



Strategier för svalare städer

- så skapar vi svala platser i ett framtida
varmare klimat

Strategies for cooler cities

- how to create cool spots in a warmer climate

Linnea Lindblad & Anna Sjöberg

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2022

Strategier för svalare städer

- så skapar vi svala platser i ett framtida varmare klimat

Strategies for cooler cities

- how to create cool spots in a warmer climate

Författare:	Linnea Lindblad & Anna Sjöberg
Handledare:	Helena Mellqvist, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator:	Emily Wade, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Bitr. examinator:	Lisa Norfall, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	A2E
Kurstitel:	Independent Project in Landscape Architecture
Kurskod:	EX0846
Program:	Landskapsarkitektprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Utgivningsort:	Alnarp
Utgivningsår:	2022
Omslagsbild:	Anna Sjöberg
Nyckelord:	klimate Anpassning, temperaturreglering, värmeöeffekt, klimatförändringar, skugga, värmebölja, grönska

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Publicering och arkivering

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

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

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

TACK!

Denna uppsats utgör vårt examensarbete på Landskapsarkitektprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU och omfattar 30 högskolepoäng.

Till att börja med vill vi rikta ett stort tack till vår handledare Helena som varit en klippa genom hela arbetets gång och bidragit med både vägledning, inspiration och välbehövlig pepp. Vi vill även tacka COWI som givit oss möjlighet att sitta på deras kontor och skriva samt vår externa handledare Mikaela som bidragit med mycket inspiration, kloka råd och kunskap om vilka perspektiv som kan vara relevanta för en praktiserande landskapsarkitekt.

Sist men inte minst vill vi givetvis även tacka våra respektive familjer och vänner som stöttat och bidragit med och entusiasm när energin trutit.

SAMMANFATTNING

Klimatförändringarna till följd av den stigande temperaturen har de senaste åren blivit allt mer påtaglig, inte minst under värmeböljan sommaren 2018 som varade i nästan en hel månad och drabbade många platser runt om i Europa. Värmeböljor drabbar städer hårdare än landsbygd då städer genom sin uppbyggnad är extra sårbara för höga temperaturer på grund av den urbana värmeöeffekten. Det gör att nya krav behöver ställas på utformningen av och materialvalet i framtidens städer för att upprätthålla en god levnadsmiljö för människor även under en värmebölja och i ett framtida varmare klimat.

I detta arbete, som grundas i en litteraturstudie presenteras hur form, material och vegetation inverkar på temperaturen i staden. Resultatet kan sammanfattas i att mörka material på mark och byggnader i solexponerade lägen leder till högre temperaturer. Grönska, vatten och ljusa material på mark och byggnader kan i stället verka svalkande, både genom att faktiskt sänka temperaturen på ytor och luft, men verkar även svalkande på den upplevda temperaturen. Beroende av form och placering inverkar, hårda material och vegetation olika mycket på temperaturen i staden. Utifrån detta resultat presenteras i arbetets nästa del tolv huvudsakliga strategier som landskapsarkitekten kan arbeta med för att skapa förutsättningar för svalka i staden under en värmebölja och varma sommardagar. Strategierna delas in i kategorierna gröna, blå och grå strategier utefter vilka byggstenar strategin använder sig av. I de gröna strategierna är grönska det huvudsakliga verktyget, i de blå är vatten huvudsakligt verktyg och i de grå strategierna är det stadens hårda material som utgör det huvudsakliga verktyget för att skapa svalka i staden. För att illustrera strategierna och hur de kan se ut och fungera på en plats presenteras därefter nio exempelplatser som utvärderas utefter hur väl strategierna fungerar på platsen.

Övergripande slutsatser som dras utifrån arbetets resultat är att de gröna strategierna är de mest effektiva utifrån ett temperaturperspektiv, samt att grönska även för med sig många andra fördelar i staden i form av ekosystemtjänster såsom dagvattenhantering, estetiska värden, biologisk mångfald et cetera. Då fördelarna med stadsgrönska redan är välkänd bland landskapsarkitekter vill vi dock betona de grå strategierna som vi bedömer inte är lika välkända. En andra viktig slutsats är därför att det trots att grönska har störst effekt är viktigt att inte glömma de andra strategierna som kan användas tillsammans med gröna strategier eller på platser där gröna strategier inte passar eller fungerar.

Genom att studera Sveriges fyra största kommuners översiktsplaner ser vi även luckor i flera av kommunernas övergripande planering vad gäller beredskap för och hantering av höga temperaturer och framtida värmeböljor.

ABSTRACT

Climate change due to rising temperatures has become more detectable in the last few years. Not least, this was the case during the 2018 heatwave which lasted almost a month and impacted several locations across Europe. Owing to the urban heat island effect, the way cities are constructed makes urban areas more affected by heatwaves than rural areas. Thus, modern cities must meet new requirements when it comes design and building materials. Meeting these requirements will be necessary to maintain an adequate living standard in an ever-warmer climate and during heatwaves.

The following study is based on a literature review and presents how form, material and vegetation affects the temperature of cities. It is found that dark materials on buildings and on the ground, result in higher temperatures when located in areas which are exposed to sunlight. In contrast, greenery, water and light materials can have a cooling effect both by lowering the actual air temperature and by affecting the thermal comfort. Depending on their form and placement, building materials and vegetation affect the temperature to a varying extent.

Following these findings, the study presents 12 strategies for how landscape architects can create better conditions for keeping temperatures down in urban areas during heatwaves and warm summer days. Based on their respective building blocks, the strategies are divided into the following three categories. Green strategies in which vegetation serves as the main architectural tool, blue strategies which utilizes water, and grey strategies which are based on the hard building materials of the city. Subsequently, 9 example locations are presented to illustrate how the strategies may be realized in a location. The strategies are then evaluated based on how well they work in the different locations.

The result of the study suggests that the green strategies are the most effective for keeping temperatures down. Moreover, the green strategies tend to bring other advantages to the urban landscape such as biodiversity, aesthetic value, better stormwater management et cetera. Yet, because the positive effects of urban greenery are already well known, the study wishes to highlight the grey strategies which have so far received less attention. The second important takeaway is therefore that while greenery has the biggest effects, one should not disregard the other strategies. The blue and grey strategies may be used in combination with green strategies or in locations where greenery is not possible or suitable.

By examining the comprehensive plans of the four biggest Swedish municipalities, the study also finds that several gaps exist in the municipal planning with regards to the preparedness for and management of high temperatures and heatwaves.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING

ABSTRACT

INLEDNING1
BAKGRUND1
SYFTE & MÅL2
FRÅGESTÄLLNINGAR2
STRUKTUR3
METOD4
AVGRÄNSNING5
KLIMATET FÖRÄNDRAS	6
GLOBAL UPPVÄRMNING - INTERNATIONELLT PERSPEKTIV	6
VÄRMEBÖLJOR	7
DEN STIGANDE TEMPERATUREN I STADEN	8
GLOBAL UPPVÄRMNING I EN SVENSK KONTEXT	9
OLIKA FÖRHÅLLNINGSSÄTT TILL KLIMATFÖRÄNDRINGAR	10
KLIMATPOLITISKA RAMVERK - GLOBALT OCH LOKALT	11
INTERNATIONELLA MÅL OCH ÖVERENSKOMMELSER	11
KLIMATARBETET I SVERIGE	12
HUR INVERKAR FORM, MATERIAL OCH VEGETATION PÅ TEMPERA- TUREN I STADEN?	15
GRÖNSKA	15
VATTEN	18
MATERIAL OCH FORM	18
SAMMANFATTNING OCH SVAR PÅ ARBETETS FÖRSTA FRÅGESTÄLLNING	20
STRATEGIER FÖR SVALKA I STADEN	21
GRÖNA STRATEGIER	22
GATUTRÄD	23
GRÖNA VÄGGAR	26
GRÖNA TAK	29
FLERSKIKTAD VEGETATION	32
FICKPARKER	35
STORA GRÖNOMRÅDEN	37

BLÅ STRATEGIER	39
SPRUTANDE VATTEN	40
ÖPPNA VATTENYTOR	41
GRÅ STRATEGIER	43
SVALA MATERIAL	44
GENOMSLÄPPLIGA MATERIAL	45
SKUGGANDE ELEMENT	46
VINDSTRÅK	48
STRATEGIERNA GRADERADE EFTER POTENTIAL	49
KOMBINERADE PERSPEKTIV	50
NATURBASERADE LÖSNINGAR	50
3 - 30 - 300	50
GRÖNYTEFAKTOR (GYF)	51
EXEMPEL PÅ PLATSER MED SVALKANDE STRATEGIER	52
PILDAMMSPARKEN - MALMÖ	53
STORA VARVSGATAN - MALMÖ	56
KAPTENSGATAN - MALMÖ	58
MOBILIAS TORG - MALMÖ	61
CLEMENSTORGET - LUND	64
BYMILEN - KÖPENHAMN	67
SANKT KJELDS PLADS - KÖPENHAMN	70
MASKROSBOLLEN NORRA LATIN - STOCKHOLM	73
JAKTGATAN - STOCKHOLM	76
AVSLUTNING	79
DISKUSSION	79
METODDISKUSSION	82
AVSLUTANDE SLUTSATSER	83
KÄLLFÖRTECKNING	85
FIGURER & TABELLER	88

INLEDNING

BAKGRUND

Vårt intresse för klimatanpassning och hållbarhet väcktes under masterkursen “Climate change - Landscape in transition”, vid SLU som vi båda har läst, men vid olika tillfällen. Under kursen fick man lära sig om jordens klimat och hur klimatförändringarna på jorden har uppstått. Vi fick också större förståelse för hur det förändrade klimatet påverkar livet på jorden och för vad begreppet klimatanpassning innebär. Det är ett ämne vi inte har berört särskilt mycket under vår utbildning, men som vi tycker är väldigt viktigt. Med den långa värmeböljan sommaren 2018 (Sjökvist et al., 2019) och klimatmötet i Glasgow (Regeringskansliet, 2021) i färskt minne känner vi att vi nu vill passa på att fördjupa oss i hur vi som landskapsarkitekter kan vara med och bidra till mer kunskap och bättre lösningar till de problem som ett förändrat klimat bär med sig.

Med ett varmare klimat på jorden ställs nya krav på utformningen av både bostäder, infrastruktur och utemiljöer (SMHI, 2020b). Den stigande temperaturen, och de utmaningar den medför dyker dagligen upp i nyhetsflödet, men i kommuner och andra organisationers klimatanpassningsstrategier nämns sällan åtgärder för att hantera just höga temperaturer. Genom att läsa översiktsplaner från Sveriges fyra största kommuner gick det att se att fokus oftast ligger på att hantera dagvatten och havsnivåhöjning, men strategier för att hantera höga temperaturer lyser ofta med sin frånvaro (Stockholms stad, 2018, Malmö stad, 2018, Uppsala kommun, 2016 & Göteborgs stad, 2009).

Idag bor cirka 88% av Sveriges befolkning i städer, och trots att flytten in till städerna inte är lika stor idag tror man att befolkningen i städerna kommer

fortsätta öka. Detta beror bland annat på invandring och att fler barn föds (Boverket, 2019a & SCB, 2021). Stadslandskapet är alltså en väldigt stor del av den svenska befolkningens närmaste miljö. Det förändrade klimatet och den ökande temperaturen blir dessutom extra påtaglig just i städer på grund av de material som städer är uppbyggda av. Temperaturen i städer är generellt högre än i omkringliggande landskap, vilket kan leda till hälsorisker för invånarna vid exempelvis värmeböljor (SMHI, 2020b & Holden, 2017). Samtidigt som värmeböljorna kommer att bli fler är dock vinterhalvåret i Sverige kallt och långt (SMHI, 2021a), vilket det också måste tas hänsyn till i utformning av staden.

Forskarna förutspår att extremväder såsom skyfall och värmeböljor kommer att inträffa oftare i framtiden. För städer innebär det att extrem väta, extrem torka och extrem värme kommer att bli vanligare och det måste tas med i beräkningen vid planeringen av den fysiska miljön i städerna (Holden, 2017). Nya förutsättningar kräver nya lösningar och i detta arbete vill vi utforska olika strategier vi landskapsarkitekter kan använda oss av för att skapa värmemetåliga och hållbara miljöer i staden, utan att förlora andra för platsen viktiga kvalitéer och funktioner.

SYFTE & MÅL

Syftet med detta arbete är att bidra till ökad kunskap om och förståelse för hur form, hårda material, vatten och vegetation påverkar temperaturen i en urban miljö. Detta för att i förlängningen skapa förutsättningar för långsiktigt hållbara stadsmiljöer i ett framtida varmare klimat.

Målet med detta arbete är att undersöka utmaningar och möjligheter avseende hur landskapsarkitekten kan arbeta med form, material och vegetation för att påverka temperaturen och skapa svala platser i staden under en varm sommardag eller en värmebölja.

FRÅGESTÄLLNINGAR

Hur inverkar form, material och vegetation på temperaturen i staden?

Vilka huvudsakliga strategier kan landskapsarkitekten arbeta med för att skapa svalka i staden?

STRUKTUR

I följande del går vi igenom hur arbetet är uppbyggt. För att göra informationen lättorienterad presenteras varje del av uppsatsen för sig.

KLIMATET FÖRÄNDRAS

Arbetets första del inleds med en övergripande beskrivning av de processer som styr klimatet på jorden samt varför klimatförändringarna har uppstått.

KLIMATPOLITISKA RAMVERK - GLOBALT OCH LOKALT

I arbetets andra del presenteras relevanta mål och överenskommelser som rör klimatarbetet, både internationellt och i Sverige. Därefter presenteras hur Sveriges fyra största kommuner arbetar med klimatanpassning.

HUR INVERKAR FORM, MATERIAL OCH VEGETATION PÅ TEMPERATUREN I STADEN?

I arbetets tredje del presenteras relevant forskning om temperaturen i stadsmiljöer och hur man genom form, material och vegetation kan påverka temperaturen i staden. I denna del av arbetet besvaras arbetets första frågeställning "Hur inverkar form, material och vegetation på temperaturen i staden?"

STRATEGIER FÖR SVALKA I STADEN

I arbetets fjärde del presenteras temperaturreglerande strategier. Här besvaras frågeställningen "Vilka huvudsakliga strategier kan landskapsarkitekten arbeta med för att skapa svalka i staden?" Strategierna är uppdelade i tre kategorier: gröna (växtlighet), blå (vatten) och grå (hårda material). Alla strategier inleds med en beskrivning av vad strategin innebär och hur den kan användas. Därefter presenteras eventuella utmaningar som de olika strategierna kan ställas inför i ett urbant landskap och slutligen utvärderar vi strategin och trycker på vilken potential strategin har. Under de gröna strategierna presenteras även lämpliga växtarter för strategierna.

EXEMPELPLATSER

I arbetets femte del presenteras nio exempelplatser i bild och text. Syftet med exempelplatserna är tydligt visa hur strategierna kan se ut och fungera i olika urbana miljöer. I presentationen av platserna beskriver vi platsen till utseende och funktion. Därefter pekar vi ut olika strategier som vi kunnat identifiera på platsen som vi därefter utvärderar.

DISKUSSION

I arbetets sista del diskuterar vi de svar vi fått fram på arbetets frågeställningar. Vi diskuterar även utmaningar och möjligheter med att skapa svalka i staden samt arbetets begränsningar. Vi utvärderar även strategierna och exempelplatserna som vi tagit fram och reflekterar kring arbetets resultat.

METOD

Text och material i arbetet är framtaget och bearbetat av båda författarna. Texter har ofta påbörjats av den ena författaren, för att sedan kompletteras av den andra. Illustrationer och kartmaterial har tagits fram på samma sätt och bearbetats av oss båda. Alla platsbesök är genomförda tillsammans.

LITTERATURSTUDIE

Största delen av arbetet har utförts genom en litteraturstudie. Litteraturen består av böcker, vetenskapliga artiklar och myndighetsrapporter med mera, och har inhämtats främst genom relevanta sökningar i SLU-bibliotekets söktjänst Primo, men andra sökmotorer som exempelvis Google och Google scholar har också använts, om än inte i lika hög grad. Viss litteratur har vi även blivit tipsade om av våra handledare och andra personer vi tagit hjälp av. Urvalet av litteratur har gjorts med avsikt att göra studien så bred som möjligt. Detta för att vi behövde skapa oss en överblick av ämnet innan vi kunde avgöra vilka aspekter som var relevanta för vårt arbete och för en landskapsarkitekt. Därför har urvalet behövt hållas flexibelt. Vid valet av litteratur har vi haft som mål att använda oss av så ny forskning som möjligt, men i vissa delar har vi fått använda oss av äldre forskning då vi inte kunnat hitta nyare forskning med samma inriktning. Vi har dock sett att andra nyare vetenskapliga texter också har hänvisat till samma äldre forskning, vilket gjorde att vi drog slutsatsen att de fortfarande är aktuella och relevanta. Undersökningen av Sveriges största kommuner syftar till att bilda en uppfattning av hur man idag jobbar med klimatanpassning, främst temperatur, i de städer som riskerar att bli som mest utsatta. Vi valde Sveriges fyra största kommuner räknat till antalet invånare då vi ville undersöka fyra stadskommuner.

STRATEGIER FÖR SVALKKA I STADEN

I framtagandet av strategierna som utgör en stor del av arbetet har vi tagit inspiration från rapporterna “Planering för en varmare stad” av Wikénstahl (2014) samt “Åtgärder för att sänka temperaturen i bebyggda områden” av Thorsson (2012). I de två rapporterna tog vi fasta på olika temperatursänkande åtgärder i form av vegetation, vatten och hårda material som vi sedan översatte till rubrikerna gröna, blå och grå strategier.

Med hjälp av litteraturstudien har vi sedan kunnat utveckla och ta fram ytterligare temperatursänkande strategier som vi identifierat som gröna, blå eller grå strategier.

VAL AV EXEMPELPLATSER

Då det inte varit möjligt att hitta platser som utformats med fokus på temperatur i vår närhet har vi valt platser som vi anser inrymmer relevanta exempel på strategier för att skapa svala platser i staden. Vi har fått kännedom om platserna genom utbildningen, genom tips från handledare och genom att vi passerat platserna och fått kännedom om dem på så sätt. Som kriterium i urvalet av exempelplatser beslutade vi att endast använda platser där minst två av strategierna finns med i gestaltningen, att platserna skulle finnas i vår närhet så att vi kan besöka dem, samt att samtliga platser skulle ligga i en stadsmiljö eftersom detta arbete fokuserar just på stadsmiljö. Platser belägna på landsbygd har vi därför valt bort.

AVGRÄNSNING

PLATSANALYS OCH PLATSBESÖK

Platsanalyserna har genomförts genom en “realistisk byanalyse”, beskriven i “Landskap i fokus” av Schibbye och Pålstam (2001) som vi anpassat till en mindre plats. Analysen har genomförts genom platsbesök och studier av litteratur och kartmaterial och fokus för analysen har varit att identifiera platsens övergripande strukturella element, bebyggelsestruktur och gränser. Vi har valt att inte genomföra den historiska analysen vilken är det första steget i den realistiska byanalysen som den är beskriven i “Landskap i fokus” (Schibbye och Pålstam, 2001). Då vi endast haft för avsikt att beskriva platsens nuvarande utformning och analysera dess svalkande egenskaper i nutid bedömer vi inte platsens historiska lager som som relevanta i just detta fall.

För att anpassa analysmetoden till den mer detaljerade skala som vi arbetat i har vi även ersatt ordet “ort” som Schibbye och Pålstam (2001) använder i sin beskrivning av metoden med ordet “plats” när vi genomfört analysen.

Vid platsbesök har fokus legat på att identifiera platsens storlek, funktion, rumsliga struktur, material och avgränsning. Vi har använt oss av våra mobilkameror för att fotografera platserna, samt anteckningsblock för att dokumentera hur vi upplevde platserna med utgångspunkt i ovan nämnda fokusområden.

Detta arbete behandlar ämnet klimatanpassning i stadsmiljö och fokus ligger på anpassning till stigande temperaturer och en ökande frekvens av värmeböljor. Annan typ av klimatanpassning kommer därför inte att tas upp förutom i de fall när de går hand i hand med klimatanpassning för stigande temperatur. Problemformuleringen utgår ifrån ett urbant perspektiv och de problem som uppstår i staden vid höga temperaturer. Hur en värmebölja drabbar andra typer av miljöer tas därför inte upp i detta arbete.

Arbetet är skrivet med utgångspunkt i landskapsarkitektens yrkesroll och praktik och begränsas därför till den information som bedöms värdefull för en landskapsarkitekt att känna till vid utformningen av svala platser i staden. Informationen i arbetet är därför förhållandevis övergripande beskrivet och väldigt tekniska och invecklade resonemang har undvikits där det varit möjligt. Det har dock inte alltid varit möjligt att undvika tekniska och invecklade resonemang då dessa i vissa fall bedömts nödvändiga för att förstå helheten.

Arbetet är skrivet ur ett nordiskt perspektiv och de platser vi har använt oss av i arbetet ligger alla i nordiska stadsmiljöer. Trots denna avgränsning tror och hoppas vi att resultatet av vårt arbete kan appliceras även i stadsmiljöer på andra platser i världen.

KLIMATET FÖRÄNDRAS

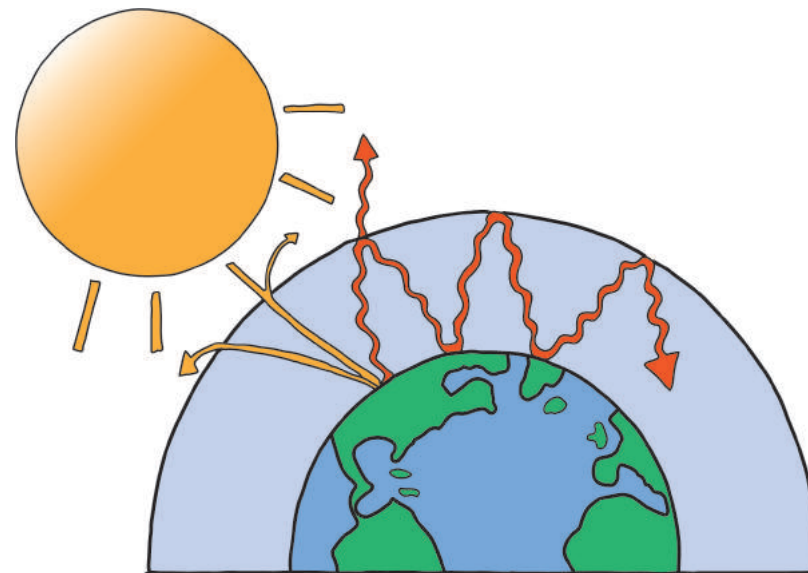
I denna del förklarar vi övergripande hur klimatet på jorden fungerar och varför klimatförändringarna sker. Vi beskriver växthuseffekten, varför den har förstärkts, samt vilka konsekvenser temperaturökningen får på en övergripande och global nivå, innan vi kort beskriver hur den stigande temperaturen yttrar sig i Sverige.

GLOBAL UPPVÄRMNING - INTERNATIONELLT PERSPEKTIV

Klimatet på jorden har alltid varit föränderligt och temperaturen på jorden har varierat i perioder med högre och lägre temperatur. Historiskt sett har klimatförändringarna haft naturliga orsaker som exempelvis förändringar i havsströmmar eller avståndet till solen. Det senaste århundradet har temperaturen dock ökat av helt andra anledningar, och under de senaste 30 åren har ökningen skett i en allt högre takt, vilket är oroande (Bernes, 2016 & Holden, 2017).

“It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land” (IPCC, 2021:5).

Anledningen till denna temperaturökning är att mängden växthusgaser i atmosfären ökar och det beror till stor del på mänsklig aktivitet, genom förbränning av fossila bränslen (Holden, 2017 & IPCC, 2021). Genom att bland annat analysera iskärnor från glaciärer på nord- och sydpolen har forskare kunnat se att mängden växthusgaser i atmosfären successivt har ökat ända sedan människan började använda fossila bränslen under den industriella revolutionen. De ökade mängderna av växthusgaser i atmosfären leder till att växthuseffekten förstärks, vilket i sin tur leder till att temperaturen ökar.



Figur 1. Illustration som beskriver växthuseffekten.

När växthuseffekten förstärks stannar mer värme från solen kvar inne i atmosfären istället för att reflekteras ut i rymden igen. När mer värme stängs inne, stiger temperaturen på jorden (Holden, 2017 & Bernes, 2016). Se illustration av växthuseffekten i figur 1.

De system och kretslopp som gör jorden till en behaglig livsmiljö för människor, djur och växter har utvecklats under många miljoner år och den ökande temperaturen sätter dessa kretslopp och system i obalans. Det leder i sin tur till att klimatet på jorden förändras (Holden, 2017). Klimatförändringarna på jorden framträder på många olika sätt och leder till stora konsekvenser för livet på jorden. Den ökande temperaturen påverkar bland annat isarna på nord- och sydpolen, vilka har en inverkan på klimatet över hela jorden. När temperaturen stiger börjar isarna att smälta varpå havsnivån på jorden stiger, vilket påverkar kustnära och lågt belägna platser över hela jorden. När temperaturen på jorden ökar så ökar även temperaturen i havet. När havet blir varmare expanderar det, vilket förstärker havsnivåhöjningen från issmältningen (Holden, 2017 & IPCC, 2021).

Is och snö som båda är vita har även ett högt albedo, vilket beskriver ett materials förmåga att reflektera ljus. Ju högre albedo ett material har desto bättre reflekterar det bort ljus. Ljusa material som snö har ett högt albedo och en god reflektionsförmåga till skillnad från till exempel bar jord som absorberar solstrålningen och värms upp (Holden, 2017 & Naturvårdsverket, 2021a). Se materialens albedo i tabell 1. När isen smälter, friläggs marken eller vattnet under som har lägre albedo och därmed absorberar mer värme från solen än vad is och snö gör. Det leder till att det blir ännu varmare och att ännu mer snö och is smälter, en ond cirkel (Holden, 2017).

MATERIAL	ALBEDO
Snö	0,7 - 0,9
Vatten	0,3 - 1
Bar jord	0,05 - 0,4

Tabell 1. Tabell med olika materials albedo. (Perovich et al., 2002 & Oke, 1987)

Klimatförändringarna för inte bara med sig negativa konsekvenser, även om det ibland kan låta så. På vissa håll i världen får den stigande temperaturen även positiva effekter. På nordliga breddgrader som exempelvis nordliga Ryssland resulterar temperaturökningen till exempel i ett mildare och mer behagligt klimat (Holden, 2017 & IPCC, 2021). Ett varmare klimat kan förlänga odlingssäsongen och därmed öka skörden på en plats. På en annan plats i världen kan dock högre temperaturer leda till vattenbrist och att grödor torkar bort (Bernes, 2016).

I takt med att temperaturen på jorden stiger stiger som sagt även temperaturen i havet, vilket i sin tur leder till att avdunstningen av vattenånga från havet större. Med mer vattenånga i atmosfären ökar också förekomsten av extremväder såsom stormar och skyfall. Eftersom stormar och skyfall är

tillfälliga och övergående är det svårt att koppla en viss väderhändelse till den ökade temperaturen på jorden (Holden, 2017 & Ohlsson och Josefsson, 2015). Man kan dock redan nu se att förekomsten av extrema väderhändelser har ökat i världen och klimatmodeller förutspår att de kommer att bli än vanligare i framtiden på grund av temperaturökningen (IPCC, 2021 & Ohlsson och Josefsson, 2015). Även extrema väderhändelser i form av värmeböljor har ökat och väntas ske ännu oftare i framtiden (Holden, 2017). Långa perioder av varmt väder, såsom till exempel vid en värmebölja kan även leda till bränder i skog och mark. Extremväder som torka eller åsknedslag är naturliga orsaker till en skogsbrand, men 90% alla skogsbränder i Sverige orsakas av mänsklig aktivitet. Förutom att bränderna förstör så frigör de även stora mängder koldioxid som bidrar till den globala uppvärmningen. Sotet från stora skogsbränder kan dessutom färdas med vinden och lägga sig på snötäckta ytor och bidra till att snön absorberar mer värme och smälter snabbare (Naturskyddsforeningen, 2021).

VÄRMEBÖLJOR

Det finns ingen officiell definition av ordet värmebölja, och i Sverige används olika definitioner i olika sammanhang. Svenska Nationalencyklopedin benämner en värmebölja som "en period med mycket varm väderlek" (Nationalencyklopedin, U.Å) och SMHI anger två olika definitioner på sin hemsida. Dels en enklare definition som beskriver en värmebölja som "en sammanhängande period då dygnets högsta temperatur är minst 25.0°C minst fem dagar i sträck", samt en mer specificerad definition som beskriver en värmebölja som "en period med minst fem dagar i sträck med en högsta dagstemperatur på minst 25°. I fjällkedjan och nordligaste Sverige öster om fjällkedjan kan man acceptera dagstemperaturer något under 25° och ändå kalla det för värmebölja" (SMHI, 2022). Met Office som är Storbritanniens motsvarighet till SMHI använder en mer relativ definition. "A heatwave is an extended period of hot weather relative to the expected conditions of the area at that time of year, which may be accompanied by high humidity" (Met Office, U.Å).

Det finns alltså mer och mindre relativa definitioner av värmebölja och utifrån Met Offices definition innefattar värmebölja även perioder av för årstiden höga temperaturer under vinterhalvåret, vilket SMHIs definitioner inte gör. Även om en relativ definition ger ett mer allomfattande begrepp har vi valt att i detta arbete använda oss av SMHIs definition som definierar en värmebölja som ”en sammanhängande period då dygnets högsta temperatur är minst 25.0°C minst fem dagar i sträck” (SMHI, 2022) eftersom det är den typen av väder som kan orsaka värmestress, och som kan skapa problem i staden (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

Höga temperaturer under en värmebölja kan utgöra en hälsofara för människor och djur. Exponering för värme och värmestress kan vara skadligt och i värsta fall även dödligt. Värmestress som innebär att kroppen inte längre kan reglera kroppstemperaturen ordentligt kan drabba vem som helst, men vissa grupper i samhället som till exempel kroniskt sjuka, de äldsta och de yngsta i samhället är extra sårbara (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

Den värmerelaterade ohälsan drabbar inte bara människor utomhus utan en orsak till att många blir så starkt påverkade av värme är att höga utomhustemperaturer även leder till höga temperaturer inomhus. En stor andel av befolkningen i Sverige och särskilt de mest sårbara grupperna tillbringar en väldigt stor del av sin tid inomhus vilket gör att inomhustemperaturen är viktig att nämna, även om den inte är fokus i detta arbete. Det är vanligare att värmerelaterad död sker i hemmet än utomhus (Folkhälsomyndigheten, 2018b).

De extrema värmeböljor som hittills ägt rum i Sverige har skett med cirka tjuugo års mellanrum, men beräknas vid århundradets slut att inträffa var tredje till var femte år (SMHI, 2020b). Under den värmebölja som drabbade Europa under sommaren 2003 dog omkring 70 000 personer på grund av de höga temperaturerna (Chen et al., 2014). I Frankrike fördubblades dödligheten på äldreboenden bland personer i åldersgruppen 75 år och uppåt, och i Storbritannien såg man en mycket ökad risk för värmeslag bland patienter inom

vården (Folkhälsomyndigheten, 2018b). Även under värmeböljan som drabbade Sverige under sommaren 2018 kunde man se en ökning av dödsfall. Efter värmeböljan kom Folkhälsomyndigheten fram till att det inträffat cirka 750 fler dödsfall än vad det ”normalt” gör vid samma tid på året. Man bedömer att mellan 600 och 745 av dessa dödsfall skedde på grund av de höga temperaturerna (SMHI, 2020b).

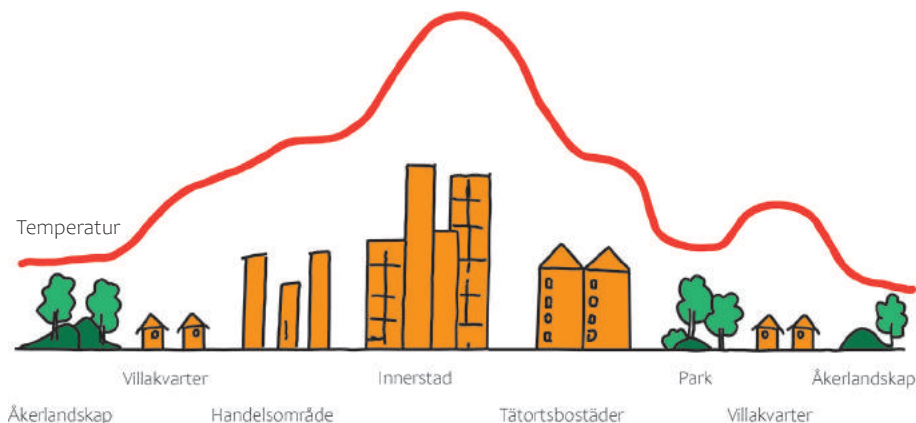
I definitionen av ordet värmebölja som vi har valt att använda i detta arbete inryms endast den faktiska och mätbara temperaturen. Värt att nämna är dock att siffran som visas på en termometer inte ger en fullständig bild av hur varmt vädret känns. Det är nämligen fler faktorer som påverkar hur vi upplever värme och kyla, än bara den uppmätta temperaturen. Även luftfuktighet och vind påverkar i hög grad hur temperaturen upplevs. Vinden gör att vi upplever temperaturen som kallare och hög luftfuktighet kan göra att temperaturen upplevs högre (SMHI, 2021e).

Värmeböljor och höga temperaturer drabbar olika platser på olika sätt och i olika hög grad beroende av väderstreck, material och utformning. Städer är till exempel mer sårbara för och påverkas därför i högre grad av höga temperaturer än vad landsbygden gör (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

DEN STIGANDE TEMPERATUREN I STADEN

Den stigande temperaturen påverkar städer på olika sätt beroende på bland annat var i världen eller hur nära havet de ligger. Det finns dock många effekter som drabbar de flesta städerna eftersom det finns mycket som nästan alla städer har gemensamt. Till exempel är de flesta städer uppbyggda av hårda material för att klara det höga slitaget som en stad behöver utstå. Och det är just de hårda materialen i staden gör den sårbar för höga temperaturer och som gör att städer drabbas hårdare vid till exempel en värmebölja än vad landsbygd gör och det beror till stor del på det som kallas för den urbana värmeöeffekten, se figur 2 (Holden, 2017).

Den urbana värmeöeffekten är den mekanism som gör att temperaturen i städer ofta är högre än på landsbygden och den uppstår på grund av de material som städerna är uppbyggda av, till exempel asfalt, betong, tegel och metall. Dessa material får en hög yttemperatur när de värms upp av solen och den varma yttemperaturen värmer i sin tur lufttemperaturen så att också den stiger (Holden, 2017). Den största temperaturskillnaden mellan stad och landsbygd uppstår på natten, på grund av att de uppvärmda materialen tar lång tid på sig att sjunka i temperatur och därför värmer luften på natten när lufttemperaturen egentligen är svalare (Holden, 2017 och Sjöman & Slagstedt, 2015a). Temperaturskillnaden mellan stad och landsbygd kan på natten vara så stor som tio grader (Boverket, 2019b).



Figur 2. Illustration av den urbana värmeöeffekten.

I städer är den biologiska mångfalden naturligt lägre än vad den är på landsbygden. Det beror på bristen på grönska och levnadsmiljöer som passar djur och växter och som liknar deras naturliga habitat och ståndort. De grönområden som finns i staden har ofta dessutom ganska lika förutsättningar vilket betyder att de attraherar liknande växter och djur, vilket i sin tur betyder att det inte blir särskilt bred artvariation. Staden är en komplex levnadsmiljö då där finns många störningar som till exempel, trafik, slitage, vägsalt med mera. Detta gör att växter och djur som gynnas av eller åtminstone klarar störningar har en större chans att klara sig i staden. Olyckligtvis handlar det

dock ofta om arter som många anser vara skadedjur eller ogräs. Som en följd av klimatförändringarna blir staden en än mer extrem miljö att leva i och den biologiska mångfalden minskar ännu mer (Persson och Smith, 2014).

Den ökade temperaturen i staden leder till att marken som redan i dagsläget är torr blir ännu torrare och vattenresurserna minskar. Den tuffa levnadsmiljön leder till att växterna försvagas, växer långsammare och lättare angrips av svampar och skadegörare (Sjöman och Slagstedt, 2015a). Om grönskan i staden försvinner kommer även djur och insekter att göra det, vilket kan leda till att även viktiga ekosystem förändras eller försvinner (Ekelund, 2007).

GLOBAL UPPVÄRMNING I EN SVENSK KONTEXT

Den stigande temperaturen har påverkat och väntas påverka Sverige på många olika sätt och i denna summering kan vi bara ta upp en bråkdel av dessa. Havsnivåhöjning och ökad nederbörd som tidigare nämnt väntas drabba även Sverige på kust- och sjönära platser (SMHI, 2021c). Även vinterklimatet har blivit mildare och mer snöfattigt på många håll. Detta gäller särskilt vid kusten i norra Sverige samt i hela mellersta Sverige (Länsstyrelserna, 2012 och SMHI, 2020a).

När temperaturen stiger flyttar även temperaturzonerna i Sverige norrut (SMHI, 2021c & Länsstyrelserna, 2012). Om medeltemperaturen i landet ökar med tre till fyra grader skulle det innebära att Sundsvall får samma medeltemperatur som Stockholm hade för tio år sedan. Med denna temperaturhöjningen riskerar kalfjället att försvinna, då trädgränsen beräknas flytta cirka 500 meter i höjdlid på grund av temperaturhöjningen (Länsstyrelserna, 2012). Fjällområdena i Sverige, som är väldigt känsliga för stigande temperaturer är hotade redan vid två graders temperaturökning (SMHI, 2021c), som ju är gränsen för vad temperaturen får stiga enligt Parisavtalet (Klimatanpassning, 2020). Om kalfjäll och fjällmiljöer minskar drabbas rennäringen hårt då den är beroende av is och snö under vintertid (SMHI, 2021c).

Klimatförändringarna i Sverige kan även komma att påverka vår flora och fauna då den stigande temperaturen skapar möjlighet för växter från varmare

klimat att lättare kan etablera sig här i Sverige. Nya snabbväxande arter kan komma att bli invasiva och slå ut inhemska arter som är mindre snabbväxande, och på så sätt hota den artrika flora vi har i Sverige idag. Lupin, jättebal-samin och jätteloka är arter som klassas om invasiva idag och som svenska myndigheter arbetar för att utrota och begränsa spridningen av då de hotar att slå ut andra inhemska arter. Om invasiva arter får fritt spelrum hotas vår inhemska flora och fauna, vilket i förlängningen även kan få ekonomiska följderna eftersom det kan rubba skogsbruk eller jordbruk om det går tillräckligt långt (Naturvårdsverket, 2019). Den stigande temperaturen kan också leda till nya skadegörare i jord- och skogsbruket, eller att redan befintliga skadegörare och sjukdomar gynnas, vilket också kan slå hårt mot dessa näringar (SMHI, 2021c).

OLIKA FÖRHÅLLNINGSSÄTT TILL KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Det finns två olika sätt att angripa det förändrade klimatet. Man kan vidta åtgärder för att motverka klimatförändringar genom att påverka de grundläggande orsakerna till att klimatet förändras eller så kan man vidta åtgärder för att anpassa sig till förändringarna och på så sätt minska klimatförändringarnas inverkan på samhället. Man kan även göra en kombination av de båda angreppssätten, och vissa åtgärder kan vara både en anpassningsåtgärd och en motverkande åtgärd på samma gång (IPCC, 2021 & Bernes, 2016).

Att motverka klimatförändringarna innebär att man vidtar åtgärder som minskar utsläppen av växthusgaser i atmosfären. Det kan till exempel vara att minska användningen av fossila bränslen och ersätta dem med andra förnybara energikällor såsom sol, vind och vatten (Bernes, 2016). Förbränningen av fossila bränslen är den största källan till utsläpp av växthusgaser (European Environment Agency, 2020). Ett annat sätt att motverka klimatförändringarna är att minska köttkonsumtionen eftersom uppfödningen av boskap släpper ut mycket växthusgaser (Bernes, 2016). Ett komplement till att minska utsläppen kan vara att förstärka de mekanismer som tar upp och lagrar koldioxid och andra växthusgaser. Grönska tar upp och lagrar koldioxid, så ett sätt att förhindra att koldioxiden når atmosfären är att plantera mer skog

(Holden, 2017). Även stadens träd är viktiga och bidrar med att förbättra luftkvaliteten genom att binda koldioxid och hindra den från att nå atmosfären. I den hårdgjorda miljön blir träden extra viktiga då koldioxidhalten ofta är högre i staden och andelen vegetation är mycket lägre i jämförelse med på landsbygden (Thorsson, 2012).

Att anpassa sig till klimatförändringarna kallas i många sammanhang för klimatanpassning och betyder att man utifrån de klimatförändringar som redan finns tar fram strategier och metoder för att anpassa samhället till de nya förutsättningarna. Målet är att minska klimatförändringarnas påverkan på människor och samhällen. Klimatanpassning sker i olika skalor och behöver inte vara så avancerat. Att köpa en bordsfläkt att svalka sig med under de varma sommardagarna kan till exempel vara ett sätt att klimatanpassa sig på en liten skala (Holden, 2017). Att planera för framtida klimatförändringar genom att byta ut traditionella stadsträd till arter som klarar ett varmare och torrare klimat är också ett exempel på klimatanpassning i en lite större skala. Vanliga stadsträd såsom skogslind (*Tilia cordata*) eller rönn (*Sorbus aucuparia*) kan bli stressade av värme och torra som blir allt vanligare i staden. De kan därför bli nödvändigt att byta ut dessa till arter som ginkgo (*Ginkgo biloba*), silverlind (*Tilia tomentosa*) eller italiensk al (*Alnus cordata*) som gynnas av värmen (Sjöman och Slagstedt, 2015a). Klimatanpassning kan även handla om att dra nytta av de nya förhållandena på bästa möjliga sätt (Bernes, 2016).

En åtgärd som både motverkar klimatförändringar och är en klimatanpassningsåtgärd skulle till exempel kunna vara att anlägga en skog mitt inne i en stadskärna. Skogen bidrar med svalka i staden genom skuggning och minskar således effekten av temperaturökningen och är därför en anpassningsåtgärd. Samtidigt tar den upp koldioxid och minskar halten växthusgaser i atmosfären och motverkar på så sätt klimatförändringar. I det läge världen befinner sig i just nu behöver man både anpassa sig till de klimatförändringar som redan skett, samtidigt som arbetet att motverka klimatförändringarna fortskrider (Holden, 2017 & Bernes, 2016).

KLIMATPOLITISKA RAMVERK - GLOBALT OCH LOKALT

I detta avsnitt går vi igenom hur olika aktörer i samhället arbetar med klimatfrågan och klimatanpassning ur ett temperaturperspektiv. Vi börjar med att presentera hur man arbetar ur ett globalt perspektiv utifrån internationella mål och överenskommelser och sedan ur ett lokalt perspektiv om hur Sveriges fyra största kommuner arbetar med termisk klimatanpassning. För att få en uppfattning av hur svenska kommuner arbetar med temperaturreglering har vi läst de gällande översiktsplanerna för fyra stadskommuner.

INTERNATIONELLA MÅL OCH ÖVERENSKOMMELSER

FNs HÅLLBARHETSMÅL

År 2015 godkändes FNs hållbarhetsmål, Agenda 2030 av FN:s medlemsländer. Syftet med Agenda 30 är att till 2030 uppnå en hållbar utveckling mot ett bättre samhälle. Agenda 2030 innehåller 17 mål som ska vägleda världens länder, se figur 3. Det elfte målet heter "Hållbara städer och samhällen" och är det mål som tydligast knyter an till detta arbetes ämne. Även mål 13 som heter "Bekämpa klimatförändringarna" knyter an till detta arbete då det innehåller en del om att öka samhällenas motståndskraft mot klimatförändringarna genom klimatanpassning. Huvudsakligen handlar dock mål 13 om att motverka klimatförändringarna, inte om anpassning. Mål 3 "God hälsa och välbefinnande" och mål 15 "Ekosystem och biologisk mångfald" går också att koppla till uppsatsens ämne då temperaturreglering i staden är ett sätt att uppnå mål 3 och mål 15 är en förutsättning för hållbara och motståndskraftiga samhällen (Globala målen, 2021).



Figur 3. Illustration av de 17 globala målen. (Illustration: Globala målen, U.Å.)

KLIMATAVTALEN FRÅN PARIS OCH GLASGOW

År 2016 enades världens länder i Paris i det så kallade COP21-mötet där 194 av 197 deltagande länder skrev under det vi idag känner till som "Parisavtalet" vilket är en viktig del av agenda 2030 13e mål. Målet med Parisavtalet är att begränsa den globala uppvärmningen till maximalt 2 grader, men den ska helst inte överstiga 1,5 grad. För att nå dessa mål bör utsläppen av växthusgaser minska och de skador som redan skett och som inte gått att undvika bör hanteras genom klimatanpassning. Industriländer ska stötta utvecklingsländer och hjälpa dem att nå målen (Klimatanpassning, 2020). Under hösten 2021 möttes världen länder igen i Glasgow till COP26-mötet. Vid detta möte togs fossila bränslen och dess påverkan på klimatet för första gången upp. Det diskuterades även om att länderna bör skärpa sina klimatmål till 2022 och att det ekonomiska stödet för klimatanpassning ska fördubblas till år 2025 (Regeringskansliet, 2021).

KLIMATARBETET I SVERIGE

SVERIGES KLIMATARBETE PÅ NATIONELL NIVÅ

År 2018 antogs för första gången en klimatlag som innebär att regeringen är förpliktad att driva en klimatpolitik som bland annat ska bidra till att uppnå FN:s hållbarhetsmål och Parisavtalet. Det klimatpolitiska arbetet som regeringen ska föra innebär bland annat att Sverige ska minska utsläppen av växthusgas, motverka farliga rubbningar i klimatsystemet samt skydda ekosystem (Sveriges riksdag, 2017). Utöver FN:s och Parisavtalets mål har Sverige 16 egna miljömål som bland annat handlar om frisk luft, god bebyggd miljö, rikt djur- och växtliv, god vattenkvalitet och begränsad klimatpåverkan med flera. Sverige har som mål att ha negativa nettoutsläpp av växthusgaser till år 2045 (Regeringskansliet, 2020).

KOMMUNALA MÅL OCH STRATEGIER

I arbetet med att uppnå de globala målen har kommunerna en central roll. Flera av Sveriges kommuner jobbar både indirekt och direkt med de globala målen inom olika verksamheter såsom sjukvård, skola och samhällsplanering (Malmö stad, 2018 och Stockholms stad, 2018).

Arbetet med klimatanpassning tycks variera bland svenska kommuner, och olika kommuner har även olika förutsättningar. I snitt har fyra av tio kommuner mål för klimatanpassning trots att nio av tio kommuner påverkas av klimatförändringarna. I en enkätundersökning av IVL svenska miljöinstitutet rankades 180 av 290 kommuner i Sverige efter hur långt de kommit i sitt arbete med klimatanpassningen. I enkäten fick kommunerna bland annat svara på om de i dagsläget jobbar med klimatanpassning, om de påverkats av klimatförändringar och om de undersökt hur kommunen kommer att påverkas i framtiden. Stockholms stad hamnade på åttonde plats med 31 av 33 poäng, Göteborg stad landade på elfte plats med 30,5 poäng och Malmö stad på plats 21 med 21,5 poäng. Uppsala kommun deltog inte i enkätundersökningen (Matschke Ekholm, Nilsson & Isaksson Lantto, 2021).

Alla kommuner måste enligt plan- och bygglagens tredje kapitel ha en översiktsplan och den fungerar som en vägledning för kommunens framtida utveckling och planering. I översiktsplanen ska kommunerna sammanställa långsiktiga mål och strategier för kommunens framtida utveckling (SFS 2010:900). Klimatstrategier och klimatmål ska alltså finnas med i översiktsplanen, om kommunen har några sådana.

STOCKHOLMS STAD

Den gällande översiktsplanen för Stockholms stad antogs i mars 2018, och i den finns ett tydligt klimatfokus. I översiktsplanen ställs fyra delmål upp för stadsbyggandet i kommunen och ett av delmålen är "en klimatsmart och tålig stad". Kommunen uttrycker en önskan om att staden ska utformas klimatsäkert så att man klarar både skyfall och värmeböljor. Nya stadsdelar ska utformas klimatanpassat och befintliga stadsdelar ska klimatanpassas. För att möta den ökande temperaturen planerar Stockholms stad för mer grönska och öppna vattenytor i stadsmiljön. Nya byggnader ska även konstrueras så att de skärmar av solstrålning och nyttjar den svala nattluften. Fokus ligger dock på klimatanpassning avseende skyfall och beredskap för värmeböljor utgör en betydligt mindre del av Stockholms stadsplanering för klimatanpassning (Stockholms stad, 2018).

GÖTEBORGS STAD

I Göteborgs stad saknar man idag strategier för att hantera framtida värmeböljor. Desto större fokus ligger dock på klimatanpassning till stigande havsnivåer (Göteborgs stad, 2009). I granskningshandling för den kommande översiktsplanen, som nu är under framtagande behandlas dock temperaturproblematiken betydligt mer. Hälsoriskerna på grund av de höga temperaturerna och grönområdets roll i att hantera värmen diskuteras på ett helt nytt sätt. I granskningshandlingen uttrycker Göteborgs stad även att de ser ett stort behov av en ökad krontäckning i innerstaden för att ge mer skugga, samt att min-

ska andelen hårdgjorda material. Då kommunen även jobbar aktivt med att hantera eventuella havsnivåhöjningar så prioriterar de lösningar som både skapar resiliens både mot stigande temperatur och havsnivåer (Göteborgs stad, U.Å.).

MALMÖ STAD

I Malmö stads översiktsplan som kom ut 2018 framgår att de inte har några tydliga strategier för att hantera höga temperaturer eller kommande värmeböljor. Kommunen blivit påverkad av andra effekter av klimatförändringar såsom översvämning vid skyfall, så har deras fokus blivit att ta fram strategier för skyfall och havsnivåhöjningar. Trots sitt fokus på vatten så nämns värmeböljor då de diskuterar åtgärder för skyfall. De menar att de planteringar som anläggs för att ta hand om stora mängder vatten också kommer kunna ha en positiv effekt under värmeböljor då vegetationen kan skapa ett svalare klimat och ge skuggning (Malmö stad, 2018).

UPPSALA KOMMUN

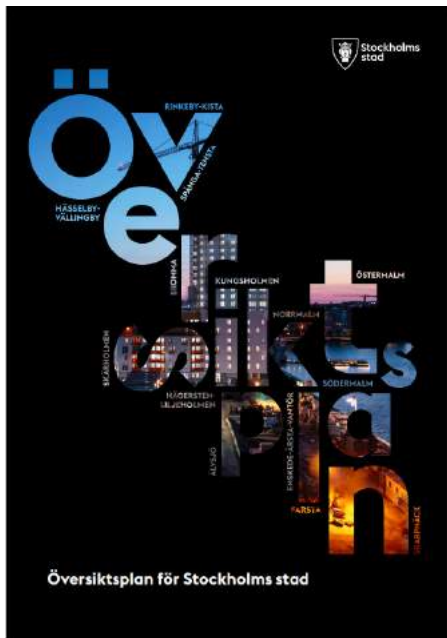
I Uppsala kommuns översiktsplan som antogs 2016 har man som mål att minska utsläppen av växthusgaser och till senaste 2050 endast släppa ut ett halvt ton växthusgas per invånare. De har även en beskrivning om hur klimatet kommer att förändras i staden och att målet är att anpassa staden för att förebygga negativa konsekvenser av klimatförändringar (Uppsala kommun, 2016). I en underlagsrapport till översiktsplanen skriver Wikenståhl om vegetationen som den bästa lösningen på den ökade temperaturen. I rapporten uttrycks rekommendationer om att behålla befintlig grönstruktur men även att fylla på i de områden där det behövs för att få en jämnt fördelad grönstruktur. I rapporten betonas även att vegetationen bidrar med att sänka temperaturen i byggnaderna genom skugga från träd och isolering av växtbäddade väggar och tak (Wikenståhl, 2014).

SAMMANFATTNING OCH ANALYS

Det finns alltså mål och överenskommelser avseende klimat och klimatanpassning på olika nivåer i samhället. De internationella och nationella målen är mer övergripande och det är först på kommunal nivå som platsspecifika och fysiska åtgärder föreslås.

Sammantaget kan vi utifrån kommunernas översiktsplaner se att det finns ett klimatarbete och klimatanpassningsarbete i alla Sveriges fyra största kommuner. Vi kan dock även se att fokus för klimatanpassningsarbetet inte är de stigande temperaturerna och den ökade frekvensen av värmeböljor. Stockholm och Uppsala är de kommuner som har tydligast strategier för att hantera varma perioder (Uppsala kommun, 2016 & Stockholms stad, 2018) medan Malmös största fokus ligger på skyfallshantering och menar på att deras skyfallsåtgärder kommer även kunna ha temperaturreglerande effekter (Malmö stad, 2018). Göteborg är den kommun med äldst översiktsplan och saknar helt strategier för stigande temperaturer och värmeböljor (Göteborgs stad, 2009).

I mer övergripande mål och överenskommelser går man inte in på vilken typ av klimatåtgärder eller klimatanpassningsåtgärder man syftar på och därför kan inga slutsatser dras utifrån detta. Utifrån kommunernas planering gör vi dock bedömningen att det finns en snedfördelning i klimatanpassningsarbetet där problematik med vatten tas upp mer frekvent i planeringen än den problematik som höga temperaturer innebär.



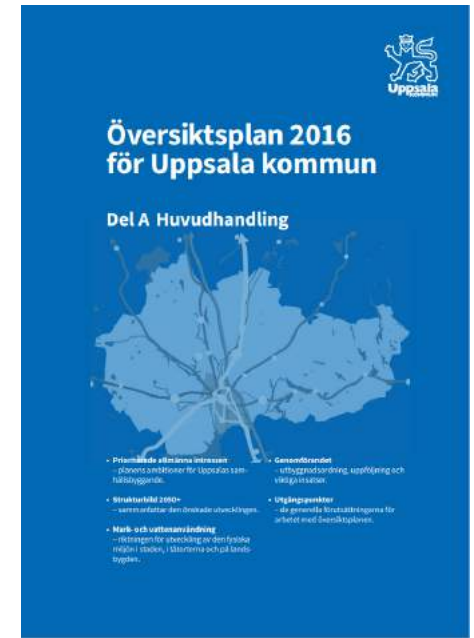
Figur 4. Stockholms stads översiktsplan.
(Stockholms stad, 2018)



Figur 5. Göteborgs stads översiktsplan.
(Göteborgs stad, 2009)



Figur 6. Malmö stads översiktsplan.
(Malmö stad, 2018)



Figur 7. Uppsala kommuns översiktsplan.
(Uppsala kommun, 2016)

HUR INVERKAR FORM, MATERIAL OCH VEGETATION PÅ TEMPERATUREN I STADEN?

I kommande avsnitt går vi igenom forskning som gjorts på stadens material och beståndsdelar och dess inverkan på temperaturen i staden. Vi delar in det i tre olika delar: grönska, vatten och hårda material, som presenteras separat.

GRÖNSKA

Grönska har många positiva effekter i urbana miljöer, och reglering av temperaturen är en av dessa. Många studier har visat att man under en varm sommardag hittar de svalaste platserna i staden i stadens parker (Konijnendijk van den Bosch, 2021 & IUCN, 2016 m.fl.) och det beror på att vegetationen sänker temperaturen genom att dels skapa skugga och genom växternas transpiration (vattenavdunstning från bladen). Transpirationen sänker lufttemperaturen eftersom vattenångan som frisätts genom transpiration har en kylande effekt i luften (Thom et al., 2021). Genom att skugga stadens gator, trottoarer och fasader med vegetation, förhindrar grönskan att dessa ytor värms upp och höjer lufttemperaturen i staden. Grönska värms heller inte upp av solen på samma sätt som till exempel hårdgjorda markmaterial gör, vilket också bidrar till en lägre temperatur samt motverkar den urbana värmeöeffekten (Folkhälsomyndigheten, 2018a & Balany et al., 2020).

GRÖNOMRÅDEN

Det finns många studier som visar att grönområden i staden motverkar den urbana värmeöeffekten och sänker temperaturen, både inuti grönområdet men även utanför grönområdet (Balany et al., 2020). På grund av vegetationens temperatursänkande egenskaper har parker en lägre temperatur än stadslandskapet runt den (Bilgili et al., 2013) och i större parker har man sett att temperaturen kan vara upp till tre grader lägre än temperaturen i omkringliggande stadslandskap (Schipperijn et al, 2005).

Det är lätt att förutsätta att ett större grönområde har en större inverkan på temperaturen än ett mindre, men riktigt så enkelt är det inte. Storleken på grönområdet har betydelse för dess förmåga att reglera temperaturen men är inte den enda faktorn som påverkar temperaturen (Wu et al., 2021 & Bilgili et al., 2013). Studier har visat bland annat att grönområdets struktur och uppbyggnad också påverkar. Mätningar som gjordes i tre olika parker i Ankara, Turkiet visade att temperaturen i alla parkerna var lägre än temperaturen i stadslandskapet utanför. I samma studie jämfördes också temperaturen inne i parkerna med varandra och det visade sig att parkens struktur och vegetationens placering hade stor betydelse för temperaturen, inte bara mängden vegetation. I studien fann man till exempel att två parker med samma storlek och vegetationstäckning hade olika temperatur, och att det berodde på hur vegetationen i parkerna var strukturerad. Närmare beskrivning av hur vegetationen var strukturerad i grönområdena framgår dock inte i studien (Bilgili et al., 2013). En studie i Shanghai i Kina visade även den att storleken på grönområdet har betydelse för den kylande effekten, men att typen av vegetation också har en viktig påverkan. I denna studie fann man att de lägsta temperaturerna mättes i grönområden med både träd- och buskskikt (Wu et al., 2021).

I en tredje studie inom samma ämne av Park et.al (2017) undersöktes hur olika typer av vegetation kan sänka temperaturen i ett område. I studien delades grönområden in i olika kategorier beroende av dess karaktär och struktur. De två huvudkategorierna var "sammanhängande grönområden" (polygonal green space) och "gröna stråk" (linear green space). Dessa kategorier delades i sin tur även in i underkategorierna "enskiktad vegetation" (trädskikt eller buskskikt) och "flerskiktad vegetation" (träd- och buskskikt). Studien visade att sammanhängande grönområden med flerskiktad bestånd har en större inverkan på temperaturen (Park et al., 2017). De gröna

stråken har inte en så stor inverkan på temperaturen, men bidrar ändå med skugga vilken inverkar på den upplevda temperaturen (Park et al., 2017 & Klemm et al., 2015).

Sammanfattningsvis kan man se i alla de tre föregående nämnda studier att grönområden har en svalkande effekt på temperaturen. Vegetationens uppbyggnad och struktur har en stor betydelse för hur väl den kan sänka temperaturen och flerskiktad vegetation har visat sig ge störst effekt på temperaturen (Wu et al., 2021 & Park et al., 2017). Bilgili et al. (2013) och Park et al. (2017) nämner dessutom att det har en betydelse hur vegetationen står i förhållande till varandra och Park et al. (2017) som vidareutvecklar sitt resonemang menar att vegetationen gör som mest nytta när den står samlad i sammanhängande grönområden än om den är utspridd. Detta då den i sammanhängande grönområden kan skapa en större och tätare skugga (Park et al., 2017).

Grönska påverkar inte bara temperaturen i grönområdet där den växer, utan kan även ha en kylande effekt på omkringliggande stadslandskap. Även små grönområden har visat sig ha en viss kylande effekt omkringliggande områden (Wu et al., 2021). Enligt rapporten Urban green space cooling effect in cities (Aram et al., 2019) har storleken på grönområdet en stor betydelse för hur stor påverkan ett grönområde kan ha på det omkringliggande stadslandskapets temperatur. Större grönområden med en storlek på cirka 12 hektar kan sänka temperaturen med 1 grad på upp till 330 meters avstånd från grönområdet. En grönyta på 3-5 hektar kan sänka temperaturen med 0,7 grader på upp till 120 meters avstånd från grönområdet. Även små grönområden som inte är större än 0,5 hektar kan sänka temperaturen även utanför grönområdet med 0,3 grader på 40 meters avstånd. Med större grönområden kan temperaturen alltså regleras på längre avstånd från grönområdet, men likaså är de mindre parkerna viktiga och bidrar till en lägre temperatur även utanför parkområdet (Aram et al., 2019).

I två separata undersökningar som gjordes i Hong kong och Xi'an i Kina undersöktes hur fickparker påverkar temperaturen i städerna. Båda undersökningarna visade att små parker som fickparker som är 3000 kvadratmeter eller mindre kan sänka temperaturen inuti parken och genom att anlägga fler pocket parks i samma kvarter går det att lindra värmeöeffekten i området (Lin et al., 2017 & Hou et al., 2022). För att nå den effekten krävs det dock att vegetationen i fickparken består av hög andel träd och buskar som kan skapa en stor och tät skugga i gaturummet (Hou et al., 2022).

GATUTRÄD

Även solitära träd kan ha en stor inverkan på klimatet i staden och en hög kapacitet att sänka temperaturen (Balany et al., 2020). I stadens trånga tätbebyggda områden bidrar gatuträden med skugga som effektivt sänker yttemperaturen på ytorna i trädens skugga. Under en varm och solig somardag kan yttemperaturen under ett träd vara över tio grader svalare än en närliggande solbelyst yta (Thorsson, 2012). Trots sin effektiva kylning av yttemperaturen har gatuträd en förhållandevis låg inverkan på lufttemperaturen och kan sänka lufttemperaturen med endast cirka två grader. Studier har dock visat att träd har en desto större inverkan på den upplevda temperaturen i staden (Park et al., 2017 & Klemm et al., 2015). Den upplevda temperaturen i skuggan av ett träd kan vara upp till 14 grader lägre i skuggan av ett träd (Balany et al., 2020). I en studie av mikroklimatet på stadsgator i Utrecht, Nederländerna undersökte man hur grönskan i gaturummet påverkade både den faktiska och den upplevda temperaturen. Genom intervjuer med förbipasserande kom man fram till att även den upplevda temperaturen påverkas positivt av grönskan i gaturummet. Man kunde dock inte se att grönskan i gaturummet påverkade lufttemperaturen nämnvärt i denna studie (Klemm et al., 2015).

Eftersom det är trädens förmåga att skapa skugga som är avgörande för dess inverkan på temperaturen har träd med stor och tät krona störst effekt på temperaturen, eftersom de ger störst och tätast skugga. Både täthet och

storlek på trädkronan är av betydelse (Klemm et al., 2015). Kluster av träd, eller träd i kombination med buskar skapar också större effekt på temperaturen, än mindre och enstaka solitärer (Thorsson, 2012).

BAI & LAI

Som tidigare nämnt har olika typer av vegetation olika effekt på temperaturen och det gäller även mellan olika träd. Olika trädarter kan skilja sig mycket åt i utseende, och vissa har smal krona med andra har en stor och bred. Vissa träd har ett glest bladverk medan andra arter har ett tätt. Dessa egenskaper påverkar hur mycket skugga trädet ger, hur mycket vatten det transpirerar och hur mycket koldioxid det absorberar. Det finns olika sätt att räkna ut dessa hur goda dessa egenskaperna är hos en art och ett av dem är genom *leaf area index* (LAI). LAI är ett mått på mängden bladmaterial hos en växt och det innebär att man mäter förhållandet mellan arean av en sida av den totala bladytan med markytan (m²) som växten täcker. Med detta mått kan man få reda på hur väl en art kan påverka mikroklimatet eller hur mycket vatten växten kan fånga vid nederbörd. Förutom LAI så kan man även mäta *wood area index* (WAI) som är ett mått på växtens grenverk, exklusive bladen. Måtten kan användas för att ta reda på hur mycket en växt skuggar, kan bromsa vinden eller ta hand om vatten vid skyfall. Ett annat mått på *plant area index* (PAI) är LAI och WAI tillsammans och i detta mått inkluderas alltså både lövverket och grenverket. På så vis får man veta hur hela trädet kan skugga, fånga upp vatten eller bromsa vind (Deak Sjöman et al., 2021).

I en rapport av Deak Sjöman et al. (2021) undersöks olika trädarters *plant area index* och *wood area index* och jämför olika arter med varandra. De studerade bland annat olika sorter inom *Tilia* (lind), *Acer* (lönn), *Quercus* (ek), *Salix* (pil) och *Fraxinus* (ask) släktet med flera. Undersökningen visade att *Tilia*, *Aesculus* och *Acer* var de släkten med högst *plant area index*. De släkten som visade sig ha lägst PAI var *Pyrus*, *Alnus* och *Fraxinus*. Släktena som visade sig ha högst WAI var *Populus*, *Quercus* och *Alnus* och de släkten med lägst WAI var *Tilia*, *Aesculus* och *Fraxinus*.

Kunskapen om PAI och WAI kan man använda för att få en bättre förståelse för hur man kan använda sig av olika arter för att bilda bästa möjliga samspel mellan träd och omgivning. Genom att ha förståelse för ett träds PAI och WAI kan man lättare välja lämpliga träd för önskat ändamål (Deak Sjöman et al., 2021).

GRÖNA TAK OCH VÄGGAR

Gröna tak och väggar är väggar och tak som är täckta med växtlighet och har visat sig kunna sänka både yttemperatur och lufttemperatur i staden (Folkhälsomyndigheten, 2018 & Kabisch et al., 2017 & Oberndorfer et al., 2007). Olika studier har visat lite olika resultat avseende hur mycket gröna tak och väggar kan sänka temperaturen, men samtliga studier visar att de har en svalkande effekt, även om vissa har visat marginella temperatursänkande resultat (Balany et al., 2020). Den temperatursänkande egenskapen beror dels på att växterna skuggar fasader och tak och på så sätt hindrar att dessa ytor värms upp av solens strålning, men även växternas transpiration bidrar till den temperatursänkande effekten (Kabisch et al., 2017).

Både gröna tak och väggar har alltså en bevisad svalkande inverkan på temperaturen (Kabisch et al., 2017 & Charoenkit et al., 2016), men vilken typ av vegetation som används har också viss betydelse för den svalkande effekten. På både väggar och tak har studier visat att täckningsgraden är avgörande för de temperaturreglerande egenskaperna (Kabisch et al., 2017 & Charoenkit et al., 2016), och därför har växter med tätt lövverk mer svalkande effekt än glesare växter (Charoenkit et al., 2016).

Gröna tak och väggar inverkar i första hand på yttemperaturen på den vägg eller det tak där växterna skuggar, men har även visat sig kunna sänka lufttemperaturen invid väggen med upp till två grader (Charoenkit et al., 2016). Studier har även visat att ett mörkt tak under en varm solig dag kan bli uppemot 50 grader varmare än ett växtbeklätt tak i samma läge (Castleton et al., 2010). För att ett grönt tak ska ha denna svalkande effekt krävs det dock att det är tätt så att solens strålar inte når yttertaket. Vid mätningar har man

kunnat se att temperaturen blivit betydligt högre där det funnits luckor i växttäcknet (Kabisch et al., 2017).

Studier visar även att gröna väggar och tak tillsammans har en än större inverkan på temperaturen, än var för sig. I kombination med träd förstärks effekten ytterligare (Balany et al., 2020).

VATTEN

Vattnets betydelse för temperaturen är ännu inte helt klarlagt, men man vet att vatten har positiva egenskaper avseende att sänka temperaturen i staden (Folkhälsomyndigheten, 2018a). Vattnet har till exempel förmågan att absorbera värme under en längre tid utan att temperaturen i vattnet stiger. Detta beror på att vatten har en hög *termisk kapacitet* vilket innebär att vatten har en förmåga att lagra en hög mängd värme innan vattnets temperatur ökar. Vatten kan på så vis absorbera upp till 80% av strålningen från solen utan att stiga i temperatur (Radhi, Fikry och Sharples, 2013). En annan god egenskap som vatten har är att det har ett relativt lågt albedo som innebär att det effektivt kan absorbera solinstrålningen. Hos andra material är detta en dålig egenskap om man vill undvika ökad temperatur, men eftersom vattnet värms upp väldigt långsamt har det låga albedot inga negativa effekter. Vatten sjunker även långsamt i temperatur, så när vattnet väl blivit varmt kan det verka värmande om lufttemperaturen sjunker (Oke, 1987). Det är på grund av dessa egenskaper hos vattnet som gör att kustnära städer har en jämnare temperatur sett över hela året, jämfört med städer längre in på kontinenten. Eftersom vattnet kyls av långsammare än luften verkar vattnet värmande på vintern och eftersom det sedan värms upp långsammare verkar det kylande på sommaren när luften är varm (SMHI, 2021b).

Trots vattnets goda egenskaper är det oklart hur mycket vatten som krävs för att det ska ge någon effekt i en stadsmiljö. Större vattenytor som sjöar, stora dammar och hav kan ha en kylande effekt då vattenytan generellt har en temperatur som är 2 grader lägre än till exempel yttemperaturen i ett parkområde (Rinner och Hussain, 2011). På kvällarna däremot kan vattnet få

en motsatt effekt under sommarhalvåret eftersom vattnet kyls ner långsammare än de hårdgjorda ytorna uppe på land.

I flera städer i Nederländerna undersöktes områdena runt kanalerna för att se om de hade en kylande effekt. Men studien visade att temperaturen förändras väldigt lite (Steeneveld et al., 2011). I Japan däremot undersöktes de effekten av en fontän, och kom fram till att en större fontän kan sänka temperaturen med 3 grader och med ett avstånd på 35 meter. Detta beror på vattnet som sprutas ur fontänen förflyttas i vinden och blöter ner ett större område. När vattnet avdunstar blir även lufttemperaturen lägre (Nishimura et al., 1998). Utöver vattnets påverkan eller icke påverkan på temperaturen så är öppna vattenytor alltid att föredra över en hårdgjord yta som absorberar värme. Öppna vattenytor kan även fungera som dagvattenhantering och fungera som vattenbuffert till omgivande vegetation (Rinner och Hussain, 2011).

MATERIAL OCH FORM

Materialet på mark, fasader och andra ytor i staden har olika förmåga att absorbera värme från solen och det beror till stor del på materialets albedo, se tabell 2 med material och dess albedo. En mörkare grusyta med albedo 0.08 kan till exempel vara upp till 45 grader varmare än en vitmålad yta med albedo på 0.7. Detta påverkar inte bara temperaturen på den ytan eller det materialet, utan även lufttemperaturen eftersom ytans temperatur värmer luften (Thorsson, 2012). De hårda materialen som finns i staden kan till exempel få en yttemperatur på uppemot 67 grader under en varm och solig sommardag, vilket givetvis inverkar även på lufttemperaturen i staden (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). Albedot i en stad ligger generellt i genomsnitt på mellan 0.09-0.23, vilket är förhållandevis lågt och är en faktor som bidrar till den urbana värmeöeffekten, och gör staden sårbar för höga temperaturer och värmeböljor (Thorsson, 2012).

Det finns studier teorier som pekar på att olika hårdgjorda materialen har olika påverkan på temperaturen i staden. Den typ av material man främst

pratar om är genomsläppliga och reflekterande material (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). De reflekterande materialens förmåga att reflektera solens strålning och undvika att absorbera värme beror på deras höga albedo. Oftast handlar detta om ljusa material som vit betong eller vit sten (Thorsson, 2012).

Även materialen på byggnaderna har en påverkan på temperaturen, som till exempel taken. Byggnaders tak har ofta ett lågt albedo eftersom de ofta är mörka, vilket gör att de absorberar värme som leds ner i husen. Ett vanligt tak kan bli upp till 50 grader varmare än vad lufttemperaturen är. Ett vitt tak får inte en lika hög temperatur men precis som ett ljust markmaterial kan ljusa tak blända och upplevas som att de ej passar in. Ljusa tak kräver även dem en viss skötsel för att det inte ska tappa sin förmåga att reflektera bort solstrålningen. (U.S. Environmental Protection Agency, 2012b).

Vatten och fukt i marken kan bidra till en lägre temperatur både genom att verka kylande på ytor, men också genom att avdunsta och på så sätt kyla luften. Ett vanligt problem är dock att de hårdgjorda ytorna som staden i regel är uppbyggd av har en låg permeabilitet, alltså dålig förmåga att låta fukt tränga ner i materialet. Det innebär alltså att det vanligtvis inte finns något vatten i marken som kan kyla ytor och luft under varma dagar (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

Material	Albedo
Asfalt	0,05 - 0,20
Betong	0,10 - 0,35
Grus	0,08 - 0,18
Gräs	0,16 - 0,26
Lövskog	0,15 - 0,20
Barrskog	0,05 - 0,15

Tabell 2. Tabell över olika materials albedo. (Oke, 1987)

I vanliga fall används genomsläppliga material främst som ett sätt att ta hand om dagvatten, men genom att släppa igenom vatten ner i marken istället för att leda det till en dagvattenbrunn kan det kyla yttemperaturen och lufttemperaturen när vattnet avdunstar (Wang et al., 2021). Genomsläppliga material verkar dock endast kylande i kombination med vatten, alltså när de är blöta. Det finns studier som pekar på att genomsläppliga material har en motsatt effekt när de är torra och att de då har en högre temperatur än icke permeabla material (Li, 2016).

Det är inte enbart materialens egenskaper som påverkar temperaturen utan byggnadernas riktning, höjd och hur tätt de är placerade har också en stor påverkan på temperaturen eftersom de reglerar hur mycket av solens strålning som når mark och fasader. Genom flera undersökningar har man kunnat se att solbelysta fasader med sydvästlig, sydlig och sydostlig riktning har högst temperatur. Platser invid solbelysta väggar kan blir upp till 30 grader varmare än en angränsande skuggig plats på grund av materialens värmeabsorberande förmåga (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

Vinden i staden styrs även av bebyggelsens placering vilket bidrar till att det generellt blåser mycket mindre i staden jämfört med på landsbygden. Under varma sommardagar kan vinden flytta och sprida ut den varma luften, luftföroreningar och göra så att lufttemperaturen upplevs lägre (Thorsson, 2012). Urbana miljöer är ofta drabbade av luftföroreningar från till exempel biltrafik eller närliggande industrier vilket gör att vinden är viktigt. men det bör nämnas att luftföroreningarna som består av små partiklar i luften eller aerosoler som de också heter kan motverka stigande temperaturer i staden. Partiklarna i luften kan vid högre koncentrationer leda till att strålningen från solen reflekteras tillbaka upp i atmosfären utan att nå marken. Partiklarna blockerar alltså solens strålning så att den inte kan värma varken luft eller ytor och motverkar därmed effekten av de stigande koncentrationerna av växthusgaser i atmosfären (Holden, 2017). Under natten däremot ger en hög koncentration av partiklar motsatt effekt och bidrar till att avkylningen

försvagas vilket förstärker värmeöeffekten i staden (Thorsson, 2012). För att få in vind i staden är det viktigt att ha fria stråk där vinden kan röra sig fritt, bästa förutsättningen för detta är raka gator med gles vegetation. Gatuträd har i en studie visat sig kunna sänka vindhastigheten med 80% vilket innebär att den varm luften och luftföroreningar inte sprids ut, utan blir koncentrerad på platsen, särskilt på smala gator med tätt krontak (Thorsson, 2012).

Under sommarhalvåret kan vinden vara svalkande, men under vinterhalvåret upplevs vinden inte lika positivt. I länder som Sverige med ett kallare klimat kan vinden då upplevas som problematisk. Under kalla och blåsiga vinterdagar kan den upplevda temperaturen vara mycket lägre än vad termometern faktiskt visar. Därför är det viktigt att tänka både på vilken vegetation man använder för att vinden ska kunna röra sig fritt i gaturummet och på vad för vegetation man kan använda för att skapa skyddade platser, som bromsar eller hindrar vinden (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

SAMMANFATTNING OCH SVAR PÅ ARBETETS FÖRSTA FRÅGESTÄLLNING:

HUR INVERKAR FORM, MATERIAL OCH VEGETATION PÅ TEMPERATUREN I STADEN?

Sammanfattningsvis inverkar alltså olika element på temperaturen i staden på olika sätt. Mörka hårdgjorda material såsom sten, betong och metall leder till en högre temperatur medan grönska, vatten och ljusa material kan sänka temperaturen (Thorsson, 2012 & Sjöman och Slagstedt, 2015a med flera). Utifrån den litteratur vi studerat gör vi bedömningen att det finns mycket belägg för att grönområden och grönska i allmänhet verkar temperaturesänkande i staden och att det främst beror på den skugga som grönskan ger, samt att grönska inte värms upp på samma sätt som döda material gör (Balany et al., 2020, Bilgili et al., 2013, Park et al., 2017 & Thorsson, 2012).

Sammanhängande grönska, flerskiktighet och kombinationer av gröna inslag har störst potential att skapa svalka (Park et al., 2017 & Wu et al., 2021). Även enskilda träd och gröna väggar och tak har temperaturesänkande egenskaper, men inte i lika hög grad (Balany et al., 2020 & Thorsson, 2012).

Vatten har temperaturreglerande egenskaper och bedöms kunna påverka temperaturen både svalkande och värmande beroende av form, storlek på vattnet och omständigheter i form av vinkel på solens strålning och luftens och vattnets temperatur. Vattnets temperaturreglerande egenskaper beror främst på att vatten stiger eller sjunker i temperatur mycket långsammare än luft (Oke, 1987 & SMHI, 2021b). Sprutande vatten som kan spridas i vinden har större potential att sänka temperaturen (Nishimura et al., 1998) än stillastående vatten som det råder lite tveksamhet till hur stor inverkan det har på temperaturen och hur stort och djupt vattnet behöver vara för att påverka temperaturen (Steenefeld et al., 2011).

Det är de hårda och slitstarka materialen i staden som gör att temperaturen i staden är högre än på landsbygden och det beror dels på att dessa material är mörka och därför absorberar mycket värme av solen. Det finns mycket belägg för att ljusa material inte värms upp lika mycket (Thorsson, 2012). Utifrån studerad litteratur gör vi även bedömningen att genomsläppliga material som kan hålla vatten kan verka svalkande när de är blöta, dock inte när de är torra (Li, 2016). Även byggnaders höjd och placering i förhållande till varandra och till väderstreck inverkar på temperaturen eftersom det påverkar hur mycket av solens strålning som når marken samt hur vinden kan röra sig i stadsrummet. Vind verkar dels temperaturutjämnande genom att sprida ut varm och kall luft, men påverkar framförallt den upplevda temperaturen och gör att temperaturen upplevs kallare än vad den är (Thorsson, 2012).

STRATEGIER FÖR SVALKA I STADEN

Med bakgrund i föregående del om hur olika element och material i staden inverkar på temperaturen har vi identifierat tolv huvudsakliga strategier som landskapsarkitekter kan använda för att skapa svalka i staden.

Landskapsarkitektens yrkesroll spänner från ett inzoomat perspektiv med till exempel växt- och materialval till ett väldigt utzoomat perspektiv med övergripande fysisk planering, samt från strategisk planering, till detaljprojektering, till förvaltning. Landskapsarkitekten finns med andra ord med i samtliga skalor och skeden i den fysiska planeringen och innehar därför en nyckelroll i gestaltningen av framtidens klimatanpassade städer.

Strategierna är baserade dels på element eller utformningar som i den studerade forskningen visat sig ha temperatursänkande egenskaper, och dels på de förslag på åtgärder för att sänka temperaturen i staden som framförts i den studerade litteraturen. De tolv huvudsakliga strategierna är:



Strategierna som identifierats är indelade i gröna, blå och grå strategier. I de gröna strategierna är grönska det temperaturreglerande verktyget, i de blå är det vatten och i de grå är det material och form som verkar temperaturreglerande.

Med svalka avser vi både den faktiska och den upplevda temperaturen. Strategierna inverkar alltså inte bara på den faktiska temperaturen, utan vissa strategier inverkar främst på den upplevda temperaturen som vi bedömer som minst lika viktig som den faktiska temperaturen, eftersom målet med strategierna är att bidra till stadsrum med behagliga och svala miljöer under varma dagar. Den faktiska temperaturen som termometern visar säger inte alltid hela sanningen om hur temperaturen upplevs (SMHI, 2021e).

Vi har blivit inspirerade av Maria Wikenståhls (2014) underlagsrapport till Uppsala kommuns översiktsplan som sammanställer en rad klimatanpassningsåtgärder för en varmare stad. Dessa åtgärder är inte samma som de strategier vår litteraturstudie resulterade i även om det finns likheter. Med vårt arbete vill vi framkompletterande strategier mer riktade gentemot landskapsarkitektens profession och arbetssätt. I de strategier vi tagit fram går vi även in på djupet avseende växtval och material eftersom det är viktiga avväganden som ingår i landskapsarkitektens yrkesroll.



BESKRIVNING AV STRATEGIN

Med gatuträd menas solitära träd, till exempel träd längs en gata, på ett torg eller på en innergård. Att plantera gatuträd är en bra strategi för att skapa svalka i staden och träden sänker temperaturen huvudsakligen genom att ge skugga och att på så sätt förhindra hårdgjorda eller andra ytor från att absorbera värme och värmas upp (Folkhälsomyndigheten, 2018a & Balany et al., 2020). Därför kan träden även med fördel placeras strategiskt så att det skuggar hårdgjorda ytor eller husfasader som annars är i riskzonen för att bli väldigt varma. Skuggan bidrar dessutom till att temperaturen på platsen upplevs nämnvärt lägre (Klemm et al., 2015 & Balany et al., 2020). Utöver skugga kan gatuträd sänka temperaturen genom att trädets blad reflekterar bort solstrålning samt genom transpiration, då ökad luftfuktighet sänker lufttemperaturen något (Balany et al., 2020). Gatuträd har endast en marginell påverkan på lufttemperaturen och den temperatursänkande egenskaper beror i första hand på den sänkta ytemperaturen som skuggan från trädet ger (Thorsson, 2012 & Balany et al., 2020).

För att strategin ska ha så få störst effekt bör man välja ett träd med bred och tät krona som kan ge en så stor skugga som möjligt (Deak Sjöman et al., 2021). Man bör fördelaktigt också välja arter som är värme- och torktålig då staden som växtplats är väldigt torr på grund av all hårdgjord yta och att vattnet leds ner i VA-systemen istället för ner i marken där växter kan nå det (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Gatuträd lämpar sig i både stora som små stadsrum då storleken på trädet kan anpassas efter rummets utrymme. Eftersom gatuträd tar relativt lite yta i anspråk kan de användas för att binda ihop andra gröna strategier och på så sätt skapa nätverk av grönska som ihopkopplade ger än mer svalka än vad var och en av strategierna för sig kan ge (Balany et al., 2020).

UTMANINGAR

I tät stadsmiljö är det ofta trångt både ovan och under marken vilket gör att träden måste konkurrera med andra element såsom ledningar under mark och byggnader ovan mark. Det gör både att miljön kan bli tuff för träden och att man får göra avkall på temperaturreglerande egenskaper till förmån för att få plats ett med ett träd över huvud taget. I trängre stadsrum kan man till exempel använda sig av mindre träd eller pelarformade träd som får en smal men tät krona, som tar mindre plats både ovan och under mark. Den vanligtvis hårdgjorda miljön i städer gör även att vattentillgången i marken är låg. Detta går dock att avhjälpa genom att leda dagvatten till växtbäddarna och genom att välja torktåliga trädarter (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Även om gatuträd har övervägande positiva egenskaper avseende temperaturreglering så kan de även utgöra stopp för vinden vilket kan leda till att temperaturen stiger och framförallt till att temperaturen på platsen upplevs högre (Thorsson, 2012).

ARTER

När man ska välja art av gatuträd med hänsyn till dess temperaturreglerande kapacitet ska man i första hand välja en art som ger stor och tät skugga. Ju större och tätare skugga trädet ger, desto bättre. Information om hur stort ett träd blir och hur bred krona de ger finns ofta till exempel i plantskolekataloger. För att bedöma hur tät skugga en trädart ger kan man titta på till exempel plant area index (PAI) (Deak Sjöman et al., 2021). Ett träd med tätt bladverk och därmed högre PAI ger till exempel en mer kompakt skugga än ett träd med ett glesare eller skirare bladverk.

Grentäthet (WAI) har en viss betydelse under sommarhalvåret, men framförallt under vintertid när skuggningen inte har en positiv effekt på mikroklimatet (Sjöman och Slagstedt, 2015a). Under sommaren är skuggan från trädet eftersträvansvärt men under vintertid kan det vara fördelaktigt med ett träd som släpper igenom mycket ljus. Då är det bra att välja ett träd med högt PAI så att det skuggar mycket på sommaren men lågt WAI så att det släpper igenom mycket ljus på vintern. Ett exempel på ett gatuträd som har högt PAI och lågt WAI är släktet *Tilia*, och särskilt arterna *Tilia platyphyllos* 'Fenris' och *Tilia platyphyllos* 'Orebro'. Även *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' ger stor och tät skugga, men har även ett tätare grenverk och därmed ett högre WAI (Deak Sjöman et al., 2021).

Vid val av gatuträd är det även viktigt att välja arter som klarar den tuffa miljö som en gata i staden innebär. För att trivas i gatumiljö behöver träden klara torka, värme och eventuellt även salt beroende på var i rummet trädet ska stå. Därför är nödvändigtvis *Tilia platyphyllos* inte det bästa trädvalet trots sitt höga WAI då det har högre krav på ståndorten. Ett träd som inte trivs på sin växtplats växer långsammare, faller bladen tidigare eller kan i värsta fall dö, och då ger det inte mycket svalka (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Vill man utnyttja transpirationen från växter bör man välja arter med hög transpiration, då olika arter transpirerar olika mycket vatten. Man måste dock ha i åtanke att det kan skada växten om det är så att den gör sig av med

för mycket vatten och då riskerar att bli uttorkad. Därför är det viktigt att i så fall välja växter som har både god transpiration och som undviker att torka ut eller har god återhämtning efter torka som till exempel *Quercus palustris* (Kärrek). Annars riskerar växten att tappa blad och på så vis förlora andra viktiga temperatursänkande egenskaper som till exempel en tät skugga (Thom et al., 2021 & Sanusi och Livesley, 2020).

TIPS PÅ ARTER

Ett exempel på trädart som lämpar sig som strategin gatuträd är *Tilia Tomentosa* (silverlind) och *Platanus hispanica* (platan) som syns i figur 8, då dessa har högt PAI och båda relativt torktåliga. Platanen har en väldigt bred krona och dessutom många estetiska kvalitéer som habitus och karaktäristisk stam. *Quercus palustris* (kärrek) som är något torktålig och har god transpiration och medel PAI är också ett lämpligt gatuträd. (Essunga plantskola, U.Å & Sjöman och Slagstedt, 2015a)

UTVÄRDERING

Mer gatuträd bidrar även till en ökad biologisk mångfald i staden som generellt inte har så hög biodiversitet. Detta eftersom träden utgör livsmiljö för djur och insekter som annars inte kunnat leva i staden på grund av den torra hårdgjorda miljön. Träden renar även luften genom att ta upp och binda partiklar (Ekelund, 2007). Träd suger dessutom upp vatten och bidrar på så sätt till stadens dagvattenhantering och ökad resiliens mot klimatförändringar i form av ökad nederbörd. Vatten kan ledas till och tas om hand i växtbädden och på så sätt avlasta stadens dagvattensystem. Regnvatten fördröjs också i trädens bladverk och vilket också avlastar dagvattensystemet (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Att gatuträd bromsar vinden kan även vara en positiv egenskap och kan nyttjas i vindutsatta lägen för att på så sätt skapa skyddade platser att vistas på när det inte är värmebölja. Genom att placera träd i klungor skapas en stor sammanhängande skugga som bidrar mer svalka under heta sommark dagar, men som under kyligare dagar skapar lä och upplevt högre temperaturer (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Gatuträd och vegetation i allmänhet skapar även många estetiska och rekreativa värden och bidrar till att platsen, gatan eller bostadsområdet uppfattas som mer trivsamt. Bostadsnära natur har positiva effekter på människors både fysiska och psykiska hälsa (Konijnendijk van den Bosch, 2021 & Jansson och Persson, 2013).



Figur 8. Foto av en *Platanus hispanica* med en tät och bred krona i Hörby.

BESKRIVNING AV STRATEGIN

En grön vägg är en husfasad som täcks med grönska och skapar svalka genom att skugga fasaden och hindra den från att absorbera värme från solen. Även växternas transpiration kan verka kylande men det ger endast marginell effekt, så det är skuggan som är den viktigaste aspekten av gröna väggar (Kabisch et al., 2017).

Det finns två typer av gröna väggar som konstrueras på olika sätt. Den ena är en vanlig husvägg, mur eller liknande där klättrväxter planteras i växtbäddar i marken och får klättra på fasader, spaljéer, vajrar eller liknande och med tiden växer och täcker fasaden mer och mer, se exempel i figur 10. Den andra typen av grön vägg brukas kallas "levande vägg" och innebär att fasaden konstrueras så att växterna växer ur fickor eller hål direkt ur väggen, se exempel i figur 9. Levande väggar kräver dock speciellt konstruerade väggar för att göra det möjligt för växter att planteras i väggen, vilket den andra typen inte gör (Cameron et al., 2013).

Det finns mycket belägg för att gröna väggar har en svalkande inverkan på temperaturen, men olika studier har fått olika resultat avseende hur stor inverkan de har på temperaturen (Balany et al., 2020, Kabisch et al., 2017 & Oberndorfer et al., 2007). För att gröna väggar ska få maximal effekt är det viktigt att husfasaden helt täcks av växterna, så att inget direkt solljus når fasaden (Charoenkit et al., 2016). Man har kunnat se förändringar i temperaturen inom enskilda kvarter med gröna tak och väggar kombinerat. Genom att täcka byggnaderna i en hel stad skulle det alltså vara möjligt att sänka temperaturen ytterligare och skapa en mer behaglig temperatur under heta dagar (Alexandri och Jones, 2006).

VAR LÄMPAR SIG STRATEGIN?

Klättrväxter kan användas i stort sett överallt i staden eftersom de tar väldigt lite markyta i anspråk och kan monteras på redan befintliga byggnader. Växtmaterialet och konstruktionen kan anpassas till växtplatsen. Levande väggar däremot kräver däremot mer planering tack vare att de behöver en speciell konstruktion. Eftersom gröna väggar skapar svalka främst genom att skugga fasaden (Kabisch et al., 2017) drar vi slutsatsen att de har störst effekt på fasader utsatta av mycket sol, till exempel i söderläge, och mindre effekt på skuggiga platser. I söderläge ställs dock högre krav på växtmaterialets torktålighet.



Figur 9. Foto av en levande vägg i centrala Stockholm.

UTMANINGAR

Det finns en rad utmaningar med gröna väggar, och framförallt med levande väggar som ju dels kräver speciellt konstruerade byggnader, men som även kräver bevattningssystem som förser växtbäddarna med vatten. Levnadsmiljön på en fasad är tuff för växterna och det vertikala växtsättet är inte naturligt för växterna och gravitationen gör att växterna närmare marknivå får mer vatten än de längre upp. Levande fasader kräver därför konstbevattningssystem som tar hänsyn till detta, vilket kan göra systemen invecklade och svåra att förvalta eftersom det kräver särskild kompetens (Jansson och Persson, 2019).

Även gröna väggar med klättrväxter ställer vissa krav på konstruktionen eftersom de behöver en väl tilltagen växtbädd att växa i och eventuellt något att klättra på (Cameron et al., 2013). Många påstår även att klättrväxter skadar fasaden, trots att studier på gröna fasader med klättrväxter har visat att så inte är fallet, om fasaden inte redan innan växternas tillkomst var skadad. Med andra ord skadar klättrväxterna inte fasaden om ytskiktet är helt och korrekt byggt (Carlquist och Wadmark, 2009).

ARTER

Eftersom de gröna väggarna till stor del används för sitt estetiska och arkitektoniska uttryck ska de helst vara tilltalande året om vilket gör urvalet av växter snävare då städsegröna växter är mer sårbara för vinterklimatet än vad växter som är vilande under vintern är. Tåliga arter som trivs i vårt klimat är därför att föredra (Jansson och Persson, 2019). Då det är viktigt att växterna täcker hela väggen ska man välja växter som har förutsättningar att trivas på en utsatt plats (Kabisch et al., 2017 & Charoenkit et al., 2016).

Som med all vegetation är det viktigt att se till den plats där man vill plantera den och de förutsättningar som finns just där och välja växtmaterial utifrån det (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

TIPS PÅ ARTER

Klättrväxter för gröna fasader:

Två tåliga arter av klättrväxter som ofta förekommer på husfasader och murar är *Hedera helix* (murgröna) och *Parthenocissus* (vildvin). Om man vill täcka in en husvägg eller en mur med *Hedera helix* så snabbt som möjligt är en kombination av dessa två bra. *Parthenocissus* är till skillnad från *Hedera helix* snabbväxande och täcker väggen snabbt. *Hedera helix* växer långsammare, men kommer med tiden att konkurrera ut *Parthenocissus* och ge en heltäckande och städsegrön grönska (Carlquist och Wadmark, 2009).

Perenner till levande väggar:

Några arter som lämpar sig på en levande vägg är till exempel *Achillea millefolium* (rölleka), *Nepeta x faassenii* (kantnepeta), *Salvia nemorosa* (stäppsalia), *Molinia caerulea* (blåtåtel) *Bergenia cordifolia* (hjärtbergenia) och *Antennaria dioica* (kattfot). Dessa arter är tåliga och fungerar i det svenska klimatet (Fransson et al., 2013). Värt att notera är dock att dess arter har testats och visat sig bra på gröna väggar i Malmö och att andra geografiska lägen kan kräva annat växtmaterial.

UTVÄRDERING

Gröna väggar bidrar precis som annan vegetation till ökad biologisk mångfald om de anläggs i områden med lite befintlig vegetation. Det råder dock delade meningar om hur stor nytta gröna väggar gör för den biologiska mångfalden och vertikal grönska kan inte ersätta grönska på marken då inte alla arter gynnas av den vertikala grönskan på samma sätt som av grönska på mark. Gröna väggar minskar även vindhastigheten i gaturummet, vilket både har för- och nackdelar beroende av temperatur och årstid (Jansson och Persson, 2019). Gröna väggar har i studier även visat sig kunna rena luften från partiklar (Kabisch et al., 2017). Särskilt Hedera helix har studerats utifrån detta hänseende och bekräftats ha goda egenskaper att rena luften från luftburna partiklar (Jansson och Persson, 2019). Gröna väggar har även förmåga att fördröja regnvatten i bladverket, precis som annan vegetation (Kabisch et al., 2017).



Figur 10. Fasad täckt av *Parthenocissus* (vildvin) i Paris.

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Gröna tak är tak som täcks helt eller delvis med växtlighet och precis som med gröna väggar så är det främst genom att skugga byggnaden som gröna tak skapar svalka. Även transpirationen kan ha viss svalkande effekt men det är endast en marginell påverkan. Eftersom skuggningen är det viktigaste för den svalkande effekten är det viktigt att skapa en tät vegetation så att hela taket skuggas och skyddas från att värmas upp av solen (Kabisch et al., 2017).

Även gröna tak kan användas var som helst i staden och kan även anläggas på olika sätt och med olika utföranden. Det vanligast förekommande är sedumtak som är förhållandevis enkla att anlägga då de inte kräver någon förstärkt konstruktion eftersom de kräver väldigt lite substrat och därför även väger väldigt lite, se figur 11. Sedumtak kan klara sig på så lite som 30 millimeter substrat och levereras ofta som färdiga vegetationsmattor som sedan monteras direkt på taket (Pettersson Skog et al., 2021). Andra typer av gröna tak är bland annat ängstak och biotoptak. Med tillräckligt mycket substrat kan man anlägga en park eller trädgård på ett tak, med många upplevelse- och vistelsekvalitéer. För den typen av anläggningar krävs dock förstärkt takkonstruktion för att klara tyngden (Pettersson Skog et al., 2021).

UTMANINGAR

En utmaning med gröna tak är att de (förutom de allra tunnaste sedumtaken) kräver att taket konstrueras på ett speciellt sätt för att klara tyngden av substrat och vegetation (Pettersson Skog et al., 2021). Det finns en risk att de gröna taken blir enformiga då de allra tunnaste sedumtaken är både enklast och billigast att anlägga. Taket som växterna planteras på får heller inte ha en för hög lutning. Sedumtak kan dock klara en lutning på upp till 30 grader (U.S. Environmental Protection Agency, 2012c). Sedumtak bidrar till

att det blir mer vegetation i staden och till att den urbana värmeöeffekten motverkas. Ett tunt sedumtak går dock inte att jämföra med en park eller trädgård vare sig i biodiversitet eller i upplevelsevärden. Gröna tak är en bra strategi för att skapa svalka i städer och kan användas som komplement till markbunden grönska och grönområden där det inte finns plats på marken för plantering av vegetation. Gröna tak kan dock inte ersätta en plantering på marken eftersom takvegetationen inte är tillgänglig för människor och därför inte har samma positiva inverkan på människor som tillgänglig vegetation har.



Figur 11. Sedumtak som lagts på befintlig äldre byggnad, i centrala Malmö

VÄXTVAL

Urvalet av växter att välja mellan på ett grönt tak hänger helt på hur tjockt lager substrat man kan ha på taket. På de vanligast förekommande typerna av gröna tak är substratsdjupet så litet att enbart sedumväxter och andra suckulenter klarar att leva där. Ur temperatursynpunkt är suckulenter inte optimala då de håller hårt i sitt vatten, vilket är en negativ egenskap eftersom det innebär att växtens vattenavdunstning är väldigt låg. Ur temperatursynpunkt är det därför bra att använda sig av växter som avdunstar mer vatten genom transpiration (Kabisch et al., 2017). Det är dock inte möjligt på de tunnaste gröna taken. Att hålla hårt i sitt vatten är den strategi som gör att sedumväxterna klarar att växa i den utsatta och torra miljön (Haaland et al., 2018).

Alternativen av växter att välja mellan stiger med substratsdjupet vilket innebär att det inte finns så mycket att välja på förutom suckulenter på de allra tunnaste gröna taken. För gröna tak med djupare växtbäddar finns dock ett större urval att välja mellan. Med ett tjockare lager substrat på minst 100 millimeter finns fler möjligheter och på ett sådant tak kan man till exempel plantera eller så ängsvegetation eller en kombination av sedum och ängsvegetation (Pettersson Skog et al., 2021). Om man vill anlägga ett grönt tak i syfte att skapa en så bred biologisk mångfald som möjligt kan man anlägga ett biotoptak som har varierande substratdjup. Detta för att skapa förutsättningar för många olika växtarter och i förlängningen även olika arter av insekter (Haaland et al., 2018). Biotoptak kräver inte djupare substrat än ängstak (Pettersson Skog et al., 2021). Det man ska tänka på om man vill anlägga ett grönt tak med stor biologisk mångfald är att det är viktigt att tänka på heterogeniteten och att skapa förutsättningar och miljöer för så många olika växtarter som möjligt. Ett grönt tak med bara en eller ett fåtal växtarter skapar ingen bred biologisk mångfald eftersom olika insekter ofta vill ha olika växter. Även blomningen är viktig för insektsdiversiteten och man bör se till att det finns blomning under hela växtsäsongen (från tidig vår till sen höst) eftersom det är nektar och pollen som till exempel humlor och bin lever av (Haaland et al., 2018).

Även om det är fullt möjligt att anlägga lummiga trädgårdar på tak är det viktigt att tänka på att miljön uppe på ett tak är helt annorlunda än på marknivå och att växtval måste anpassas till detta. Tak är ofta väldigt vindutsatta med mycket instrålning från solen, vilket betyder att växtvalet bör bestå av torktåliga och vindtåliga arter. Man kan till exempel leta bland arter som växer naturligt på utsatta platser såsom i bergslandskap och på strandnära lägen.

TIPS PÅ ARTER

Vanliga och tåliga växter som kan användas på tunna sedumtak är till exempel *Sedum album* (vit fetknopp), *Sedum acre* (gul fetknopp) och *Phedimus hybridus* (sibiriskt fetblad). Även *Phedimus spurius* (kaukasiskt fetblad) fungerar på ett tunt sedumtak och har dessutom en ovanligt lång blomningstid och gynnar på så sätt djurlivet under en längre tid än många andra växter.

På biotoptak och ängstak som har ett större substratdjup kan man använda till exempel *Achillea millefolium* (rölleka), *Origanum vulgare* (kungsmynta), *Dianthus deltoides* (backnejlika) och *Lotus corniculatus* (käringtand). Även *Leymus arenarius* (stranddråg), *Artemisia stelleriana* (sandmalört) och *Dianthus arenarius* (sandnejlika) fungerar på de något tjockare taken och ger taket en strandängskaraktär. (Haaland et al., 2018).

UTVÄRDERING

Gröna tak är ett bra komplement till grönska på marken och ett bra sätt att minska den urbana värmeöeffekten i städer (Balany et al., 2020) eftersom taken är en yta som annars inte används och som dessutom ofta är mörka och lätt värms upp. De tunnaste taken konkurrerar egentligen inte med andra funktioner eftersom tak utan vegetation inte har någon annan funktion än att skydda byggnaden från väta och kan därför ses som en outnyttjad resurs i arbetet med att klimatsäkra våra städer inför framtida värmeböljor.

Tillsammans med gröna väggar har gröna tak störst potential att sänka temperaturen i staden. Gröna väggar har störst effekt på temperaturen i gaturummet medan gröna tak främst påverkar temperaturen i taknivå och i byggnaden och genom att kombinera de båda strategierna blir den svalkande effekten än större (Alexandri och Jones, 2006).

Förutom den temperaturreglerande egenskapen bidrar gröna tak, precis som gröna väggar till andra ekosystemtjänster och ökad biologisk mångfald i staden. Nyttorna med gröna tak är dessutom mer väldokumenterade än nyttorna med gröna väggar är (Fransson et al., 2013). Man kan som tidigare beskrivits påverka den biologiska mångfalden på de gröna taken med växtval och substratsdjup bland annat. Det finns dock studier som visar att insektsdiversiteten på gröna tak till stor del beror på hur många grönområden som finns i närområdet samt hur många andra gröna tak som finns i närheten (Haaland et al., 2018). Att koppla samman olika typer av grönska ökar alltså nyttan.

Gröna tak fördröjer dagvatten på blad och i växtsubstratet vilket minskar belastningen på VA-system under kraftigt regn. Vegetationen förbrukar även en viss del av regnvatten som därför aldrig når VA-systemen. På så vis bidrar strategin för att skapa svalka i staden även till ökad resiliens mot skyfall. Andra ekosystemtjänster som gröna tak bidrar med är att de renar luften från partiklar. Biotoptak har större potential att skapa ekosystemtjänster än mer homogena vegetationssystem (Haaland et al., 2018).



FLERSKIKTAD VEGETATION

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Flerskiktad vegetation innebär ett bestånd med växter i olika skikt, till exempel buskar och träd. Se figur 12 som illustrerar vegetationsskikten. Det kan även innebära perenner och buskar, men i detta arbete syftar vi främst på bestånd med träd och buskar. Träden och buskarna kan tillsammans skapa en tätare och större skugga än solitära gatuträd eftersom bladverket skuggar hela vägen från buskens lägsta gren till trädets högsta gren (Park et al., 2017). Flerskiktad vegetation kan se väldigt olika ut och kan finnas i alla möjliga planteringar, som till exempel en större skogsplantering på flera hektar eller i en liten fickpark på några enstaka kvadratmeter. Flerskiktad vegetation beskriver med andra ord främst hur ett bestånd är uppbyggt och inte dess storlek.

Precis som gatuträden hindrar den flerskiktade vegetationen fasader, markmaterial samt andra hårdgjorda ytor från att absorbera värme genom sin skugga. Skuggan genererar den största temperatursänkningen då den har en stor påverkan på ytttemperaturen men även den upplevda temperaturen (Balany et al., 2020 & Klemm et al., 2015).

Flerskiktad vegetation har en god förmåga att påverka och sänka temperaturen, i synnerhet ytttemperaturen genom sin skugga (Thorsson, 2012). Men för att beståndet ska kunna skugga på bästa möjliga sätt är det viktigt att välja arter som bildar en tät krona samt trivs ihop. Det är även fördelaktigt att välja arter där buskskiktet och trädskiktet kan växa samman då det bättre hindrar solen från att tränga igenom (Klemm et al., 2015, Balany et al., 2020, Park et al., 2017 & Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Utöver skugga har flerskiktad vegetation även effekt på lufttemperaturen då den större mängden bladmassa kan reflektera bort mer solljus samt transpirera mer vattenånga som bidrar till en svalare lufttemperatur (Klemm et al.,

2015 & Balany et al., 2020). Påverkan på lufttemperaturen genom transpiration och reflektion är dock marginell (Balany et al., 2020).

Flerskiktad vegetation lämpar sig på många platser i staden då det kan variera väldigt mycket i storlek och anpassas till platsen, men den är i synnerhet effektiv på platser där man vill skapa lä då flerskiktad vegetation även är effektivt vindskydd. Flerskiktad vegetation kan även lämpa sig på platser där man vill skärma av (Sjöman och Slagstedt, 2015a), till exempel längs en större bilväg där man vill stänga ute trafiken. Den flerskiktade vegetationen kan även användas på platser med lägre underhåll då den effektivt skuggar marken och växtbädden, och på så vis minskar behovet av ogrärensning. Ett flerskiktat bestånd kan precis som gatuträden också binda ihop grönområden och skapa gröna korridorer i staden (Sjöman och Slagstedt, 2015a & Balany et al., 2020).

UTMANINGAR

Som tidigare nämnt konkurrerar vegetationen med konstruktioner både ovan och under mark i staden, vilket även ställer till det för den flerskiktade vegetationen. Problematiken ovan mark är oftast lättare att förhålla sig till då man kan välja mindre och smalare arter som får plats i trängre utrymmen (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

En tät vegetation är positiv då man vill skapa skugga, men det för även med sig en del problem som till exempel begränsad sikt och mindre vind. Den begränsade sikten kan skapa otrygghetskänslor då man inte ser vad som finns bakom eller i beståndet, samt att det begränsar flyktvägarna. Man kan till viss del lösa problemet genom att jobba med belysning både inne och utanför beståndet samt genom att lämna luckor i beståndet för att skapa bättre sikt (Gunnarsson et al., 2012), vilket även borde skapa möjlighet för vinden att passera.

Då ett tätt bestånd även begränsar vindens framkomlighet bör man undvika flerskiktad vegetation på platser där vinden är viktigt för temperaturen och istället utnyttja denna typen av vegetation på de platser där vindskydd är mer önskvärda. Det skulle till exempel kunna vara längs ett cykelstråk. Men skulle man ändå vilja använda sig av en flerskiktad vegetation på platser där vinden spelar en viktig roll kan man välja växter med ett lägre plant area index, alltså växter med en glesare blad- och grenverk så kan vinden lättare tränga igenom. Det skuggar inte fullt lika bra men det ger fortfarande skugga och det ökar dessutom tryggheten då det är lättare att se genom beståndet (Sjöman och Slagstedt, 2015a & Gunnarsson et al., 2012).

ARTER

När man ska välja arter till flerskiktad vegetation kan man delvis ha samma saker i åtanke som vid val av gatuträd. I första hand ska man dock välja växter som blir olika stora och som tillsammans skapar ett tätt bladverk. Därför bör man även här välja växter med ett högt PAI då det ger bäst skugga. Det kan vara lämpligt att även ta hänsyn till växternas WAI och välja de arter med högt PAI men lågt WAI för att släppa igenom så mycket ljus som möjligt under vinter (Deak Sjöman et al., 2021). Precis som med gatuträd även viktigt att välja växter som klarar av ståndorten, då staden är varm och det är dålig tillgång till vatten. För att växterna ska må bra och kunna utvecklas på ett önskvärt sätt bör man välja växter som är värme- och torktålig (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Med tanke på att vegetationen består av olika skikt så har de även olika förutsättningar. Det översta skiktet utsätts för direkt solljus medan det nedre skiktet skuggas av trädskiktet, vilket innebär att buskskiktet måste ha en viss tolerans mot skugga för att kunna överleva medan trädskiktet måste trivas i fullt solljus. Detta eftersom arterna annars riskerar att få en sämre utveckling och därmed tappa sina temperatursänkande egenskaper (Sjöman och Slagstedt, 2015a, Thom et al., 2021 & Sanusi och Livesley, 2020).

TIPS PÅ ARTER

Trädskikt:

Några tåliga arter som är lämpliga i trädskiktet är förutom de arter som redan nämnts under gatuträd är till exempel *Quercus petraea* (bergsek) som blir 20-25 meter hög, *Acer campestre*, (naverlön) som blir 8-12 meter hög och *Zelkova serrata* (japansk zelkova) som blir ungefär 10-12 meter hög. Alla arterna har en god tolerans mot värme och torka och har ett medel till högt plant area index, vilket gör att de kan klara den torra och varma ståndorten och de bildar en tät stor krona som kan skugga på bästa möjliga sätt. De har även en viss tolerans mot salt vilket är nödvändigt i gatumiljön (Sjöman och Slagstedt, 2015a & Sjöman och Slagstedt, 2015b).

Buskskikt:

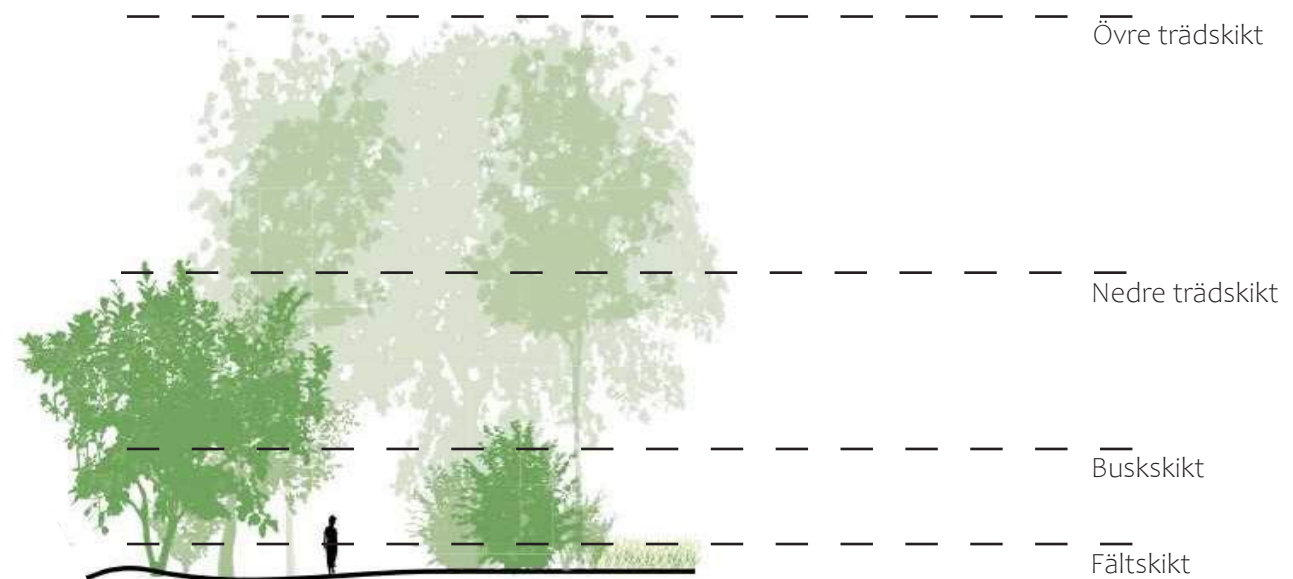
Vad gäller buskskiktet så måste även det vara torktåligt precis som träden, men de behöver som sagt klara av en del skugga också. *Cornus mas* (körsbärskornell), *Ligustrum vulgare* (liguster), *Lonicera caerulea* (blåtry) och *Symphoricarpos albus* (snöbär) är några exempel på arter som är både torktåliga och skuggtåliga och på så vis kan trivas under trädets skugga. De alla är dessutom toleranta mot salt vilket är viktigt då de är ännu mer utsatta för saltstänk i jämförelse med träden som skyddas av buskaget (Essunga plantskola U.Å & Sjöman och Slagstedt, 2015a).

UTVÄRDERING

Precis som gatuträden kan även den flerskiktad vegetation bidra med en högre biologisk mångfald och ekosystemtjänster som dagvattenhantering och ökat välmående för människorna i staden (Konijnendijk van den Bosch, 2021). En flerskiktad vegetation utgör boplats för fler djur och insekter än gatuträd. Flerskiktad vegetation för med sig samma fördelar som gatuträd, gröna väggar och gröna tak avseende fördjövning av dagvatten och avlastning av VA-systemet (Ekelund, 2007 & Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Det flerskiktade beståndet är ett särskilt effektivt vindskydd och kan under vinterhalvåret skapa skyddade platser genom att bryta vinden även nere på marknivå till skillnad från gatuträden som saknar bladmassa längs den nedre delen av stammen (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Precis som alla annan grönska bidrar även flerskiktade bestånd med estetiska och rekreativa värden både för dem som rör sig intill det eller för de som har det som utsikt från sitt hem (Konijnendijk van den Bosch, 2021).



Figur 12. Illustration av vegetationsskikt.



BESKRIVNING AV STRATEGIN

Fickparker även kallade “pocket parks” är mycket små grönområden som inte behöver vara större än en parkeringsruta. Det finns ingen vedertagen definition på hur en fickpark ska se ut eller hur stor den ska vara, men enligt Nordh et al. (2009) får ytan inte vara större än 3000 kvadratmeter, och ska vara tillgänglig för allmänheten. Det ska alltså gå att kunna sitta vid den eller röra sig i den, och det är det som skiljer fickparken från föregående strategi, flerskiktad vegetation. En fickpark kan med andra ord vara en mindre gräsyta med ett träd eller en plantering med perenner, buskar och träd.

Precis som gatuträd eller flerskiktad vegetation skapar fickparkerna svalka genom att skugga gaturum och fasader och sänker på så vis ytemperaturen (Balany et al., 2020).

Att de små parkerna kräver en så liten yta skapa en flexibilitet vilket ger dem en större möjlighet och fler tänkbara användningsområden i den trånga staden där annan större vegetation inte får plats (Hou et al., 2022).

Det finns forskning som tydligt visar att små fickparker kan ha en god effekt på den urbana värmeöeffekten. Det krävs dock flera fickparker i närheten av varandra och att de innehåller en stor mängd träd och buskar som kan skugga så stor yta som möjligt då det är skuggan som har störst effekt på temperaturen (Hou et al., 2022). Genom att skapa en flerskiktad vegetation i fickparken kan den lilla mängden vegetation bättre skapa en tät och större skugga (Lin et al., 2017, Hou et al., 2022 & Nordh et al., 2009).

För att maximera fickparkernas potential kan det även vara lämpligt att placera parkerna strategiskt för att de ska ge maximal svalka. Fickparker skulle till exempel kunna placeras ut i tätbebyggda områden där de kopplar sam-

man andra grönområden som tillsammans bildar ett större grönområde eller grönstråk. På så sätt bildar de tillsammans ett nätverk av grönska som reglerar temperaturen i staden (Lin et al., 2017 & Hou et al., 2022). Genom att till exempel ta enstaka parkeringsplatser i anspråk längs en fasad med söderläge kan de små fickparkerna skugga de mest solexponerade platserna i staden och skapa en behagligare temperatur för både förbipasserande samt inomhustemperaturen i byggnaden (Thorsson, 2012).

En annan typ av fickparken är så kallade “tiny forests” som är en mindre yta, ungefär som en basketplan som förvandlas till en skog där man planerar en stor variation av olika inhemska träd och buskar. Den lilla skogen skapar en grön oas som tillför grönska, och biologisk mångfald till staden. Dessa är dock nödvändigtvis inte tillgängliga för besökare utan är främst till för att tillföra grönska och biologisk mångfald (Hewitt, 2021).

UTMANINGAR

Fickparker har samma utmaningar som föregående strategi, flerskiktad vegetation.

ARTER

Staden som växtplats kräver som tidigare sagt torktåliga växter och det samma gäller i fickparker. Då fickparker är särskilt effektiva i trånga utrymmen som smala gator bör man välja träd som inte blir alltför breda för att undvika onödiga kostnader på beskärning. Även här är det viktigt att välja växter med ett högt PAI för att de ska kunna skugga på bästa möjliga sätt (Sjöman och Slagstedt, 2015a & Deak Sjöman et al., 2021). Då det lätt blir mindre arter på grund av den begränsade ytan som därmed skuggar sämre, kan man med fördel även välja växter med god transpiration för att få extra

termisk komfort genom vatten som avdunstar och kylvärmer lufttemperaturen (Thom et al., 2021).

Då en fickpark ska vara tillgänglig för besökare är de mer luftiga än flerskiktad vegetation vilket innebär att de nedre skikten i planteringen inte behöver vara lika skuggtåliga då mer sol når in i beståndet.

UTVÄRDERING

Det som gör fickparker extra effektiva är just att de inte kräver så stor yta och är därför lättare att få plats med i en befintlig tätbebyggd stadsmiljö. Det kräver inga stora ingrepp utan enstaka parkeringar eller övergiva ytor kan omvandlas till små fickparker (Hou et al., 2022). Med tanke på att fickparkernas storlek och att de måste vara tillgängliga för besökarna minimerar det ytan för vegetation. Det innebär i sin tur minskar kapaciteten att sänka temperaturen, då det är mindre mängd grönska som kan skugga vilket är viktigt för både yttemperaturen och den upplevda temperaturen på platsen (Klemm et al., 2015 & Balany et al., 2020).

Precis som de andra gröna strategierna bidrar även fickparkerna med biologisk mångfald, och särskilt pollinerare om man väljer blommande växter (Ekelund, 2007). Växtbädden kan dessutom fungera som regnbädd dit dagvattnet ledas ner och på så vis avlasta VA-system (Sjöman och Slagstedt, 2015a). En annan viktig egenskap som fickparkerna bidrar med är det rekreativa värdet, även om parkerna är väldigt små så skapar de gröna oaser på platser som i övrigt är väldigt hårdgjorda (Konijnendijk van den Bosch, 2021 & Nordh et al., 2009).

TIPS PÅ ARTER

Trädskikt:

De träd som nämnts som lämpliga gatuträd och i flerskiktad vegetation fungerar även i fickparker. Utöver de redan nämnda arterna är till exempel *Prunus cerasifera* 'Nigra' (blodplommon) ett passande träd i en fickpark då det dessutom blommar vackert på våren. Även *Quercus palustris* (kärrek) som blir 15-20m hög i stadsmiljö och *Pyrus calleryana* (kinesiskt päron) som blir 8-12 meter hög är bra arter i fickparker. Arterna har en god tolerans för torka vilket gör dem lämpliga i stadsmiljö. Blodplommonet och det kinesiska päronet är två mindre träd med förhållandevis tät krona medan kärreken är en lite större art med en väldigt tät krona. Det alla tre arterna har gemensamt är att de har god transpiration och förmågan att återhämta sig efter en torrare period (Thom et al., 2021 & Sjöman och Slagstedt, 2015b).

Buskskikt:

De buskar som nämnts under flerskiktad vegetation är lämpliga i fickparker också. Förutom dessa så är *Euonymus europaeus* (benved), *Buddleja davidii* (fjärilsbuske) hög och *Pinus mugo* var. *pumilio* (liten bergtall) bra arter i buskskiktet i en fickpark. Alla fyra arterna tål viss torka men vill nödvändigtvis inte stå alltför torrt. I en större växtbädd bör det dock inte vara något större problem. Alla fyra trivs även i sol till halvskugga vilket kan vara passande under trädskiktet (Essunga plantskola, U.Å.).

Fältskikt:

I fältskiktet planteras perenner som både kan ge ett estetiskt värde men som framför allt täcker och skuggar jorden samt bidrar med transpiration. Några arter som är lämpliga i fältskikt är *Miscanthus sinensis* (glansmiskantus), *Echinacea purpurea* 'Magnus' (röd solhatt) eller *Alchemilla mollis* (jättedaggkåpa). Glansmiskantusen kan bli ganska hög och även den bidra med viss skugga, åtminstone för de som sitter i fickparken. Jättedaggkåpan är en tålig marktäckare som snabbt sprids och lätt bildar en tät matta i rabatten (Essunga plantskola U.Å.). Solhatten bidrar inte nämnvärt med någon termisk komfort, dock ger dess blomning ett estetiskt värde som kan bidra till att platsen blir mer inbjudande. Dessutom är den populär bland pollinerare.



STORA GRÖNOMRÅDEN

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Stora grönområden är grönområden med en storlek på minst en halv hektar. Stora grönområden sänker temperaturen inte bara inuti grönområdet utan skapar även skapa svalka i stadslandskapet utanför grönområdet (Wu et al., 2021). Grönområden är svalare än övriga stadslandskapet på grund av den ofta höga andelen vegetation av och den skugga som träd och annan vegetation ger (Konijnendijk van den Bosch, 2021 & Schipperijn et al, 2005). Generellt kan man säga att ju större ett grönområde är, desto större inverkan har det på temperaturen (Wu et al., 2021), men det finns en annan faktor som också inverkar på den temperaturreglerande effekten, nämligen vegetationens uppbyggnad. Sammanhängande vegetation i fler skikt har visat sig skapa mer svalka än planteringar med bara ett vegetationsskikt. Att tänka på när man utformar grönområden är därför inte bara storleken, utan också att försöka få in så mycket flerskiktad vegetation som möjligt i syfte att skugga ytor (Park et al., 2017). Även att begränsa mängden hårdgjorda ytor är bra att tänka på. I lägen där man anser att hårdgjord yta är nödvändigt är det bra att använda sig av svala material eller genomsläppliga material som inte värms upp på samma sätt som exempelvis asfalt gör (Thorsson, 2012).

UTMANINGAR

Stora grönområden är ju just stora och gör anspråk på markyta i staden där ytan kan vara en bristvara, vilket är en utmaning i redan bebyggda stadsmiljöer. Det är därför viktigt att värna om de grönområden som redan finns i städerna och inte bebygga dem.

Precis som med flerskiktad vegetation och fickparker kan tryggheten vara en utmaning i grönområden med mycket vegetation. Det är därför viktigt att utforma och beskära de flerskiktade planteringarna så att det är möjligt

för besökare att ha fri sikt genom vegetationen. Särskilt i anslutning till stigar eller andra platser i parken där människor passerar eller vistas på under dygnets mörka timmar.

ARTER

Även om miljön i olika grönområden kan skilja sig åt så är miljön i ett grönområde generellt sett mindre tuff för växterna än resterande stadsmiljö vilket gör växturvalet bredare. Ur temperatursynpunkt är skuggningen det viktigaste att ta hänsyn till och då är PAI och storlek på trädet bra aspekter att titta på när man väljer trädarter. Där det inte finns utrymme för ett stort träd är det dock bättre med ett litet, eller en buske än ingen vegetation alls.

TIPS PÅ ARTER

Två trädarter som både blir stora och som har högt PAI är *Fagus sylvatica* (bok) och *Aesculus hippocastanum* (hästkastanj) och som därför passar bra i grönområden. Även flera arter i släktet *Acer* har dessa egenskaper. Till exempel *Acer campestre* 'Kuglenar' (en namnsort av naverlön) och *Acer saccharinum* (silverlön) (Deak Sjöman et al, 2021). Även de arter som listas upp under strategin gatuträd går att använda i parkmiljö.

UTVÄRDERING

Den temperaturreglerande egenskapen är endast en av väldigt många fördelar med att ha stora grönområden i staden. Många av dessa fördelar har dock stora grönområden gemensamt med övriga gröna strategier och behöver således inte nämnas här.

Förutom redan nämnda fördelar så bidrar stora grönområden med stora sociala och rekreativa värden för invånare i staden, som mindre grönska inte kan skapa. Ett stort grönområde bjuder in till fysisk aktivitet och sociala tillställningar. Större grönområden erbjuder också med sin storlek väldigt många möjligheter avseende form, material och gestaltning och kan innehålla många om inte alla av strategierna för att skapa svalka i staden.

Trots att det kan vara svårt att anlägga nya stora grönområden i den redan täta staden så kan man med hjälp av andra gröna strategier utvidga de befintliga grönområdena och låta dem vävas in i staden. Med gatuträd och gröna väggar och tak kan man koppla ihop stadens grönska för att på så sätt öka den svalkande effekten. Genom att koppla ihop grönskan ökar även förutsättningarna för biologisk mångfald i staden eftersom djur och insekter kan röra sig mellan grönområdena i de gröna korridorerna.

SPRUTANDE VATTEN

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Sprutande vatten är precis som det låter vatten som sprutar och skapar svalka genom att vatten sprids i luften och på så vis sänker lufttemperaturen. Sprutande vatten förekommer i många olika former som lämpar sig olika bra i olika miljöer det kan till exempel vara en större fontän på ett torg eller en mindre i ett gathörn men även jetstrålar i en damm. Sprutande vatten påverkar även yttemperaturen genom att vattnet som sprids landar på marken och sänker temperaturen på ytorna de träffar (Nishimura et al., 1998). Strategin lämpar sig till exempel i hårdgjorda miljöer där vattnet kan bidra till att hålla yttemperaturen nere, som till exempel på ett torg. Ju längre vattnet sprids, desto större kylande effekt, och därför kan man dra slutsatsen att ju mindre vattenpartiklar som kommer ut ur fontänen, desto längre kan de spridas och få en kylande effekt över ett större område (Nishimura et al., 1998 & Lehnert et al., 2020).

Det finns ingen tydlig forskning som säger exakt hur väl sprutande vatten sänker temperaturen förutom den som gjordes 1998 av Nishimura et al. Dock finns annan forskning som menar att även om sprutande vatten inte har någon större effekt på den faktiska temperaturen så kan den ha en god effekt på den upplevda temperaturen vilket också spelar en viktig roll för den termiska komforten (Lehnert et al., 2020).

UTMANINGAR

Vattenstänk kan vara önskvärt under väldigt varma dagar, men under svalare sommardagar kan vattenstänk upplevas otrevligt och störande när det träffar förbipasserande. För att sprutande vattnet ska ha någon större effekt krävs vind så att vattnet sprid. Det gör att strategin är väldigt väder bunden och kan alltså innebära att de inte har någon effekt alls under vindstilla varma dagar.

UTVÄRDERING

Sprutande vatten bidrar med ett estetiskt värde och skapar dels spännande platser för alla åldrar, men särskilt för barn som gärna leker i vatten som svalkar direkt på kroppen (Haney och Worch, 2011).

Då sprutande vatten även påverkar yttemperaturen kan strategin kombineras med genomsläppliga material och på så vis förse materialet med vatten, se exempel i figur 13. På så vis undviker man att materialet får en motsatt effekt och alstrar värme och istället bidrar till att det genomsläppliga materialet behåller sin kylande effekt. Vattnet från fontäner och jetstrålar kan även bidra med att minska mängden damm som rörs upp på grusvägar under torra perioder (Wang et al., 2021 & Wikenståhl, 2014).



Figur 13. Bild av fontän i Hörby.



Figur 14. Bild av damm i Martin Luther King park i Paris.

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Öppna vattenytor är stillastående vatten i sjöar, dammar eller bassänger och kan skapa svalka genom att dels öka luftfuktigheten precis som sprutande vatten, samt genom att vatten värms upp långsamt och därför behåller en låg temperatur när andra material värms upp (Thorsson, 2012). Det råder oklarhet kring hur stor effekt stillastående vatten har på temperaturen i staden och vissa i vissa studier har vattnet visat sig inte ha någon effekt alls på lufttemperaturen (Steenefeld et al., 2011).

Vi gör bedömningen att öppna vattenytor går att använda på många platser i staden, men eftersom de behöver vara stora för att ha någon effekt på temperaturen lämpar de sig bäst i till exempel grönområden om man ska anlägga ett nytt, se exempel i figur 14.

UTMANINGAR

Vatten kan trots sina många positiva egenskaper utgöra en säkerhetsrisk för mindre barn som inte är simkunniga. Eftersom vatten dessutom utgör en spännande lekmiljö som barn gärna vistas i kan farliga situationer uppstå eftersom mindre barn inte själva förstår faran. Vattendrag kan visserligen avskärmas med staket, men i Moviums faktablad Vattenvett (Lenninger, 2011) beskrivs hur staketet kan inge falsk trygghet då barn och unga inte sällan hittar smitvägar under eller genom hål i staketet och ändå tar sig fram till vattnet. Det finns föreskrifter för hur vattendrag ska utformas med säkerhet i fokus, men uppsikt över barnen är det viktigaste för att minska risken för olyckor i samband med vattenlek (Lenninger, 2011). Lenninger (2011) ser dock inte säkerheten som en anledning att inte anlägga dammar i bebyggda områden.

Eftersom vattenytor ändrar temperatur sakta så kan de när temperaturen sjunker istället för att skapa svalka, hålla lufttemperaturen uppe. Detta kan i sin tur förstärka den urbana värmeeffekten och bidra till att lufttemperaturen hålls uppe nattetid (SMHI, 201b).

UTVÄRDERING

Eftersom öppna vattenytor inte har så stor svalkande effekt i sig själva kan strategin med fördel kombineras med andra strategier såsom till exempel sprutande vatten som en bevisad större effekt på temperaturen. Och trots att de öppna vattenytorna har en marginell påverkan på temperaturen så bidrar strategin med många andra kvalitéer i staden. Dels skapar de förutsättningar för en större biologisk mångfald, precis som de gröna strategierna eftersom de skapar levnadsmiljöer för djur och växter som inte kan leva på torra platser (Sjöman, Deak Sjöman och Slagstedt, 2022).

Ett sätt att kombinera flera olika nyttor är leda dagvatten till en damm, en dagvattendamm. På så sätt ökar man beredskapen för skyfall (Lenninger, 2011) samtidigt som vattnet även bidrar med rekreativa och estetiska värden i stadsmiljön, se figur 18. Gärna även i kombination med växtlighet för att öka både den temperaturreglerande förmågan och förmågan att ta hand om dagvatten (Sjöman, Deak Sjöman och Slagstedt, 2022).

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Svala material är ljusa hårdgjorda material som reflekterar solens strålning i stället för att absorbera den. I staden används traditionellt mycket mörka material som också absorberar mycket värme. Sådana material är till exempel asfalt, betong, mörk plåt, takpapp och tegel. Genom att byta dessa mörka ytmaterial mot ljusa ”svala” material kan man under varma sommardagar sänka temperaturen avsevärt. Eftersom svala material inte värms upp på samma sätt som mörka så minskas denna effekt. Användningen av svala material i staden minskar därför i förlängningen den urbana värmeöeffekten om de används i tillräckligt stor utsträckning i en stad (Thorsson, 2012).

Svala material sänker inte temperaturen i sig, men motverkar den urbana värmeöeffekten genom att inte absorbera värme och att därmed inte bidra till att temperaturen stiger. Genom att byta ut till exempel en mörk asfaltsyta mot ett svalt material skulle yttemperaturen sjunka drastiskt (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). Ju ljusare ytan är, desto bättre är den ur temperatursynpunkt (Thorsson, 2012), och i vissa situationer kan det krävas relativt små ansträngningar att omvandla ett varmt material till ett svalt. Mörk mark eller mörka tak kan till exempel målas i vitt eller annan ljus nyans för att bli ett svalt material.

Strategin svala material kan användas var som helst i staden där hårdgjorda material behövs. Till exempel på marken, på byggnaders fasader och byggnaders tak. Även andra element i stadsrummet såsom murar och trappor kan med fördel också konstrueras med svala material. Det är särskilt i lägen som solen når under stora delar av dagen som svala material kan göra skillnad (Thorsson, 2012).

UTMANINGAR

En utmaning med svala material är att de är ljusa i färgen vilket när solen ligger på kan upplevas bländande, precis som snö. Den ljusa färgen gör även att materialen lätt tar färg från fallna löv och smuts. Det kan i förlängningen leda till dels att ytan med det svala materialet upplevs som ostädad. När ytan smutsas ner reduceras även dess reflekterande förmåga och därmed också dess svalkande förmåga (Thorsson, 2012).

MATERIAL

Svala material kan egentligen vara vilket material som helst med lågt albedo. Man kan göra ett vanligt material svalt genom att måla det i en ljus nyans, som i figur 15 (Thorsson, 2012). Förutom vitmålade ytor så kan ljus betong, ljusst grus, och ljus sten vara svala material.

UTVÄRDERING

Svala material är ett bra sätt att minska den urbana värmeöeffekten på platser som inte är möjliga att skugga och som behöver hållas öppna, till exempel torg. Eftersom många platser i staden dessutom behöver vara hårdgjorda för att klara slitaget som alla människor och fordon utgör så är svala material ett bra alternativ till de mörkare materialen.



Figur 15. Foto av vitmålad asfalt i Malmö



GENOMSLÄPPLIGA MATERIAL

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Genomsläppliga material, även kallat permeabla material är en yta som låter vatten tränga ner i materialet och lagras. Det finns en del alternativ när kommer till genomsläppliga material som dessutom har olika stor förmåga att släppa igenom och hålla vatten. Det kan till exempel vara en stenmjölsyta som är det mest genomsläppliga, men även armerat gräs (se exempel i figur 16) eller plattläggningar av tegel, sten och betong är genomsläppliga tack vare fogen mellan plattorna. Genom att lägga en bredare fog mellan plattorna skapas ett större mellanrum mellan dem där vattnet kan rinna ner (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). Genomsläppliga material verkar kylande genom det vatten som det lagrar håller ner yttemperaturen. Genomsläppliga material kan även ha en viss påverkan på lufttemperaturen genom att det vatten som materialet lagrat avdunstar (Folkhälsomyndigheten, 2018a & Wang et al., 2021). För att strategin ska fungera krävs vatten, vilket innebär att materialen är beroende av att det regnar med jämna mellanrum eller att vatten tillförs på ytan på annat sätt, till exempel genom spolning. (Li, 2016 & U.S. Environmental Protection Agency, 2012a).

Hur väl ett genomsläppligt material svalkar beror på hur fuktigt det är, och andra egenskaper som till exempel färg. Gräsarmering ger en större effekt än en yta av smågatsten då gräset består av ett levande material som både kan reflektera solljus och innehåller vatten (Wikenståhl, 2014 & Balany et al., 2020).

Strategin fungerar på de flesta platserna i staden som behöver vara hårdgjorda och klara högt slitage. Genomsläppliga material är särskilt lämpliga på de platser där det inte är möjligt att använda sig av vegetation såsom parkeringar eller torg (Wikenståhl, 2014).

UTMANINGAR

Det man bör tänka på är dock att flera genomsläppliga material kan vara otillgängliga för personer med rullator eller rullstol och bör därför kombineras med ett slätare och gärna svalt material för att öka tillgängligheten (Wikenståhl, 2014).

Som tidigare nämnt, skulle materialet torka ut helt under en torr och varm period riskerar det att få motsatt effekt och istället verka värmmande då det istället lagrar värme. Stenmjölsytor kan dessutom bilda damm då man går eller kör på ytan. Därför kan det vara lämpligt att kombinera genomsläppliga material med sprutande vatten då vattnet från fontänen kan ge en kylande effekt på markmaterialet samt undvika dammet (Li, 2016, U.S. Environmental Protection Agency, 2012a & Wikenståhl, 2014).



Figur 16. Foto av gräsarmering som är ett genomsläppligt material.

UTVÄRDERING

Tack vara att vatten kan tränga ner lätt i materialet så avlastar det för VA-nätet då allt regnvatten inte rinner ner i brunnarna som riskerar att översvämmas under ett skyfall (Wang et al., 2021).

Det genomsläppliga materialet skapar även bättre möjligheter för stadens vegetation då vattnet tränga ner i marken. Istället för att vattnet ledas till VA-nätet så blir tillgängligt för till exempel gatuträdens rötter då det tränger ner i marken (Sjöman & Slagstedt, 2015).



SKUGGANDE ELEMENT

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Skuggande element är objekt som genom sin placering och storlek ger skugga i staden. Skuggande element kan vara vad som helst som ger skugga, stort som smått. På en större strukturell skala kan till exempel byggnader placeras så att de ger skugga (se figur 17), men på en mindre skala kan det handla om att placera ut ett parasoll eller en pergola som ger skugga.

Genom att skugga hindras ytor såsom fasader och markmaterial från att värmas upp av solens strålning, på så sätt verkar skuggande element svalkande då de sänker yttemperaturen. Skuggande element påverkar huvudsakligen yttemperaturen men kan precis som skuggande vegetation också ha en stor effekt på den upplevda temperaturen för de som rör sig i skuggan (Klemm et al., 2015 & Thorsson, 2012).

De skuggande elementen kan med fördel kombineras med svala material och gröna tak och väggar för att maximera den svalkande effekten då grönskan och ljusa material reflekterar bort solstrålningen (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a & Thorsson, 2012). Det kan man förslagsvis göra genom att låta växter klättra på en pergola och täcka dess yta (Wikenståhl, 2014).

Även om mindre element som en pergola inte påverkar temperaturen i någon nämnvärd utsträckning kan den placeras strategiskt för att ge skydd mot den gassande solen. Man kan till exempel placera den så att den bildar en skyddad passage mellan två målpunkter så att man kan röra sig fritt mellan dessa utan att behöva utsätta sig för solens strålning. Det skulle bland annat vara lämpligt längs passager intill solbelysta fasader i sydöstligt, sydligt och sydvästligt läge (Folkhälsomyndigheten, 2018a & Wikenståhl, 2014).

Skuggande element kan användas i stort sett i alla stadsrum där man vill skydda markmaterial eller fasaden från solens strålning. Beroende på när man vill att elementet ska skugga bör man anpassa detta efter solens riktning, särskilt när det kommer till bebyggelse. Vill man att bebyggelsen ska skugga under förmiddagen och eftermiddagen bör husen placeras i nord-sydlig riktning. Vill man tvärtom ha skugga mitt under dagen bör byggnaderna placeras i öst-västlig riktning. Även med mindre element för man ta hänsyn till solens placering för att få skuggan där den behövs (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

Skuggande element kan fungera som ett komplement till gatuträd eller flerskiktad vegetation, till exempel på platser där man inte vill plantera träd då dess rötter riskerar skada infrastruktur eller ledningar under jord.

UTMANINGAR

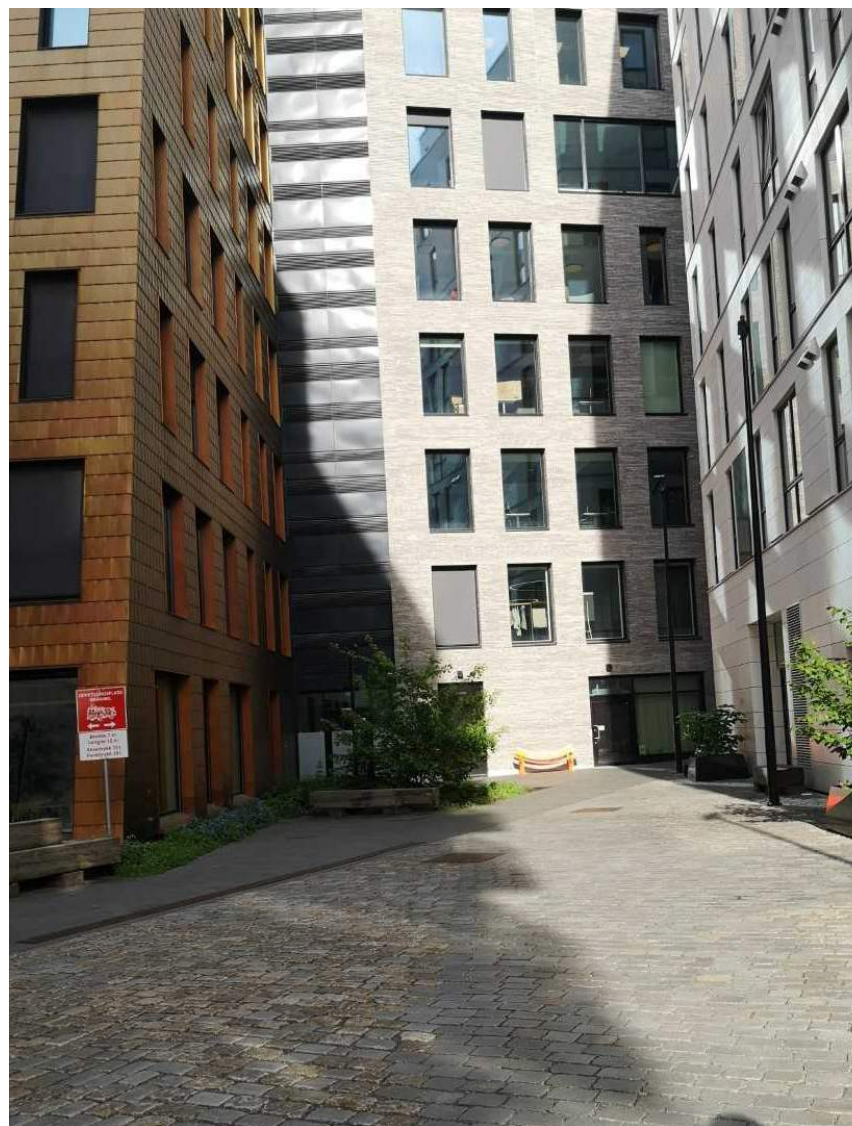
En utmaning med skuggande element är att de är gjorda av hårda material som kan absorbera och alstra värme, och därför är det som sagt viktigt att använda sig av ljusa och svala material eller kombinera med vegetation så att de både reflekterar bort solljuset samtidigt som de skuggar (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a & Thorsson, 2012).

En annan utmaning är bebyggelsen som skapar de största och mest effektiva skuggorna, existerande bebyggelsen är svår att ändra på vilket innebär att man redan i ett tidigt stadie måste planera byggnaders riktning och höjd för att de ska kunna skugga på bästa möjliga sätt (Folkhälsomyndigheten, 2018a).

De skuggande elementen är som sagt gjorda av hårda material vilket innebär att de kommer absorbera värme någon gång under dagen, vilket bidrar till att de alstrar värme under natten, därför bör strategin kombineras med andra strategier såsom gatuträd, flerskiktad vegetation eller gröna tak och väggar (Folkhälsomyndigheten, 2018a & Thorsson, 2012).

UTVÄRDERING

Skuggande element är bra då de kan skapa svalka i stort sett alla utomhusmiljöer och har framförallt en positiv effekt på den upplevda temperaturen. Är skuggorna tillräckligt stora och lämpligt placerade kan de dessutom bidra till att inomhustemperaturen sänks om fasaden blir skuggad. I övrigt kan skuggande element även vara användbara under dagar då det är sämre väder som exempelvis regn- och vindskydd.



Figur 17. Exempel där byggnad utgör ett skuggande element.



VINDSTRÅK

BESKRIVNING AV STRATEGIN

Vinden i en stad styrs av bebyggelsens geometri, alltså byggnaders placering och riktning i förhållande till varandra. Med andra ord kan man till viss del välja hur vinden ska röra sig i staden. Genom att placera byggnader så att de skapar ett långt och rakt stråk där vinden kan röra sig fritt kan man leda in kall luft i staden (Folkhälsomyndigheten, 2018a, SMHI, 2021d & Thorsson, 2012). Det är särskilt effektivt att leda in kallluft från omgivande landskap, en större park eller kusten där kall luft bildas (Baden-Württemberg Ministry of transport and infrastructure & Labor and Housing, 2012). Vinden har ingen effekt på yttemperaturen och effekten på lufttemperaturen är marginell då den främst sprider ut den varma luften. Dock har vinden en god effekt på den upplevda temperaturen vilket kan bidra till ett behagligare klimat för stadens invånare (SMHI, 2021e).

Då vinden ofta kommer från väst och sydväst i Sverige kan det vara lämpligt att placera ett vindstråk i väst-östlig riktning för att lättare leda in vinden i staden från till exempel havet eller den öppna landsbygden. Ju bredare en gata är desto lättare kan vinden ledas in och röra sig genom stadslandskapet (SMHI, 2021d, Wikenståhl, 2014 & Thorsson, 2012).

UTMANINGAR

Det är framförallt i tätbebyggda områden som bebyggelsens geometri kan göra skillnad. Då bebyggelsens geometri styr hur vinden rör sig och kan det vara svårt att styra i befintlig bebyggelse. Då kan man istället försöka skapa svala stråk längs raka, breda vägar genom att skapa gröna korridorer som kyla luften. Ett annat alternativ är att anlägga mindre grönområden där svala vindar kan cirkulera mellan grönområden och på så vis kyla gatuummet (Thorsson, 2012 & Folkhälsomyndigheten, 2018a).

För att vinden ska kunna röra sig på bästa sätt är det dock viktigt att det inte står föremål i vägen som bromsar eller hindrar den. Det kan exempelvis handla om vegetation i form av träd och buskage då dessa kan bromsa vindens hastighet upp till 80% (Thorsson, 2012). Genom att plantera ett relativt gles bestånd som är cirka 50-70 procent tätt kan man skapa lä samtidigt som luften kan röra sig fritt och man har fri sikt genom beståndet (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

Raka vindstråk för med sig positiva effekter under en värmebölja men under andra årstider och väder kan vinden upplevas kall och skapa oskyddade platser. Därför är det viktigt att även ha vinterhalvåret i åtanke när man planerar för vind. För att bromsa den kalla vinden under vinterhalvåret kan man plantera träd med högt branch area index som kan hjälpa till att bryta vinden (Sjöman och Slagstedt, 2015 & Wikenståhl, 2014).

UTVÄRDERING

Vinden har en stor potential att bidra till en termisk komfort genom att den har god påverkan på den upplevda temperaturen (SMHI, 2021e).

Utöver den termiska komforten så bidrar vinden dessutom med att sprida ut luftföroreningar som ansamlas mellan bebyggelsen. Luftburna föroreningar från bland annat bilar fastnar lätt mellan byggnaderna i den täta bebyggelsen men vinden kan sprida ut luftföroreningarna så att de blir mindre koncentrerade på en plats (Holden, 2017 & Wikenståhl, 2014).

STRATEGIERNA GRADERADE EFTER POTENTIAL

Utifrån vår bedömning med grund i den information vi sammanfattat i föregående avsnitt har vi tagit fram en tabell där strategierna graderas utefter deras potential att skapa svalka i staden. Tabellen är uppdelad i en skala av hög, mellan och låg potential och är till för att lättare få en överblick över verktygens temperatursänkande potential.

Element	Potential	Kommentar
Stora grönområden	Hög potential	Stor effekt både på plats och avstånd.
Fickpark	Hög potential	God skuggande effekt i trängre utrymmen, ersätter plats som annars ger problem.
Flerskiktad vegetation	Hög potential	Ger en tät skugga och effektiv skugga
Skuggande element	Hög potential	Stor effekt framförallt genom skugga
Gröna tak	Medel potential	Stort effekt på yttemperaturen, marginell effekt på marknivå.
Gatuträd	Medel potential	Ger god skugga, bra effekt på den upplevda temperaturen.
Gröna väggar	Medel potential	Bra effekt på yttemperaturen och viss påverkan på lufttemperaturen.
Sprutande vatten	Medel potential	God potential vid finfördelat vatten som kan sänka lufttemperaturen.
Svala material	Medel potential	Stor påverkan på yttemperaturen, marginell på lufttemperaturen.
Öppna vattenytor	Låg potential	Liten effekt på temperaturen, kan verka värmande under natten
Genomsläppliga material	Låg potential	Får negativ effekt under torra perioder.
Vindstråk	Låg potential	Ger marginell effekt under sommaren och kan ge negativa effekter under vinden

Tabell 3. Illustration över strategierna graderade utefter dess potential att sänka temperaturen i staden.

KOMBINERADE PERSPEKTIV

Det finns modeller och teorier som bygger på att olika perspektiv kombineras med varandra och på så sätt ger ett bredare perspektiv eller användningsområde. I kommande avsnitt presenteras några modeller och teorier vars huvudfokus inte är just temperaturreglering, men som vi ändå tycker är relevanta och värdefulla att ta upp då de berör temperaturreglering, eller på annat sätt går att koppla till temperaturreglering.

NATURBASERADE LÖSNINGAR

När man arbetar med levande växtmaterial är det viktigt att ta hänsyn till förhållandena som råder på platsen där man vill att vegetationen ska växa och de specifika växternas ståndortskrav. Detta för att skapa hållbara och tåliga ekosystem som klarar störningar. Staden är dessutom en ganska krävande växtplats på grund av alla störningar, vilket gör det extra viktigt att välja växtmaterialet med omsorg, så att man skapar tåliga ekosystem (Sjöman och Slagstedt, 2015a). Naturbaserade lösningar är en strategi som bygger på detta och som går ut på att nyttja och efterlikna naturens naturliga processer för att skapa just hållbara och tåliga ekosystem som i förlängningen gynnar människan och samhället. Förenklat kan man säga att naturbaserade lösningar handlar om att värna om ekosystemen och de ekosystemtjänster de ger oss, samt om att nyttja ekosystemen för att lösa problem som till exempel klimatrelaterade problem. Grönområden eller gröna tak som en åtgärd mot stigande temperaturer i staden kan därför klassas som en naturbaserad lösning. Naturbaserade lösningar innefattar dock mycket mer än bara temperaturreglering och andra exempel på naturbaserade lösningar är bullerdämpning med hjälp av grönska, dagvattenhantering via växtbäddar och luftrening med växter (Naturvårdsverket, 2021b).

I begreppet naturbaserade lösningar ligger fokus visserligen inte på temperaturperspektivet, utan på ett bredare perspektiv med fokus på ekosystemtjänster som gynnar oss människor. Trots detta så är begreppet värdefullt och bra att ha med sig i arbetet med att skapa svalka i städer. Att arbeta med ekosystemtjänster och att efterlikna naturens naturliga processer i staden är ett sätt att dels kombinera många ekosystemtjänster och ett sätt att få den temperaturreglerande grönskan att överleva och trivas (Naturvårdsverket, 2021b). För att grönska ska få önskad effekt på temperaturen förutsätts att rätt växt placeras på rätt plats och under rätt omständigheter. En växt som trivs växer snabbare och ger på så sätt en större skugga och mer svalka (Sjöman och Slagstedt, 2015a).

3 - 30 - 300

3-30-300 är en modell med syfte att få in mer grönska i städer. Den är uppbyggd av tre regler som alla handlar om grönska i olika skalor. Den första regeln, "3" står för att man ska kunna se minst tre träd från alla bostäder. Den andra regeln "30" står för att varje kvarter ska ha minst 30% krontäckning och den tredje regeln "300" att det inte får vara mer än 300 meter till närmsta större grönområde (Konijnendijk van den Bosch, 2021). Det finns många andra fördelar med grönska i staden, men alla tre av modellens regler går att koppla till temperatur och därför ser vi möjligheter med 3-30-300 trots att modellens huvudfokus inte ligger i temperaturreglering. Mer grönska och framförallt träd i staden innebär skugga och transpiration som skapar svalka. I förlängningen kan man även tänka sig att mer grönska i staden innebär mindre hårdgjorda material vilket också är bra ur ett temperaturperspektiv (Thorsson, 2012).

GRÖNYTEFAKTOR (GYF)

Grönytefaktor (GYF) är ett beräkningsverktyg som används för att få in grönstruktur och ekosystemtjänster vid planering av nya bebyggda områden. Syftet med verktyget är att utforma miljöer som skapar ekosystemtjänster som exempelvis reglering av temperatur eller dagvattenhantering (Boverket, 2020 & Stockholms stad, 2021b). Verktyget introducerades för första gången i Sverige i samband med planeringen av bomässan Boo1, i Malmö på 1990-talet. GYF omvandlar ekosystemtjänster (kvalitativa värden som är svåra att mäta) till mätbara kvantitativa värden, och bygger på antagandet att mer grönska och vatten leder till mer och fler ekosystemtjänster (Delshammar och Falck, 2014 & Stockholms stad, 2021b). GYF arbetar brett med ekosystemtjänster, men en aspekt av verktyget är grönskans positiva inverkan på mikroklimat och temperatur, även om det inte är verktygets huvudfokus. Boverket (2020) beskriver GYF som ett bra verktyg vid tillförtätning för att bevara ekosystemtjänster, men samtidigt finns det risker med att titta för mycket på GYF. Även i Stockholms stads vägledning för användningen av GYF vid planering och gestaltning av norra Djurgårdsstaden framhäver man att GYF fungerar bra för att få in grönska och ekosystemtjänster tidigt i planeringsprocessen (Stockholms stad, 2021b). Delshammar och Falck (2014) lyfter dock att skötselperspektivet saknas och att en följd av GYF kan bli att man i gestaltningen väljer svårskötta gröna lösningar som ger ett högt värde, men som senare tas bort för att de är för svårskötta. Man kan även ifrågasätta antagandet att grönska och vatten är synonymt med ekosystemtjänster. Mer vegetation och vatten behöver inte nödvändigtvis innebära fler ekosystemtjänster (Delshammar och Falck, 2014). När det kommer till ekosystemtjänster i form av att sänka temperaturen innebär mer grönska en lägre temperatur, men hur vegetationen är placerad gör också stor skillnad (Bilgili et al., 2013), vilket GYF inte heller tar hänsyn till (Delshammar och Falck, 2014).

Man räknar ut grönytefaktorn för ett område genom att dela in området i olika ytor beroende av markmaterial eller annan egenskap. Beroende av vilka egenskaper ytan innehar samt ytans storlek får varje yta ett värde, en

så kallad ekoeffektiv area som räknas fram genom ytans storlek multiplicerat med det värde som materialet/objektet har (Delshammar och Falck, 2014, Stockholms stad, 2021b & Boverket, 2020). Asfalt utan vegetation har till exempel generellt 0 i värde och en yta helt täckt av vegetation har 1. De aktörer som använder verktyget kan dock kan anpassa dess poängsättning och vad som värderas högt och lågt. I den GYF som användes i av Malmö stad vid planeringen av Boo1 hade till exempel gröna tak värde 0,8 vilket är väldigt högt. I en senare version av GYF som använts i Malmö har gröna tak fått ett lägre värde på mellan 0,4 och 0,7 beroende på djupet på växtbädden (Delshammar & Falck, 2014).

EXEMPEL PÅ PLATSER MED SVALKANDE STRATEGIER

I följande del av arbetet presenteras nio exempelplatser där strategierna för svalka i staden finns representerade. Platserna beskrivs och utvärderas utefter strategiernas funktion på platsen. Både bra och mindre bra exempel på strategierna presenteras.

De nio platserna har valts utefter de kriterier som beskrivits i metoden och är tänkta att ge förståelse för vad strategierna kan innebära på en plats och hur de kan gestaltas. Vi har valt att använda oss av befintliga platser då vi vill visa att temperaturreglering redan idag finns på många platser i staden och att strategierna kan användas i olika skalor, utföranden och olika typer av offentliga rum.

PILDAMMSPARKEN - MALMÖ

KORT OM PLATSEN

I början av 1900-talet blev Pildammsparken utsedd till platsen för den baltiska utställningen. Arkitekten Ferdinand Boberg med hjälp av kronprinsessan Margareta utformade utställningen som då blev Pildammsparkens första byggstenar (Malmö stad, 2021a). Parken är ca 45 hektar stor och är belägen i centrala Malmö omsluten av bebyggelse. Idag är Pildammsparken en av Malmös finparker som består av öppen och sluten vegetation samt stora vattenytor. Parken är en populär plats för umgänge, träning och andra utomhusaktiviteter (Malmö stad 2021b).

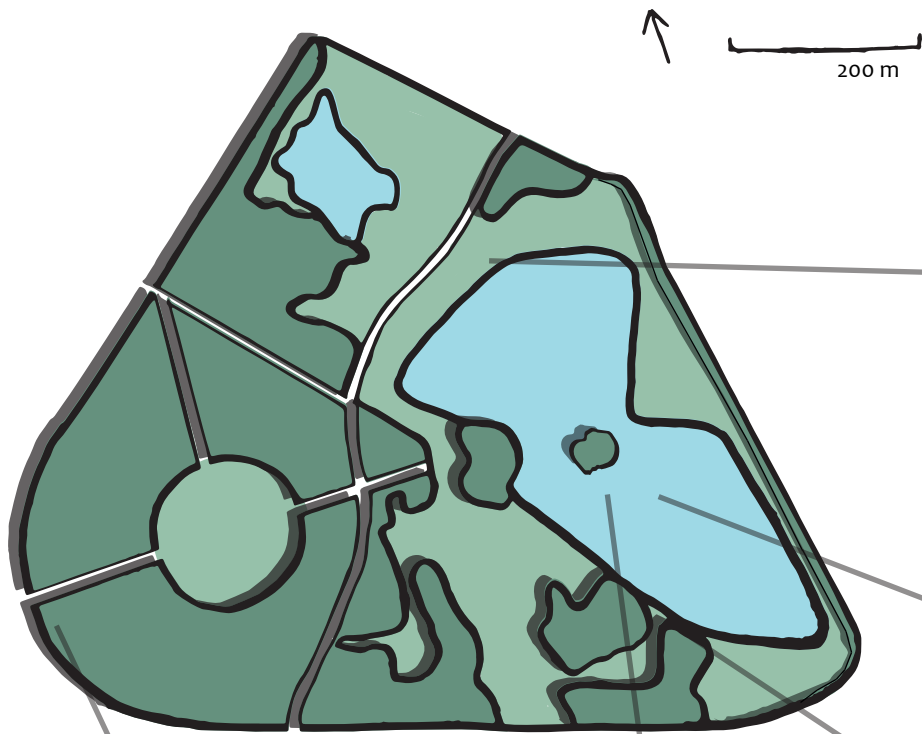
Vi har valt att ha med Pildammsparken då det är en park som har flera temperatursänkande strategier som har kapaciteten att bidrar med svalka både i parken samt till det omkringliggande landskapet genom den stora andelen vegetationen som skuggar, och de stora dammarna med sprutande vatten som sänker både ytttemperaturen och bidrar med fukt i luften (Nishimura, et al., 1998, Thom, et al., 2021 och Sanusi & Livesley, 2020)

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Pildammsparken består huvudsakligen av stora öppna gräsytor, bokskog, trädalléer och två stora dammar. Bokskogen som tar upp ca en tredjedel av parken är formklippt och skapar långa siktlinjer ut till det omkringliggande landskapet. Skogen bildar ett tätt tak och ramar in en av parkens största öppna gräsyta. De flesta gräsytor är inramad av omslutande vegetation i form av träd och buskar. Dammarna i parken ramar även dem in av träd i olika storlekar. I den stora dammen är tre fontäner placerade som sprutar vatten på 25 meters höjd (Malmö stad, 2021a).



Figur 18. Överblicksbild över stora dammen.



Figur 19. Illustrationsplan över Pildammsparken.



Figur 20. Flerskiktadvegetation.



Figur 21. Öppen vattenyta



Figur 24. Gatuträd



Figur 23. Sprutande vatten



Figur 22. Genomsläppligt material

STRATEGIER PÅ PLATSEN



Gatuträd



Flerskiktad vegetation



Stora grönområden



Srutande vatten



Öppna vattenytor



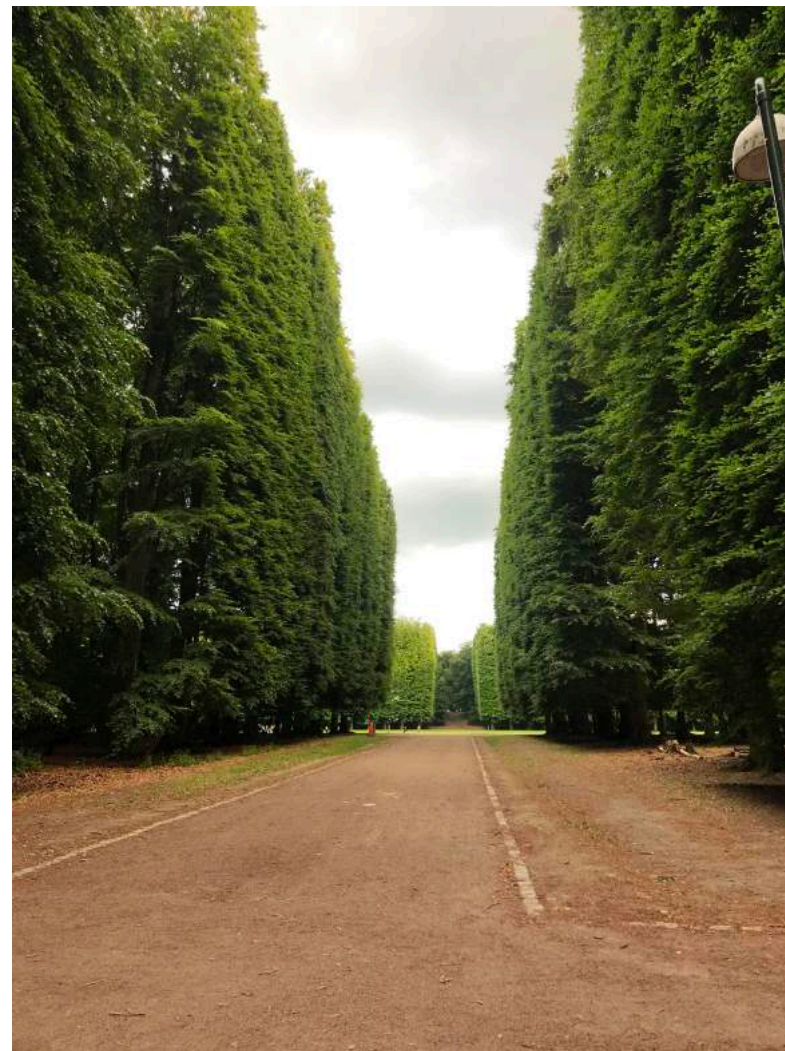
Genomsläppliga material

UTVÄRDERING

Bokskogen och gatuträden är de primära element som har största inverkan på temperaturen i parken samt det omgivande landskapet. Bokskogen skapar en tät skugga över ett stort område i parken vilket bidrar med en sval oas där man kan ta skydd från solen. Gatuträden ger skugga längs parkens gångar och delar av de solexponerade öppna gräsytona vilket gör att promenadstråken upplevs mer behagliga under varma dagar samt att det finns möjlighet att ta skydd från den direkta solen (Park et al., 2017 & Klemm et al., 2015).

På flera platser i parken är gatuträden hamlade vilket gör att träden är ganska små vilket bidrar till att dessa träd inte skugga lika bra och får en sämre temperatursänkande effekt än om de fått växa fritt, utan beskärning. Genom att kombinera dessa med flera skikt av vegetation hade skuggan kunna bli större och tätare och på så vis skapa även behagliga promenadstråk på dessa platser (Park et al., 2017).

Fontänerna i den stora dammen sprider vatten genom luften som når ut på gångarna längs dammen under blåsiga dagar. Detta bidrar till att både lufttemperaturen blir något lägre men svalkar även de förbipasserande som träffas av vattendropparna. För att fontänerna ska kunna ge ett bättre resultat hade de kunnat placeras närmare dammens kant och då kunnat sprida vatten över ett större område. Just nu är de placerade ca 70 meter från närmsta strandkant.



Figur 25. Formklippt bok som skapar siktlinjer genom parken.

STORA VARVSGATAN - MALMÖ



Figur 26. Överblick över Stora varvsgatan.

KORT OM PLATSEN

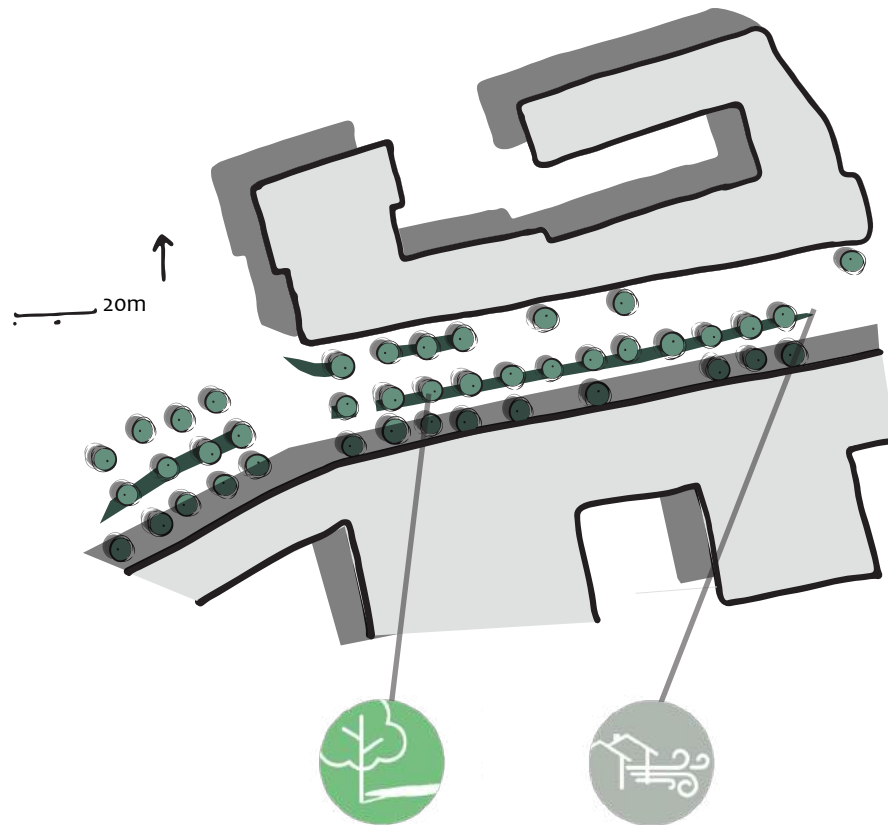
Stora varvsgatan i Malmö är en ca kilometer lång och 30 meter bred vältrafikerad gata med både bil, buss och cykeltrafik. Gatan sträcker sig i öst-västlig riktning genom stadsdelarna Dockan och Västra hamnen som började byggas 2001 och än idag håller på att utvecklas. Gatan är omsluten av bebyggelse och angränsar till havet i både öst och väst.

Vi har valt att ta med Stora varvsgatan då det är en plats där sval vind från havet leds in i stadsbebyggelsen längs den långa, breda gatan. Gatan har dessutom träd längs med hela vägen som i framtiden har potential att skugga stora delar av gaturummet då träden blivit fullvuxna.

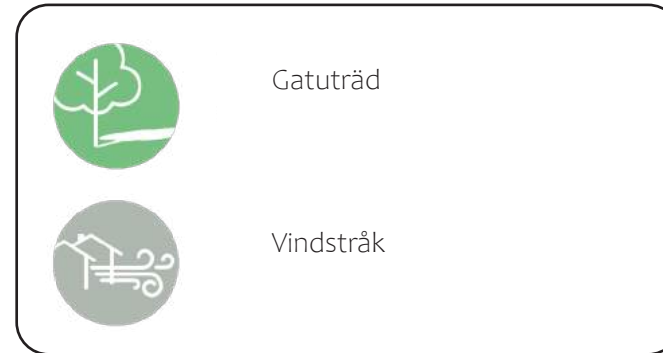
ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Stora varvsgatan är en tvåflig asfalterad gata som och har gång- och cykelstråk på var sida om vägen. Träden är planterade i smala gräsremsor som skiljer gång- och cykelstråket från bilvägen. Även mellan körfälten är en trädrad planterad och står i en ängsliknande vegetation. Med sina många körfält upplevs gatan väldigt stor och rymlig trots den höga bebyggelse och trädraderna som ramar in vägen.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



Figur 27. Illustrationsplan över Stora varvsgatan med symboler av strategierna.



UTVÄRDERING

Det som gör västra varvsgatan till ett utmärkt vindstråk är dess bebyggelsestruktur som gör att vinden som ofta kommer från väst lätt leds in i gaturummet. Bebyggelsen som kantar gatan hjälper vinden att ledas vidare in i gaturummet. Detta bidrar till att kall luft sprids i gaturummet och det blir ett behagligare klimat för besökarna under varma dagar (Thorsson, 2012). Detta kan dock kritiseras då vinden inte uppskattas i lika hög grad under vinterhalvåret, då vinden kan bli så stark i området att det blir väldigt kallt och svårt för cyklister och gående att röra sig längs gatan. Detta hade kunnat åtgärdas genom att plantera buskage under träden som kan bryta vinden.

Med tiden som träden växer kan problemet eventuellt minimeras då träden kan bromsa vinden bättre, men det kan också leda till att den svalkande vinden bromsas för mycket under sommarhalvåret då vinden är mer önskvärd. Men i takt med att träden växer, växer även skuggan och stora delar av gatan kan skuggas vilket bidrar till ett behagligare klimat för besökarna, framförallt gör skuggan att den upplevda temperaturen känns längre (Klemm et al., 2015).

KAPTENSGATAN - MALMÖ



Figur 28. Bilden visar skugga från gatuträden samt skugga från bebyggelsen.

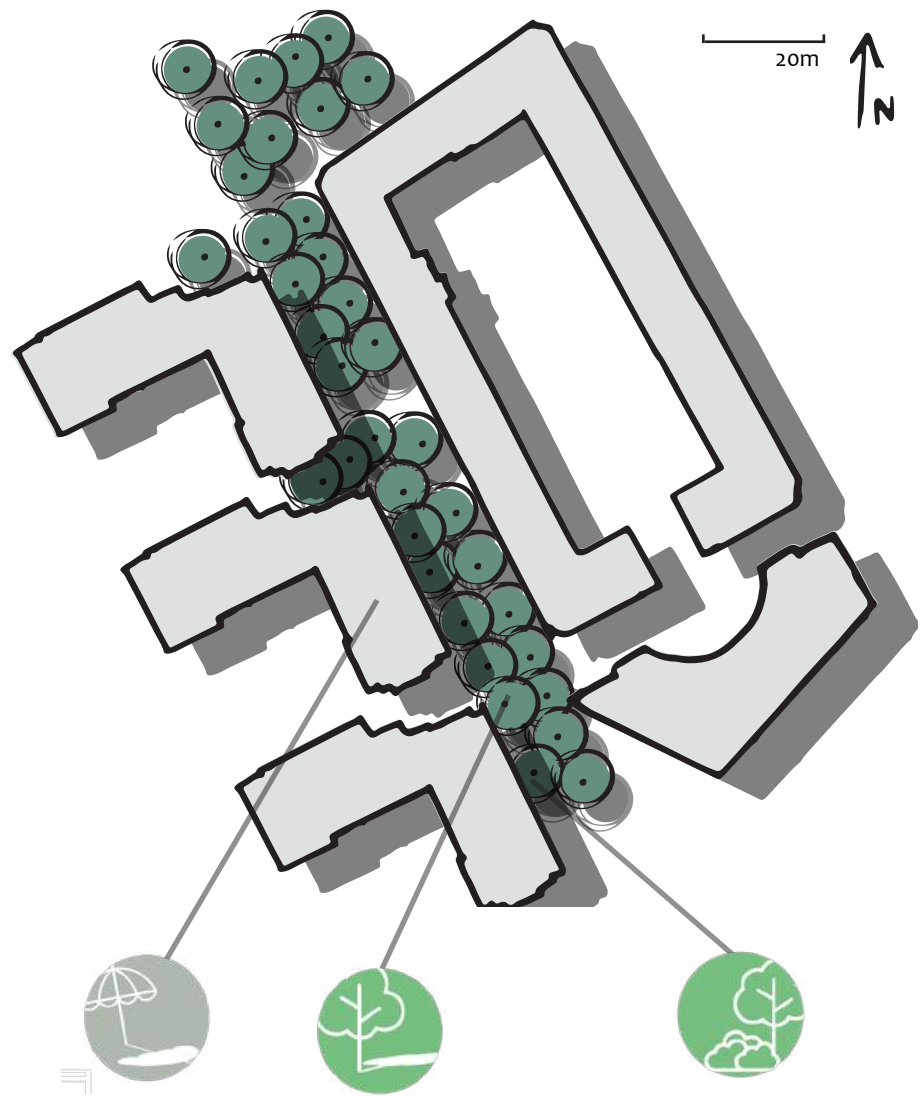
KORT OM PLATSEN

Kaptensgatan är en gång och cykelväg i centrala Malmö som går mellan Stadshuset och Kaptensbron. Vägen är ca 500 meter lång och sträcker sig i sydostlig till nordvästlig riktning. Stora delar av stråket kantas av hög bebyggelse och vegetation i olika skikt. Gatan är framförallt ett populärt cykelstråk till Gamla staden och Centralstationen.




Kaptensgatan är ett bra exempel där man lyckats skapa ett väldigt grönt stadsrum med mycket vegetation trots begränsad yta och med mycket liv och rörelse.

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Stråket är ca 18 meter brett och är indelat i tre parallella rum. I mitten av gatan går en asfalterad cykelväg som kantas av en trädallé som bildar ett tak över gatan. På var sida om cykelbanan är det gångväg som i sin tur ramas in av tegelbyggnader och buskage med enstaka mindre träd i. De tre rummen består alltså av två gångbanor och ett cykelstråk, där trädallén och olika markmaterial utgör gränsen mellan rummen. Trots den begränsade ytan upplevs gaturummet rymligt men ombonat.



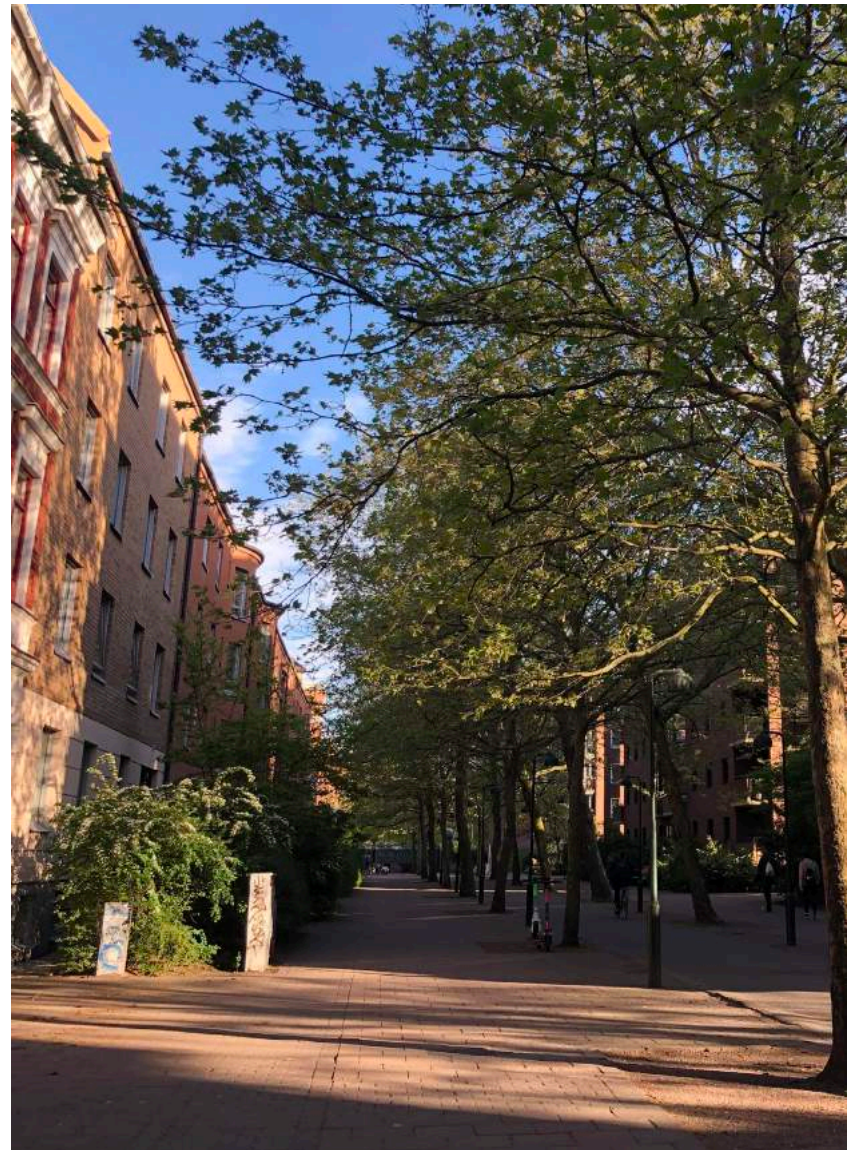
STRATEGIER PÅ PLATSEN

	Gatuträd
	Flerskiktad vegetation
	Skuggande element

Figur 29. Illustrationsplan över Kaptensgatan med symboler av strategierna.

UTVÄRDERING

Trots det centrala läget och höga mängden cyklister och fotgängare har grönskan fått ta plats vilket har en stor betydelse för temperaturen på platsen. Tack vare trädens täta placering och täta och breda krona hindrar de både markmaterialet och fasaderna från att absorbera värme (Deak Sjöman et.al., 2021 & Balany et al., 2020) Under morgonen och eftermiddagen skuggar även bebyggelsen stora delar av gaturummet vilket också bidrar till att platsen blir svalare. Trots att buskagen inte ger någon skugga där besökarna rör sig så bidrar de med svalka genom att skugga fasaden och marken dit trädskuggan inte når. Bebyggelsestrukturen bidrar dessutom till att gaturummet skuggas då byggnadernas skugga når gaturummet under förmiddagen och eftermiddagen.



Figur 30. Flerskiktad vegetation längs med fasaderna.

MOBILIAS TORG - MALMÖ



Figur 31. Bild av den gröna väggen som skyddar fasaden samt gatuträd som skuggar delar av uteserveringen och det genomsläppliga och ljusa markmaterialet.

KORT OM PLATSEN

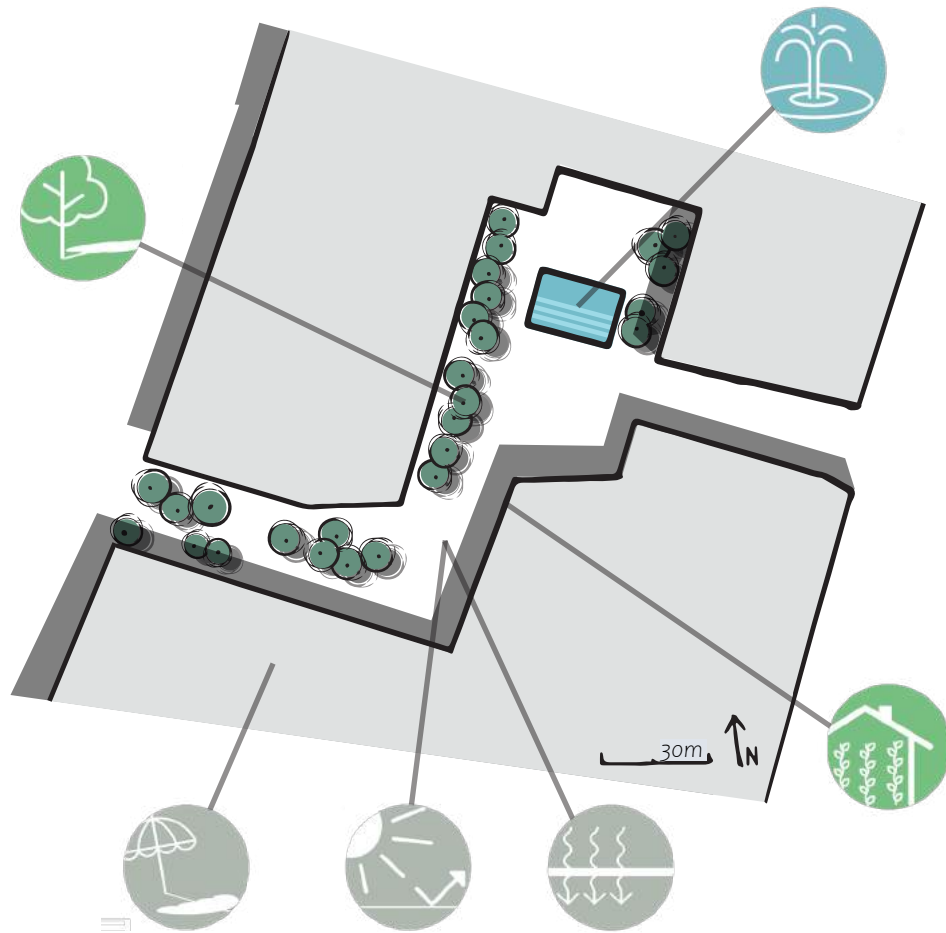
Mobilia torg är beläget i centrala Malmö i anslutning till Mobilia köpcentrum. Mobilia köpcentrums byggnader samt nybyggda lägenhetshus omsluter det lilla torget som är ca 2000 kvm stort. Torget är både en passage genom området och en populär plats för barn och vuxna att vistas på. På torget finns en plaskdamm med fontän där barnen bjuds in till lek samt uteserveringar och andra sittplatser där besökare kan slå sig ner.

Vi har valt att ta med Mobilia torg då platsen är ett exempel där man lyckats få in flera temperatursänkande element på en väldigt begränsad yta och utan att kompromissa med torgets funktioner.

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Byggnaderna som ramar in torget är mellan 3–9 våningar höga tegelbyggnader. Markbeläggningen består av ljust tegel samt en asfalterad cykelbana. Platsen har relativt lite grönska vilket bidrar till att torget upplevs som väldigt öppet och luftigt. Trädens placering är ytterligare en faktor till att torget upplevs luftigt då träden är planterade längs fasaden på den norra byggnaden. Där skuggar träden de mest solutsatta fasaderna på platsen.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



Figur 32. Illustrationsplan över Mobilias torg med symboler av strategierna.



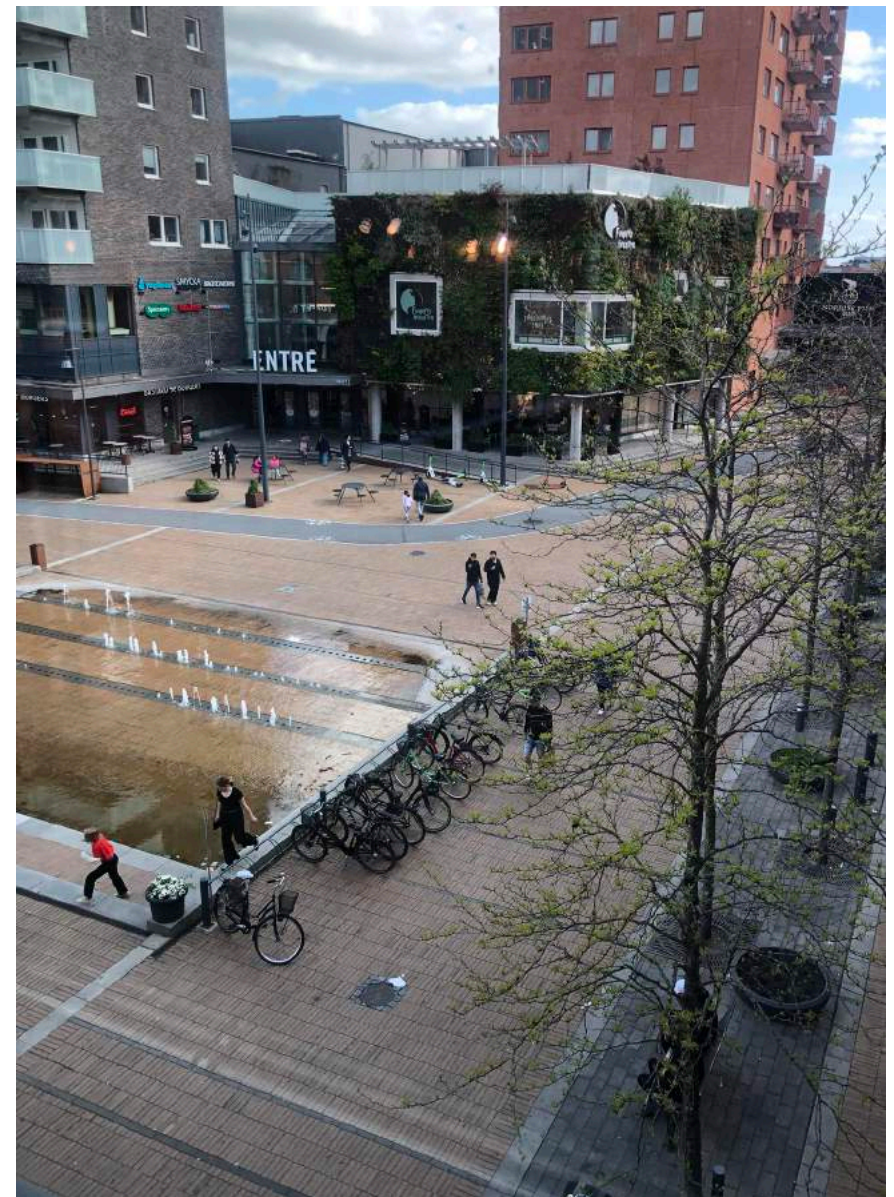
UTVÄRDERING

Mobillas torg är en väldigt hårdgjord plats, men trots detta har torget flera temperatursänkande strategier. Strategierna på platsen har huvudsakligen en påverkan på ytttemperaturen då de skuggar, kyler ned av vatten eller reflekterar bort solljus. Potentialen på de strategier som finns på platsen ligger på medelnivå, men med tanke på att det är så många så har de möjlighet att tillsammans har en större inverkan på temperaturen.

Vissa av strategierna hade dock kunnat göra en större skillnad om materialet och dess placering hade sett annorlunda ut. Gatuträden står strategiskt väldigt bra och skuggar bebyggelsen där den är som mest utsatt av solen, dock påverkar detta främst temperaturen inne i byggnaden och inte temperaturen på torget (Thorsson, 2012). För att träden skulle få en större inverkan på torgets temperatur hade de behövt vara placerade så att själva torgytan där besökarna rör sig skuggas av träden. Träden som står på platsen består av gleditsior, troligtvis *Gleditsia triacanthos*, vilket får en väldigt gles träd-krona och så även dess skugga. Så även en annan trädart med en tätare krona hade varit bättre för att platsen ska skuggas på bästa möjliga sätt.

Den gröna väggen är frodig och ser ut att må bra, dock är den placerad i nordligt och västligt läge som gör att den inte skyddar särskilt mycket från solen under förmiddagen och mitt på dagen då det är som varmast.

Markmaterialet som består av gult tegel har både en reflekterande förmåga samt fogar där vatten kan tränga igenom, för att göra materialet ytterligare temperatursänkande hade teglet behövt vara ljusare då det har en mörkare ton av gult idag, och fogarna hade behövt vara bredare så att mer vattnet lättare kan tränga igenom (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a).



Figur 33. Överblick över torget.

CLEMENSTORGET - LUND



Figur 34. Konstverken gjorda av Ebba Matz som fungerar som skuggande element.

KORT OM PLATSEN

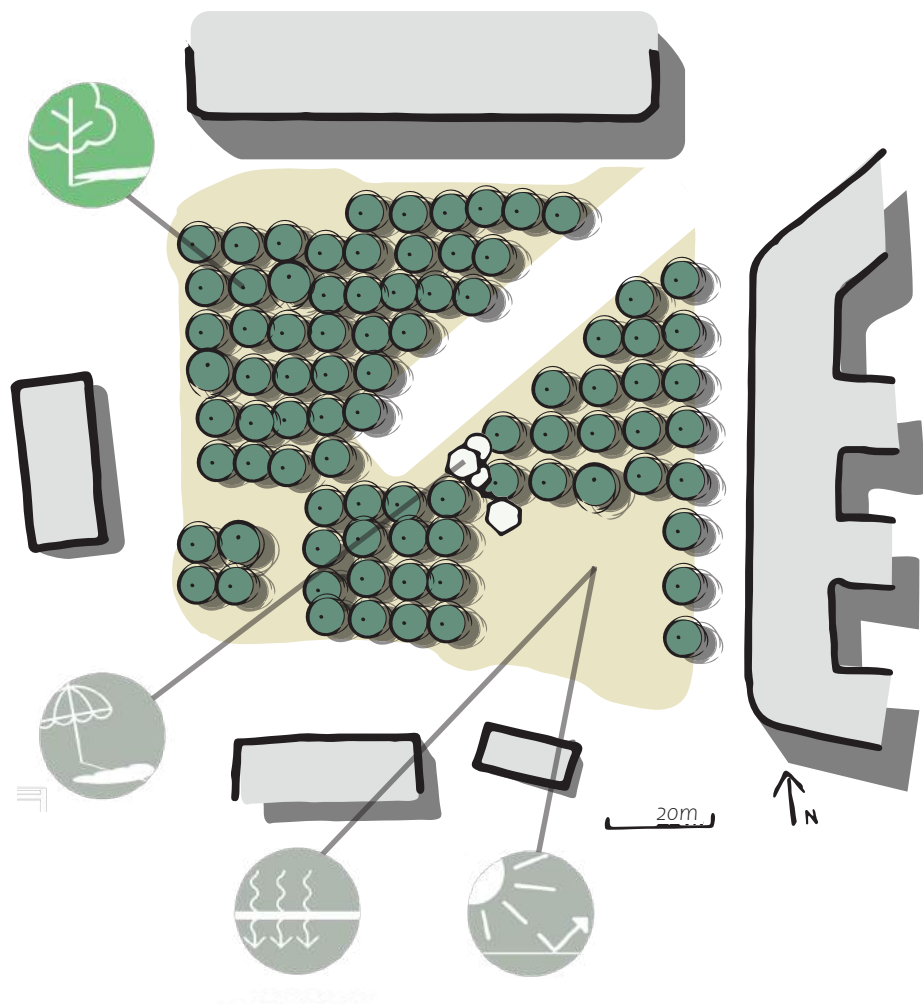
Sommaren 2020 invigdes Clemensstorget efter att det varit under renovering i sex år. White arkitekters förslag som sedan utfördes av Cowi skapade ett modernt torg där man bevarade de gamla platanerna och ersatte stora delar av smågatstenen med ljus stenmjöl som för tankarna till södra Europa. Ombyggnaden av Clemensstorget gav torget ett nytt syfte då det blivit en spårvagnsstation och torget tillsammans med centralstationen som ligger intill blivit en större central knutpunkt för Lunds resenärer (White arkitekter, U.Å).

Torget är ca 7000 kvadratmeter stort och ligger i centrala Lund. Trots torgets komplexitet med flera olika funktioner som mötesplats, hållplats, torghandel med mera, samt ett centralt läge omslutet av infrastruktur och bebyggelsen är torget förhållandevis grönt och har flera temperatursänkande strategier.

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Torget består huvudsakligen av två skikt, ett tak bestående av hamlade plataner och ett golv bestående av granithällar som omsluter spårvagnshållplatsen. Granitytan omsluts i sin tur av ljus stenmjöl samt smågatsten som täcker resterande del av torget. Förutom de hamlade platanerna som står i prydliga rader samt sex bokhäckar bland cykelställen upp i det nordvästra hörnet är torget väldigt hårdgjort och öppet. Känslan av torgets rymd förstärks av att körbanorna också är belagda med smågatsten samt av att höjdskillnaden mellan torg och gaturum är minimal. Det ger en känsla av att torget flyter ut i gaturummet.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



Figur 35. Illustrationsplan över Clemenstorget med symboler av strategierna.

UTVÄRDERING

Clemenstorget har flera temperaturreglerande strategier trots sin begränsade yta med flera viktiga funktioner som kräver att torget måste vara tillgänglighetsanpassat och lättframkomligt för både resenärer, förbipasserande eller besökare som gör längre uppehåll på platsen.

Både smågatstenen och stenmjölet är genomsläppliga material, vilket täcker stora delar av ytan. Dock är det en av de strategier som har lägst potential att påverka temperaturen och kan få motsatt effekt under långa torra perioder (Li, 2016). För att göra materialen mer verkningsfulla hade ytan varit i behov av att vattnas dagligen under de torra och varma perioderna (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). Alternativt hade vatteninstallationer kunnat göra jobbet och samtidigt bidra med andra värden såsom estetik och inbjudan till lek för små barn där de kan svalka sig samtidigt som de förser markmaterialet med vatten (Li, 2016 & Haney och Worch, 2011).

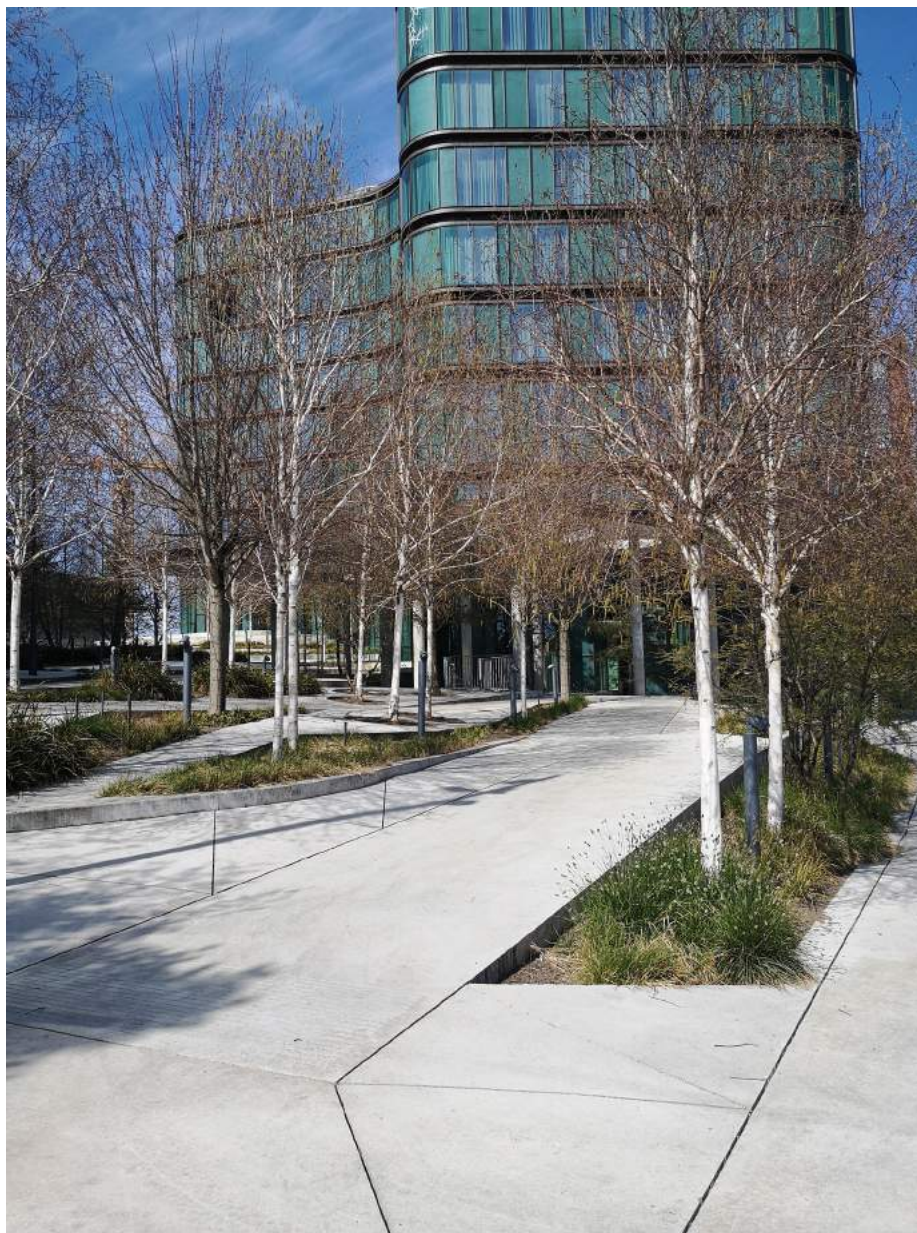
Stenmjölet har till skillnad från smågatstenen två positiva egenskaper då den även har en ljusgul färg och på så vis absorberar mindre värme (Holden, 2017 & Naturvårdsverket, 2021).

De skuggande elementen på torget består av ett konstverk gjort av Ebba Matz som består av fyra spetstak där konstnären tagit inspiration från ljusspelet av en trädkrona (White, U.Å). Tack vare takens skira utformning bidrar de endast med en lätt skugga som troligen inte har en så stor effekt på ytttemperaturen, men kan ha en viss påverkan på den upplevda temperaturen.

Det som har störst påverkan på torget är de stora platanerna, tack vare trädens ålder och placering har de kunnat skapa ett tätt tak som ger en tät skugga över stora delar av torget. Detta bidrar med svalka för både förbipasserande och besökare genom att ytttemperaturen blir lägre samt suggans effekt på den upplevda temperaturen (Park et al., 2017 & Klemm et al., 2015).



Figur 36. Bild på torgets svala samt genomsläppliga markmaterial och platanerna som skapar en tät skugga.



Figur 37. Bild av det svala materialet samt gatuträden som skuggar markbeläggningen

KORT OM PLATSEN

Bymilen, även kallad “The City Dune” som är ritad av SLA stod klar år 2011 (SLA, U.Å a.). Platsen ligger i centrala Köpenhamn i närheten till Huvudbangården, i anslutning till SEBs huvudkontor. Platsen ligger omsluten av hög bebyggelse och stor infrastruktur, och bara ett stenkast från Köpenhamnskanalen.

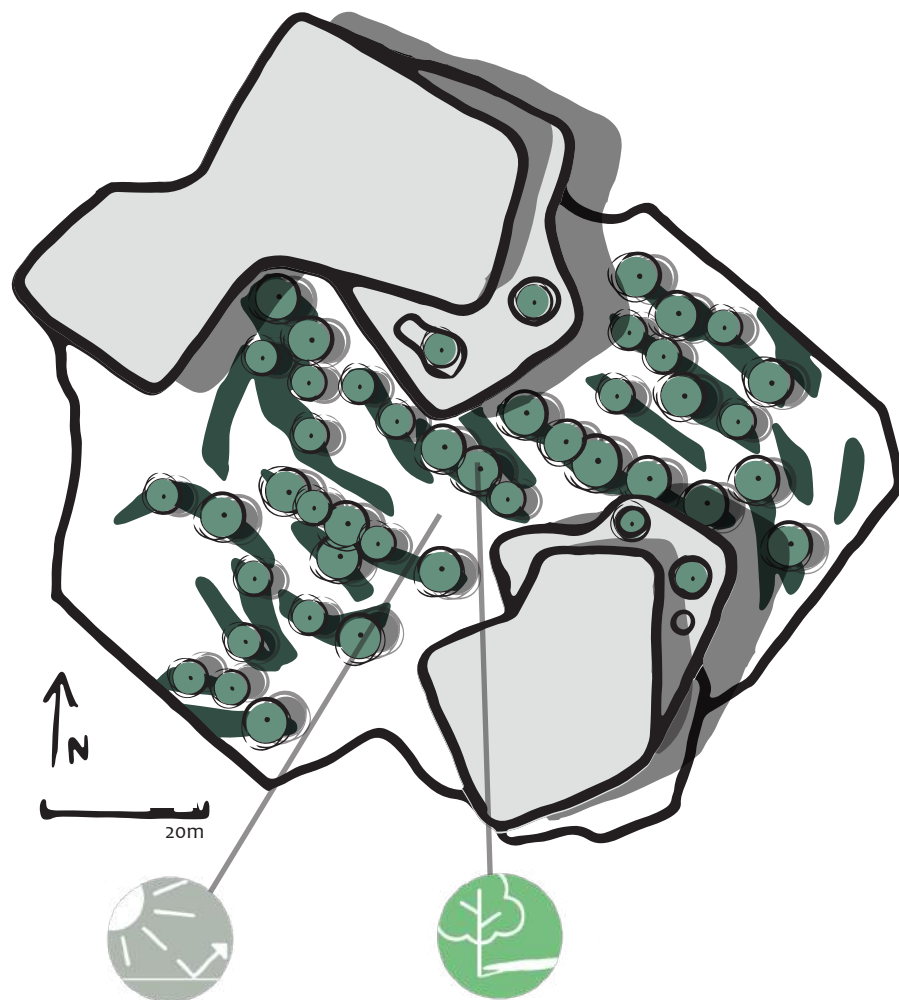
Den sluttande designen ska påminna om en svensk bergssida och designen är inspirerad av en dansk miniöken (“mile” på danska). Växterna på platsen ska förmedla en känsla av nordisk enkelhet och består därför endast av ett fåtal olika sorter. Platsen är tänkt att fungera som en yta för de anställda på SEB att ta sin rast eller att äta lunch, men även för andra invånare att besöka. Under marken finns ett parkeringsgarage för de anställda. Den sluttande terrängen och de olika avsatserna har gjort att Bymilen blivit en populär plats att åka skateboard (SLA, U.Åa.).

Bymilen är det enda exemplet ur exempelplatserna där de uttalat arbetet med temperaturen. Designen är tänkt att vara Köpenhamns första klimatanpassade “Urban space” där regnvattnet samlas upp i växtbäddarna och sparas för att under varma sommardagar kunna kyla platsen. Den ljusa betongen är tänkt att reflektera solljus och träden på platsen är tänkta att ge skugga (SLA, U.Åa.).

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Som sagt är platsen huvudsakligen en sluttning där ramper slingrar sig från botten av platsen upp till den högsta punkten. Mellan ramperna finns smala växtbäddar i oregelbundna former med olika sorters träd och gräs. På var sida om platsen står SEBs byggnader som är ca tio våningar höga och

omsluter området. Markmaterialet består av en ljus betong som lyser upp när solen är framme. Träden på platsen är ännu relativt unga och har ännu inte skapat ett tak över platsen, men de bidrar med en rumslighet på den annars öppna platsen.



Figur 38. Illustrationsplan över Bymilen med symboler av strategierna.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



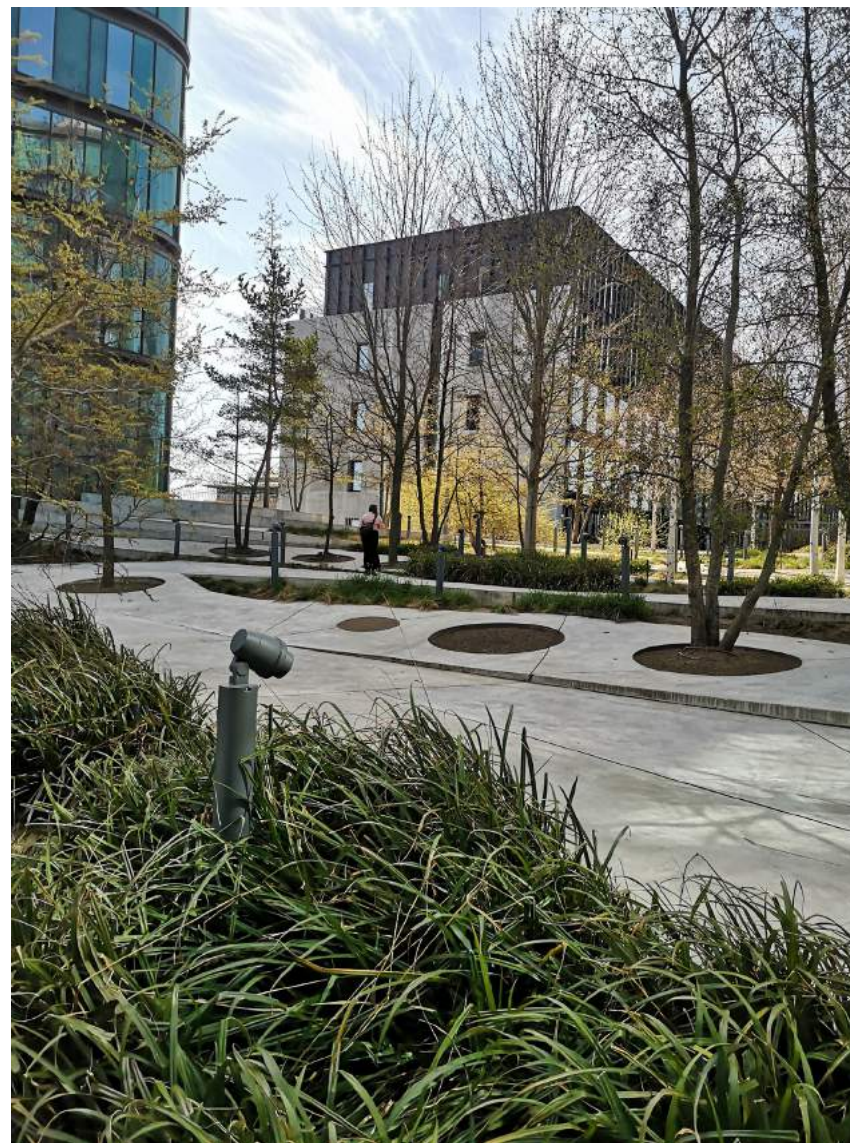
Figur 39. Bild som visar platsens olika nivåer som ska påminna om en svensk bergssida.

UTVÄRDERING

Strategierna som vi ser på platsen är svala material och gatuträd. Det svala och ljusa markmaterialet kan upplevas grått och dassigt under en mulen dag, men när solen är framme gör den sitt jobb och reflekterar bort solstrålningen (källa?). Under platsbesöket var det dock tydligt att ytan måste rengöras för att behålla sin ljusa nyans då fallna blad från hösten lämnar tydliga märken i betongen.

Träden på platsen är väl utspridda och kommer med tiden, om de mår bra, kunna skapa ett mer sammanhängande tak. De träd som står på platsen varierar i hur väl de skuggar. Träden som björk (*Betula*) och tall (*Pinus*) får en förhållandevis skir trädskrona och kan därför inte skugga särskilt bra medan andra träd som ekarna och andra oidentifierade arter har en mycket tätare krona och ger en god skugga. Så för att skapa den bästa skuggan på platsen hade vissa arter behövt bytas ut till träd som kan skugga bättre (Deak Sjöman et.al., 2021).

Tillsammans har träden och det ljusa materialet en stor potential att sänka yttemperaturen. Påverkan på lufttemperaturen är marginell men träden har stor potential att påverka den upplevda temperaturen (Klemm et al., 2015).



Figur 40. Bilden visar platsens sluttning och gatuträden som skuggar det svala materialet.

SANKT KJELDS PLADS - KÖPENHAMN



Figur 41. Slingrande stig i en av fickparkerna.

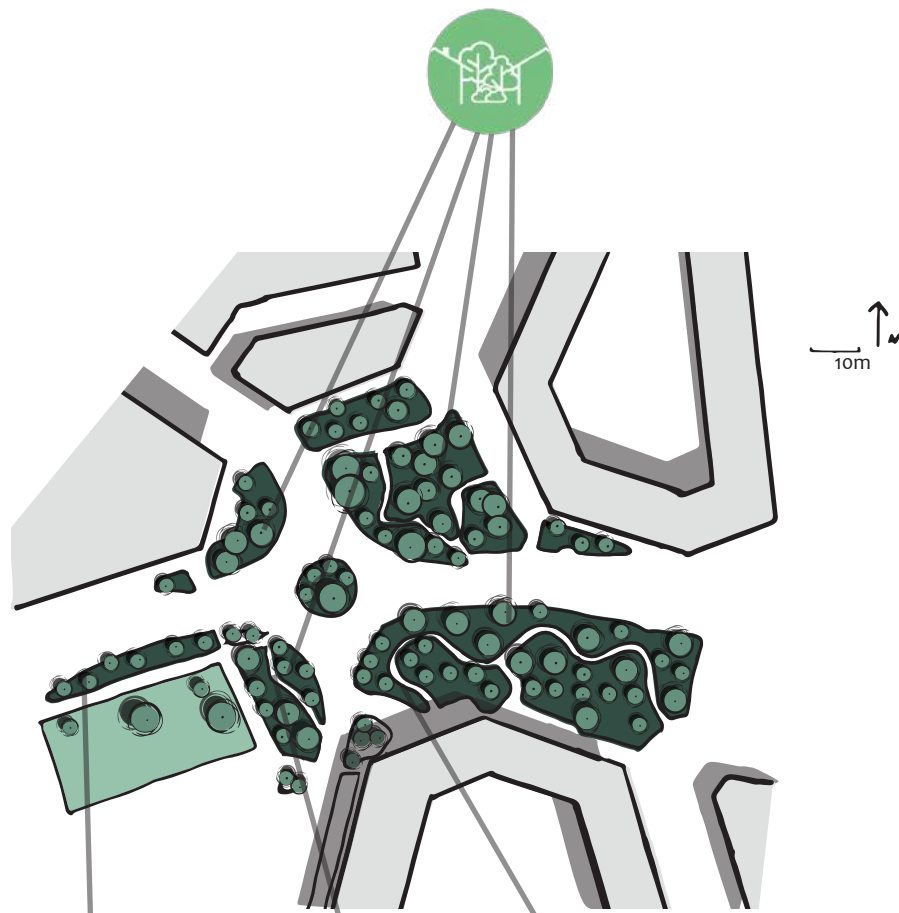
KORT OM PLATSEN

Sankt Kjelds plads som ligger på Österbro i nordöstra Köpenhamn stod klar år 2019. Platsen, som tidigare var en klassisk cirkulationsplats med enstaka träd har idag blivit en plats anpassad för klimatförändringar och utomhusaktivitet för de boende i den omgivande bebyggelsen. Genom att göra rondellen mindre och omvandla hårdgjord mark till naturlika planteringar har man lyckats skapa en unik urban grönska som givit platsen en helt ny karaktär och många nya funktioner (SLA, U.Å. b).

Sankt Kjelds plads är gestaltad av SLA och är en del av “Klimakvarter” i Köpenhamn. Projektet ”Klimakvarter” gick ut på att utforma utemiljön i området för att kunna hantera stora skyfall. De stora planteringarna som i första hand är till för att omhänderta vatten innehåller flera primära element som även har en påverkan på temperaturen och som kan skapa svalka i staden. Denna plats är ett bra exempel på synergier och hur anpassning till olika klimatförändringar går hand i hand med varandra.

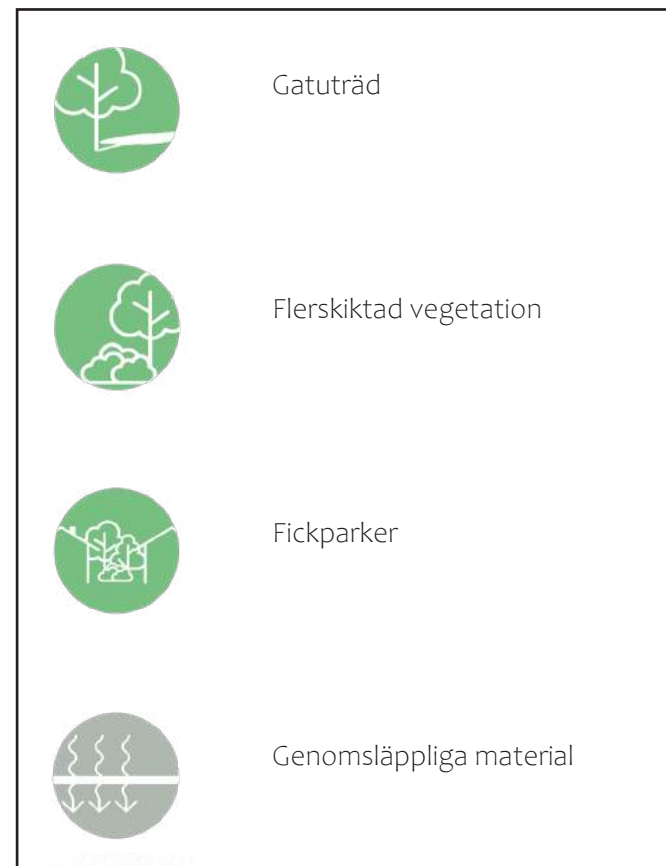
ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Platsens struktur består huvudsakligen av fyra större fickparker samt rondellen i mitten. Fickparkerna och rondellen är uppbyggda på samma sätt genom att ha en lägsta punkt i mitten av parken där vatten kan samlas, och som omsluts av ett naturligt flerskiktat vegetationsbestånd. I fickparkerna slingrar sig små grusvägar som tillåter besökarna att röra sig genom de lummiga små parkerna. Vegetationen står tätt och varierar mellan städsegrönt och lövfällande vilket gör att platsen behåller sin rumslighet och stänger ute trafiken även på vinterhalvåret. De två östra fickparkerna är de som är störst och ger en känsla av att man rör sig i ett grönområde trots att man befinner sig intill körbanan. I de stora fickparkerna finns dessutom små klippta gräsytor och bänkar utplacerade som gör det tillgängligt för besökare att slå sig ner.



Figur 42. Illustrationsplan över Sankt Kjelds plats med symboler av strategierna.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



Figur 43. Gatuträd.



Figur 44. Flerskiktad vegetation



Figur 45. Genomsläppligt material

UTVÄRDERING

Trots att Sankt Kjelds plats inte stod klar förrän 2019 upplevs platsen som väldigt grön. Det beror till stor del på de olika skikten som gjort att vegetationen kunnat växa samman och snabbt bli tät. De små fickparkerna som innehåller både träd och buskage skapar tillsammans ett större grönområde som skuggar både asfalten runt omkring samt fasaderna som omgärdar platsen. Än är träden ganska små och skapar inte några större skuggor men med tiden som träden växer kommer de mer effektivt kunna skugga området då de höga träden och buskagen tillsammans skapar en tät och lång skugga (Park et al., 2017). De genomsläppliga markmaterialen och de öppna gräsytona bidrar inte enbart med svalka utan gör även platsen mer tillgänglig för besökare där de kan slå sig ner och ta skydd från solen (Balany et al., 2020). De bidrar även till att platsen upplevs mer säker då de öppna ytorna ger bättre sikt till skillnad från täta buskage som lätt kan bidra till otrygghet på grund av begränsad sikt (Gunnarsson et al., 2012).



Figur 46. Cirkulationsplatsen på Sankt Kjelds plats som kantas av fickparker.



Figur 47. Bild med genomsläppligt material i en av fickparkerna.

MASKROSBOLLEN NORRA LATIN - STOCKHOLM



Figur 48. Fontänen som sprutar ut små vattendroppar som lätt sprids i vinden.

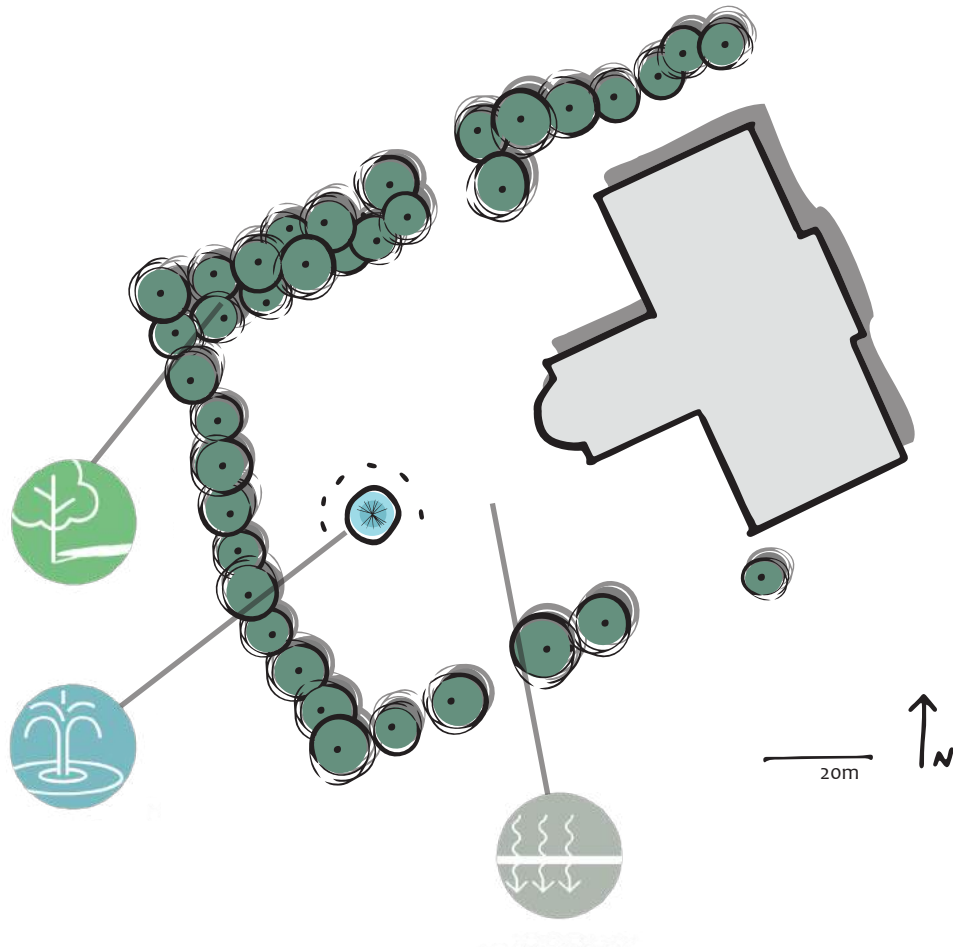
KORT OM PLATSEN

På Norrmalm framför Norra latin står den maskrosliknande fontänen. Den gamla skolgården som fontänen står på är belägen i centrala Stockholm, bara ett stenkast från Stockholm centralstation. Fontänen som står på en före detta skolgård påminner om en överblommad maskros som sprutar vatten genom sina fröställningar. Idag är platsen inte längre en skolgård utan används av allmänheten som en mötesplats, för olika event eller en plats att slå sig ner på och vila. Vi har valt att ha med denna platsen då den är ett exempel på en miljö som också behöver existera i staden, alltså en stor öppen yta där folk kan samlas. Med fint sprutande vatten som sprids i luften tillsammans höga lindar (Tilia) som ger långa täta skuggor finns det behagliga ytor där man kan ta skydd från solen eller svalkas av vatten.

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Torget är cirka 6500 kvadratmeter stort. Den öppna ytan är belagd med stensmjöl samt smågatsten runt fontänen som står i mitten. Som en ram runt platsen är stora lindar planterade och stänger ute staden och trafiken från den vältrafikerade vägen. Med endast maskrosbollen och ett par bänkar som möblering upplevs torget väldigt stort och öppet.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



Figur 49. Illustrationsplan över Maskrosbollen norra latin med symboler av strategierna.

UTVÄRDERING

Vattnet som sprids i luften från fontänen bidrar med en behaglig svalka under varma dagar för besökarna, i synnerhet för de besökare som slår sig ner på en av bänkarna runt fontänen. Vattnet som sprids kylvärmer inte enbart lufttemperaturen och besökarna utan även yttemperaturen då den blöter ner marken i närheten (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). Lindarna som ramar in torget har också en viss påverkan på torget genom sin skuggning. I utkanten av platsen, intill lindarna skapas en tät skugga som svalkar både marken och bidrar till att den upplevda temperaturen känns mycket lägre i jämförelse ute i solen (Klemm et al., 2015 & Thorsson, 2012).

Det genomsläppliga materialet kan ha en svalkande effekt så länge det håller vatten, men när materialet är helt torrt så kan det som sagt få motsatt effekt och istället bli varmare än ett ogenomsläppligt material (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a & Li, 2016). Trots att fontänen sprider lite vatten är det troligtvis inte tillräckligt för att hela ytan alltid håller vatten. För att göra materialet mer verkningsfullt behöver ytan därför mer vatten vilket hade kunnat lösas genom att man vattnat ytan en gång om dagen under varma och torra perioder (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a). På så vis innehåller materialet alltid vatten och kan få en kylande effekt.



Figur 50. Bild av maskrosbollen och genomsläppligt material som täcker ytan samt gatuträd i bakgrunden som skuggar delar av platsen



Figur 51. Bild av fickparken i förgrunden samt gatuträd i bakgrunden.

KORT OM PLATSEN

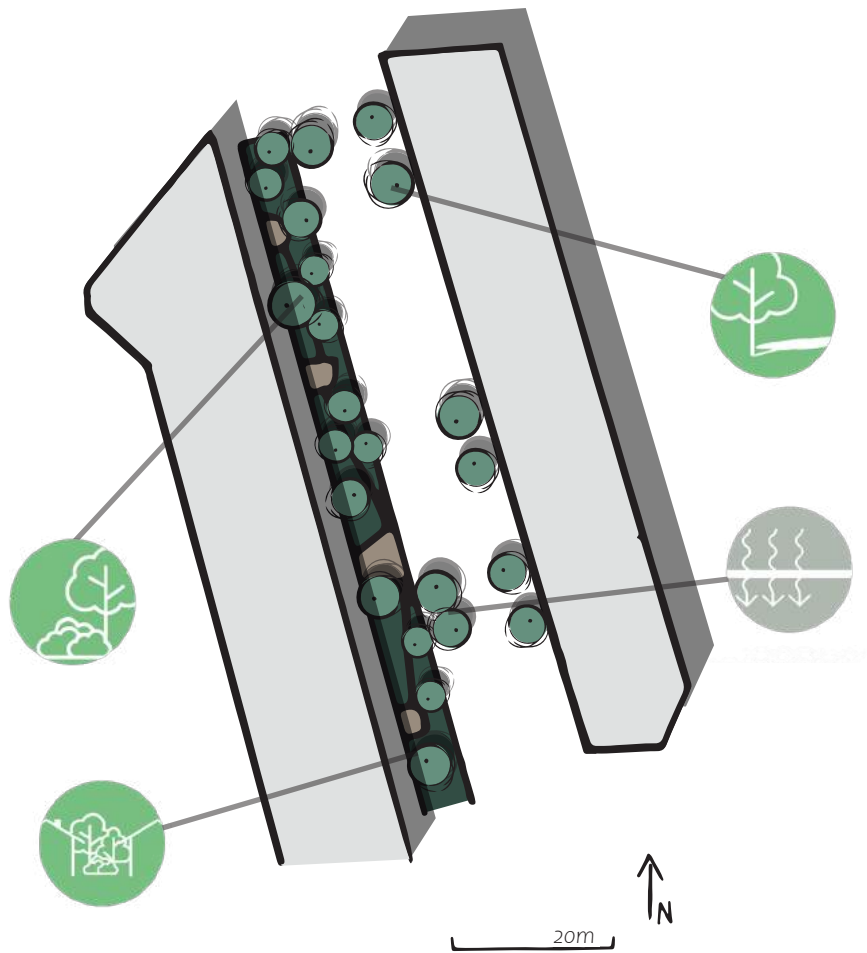
Jaktgatan är utformad av AJ Landskap, och ligger i ett förhållandevis nybyggt bostadsområde i Norra djurgårdsstaden bara ett stenkast från Norra djurgårdens naturområde. Det som utmärker gatan är det gröna stråket som separerar gångbanan från bilvägen (AJ Landskap, U.Å). Vid utformningen av Jaktgatan och andra liknande gator har klimatperspektivet varit centralt med fokus på både temperaturreglering och dagvattenhantering (Stockholms arkitektförening, 2021). Rekreativvärdet på platsen har även varit viktigt och därför är alla planteringar tillgänglig med spänger så att man kan gå igenom planteringarna samt små sittplatser där man kan slå sig ner i det gröna. De har använt sig av GYF för att få in mer grönska och ekosystemtjänster i stadsdelen (Stockholms stad, 2021b).

Jaktgatan är ett bra exempel där man lyckats få in grönska och andra temperatursänkande element på en plats som till stor del måste vara hårdgjord för att kunna uppfylla alla sina funktioner, som till exempel tillgänglighet för både bilister och gående.

ÖVERORDNADE STRUKTURELLA ELEMENT

Jaktgatan är cirka 25 meter bred och ramas in av sju våningar höga bostadshus på var sida om vägen. Grönytan eller fickparkerna som skiljer gångbanan från bilvägen är närmare 6,5 meter bred. Utöver växtbäddarna står det även gatuträd på andra sidan bilvägen. Majoriteten av markmaterialet består av smågatsten bortsett från delar av trottoarena som har betong i mitten av gångbanan som gör den mer tillgänglig för rullstolar och rullatorer. I planteringen växer olika sorters perenner, buskar och träd vilket skapar olika skikt och bildar en rumslighet i planteringen. Än är både gatuträden och träden i fickparkerna ganska små på grund av att de inte är så gamla och detta bidrar till att platsen upplevs som luftig då träden än inte bildat något krontak över gatan. Trots gatans bredd upplevs den dock inte överdimensionerad tack vare fickparken som separerar bilisterna från de gående.

STRATEGIER PÅ PLATSEN



	Gatuträd
	Flerskiktad vegetation
	Fickparker
	Genomsläppliga material

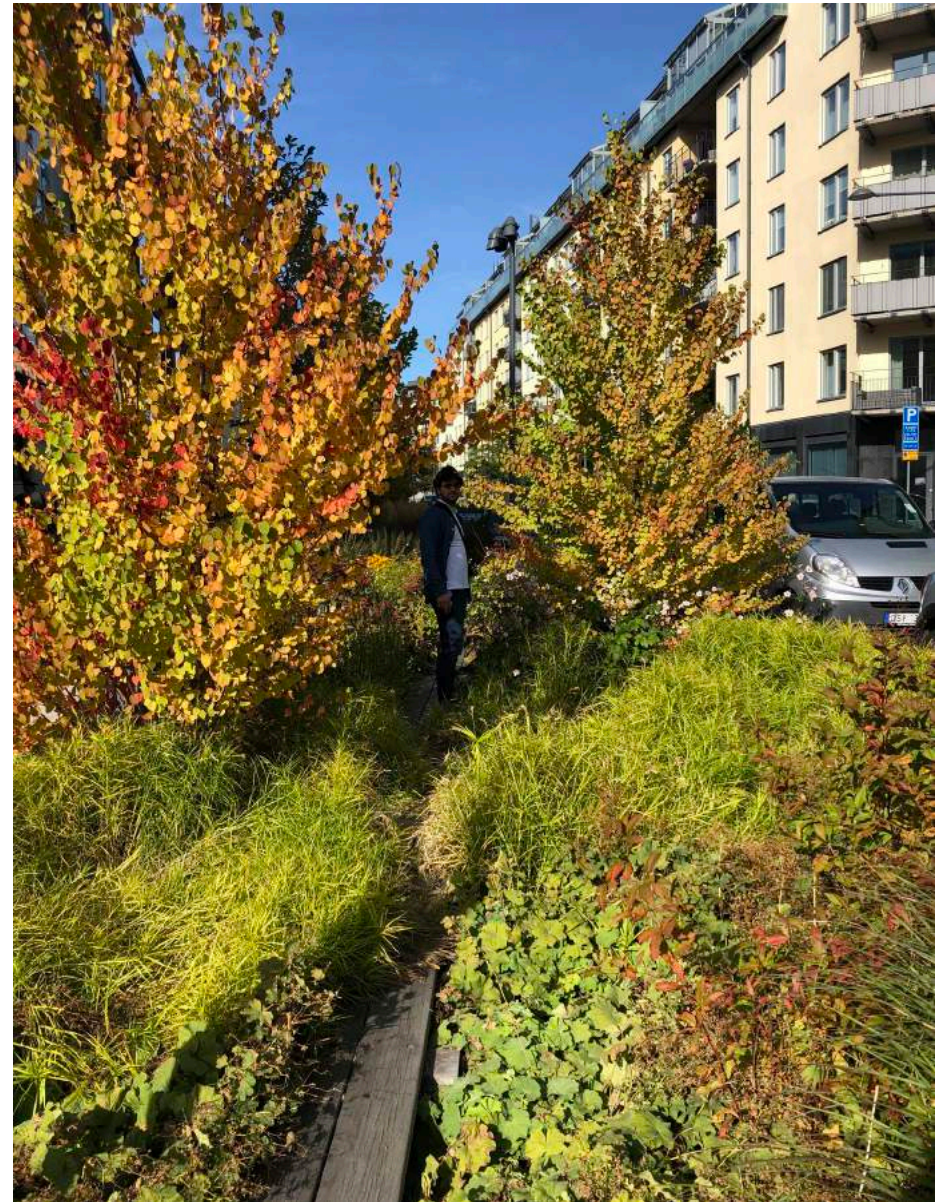
Figur 52. Illustrationsplan över Jaktgatan med symboler av strategierna.

UTVÄRDERING

Gatan upplevs väldigt grön tack vare de breda fickparkerna och gatuträden som är planterade längs med gatan. Träden på platsen gör det behagligt för både förbipasserande genom sin skugga, men även för temperaturen i de parkerade bilarna (Klemm et al., 2015). Även inomhustemperaturen i byggnaderna kan påverkas något positivt av träden, men den effekten kommer att förstärkas i takt med att träden växer sig större och skapar större skugga. Den flerskiktade vegetationen i grönytan i kombination med träden gör det även behagligt för de som väljer att sätta sig i fickparkerna då de tillsammans skapar tätare skuggor (Klemm et al., 2015 & Balany et al., 2020). Perenner bidrar även med svalka för de som rör sig i fickparkerna genom det vatten som avdunstar från växterna som kylv lufttemperaturen.

Träden som står längs gatan består främst av någon sorts ek (*Quercus*) och kinesisk sekvoja (*Metasequoia glyptostroboides*). Eken kan få en tät och stor krona som skuggar bra medan sekvojan får en något glesare trädskrona och skuggar därför sämre. Dock är sekvojan bra då den tappar sina barr på vintern och släpper in ljuset när det är mer uppskattat.

Markmaterialet som består av smågatsten är som tidigare nämnt positivt så länge det innehåller vatten, och därför bör materialet vattnas en gång om dagen under de absolut varmaste och torraste perioderna för att det ska kunna svalka på bästa möjliga sätt (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a).



Figur 53. Flerskiktad vegetation i fickparken längs gatan.

AVSLUTNING

DISKUSSION

MÅNGA PERSPEKTIV OCH FUNKTIONER BEHÖVER SAMSAS I STADEN

Att arbeta med temperaturen i staden innebär en rad utmaningar. Till att börja med är staden en komplex miljö som behöver innehålla en mängd olika funktioner på en begränsad yta mark. Detta påtalas både direkt och indirekt i de studerade kommunernas översiktsplaner. Det innebär att man vid ombyggnad och nybyggnad i staden kan komma att behöva kompromissa och göra avkall på vissa funktioner till förmån för andra som bedöms som viktigare. I staden ska till exempel bostadsförsörjning, infrastruktur, VA och grönstruktur vägas mot perspektiv såsom tillgänglighet, estetik, biologisk mångfald och ekonomiska intressen för att nämna några (Stockholms stad, 2018, Malmö stad, 2018, Göteborgs stad, 2009 & Uppsala kommun, 2016). Det betyder att det i många lägen inte är möjligt eller rimligt att anpassa en plats till alla dessa perspektiv och funktioner. Vilka funktioner eller inslag som är viktigast är nog inte heller alltid självklart, utan det beror på vilken profession eller yrkesgrupp man frågar och givetvis även vilken plats i staden det gäller. Att planera och klimatanpassa den fysiska miljön för höga temperaturer i ett nordligt beläget land som Sverige kan nog därför i många lägen anses sekundärt. Under större delen av året är det ju snarare avsaknaden av värme och solstrålar som anses problematisk i utemiljön, och dagarna då värmen utgör ett problem är vanligtvis få (SMHI, 2021a). Konkurrens om stadens begränsade markyta och det faktum att svalka endast är önskvärt under sommaren ser vi därför som utmaningar i arbetet med att planera och gestalta staden för att klara höga temperaturer.

Olika strategier för att skapa svalka i staden lämpar sig även bra på olika platser och samma sak tänker vi oss även kan gälla också för temperaturreglering i stort, och att temperaturreglering kanske lämpar sig bättre eller åtminstone är viktigare på vissa platser än på andra. Även om höga temperaturer kan vara skadligt för människor är det inte möjligt att utforma hela staden för maximal svalka då det sannolikt skulle resultera i ett synnerligen kallt, skuggigt och blåsig klimat under de dagar som det inte råder värmebölja eller höga temperaturer. På vissa platser i staden är det kanske därför viktigare med beredskap för höga temperaturer än på andra. Vissa grupper i samhället är även mer sårbara för höga temperaturer (Folkhälsomyndigheten, 2018b), och därför kan det på platser där dessa samhällsgrupper ofta rör sig vara motiverat att utforma stadsrummet så att det skapar så mycket svalka som möjligt, men på bekostnad av ett behagligt mikroklimat under kyligare dagar. Sådana platser skulle till exempel kunna vara sjukhusområden, skolor och förskolor. Vi ser därför precis som SMHI (2020b) skriver att “ett gott underlag för klimatplanering bör förutom de varmaste dagarna på året, även ta hänsyn till den kalla och mörka delen av året och beroende på typen av vistelsemiljö, eventuellt även inkludera effekten av såväl vind som nederbörd. Vid planering av bostäder eller vistelsemiljöer för sårbara grupper såsom äldre eller sjuka bör ett större fokus läggas på att erbjuda svalka under sommarens varmaste dagar” (SMHI, 2020b:26). Höga temperaturer är endast ett av många viktiga perspektiv att ta hänsyn till vid planering och gestaltning av stadens rum.

Om man endast ser till ett perspektiv, i detta fall att skapa svalka i staden vore det inte så komplext, men så ser inte verkligheten ut. I ett klimat som det vi har i Sverige måste man ju förutom höga temperaturer också ta hänsyn

till de låga temperaturer som uppstår under vintern (SMHI, 2021a) vilket gör det hela än mer komplext. Detta gör till exempel strategin vindstråk särskilt klurigt då den är gynnsam endast om man vill skapa svalka (Thorsson, 2012), men under dagar då svalka inte är önskvärt kan anses skapa ett besvärligt klimat eftersom den främjar vinden. I Sverige kan man tänka sig att det endast är under riktigt varma dagar som stark vind uppskattas och riktigt varma dagar inträffar generellt bara under sommarmånaderna vilka endast utgör en fjärdedel av året. Resterande tre fjärdedelar av året förstärker vinden den redan låga temperaturen (Sjöman och Slagstedt, 2015a & Thorsson, 2012). Det är därför tveksamt hur användbar strategin vindstråk är i en svensk kontext idag. I en annan kontext däremot, till exempel i ett varmare klimat utan kalla vintermånader kan strategin vara mer användbar. Värt att lyfta är dock att vindstråk kan vara användbara inte bara för att skapa svalka, utan även för att skapa cirkulation i luften och sprida ut luftföroreningar. Eftersom träd och annan vegetation kan hindra vinden och orsaka höga koncentrationer av luftföroreningar på en plats kan strategin vindstråk till exempel invid större bilvägar eller andra utsläppskällor vara ett bra komplement till gatuträd för att motverka detta (Thorsson, 2012).

KOMBINERADE KLIMATANPASSNINGÅTGÄRDER

Vid granskning av Sveriges fyra största kommuners översiktsplaner kunde vi konstatera att samtliga av de fyra kommunerna hade gedigen planering och beredskap för hur extremväder i form av skyfall ska hanteras. Samma djupgående beredskap finns dock inte för extremväder i form av höga temperatur (Malmö stad, 2018, Göteborgs stad, 2009, Stockholms stad, 2018 & Uppsala kommun, 2016). I den gällande översiktsplanen för Stockholms stad nämns till exempel skyfall hela 18 gånger medan värmebölja nämns två gånger och temperatur åtta gånger (Stockholms stad, 2018). I översiktsplan för Malmö stad nämns skyfall 15 gånger, värmebölja två gånger och temperatur 3 gånger. Alla gånger som översiktsplanen för Malmö stad nämner värmebölja eller temperatur är det i sammanhanget att dagvatten- eller skyfallsåtgärder också bidrar med temperatursänkande egenskaper (Malmö

stad, 2018). Det är tydligt att beredskap för skyfall värderas högre än beredskap för höga temperaturer och värmeböljor i dessa kommuners planarbeten. I detta arbete har vi inte undersökt varför det förhåller sig på detta sätt, men det ligger sannolikt ekonomiska incitament bakom. Även om skyfall orsakar stora materiella skador som är kostsamma att återställa, så innebär värmeböljor och även kortare perioder av hög temperatur hälsofara och en ökad dödlighet i befolkningen (Folkhälsomyndigheten, 2018a). I och med den stigande temperaturen på jorden och den framtida ökade förekomsten av extremväder (IPCC, 2021) ser vi att behovet av beredskap och planering för värmeböljor kommer att bli större i framtiden. För att möta de hälsorisker som stigande temperaturer för med sig är det därför viktigt att kommuner har en gedigen beredskap även för höga temperaturer. I takt med att medvetenheten om klimatfrågan och hälsoriskerna kopplade till värme blir större både bland politiker och medborgare, tror vi att denna snedfördelning i planarbetet kommer att jämnas ut sig. Om några år kanske det kommer att se helt annorlunda ut i kommunernas översiktsplanering.

Lyckligtvis går klimatanpassning för just skyfall, som alla undersökta kommuner har gedigen beredskap för, på många sätt hand i hand med klimatanpassning för höga temperaturer (Sjöman och Slagstedt, 2015a & Thorsson, 2012), vilket Malmö stad även lyfter i sin översiktsplan (Malmö stad, 2018). Vi ser detta som en stor möjlighet i planeringen för värmeböljor och höga temperaturer med tanke på att skyfallsfrågan än så länge fått större utrymme i kommunernas översiktsplanering. Exempelplatsen Sankt Kjelds plats är ett bra exempel på just detta. Platsen är gestaltad för att vid ett skyfall kunna ta hand om stora mängder dagvatten (SLA, U.Å.b), men designen skapar också många temperatursänkande egenskaper. Detta i och med att den täta vegetationen som skapar små fickparker med flerskiktad vegetation vilka bidrar med svalka både i form av skugga och transpiration (Balany et al, 2020 & Thorsson, 2012). En liknande koppling går att göra även med verktyget GYF vars fokus ligger på att få in ekosystemtjänster i staden. Svalka är ju en av många ekosystemtjänster som grönska bidrar med (Boverket, 2020). Breda perspektiv såsom till exempel GYF och 3-30-300 ser vi därför som en stor

möjlighet i att skapa svalka i staden, samtidigt som de också bidrar med andra viktiga ekosystemtjänster (Boverket, 2020 & Stockholms stad, 2021b). Detta trots att både GYF och 3-30-300 endast tar hänsyn till grönska och vatten respektive endast grönska och därmed missar samtliga grå strategier med genomsläppliga material som undantag (Delshammar och Falck, 2014, Boverket, 2020 & Konijnendijk van den Bosch, 2021). Även i kommunernas översiktsplanering kan vi konstatera att de grå strategierna lyser med sin frånvaro där åtgärder för svalka endast nämns i förbifarten och i samband med grönska som en strategi för dagvattenhantering (Malmö stad, 2018, Göteborgs stad, 2009, Stockholms stad, 2018 & Uppsala kommun, 2016).

MÖJLIGHETER MED SVALA MATERIAL

Kunskapsläget och medvetenheten om de många fördelarna med att ha mycket grönska i staden bedömer vi som gott och något som både kommuner och privata aktörer arbetar med aktivt (SLA, U.Åa, SLA, U.Åb, Malmö stad, 2018, Stockholm stad, 2018 m.fl.). Därför bedömer vi att de gröna strategierna vi tagit fram redan är välkända och väl använda inom fälten landskapsarkitektur och planering idag. Medvetenheten och kunskapsläget om hur man med de hårda materialen kan sänka temperaturen i staden bedömer vi däremot som sämre då ingen av kommunernas översiktsplaner tar upp detta. Kommunerna behandlar endast grönskan som en strategi för att skapa svalka, och missar därför de grå och blå strategierna helt (Malmö stad, 2018, Göteborgs stad, 2009, Stockholms stad, 2018 & Uppsala kommun, 2016). Då det oss veterligen inte finns något alternativ till hårda material inne i städer där slitaget är väldigt högt ser vi att det därför behövs större medvetenhet om även de grå strategierna för att skapa framtidens svala och klimatanpassade städer. Genom att uppmärksamma och sprida kunskap även om de grå strategiernas potential hoppas vi på att fler landskapsarkitekter och planerare tar med sig detta perspektiv in i sina projekt. Detta eftersom att man genom att välja ett svalt material på mark, fasad eller tak istället för ett mörkt kan sänka yttemperaturen lika mycket eller mer än om man till exempel plan-

terar ett träd på platsen (U.S. Environmental Protection Agency, 2012a, U.S. Environmental Protection Agency, 2012b & Thorsson, 2012). Vi vill därför särskilt lyfta den grå strategin svala material som vi ser stor potential i, i synnerhet på platser där det inte är möjligt att använda sig av gröna strategier på grund av platsbrist eller liknande. Grönska är som de flesta inom fältet redan vet en mycket viktig ingrediens i framtidens klimatsmarta städer (Balany et al., 2020, Sjöman och Slagstedt, 2015a & Konijnendijk van den Bosch, 2021), men den är inte hela lösningen på de klimatrelaterade problemen. Eftersom det oss veterligen ännu inte finns vegetativa markmaterial som klarar slitaget av tusentals fötter och fordon dagligen så gör vi bedömningen att de hårdgjorda ytorna är en viktig del även av den klimatsmarta staden, vare sig vi landskapsarkitekter och planerare vill det eller ej. Därför är även de grå strategierna en viktig del i den klimatanpassade staden och ett utmärkt sätt att begränsa de hårdgjorda ytornas negativa effekter och att stärka städernas resiliens mot klimatförändringarnas inverkan.

EXEMPELPLATSERNA

I arbetets tredje del presenteras nio exempelplatser där strategierna finns representerade. Exempelplatserna visar både hur strategierna kan se ut och fungera och att strategier för svalka i staden inte behöver vara komplicerade eller se ut på ett visst sätt. Vi vill lyfta det stora grönområdet Pildammsparken som vi tycker är ett gott exempel som i sig självt är en grön strategi, och som dessutom innehåller många andra strategier som tillsammans bildar både en helhet där strategierna förstärker varandra och skapar ekosystemtjänster och upplevelsevärden för besökare i parken. I Pildammsparken finns dock gott om yta vilket det inte alltid gör i städer där många olika funktioner ofta behöver samsas på begränsad yta. Vi vill därför även lyfta Clemensstorget som är en väldigt välbesökt och begränsad plats som behöver vara hårdgjord, men där man behållit det täta krontaket som skuggar och svalkar, och dessutom valt svala markmaterial och på stora ytor även genomsläppliga markmaterial. Mobilias torg är även en sådan plats som består av en be-

gränsad yta men krav på flera olika funktioner. Trots detta har man lyckats få in flera olika strategier. Enskilt bidrar strategierna inte till så stor temperaturskillnad men tillsammans skapar de ett behagligt klimat på platsen.

De nio exempelplatserna visar förutom på strategiernas olika skepnader och rumsskapande egenskaper även på de olika skalor som landskapsarkitekten kan arbeta i. Strategier som stora grönområden, vindstråk och öppna vattenytor är enklare att arbeta med i översiktsplaneringen då de berör hela områden och kan vara svåra att planera in på befintliga platser. De övriga strategierna som exempelvis gatuträd, svala material eller sprutande vatten går däremot att arbeta med på detaljnivå då de är enklare att få in i befintliga stadsrum. Eftersom strategierna i kombination med varandra ger en större svalkande effekt gör vi bedömningen att samtliga strategier lämpar sig bäst i en något övergripande skala såsom områden eller stadsdelar. Detta särskilt om man vill få en svalkande effekt inte bara i direkt anslutning till strategin utan i ett större område. Punktinsatser såsom ett skuggande träd vid en busshållplats eller en svalkande fontän på ett solexponerat torg kan dock vara väldigt effektiva sätt att skapa svalka just på den specifika platsen även om synergieffekterna är begränsade. Strategierna är därför användbara både i övergripande och detaljerad skala och spänner liksom landskapsarkitektens yrkesroll över en stor bredd av skalor och skeden i plan- och byggprocessen.

METODDISKUSSION

Metoden i uppsatsens teoriavsnitt har varit en litteraturstudie. Vi har sökt brett, men det är möjligt att vi har missat litteratur som kunnat påverka resultatet åt något håll. När det kommer till att tolka litteratur så påverkas tolkningen av vem det är som gör den. Den mänskliga faktorn och den subjektiva tolkningen har därför sannolikt också haft en inverkan på vårt resultat. I processen att omvandla och koncentrera teoriavsnittet till de praktiskt användbara strategierna har vår subjektiva tolkning haft särskild betydelse för resultat och strategier. En annan tolk hade därför inte nödvändigtvis kommit fram till exakt de strategier som vi kom fram till och det gör att resultatet inte är självklart eller precist.

Under hela processen har vi även fått bolla våra idéer och tankar med vår externa handledare på COWI, som bidragit med hennes erfarenheter, vilket sannolikt även har påverkat resultatet. Om detta arbete hade fått pågå under en längre tid och vi kunnat studera än mer litteratur är det även möjligt att vi också hade kommit fram till ett annat resultat och andra strategier. Även det faktum att vi är två personer som skrivit detta arbete har sannolikt också påverkat både resultat och arbetsprocess.

I arbetet med att ta fram strategierna har vi genomgående arbetat utifrån målet att ha med den information och de perspektiv som är värdefulla för en landskapsarkitekt att känna till vid planering eller gestaltning av svala platser i staden. Eftersom det finns en så stor bredd i landskapsarkitektens yrkesroll är det svårt att få med alla perspektiv som alla landskapsarkitekter skulle ha nytta av. I frågan om vilka perspektiv som är relevanta för en landskapsarkitekt har vi fått mycket input från vår externa handledare på COWI, vilket troligtvis har påverkat slutresultatet. Mer input från andra praktiserande landskapsarkitekter hade sannolikt kunnat påverka slutresultatet genom att till exempel ge oss mer kännedom om vilka delar av vårt arbete som redan är relativt allmänt känt och som vi därför inte behöver utveckla så djupgående.

Detsamma gäller givetvis även med kännedom om vilka delar av arbetet som inte är lika allmänt kända och som vi därför bör betona. På grund av arbetets begränsade tidsram var det dock inte möjligt för oss att genomföra något sådant.

Valet av platser var inte helt enkelt då vi hade svårt att hitta exempelplatser där temperaturreglering var ett uttalat fokus i designen. Kvaliteten på de exempel vi valt att ta med kan därför diskuteras då vi istället fått välja platser ur eget minne. Därför är våra platser nödvändigtvis inte utmärkta exempel på svala stadsrum, utan snarare exempel på olika typer av platser i urban miljö där vi ser temperatursänkande element. Hade vi haft mer tid hade vi kunnat göra en djupare eftersökning av platser där temperaturreglering har varit central i designen och då med säkerhet kunnat presentera svala platser. Exempelplatser med uttalat fokus på temperaturreglering hade sannolikt kunnat bidra till ett annat resultat avseende urvalet av strategier då vi kunnat utgå mer från verkliga platser än enbart från litteraturen. Vi ser trots det ett värde i att presentera platser där temperaturreglering tydligtvis inte varit ett fokus, men som trots det besitter temperaturreglerande egenskaper. Ett gott exempel på detta är maskrosbollen på Norra Latin då även den typen av platser behövs i staden. Även om det inte är en plats man i första hand tänker på som en sval plats så visar platsen exempel på vilka strategier som kan vara lämpliga för en plats som behöver hållas öppen med hårdgjort markmaterial mitt i staden.

Valet av metod för platsanalyser var inte heller självklart och föll till slut på Schibbye och Pålstams (2001) analysmetod realistisk byanalys då vi tyckte att den realistiska byanalysens strukturalistiska ansats där fokus ligger på det visuella och platsens fysiska utformning passade exempelplatsernas syfte i arbetet väl. Eftersom den är en omfattande och djupgående analysmetod tänkt för analys av stadsdelar och hela städer har vi förenklat den för att bättre passa vårt arbete och våra mindre exempelplatser, vilket har påverkat analysernas resultat i hög grad. En bredare och mer djupgående analys som till exempel den realistiska byanalysen i sin ursprungliga form hade kun-

nat ge oss en större förståelse för platsernas sammanhang, både historiska och fysiska. Denna förståelse bedömer vi hade varit viktig om vi till exempel haft för avsikt att föreslå förändringar på platserna. Då vårt syfte med exempelplatserna endast varit att analysera och beskriva platsernas befintliga utformning och struktur samt att identifiera strategier för svalka på platserna bedömdes en mer djupgående analys som onödig. Därför förenklades analysmetoden till att endast innefatta den realistiska byanalysens andra steg: överordnade strukturella element och att få fram platsens primära element. Vi valde analysmetod utefter den kunskap vi hade vid tillfället och den tid vi hade möjlighet att avsätta för detta val. Om vi haft möjlighet att djupare studera olika analysmetoder är det möjligt att vi valt en annan metod för platsanalyserna som i sin ursprungliga form kunnat passa vårt arbete bättre.

AVSLUTANDE SLUTSATSER

Sammantaget visar detta arbete att det finns många olika sätt för en landskapsarkitekt att arbeta på för att skapa svalka i staden. En första viktig slutsats som vi drar utifrån arbetet är att den åtgärd som är det mest effektiva sättet att skapa svalka i staden är att föra in grönska i olika former samt att den viktigaste aspekten vid val av växtlighet är sammanhängande skugga. Ju mer skugga den ger, desto bättre. Grönska i staden skapar dessutom otaliga synergieffekter i form av ekosystemtjänster som man får "på köpet". Detta är dock ingen nyhet för landskapsarkitekten, utan kan snarare ses som en bekräftelse på och ännu ett argument för det som landskapsarkitekter redan vet: att ju mer grönska, desto bättre.

En andra slutsats som vi drar utifrån detta arbete är att även om grönska är ett bra sätt att skapa svalka i staden, så är det inte möjligt att täcka alla stadens ytor av grönska eftersom staden behöver inrymma fler funktioner än bara temperaturreglering. Där ser vi att de grå strategierna har en viktig roll att spela.

Vidare har vi genomgående i detta arbete haft svårt att hitta landskap-sarkitektur- och planeringsprojekt i vår närhet där temperatur varit ett uttalat fokus. Detta faktum, tillsammans med att vi i de studerade kommunernas översiktsplaner fann få uttalade strategier för att utforma den fysiska miljön med hänsyn till temperatur gör att vi ser utvecklingspotential i kommunernas planarbete, vilket också är en viktig slutsats att dra från detta arbete. Vi har inte haft några svårigheter att hitta information om hur temperaturen påverkas av stadens rumsliga element, så kunskapsläget bedömer vi som gott. I och med att klimatförändringarna redan är märkbara och att klimatet utifrån dagens forskningsläge inte bedöms bli kallare ser vi dock behovet av mer gedigen planering och beredskap i den övergripande planeringen samt ett större uttalat fokus på svalka i gestaltningen av platser i staden. För att ge mer tyngd åt argumentationen ser vi att de breda perspektiven GYF och 3, 30, 300 ger stora möjligheter att få in svalka i staden tillsammans med andra ekosystemtjänster. Eftersom poängsättningen i GYF går att anpassa efter ändamål ser vi särskilt stora möjligheter med GYF, och i framtiden kanske vi kan få se en anpassad GYF som tar hänsyn till även de grå strategierna.

KÄLLFÖRTECKNING

AJ Landskap (U.Å) Grönskande gaturum i Norra Djurgårdsstaden. <http://www.aj-landskap.se/projekt/jaktgatan/> [2022-01-24]

Alexandri, E. & Jones, P. (2006). *Temperature decreases in an urban canyon do to green walls and green roofs in diverse climates*. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0360132306003957?token=58C16CB2CB39C95FF6A7B0AF0DBC1ABDBDA8FFEE0E4DBE63C230C7D50B0F28105E99CE73AFA624338181A282ADA2C2CD&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220118083922> [2022-01-15]

Baden-Württemberg Ministry of transport and infrastructure & Labor and Housing (2012). *Climate booklet for urban development – indications for urban land-use planning*. <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=45&p2=4.3.2> [2022-05-23]

Balany, F., Ng, A., Muttill, N., Muthukumaran, S. & Wong, M S. (2020). *Green Infrastructure as an Urban Heat Island Mitigation Strategy-A Review*. *Water*. 12 (12):3577. <https://doi.org/10.3390/w12123577>

Bernes, C. (2016). *En varmare värld: växthuseffekten och klimatets förändringar*. Tredje upplagan [Stockholm]: Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-1300-4.pdf> [2021-11-22]

Bilgili, B C., Şahin, Ş., Yilmaz, O., Gürbüz, F. & Kaşko Arici, Y. (2013). *Temperature distribution and the cooling effects on three urban parks in Ankara, Turkey*. *Int. J. Global Warming*, Vol. 5, No. 3, pp. 296-310

Boverket (2019)a. *Urbanisering*. <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsmarknad/bostadsforsorjning/flyttningar/urbanisering/> [2021-11-12]

Boverket (2019)b. *Grönska och vatten reglerar temperaturen vid värmeboljor*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/naturen/betydelse/reglerar-temp/> [2021-11-22]

Boverket (2020). *Grönytefaktor – räkna med ekosystemtjänster*. [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjänster/verktyg/gronytefaktor/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/gronytefaktor/) [2021-12-09]

Cameron, W.F. R., Taylor, J.E. & Emmett, M.R. (2013). *What's "cool" in the world of green façades? How plant choice influences the cooling properties of green walls*. *Building and Environment* 73: 198-207.

Castleton, H.F., Stovin, V., Beck, S.B.M. & Davison, J.B. (2010). *Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit*. *Energy and Buildings*, 42 (10), 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.004>

Chen, D., Wang, X., Thatcher, M., Barnett, G., Kachenko, A. & Prince, R. (2014). *Urban vegetation for reducing heat related mortality*. *Environmental Pollution*. Vol. 192, s.275-284. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.002> [2022-03-15]

Deak Sjöman, J., Hirons, A., Bassuk, N. & Sjöman, H. (2021). *Plant and Wood Area Index of Solitary Trees for Urban Contexts in Nordic Cities*. (47(6):252–266) *Arboriculture & Urban Forestry*. <https://doi.org/10.48044/jauf.2021.022> [2022-05-20]

Delshammar, T. & Falck, M. (2014). *Grönytefaktorn i Sverige*. Alnarp: Fakulteten för landskap-sarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.

Ekelund, N. & Miljöförvaltningen Stockholm stad (2007). *Effekten på den biologiska mångfalden av ett förändrat klimat*. https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/natur/Klimat-Biologisk_mangfald.pdf [2021-12-03]
Essunga plantskola (U.Å) <http://www.essungaplantskola.se/default.aspx> [2022-06-12]

European Environment Agency (2020). *Climate change mitigation*. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/intro> [2021-11-29]

Folkhälsomyndigheten (2018)a. *Värmestress i urban utomhusmiljö - Förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/e5286456e91c442a923c6884d84f79be/varmestress-urbana-utomhusmiljoer-18061-webb-181112.pdf> [2021-12-06]

Folkhälsomyndigheten (2018)b. *Värmestress i urbana inomhusmiljöer -Förekomst och åtgärder i befintlig bebyggelse*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/00c0393a-36f745638a58f657be7a9133/varmestress-urbana-inomhusmiljoer-18060-webb.pdf> [2021-12-05]

Fransson, A.-M., Emilsson, T., Dimitrova Mårtensson, L.-M., Rosenlund, H., Månsson, K. & Kronvall, J. (2013). *Gröna väggar i skandinaviskt klimat*. Alnarp: Movium. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-p-116961> [2022-04-16]

Globala målen (2021). *Bekämpa klimatförändringarna*. <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-13-bekampa-klimatforandringarna/> [2021-12-09]

Gunnarsson, A., Jansson, M., Fors, H. & Kristensson, E. (2012) *Vegetationsstyrning för ökad trygghet*. (Landskap trädgård jordbruk 2012:13) Alnarp: Landskapsutveckling, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://pub.epsilon.slu.se/9014/> [2022-04-20]

Göteborgs stad (2009). *Översiktsplan för Göteborg*. Göteborg: Göteborgs stad

Göteborgs stad (U.Å) *Förslag till ny översiktsplan för Göteborg*. <https://oversiktsplan-forslag-antagande.goteborg.se/> [2021-12-18]

Haaland, C., Fransson, A.-M., Kruuse af Verchou, A., Emilsson, T. & Malmberg, J. (2018). *Gröna tak för biologisk mångfald*. Alnarp: MOVIUM. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-p-116869> [2022-03-20]

Haney, J. J. & Worch, E. A. (2011) *Assessing a Children's Zoo Designed to Promote Science Learning Behavior through Active Play: How Does It Measure Up?* Children, Youth and Environments, vol. 21 (2), ss. 383–407. <https://www.jstor.org/stable/10.7721/chilyoutenvi.21.2.0383> [2022-05-02]

Hewitt, E. (2021). *Why "tiny forests" are popping up in big cities.* <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/why-tiny-forests-are-popping-up-in-big-cities> [2022-05-25]

Holden, J (red.) (2017). *An introduction to physical geography and the environment.* 4. ed. Harlow, England: Pearson Prentice Hall

Hou, J., Wang, Y., Zhou, D., & Gao, Z. (2022) *Environmental Effects from Pocket Park Design According to District Planning Patterns—Cases from Xi'an, China.* <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/2/300/htm> [2022-04-25]

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf [2022-01-12]

Jansson, K. & Persson, B. (2019). *Kan växtväggar ersätta grönska på marken?* Alnarp: Movium. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-p-116728> [2022-03-20]

Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J. & Bonn, A. (red.) (2017). *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice.* Cham: Springer International Publishing

Klemm, W., Heusinkveld, B G., Lenzholzer, S. & van Hove, B. (2015). *Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort.* Landscape and urban planning, 138, s.87–98.

Klimatanpassning (2020) *Parisavtalet i korthet.* <https://www.klimatanpassning.se/vem-gor-vad/parisavtalet/parisavtalet-i-korthet-1.163105> [2021-12-09]

Konijnendijk van den Bosch, C. (2021) *Promoting health and wellbeing through urban forests - Introducing the 3-30-300 rule.* <https://iucnurbanalliance.org/promoting-health-and-wellbeing-through-urban-forests-introducing-the-3-30-300-rule/> [2022-02-14]

Lehnert, M., Tokar, V., Jurek, M. & Geletic, J. (2020). *Summer thermal comfort in Czech cities: measured effects of blue and green features in city centres.* International Journal of Biometeorology 65, 1277–1289 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02010-y> [2022-03-10]

Lenninger, A. (2011). *Vattenvett.* Alnarp: Movium. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-p-116980> [2022-06-05]

Li, H. (2016). *Pavement materials for heat island mitigation : design and management strategies.* Oxford, UK: Elsevier Science.

Lin, P., Siu Yo Lau, S., Qin, H. & Gou, Z. (2017) *Effect of urban planning indicators on urban heat island: a case study of pocket parks in high-rise high-density environment.* <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0169204617302554?token=847AC25C7E76F82B54249AC29B05A439C25A81EB3B2F065DD798A4A32D372E48CB25E6DF56B082527143F701343E05FD&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220302091601> [2022-03-02]

Länsstyrelserna (2012). *Klimatanpassning i fysisk planering- Vägledning från länsstyrelserna.* <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.76f16c3d1665eba4c3e6bb2/1539780768155/klimatanpassning-fysisk-planering-201203.pdf> [2021-11-25]

Malmö stad (2018). *Översiktsplan för Malmö - Planstrategi.* Malmö: Malmö stad

Malmö stad (2021)a. *Pildammsparken.* <https://malmo.se/Uppleva-och-gora/Natur-och-parker/Parker-i-Malmo/Pildammsparken.html> [2022-04-05]

Matschke Ekholm, H., Nilsson, Å. & Isaksson Lantto, F. (2021) *Klimatanpassning 2021- Så långt har Sveriges kommuner kommit.* (C601). Stockholm: IVL Sveriges miljöinstitut.

Met Office (U.Å) *What is a heat wave?* <https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/temperature/heatwave> [2022-03-25]

Nationalencyklopedin (U.Å). *Värmebölja.* <https://www.ne.se/uppslagsverk/ordbok/svensk/v%C3%A4rmeb%C3%B6lja> [2022-03-25]

Naturskyddsföreningen (2021) *Skogsbränder och klimatförändringar - hur hänger de ihop?* <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/skogsbrander-och-klimatforandringar-hur-hanger-de-ihop/> [2022-03-29]

Naturvårdsverket (2019) *Om invasiva främmande arter - Ett växande problem där din hjälp behövs.* <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/8800/978-91-620-8819-4.pdf> [2022-01-11]

Naturvårdsverket (2021)a. *Vad är albedo?* <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/vad-ar-albedo/> [2022-02-16]

Naturvårdsverket (2021)b. *Naturbaserade lösningar.* <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7016-2.pdf> [2022-04-17]

Nishimura, N., Nomura, T., Iyota, H. & Kimoto, S. (1998) *NOVEL WATER FACILITIES FOR CREATION OF COMFORTABLE URBAN MICROMETEOROLOGY,* Solar Energy, vol. 64, no. 4, pp. 197-207
Nordh, H., Hartig, T., Hagerhall, C.M. & Fry, G. (2009) *Components of small urban parks that predict the possibility for restoration.* ScienceDirect, vol. 8, no. 4, s. 225-322

Ohlsson, J. & Josefsson, W. (red.) (2015). *Skyfallsuppdraget ett regeringsuppdrag till SMHI* [Elektronisk resurs]. SMHI, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska institut. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:948110/FULLTEXT01.pdf> [2021-12-10]

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K.K.Y. & Rowe, B. (2007) *Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services*. Bioscience, vol. 57, no. 10, s. 823-833

Oke, T.R. (1987). *Boundary layer climates*. 2. ed. London: Routledge

Park, J., Kim, J.-H., Lee, D.-K., Park, C.-Y. & Jeong, S.-G. (2017). *The influence of small green space type and structure at the street level on urban heat island mitigation*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866716301194#>

Perovich, D.K., Grenfell, T. C., Light, B. & Hobbs, P. V. (2002). *Seasonal evolution of the albedo of multiyear Arctic sea ice*. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, volym 107 [2022-03-30]

Persson, A.S. & Smith, H.G. (2014). *Biologiska mångfald i urbana miljöer -Förutsättningar, fördelar och förvaltning*. https://www.cec.lu.se/sv/sites/cec.lu.se/sv/files/urban_biodiversitet_final_20140515.pdf [2021-12-03]

Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C.-M. (2021). *Grönataghandboken*. 2. uppl. Stockholm: Svensk byggtjänst

Radhi, H., Fikry, F. & Sharples, S. (2013). *Impacts of urbanisation on the thermal behaviour of new built up environments: A scoping study of the urban heat island in Bahrain*. *Landscaping and urban planning*, 113, ss.47-61. www.sciencedirect.com [2021-12-13]

Regeringskansliet (2020) *Mål för miljö och klimat*. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/miljo-och-klimat/mal-for-miljo/> [2021-12-09]

Regeringskansliet (2021) *Klimatmötet i Glasgow måste hålla 1,5 gradersmålet inom räckhåll*. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2021/10/klimatmotet-i-glasgow-maste-halla-15-graders-malet-inom-rackhall/> [2021-12-09]

Rinner, C., & Hussain, M. (2011). *Toronto's urban heat island—Exploring the relationship between land use and surface temperature*. *Remote Sensing*, 3(6), 1251-1265.

Sanusi, R. & Livesley, S.J. (2020). *London Plane trees (Platanus x acerifolia) before, during and after a heatwave: Losing leaves mean less cooling effect*. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 54.

SCB (2021). *Tätorter i Sverige*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/tatorter-i-sverige/?e-57135910=open#e-57135910> [2021-02-16]

Schibbye, B & Pålstam, Y (2001). *Landskap i fokus: utvärdering av metoder för landskapsanalys*. Stockholm: Riksantikvarieämbetets förlag

Schipperijn, J., Pillmann, W., Tyrväinen, L., Mäkinen, K. & O'Sullivan, R. (2005). *Information for Urban Forest Planning and Management*. I Konijnendijk, C, Nilsson, K, Randrup, T, Schipperijn, J. (red.) *Urban forests and trees A Reference Book*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.) (2015)a. *Träd i urbana landskap*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur

Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.) (2015)b. *Stadssträdslexikon*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur

Sjöman, H., Deak Sjöman, J. & Slagstedt, J. (2022). *Skapa dagvattenlösningar med regnbäddar*. Alnarp: Movium <https://www.movium.slu.se/produkter-amp-tjanster/faktablad?article=skapa-dagvattenlosningar-med-regnbaddar> [2022-07-20]

Sjövist, E., Abdoush, D. & Axén, J. (2019). *Sommaren 2018 - en glimt av framtiden?* [Elektronisk resurs]. SMHI, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska institut. http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.149158!/Klimatologi_52.pdf [2022-03-01]

SLA (U.Å.)a. *The city dune / SEB bank*. <https://www.sla.dk/cases/the-city-dune-seb/> [2022-01-11]

SLA (U.Å.)b. *Sankt Kjeld's Square and Bryggervangen*. <https://www.sla.dk/cases/sankt-kjelds-square-and-bryggervangen/> [2022-01-11]

SMHI (2020)a. *Snötäcket utbredning och varaktighet*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/snotackets-utbredning-och-varaktighet-1.6323> [2022-02-14]

SMHI (2020)b. *Fysisk planering i ett varmare klimat*. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29467.pdf> [2021-11-22]

SMHI (2021)a. *Sveriges klimat*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat> [2022-03-01]

SMHI (2021)b. *Naturliga faktorer som påverkar klimatet*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatpaverkan/naturliga-faktorer-som-paverkar-klimatet-1.3831> [2022-03-01]

SMHI (2021)c. *Vad betyder + 2 C global temperaturökning för Sverige?* <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-forandras/vad-betyder-2-c-global-temperaturokning-for-sveriges-klimat-1.92072> [2022-03-02]

SMHI (2021)d. *Vind i Sverige*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/vind-i-sverige-1.31309> [2022-05-02]

SMHI (2021)e. *Upplevd temperatur*. [Upplevd temperatur | SMHI](https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/upplevd-temperatur) [2022-05-13]

SMHI (2022) *Värmebolja*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/varmebolja-1.22372> [2022-03-25]

Steenefeld, G. J., Koopmans, S., Heusinkveld, B. G., Van Hove, L. W. A., & Holtslag, A. A. M. (2011). *Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984–2012), 116(D20).

Stockholms arkitektförening (2021). *AJ Landskap* [Video] https://www.youtube.com/watch?v=o8CsNCHWpGM&t=2083s&ab_channel=StockholmsArkitektf%C3%B6rening%2FTheStockholmAssociationofArchitects [2022-01-11]

Stockholms stad (2017). *Växtbäddar i Stockholms stad - En handbok 2017*. <https://www.trollhattan.se/globalassets/dokument/trafik-och-infrastruktur/nya-drottningtorget/stockholmsmodellen.pdf> [2022-05-27]

Stockholms stad (2018) *Översiktsplan för Stockholm*. Stockholm: Stockholms stad

Stockholms Stad (2021) b. *GYF - Grönytefaktor för kvartersmark Norra Djurgårdsstaden*. https://www.norradjurgardsstaden2030.se/wp-content/uploads/2021/04/Gronytefaktor_for_kvartersmark_norra_djurgardsstaden_210201.pdf [2022-01-18]

Sveriges riksdag (2017) *Klimatlagen (2017:720)*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/klimatlag-2017720_sfs-2017-720 [2022-03-28]

Thom, J.K., Livesley, S.J., Fletcher, T.D., Farrell, C., Arndt, S.K., Konarska, J. & Szota, C. (2021). *Selecting tree species with high transpiration and drought avoidance to optimise runoff reduction in passive irrigation systems*. *Science of the Total Environment*, vol. 812.

Thorsson, S. (2012). *Stadsklimatet - Åtgärder för att sänka temperaturen i bebyggda områden*. (FOI-R-3415-SE) Göteborg. Totalförsvarets forskningsinstitut.

U.S. Environmental Protection Agency (2012)a. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Cool Pavements*. <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium> [2022-01-10].

U.S. Environmental Protection Agency (2012)b. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Cool roofs*. <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium> [2022-01-10].

U.S. Environmental Protection Agency (2012)c. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Green roofs*. <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium> [2022-01-10].

Uppsala kommun (2016) *Översiktsplan 2016 för Uppsala kommun*. Uppsala kommun: Uppsala

Wadmark, A. & Carlquist, S. (2009). *Klätterväxter i den urbana miljön*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. <https://stud.epsilon.slu.se/98/> [2022-03-05]

Wang, C., Wang, Z-H., Kaloush, K E. & Shacat, J. (2021). *Cooling pavements for urban heat island mitigation: A synthetic review*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121004603> [2021-12-09]

White arkitekter (U.Å) *Clemenstorget, Lund*. <https://whitearkitekter.com/se/projekt/clemenstorget-lund/> [2022-04-05]

Wikenståhl, M. (2014). *Planering för en varmare stad - Klimatanpassning av den fysiska miljön Systemstudie för översiktsplan 2016*. <https://www.uppsala.se/contentassets/fb119146f47f47c4b0e5d151a63e7e81/op2016-underlagsrapport-planering-for-en-varmare-stad.pdf> [2021-12-13]

Wu, C., Li, J., Wang, C., Song, C., Haase, D., Breuste, J. & Finka, M. (2021). *Estimating the Cooling Effect of Pocket Green Space in High Density Urban Areas in Shanghai, China*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.657969/full> [2022-01-03]

FIGURER & TABELLER

Figur 4. Bild av de 17 globala målen. (Illustration: Globala målen, U.Å.)

Tabell 1. Tabell med olika materials albedo. (Perovich et al., 2002 & Oke, 1987)

Tabell 2. Tabell över olika materials albedo. (Oke, 1987)

Tabell 3. Illustration över strategierna graderade utefter dess potential att sänka temperaturen i staden.