphovsrätt: Samtliga bilder/illustrationer i arbetet publiceras med tillstånd från upphovsrättsinnehavaren. Där inget annat anges är de författarens egna.

Originalformat: A3

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

Nyckelord: landskapsarkitektur, temperatur, parkering, hårdgjorda ytor, grönytefaktor

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

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

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

Tack till...

Ulla Myhr för ditt engagemang, handledning och knuffar i rätt riktning samt Johanna Good och Emmelie Nilsson för medverkande i intervjuer. Tack också till min närmsta familj som stöttat mig hela vägen.

Sammanfattning

Världen befinner sig i en situation där klimatkrisen är ett faktum. Koldioxidhalterna har stigit de senaste åren och de väntas fortsätta stiga även kommande år. Som en konsekvens av klimatkrisen bildas värmeöar över hårdgjorda ytor i staden. Värmeöar kan motarbetas med hjälp av implementering av ekosystemtjänster i den fysiska planeringen. Ekosystemtjänsterna bidrar med funktioner som gynnar oss människor, till exempel via temperaturreglering, luftrening och vattenrening. I den här uppsatsen har en gestaltning utförts med syfte att sänka temperaturen på en parkeringsplats i Boländerna i Uppsala. Planeringsverktyget grönytefaktor (GYF) har använts som en vägledning för att testa ställa samma krav på klimatanpassning av en parkeringsplats som i ett bostadsområde. Syftet har varit att minska värmeöar på en parkeringsyta med hjälp av ekosystemtjänster och samtidigt bibehålla funktionen som parkeringsplats. Antalet parkeringar har minskat i enlighet med Uppsala kommuns riktlinjer för parkeringstal. Förutom GYF har även litteratur bidragit till gestaltningen. Vid inventering och platsbesök visade det sig att parkeringsytan endast innehöll 14% gröna element med resterande hårdgjorda ytor. Gestaltningen resulterade i att 268 stycken träd planterats, gräsytor har bytts ut till ängsytor och en damm installerats. Växtmaterialet består av både icke-traditionella arter och inhemska arter som fyller olika funktioner. Fokus har legat på att använda arter som tål torka bra samt har en eller flera av följande egenskaper; snabbväxande, stor storlek, bred krona, tät krona och hög höjd. En av uppsatsens slutsatser är att bilen tar mycket plats och när man minskar på bilens anspråk i staden frigörs mycket yta som kan användas till ekosystemtjänster. GYF kan vara ett bra alternativ till vägledning i projekt som rör bostadsområden men i fallet med parkeringsytan i Boländerna har det varit svårt att utnyttja GYF till det specifika målet att åstadkomma temperatursänkande åtgärder. Litteraturen har varit till mer hjälp i den frågan på grund av att den gett konkreta svar på vad det är som påverkar temperaturen.

Abstract

The world is in a situation where the climate crisis is a fact. Carbon dioxide levels have increased in recent years and are expected to continue to increase in the future. As a consequence of the climate crisis, heat islands are forming over paved surfaces in the city. Heat islands can be counteracted by implementing ecosystem services in spatial planning. The ecosystem services contribute with functions that benefit us humans, for example through temperature control, air purification and water purification. In this master thesis, a design has been made with the aim of lowering the temperature in a parking lot in Boländerna in Uppsala. The planning tool green area factor (GAF) has been used as a guide to test the same requirements for climate adaptation of a parking area as in a residential area. The purpose has been to reduce heat islands in a parking area with the help of ecosystem services and at the same time maintain the function as a parking space. The number of parking spaces has decreased in union with Uppsala municipality's guidelines for parking numbers. In addition to GYF, literature has also contributed to the design. During inventory and site visits, it turned out that the parking area contained only 14% green elements with the remaining percentages being impervious surfaces. The design resulted in 268 trees being planted, grass areas being replaced with meadow areas and a pond being installed. The plant material consists of both non-traditional species and native species that fulfill different functions. The focus has been on using species that can withstand drought well and have one or more of the following characteristics; fast-growing, large size, broad crown, dense crown and high height. One of the thesis' conclusions is that the car takes up a lot of space and when you reduce the car's demands in the city, a lot of space is freed up that can be used for ecosystem services. GAF can be a good alternative to guidance in projects related to residential areas, but in the case of the parking area in Boländerna, it has been difficult to use GAF for the specific goal of achieving temperature-lowering measures. The literature has been more helpful in that question because it has given concrete answers to what it is that affects the temperature.

Summary

Children are giving angry speeches to political leaders and gather in squares. They sit outside parliament buildings desperate to make decision-makers understand the importance of their and their families future. The future they feel are being taken away from them. Who would have thought that children would be forced to do all this to secure their future? The situation is alarming. World Meteorological Organization (WMO) (2021) are reporting several severe fires, flooding and high temperatures only halfway into 2021 as a result of climate change. Despite the spread of Covid-19 and the pandemic that erupted and contributed to a reduction in many sources of carbon dioxide emissions in 2020, carbon dioxide levels continued to rise that same year.

A consequence of the climate crisis is the increasing temperature and WMO (2021) reports that the year of 2020 was one of the three warmest years since measurements began. The heat island effect is one of WMO's (2021) so called "high-impact events" that will have great effect on our cities and on our health. As landscape architects we have the ability to design cities that are adapted to climate change and mitigate "high-impact events".

Ecosystem services

Ecosystem services are the functions of ecosystems that improve and maintain our health, well-being and living conditions (Lafortezza et al 2013; Stockholm stad 2021). Such a service can be temperature regulation or air and water purification. Due to urban growth and increasing amounts of greenhouse gases the functions of already existing ecosystems change. Eco systems are categorized as regulating services, supporting services, cultural services and provisioning services.

GAF (green area factor)

Landscape architects have an opportunity to minimize the risks of climate-related events by using the planning tool green area factor (GAF). GAF is a planning tool and a calculation model that can help to manage supportive, regulatory and cultural ecosystem services. The provisioning service food production is counted for as a supportive service. The main goal when using GAF is to save or create resilient green urban environments (Boverket 2020) and ensure that the UN's sustainable development goals are implemented in the design. GAF can act as an inspiration as for what green or blue structures could be delivering ecosystem services that benefit the climate and us humans and animals (Stockholm stad 2021).

Climate goals in Uppsala municipality

The municipality of Uppsala (2017) has decided to support the United Nation's 17 sustainable development goals. According to the municipality Uppsala is built in such a way that heat islands often occur. This is due to dense settlements and many impervious surfaces in the city. The municipality has listed heat islands as a climate risk that could be mitigated with the help of increased amounts of greenery that can lower the temperature and provide shade (Uppsala kommun 2014b).

Boländerna, one of Uppsalas most visited shopping areas, is known for its large scale buildings and large scale impervious surfaces and lack of greenery. As a result there is close to no shade which makes for a high risk of a heat island effect. The project area is located in the eastern part of Boländerna and is currently used as a parking space mainly for visitors to the department stores Ikea and Stadium. In comparison to other parking spaces in Boländerna the project area is the largest continuous area with the lowest percentage of greenery. Only 14% consists of some form of greenery, for example grass, trees or planting beds.

Boländerna is characterized by the cultivated agricultural landscape nearby as well as the inner city. The two differ greatly in design and content, one more hardened than the other. When comparing historical maps it is possible to see that the land that once were agricultural land is now built up. The project area is surrounded by large areas of productive land and wide plains.

Method

This thesis is based on a literature review, GAF as guidance for an analysis, two site visits, a landscape inventory and interviews.

Literature review

The municipality of Uppsala has formed guidelines for parking spaces in Uppsala with the aim to create a more sustainable city (Uppsala kommun 2014b). The main goal is to promote cycling and walking within the city as well as public transportation. To achieve these goals the municipality has set guideline values that aim to reduce the number of parking spaces in the city. In order to calculate the need for parking spaces in Uppsala the municipality uses so-called parking numbers. The parking numbers intend to reduce the number of parking spaces, completely in union with the downward trend of car use Uppsala municipality has observed and the objectives for more efficient land use and a more sustainable urban development (Uppsala kommun 2016c).

The trend shows an increase in the number of journeys by public transport and reduced number of trips by car.

Temperature lowering strategies in urban

environments

Three prominent strategies for lowering the temperature are shade, albedo and the availability of water during the day (Rahman et al 2020). By choosing tree species with particularly good temperature-lowering properties, one can further improve the strategies for reducing the heat island effect (Rahman et al 2020). Several studies show that trees can have a temperature-lowering ability and that the temperature-lowering effect is due to the transpiration and shade (Rötzer et al 2019; Konarska et al 2016). Bowler et al (2010) has noticed that the temperature-lowering effect is greatest at night. Shade is required to be able to lower the temperature during the day.

Trees and ecosystem services

Lin and Lin (2010) believe that large trees provide a greater temperature-lowering effect because they provide greater shade. Parts of the surface that are shaded are exposed to fewer hours of sunshine per day when the sun moves from east to west (Lin & Lin 2010). This means that areas under large trees are not heated to the same extent as under smaller trees, where the shade is not as widespread. Larger trees provide a better temperature-lowering ability because the area under the large trees benefits from the previous day's temperature-lowering effect (Lin & Lin 2010).

In order for the trees to deliver ecosystem services, they must be able to develop to their full potential (Sjöman, Hiron & Bassuk 2018). This means the trees must be able to grow to their largest size under good conditions.

The results

The two site visits showed that out of 45 trees 34 trees were in good condition and could be saved for the future design. The rest of the trees showed a decrease in growth and were decided could be removed. All the bushes that were found were in good condition and could be saved for the future design as well.

The inventory has been made with help of GAF to collect information about and gather a better understanding of the project area. By knowing what existing parts of the GAF could be found the existing GAF-value was calculated and then compared to the GAF-value of the new design. After calculations the GAF-value for the existing site was 0,24.

The design shows a proposal for what climate adaptation with a focus on lowering the temperature of a parking space can look like. A GAF-value of 1.87 has been achieved with the help of regulatory, supportive and cultural ecosystem services. The design proposal is based on the temperature lowering effects of the trees and the shade they create and has resulted in two different zones, the hardened zone and the park zone.

The zones have been allocated according to the nature of the surfaces and how hard the surfaces are and how large the water supply can be assumed to be during hot periods. The different zones are also intended to meet the needs of visitors. On the one hand, the practical possibility of being able to park one's car and the possibility of recreation in the form of play or a shopping break by the water or under the trees.

Conclusion

The design proposal is an attempt to reduce the heat island effect and reduce the risk of extreme climate-related events occurring in Sweden and in the world. It is an attempt to lift the responsibility off the shoulders of children by using the knowledge of landscape architecture and climate adaptation to design a more sustainable future.

To make further efforts to save or create ecosystem services in the city, the municipality could set up new policies similar to that for parking numbers. For example a measurable new policy about GAF always being used in redevelopment and new construction. Such a policy could make a difference in areas where heat islands are a problem.

Innehåll

Del 1. Introduktion	8
Värmeöeffekten	8
Ekosystemtjänster	8
GYF	8
Grönytefaktor historiskt	9
Klimatmål i Uppsala kommun	9
Projektområdet	9
Karaktärshabitat	10
Syfte	10
Frågeställning	10
Målgrupp & avgränsningar	10
Metod	10
Litteraturstudie	10
Grönytefaktor (GYF)	10
Platsbesök	10
Inventering	11
Intervjuer	11
Skissarbete	11
Del 2. Kunskapsgrund	12
Litteraturstudie	12
Stockholm stads modell för GYF	12
Parkeringstal	12
Parkeringstal för verksamheter	12
Normtal blir parkeringstal	12
Jämförelse mellan normtal och parkeringstal	12
Uträkning av nytt parkeringstal	12
Värmesänkande strategier i urbana miljöer	12
Albedomaterial	12
Reflektiva och gröna tak	13
Trädens påverkan på temperatursänkning	13
Träd på rätt plats ger bättre ekosystemtjänster	13
Skuggande effekt på asfalt respektive gräs	13
Intervjuer	14
Sammanfattning	14
Del 3. Resultat	15
Boländerna	15
Platsbesök	15
Inventering	16
Gestaltningförslaget	17
Grundläggande idé: träden i fokus	17
Minskat antal parkeringsplatser ger plats för ekosystemtjänster	19
Strategi hårdjord zon: icke traditionella arter	19
Strategi parkzon: inhemska arter	20
Nya markmaterial	21
Utformning i förhållande till GYF och kunskapsgrunden	21
Arter från GYF	21
Vegetation som skapar rum	22
Rekreativa värden	23
Vattnets bidragande till ekosystemtjänster	23
Del 4. Diskussion	24
Metoddiskussion	24
För vidare arbete	24
Slutsatser	24
Bilagor	25
GYF - inventering	25
GYF - gestaltning	26
Referenslista	27
Figurförteckning	28

Del 1. Introduktion

De håller arga och besvikna tal till politiska ledare. De samlas på torg, skolkar från skolan och sitter utanför entréer till riksdagshus. De känner att deras framtid tas ifrån dem, att läget inte tas på allvar och att något måste göras. Nu. Vem hade trott att barn skulle tvingas göra allt detta för att säkra sin framtid?

Stycket ovan beskriver situationen vi befinner oss i just nu, barn protesterar mot beslutsfattare som gör för lite för att bromsa klimatkrisen. Barn engagerar sig i sina liv, i sin framtid, i sina familjers framtid och välmående och kräver att ansvar tas i en fråga som barn inte borde tvingas engagera sig i. Klimatkrisen är ett faktum och inte en teori eller ett framtida scenario. Det är nu. Det som driver klimatkrisen är den mänskliga aktivitet som ökar koldioxidhalten i atmosfären och nivåerna nådde en ny topp år 2019 (WMO 2021). Människans bidragande till ökade mängder växthusgaser är betydande, halten koldioxid från utsläpp har ökat nära fyra gånger sedan 1950-talet (IPCC 2018). Effekterna av detta är att klimatrelaterade händelser blir allt vanligare, exempelvis extrem torka och värmeöar (IPCC 2021).

World Meteorological Organization (WMO) (2021) rapporterar att bara halvvägs in i år 2021 har det inträffat flera katastrofala bränder, översvämningar och extremt höga temperaturer runtomkring i världen till följd av klimatförändringarna. Trots spridningen av Covid-19 och pandemin som utbröt och bidrog till att många utsläppskällor minskade under år 2020, fortsatte koldioxidhalten att stiga det året (WMO 2021). WMO (2021) rapporterar även att år 2020 var ett av de tre varmaste åren sedan mätningarna startade.

Värmeöar är en av de konsekvenser av klimatkrisen som WMO (2021) listar som "high-impact events", alltså händelser som kommer få stor effekt. De resterande är extrem kyla, bränder, torka, översvämningar, marina värmeböljor, tropiska cykloner och kusterosion. Dessa konsekvenser av klimatkrisen försvårar arbetet med att uppnå de globala hållbarhetsmålen som FN (2015) format, som är framtagna för att säkra vår egen och alla barns framtid.

I Sverige ökar årsmedeltemperaturen ungefär två gånger så snabbt som genomsnittstemperaturen i resten av världen (SMHI 2019). Även Sverige har drabbats av extrema klimatrelaterade händelser så som skogsbränderna i Ljusdal 2018,

som orsakades av extrem torka och värme samt hårda vindar (Länsstyrelsen Gävleborg u.å).

Som landskapsarkitekter kan vi planera och gestalta för att minimera riskerna för extrema klimatrelaterade händelser genom att skapa mer klimatanpassade städer och landsbygder. Vi kan bidra med att utveckla strategier och metoder för att bibehålla eller skapa bra levnadsmiljöer för djur, natur och människa.



Figur 1. Bland FN:s 17 globala hållbarhetsmål är mål 3 god hälsa och välbefinnande, mål 11 hållbara städer och samhällen, mål 13 bekämpa klimatförändringarna samt mål 15 ekosystem och biologisk mångfald de fyra mest relevanta hållbarhetsmålen för oss landskapsarkitekter att arbeta med, och även fokus för denna uppsats.

Värmeöeffekten

Värmeöeffekten är ett fenomen i urbana miljöer eller på platser med mycket hårdgjorda och ogenomsläppliga ytor såsom asfalt (Mohajerani, Bakaric & Jeffrey-Bailey 2017) och innebär en högre genomsnittlig temperatur än på exempelvis landsbygden (Nakayama & Fujita 2010). Höjda temperaturer i urbana miljöer blir mer och mer ett klimatproblem då mängden asfalt ökar (Nakayama & Fujita 2010), värmeö-

effekten har visats påverka den urbana temperaturen med mellan 5–15 grader Celsius (Santamouris 2011).

Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster är ekosystemens funktioner som främjar människan och förbättrar samt bibehåller vår hälsa, välmående och livsvillkor (Lafortezza et al 2013; Stockholm stad 2021). En sådan tjänst kan vara temperaturreglering eller luftrening och vattenrening.

”Ekosystemtjänster skapas ofta i samspelet mellan människor och natur” – (Stockholm stad 2021, s. 10)

Till följd av den urbana tillväxten och människans orsakande av ökade mängder växthusgaser förändras funktioner och sammansättningar hos redan existerande ekosystem (Wang, Shen & Xiang 2018). Detta leder till försämrad kapacitet hos ekosystemen att leverera ekosystemtjänster (Lafortezza et al 2010). Ekosystemtjänsterna delas in i olika kategorier beroende på vilken funktion de levererar; stödjande, reglerande, kulturella och försörjande. De stödjande tjänsterna är de grundläggande funktionerna i ekosystemen såsom biologisk mångfald, kretslopp och jordmånsbildning (Stockholm stad 2021). De reglerande tjänsterna bidrar till att till exempel förbättra livsmiljön med olika former av reningsprocesser av vatten och luft, pollinering och temperaturreglering. De kulturella tjänsterna handlar om upplevelsevärden av grönska och välmåendet av att vistas i naturen, om fysisk hälsa, identitet och social interaktion. De försörjande tjänsterna gör det möjligt för oss att leva och bo då de ger oss råvaror, vatten och mat.

GYF

En möjlighet för oss landskapsarkitekter att bidra till att minimera riskerna för klimatrelaterade händelser är att använda planeringsverktyget grönytefaktor (GYF). GYF är ett planeringsverktyg och en räknemodell som kommuner och byggaktörer kan använda sig av vid anläggning på kvarter-

smark eller allmän platsmark (Boverket 2020) för att hantera stödjande, reglerande och kulturella ekosystemtjänster (Stockholms stad 2021). Den försörjande tjänsten matproduktion räknas i GYF till stödjande tjänster (Stockholm stad 2021). Det huvudsakliga målet med GYF är att spara eller skapa resilienta gröna urbana miljöer (Boverket 2020) och säkerställa att FN:s globala hållbarhetsmål implementeras i gestaltningen (Stockholms stad 2021). De globala hållbarhetsmålen består av 17 mål med olika inriktning varav mål 3, 11, 13 och 15 berörs i GYF (Stockholm stad 2021) (se figur 1 och 2).

Med resilienta gröna miljöer menas miljöer som innehåller någon form av gröstruktur, till exempel träd och buskar, men även blå strukturer med vatten behandlas i GYF (Stockholm stad 2021). Modellen kan användas på kvartersmark och allmän platsmark för att skapa goda förutsättningar för djur, växter och människor genom att tillgodose funktionella ytor som exempelvis dagvattenlösningar, rekreationsytor och blommande växter (Boverket 2020). GYF ger förslag på gröna och blåa värden som enskilt eller tillsammans levererar ekosystemtjänster som är till nytta för klimatet och oss människor (Stockholm stad 2021). De ekosystemtjänster GYF behandlar kan hjälpa till att skänka skugga och ge svalka åt invånarna i en stad och samtidigt sänka temperaturen och motverka klimatrelaterade händelser såsom värmeöar.

Stockholm stads modell för GYF från 2021 har som syfte att uppmuntra och vägleda till att skapa ytor som levererar många olika ekosystemtjänster, även i en tät stad där ytan är begränsad (Stockholm stad 2021).



Figur 2. Med hjälp av grönytefaktor (GYF) kan dessa globala hållbarhetsmål implementeras i gestaltningen.

FOTO: SIDA 2021

Vanligtvis används GYF i projekt på kvartersmark och då främst i bostadsområden för att tillgodose rekreativa miljöer och klimatanpassning för de boende. För bostadsområden ställs ofta krav på ett GYF-värde på 0,6 med 60% viktning av ekosystemtjänsterna, vilket betyder att ekosystemtjänsterna till en viss andel ska förkomma i gestaltningen. GYF-värdet påverkas av vilka ekosystemtjänster som ingår och hur stor yta de täcker eller vilket antal det är av till exempel ett träd. För handelsområden eller industrier finns inget GYF-värde eller viktningprocent som är jämförbar med det för bostadsområden.

Grönytefaktor historiskt

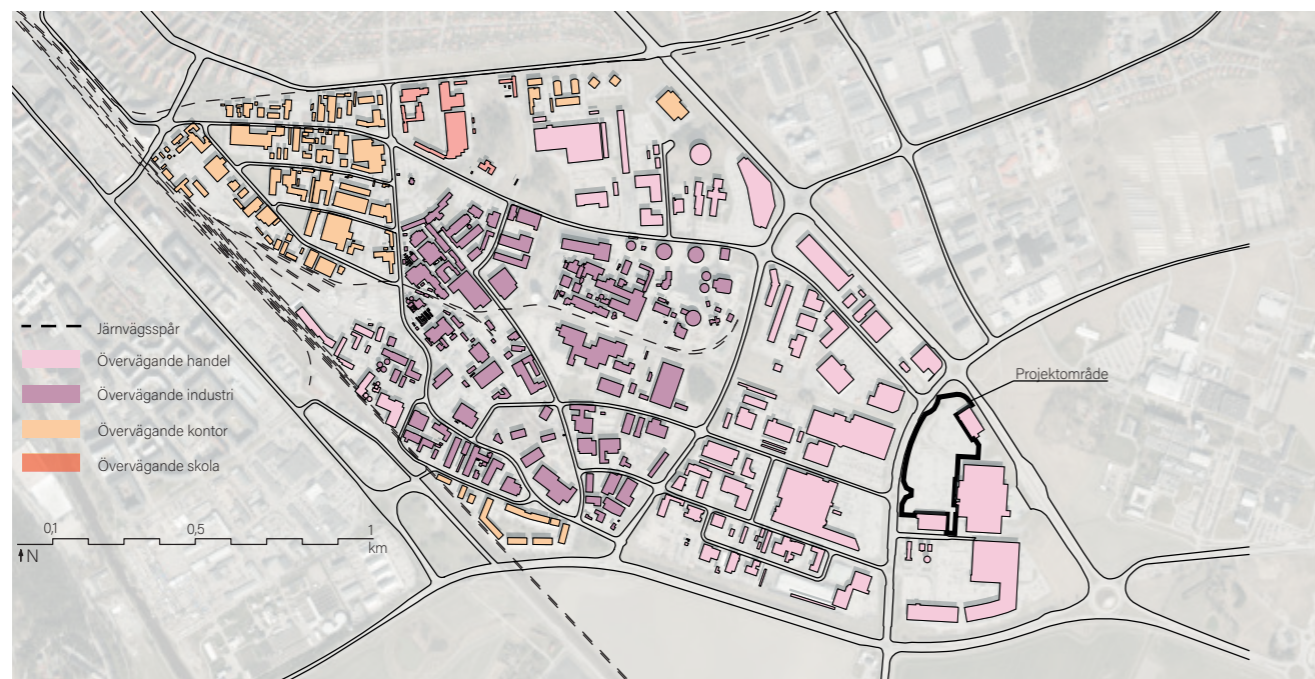
Grönytefaktor togs fram 2001 av Malmö stad inför planeringen av Västra Hamnen, där bomässan Bo01 skulle äga rum (Malmö Stad 2014). Ambitionen var att få in mer grönska på kvartersmark som tidigare varit ruderat mark, där exploaterarna fick poäng för andel grön mark men också för stora träd och åtgärder för biologisk mångfald (Boverket 2018).

Sedan 2014 är grönytefaktor ett implementerat verktyg i all planering i Miljöbyggsprogram Syd (Malmö Stad 2014) och sedan 2001 har GYF tillämpats även i andra kommuner (Boverket 2018). I och med att GYF blivit alltmer populärt har modellen utvecklats och vissa kommuner har skapat sin

egen (Boverket 2018). De olika kommunernas modeller har dock en sak gemensamt och det är att garantera en viss mängd grönyta där både kvalitativa och kvantitativa värden ryms (Boverket 2018). Grönytefaktorn kan anpassas efter platsen den appliceras på, för att möta de behov som finns just där (Boverket 2018).

Den GYF-modell som detta arbete utgår ifrån är den uppdaterade versionen av Stockholm stad från 2021. Modellen skapades för projektet med stadsdelen Norra Djurgårdsstaden i Stockholm och syftar till att få in grönska och ekosystemtjänster i projektet och på så sätt stärka grönstrukturen och hantera klimatförändringarna.

Historiskt introducerades grönytefaktor (GYF) i Tyskland på 1990-talet, den kallades då biotopflächenfaktor och när Malmö Stad 2001 tog modellen till Sverige och utvecklade den inför bomässan Bo01 fick den namnet grönytefaktor (Stockholm Stad 2021). Den tyska modellen var uppbyggd av delfaktorer för vegetationsyta, vatten och hårdgjorda ytor samt tilläggfaktorer för lokal dagvattenhantering. Sedan Malmö började arbeta med modellen utvecklades den med fler delfaktorer och tilläggfaktorer. Bland annat lades delfaktorer och tilläggfaktorer för grönska till.



Figur 3. I östra delen av Boländerna finns merparten av den handel som Uppsalas invånare besöker. De stora byggnaderna och hårdgjorda parkeringsytorna utmärker sig i jämförelse med resten av stadsdelen.

FOTO: ORTOFOTO © UPPSALA KOMMUNKARTA 2021. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Klimatmål i Uppsala kommun

Uppsala kommun (2017) vill att hållbar utveckling ska synas och definiera arbetssätt och metoder inom kommunens alla verksamhetsområden. De står bakom FN:s 17 globala klimatmål i Agenda 2030 (Uppsala kommun 2017) och har formulerat egna mål för att nå en temperaturökning på maximalt 2 grader (Uppsala kommun 2014b). Uppsala kommun jobbar för att år 2030 vara fossilfritt och år 2050 vara klimatpositivt, vilket innebär att utsläppen av växthusgaser ska ha minskat med 100% fram till 2050, detta ska nås inom flera olika sektorer i kommunen (Uppsala kommun 2014b). Vidare förklarar Uppsala kommun att befintlig och ny bebyggelse ska anpassas för att skapa ett flexibelt och robust klimatanpassat samhälle. Ordet "grönska" används av kommunen som en strategi till klimatanpassning och i den här uppsatsen representeras grönskan i form av integrerade lösningar för ekosystemtjänster med hjälp av GYF.

Kommunen uppskattar att temperaturen i Uppsala ökade med cirka en halv grad mellan år 1991–2013 och den väntas stiga ytterligare de kommande åren (Uppsala kommun 2014b). Enligt kommunen är Uppsala byggt på ett sådant sätt att värmeöar ofta uppstår, detta på grund av tät bebyggelse och många hårdgjorda ytor i staden. Värmeöar listas som en klimatrisk som kommunen vill motverka med hjälp av ökad mängd grönska, som kan sänka temperaturen och ge skugga i staden (Uppsala kommun 2014b).

I översiktsplanen från 2016 har Uppsala kommun (2016) format mål som ska leda kommunens arbete mot klimatpositivitet. Två av målen är extra relevanta för detta arbete då de rör transporter och bilanvändande samt klimat, ekosystemtjänster och upplevelsevärden.

”År 2050 är Uppsala uppbyggt kring noder och stråk: Både landsbygden, tätorterna och staden kopplas samman med stråk för snabb kollektivtrafik. Det är lätt att byta mellan färdmedel och att gå och cykla. De flesta behöver inte en egen bil för att klara vardagen” – (Uppsala kommun 2016, s. 6)

”År 2050 har Uppsala en sammankopplad grönstruktur och rent vatten. ”Fler kan njuta av naturen och det blir lättare att dra nytta av ekosystemtjänster och värna den biologiska mångfalden. Vattnet i sjöar och åar är rent och grundvattnet i Uppsalaåsen skyddat för generationer” – (Uppsala kommun 2016, s. 6)



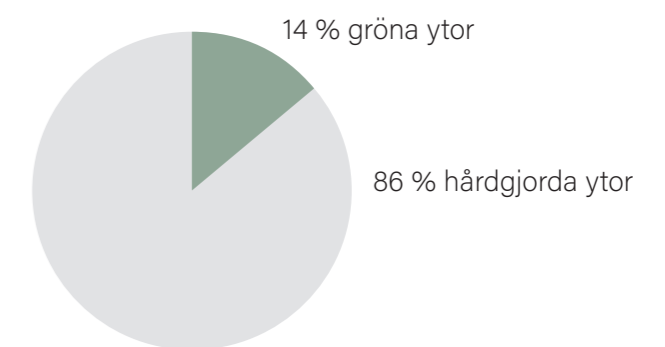
Figur 4. Boländerna ligger nära Uppsalas centrala delar och är ett av stadens största och mest besökta industri- och handelsområden.

FOTO: ORTOFOTO © UPPSALA KOMMUNKARTA 2021. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Projektområdet

Projektområdet är beläget i östra Boländerna och används i dagsläget som parkeringsyta (se figur 3 och 4) främst för besökare till varuhuset Ikea och butiken Stadium. I jämförelse med Boländernas övriga parkeringsytor har projektområdet på 46 624 kvadratmeter den största sammanhängande parkeringsytan samt är den yta som innehåller lägst andel gröna ytor i förhållande till storlek. Endast 14% av hela projektområdet består av någon form av grönska som till exempel gräs, träd eller planteringsbäddar (se figur 5).

De två målbilderna ovan indikerar att det finns ett behov av ett minskat antal parkeringsplatser samt en omgestaltning för att göra projektområdet mer klimatanpassat då platsen bland annat saknar grönska och ekosystemtjänster. Ett minskat antal parkeringsplatser och förbättrade gång- och cykelmöjligheter kan betyda att målbilden om att färre invå-

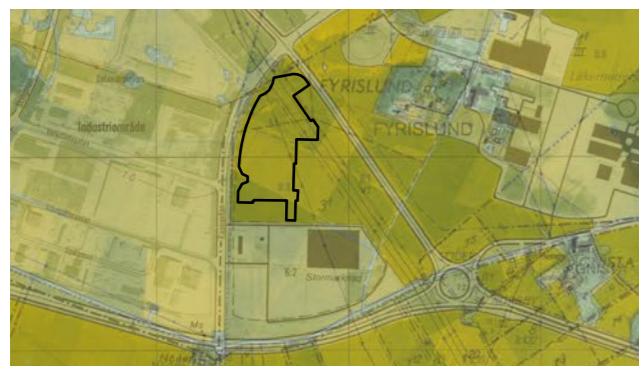


Figur 5. Merparten av projektområdets markyta består av hårdgjorda ytor såsom asfalt och stenväggningar. De gröna ytor som finns är till största del gräsytor och en liten mängd planteringsytor.

nare behöver egen bil efterlevs. En konsekvens av en sådan förändring skulle kunna vara att bilanvändandet minskar och bidrar till minskade koldioxidutsläpp i området. Parkeringsplatserna kommer då vara överdimensionerade vilket betyder att parkeringsytorna skulle kunna användas med större nytta. Målbilden för sammankopplad grönstruktur och rent vatten påverkar projektområdet på så vis att det saknar planerad grönstruktur och då lider brist på de ekosystemtjänster som grönstrukturen levererar, som exempelvis reglering av temperatur och lokalklimat. Ytterligare ekosystemtjänster som kan bidra till att uppnå målbilderna är att gestalta en annorlunda dagvattenhantering. Till exempel går det att undvika dagens situation med dränering till brunnar som leder direkt till Fyrisån och vidare ut i Ekoln och Mälaren (Uppsala kommun 2014).

Karaktärshabitat

Boländerna som stadsdel präglas av de närmast belägna landskapskaraktärerna odlingslandskap och stad. De båda karaktärerna skiljer sig mycket från varandra i utformning och innehåll, den ena mer hårdgjord än den andra. Karaktärerna har gemensamt att de är kraftigt påverkade av människan som genom historien nyttjat Uppsalaåsens höjder, Fyrisån som farväg och vattenkälla och den bördiga leran på slätterna kring staden för matproduktion. Boländerna var tidigare en del av Uppsalaslättnens odlingslandskap. Vid jämförelser av historiska kartor (se figur 6) går det att se att den mark som



Figur 6. Projektområdet (svart linje) har byggts på det som tidigare var jordbruksmark.

FOTO: EKONOMISKA KARTAN 1951 © LANTMÄTERIET. EKONOMISKA KARTAN 1982 © LANTMÄTERIET. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

en gång var jordbruksmark nu är bebyggt. Projektområdet omges av stora arealer produktiv åkermark och vida slätter. Karaktäristiska moränholmar är synliga i slättlandskapet och

närmare Boländerna består övergången mellan slättlandskapet och staden av mer kuperad terräng.

Syfte

Syftet med uppsatsen är att använda GYF som ett planeringsverktyg för att testa möjligheten att ställa krav på klimatanpassning av parkeringsplatser, likt det man gör för bostadsområden. Målet är att få in fler ekosystemtjänster i gestaltningen med fokus på temperatursänkning som kan minska riskerna för värmeöar. Förhoppningen är att platsens funktion som parkeringsplats bibehålls och att ett GYF-värde på 0,6 uppnås eller överstigs.

Frågeställning

Hur kan en stor parkeringsyta gestaltas för att sänka temperaturen med hjälp av planeringsverktyget grönytefaktor (GYF)?

Målgrupp & avgränsningar

Uppsatsen riktar sig till landskapsarkitekter, stadsplanerare och andra yrkesgrupper som på något sätt arbetar med eller intresserar sig för stadsplanering och klimatanpassning.

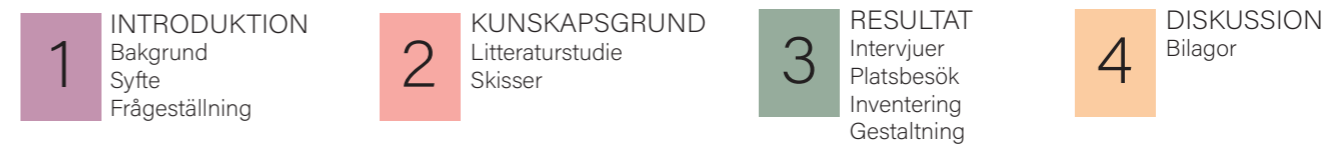
Uppsatsen kan även vara av intresse för studenter inom nämnda branscher som vill utveckla sin förståelse för eller finna inspiration i uppsatsens ämne.

Uppsatsen handlar om att med hjälp av GYF gestalta för att sänka luftens temperatur och inte temperaturen på ytor som exempelvis tak eller markmaterial. Uppsatsen ger förslag på vegetation som kan påverka lufttemperaturen men förutom vegetation kan även vindhastighet och lufttryck påverka. Arbetet innefattar inga åtgärder som rör vind- eller lufttryck.

GYF är inte ett regelverk utan en vägledande metod med utrymme för bedömningar av användaren. Därför är detta arbete och dess resultat färgat av författaren. Det betyder att resultatet skulle kunna bli annorlunda om metoden skulle appliceras av någon annan eller i andra projekt.

Metod

I denna del av arbetet beskrivs uppsatsens struktur och metoder. Uppsatsen består av fyra delar där del 1 består av en introduktion med bakgrund, syfte och frågeställning (se figur 7). Del 2 syftar till att skapa en översiktlig kunskapsgrund till kommande gestaltning och består av en litteraturstudie och skissarbete. Metoderna sammanfattar forskningsläget samt utforskar den fysiska platsens egenskaper. Del 3 redovisar resultatet av intervjuerna, platsbesöken samt inventeringen och har sammanfattats i en gestaltning. Del 4 är en utvärderande del av gestaltningen där GYF-värdet



Figur 7. Uppsatsens delar består av flera olika metoder av olika omfattning och inriktning.

bland annat kontrolleras om det har uppnåtts.

Litteraturstudie

Litteraturstudien var baserad på en integrativ litteraturstudie och hade som syfte att ge ett brett och inkluderande perspektiv på både teoretisk och empirisk litteratur (Whittemore & Knafl 2005) genom att ge en omfattande redogörelse och syntetisering av begrepp och teorier från redan existerande litteratur (Torreco 2005; Whittemore & Knafl 2005). Litteraturstudien gav en kunskapsgrund till ämnet för att besvara ett problem eller en frågeställning. För litteraturstudiens transparens var det viktigt att redogöra för studiens primära källor och deras relevans till ämnet. I den här uppsatsen är primärkällorna litteratur av och med Stephen Pauleit, vars forskning riktas mot urban planering, biodiversitet, hållbarhet och klimatet samt Henrik Sjöman vars forskningsinriktning är urval och mångfald inom skogsbruk, växter i urbana miljöer och växternas förmåga att leverera ekosystemtjänster i urbana miljöer.

Litteraturstudien influerades också av en så kallad exponentiell icke-diskriminerande "snowball sampling"-metod där en primär källa genererade en annan potentiell primär källa. Varje ny källa analyserades genom att identifiera litteraturens mål och syfte för att hitta källor med relevans för arbetet (Research Methodology 2019).

Grönytefaktor (GYF)

Grönytefaktor har som syfte att ge konkreta förslag på hållbarhetslösningar som ger ekosystemtjänster. I den här uppsatsen var *Grönytefaktor för kvartersmark* (Stockholm stad 2021) vägledande i gestaltningen och satte ramarna för platsens innehåll. Arbetet och användningen av GYF har integrerats i inventering och gestaltning och har således inget eget avsnitt i uppsatsen.

Ett GYF-värde angavs som kravställning för arbetet. Valt värde utgick från det värde som ställs som krav för bostadsområden med en balansering på 60% då kraven för bostadsområden är högre än kraven för parkeringsplatser. Då bostadsområden och parkeringsplatser vid handelsområden är av olika typ och innehåll tolkades och anpassades tilläggfaktorer för rekreativa ytor för att passa en parkeringsplats.

Till exempel räknades grönskande förgårdsmark som ytor som vetter mot gatorna inom området. Ytor för social aktivitet räknades inte bara som gräsytor för lek och/eller gård för skola/förskola utan som generell lektyta.

Det inledande arbetet med GYF påbörjades genom att läsa på om de olika delfaktorerna och tilläggfaktorer som potentiellt kunde användas i gestaltningen. Sedan gjordes inventeringen genom att notera vilka delfaktorer och tilläggfaktorer som fanns på den befintliga platsen. I gestaltningen applicerades delfaktorer och tilläggfaktorer som skapade temperatursänkande lösningar och ytor, men också bidrog med andra ekosystemtjänster. För att få så stor temperatursänkande effekt som möjligt, och för att uppnå det angivna GYF-värdet, maximerades mängderna delfaktorer och tilläggfaktorer i gestaltningen. Därefter räknades GYF-värdet ut.

Grönytefaktorn för kvartersmark bidrog tillsammans med litteraturstudien till det som blev gestaltningen.

Platsbesök

Två platsbesök gjordes där det första besöket syftade till att ta reda på kvaliteten på befintliga gröna ytor och träd samt inhämtning av inspiration till gestaltning. Det andra besöket syftade till att artbestämma växtmaterial för buskar och träd. Under första besöket den 2021-03-09 bedömdes om befintlig vegetation i form av gräs, buskar och träd var av tillräckligt god kvalitet för att kunna sparas i gestaltningen. Tillräckligt god kvalitet ansågs vara de träd och buskar som visade god årtillväxt med tydlig apikal dominans eller skulle kunna öka sin tillväxt genom förbättrande åtgärder. Vid bedömning av gräsets kvalitet kontrollerades gräsets tillväxtförmåga och grad av förslitning. Tillväxtförmågan ansågs vara god om marken inte var kompakterad samt om det inte fanns några förslitningar. Inhämtning av inspiration skedde genom att titta på platsens form, riktningar och befintliga strukturer för att förstå vad gestaltningen hade att förhålla sig till. Särskilt viktigt att titta på var samband med omgivande kvarter, siktlinjer och gång- och cykelstrukturer. Omgivande kvarter ansågs kunna ge information om kvaliteten på växtmaterialet runtomkring platsen. Siktlinjer var viktigt att undersöka för orienterbarhetens skull då byggnaderna i området kan fungera som landmärken för besökarna. Gång-

och cykelvägarna var viktiga förbindelser att ta hänsyn till då dessa färdmedel är hållbara. Under det andra besöket den 2021-03-30 artbestämdes växtmaterial på buskar och träd genom att titta på trädens habitus; form, blad, stam och storlek. Arterna sammanställdes i en växtlista för att ge överblick på växtmaterialet. Platsbesöken dokumenterades med fotografier och anteckningar på en karta.

Inventering

Inventeringen utfördes med utgångspunkt i GYF – grönytefaktor för kvartersmark (Stockholm stad 2021). Med grönytefaktorerna som utgångspunkt noterades grönytefaktorernas delfaktorer och tilläggfaktorer på platsen i datorprogrammet AutoCAD för att räkna ut arean för varje delfaktor eller tilläggfaktor. Alla befintliga träd räknades i antal. Delfaktorerna och tilläggfaktorerna noterades sedan på en inventeringsplan och fördes in i en beräkningsmall i form av ett exceldokument. Beräkningsmallen skapades av Stockholm stad och har delgetts författaren inför denna uppsats. I mallen beräknas automatiskt den ekoeffektiva ytan ut utefter de värden som förs in från inventeringen. Genomförd inventering och notering av värden för delfaktorer och tilläggfaktorer resulterade i ett GYF-värde för den befintliga platsen.

Syftet med inventeringen var att förstå platsens nuvarande situation och innehåll i förhållande till grönytefaktorernas delfaktorer och tilläggfaktorer. Genom att känna till platsens innehåll i grönytefaktorernas termer och kategorier skapades en förståelse för hur platsen kunde bedömmas utifrån grönytefaktorernas olika delar och poängsättning.

Inventeringen med hjälp av GYF bidrog också med att ett GYF-värde angavs på den befintliga platsen. GYF-värdet användes för att jämföra med resultatet av GYF-värdet efter omgestaltningen.

Intervjuer

Den semistrukturerade intervjun är delvis strukturerad och kan liknas vid ett samtal mellan intervjuaren och den som blir intervjuad, i denna uppsats kallad informant (Clifford et al 2016). Det är en form av intervju med förutbestämda frågor som informanten får svara fritt på, tillskillnad från strukturerad intervju där svaren är förutbestämda alternativ (Clifford et al 2016). Enligt Clifford et al (2016) ger detta ett dataunderlag som är unikt för varje informant och kan vara en passande metod när man till exempel vill låta en persons expertis färga innehållet.

I den här uppsatsen har semistrukturerade intervjuer valts som metod då de anses bidra med kunskap om grönytefaktor (GYF) ur perspektivet från yrkesverksamma landskapsarkitekter. Då informanterna praktiskt har jobbat med planeringsverktyget GYF-grönytefaktor på kvartersmark av

Stockholm stad (2021) var förhoppningen att deras kunskap och erfarenhet av att använda planeringsverktyget kunde bidra med svar på sådant som inte framkom i litteratursökningen och kunde hjälpa till vid användandet av GYF vid gestaltningen. Intervjuerna hade som ytterligare syfte att jämföra projektområdet med ett annat område, som inte var ett bostadsområde. Valet föll på Energihamnen i Norra Djurgårdsstaden i Stockholm då förutsättningarna på platsen ansågs vara av liknande typ som uppsatsens projektområde. Energihamnen är ett industriområde utan bostäder med stora mängder hårdgjorda ytor. De intervjuade har tidigare jobbat i projekt med GYF i Energihamnen.

Intervjugenomförande

De två semistrukturerade intervjuerna var flexibla då intervjuerna kunde genomföras som både fysiska möten och online (Clifford et al 2016). I den här uppsatsen skedde intervjuerna via videomöte. Den insamlade datan antecknades eller spelades in och transkriberades sedan med de intervjuades tillåtelse. Vid en intervju granskades den insamlade datan av informanten på grund av att denna ville säkerställa att ingen känslig information om projektet spreds.

Informanterna fick frågan om att medverka i intervju via mail där syftet med intervjun och uppsatsen redogjordes för. Därefter fick de ta del av en lista med frågorna som var tänkta att ställas under intervjun. Frågorna var formulerade efter varje specifik informant och dennes expertis inom området GYF och landskapsarkitektur. De två informanterna intervjuades enskilt.

Johanna Good, Landskapslaget, 20 september 2021

Landskapsarkitekt på Landskapslaget. Har jobbat med att uppdatera planeringsverktyget ”GYF – grönytefaktor på kvartersmark” för Energihamnen i Norra Djurgårdsstaden i Stockholm.

Emmelie Nilsson, WSP, 23 september 2021

Landskapsarkitekt på WSP. Har tidigare jobbat som konsult för att hjälpa exploateringskontoret i Stockholm med att ta fram GYF-modeller för Norra Djurgårdsstaden och varit ett GYF-stöd till exploitörerna.

Skissarbete

Skissarbetet bestod av tre olika faser. Alla skisserna genomfördes efter att platsbesöket och inventeringen ägt rum, detta för att först samla inspiration samt förstå platsens situation och innehåll. De inledande skisserna bestod av 15 snabba skisser på tre minuter vardera för att starta idétänket och testa övergripande former och riktningar på platsen samt inte skissa för detaljerat. Nästa fas av skissandet hade inte någon

tidsbegränsning och tilläts vara mer omfattande med olika fokus. Fokus lades på att skissa kontraster mellan grönska och hårdgjort, maximera vatten, maximera grönska, riktningar åt olika håll, öppna gränser, slutna gränser, kopplingar till omgivningarna och trädplacering.

Del 2. Kunskapsgrund

Litteraturstudie

Stockholm stads modell för GYF

I Stockholm stad har man utvecklat GYF-modellen med förhoppningen att den ska utveckla stadslivet och livskvaliteten för invånarna genom att ställa krav på stadsbyggandet (Stockholm Stad 2021). Till skillnad från Malmös GYF-modell, som har ett mer ekologiskt fokus, är Stockholms GYF-modell utvecklad för att även rymma rekreativa värden. Uppsala har inte utvecklat en egen GYF-modell men använde sig av verktyget vid planeringen av området Ulleråker (Uppsala kommun 2016b). Då var GYF-modellen anpassad till just Ulleråker.

Stockholmsmodellen är en balanserad GYF-modell där de olika värdena för reglerande, stödjande samt kulturella ekosystemtjänster viktas jämt, varje ekosystemtjänst ska ha minst 60% täckning över projektområdet (Stockholm stad 2021).

Parkeringsstal

Uppsala kommun har format riktlinjer för parkeringar i hela Uppsala kommun, dessa följer kommunens övergripande mål om att skapa en mer hållbar kommun (Uppsala kommun 2014b). Huvudfokuset med riktlinjerna är att öka andelen cykel-, gång- och kollektivtrafik och för att nå dit har kommunen satt riktvärden som syftar till att minska antalet parkeringsplatser i staden (Uppsala kommun 2014b). För att räkna ut behovet av parkeringsplatser i Uppsala kommun använder sig kommunen av så kallade parkeringstal (Uppsala kommun 2016c). Parkeringsstalen är riktvärden vid planering av antalet parkeringsplatser på kvartersmark. Talet är inte bindande och har ingen rättsverkan vilket gör att värdet kan vara flexibelt om så krävs (Uppsala kommun 2016c). För bostadsområden är parkeringstalet kopplat till boarea och inte antalet lägenheter eller lägenhetsstorlekar och kan således vara lägre på kvartersmark där det byggs många mindre lägenheter (Uppsala kommun 2016c) vilket betyder att det blir färre parkeringar per lägenhet. Parkeringsstalet innebär ett sänkt antal parkeringsplatser jämfört med tidigare parkeringsnorm, helt i enlighet med de trender Uppsala kommun iakttagit och de mål för effektiviserad markanvändning och hållbart stadsbyggande som kommunen format (Uppsala kommun 2016c). Trenden visar på ökat antal resor med kol-

lektivtrafik och minskat antal resor med bil. Parkeringsstalet är flexibelt och kan ändras om fastighetsägaren möjliggör för så kallade mobilitetstjänster såsom bilpool eller cykelfrämjande insatser (Uppsala kommun 2016c).

Parkeringsstal för verksamheter

Allmänna parkeringstal saknas för handelsområden då kommunen vill att en särskild utredning ska göras (Uppsala kommun 2016c). Detta för att reda ut parkeringsbehovet för just de verksamheter som finns i handelsområdet då behovet för liknande eller likadana verksamheter kan skilja mellan innerstaden och ett handelsområde som Boländerna (Uppsala kommun 2016c). Möjligheten att öka användandet av kollektivtrafik eller gång- och cykeltrafik ingår också i utredningen, som görs av byggherren (Uppsala kommun 2016c). Parkeringsstalet för verksamheter är precis som parkeringstalet för bostäder endast ett riktvärde utan rättsverkan (Uppsala kommun 2016c). Det kan ändras beroende på platspecifika förutsättningar och läget i förhållande till kollektivtrafik och gång- och cykelstråk (Uppsala kommun 2016c).

Normtal blir parkeringstal

Förr kallades parkeringstal för normtal i Uppsala kommun. Tidigare gällande bestämmelser för antal parkeringsplatser tillät ett högre så kallat normtal än nuvarande gällande parkeringstal tillåter (se tabell 1). I Parkeringsnorm för Uppsala kommun (2003) har olika normtal fastställts för beräkning av parkeringsplatser för olika typ av verksamheter. Normtalet är antalet parkeringsplatser per 1000 kvm bruksarea (BRA) för olika typer av verksamheter. Parkeringsnorm för Uppsala kommun från 2003 och parkeringsnorm för Uppsala från 2013 är de dokument som innefattar de normtal som gällde innan dagens Parkeringsstal för Uppsala kommun från 2016 började gälla. Jämförelsen mellan bestämmelserna från 2003, 2013 och 2016 berättar vilken procentuell minskning av antalet parkeringsplatser som Uppsala kommun bygger efter. Uppsala kommun räknar med att den nedåtgående trenden kring bilanvändandet kommer fortsätta (Uppsala kommun 2016c). Därför används värdet för den procentuella minskningen från normtalet från 2003 och 2013 till det nuvarande parkeringstalet från 2016. Denna begränsning innebär att gestaltningen kan utformas på ett sätt som gör att platsen kan

användas rimligt som parkeringsplats.

Jämförelse mellan normtal och parkeringstal

I dokumenten från 2003, 2013 och 2016 har verksamheter i form av handel benämnts olika men syftar till samma eller liknande sorters aktiviteter (se tabell 1). Eftersom parkeringstalet från 2016 kräver en särskild utredning kommer underlaget till beräkningen av den procentuella minskningen ske mellan år 2003 och 2013. Trots att benämningarna på handelen syftar till samma eller liknande aktiviteter så finns det en viss skillnad mellan de olika betydelserna. Den procentuella minskningen räknas därför ut genom att använda medelvärdet för respektive år.

Uträkning av nytt parkeringstal

För att räkna ut det nya parkeringstalet räknas medelvärdet ut för åren 2003 och 2013. Medelvärdet från 2013 subtraheras från medelvärdet från 2003 för att få förändringen. Den procentuella minskningen fås sedan genom att dividera förändringen med det ursprungliga värdet från 2003 (se figur 8).

WSP har på uppdrag av Uppsala kommun gjort beräkningar för parkeringstal i ett projekt för främre Boländerna och resultatet visar en liknande procentuell minskning i antal parkeringsplatser som beräkningarna för detta arbete (WSP 2019). Det uppskattade behovet av parkeringsplatser i WSPs

Verksamheter	Parkeringsnorm 2003 bpl/1000 kvm BRA*	Parkeringsnorm 2013 bpl/1000 kvm BTA**	Parkeringsstal 2016 bpl/1000 kvm BTA**
Varuhus	47	-	-
Butiker	32	-	-
Handel	-	9	Särskild utredning
Handel livsmedel	-	20	-

* BRA - bruksarea, sammanlagda arean av alla våningsplan i en byggnad. Arean utesluts av väggar exklusive ytterväggarnas utsida.
** BTA - bruttoarea, sammanlagda arean för alla våningsplan i en byggnad. Arean utesluts av väggar, inklusive ytterväggarnas utsida.
bpl - bilplats

Tabell 1. Tabellen sammanför värdena för parkeringstalen respektive parkeringsnormerna från Uppsala kommun. Utifrån dessa värden har en uträkning gjorts som räknar ut antalet nya parkeringsplatser i projektområdet.

KÄLLA: UPPSALA KOMMUN (2003;2013;2016B).

Medelvärden

Medelvärde år 2003: 39,5
Medelvärde år 2013: 14,5
Förändring: 39,5-14,5=25

Formel

$$\frac{\text{Förändring}}{\text{Ursprungliga värdet från 2003}} = \frac{\text{Minskning i procent}}{\text{procent}}$$

Uträkning

$$\frac{25}{39,5} = 0,63 = 63\%$$

Figur 8. Här redovisas minskningen på 63% av antalet parkeringsplatser. Minskningen går i enlighet med Uppsala kommuns riktlinjer och mål om en mer hållbar stad.

projekt beräknas vara 500-700 platser. I jämförelse med det befintliga antalet på 1500 platser visar det en minskning på mellan 53-66% (WSP 2019). Minskningen på 63% enligt uträkningarna i denna uppsats kan därför antas vara rimliga. Detta betyder att det befintliga antalet parkeringsplatser på 1078 stycken skulle minska med 679 parkeringsplatser (1078x0,63=679). Den nya siffran resulterade i 399 parkeringsplatser efter att ha subtraherat 679 från 1078 (1078-679=399). Dessa 399 parkeringsplatserna är den siffra som kommer användas i gestaltningen i den här uppsatsen.

Värmesänkande strategier i urbana miljöer

Temperatur i urbana miljöer kan mätas på olika sätt och påverkas av väder och vind samt materialanvändning (Rahman et al 2021). Inom forskningen mäts och används ofta termerna lufttemperatur, yttemperatur samt värmeväxling mellan yta och luft genom avdunstning (Höppe 1999). Tre framträdande strategier för temperatursänkning är skugga, albedo och tillgänglighet av vatten dagtid (Rahman et al 2020). Genom att välja trädarter med särskilt bra temperatursänkande egenskaper kan man ytterligare förbättra strategierna för att minska värmeeffekten (Rahman et al 2020).

Albedomaterial

Genom åren har flera strategier tagits fram för att minska risken för värmeöar (Santamouris 2014; Bowler et al 2010; Rahman et al. 2011; Rötzer et al. 2019). En av strategierna är att använda så kallade albedomaterial som har ett högt albedo, vilket betyder att en yta har en hög förmåga att

reflektera solstrålning (Yang, Wang & Kaloush 2015). Ofta är sådana ytor ljusa eller vita, till exempel ljusa markmaterial eller vit betong. En yta med högt albedo reflekterar mer solstrålning tillbaka till atmosfären, vilket leder till att ytan inte ackumulerar värme lika mycket som en mörk yta som har ett lägre albedo (Yang, Wang & Kaloush 2015). En mörkt färgad yta kan till exempel vara asfalt. Material med högt albedo ger mest effekt under dagtid på grund av att det inte existerar någon solstrålning under natten (Yang, Wang & Kaloush 2015), men den temperatursänkande effekten kan märkas även då eftersom sådana här material ackumulerar mindre värme. Albedomaterialens effektivitet är som störst under sommaren när solstrålningen är som mest intensiv (Yang, Wang & Kaloush 2015). Skillnaden i temperatur är inte märkbart stor under resterande delar av året. Vid användning av albedomaterial bör man vara uppmärksam på att solstrålning inte enbart reflekteras tillbaka till atmosfären utan också reflekteras till omkringliggande ytor med lägre albedo (Yang, Wang & Kaloush 2015). Detta kan orsaka oönskade temperaturhöjningar på till exempel byggnader och bilar runt omkring, vilket bara förskjuter problemet (Yang, Wang & Kaloush 2015). Medan albedomaterial gör stor skillnad på yttemperaturen gör de mindre skillnad på lufttemperaturen, men som sagt så ger albedomaterial effekt nattetid då yttemperaturen är lägre och därmed ger ifrån sig mindre värme till luften under natten (Yang, Wang & Kaloush 2015; Lin & Lin 2010).

Reflektiva och gröna tak

Santamouris (2014) berättar att det i huvudsak finns två olika strategier för att klimatanpassa tak för temperatursänkande effekter; reflektiva tak och gröna tak. Reflektiva tak hänger ihop med albedo. Enligt Santamouris (2014) spelar klimatet stor roll vid val av klimatanpassningsstrategi på tak. I varmt klimat har reflektiva tak visats ge större nedkylande effekt medan gröna tak ger större nedkylande effekt i svalare klimat (Santamouris 2014). Gröna tak är tak som är beklädda med växter, ofta suckulenter. Växterna bidrar till att sänka temperaturen genom att de skuggar taket och därmed minskar den direkta solstrålningen (Santamouris 2014). Solstrålningen påverkar takets temperatur, hur mycket värme som lagras i byggnaden samt avdunstningen från vätskan i både växten och växtsubstratet (Santamouris 2014). Gröna tak hjälper till att minska absorptionen av solstrålning och i sin tur en ökning av ytans temperatur (Santamouris 2014). Lazzarin, Castellotti & Busato (2005) skriver att de gröna takens förmåga att sänka temperaturen ökar om växternas densitet är högre, vilket även Bowler et al (2010) rapporterat om. Detta gäller även densiteten i relation till hur tätt växterna är planterade.

Trädens påverkan på temperatursänkning

Flera studier visar att träd kan ha en temperatursänkande förmåga och att den temperatursänkande effekten beror på trädens transpiration och skugga (Rötzer et al 2019; Konarska et al 2016). En studie utförd i Göteborg studerade ett antal trädarters temperatursänkande förmåga dagtid respektive nattetid (Konarska et al 2016). De trädarter som mättes var *Tilia europaea*, *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Fagus sylvatica* och *Prunus serrulata*. Studien visar att den temperatursänkande effekten är mest effektiv nattetid då trädens transpiration är som störst (Konarska et al 2016). Även Bowler et al (2010) har uppmärksammat att den temperatursänkande effekten är som störst nattetid. Konarska et al (2016) noterade att den temperatursänkande förmågan även fanns på en icke grön referensyta, dock var den mindre. Dessutom noterades en viss transpiration dagtid och då i huvudsak på solbelysta träd. Den temperatursänkande effekten var däremot inte lika stark på dagen som på kvällen, trots dagtranspirationen (Konarska et al 2016).

För att sänka temperaturen dagtid krävs skugga. Träd som ger skugga ger större effekt på temperatursänkningen (Lin och Lin 2010; Bowler et al 2010). I Lin och Lins (2010) studie jämfördes en oskuggad plats med en trädskuggad plats och resultatet visade att lufttemperaturen på den skuggade platsen var 0.64 till 2.52 grader Celsius svalare. Yttemperaturen på marken var 3.28 till 8.07 grader Celsius svalare. Den viktigaste variabeln för den temperatursänkande förmågan var trädens bladfärg (ljushet) men krondensitet, bladtextur och bladtextur hade också betydelse (Lin & Lin 2010). Den största effekten på yttemperaturen på marken hade krondensiteten, då skuggan blev tätare ju högre krondensiteten var men även bladtextur, bladtextur och bladfärg bidrog (Lin och Lin 2010). Lin och Lins (2010) studie stämmer överens med Li & Zhou (2019) som menar att grönstruktur med hög densitet kan sänka marktemperaturen tack vare att den ger en mer kompakt skugga vilket höjer energiutbytet mellan den varma marken och den svalare vegetationen (Li & Zhou 2019). Resultatet i en studie av Rötzer et al (2019) visar att den temperatursänkande förmågan hos träd är kopplat till trädens art och tillväxt. En betydande faktor som avgör den temperatursänkande förmågan och tillväxten är trädens tillgång till vatten, men även lokalklimatet och stadens övergripande klimat kan påverka (Rötzer et al 2019).

Lin och Lin (2010) menar att stora träd ger en större temperatursänkande effekt på grund av att de ger en större skugga. Delar av ytan som skuggas utsätts för färre antal soltimmar per dag när solen rör sig från öst till väst (Lin & Lin 2010). Detta betyder att ytor under stora träd inte värms upp i samma utsträckning som under mindre träd, där skuggan

inte är lika utbredd. Större träd ger bättre temperatursänkande förmåga för att ytan under de stora träden drar nytta av föregående dagars temperatursänkande effekt (Lin & Lin 2010).

Lin och Lins (2010) resultat visade att ljusa gröna blad samt tjockare blad ger större temperatursänkande effekt än mörka gröna blad respektive tunna blad. Trädens skuggande kronor ger mer effekt än låg vegetation såsom gräs (Bowler et al 2010). I en studie på solbelyst gräs av Rahman et al (2021) visades att gräs sänker temperaturen bäst enbart om jorden är fuktig, då fuktig jord har bättre värmväxlande förmåga genom avdunstning (Rahman et al 2021). Annars har gräset en tendens att ackumulera värme i jorden (Rahman et al 2021).

Precis som Lin och Lin (2010), Li och Zhou (2019) och Bowler et al (2010) ser Rahman et al (2020) ett samband mellan ökande krondensitet och temperatursänkande förmåga.

En temperatursänkande effekt har noterats även på gröna ytor som inte är skuggade vilket Bowler et al (2010) tror beror på kylningseffekten av avdunstning.

Träd på rätt plats ger bättre ekosystemtjänster

För att träden ska leverera ekosystemtjänster krävs att de kan utvecklas till sin fulla potential (Sjöman, Hirons & Bassuk 2018). Det innebär att träden måste kunna växa till sin största storlek under bra förhållanden. Sjöman, Hirons & Bassuk (2018) menar att för att lyckas med en trädplantering krävs att arten är anpassad till sin växtplats då förutsättningarna som platsen ger har stor betydelse för trädens överlevnad, ekosystemtjänster och resiliens mot förändringar såsom klimatet. Sjöman, Hiron & Bassuk (2018) samt Allen et al (2010) anser att den största faktorn till varför träd går förlorade vid nyplantering är på grund av att växtmaterialet inte är anpassat till platsen. Framst handlar det om tillgången på vatten och artens torktålighet då städernas lokalklimat ofta är mycket torrt och har en låg tillgång till vatten på grund av många hårdgjorda ytor.

Då värme och torka är två av de klimatrelaterade risker WMO (2021) listat som ”high-impact events” är studien av Sjöman, Hiron & Bassuk (2018) extra intressant för denna uppsats då studien har undersökt torktåligheten hos 45 trädarter i ett klimat som liknar det skandinaviska. Studiens syfte var att ge vägledning i val av art vid trädplantering i skandinaviskt klimat och särskilt val av art för icke-traditionella arter. Sjöman, Hirons & Bassuk (2018) hävdar att för att öka resiliensen och ekosystemtjänster är det nödvändigt att använda icke-traditionella arter då framtiden visar på ett förändrat klimat där vi bör göra plats för nya arter.

Nedan följer en lista på arter som klarar torka bra (Sjöman,

Hirons & Bassuk 2018):

- *Syringa reticulata*
- *Koelreuteria paniculata*
- *Acer monspessulanum*
- *Ginkgo biloba*
- *Quercus acutissima*
- *Acer grandidentatum*
- *Quercus cerris*
- *Quercus frainetto*
- *Eucommia ulmoides*
- *Cornus mas*
- *Pyrus calleryana* 'Chanticleer'
- *Quercus muhlenbergii*
- *Ostrya carpinifolia*
- *Prunus sargentii*
- *Acer tataricum*
- *Acer x zoeschense*
- *Zelkova serrata*
- *Carya ovata*
- *Phellodendron amurense*
- *Tilia tomentosa*
- *Ulmus parvifolia*
- *Parrotia persica*
- *Celtis occidentalis*
- *Gymnocladus dioica*

Nedan följer en lista på arter som klarar torka sämre (Sjöman, Hirons & Bassuk 2018):

- *Laburnum*
- *Liriodendron tulipifera*
- *Cercidiphyllum japonicum*
- *Cornus kousa*
- *Platanus occidentalis*
- *Betula nigra*
- *Magnolia tripetala*
- *Magnolia acuminata*
- *Cladrastris kentukea*
- *Magnolia salicifolia*
- *Halesia monticola*
- *Aesculus flava*
- *Stewartia pseudocamelia*

Skuggande effekt på asfalt respektive gräs

Rahman et al (2019) har jämfört den temperatursänkande förmågan hos trädarterna *Tilia cordata* och *Robinia pseudoacacia* på skuggat och oskuggat gräs respektive asfalt. Generellt var yttemperatursänkningen störst för båda arterna vid skugga över asfalt, *T. cordata* visade däremot en dubbelt

så stor temperatursänkning än *R. pseudoacacia* på asfalt. De båda arterna visade en likvärdig temperatursänkning vid skugga på gräs. Rahman et al (2019) tror att den temperatursänkande förmågan hänger ihop med en ökande bladarea och krondensitet. Rahman et al (2019) menar att krondensitet, savflöde och jordfuktighet tillsammans med trädens habitus och växtplats bidrar med temperatursänkande effekter. *T. cordata* visade en större temperatursänkande effekt på grund av större bladarea som hindrar solstrålning från att nå marken och därför ger ett bättre skydd mot höga ytemperaturer på marken.

I Lin och Lins (2010) studie var de två växterna med störst temperatursänkande förmåga *Ulmus parvifolia* och *Pterocarpus indicus* som båda är storvuxna träd med hög lövdensitet. De två arterna med minst temperatursänkande förmåga var *Bischofia javanica* och *Bambusa ventricosa* som i jämförelse med *U. parvifolia* och *P. indicus* har en lägre lövdensitet.

Sammanfattning

Det som tas med från kunskasdelen i den här uppsatsen är:

- Mest effektiva sättet att sänka temperatur är genom skugga på marken och genom tillgängligt vatten nattetid.
- Att välja träd med temperatursänkande egenskaper (bred, hög, tät krona).
- Välja träd som klarar torka bra.
- Efter en 63% minskning blir det nya antalet parkeringsplatser 399 stycken.

Del 3. Resultat

I resultatdelen redovisas intervjuerna, inventeringen och gestaltningsförslaget med illustrationer och beskrivningar. Förslaget bygger på platsbesöken, inventeringen, litteratursökningen och skissarbetet. Illustrationsplanen visar helheten av gestaltningen och därefter följer utsnitt och sektioner för att visa detaljer och utföranden. Därefter följer en redogörelse av de växter och arter som bidrar till förslagets temperatursänkande delar samt en genomgång av de delfaktorer som ingår i GYF.

Boländerna

I Boländerna skulle grönytefaktor (GYF) kunna bidra till att skapa fler ekosystemtjänster genom att till exempel implementera fler vegetationsytor och träd i gestaltningen. I Boländerna saknas lösningar på ekosystemtjänster i den fysiska miljön, till exempel avvattnas hårdgjorda ytor till brunnar som leder direkt till Fyrisån där vattnet släpps ut (Uppsala kommun 2014). Även grönstruktur i form av parker saknas (Uppsala kommun 2014), vilket gör Boländerna till en plats med potential till förbättrad klimatanpassning.

I den här uppsatsen består projektområdet av en del av Boländerna som är Uppsalas mest besökta shoppingområde (se figur 3). Det rymmer handel, industri, kontor och verksamheter vilka utgörs av privata såväl som kommersiella aktörer. Platsen utmärker sig med de stora låga byggnaderna, de stora hårdgjorda parkeringsytorna samt avsaknaden av grönstruktur (se bild 1). På grund av dessa faktorer existerar nästan ingen skugga på marken, temperaturen kan därför förväntas bli flera grader varmare än i områden runtomkring (Mohajerani, Bakaric & Jeffrey-Bailey 2017). Det finns därför risk att det bildas värmeöar då de hårdgjorda ytorna blir mycket varma under dagen. Uppsala kommun (2016d) har identifierat problemet med mängden hårdgjorda ytor och påpekar risken att den varma luften tas med vinden till närliggande områden och försvårar situationen där.

Intervjuer

Johanna Good berättar att vissa av GYF delfaktorer och tilläggsfaktorer är svåra att uppnå på alla platser, i Boländerna kan det till exempel vara gröna tak och väggar då ett område som Boländerna kan ha annorlunda krav eller fastighetsgränser än till exempel ett bostadsområde. För att kunna anlägga gröna väggar och tak krävs inte helt oväntat att fastigheten har väggar och tak som kan bli grönklädda. Good menar att alla faktorer inte är möjliga att ha på en industrifastighet som i till exempel Energihamnen i Norra Djurgårdsstaden då industriverksamheterna kan ställa krav på exempelvis brandrisk.

Nilsson delger sin syn på att GYF i Energihamnen har

ett annorlunda syfte än GYF för ett vanligt bostadsområde i Norra Djurgårdsstaden. Hon poängterar att ett viktigt syfte med GYF i Energihamnen är att få in fler sociala värden. För bostadsområden bli det tydligt varför GYF ska användas men i ett industriområde som Energihamnen kan det vara svårare att förstå. Det finns ytor som kan användas och göras något med, exempelvis kantzoner. Det faktum att människor jobbar och vistas dagligen i verksamheterna är viktigt att komma ihåg då de kan må bra av en grön oas att njuta av under raster och luncher. Det är aspekter som kan öka deras välmående. Samma aspekter skulle kunna inneha flera funktioner så som att ta hand om dagvatten eller skänka skugga. De faktorerna som man arbetar med i bostadsområden är desamma som man arbetar med i Energihamnen, skillnaden är i vilken utsträckning eller prioritering. Det kanske inte går att få plats med lika mycket men man kan få plats med något. Johanna Good nämnde i sin intervju att vissa faktorer kan vara mer förmånliga att jobba med än andra då en del värderas högre och på så sätt kan höja det slutgiltiga GYF-värdet. Det finns dock möjligheter att anpassa GYF till den plats som det ska appliceras på och delfaktorerna och tilläggsfaktorerna måste inte vara desamma för alla projekt. Både Good och Nilsson berättar att i Energihamnen har man valt att sätta ett lägre GYF-värde än för bostadsområden då man visste att alla ytor inte kunde användas till att applicera GYF på. Nilsson säger också att man lika gärna hade kunnat slopa att ställa ett GYF-krav i Energihamnen men då det ligger i Norra Djurgårdsstaden, som överlag har ett högt krav på GYF skulle det bli orättvist om inte Energihamnen också hade det. Vidare förklarar Nilsson att Stockholm stad i slutändan jobbar åt samma håll, att få in mer grönska i staden, och främja miljöer för både djur och människa samt arbeta för klimatanpassning. Det man har gjort är att man satt en ambitionsnivå genom att pusha gränserna på industrimark för att nå dessa mål.

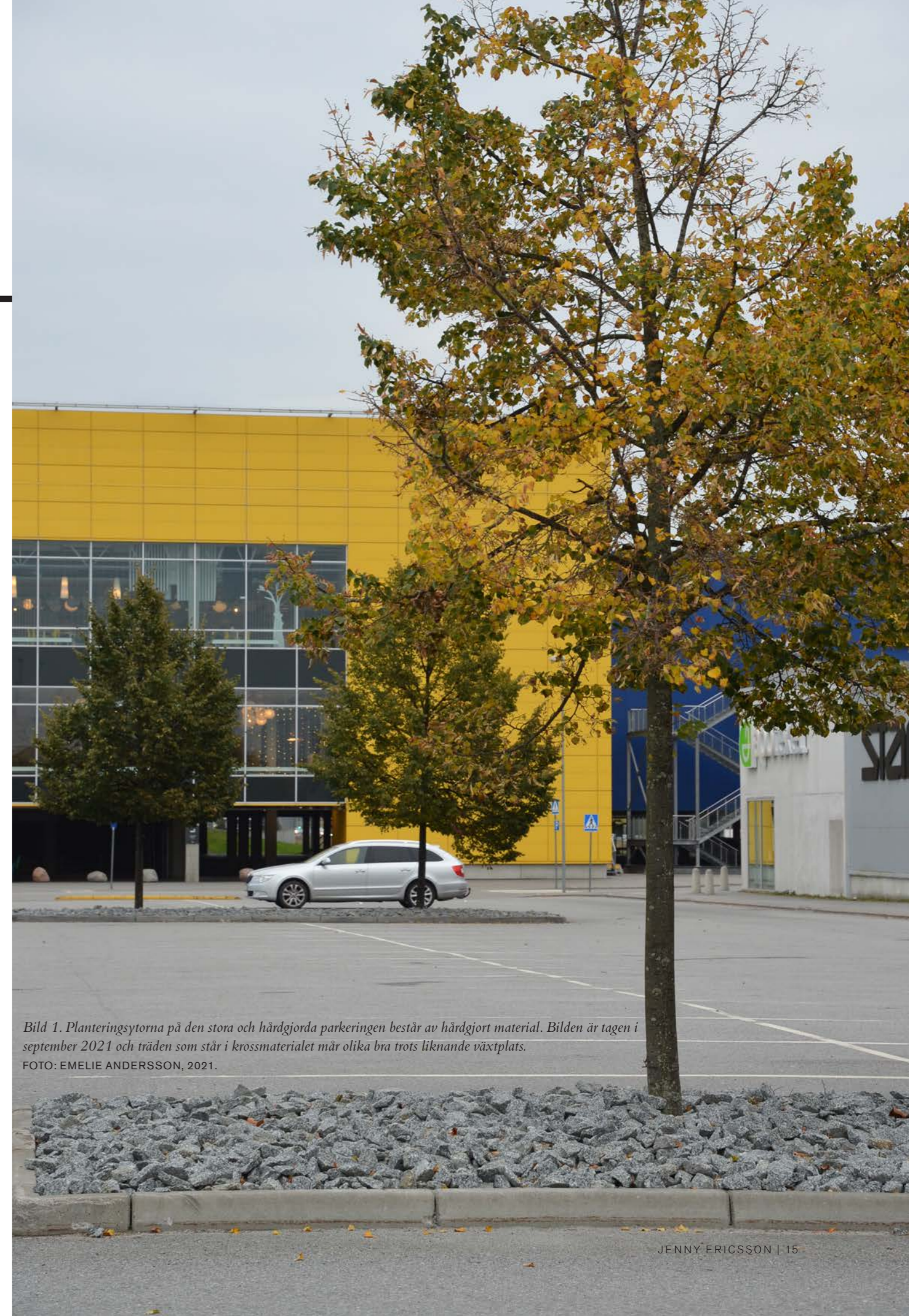


Bild 1. Planteringsytorna på den stora och hårdgjorda parkeringen består av hårdgjort material. Bilden är tagen i september 2021 och träden som står i krossmaterialet mår olika bra trots liknande växtplats. FOTO: EMELIE ANDERSSON, 2021.

Platsbesök

Under denna rubrik beskrivs och illustreras platsbesökets delar (se figur 9). Gällande trädens kvalitet uppmärksammades aspekten att kvaliteten på träden generellt skiljde sig över parkeringsytan. Skillnaden fanns också mellan träden i samma växtbäddar (se bild 1). Detta var oväntat då träden förmodligen är planterade i samma växtsubstrat och har liknande tillgång till vatten och luft samt utsätts för liknande påfrestningar från andra faktorer så som snöskottning, bilar, väder och vind. Av 45 stycken träd bedöms 34 stycken vara lämpliga att sparas, resterande visade sämre tillväxt och kan tas bort då träd med god tillväxt har en bättre temperatur-sänkande förmåga (Rötzer et al 2019). Alla gräsytor bedöms vara av god kvalitet och kan sparas till kommande gestaltning. Buskarna bedöms vara av god kvalitet och kan sparas då de visar god tillväxt.

Nedan följer en lista på arter av träd och buskar som hittades inom projektområdet:

- Tilia ssp.
- Sorbus x thuringiaca 'Fastigiata'
- Juniperus communis 'Repanda'
- Salix ssp.
- Prunus padus (flerstammig busklik)
- Prunus spinosa
- Ribes alpinum
- Sorbus aucuparia

Nedan följer en lista på arter av träd och buskar som hittades i omgivningarna kring projektområdet:

- Carpinus betulus
- Acer ssp.
- Potentilla fruticosa
- Ribes alpinum
- Cotoneaster lucidus
- Spiraea ssp.
- Rosa ssp.



Figur 9. Platsbesöken har sammanfattats i en plan som visar de olika ytornas kvalitet och innehållets placering och utbredning. De hårdgjorda ytorna (gråa ytor) täcker en stor del av projektområdet.

ILLUSTRATION: BASERAD PÅ BASKARTAN © UPPSALA KOMMUN CC-BY 2021, BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Inventering

Inventeringen har skett med hjälp av GYF – Grönnytefaktor för kvartersmark (Stockholm stad 2021) för att få kännedom om vilka delfaktorer och tilläggfaktorer som finns i projektområdet. Genom att veta vilka ytor som finns kan det befintliga GYF-värdet räknas ut och sedan jämföras med GYF-värdet efter gestaltningen samt förstå platsens nuvarande situation. Inventeringen redovisas illustrativt i plan och text (se figur 10). Värdena för varje delfaktor och tilläggsfaktor har förts in i en tillhörande beräkningsmall som räknar ut GYF-värdet och balanseringen. Beräkningsmallen finns som en bilaga i denna uppsats.

Följande delfaktorer för grönska noterades på den befintliga platsen:

- Ej underbyggd växtbädd, 5407 kvm.

Följande tilläggfaktorer för grönska noterades på den befintliga platsen:

- Buskar generellt, 435 kvm.
- Nya mellanstora träd (stam 20–30 cm), 45 st.
- Bärande träd, 17 st.

Följande delfaktorer för vatten noterades:

- Halvöppna hårdgjorda ytor, 184 kvm.
- Hårdgjorda ytor med fogar, 888 kvm.
- Täta ytor, 39 944 kvm.

Inga tilläggfaktorer för vatten noterades.

Projektområdets totala yta: 46624 kvm.

Grön yta: 5842 kvm

Hårdgjord yta (halvöppna, ytor med fogar, täta ytor): 41016 kvm

Andel grönyta i förhållande till hårdgjord yta: 14 % grönyta, 86 % alla slags hårdgjorda ytor

Antal parkeringsplatser: 1078 st (varav 1% (15 st) är handikapplats och 4% (42 st) är familjeplatser).

Befintliga GYF-värdet: 0,24



Figur 10. Inventeringsplanen visar de delar som GYF nämner. ILLUSTRATION: BASERAD PÅ BASKARTAN © UPPSALA KOMMUN CC-BY 2021, BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.



Figur 11. Perspektiv över allén med turkisk ek som leder fram till Ikeas ingång. Gång- och cykelvägar på vardera sida om bilvägen i mitten leder fram till ingången för att gående och cyklister enkelt ska kunna ta sig fram till byggnaden. Gång- och cykelvägarna är avskilda från bilvägen med hjälp av 0,5 meter höga buskar. ILLUSTRATION: CAR (SIDE) (TIMBERLAKE 2006) (CC BY-NC-SA 2.0), NEW CAR BACK (STETTED) (CC BY-NC-SA 2.0), CAR SIDE VIEW (JOHNWOBBERT) (CC BY-NC-SA 2.0). BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Gestaltningförslaget

Gestaltningen visar ett förslag på hur klimatanpassning med fokus på temperatursänkning av en parkeringsplats kan se ut. Ett GYF-värde på 1,87 har uppnåtts med hjälp av reglerande, stödjande och kulturella ekosystemtjänster. I det här avsnittet förklaras gestaltningförslagets grundläggande idéer och strategier. Sedan redogörs för utsnitt och sektioner av utvalda delar av gestaltningen. Gestaltningen redovisas i form av il-

lustrationer och förslag på lämpliga växter. Det förekommer inga projekteringsplaner eller fullständiga växtlistor förutom de angivna arterna för träden. Buskar är förslag och visar karaktärer och storlek som kan vara lämpliga. De föreslagna växterna tar hänsyn till plats specifika förutsättningar såsom växtzon och jordtyp och kan därmed passa även på andra platser med liknande förutsättningar.

Grundläggande idé: träden i fokus

Gestaltningförslaget är baserat på trädskuggornas temperatursänkande effekt (se figur 11 och 12). Två trädplaner sammanfattar de strategier som gestaltningen resulterat i, en för en hårdgjord zon och en för en parkzon. Den hårdgjorda zonen innehåller icke traditionella arter och parkzonen innehåller inhemska arter. Zonerna har tilldelats efter ytornas karaktär och hur hårdgjorda ytorna är samt hur stor vat-

tentillgången kan antas vara under varma perioder. De olika zonerna är också tänkta att tillgodose två behov besökarna till platsen kan väntas ha. Dels den praktiska möjligheten att kunna parkera sin bil samt möjligheten till rekreation i form av lek eller en paus i shoppingen.



Minskat antal parkeringsplatser ger plats för ekosystemtjänster

Det nya antalet parkeringar är 399 stycken. Det är en minskning med 63% från tidigare antal. Minskningen har frigjort mycket yta som används för att få in delfaktorer och tilläggfaktorer från GYF som kan leverera ekosystemtjänster. Det som tidigare var hårdgjorda parkeringsplatser består nu av följande delfaktorer för grönska:

- bevarad naturmark, 112 kvm
- ej underbyggd växtbädd, 17629,5 kvm

Följande tilläggfaktorer:

- diversitet i fåltskiktet, 9733 kvm
- bärande buskar, 608 kvm
- befintligt träd, 4 st
- nya stora träd (stam >30 cm), 264
- karaktärsträd, 39 st
- bärande träd, 63 st
- yta för social aktivitet (lekyta på skola/förskola) (lekyta), 621 kvm
- synliga gröna tak, 200 kvm
- grönskande förgårdsmark, 3807 kvm
- blomsterprakt i fåltskiktet, 1295,5 kvm
- buskar med ätliga bär och frukter, 1783 kvm
- fruktträd och blommande träd, 59 st
- träd placerade så att de ger lövskugga, 268 st
- flerskiktad växtlighet, 3746,5 kvm

Följande delfaktorer vatten:

- vattenytor i dammar, bäckar och diken, 1471 kvm
- öppna hårdgjorda ytor, 2313 kvm
- halvöppna hårdgjorda ytor, 628 kvm
- hårdgjorda ytor med fogar, 17 507 kvm

Följande tilläggfaktorer för vatten:

- biologiskt tillgängliga permanenta vattentytor, 1471 kvm
- vegetationsytor med tillfälligt kvardröjande vatten, 5785,5 kvm
- avvattningsytor av hårdgjorda ytor till växtbäddar, 5785,5 kvm
- vattenspeglar, 1471 kvm
- uppsamling av regnvatten för bevattning, 6499 kvm.

Strategi hårdgjord zon: icke traditionella arter

Den icke traditionella strategin utgår från den sammanställda forskningen från litteratursökningen och fokuserar på användning av trädarter som idag inte används i stor ut-

sträckning i Sverige. Arterna har valts efter Sjöman, Hiron & Bassuks (2018) studie om värmetåliga träd. Träden har placerats i den zon som i uppsatsen kallas hårdgjord zon (se figur 13) för att klara extra påfrestningar från torka och värme. Övergripande är träden placerade intill de hårdgjorda ytorna för att hindra solens strålar från att värma upp dem under dagtid då solen står som högst på himlen. Träden kantar gatorna och står jämnt utspridda över parkeringarna för att ge skugga och förbättra lokalklimatet. Vid de mindre gatorna står smalare eller mindre träd för att inte hindra framkomligheten. De valda arterna har valts på grund av att de som fullvuxna träd har en eller flera av följande egenskaper:

- stor storlek
- bred krona
- tät krona
- hög höjd
- snabbväxande (från juvenilt stadium)

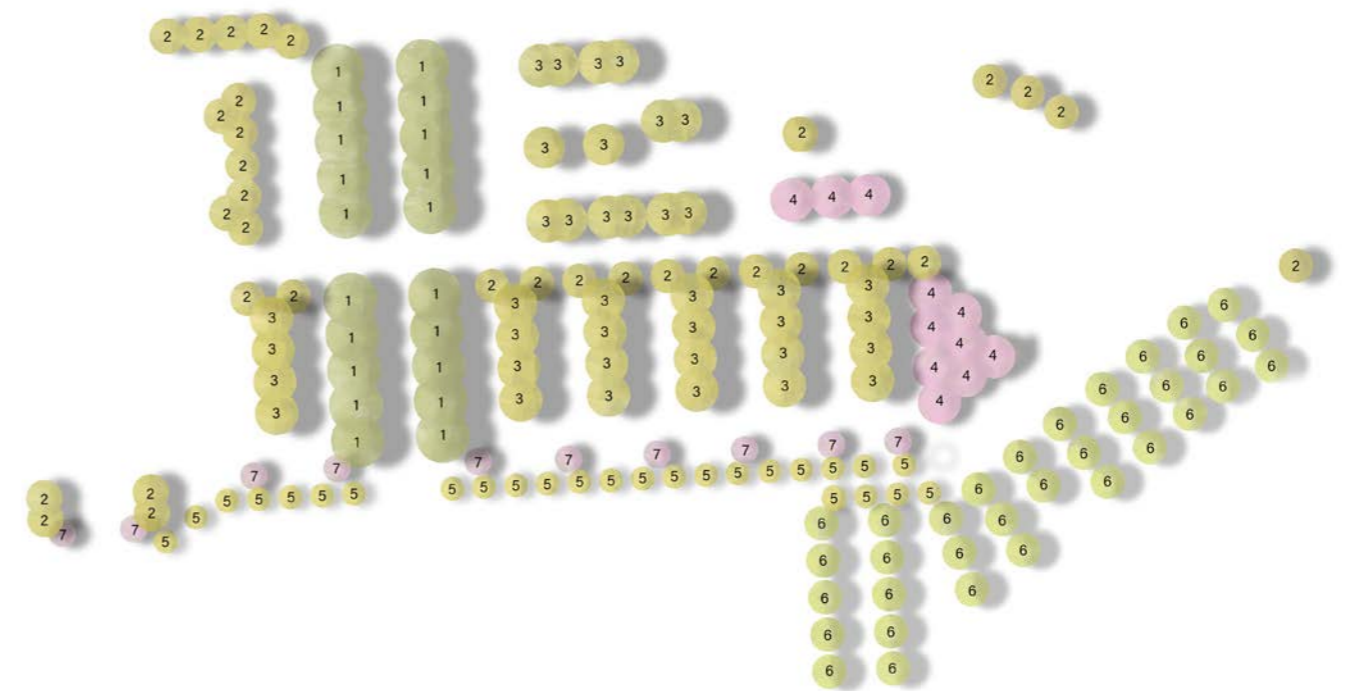
Dessa egenskaper bidrar tillsammans med att skapa en skugga på marken som är tätare, bredare och längre samt utvecklas snabbt från det att trädet planteras.

Växtlista hårdgjord zon (se figur 14)

1. Quercus cerris, turkisk ek. Snabbväxande, hög.
2. Tilia cordata 'Böhlje', skogslind. Tät krona, hög.
3. Tilia tomentosa 'Brabant', silverlind. Tät krona, stor, hög.
4. Prunus 'Accolade', prydnadskörsbär. Bred krona.
5. Celtis occidentalis, bäralm. Snabbväxande.
6. Carya ovata, skidhickory. Stor, hög.
7. Prunus sargentii, bergkörsbär. Bred krona.



Figur 13. Trädplan för hårdgjord zon. I den hårdgjorda zonen har extra torktåliga träd placerats. ILLUSTRATION: BASKARTAN © UPPSALA KOMMUN CC-BY 2021. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.



Figur 14. Illustration till växtlista. Trädens egenskaper har betydelse för var det står. Höga och stora träd krävs i bredare utrymmen såsom i huvudallén. ILLUSTRATION: BASKARTAN © UPPSALA KOMMUN CC-BY 2021. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Strategi parkzon: inhemska arter

I parkzonen, där tillgången på vatten och näringsämnen är större, finns inhemska arter som kräver lite mer av sin ståndort och inte klarar torka lika bra. Parkzonens karaktär är mer öppen än den hårdgjorda zonen och det beror på att många av arterna som växer här är blommande och bärande arter som vill ha sol (figur 15). De bidrar till den biologiska mångfalden och kopplar platsen till dess omgivande odlingslandskap. Rönnen 'Rosmari', hagtornet 'Toba' och fågelbäret är exempel på arter som ger vacker blomning på våren och bidrar till den rekreativa och kulturella aspekten i GYF. Parkzonen innehåller arter som beskrivs i det kulturella odlingslandskapets karaktärshabitat enligt GYF.

Växtlista parkzon (se figur 16)

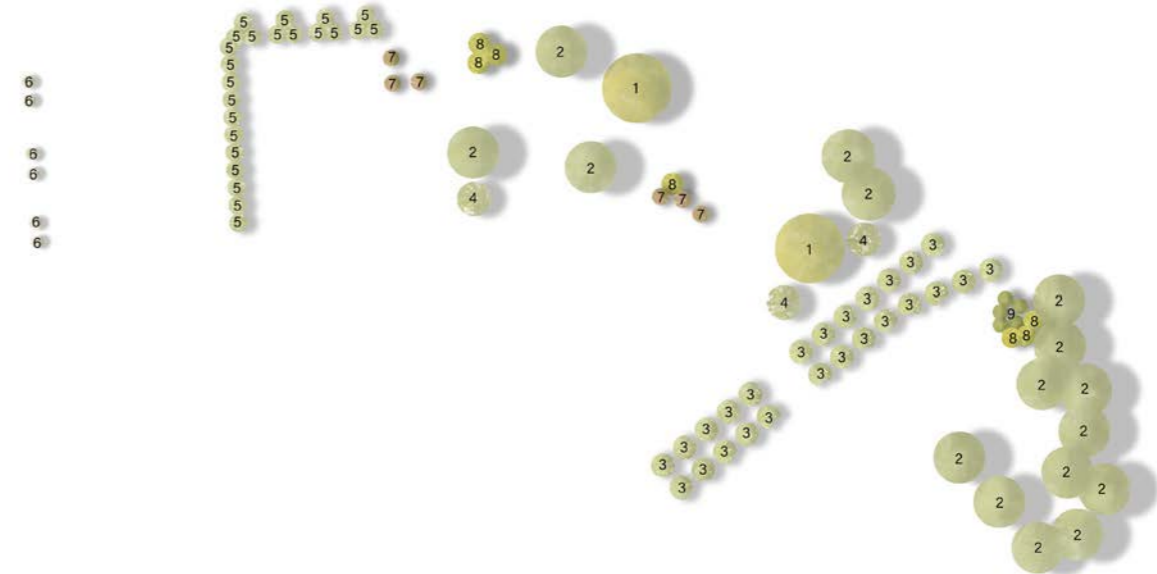
1. Salix x sepulacralis 'Chrysocorna', kaskadpil
2. Quercus robur, skogsek
3. Sorbus x thuringiaca 'Fastigiata' E, rundoxel
4. Prunus avium E, fågelbär
5. Sorbus 'Rosmari', prydnadsrönn
6. Malus baccata 'Street parade', bärapel
7. Crataegus x mordenensis 'Toba', pärlhagtorn
8. Salix caprea, sälg
9. Befintligt buskage

I den här delen av projektområdet finns en damm enligt delfaktor för vatten i GYF. Dammen gynnar biodiversiteten och ger poäng för tilläggfaktorn biologiskt tillgängliga vattenytor. Dessutom ges poäng för reglering av lokalklimatet, då vatten kan verka temperatursänkande, i form av tilläggfaktorn vattensamlingar i damm och uppsamling av regnvatten för bevattning.



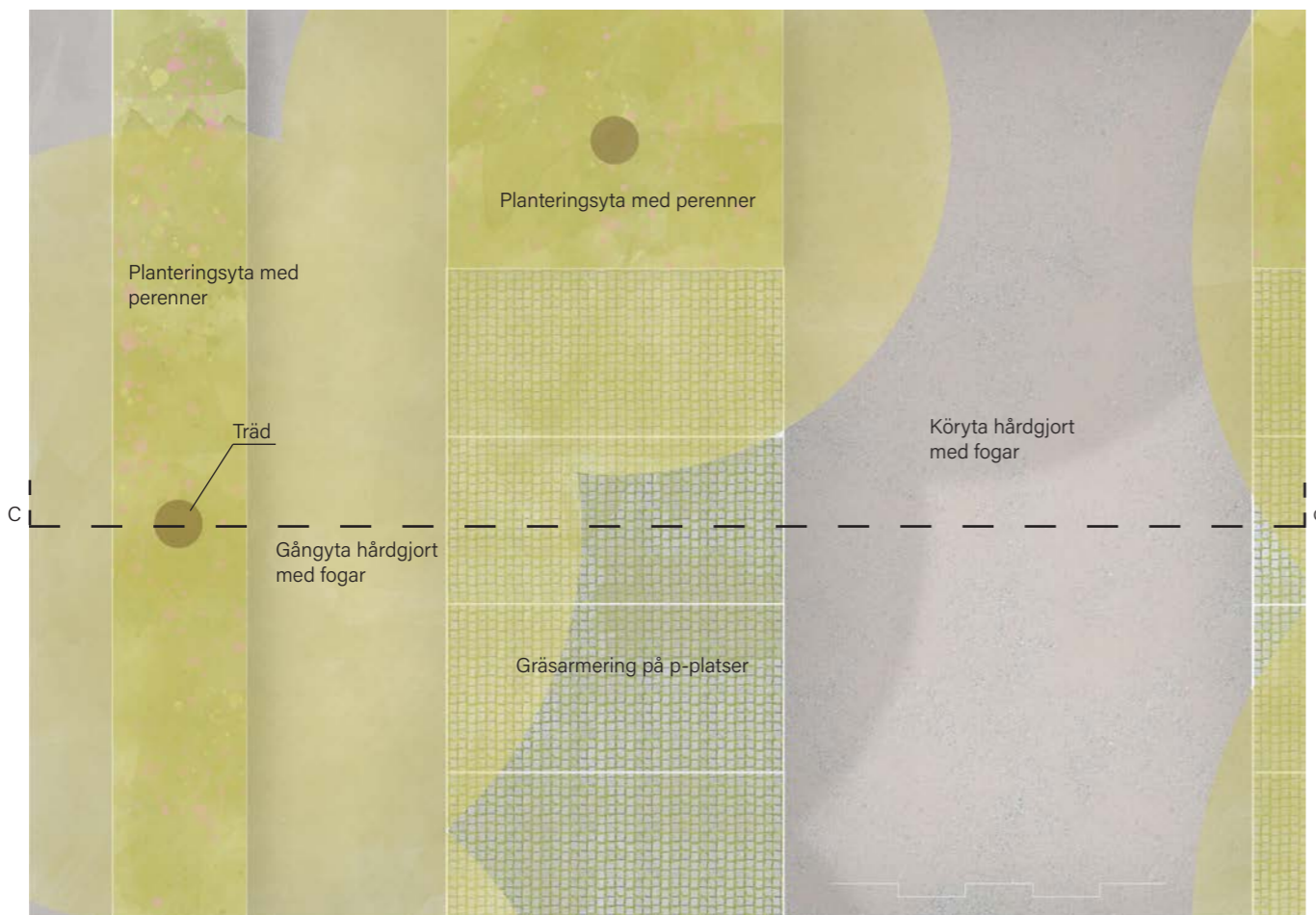
Figur 15. Trädplan för parkzonen. Närmast Rapsgatan består växtmaterialet av inhemska arter som genom formspråket ger en parklik karaktär och blir projektområdets framsida mot Rapsgatan och resten av Boländerna.

FOTO: BASKARTAN © UPPSALA KOMMUN CC-BY 2021. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.



Figur 16. I ytterkanterna av projektområdet står träd av inhemska arter som kräver lite mer vatten och näring än resterande träd i gestaltungsförslaget.

FOTO: BASKARTAN © UPPSALA KOMMUN CC-BY 2021. BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.



Utsnitt 1. Gångytorna är dragna så att man som gående på ett säkert sätt ska kunna lasta i och ur bilen och slippa gå i körytan för bilar.
ILLUSTRATION: BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Nya markmaterial

I förslaget ingår inte längre någon helt tät yta (se utsnitt 1). De täta ytorna som fanns tidigare har bytts ut till hårdgjorda ytor med fogar. Dessa förbättrar enligt GYF möjligheten för dagvatten att infiltrera marken. Parkeringsplatserna har försetts med gräsarmering för att ytterligare förbättra vattnets förmåga att infiltrera marken, men också för att armeringen tillåter uppkomsten av gräs vilket i kombination med skugga kan ge en temperatursänkande effekt (Rahman et al 2021).

Utformning i förhållande till GYF och kunskapsgrunden

I anslutning till parkeringsytorna finns planteringsytor med perenner (se utsnitt 1). Dessa stärker den upplevelsemässiga aspekten och bidrar med blomsterprakt i fältskiktet enligt GYF. Perennytorna bidrar till de reglerande och kulturella ekosystemtjänsterna. Som syns i utsnitt 1 och sektion C-c står träden i planteringsytor, detta på grund av att ge trädens rötter utrymme att breda ut sig.

För att ge ytterligare plats åt rötterna och ge träden så goda förutsättningar som möjligt att frodas är alla planteringsytor så kallade regnbäddar. Regnbäddarna bidrar med stödjande och reglerande ekosystemtjänster.

Arter från GYF

En del arter som noterades under platsbesöket är arter som GYF nämner är lämpliga för platser med karaktärshabitatet odlingslandskap. Förslag på arter som nämns i GYF är följande (arter i kursiv stil är arter som hittades under platsbesöket).

Karaktärsträd:

- fågelbär
- äppelträd
- hagtorn



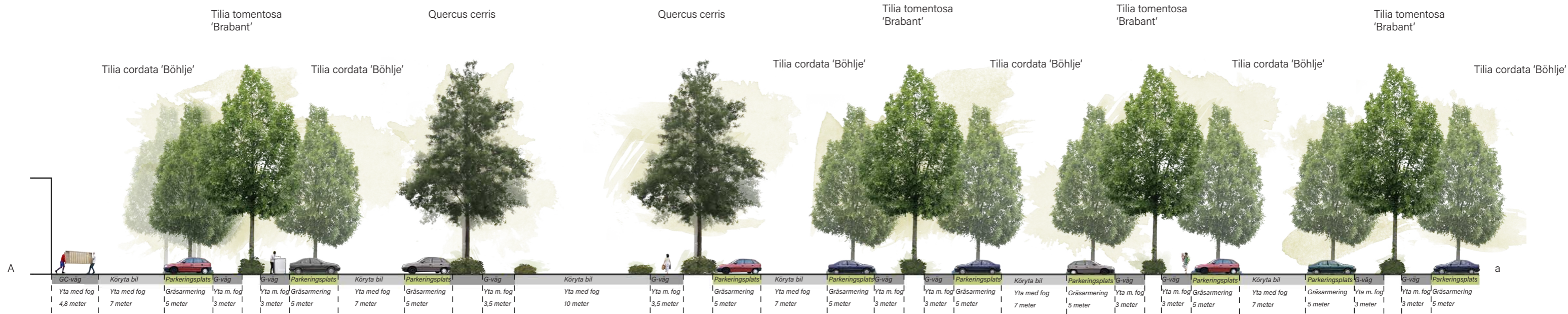
Sektion C-c. Skala 1:200/A3. Träden bildar en lövgång över gång- och cykelbanan vilket bidrar till upplevelsen av platsen. I GYF
ILLUSTRATION: CAR (SIDE) (TIMBERLAKE 2006) (CC BY-NC-SA 2.0), NEW CAR BACK (STETTED) (CC BY-NC-SA 2.0), CAR SIDE VIEW (JOHNWOBBERT) (CC BY-NC-SA 2.0). BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

- häggmispel
- rönn
- sälg

Exempel på arter i kultur- och odlingslandskap:

- olika körsbärsträd
- övriga fruktträd
- oxel
- rönn
- pilarter (*salix*)
- enar
- nyponrosor
- buskrosor
- slån
- svarta och röda vinbär

- krusbär
- björnbär
- hallon
- syrén
- kaprifol
- häggmispel
- havtorn
- aronia



Sektion A-a. Skala 1:400/A3.

ILLUSTRATION: CAR (SIDE) (TIMBERLAKE 2006) (CC BY-NC-SA 2.0), NEW CAR BACK (STETTED) (CC BY-NC-SA 2.0), CAR SIDE VIEW (JOHNWOBBERT) (CC BY-NC-SA 2.0). BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Vegetation som skapar rum

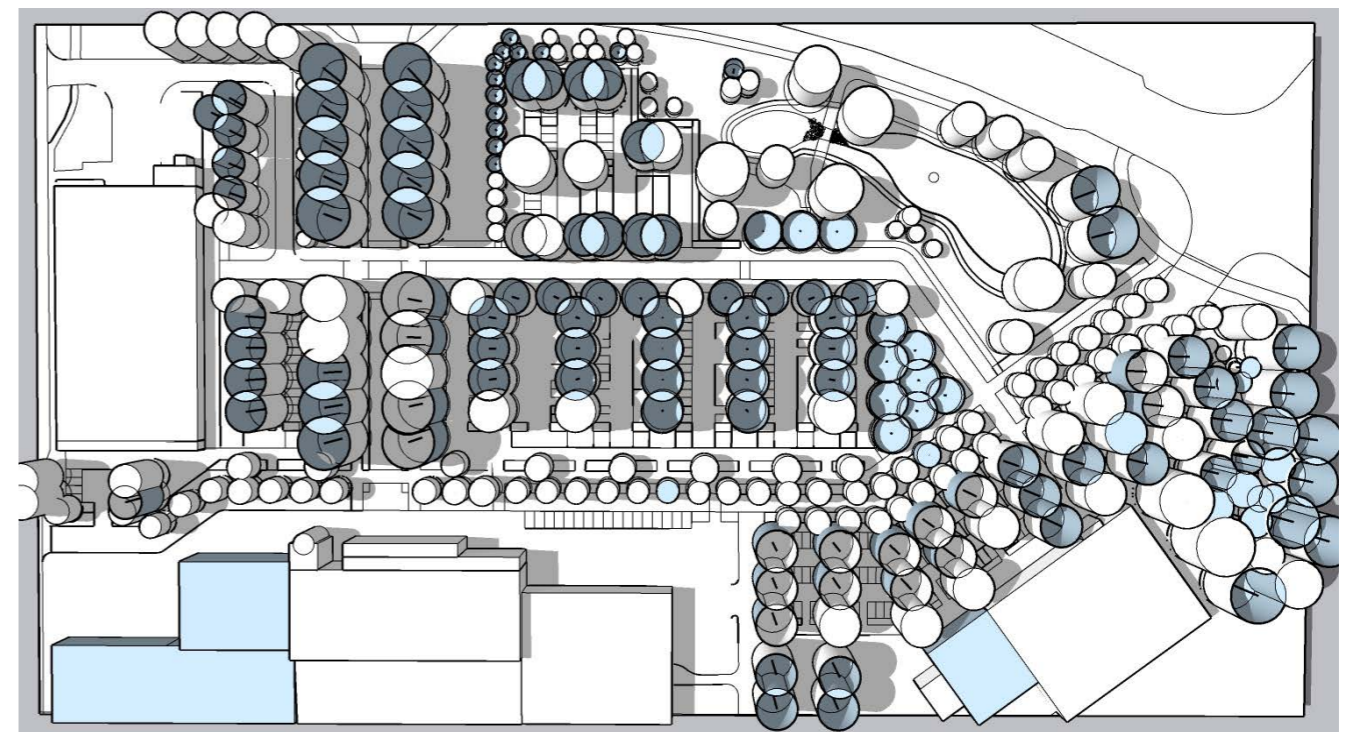
Träden bidrar med biodiversitet i trädskiktet i form av att befintliga träd sparas men flyttas från sin ursprungliga plats eller bidrar som karaktärsträd och bärande träd. Ekosystemtjänsterna som gynnas är de stödjande, reglerande och kulturella. Av de förslag på arter som ges i GYF har följande arter fått en plats i gestaltningen (se sektion A-a):

- fågelbär
- äppelträd
- hagtorn
- rönn
- sälg
- körsbärsträd
- oxel
- pilarter (salix)
- aronia

De låga buskarna som syns i sektion A-a är buskar av Aronia melanocarpa 'Hugin' samt 'Glorie'. De olika sorterna skiljer sig åt i höjd där 'Hugin' har en höjd på 1-1,5 meter medan 'Glorie' har en höjd på 0,5- 0,8 meter. Aronian har valts som växt då den får sprakande vackra röda höstfärger och för att den får ätliga bär som är mycket bra för fågellivet och är nyttiga för människan. Dessutom har aronian en rik blomning under försommaren vilket bidrar med kulturella, reglerande

och stödjande ekosystemtjänster.

Träden skapar platsens karaktär och bildar rum under kronorna. I figur 17 illustreras hur trädens skuggor faller över platsen för att ge temperatursänkande effekter. Skuggorna hjälper inte bara till att sänka temperaturen på marken och i luften utan de kan också bidra till ett behagligare klimat i bilarna som står parkerade på parkeringsplatserna. Inomhusklimatet i bilarna kan förbättras med hjälp av skuggan.



Figur 17. Illustrationen visar hur skuggan faller vid lunchtid en dag i mitten av juni. Träden i bilden är illustrerade som fullvuxna i höjd och bredd ungefär 50 år efter att de planterats.



Sektion B-b Skala 1:200/A3. Runt dammen går en promenadslinga. Längs slingan kan man uppleva trädens blomning under våren eller se på fåglar som badar sig i vattenbrynet.
ILLUSTRATION: BEARBETAD AV FÖRFATTAREN.

Rekreativa värden

Platsens rekreativa värden kommer bland annat från lekytan som ligger i parkzonen. Här finns 625 kvadratmeter lekyta för projektområdets yngre besökare. De ekosystemtjänster som gynnas genom lekytan är de kulturella tjänsterna. I nära anslutning till lekytan finns träd med vacker blomning som bidrar ytterligare med blomsterprakt och kulturella ekosystemtjänster.

Runt dammen i parkzonen (se sektion B-b) finns möjligheter till återhämtning och vattenspegel med fontän. Dessa höjer upplevelsen av platsen och bidrar med kulturella samt reglerande tjänster.

Vattnets bidragande till ekosystemtjänster

Förutom skuggornas temperatursänkande som litteratursökningen berättat om ger GYF förslag på reglerande åtgärder för lokalklimatet. Av dessa är vattensamlingar i damm och

dylikt samt uppsamling av regnvatten för bevattning två tilläggfaktorer som behandlar den temperaturreglerande aspekten. I och med dammen finns en vattensamling på 1471 kvadratmeter som kan reglera lokalklimatet. Genom dessa faktorer fås reglerande ekosystemtjänster.

Del 4. Diskussion

I den här delen av uppsatsen diskuteras uppsatsens resultat och genomförande. Under rubriken gestaltningsdiskussion diskuteras gestaltningsförslaget och under rubriken metoddiskussion diskuteras uppsatsens metoder. Därefter följer tankar och frågor att skicka vidare till fortsatt arbete samt en slutsats.

Gestaltningsdiskussion

Gestaltningsförslaget är ett försöka att minska värmeöf-fekten och minska risken för att extrema klimatrelaterade händelser ska inträffa i Sverige och i världen. Det är ett försök att lyfta bort ansvaret från barnens axlar genom att som vuxen och landskapsarkitekt använda kunskaperna om att gestalta på ett hållbart sätt och på ett klimatanpassat vis. Den stora arealen av hårdgjorda ytor, som ökar risken för värmeöar (Mohajerani, Bakaric & Jeffrey-Bailey 2017), har minskat från 86% till 44%. Andelen grönyta är nu 56% istället för 14% vilket är en markant ökning. Ökningen av grönyta kan ses som ett direkt resultat av att antalet parkeringsplatser har minskat vilket gör det tydligt hur ytkrävande bilen är och hur stora hårdgjorda ytor den kräver. Bilens ytor kan frigöras och användas till ett annat syfte, till exempel genom att göras mer mångfunktionella för att klara av utmaningarna i ett förändrat klimat.

Minskningen på 63% av antalet parkeringsplatser är drastisk. Troligtvis, om parkeringsytan skulle omgestaltas på riktigt, skulle minskningen av antalet parkeringsplatser inte vara lika stor. En 63% minskning skulle kunna fungera i ett centralt bostadsområde där närheten till service och kollektivtrafik är stor men i ett handelsområde med ett läge utanför centrum, som Ikea och Stadium, ser behovet av parkeringsplatser annorlunda ut. Däremot visar den 63-procentiga minskningen att yta kan frigöras om bilen tillåts ta mindre plats. I sådana fall kan GYF skapa förutsättningar för mång-funktionalitet och klimatanpassning. Kommunens arbete med minskat antal parkeringsplatser har potential att skapa nya typer av lösningar i hårdgjorda miljöer i staden. Det är ett tydligt och fungerande sätt att arbeta för att minska extrema klimatrelaterade händelser.

För att ytterligare göra insatser som underlättar att få in fler ekosystemtjänster i staden kan kommunen sätta upp nya policys likt den för parkeringstal. Till exempel kan en konkret och mätbar ny policy kring att GYF alltid ska användas vid om- och nybyggnation göra skillnad i områden där värmeöar är ett problem.

Tillgängligheten för cykel- och gångtrafik är ytterligare

en faktor som kan minska andelen parkeringsplatser och andelen hårdgjord yta. Målet att skapa en god sammanvägd tillgänglighet för samtliga trafikslag i Uppsala kommun (Uppsala kommun 2016) beskriver kommunens riktlinjer och där står att cykelns tillgänglighet till målpunkter ska öka. Det räcker inte med endast teknisk utveckling på fordon för att minska miljöpåverkan och minska koldioxidutsläppen för att nå målen som finns formulerade i översiktsplanen (Uppsala kommun 2016d). För att ytterligare förbättra klimatet och lokalklimatet i Uppsala som stad och Boländerna som stadsdel krävs att trafiken minskar. Endast minskade utsläpp skulle göra en markant skillnad. I Boländerna är detta en stor förbättringspunkt som gör stor inverkan på platsen. I gestaltningsförslaget genomförs detta genom att gång- och cykelvägar leds in till byggnadernas entréer samt genom att gång- och cykelvägarna står över körfälten för bil i en hierarkisk ordning. På så sätt prioriteras de gående och cyklisterna över bilen.

Genom att för in 268 stycken nya träd ges skugga till marken vilket ger en temperatursänkande effekt som hjälper till att motverka värmeöar. Trädens inverkan på platsen är betydande på flera sätt då de skapar mervärden och på så sätt fungerar mångfunktionellt genom att leverera ekosystemtjänster. De skuggar inte bara marken och sänker temperaturen utan tar även upp dagvatten, renar luften, bullerreducerar och bidrar med sin färg och form till upplevelsen av platsen.

Bevattningsproblemet då vi under varma perioder kommer ha en mindre mängd vatten att tillgå. Det grundvatten som finns kommer vara efterfrågat och att vattna en gräsmatta kan bli nedprioriterat. Av denna anledning är det som tidigare har varit gräsytor nu ängsytor som kräver mindre skötsel och färre resurser. Dagvattendammen kan vara lösningen på bevattningsproblemet då dammen kan användas för bevattningsplanteringsytorna samt träden inom projektområdet.

Metoddiskussion

Genom att använda GYF som en vägledning vid gestaltning kan man få inspiration till innehåll och element som levere-

rar ekosystemtjänster (Stockholm stad 2021). GYF styrkor är att den ser till att det blir en jämn fördelning av reglerande, kulturella och stödjande ekosystemtjänster (Stockholm stad 2021) men att använda GYF som hjälpmedel för att sänka temperaturen har inte varit betydande för resultatet. Det mest värdefulla hjälpmedlet i gestaltningen har varit resultatet av litteraturstudien som visade att träden och särskilt trädens skugga (Rötzer et al 2019; Konarska et al 2016; Lin och Lin 2010; Bowler et al 2010) samt vikten av stora och täta träd är mest effektivt (Lin och Lin 2010; Li & Zhou 2019) för att sänka temperaturen. En av anledningarna till att GYF inte varit betydande i att skapa temperatursänkande åtgärder har varit att GYF innehåller många delfaktorer och tilläggfaktorer som inte är avsedda att sänka temperatur. Genom GYF arbetar man med många olika ekosystemtjänster men i huvudsak är det ekosystemtjänster som inte är avsedda att reglera temperatur som gett gestaltningen poäng. Många poäng kommer från åtgärder för biologisk mångfald och kulturella tjänster.

Processen med det här arbetet har lett till insikten att det krävs extra mycket av oss gestaltare för att lyckas bromsa klimatkrisen. Vår design måste vara långt mer innovativ än vad som förväntas för att den ska ge den effekt som krävs för att begränsa klimatförändringarna. Det räcker inte att endast förlita sig på att enbart gestaltning ska göra skillnad. Flera sektorer måste samarbeta för att hitta bra sätt att kombinera sina respektive områden. Det krävs planering inte bara från stadsplanerare och landskapsarkitekter, utan också från aktörer som jobbar inom samhällsbyggnad i allmänhet. Endast genom att slå ihop våra kunskaper kan klimatkrisen hämmas.

För vidare arbete

Framtida studier om Boländernas utveckling kan vara intressant. Genom att exempelvis intervjua fastighetsägarna kan man ta reda på hur de vill anpassa sina fastigheter till ett förändrat klimat. Vad ser de för framtid för sina verksamheter och fastigheter? Under coronapandemin har många funderat på hur framtidens shopping kommer se ut då fler och fler handlar via internet. I ett förändrat klimat och ett förändrat shoppingbeteende går det att anta att handelsområden kommer användas annorlunda om 10 år. Vad tänker fastighetsägarna om det och vilka krav ställer de barn som kämpar för klimatet och i framtiden kommer vara nästa generation av shoppare? Vad är det som kommer dra folk dit? Fastig-

hetsägarna måste, som alla andra affärer, tänka på konkurrensvärdet, vad har de för hyresgäster, vad är det för miljö folk vill vistas i? Vad gör handelsområdena till en destination? I dagsläget planerar ingen för externa handelsområden så hur ska fastighetsägarna värna om sina besökare? Vilka skäl finns för folk i Uppsala att välja Boländerna framför stan, Gränby eller andra shoppingområden? Många av Uppsalas andra områden, som till exempel Gränby, erbjuder många upplevelser och en plats att komma till av flera olika skäl. Där finns bio, klättervägg, mat/restauranger mm. Boländerna har sina affärer. Markägarna kanske måste börja tänka på att det finns andra konkurrensfördelar att titta på.

Det hade varit intressant att vidare studera om det går att utforma ett system som tar tillvara på regnvatten från stora tak och hårdgjorda ytor såsom parkeringar, likt en regntunna, som kopplas till en reservoar under jord för att efterlikna grundvatten. Vattnet skulle då kunna få samma temperatursänkande funktion som grundvattnet men med mindre risk för föroreningar. Ett sådant system skulle kunna innebära en mer extensiv byggprocess, men det skulle också kunna ge önskvärda effekter på klimatet.

Slutsatser

Stockholm stad (2021) poängterar att GYF inte ersätter god gestaltning men trots att GYF endast är till för att ge vägledning och hjälpa till vid planeringen av platser blir man som landskapsarkitekt låst till att ha med de delar som GYF innehåller. Om man jobbar i projekt där GYF är ett krav vid gestaltning kan man bara få poäng för de delar som GYF innehåller.

Som tidigare sagts är styrkan med GYF att den ger en jämn fördelning av ekosystemtjänster. Vid nybyggnation kan därför GYF vara av nytta för att ta tillvara på stora befintliga träd eller bevara naturmark och samtidigt föra in kulturella tjänster för att stärka den sociala aspekten. I ett projekt med en specifik inriktning, som temperatursänkande åtgärder, försvinner nyttan med GYF då det är svårt att endast fokusera på en sak och uppnå rätt GYF-värde samtidigt som balanseringen blir rätt. Har man ett uttalat mål med gestaltningen, till exempel att åtgärda översvämningar eller förbättra för en arts överlevnad är GYF inte det bästa sättet att genomföra gestaltningen på.

Bilagor

GYF - inventering

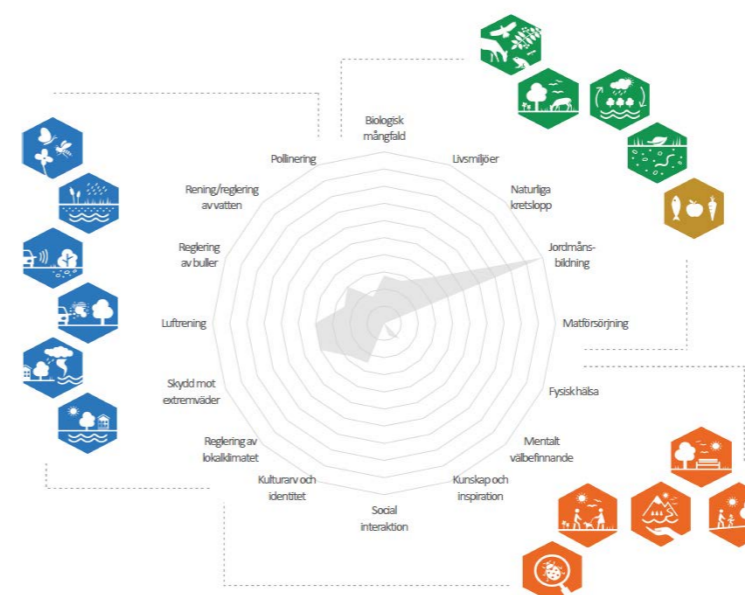
Detaljplan/Projekt namn/Byggnadsår	
Inventering projekt område	Boländerna
Skede/datum	
GYF ansvarig	
GYF krav	0,2
Kvartets/fastighetens yta	46624 kvm

YTA	ANTAL	AREA	FAKTOR	BERÄKNAD AREA	EKO SYSTEMTJÄNSTER
DELFAKTORER FÖR GRÖNSKA					
Bevarad naturmark	-	0	1,6	0	St ödj . Kul t . Regl .
Ej underbyggd växtbädd	-	5407	1,6	8651	St ödj . Kul t . Regl .
Växtbädd på bjälklag ≥800 mm djup	-	0	1,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Växtbädd på bjälklag 600-800 mm djup	-	0	0,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Växtbädd på bjälklag 200-600 mm djup	-	0	0,2	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med ≥600 mm djup växtbädd	-	0	1,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med 300-600 mm djup växtbädd	-	0	0,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med 120-300 mm djup växtbädd	-	0	0,3	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med 50 - 120 mm djup växtbädd	-	0	0,1	0	Kul t . Regl .
Gröna väggar med växtsubstrat	-	0	0,7	0	Kul t . Regl .
Växtbädd balkonger	-	0	0,3	0	Kul t .
TILLÄGGSFAKTORER FÖR GRÖNSKA					
Fältskikt					
Diversitet i fältskiktet	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Diversitet på gröna tak >120 mm	-	0	0,3	0	St ödj . Kul t . Regl .
Arturval från karaktärshabitat	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Fjärrilsrabatt	-	0	1,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Biodiversitet buskskikt					
Buskar generellt	-	435	0,3	131	St ödj . Kul t . Regl .
Bärande buskar	-	0	0,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Biodiversitet trädsikt					
Befintligt träd	0	0	3,2	0	St ödj . Kul t . Regl .
Nya stora träd (stam >30 cm)	0	0	2,8	0	St ödj . Kul t . Regl .
Nya mellanstora träd (stam 20-30 cm)	45	1125	1,9	2138	St ödj . Kul t . Regl .
Nya små träd (stam 16-20 cm)	0	0	1,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Karaktärsträd	0	0	3,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Bärande träd	17	425	0,4	170	St ödj . Kul t . Regl .
Biodiversitet vertikal grönska					
Grönska på väggar, murar, spaljéer, pergola m m	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Biologiska och rekreativa gestaltungs-element					
Holkar, bikupor, faunadepåer m m	0	0	1,0	0	St ödj . Kul t .
Habitatstärkande livsmiljöer	0	0	2,0	0	St ödj . Kul t .
Rekreativa värden					
Skolor/förskolor	-	0	1,2	0	Kul t .
Odlingstyper	-	0	0,7	0	St ödj . Kul t . Regl .
Balkonger, takterrasser och växthus för odling	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Gemensamma takterrasser	-	0	0,2	0	Kul t .
Synliga gröna tak	-	0	0,05	0	Kul t .
Grönskande förgårdsmark	-	0	0,3	0	Kul t .
Pergolor o. dyl.	-	0	0,3	0	Kul t . Regl .
Blomsterprakt i fältskiktet	-	0	0,2	0	Kul t . Regl .
Buskar med ätliga bär och frukter	-	0	0,2	0	St ödj . Kul t .
Frukträd och blommande träd	0	0	0,2	0	St ödj . Kul t .
Reglering av lokalklimat					
Träd placerade så att de ger lövskugga	0	0	0,4	0	Kul t . Regl .
Pergolor, lövgångar mm som ger lövskugga	-	0	0,5	0	Kul t . Regl .
Flerskiktad växtlighet	-	0	0,1	0	Regl .

YTA	ANTAL	AREA	FAKTOR	BERÄKNAD AREA	EKO SYSTEMTJÄNSTER
DELFAKTORER FÖR VATTEN					
Vattenytor i dammar, bäckar och diken	-	0	1,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Öppna hårdgjorda ytor	-	0	0,3	0	St ödj . Regl .
Halvöppna hårdgjorda ytor	-	184	0,2	37	St ödj . Regl .
Hårdgjorda ytor med fogar	-	888	0,05	44	St ödj . Regl .
Täta ytor	-	39944	0,0	0	
TILLÄGGSFAKTORER FÖR VATTEN					
Biodiversitet vatten					
Biologiskt tillgängliga permanenta vattenytor	-	0	4,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Vegetationsytor med tillfälligt kvardröjande vatten	-	0	2,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Förd. av dagvatten från hårdgjorda ytor i dammar och fuktstråk	-	0	0,2	0	St ödj . Regl .
Avvattningsavlopp från hårdgjorda ytor till växtbäddar	-	0	0,2	0	St ödj . Regl .
Rekreativa värden					
Vattenspeglar	-	0	0,5	0	Kul t .
Fontäner, cirkulationsanläggning o. dyl.	0	0	1,0	0	Kul t . Regl .
Reglering av lokalklimat/vatten					
Vattensanläggningar i damm o. dyl.	-	0	0,5	0	Regl .
Uppsamlingsavlopp för regnvatten för bevattning	-	0	0,1	0	Regl .
Förd. av dagvatten från hårdgjorda ytor i magasin	-	0	0,1	0	Regl .

Total summa (eko-effektiv yta): 11170
 Kvartets/fastighetens yta: 46624
Uppnådd GYF-faktor: 0,24

Balansräkning	Uppnått antal	Max antal	Uppnådd procent
Stödjande ekosystemtjänster	15	47	32%
Kulturella ekosystemtjänster	5	45	11%
Reglerande ekosystemtjänster	12	41	29%



Källor i koner för ekosystemtjänster:
 The New Division/Boverket

GYF - gestaltning

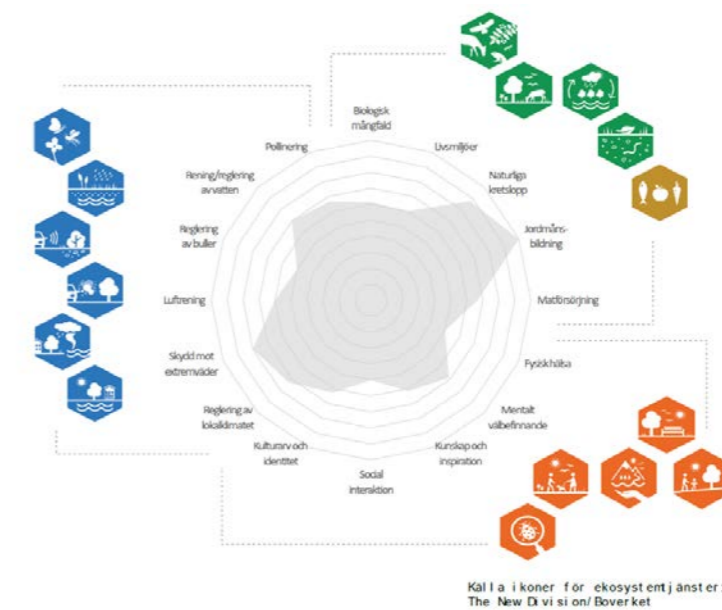
Detaljplan/Projekt namn/ Byggnadsår	
Gestaltning projekt område Boländerna	
Skede/ datum	
GYF ansvarig	
GYF krav	0,6
Kvarters/ fastighetens yta	46624 kvm

YTA	ANTAL	AREA	FAKTOR	BERÄKNAD AREA	ÖKOSYSTEMTJÄNSTER
DELFAKTORER FÖR GRÖNSKA					
Bevarad naturmark	-	112	1,6	179	St ödj . Kul t . Regl .
Ej underbyggd växtbädd	-	17629,5	1,6	28207	St ödj . Kul t . Regl .
Växtbädd på bjälklag ≥800 mm djup	-	0	1,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Växtbädd på bjälklag 600-800 mm djup	-	0	0,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Växtbädd på bjälklag 200-600 mm djup	-	0	0,2	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med ≥600 mm djup växtbädd	-	0	1,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med 300-600 mm djup växtbädd	-	0	0,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med 120-300 mm djup växtbädd	-	0	0,3	0	St ödj . Kul t . Regl .
Grönt tak med 50 - 120 mm djup växtbädd	-	0	0,1	0	Kul t . Regl .
Gröna väggar med växtsubstrat	-	0	0,7	0	Kul t . Regl .
Växtbädd balkonger	-	0	0,3	0	Kul t .
TILLÄGGSFAKTORER FÖR GRÖNSKA					
Fältskikt					
Diversitet i fältskiktet	-	9733	0,5	4867	St ödj . Kul t . Regl .
Diversitet på gröna tak >120 mm	-	0	0,3	0	St ödj . Kul t . Regl .
Arturval från karaktärshabitat	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Fjärilsrabatt	-	0	1,0	0	St ödj . Kul t . Regl .
Biodiversitet buskskikt					
Buskar generellt	-	3919	0,3	1176	St ödj . Kul t . Regl .
Bärande buskar	-	608	0,4	243	St ödj . Kul t . Regl .
Biodiversitet trädsikt					
Befintligt träd	4	200	3,2	640	St ödj . Kul t . Regl .
Nya stora träd (stam >30 cm)	264	6600	2,8	18480	St ödj . Kul t . Regl .
Nya mellanstora träd (stam 20-30 cm)	0	0	1,9	0	St ödj . Kul t . Regl .
Nya små träd (stam 16-20 cm)	0	0	1,4	0	St ödj . Kul t . Regl .
Karaktärsträd	39	975	3,0	2925	St ödj . Kul t . Regl .
Bärande träd	63	1575	0,4	630	St ödj . Kul t . Regl .
Biodiversitet vertikal grönska					
Grönska på väggar, murar, spaljéer, pergola mm	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Biologiska och rekreativa gestaltungs-element					
Hökar, bikupor, faunadepåer mm	0	0	1,0	0	St ödj . Kul t .
Habitatstärkande livsmiljöer	-	0	2,0	0	St ödj . Kul t .
Rekreativa värden					
skola/förskola)	-	621	1,2	745	Kul t .
Ödlingsytor	-	0	0,7	0	St ödj . Kul t . Regl .
Balkonger, takterrasser och växthus för odling	-	0	0,5	0	St ödj . Kul t . Regl .
Gemensamma takterrasser	-	0	0,2	0	Kul t .
Synliga gröna tak	-	200	0,05	10	Kul t .
Grönskande förgårdsmark	-	3807	0,3	1142	Kul t .
Pergolor o. dyl.	-	0	0,3	0	Kul t . Regl .
Blomsterprakt i fältskiktet	-	1295,5	0,2	259	Kul t . Regl .
Buskar med ätliga bär och frukter	-	1783	0,2	357	St ödj . Kul t .
Fruktträd och blommande träd	59	1475	0,2	295	St ödj . Kul t .
Reglering av lokalklimat					
Träd placerade så att de ger lövskugga	268	6700	0,4	2680	Kul t . Regl .
Pergolor, lövgångar mm som ger lövskugga	-	0	0,5	0	Kul t . Regl .
Fierskiktad växtlighet	-	3746,5	0,1	375	Regl .

YTA	ANTAL	AREA	FAKTOR	BERÄKNAD AREA	ÖKOSYSTEMTJÄNSTER
DELFAKTORER FÖR VATTEN					
Vattenytor i dammar, bäckar och diken	-	1471	1,0	1471	St ödj . Kul t . Regl .
Öppna hårdgjorda ytor	-	2313	0,3	694	St ödj . Regl .
Häl öppna hårdgjorda ytor	-	628	0,2	126	St ödj . Regl .
Hårdgjorda ytor med fogar	-	17507	0,05	875	St ödj . Regl .
Täta ytor	-		0,0	0	
TILLÄGGSFAKTORER FÖR VATTEN					
Biodiversitet vatten					
Biologiskt tillgängliga permanenta vattenytor	-	1471	4,0	5884	St ödj . Kul t . Regl .
Vegetationsytor med tillfälligt kvardröjande vatten	-	5785,5	2,0	11571	St ödj . Kul t . Regl .
Förd. av dagvatten från hårdgjorda ytor i dammar och fuktstråk	-	0	0,2	0	St ödj . Regl .
Avvattning av hårdgjorda ytor till växtbäddar	-	5785,5	0,2	1157	St ödj . Regl .
Rekreativa värden					
Vattenspeglar	-	1471	0,5	736	Kul t .
Fontäner, cirkulationsanläggning o. dyl.	2	100	1,0	100	Kul t . Regl .
Reglering av lokalklimat/vatten					
Vattensamlingar i damm o. dyl.	-	1471	0,5	736	Regl .
Uppsamling av regnvatten för bevattning	-	6499	0,1	650	Regl .
Förd. av dagvatten från hårdgjorda ytor i magasin	-	0	0,1	0	Regl .

Total summa (eko-effektiv yta): 87208
 Kvarters/ fastighetens yta: 46624
Uppnådd GYF-faktor: 1,87

Balansräkning	Uppnått antal	Max antal	Uppnådd procent sats
St ödj ande ekosystem tjänster	32	47	68%
Kul t urella ekosystem tjänster	28	45	62%
Reglerande ekosystem tjänster	28	41	68%



Referenslista

Akbari, H., Pomerantz, M. & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*. 70(3), 295–310. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X)

Allen, C. D., Macalady, A. K., Haroun, C., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitsberger, T., Rigling, A., Breshears, D. D., Hogg, E. H., Gonzales, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, Jorge., Demidova, N., Lim, J.-H., Allard, G., Running, S. W., Semerci, A. & Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*. 259(4), 660–684. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>

Bildtgård, T. & Tielman-Lindberg, S. (2008). Hur man gör litteraturöversikter. https://www.researchgate.net/profile/Torbjorn-Bildtgard/publication/312938035_Hur_man_gor_litteraturoversikter/links/588a3cab92851c2779b258fc/Hur-man-goer-litteraturoversikter.pdf [2021-10-18]
Boverket (2020). Grönnytefaktor – räkna med ekosystemtjänster. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/gronnytefaktor/> [2021-05-31]

Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M. & Pullin, A.S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*. 97(3), 147–155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>

Clifford, N., Meghan, C., Gillespie, T.W. & French, S. (2016). *Key Methods in Geography*. Upplaga 3, London: Sage Publications Ltd.

FN (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. (A/RES/70/1). New York: United Nations

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*. 43(2), 71–75. DOI: [10.1007/s004840050118](https://doi.org/10.1007/s004840050118).

IPCC (2018). Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and*

related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/> [2021-02-15]

IPCC (2021). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/> [2021-09-16]

Konarska, J., Uddling, J., Holmer, B., Lutz, M., Lindberg, F., Pleijel, H. & Thorsson, S. (2016). Transpiration of urban trees and its cooling effect in a high latitude city. *International Journal of Biometeorology*. 60, 159–172. DOI: [10.1007/s00484-015-1014-x](https://doi.org/10.1007/s00484-015-1014-x)

Laforteza, R., Coomes, D.A., Kapos, V. & Ewers, R. M. (2010). Assessing the impacts of fragmentation on plant communities in New Zealand: scaling from survey plots to landscapes. *Global Ecology and Biogeography*. 19(5), 741–755. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00542.x>

Laforteza, R., Davies, C., Sanesi, G. & Konijnendijk, C. C. (2013). Green Infrastructure as a tool to support planning in European urban region. *iForest-Biogeosciences and Forestry*. 6, 102–108. DOI:

Lazzarin, R.M., Castellotti, F. & Busato, F. (2005). Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. *Energy and Buildings*. 37, 1260–1267.

Li, X. & Zhou, W. (2019). Optimizing urban greenspace spatial pattern to mitigate urban heat island effects: Extending understanding from local to the city scale. *Urban Forestry & Urban Greening*. 41, 255–263. DOI:

Lin, B.-S. & Lin, Y.-J. (2010). Cooling effect of Shade Trees with Different Characteristics in a Subtropical Urban Park. *HortScience*. 45(1), 83–86. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.1.83>

Länsstyrelsen Gävleborg (u.å). *Skogsbränderna i Ljusdal 2018*. <https://www.lansstyrelsen.se/gavleborg/samhalle/krisberedskap/skogsbranderna-i-ljusdal-2018.html> [2021-09-07]

Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal*

of Environmental Management. 197, 522–538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>

Nakayama, T., & Fujita, T. (2010). Cooling effect of water-holding pavements made of new materials on water and heat budgets in urban areas. *Landscape and Urban Planning*. 96(2), 57–67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.02.003>

Rahman, M.A., Smith, J.G., Stringer, P. & Ennos, A.R. (2011). Effect of rooting conditions on the growth and cooling ability of *Pyrus calleryana*. *Urban Forestry & Urban greening*. 10(3), 185–192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.05.003>

Rahman, M.A., Moser, A., Rötzer, T. & Pauleit, S. (2019). Comparing the transpirational and shading effects of two contrasting urban tree species. *Urban Ecosystems*. 22, 683–697.

Rahman, M.A., Stratopoulos, L.M.F., Moser-Reischl, A., Zölch, T., Häberle, K.-H., Rötzer, T., Pretzsch, H. & Pauleit, S. (2020). Traits of trees for cooling urban heat islands: a meta-analysis. *Building and Environment*. 170, 106606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106606>

Rahman, M.A., Dervishi, V., Moser-Reischl, A., Ludwig, F., Pretzsch, H., Rötzer, T. & Pauleit, S. (2021). Comparative analysis of shade and underlying surfaces on cooling effect. *Urban Forestry & Urban Greening*. 63, 127223

Rötzer, T., Rahman, M.A., Moser-Reischl, A., Pauleit, S. & Pretzsch, H. (2019). Process based simulation of tree growth and ecosystem services of urban trees under present and future climate conditions. *Science of The Total Environment*. 676, 651–664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.235>

Santamouris, M. (2011). *Energy and climate in the urban built environment*. Routledge: Abingdon [bok]
Santamouris, M. (2014). *Cooling the cities – a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments*. *Solar Energy*. 103, 682–703.

Sjöman, H., Hirons, A.D. & Bassuk, N.L. (2018). Improving confidence in tree species selection for challenging urban sites: a role for leaf turgor loss. *Urban Ecosystems*. 21, 1171–1188.

Skogsstyrelsen (2021). *Ädellövträd*. <https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/biologisk-mangfald/nyckelbiotoper/biototyper/adellovtrad/> [2021-11-12]

SMHI (2019). *Temperaturen i Sverige stiger mer än för jorden som helhet*. <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/temperaturen-i-sverige-stiger-mer-an-for-jorden-som-helhet-1.146120> [2021-09-07]

Stockholms stad (2021). *GYF – Grönnytefaktor för kvartermark*. Stockholm: Exploateringskontoret. <https://tillstand.stockholm/globalassets/foretag-och-organisationer/tillstand-och-regler/tillstand-regler-och-tillsyn/lokal-och-fastigheter/handbocker-och-riktlinjer-vid-byggnation-i-stockholm/gyf-for-kvartermark.pdf> [2021-09-17]

Torraco, R.J. (2005). *Writing Integrative Literature reviews: Guidelines and Examples*. *Human Resource Development Review*. 4(3), 356–367. DOI: [10.1177/1534484305278283](https://doi.org/10.1177/1534484305278283)

Uppsala kommun (2003). *Parkeringsnorm för Uppsala kommun*. Uppsala: Byggnadsnämnden
Uppsala kommun (2013). *Parkeringsnorm för Uppsala kommun*. Uppsala: Plan- och byggnadsnämnden <https://docplayer.se/6881916-Parkeringsnorm-for- uppsala-kommun.html> [2021-11-17]

Uppsala kommun (2014a). *Program för Boländerna*. Uppsala: Uppsala kommun <https://www.uppsala.se/contentassets/9c941c69ca9c4e6798d260e2ea8c68b1/program-for-bolanderna.pdf> [2021-04-21]

Uppsala kommun (2014b). *Miljö- och klimatprogram 2014–2023*. Uppsala: Uppsala kommun <https://www.uppsala.se/contentassets/5d36faebce83404888c3a4677bad5584/miljo-och-klimatprogram-2014-2023-reviderad.pdf> [2021-09-24]

Uppsala kommun (2015). *Underlagsrapport: Ekologiska landskapssamband för fem habitat i och kring Uppsala stad*. Uppsala: Uppsala kommun. [<https://www.uppsala.se/contentassets/f8572d718b484bada99411f673533096/op2016-underlagsrapport-ekologiska-landskapssamband-for-fem-habitat-i-och-kring-uppsala-stad.pdf>] 2021-11-11

Uppsala kommun (2016a). *Översiktsplan 2016 för Uppsala kommun*. Uppsala: Stadsbyggnadsförvaltningen <https://www.uppsala.se/contentassets/7d682210066f491ba523665>

1b03f253e/op-2016-del-a-huvudhandling2.pdf [2021-10-04]

Uppsala kommun (2016b). Ulleråker Grönytefaktor – En handledning till att skapa kvalitativa utemiljöer i det nya Ulleråker. Uppsala: Stadsbyggnadsförvaltningen <https://bygg.uppsala.se/globalassets/uppsala-vaxer/dokument/stadsplanering--utveckling/planerade-omraden/bostadsomraden/ulleraker/markanvisning/handledning-for-gyf-ulleraker.pdf> [2021-05-20]

Uppsala kommun (2016c). Parkeringstal för Uppsala – riktvärden för parkering på kvartersmark. Uppsala: Uppsala kommun https://www.uppsala.se/contentassets/1648921614f0416b9ad63c41ddc1dc66/parkeringstal_for_uppsala_rev_dec_2018.pdf

Uppsala kommun (2016d). ÖP 2016 underlagsrapport – planering för en varmare stad. Uppsala: Stadsbyggnadsförvaltningen <https://www.uppsala.se/contentassets/fb119146f47f47c4b0e5d151a63e7e81/op2016-underlagsrapport-planering-for-en-varmare-stad.pdf> [2021-10-06]

Wang, Y.-C., Shen, J.-K. & Xiang, W.-N. (2018). Ecosystem service of green infrastructure for adaptation to urban growth: function and configuration. *Ecosystem Health and Sustainability*. 4, 132-143. DOI: <https://doi.org/10.1080/20964129.2018.1474721>

Whittemore, R. & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*. 52(5), 546-553. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

World Meteorological Organization (WMO) (2021). The State of the Global Climate 2020. (WMO-No. 1264). Schweiz: World Meteorological Organization (WMO)

WSP (2019). Parkeringsutredning främre Boländerna, Uppsala. Stockholm: Uppsala kommun https://bygg.uppsala.se/globalassets/uppsala-vaxer/dokument/stadsplanering--utveckling/detaljplanering/samrad_granskning/stallverket-samrad/8-parkeringsutredning-framre-bolanderna.pdf [2021-09-30]

Yang, J., Wang, Z.-H. & Kaloush, K. (2015). Environmental impacts of reflective materials: Is high albedo a 'silver bullet' for mitigation urban heat island?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 47, 830-843.

Figurförteckning

Några av uppsatsens illustrationer innehåller foton på träd, människor och bilar som hämtats från internetsidor vars bilder är fria att använda. Dessa är Meye.dk och skalgubbar.se.

Meye.dk (2021). Free cutout trees. [fotografi]. <https://meye.dk/> [2021-01-03]

Skalgubbar.se (2021). Skalgubbar. [fotografi] <https://skalguubbar.se/> [2021-01-03]

Uppsala kommun (2015). Underlagsrapport: Ekologiska landskapssamband för fem habitat i och kring Uppsala stad. Uppsala: Uppsala kommun. [<https://www.uppsala.se/contentassets/f8572d718b484bada99411f673533096/op2016-underlagsrapport-ekologiska-landskapssamband-for-fem-habitat-i-och-kring-uppsala-stad.pdf>] 2021-11-11

FIGUR 1 & 2: SIDA Sveriges biståndsmyndighet (2021). Globala målen logotyp och ikoner. [illustration] <https://www.sida.se/om-sida/presskontakter/logotyper#block-5> [2021-11-17]

FIGUR 3 & 4: Uppsala kommun CC-BY (2021). Kommunkartan. <https://uppsalakommun.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a4f4b3674e9a4c33a5f8d2e2efe9b4a4> [2021-09-02]

FIGUR 6: Lantmäteriverket (1951). Ekonomiska kartan, Bergsrinna, Danmarks socken. Akt: J133-11I7b68 [Kartografiskt material]. Tillgänglig: Lantmäteriets historiska kartarkiv [2021-09-24]

FIGUR 6: Lantmäteriverket (1982). Ekonomiska kartan, Bergsrunna, Danmarks socken. Akt: J113-11I7b82 [Kartografiskt material]. Tillgänglig: lantmäteriets historiska kartarkiv [2021-09-24]

FIGUR 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17: Uppsala kommun CC-BY (2021). Baskartan. <https://uppsalakommun.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=276180675b9a41ef80a7f21ad72ad911>

FIGUR 11: Timberlake, A. (2006). Car (side). [fotografi]



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE