



Tredimensionella klätterväxter

- potentialen i att använda fristående klätterväxter som alternativ till konventionella stadsträd för att skapa urbana ekosystemtjänster

Martin Brattström

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

Tredimensionella klätterväxter – potentialen i att använda fristående klätterväxter som alternativ till konventionella stadsträd för att skapa urbana ekosystemtjänster.

Three-dimensional climbing plants – the potential of using free-standing climbing plants as an alternative to conventional street trees with the aim of creating urban ecosystem services.

Martin Brattström

Handledare: Stefan Sundblad, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator: Allan Gunnarsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Bitr. examinator: Stefan Lindberg, 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: Författarens egen bild med bearbetning.

Nyckelord: Klätterväxter, Slingerväxter, Klängväxter, Klätterstöd, Fristående, Reglerande, Kulturella, Ekosystemtjänster, Gestaltning, Urban, Stad

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

SAMMANFATTNING

Att de ekosystemtjänster som stadsträd levererar spelar en avgörande roll när det kommer till att skapa hållbara och kvalitativa städer är väl belagt. Likväl uppstår det ofta konflikter när denna kunskap ska omsättas i praktiken. I staden råder det nämligen inte sällan brist på utrymme både ovan och under mark. I värsta fall leder detta till att bedömningen blir att ett träd med tillhörande krona och rotsystem inte får plats. Därmed går också de positiva effekter som samma träd hade kunnat leverera förlorade.

Samtidigt ökar kunskapen om att förtätning, klimatförändringar och sjukdomar utgör ett allt större hot mot den konventionella användningen av stadsträd. Detta gör att vi behöver hitta nya och fler metoder för hur framtidens urbana vegetationsbyggande kan se ut.

En metod som fysiskt, estetiskt och funktionellt har potential att utgöra ett komplement till dagens gatuträd är att använda fristående klätterväxter. Genom att erbjuda denna grupp av växter ett för ändamålet gestaltat klätterstöd kan dessa arter placeras fritt i gaturummet. Där har de potential att generera ekosystemtjänster som traditionellt är förknippade med gatuträd.

Trots att litteraturen när det kommer till klätterväxters förmåga att generera ekosystemtjänster inte är heltäckande finns det stöd för att denna vegetationslösning på vissa punkter kan förväntas fungera. Därtill visar resultaten att fördelarna med att använda fristående klätterväxter bland annat inkluderar ett förhållandevis mindre rotsystem samt möjligheten att anpassa grönvolymen efter platsens rumsliga förutsättningar.

ABSTRACT

It is a well-known fact that the ecosystem services provided by the urban trees plays an important part in ensuring sustainable environments for the urban population. Nevertheless, conflicts often arise when this knowledge is to be put into practice. This due to the recurring problem with lack of space above and below ground in the urban environment. In worst case, this leads to the decision that there isn't enough space for a tree. Thus, the positive services that the same tree could have delivered are lost.

At the same time, there is a growing awareness that densification, climate change and diseases are an increasing threat to the conventional use of urban trees. This means that we need to find new and additional methods regarding the creation of the urban vegetation of the future.

One method that physically, aesthetically and functionally has the potential to be an alternative to urban trees is to use free-standing climbing plants. By offering this group of plants a climbing support designed for this specific purpose, these species can be placed independently in the streetscape. There, they have the potential to generate ecosystem services that are traditionally associated with trees.

Although the literature regarding climbing plant's ability to generate ecosystem services is not comprehensive, the results show that this method can be expected to work to some extent. In addition, the results show that the advantages of using free-standing climbing plants include a relatively smaller root system and the possibility of tailoring the vegetation to the spatial limitations of the site.

TACK

Med följande arbete avslutar jag den resa som startade i september 2017 när jag började på Landskapsarkitektprogrammet i Alnarp. Det är många som ska ha tack för att de utgjort en viktig del av min utbildning och i skapandet av detta examensarbete.

Till Stefan Sundblad för fint samarbete, handfast vägledning och knivskarp input. Att få ha dig som handledare på inte bara ett utan två examensarbeten har varit en ära. Tack å det hjärtligaste.

Till Patrick Bellan för att du med din förmåga att entusiasmera, din kunskap och din uppmuntran fick mig att förstå det fina med vegetation. Du fick någon som inte kunde se skillnad på tall och björk att fem år senare skriva ett examensarbete i vegetationsbyggnad. Det ska du ha stort tack för!

Till alla fina själar som har förgyllt min studietid och till Astrid för att du är du (och för att du korrekturläste arbetet såklart).

Sist men inte minst ett stort tack till edge för gästfriheten, för hejaropen, för sällskapet och för den bottenlösa tillgången på kaffe.

Tillsammans för framtidens gröna städer!



Martin Brattström,
Malmö
Maj 2022

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning

Abstract

Tack

INLEDNING

Bakgrund.....	1
Mål, Syfte och Målgrupp	1
Frågeställning	2
Metod och Avgränsningar.....	2
Begreppsförklaringar.....	2

BEHOVET AV URBAN GRÖNSKA (Del 1)

Stadens utmaningar.....	4
Ekosystemtjänster	4
<i>Vad är ekosystemtjänster?</i>	4
<i>Reglerande ekosystemtjänster</i>	6
<i>Kulturella ekosystemtjänster</i>	6
Urban ekologi - Staden som växtplats.....	7

KLÄTTERVÄXTER (Del 2)

Klätterväxter - en introduktion	8
Typer av klätterväxter	9
<i>Självklattrande växter</i>	10
<i>Slingrande växter</i>	10
<i>Klängande växter</i>	11

<i>Hak- och spärrklattrande växter</i>	12
Val av klätterväxter	13
Växtbäddsutformning.....	14
<i>Klätterväxters rotsystem</i>	14
<i>Dimensioner</i>	15
<i>Växtsubstrat</i>	17
<i>Ovanjordiska planteringskärl</i>	17
Etablering	17
Skötsel.....	18
Klätterväxters förmåga att leverera ekosystemtjänster	18
<i>Reglering av lokalklimatet</i>	19
<i>Skugga</i>	19
<i>Evapotranspiration</i>	19
<i>Vind</i>	20
<i>Luftrening</i>	21
<i>Dagvattenreglering</i>	21
<i>Kulturella ekosystemtjänster</i>	22

GESTALTNING AV KLÄTTERSTÖD (Del 3)

Designspecifikation.....	24
Konventionella klättestöd	25
<i>Klättestöd för slingrande växter</i>	25
<i>Klättestöd för klängande växter</i>	26
Material	26
<i>Trä</i>	26
<i>Metall</i>	27
<i>Fiberarmerad plast</i>	28
Gestaltningprocess	28
<i>Uppföljning av designspecifikationen</i>	28
<i>Gestaltningsskoncept - Med stadsträden som inspiration</i> 30	

<i>Gestaltningsskoncept</i>	31
<i>Gestaltning - formförslag</i>	32
<i>"Klätterväxter på besök" - Applicering i en temporär kontext</i>	34

Gestaltningsskoncept med slutprodukt. 34

DISKUSSION..... 36

SLUTSATS

REFERENSER

Tryckta källor

Elektroniska källor

Figurförteckning.....

BILAGA 1: VÄXTLISTA

PUBLICERING OCH ARKIVERING

INLEDNING

BAKGRUND

Bakgrunden till arbetet går att sammanfatta i följande fem ställningstaganden:

(i) *Grönska i allmänhet och träd i synnerhet behövs i våra städer för att nödvändiga ekosystemtjänster ska kunna säkerställas.*

Att en välfungerande urban grönstruktur bidrar till sociala-, ekonomiska-, ekologiska-, klimatmässiga- samt estetiska fördelar i våra städer är väl vetenskapligt belagt. Vidare är beståndet av stadsträd en essentiell och tongivande del i just denna grönstruktur. Ett ökat mentalt- och fysiskt välbefinnande, ett behagligt mikroklimat, samt förmågan att agera identitets- och rumsskapande i gatumiljö, är bara några av de positiva effekter som går att tillskriva stadsträden (Tyrväinen et al. 2005).

(ii) *Det är inte alltid ett träd får plats i gatumiljö på grund av bristen på utrymme för krona och rotsystem.*

Framförallt i gatumiljö kan utrymmet vara en begränsande faktor. Ovan jord är det husfasader, lyktstolpar och trafik som konkurrerar om utrymmet, medan rötter, kablar och kulvertar gör detsamma under jord. Detta leder antingen till en kostsam skötselkonflikt med träd som ej får en god naturlig utveckling, alternativt att träd väljs bort helt som vegetationselement. Båda utfallen har en negativ inverkan på säkerställandet av urbana ekosystemtjänster (Deak Sjöman et al. 2015).

(iii) *För att vara bättre rustade inför framtiden behöver artmängdalen i städerna breddas.*

En bred mångfald av arter i en stad är en viktig förutsättning för att kunna säkerställa en långsiktigt hållbar och livskraftig urban grönstruktur. De eventuella effekterna av artspecifika sjukdomar och skadedjur minskar därtill när en stads växtbestånd inte enbart består av ett fåtal arter. Även klimatförändringar med ökade temperaturer och ändrade växtförhållanden är ännu en anledning att använda flera olika arter i urbana sammanhang (Sjöman & Östberg 2019; Sjöman et al. 2016; Sjöman et al. 2012).

(iv) *I takt med den urbana förtätningen behövs nya metoder för att säkerställa grönskans plats i framtidens städer.*

Dagens samhällsbyggnadsnorm, där förtätning och höjdtillväxt används som ett verktyg för platseffektivisering, sker inte sällan på bekostnad av grönstrukturen i staden (Haaland & Konijnendijk 2015). Jim (2013) menar att urbana växtgestaltare därför måste våga vara nytänkande och innovativa. Detta för att säkerställa grönskan, med alla dess positiva effekter, även i framtidens täta städer. Ett förslag på en plats som med innovation om möjligt bör gröngöras är enligt Haaland och Konijnendijk (2015) trånga gaturum som idag inte rymmer fullvuxna träd.

(v) *Klättrväxter har potential att skapa grönska även i trånga utrymmen.*

Enligt Vogt et al. (2013) har klättrväxter förmåga att skapa grönska på platser där utrymme är en begränsande faktor. Denna egenskap gör klättrväxter till en viktig pusselbit för att säkerställa urban vegetation, och därmed även sunda levnadsförhållanden, i den allt tätare staden. För att öka användningen av klättrväxter krävs det nya tekniska lösningar och användningsområden, som kan

fungera som ett komplement till den traditionella användningen av klättrväxter.

Kunskapen om att det med relativt osofistikerade klättrstöd går att skapa klättrande vegetation som kan nå höjder motsvarande flera våningar, vittnar om potentialen med att använda klättrväxter mer och på nya sätt menar Dunnet och Kingsbury (2004). Med rätt val av art och klättrstöd är detta således en typ av vegetation som kan skräddarsys för ändamålet och platsen, fortsätter författarna.

I det av innovationsmyndigheten Vinnova finansierade forskningsprojektet *BiodiverCity* lyfts potentialen i att använda klättrväxter som urbant vegetationselement fram. En delrapport slår fast att i miljöer där det är olämpligt att plantera träd kan grönska säkerställas genom att klättrväxter används i kombination med olika typer av strukturer. Genom att leda ut klättrväxter över vistelse-tytor kan till exempel dess skuggverkan utnyttjas (Andersson 2017).

Som platseffektivt vegetationselement menar Shu et al. (2020) att klättrväxter idag har försummats till förmån för mer tekniska lösningar med odlingsfickor och bevattningssystem. Detta sker trots att dessa lösningar i regel är dyrare att både installera och sköta om jämfört med att utnyttja spaljerade klättrväxter.

MÅL, SYFTE OCH MÅLGRUPP

Detta arbete har en målsättning som består av två parallella mål. Det första målet handlar om att undersöka potentialen i att använda fristående klättrväxter som alternativ till konventionell stadsträdsanvändning, för de situationer där träd inte bedöms som lämpliga. Detta görs genom en riktad sammanställning av kunskapsläget i ämnet till dags dato. Potentialen i förslaget bedöms med

ekosystemtjänster som bedömningsmall och där stadsträdens förmåga att generera ekosystemtjänster står som förebild. Det andra målet i arbetet består av att genom en gestaltungsprocess utforma ett fristående klätterstöd som ger klätterväxter rätt förutsättningar att uppfylla kraven formulerade i det första målet. Utformningen görs med hänsyn till både funktion och estetik. Genom att kombinera dessa två mål är ambitionen att förena befintlig kunskap med innovation, för att på så vis försöka skapa en evidensbaserad alternativ vegetationsbyggnadsmetod.

Syftet med arbetet är att öka kunskapen om klätterväxters användningspotential, samt att visa på möjligheten att flytta denna växtgrupp, som traditionellt är förknippad med fasader, ut i gaturummet. Genom att göra detta har vi möjlighet att stärka och diversifiera den urbana grönstrukturen, samt addera ännu ett redskap i den gröna verktygslådan.

Målgruppen för arbetet är nuvarande och framtida samhällsbyggare med ett särskilt intresse för urban vegetationsbyggnad. Detta innefattar således både yrkesverksamma och studerande inom kunskapsfält som kan kopplas till detta ämne. Ambitionen är att skapa ett arbete som har förmågan att fungera inspirerande. Samtidigt ska arbetet tillhandahålla en konkret sammanfattande redogörelse över hur kunskapsläget inom ämnet ser ut, samt hur detta kan omsättas till praktik inom ramen för min frågeställning.

FRÅGESTÄLLNING

För att uppnå mål och syfte utgår arbetet från följande tre frågeställningar:

- *Vad karakteriserar klätterväxter som växtgrupp och hur kan detta omsättas vid urbant vegetationsbyggande?*
- *Är det möjligt att med klätterväxter, i kombination med ett för ändamålet gestaltat fristående växtstöd, uppnå några av de ekosystemtjänster och kvaliteter som är förknippade med stadsträd?*
- *Hur skulle ovan nämnda fristående klätterstöd kunna utformas för att ge klätterväxter möjlighet att skapa tredimensionell grönska?*

METOD OCH AVGRÄNSNINGAR

Metoden för arbetet är en kombination av litteraturstudie och designmetodik. Arbetets resultatdel är indelad i tre delar, varav de två första delarna *Behovet av urban grönska (del 1)* och *Klätterväxter (del 2)* utgörs av en renodlad litteraturstudie. Den tredje delen *Gestaltning av klätterstöd (del 3)* kan ses som en hybrid mellan en litteraturstudie och designmetodik. Målet är således att i den tredje delen producera en evidensbaserad gestaltning som tar hänsyn till såväl klätterväxters behov som ekosystemtjänsternas eventuella krav på form, men som även berör frågor gällande estetik.

Litteratursökningen har i huvudsak gjorts genom SLU bibliotekets söktjänst *Primo*, Googles *Google Scholar* samt det vetenskapliga förlaget Elseviers sökmotor *Scopus*. Referenserna i den litteratur som bedömdes vara relevant studerades därefter, för att på så vis kunna identifiera annan relevant litteratur för arbetet och frågeställningen.

Designmetodiken är framförallt hämtad från kunskapsområden kopplade till industridesign.

Avgränsningarna i arbetet har gjorts till att inte beröra klätterväxter som fasadvegetation, eftersom detta dels

inte går att likställa med fristående gatuträd, men även då fasadvegetation redan är ett konventionellt och framgångsrikt beprövat användningsområde för klätterväxter. Inte heller berör arbetet andra typer av vertikala vegetationselement, beroende av tekniska lösningar med närings- och bevattningssystem, utan kommer att utgå från en konventionell växtbädd i markplan. Därtill kommer arbetet inte att göra anspråk på att omfatta samtliga ekosystemtjänster, när metodens lämplighet testat. I stället kommer arbetet enbart att fokusera på de utvalda reglerande- samt kulturella ekosystemtjänsterna som anses kunna skapas av vegetation i gatumiljö. Att de kulturella tjänsterna inkluderas är för att b.l.a. de estetiska aspekterna av förslaget anses vara relevanta. Detta då arbetet är skrivet inom ramen för ämnet landskapsarkitektur, som är ett kunskapsområde som delar vissa beröringspunkter med den konstnärliga disciplinen. Gällande gestaltungsprocessen kommer avgränsningar ske på så vis att ett förslag på klätterstöd presenteras både form- och materialmässigt, medan detaljer kring infästningar, förankringar, dimensioner och dylikt inte kommer att presenteras specifikt.

BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Tredimensionell: I detta arbete med innebörden att vegetationen bildar volym. Jämför med fasadvegetation som här betraktas som tvådimensionell.

Fristående: I detta arbete med betydelsen att klätterväxter är oberoende av en byggnad eller fasad.

Ekosystemtjänst: Tjänster som tillhandahålls av ekosystem och som kommer människan till gagn.

Urban miljö: Stadsmässig miljö.

Stadsträd: Ett träd placerat i en bebyggd miljö. Jämför med träd växande i naturen. Syn. *gatuträd*.

Gaturum: En urban rumslighet definierad av byggnader och vägar.

Klätterväxt: Växtgrupp beroende av stöd för att växa på höjden.

Grönvolym: Benämning på den ovanjordiska grönskan.

Biomassa: Den samlade vikten som, i detta fall, vegetation består av.

Bladmassa: Den totala vikten på samtliga blad på en växt.

Bladyta: Den totala ytan av bladverket, beräknat på en sida av bladet.

BEHOVET AV URBAN GRÖNSKA (Del 1)

STADENS UTMANINGAR

Enligt Statistiska Centralbyrån (2019) bodde 87% av Sveriges befolkning i tätorter år 2018. För 100 år sedan var förhållandet det omvända, med 90% av befolkningen utanför tätorterna, vilket är en förändring som kan tillskrivas den ständigt pågående urbaniseringen. Att tillmötesgå denna ökade inflyttning till tätorter kan antingen göras genom expansion och/eller förtätning, det vill säga att låta staden växa utåt eller att utnyttja ledigt utrymme inne i den befintliga bebyggelsen. I ett försök att effektivisera markanvändningen och spara på omkringliggande odlingsmark har framförallt det sistnämnda alternativet, förtätning, seglat upp som ett förhållandevis hållbart stadsbyggnadsalternativ. Detta då förtätning effektivt sparar på både landareal och resurser jämfört med expansion. Den rådande förtätningstrenden för dock med sig andra problem. Ett sådant problem är bristen på grönska i den allt tätare staden, samt det bevisade faktum att befintliga grönområden riskerar att exploateras i samband med förtätning. När vegetation försvinner, försvinner också viktiga delar av den grönstruktur som hjälper till att skapa ett gynnsamt klimat i staden. Detta gör samtidigt att kraven på den vegetation som faktiskt får plats i staden ökar (Haaland & Konijnendijk 2015). En grundlig genomgång av de positiva effekter som den urbana grönskan bidrar med görs under rubriken *Ekosystemtjänster*.

En annan utmaning i den hårdgjorda staden är de förhöjda temperaturerna. Denna temperaturförändring går att härleda till såväl klimatförändringar som det urbana värmefenomenet *Urban heat island* (UHI). Gällande klimatförändringarnas påverkan menar Sjökvist et al. (2019), i en rapport från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), att det i framtiden går att förvänta sig både högre medeltemperaturer, samt att frekvensen av värmeböljor kommer att intensifieras. Höga temperaturer i våra städer har enligt samma rapport en negativ hälsoeffekt på framförallt barn, sjuka, äldre och utsatta. Under värmeböljan sommaren 2018 bedöms 700 personer ha dött i förtid till följd av den skadligt höga temperaturen. Parallellt med klimatförändringar präglas även staden av en förhöjd temperatur jämfört med den omkringliggande landsbygden till följd av *urban heat island*-effekten. Beroende på stadens storlek kan temperaturen vara mellan 2-12 °C varmare i staden jämfört med det rurala landskapet. Effekten är som störst under sommar-månaderna samt under natten och effekten lindras av bland annat vind och moln. Ursprunget till UHI är den effektiva värmehållningskapacitet samt låga reflektionsförmåga som de många hårdgjorda och mörka ytorna i en stad har. Detta gör att materialen värms upp under dagen, för att sedan släppa ifrån sig den lagrade värmen långsamt under natten, med ökade temperaturer som följd (Gaston et al. 2010). Sjökvist et al. (2019) menar dock att den fysiska planeringen av våra städer är en viktig pusselbit för att minska effekterna av temperaturökningar och värmeböljor och framhäver närheten till grönska och tillgången på skugga som två viktiga faktorer.

Därtill finns det även andra utmaningar som påverkar staden och dess invånare. En sådan utmaning är enligt Deak Sjöman et al. (2015) luftföroreningar.

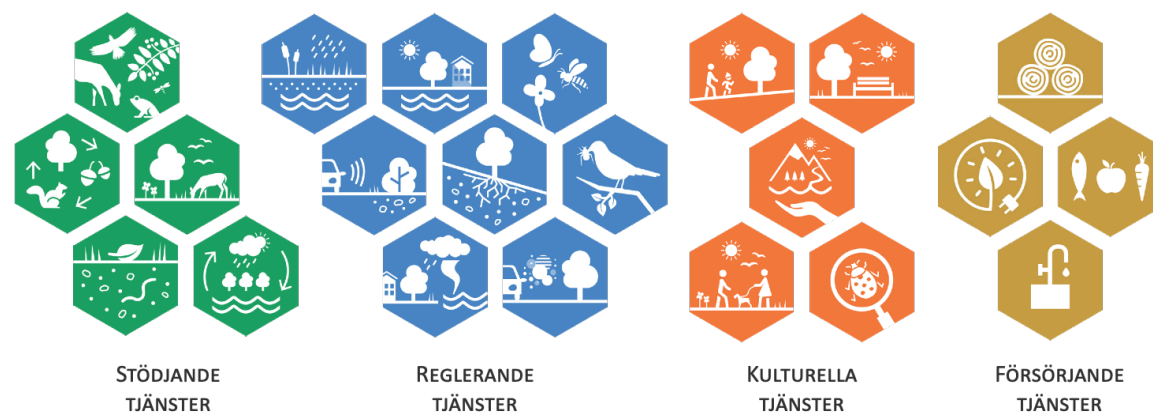
Luftföroreningar och partiklar från utsläpp bidrar dels till den globala uppvärmningen, men påverkar även stadsbons personhälsa negativt genom en ökad risk för cancer, hjärt- och luftvägssjukdomar. Ca 3400 personer beräknas dö i förtid i Sverige varje år i sjukdomar kopplade till förhöjda halter av luftburna partiklar. Enligt samma källa finns det även utmaningar när det kommer till vattenbalansen i staden. Den stora mängden hårdgjorda ytor gör att infiltrationsförmågan generellt är låg och att ytvattningen därmed är hög, vilket i förlängningen ökar risken för översvämningar inom en stad. Liksom med temperaturerna i staden, är den gröna infrastrukturen ett viktigt verktyg för att skapa en hållbar urban vattenbalans och en minskad risk för översvämningar.

EKOSYSTEMTJÄNSTER

VAD ÄR EKOSYSTEMTJÄNSTER?

Enkelt beskrivet kan ekosystemtjänster beskrivas som alla de fördelar som ekosystem och dess beståndsdelar bidrar med till människan, både direkt och indirekt. Dessa fördelar kan mätas såväl ekonomiskt som i livskvalitet. Likt begreppet antyder är ekosystemtjänster direkt beroende av ekosystemen, dvs. samspelet mellan alla levande organismer inom ett begränsat område. Alla tjänster människan får från naturen är således inte ekosystemtjänster. Energiresurser i form av vind, sol och vatten eller mineraler kan förvisso komma människan till nytta, men då dessa resurser inte är beroende av levande organismer är de inte heller ekosystemtjänster. Däremot är virkesutvinning, pollinering, vattenreglering och rekreativa värden kopplade till exempelvis ett skogssystem några exempel på tjänster genererade av ett och samma ekosystem och dess organismer (Naturvårdsverket u.å).

Kunskapen om att ekosystemen spelar en avgörande roll för människan har funnits sedan 1864 då George Perkins March publicerade verket *Man and Nature* på just detta tema. Begreppet ekosystemtjänster introducerades dock först under 1990-talet som ett verktyg för att kommunicera och synliggöra ekosystemens avgörande roll för människan. Genom att öka förståelsen för hur beroende människan är av naturens ekosystem ökar också medvetenheten om de risker ett ohållbart förvaltande av befintliga ekosystem kan leda till, men även de möjligheter som är kopplade till en utveckling och ett skapande av nya ekosystem (Micheli & Guerry 2012). Den moderna bilden av, och den breda acceptansen för, ekosystemtjänster har dock sitt ursprung från tidigt 2000-tal då det internationella vetenskapliga samarbetet Millennium Ecosystem Assessment (MA) utvärderade, sammanställde och belyste ämnets vikt, bredd och komplexitet (Micheli & Guerry 2012). Millennium Ecosystem Assessment genomfördes mellan 2001 och 2005 efter initiativ från FN:s dåvarande generalsekreterare. Målet med utvärderingen var att skapa en globalt gemensam vetenskaplig grund kring den befintliga statusen på jordens ekosystem, en handlingsplan för hur mänskligheten långsiktigt kan förvalta och utveckla dessa system, samt utreda konsekvenserna om ekosystemen hotas. Slutprodukten blev en serie av publiceringar med kunskaper i ämnet samlade från fler än 1300 experter från 95 länder. Innehållet i dessa publiceringar visade bland annat data på hur människans ohållbara brukande av jordens resurser utgör en sådan belastning på miljön, att viktiga ekosystemtjänster till framtida generation inte längre går att garantera. Samtidigt lyfte resultaten även att det med rätt åtgärder är möjligt att vända den negativa trenden och att det finns flera olika metoder för att framgångsrikt skapa och stärka befintliga ekosystem. Slutsatsen av MA blev således att det är av största



Figur 1. Ekosystemtjänsterna fördelade över 22 ekosystemtjänster och fyra kategorier. Illustration: The New Division/ Boverket.

vikt att vi har ett aktivt förhållningssätt till ekosystemen och dess tjänster, för att säkra dess fortsatta existens (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

En annan produkt av MA-initiativet är den indelning av ekosystemtjänster som är vanligaste förekommande idag, där de delas in i fyra olika kategorier beroende på karaktären av tjänsten. De fyra typerna formulerade i MA är (i)försörjande ekosystemtjänster, (ii)reglerande ekosystemtjänster, (iii)kulturella ekosystemtjänster samt (iv)stödjande ekosystemtjänster (figur 1). De försörjande tjänsterna handlar om ekosystemens förmåga att tillhandahålla råvaror i form av föda, virke, fibrer och bränsle. Reglerande ekotjänster kan exempelvis innefatta reglering av lokalklimatet genom temperatursänkningar, eller rening av luft och vatten från föroreningar. Värden kopplade till rekreation, estetik och immaterialitet är exempel som kan räknas till de kulturella tjänsterna. Den avslutande kategorin med de stödjande ekosystemtjänsterna innefattar sådant som krävs för att de andra tre kategorierna ska fungera

och inkluderar bl.a. fotosyntes, biodiversitet och jordmånsbildning (Micheli & Guerry 2012).

För att erbjuda konkret vägledning när det kommer till skapandet och bevarandet av ekosystemtjänster, samt för att synliggöra och kartlägga befintliga ekosystemtjänster, har ett flertal verktyg och metoder utformats. Ett internationellt initiativ som har skapats för att målmedvetet kunna arbeta med ekosystemtjänster kretsar kring att göra en ekonomisk bedömning av tjänsterna. Initiativet heter TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) och målet med initiativet är att ett synliggörande av det ekonomiska värdet av ekosystemtjänster ska ge ämnet den tyngd som det förtjänar och som är fördelaktigt i en värld där beslutsfattande domineras av ekonomi. Det ekonomiska värdet kan vara mer eller mindre tydligt, samt kan vara genererat både direkt och indirekt. Flera av de försörjande tjänsterna har till exempel en tydlig ekonomisk motpart i form av export av varor. Andra ekosystemtjänster har i stället ett ekonomiskt värde genom

att det finns pengar att spara. Dessa insparade pengar kan vara i form av minskade energikostnader, sänkta sjukvårdskostnader, uteblivna reparationsutgifter efter skyfall etc. Både *TEEB* och liknande arbetsmetoder är framför allt effektiva för att synliggöra de tjänster som går att mäta monetärt. En vanlig kritik mot dessa verktyg är därför att de inte ger utrymme åt exempelvis de ekosystemtjänster som är socialt eller kulturellt viktiga, men som kan vara svåra att värdera ekonomiskt (*TEEB* u.å.).

På samma sätt som ekosystem är en bred term som inkluderar såväl flora som fauna, gör ekosystemtjänster detsamma och således är det ett begrepp som kan appliceras på ekosystem över hela jordklotet (Micheli & Gurry 2012). Om ekosystemtjänsterna däremot är genererade och utnyttjade inom en urban kontext pratar man om *urbana ekosystemtjänster*. De urbana ekosystemtjänsterna kan uppstå inom ett mycket begränsat område, som exempelvis i den svalskande skuggan av ett träd eller på den stadsövergripande skalan genom att till exempel titta på effekten av den gröna infrastrukturen på biodiversiteten. Även den globala skalan och hur städer tillsammans bidrar till koldioxidreducering är ett exempel på en urban ekosystemtjänst (Breuste et al. 2013). Detta arbete ämnar att fokusera på urbana ekosystemtjänster kopplat till vegetation och kommer därtill, i linje med arbetets avgränsningar, härnäst främst att fokusera på utvalda *reglerande* samt utvalda *kulturella* ekosystemtjänsterna. Från dessa två kategorier är det framförallt de ekosystemtjänster som anses vara relevanta för arbetets frågeställning och syfte som kommer att avhandlas mer ingående. Då ekosystemtjänster dock ofta sker i synergi samt då dessa ofta uppstår i kedjereaktion är det därmed möjligt att tjänster även utanför dessa två kategorier kommer att beröras på diskussionsnivå.

REGLERANDE EKOSYSTEMTJÄNSTER



Figur 2. Reglerande ekosystemtjänster. Symboler markerad med streckad ytterlinje är sådana som kommer att beröras i litteraturstudien. Symboler i klarblått, men utan streckad linje, är tjänster som inte kommer att beröras i arbetet, men som lösningen likväl bedöms ha en viss potential att generera. Nedtonade symboler bedöms inte kunna genereras inom ramen för arbetet. Illustration: The New Division/Boverket

De reglerande ekosystemtjänsterna är en grupp av tjänster som bedöms kunna reglera en rad pågående viktiga processer som mänskligheten är beroende av. Dessa processer inkluderar bland annat ekosystemens förmåga att ha en renande effekt på luft och vatten, möjligheten att motverka erosion och översvämning, att kunna

påverka klimatet, både lokalt och globalt, samt möjliggörande av pollinering av grödor (Boverket 2021a). Ekosystemtjänsterna i denna kategori är enligt Millennium Ecosystem Assessment (2005) åtta stycken. Ett av de tydligaste urbana exemplen på hur de reglerande ekosystemtjänsterna kommer människan till gagn är att studera den reglerande effekt som vegetation har på stadsklimatet. Genom evapotranspiration, skugga och vindreglering har träd och andra växter förmåga att sänka temperaturen på en plats (Brueste et al. 2013). I figur 2 redovisas de åtta reglerande ekosystemtjänsterna. Av dessa åtta har fem lyfts ut som särskilt intressanta utifrån kontexten av vegetation i gatumiljö. Tre av dessa bedöms därtill ha extra relevans för arbetet och det är således dessa som kommer att behandlas i detalj senare i arbetet. Resterande reglerande tjänster bedöms inte kunna genereras genom de insatser i gaturummet som undersöks i arbetet.

KULTURELLA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Till de kulturella ekosystemtjänsterna räknas alla de immateriella tjänster som ekosystemen tillhandahåller till människan, i form av sociala-, estetiska-, rekreativa-, och kulturella värden. Dessa kulturella tjänster inkluderar bland annat den positiva effekt på såväl den fysiska och mentala hälsan som friluftsliv och närhet till natur ger. Även den sociala mötesplats som ekosystem kan erbjuda människor, samt den identitet och det kulturarv som kan finnas kopplat till natur är exempel på kulturella ekosystemtjänster. Därtill kan även fortbildning och kunskap genererad av ekosystemen räknas till denna grupp (Boverket 2021b). MA (2005) beskriver hur människor, oberoende av kulturell-, nationell- eller religiös bakgrund, tenderar att uppskatta estetiken som naturen erbjuder, framför mer hårdgjorda miljöer. Detta tar sig även

uttryck genom att ekosystem är en konstant källa till inspiration för konst, musik, dans, design och mode. I figur 3 redovisas de fyra kulturella tjänster som anses vara relevanta att titta närmare på i kontexten av arbetets mål och syfte.



Figur 3. Kulturella ekosystemtjänster. Symboler markerad med streckad ytterlinje är sådana som kommer att beröras i litteraturstudien. Symboler i klarorange, men utan streckad linje, är sådana tjänster som inte kommer att beröras i arbetet, men som lösningen likväl bedöms ha en viss potential att generera. Nedtonade symboler bedöms inte kunna genereras inom ramen för arbetet. Illustration: The New Division/Boverket.

URBAN EKOLOGI - STADEN SOM VÄXTPLATS

Mycket av det som präglar staden som livsmiljö, och som presenteras under rubriken *Stadens utmaningar*, påverkar direkt och indirekt även den urbana vegetationens livsförhållanden.

Växter som planteras i en stad kan generellt förväntas utsättas för förhållanden olika de som råder i mer naturliga habitat. Till följd av mänsklig påverkan skiljer sig klimatet och ekologin i en stad nämligen mycket från andra mer ostörda miljöer. Bakgrunden till detta förändrade klimat är i grund och botten en följd av att den naturliga marken har ersatts med artificiella ytskikt och byggda strukturer. Förändringar i temperatur, vind och luftfuktighet i staden går således att härleda till detta faktum (Sieghardt et al. 2005). Med det sagt bör man vara medveten om att klimatet varierar geografiskt inom staden, med platsspecifika företeelser som skugga, solinstrålning och vind. Dessa lokala skillnader inom en stad gör att det därför ofta är aktuellt att prata om mikroklimat, som då omfattar ett område som kan vara några centimeter upp till 1000 meter. Därtill påverkar givetvis faktorer som präglar det övergripande geografiska området även stadens klimat. Exempel på sådana övergripande faktorer kan vara antalet soltimmar över året, årlig nederbörd, medeltemperatur och årstidsväxlingar (Deak Sjöman et al. 2015).

En av de tydligaste skillnaderna när staden som växtplats jämförs med den omkringliggande naturen är skillnaden i temperatur. Som tidigare nämnt under rubriken *Stadens utmaningar* är detta en följd av *urban heat island*-effekten (Gaston et al. 2010). I utbyte erbjuder det varma urbana klimatet växtförhållanden som ofta är en till två växtzoner gynnsammare än vad som annars hade varit aktuellt för den geografiska platsen, vilket kan utnyttjas vid växtval (Slagstedt et al. 2015).

Den stora mängden hårdgjorda ytor påverkar även vattenbalansen i en stad. Tillgången på växttillgängligt markvatten kan enligt Gaston et al. (2010) anses vara relativt låg i staden jämfört med naturen. Detta till följd av den stora mängden hårdgjorda ytor i urbana miljöer, som förhindrar den naturliga perkolationen av nederbörd ner

till grundvattnet. Där infiltrationskapaciteten är runt 50% på en orörd naturmark, är motsvarande siffra i en stad bestående av 75-100% hårdgjorda ytskikt runt 15%. Det vatten som inte infiltreras ner naturligt i marken leds istället ofta bort i slutna dagvattensystem. Den generellt låga tillgången på vatten i staden riskerar även att öka *urban heat island*-effekten. Detta då en tillräcklig tillgång på vatten är en förutsättning för den kylande evapotranspiration som växter utför och som kan ha en sänkande effekt på UHI (Sieghardt et al. 2005).

Även vinden tenderar att bete sig annorlunda i staden jämfört med landsbygden. Generellt sett är vindhastigheten lägre i staden på grund av alla byggnader som bromsar upp vindflödena. Med detta sagt varierar dock vindstyrkan stort inom bebyggda miljöer, vilket kan leda till att hastigheter långt över de normala kan uppstå lokalt. Lägst vindhastigheter registreras där bebyggelsen är jämnhögt och tät eftersom vinden då leds över bebyggelsen. Fristående höga hus kan på omvänt vis leda ner vind till gaturummet, vilket genererar turbulenta vindar starkare än de på landsbygden. Ur ett växtanvändningsperspektiv har vind en uttorkande effekt på vegetation genom att driva på evapotranspirationen, samt ställer krav på växternas mekaniska styrka (Deak Sjöman et al. 2015).

Enligt Klotz och Kühn (2010) går det i regel inte att prata om naturliga jordar i en urban kontext, då de ursprungliga jordarna i en stad generellt är förstörda eller starkt påverkade av byggarbete, omblandning i profilen, inblandning av andra ämnen, föroreningar och återkommande störningar. Till följd av föroreningar är de urbana jordarna relativt näringsrika med ett högt pH-värde. Därtill kan användningen av vägsalt göra att jordar i anslutning till vägar är saltskadade.

KLÄTTERVÄXTER (Del 2)

“... little ground space is required, installation costs are low, and over a 10-year period, the ecological benefits are significant”

- Manfred Köhler, om fördelarna med att använda klätterväxter i staden (Köhler 2008, s. 434).

KLÄTTERVÄXTER - EN INTRODUKTION

Klätterväxter beskrivs i boken *The Biology of Vines* som annuella, perenna och lignosa växter som inte kan växa upprätt utan stöd och som utvecklar ett långsmalt växtsätt. Grunden till det vi idag vet om klätterväxter lades år 1875 då biologen, och upphovsmannen till evolutions-teorin, Charles Darwin släppte ett verk med titeln *Movement and habits of climbing plants* i vilket han beskriver växtgruppens struktur och beteende. Några år senare, 1892 och 1893, publicerade den tyske biologen Heinrich Schenck två böcker där framförallt anatomin hos stammarna och stjälkarna hos klätterväxter avhandlades. Därefter har det enligt Putz och Mooney (1991) inte genomförts någon större omfattande biologisk forskning på denna växtgrupp, vilket har lett till något av en kunskapslucka gällande klätterväxter. Detta bekräftas av Hu och Li (2015) som menar att medan Putz och Mooneys sammanställning från 1991 förvisso utgör en viktig

kunskapsutveckling, så ligger kunskapen om klätterväxter fortfarande efter jämfört med kunskapen om växter utan behov av stöd. Det finns enligt Hu och Li därför fortfarande behov av kompletterande forskning kring klättrares evolution, funktion och geografiska distribution.

Gällande den geografiska distributionen är klätterväxter artmässigt ojämnt fördelade över världen, där majoriteten av klättrare återfinns i tropiska skogssystem. I skogar med mer tempererat klimat, likt det som råder i stora delar av Sverige, är artmångfalden betydligt lägre. Europa beräknades i en sammanställning från 1991 ha 24 naturligt förekommande klätterväxter från tio olika familjer. Detta kan jämföras med de över 9000 klätterarter som förekommer i tropiska klimat (Putz & Mooney 1991). Att klätterväxter framförallt förekommer i skogssystem är något som även Norrie (1996) framhåller och lägger till att de i regel alltid förekommer tillsammans med annan vegetation. Detta kan förklaras med att de är beroende av

att kunna klänga på den omkringväxande vegetationen för att kunna konkurrera om solljus. Således är klätterväxter ingenting som vi återfinner på de allra mest exponerade ståndorterna där vedartad vegetation saknas. Växtgruppen konkurrerar istället effektivast inuti och i brynen på skogar, växande i och på annan vegetation.

Eftersom klätterväxter saknar förmågan att självständigt kunna växa upprätt är möjligheten för en klättrare att hitta ett lämpligt stöd avgörande för individens höjdtillväxt. Eftersom de inte behöver stödja sin egen vikt, präglas klätterväxter i gengäld av en större rumslig frihet och flexibilitet för att tillgodogöra sig ljus, enkom begränsad av tillgången på stöd och förmågan att transportera vatten och näring från jorden. Att klätterväxter inte behöver investera energi för att skapa en egen stödjande stam gör istället att klätterväxter kan fokusera på längdtillväxt, vilket i naturen ger denna grupp av växter en fördel gentemot omgivande vegetation som även behöver investera energi i stambildning (Putz & Mooney 1991). Stammarna på klätterväxter är i regel flexibla, även för lignosa klättrare. Bakgrunden till detta är att de inte ska riskeras att brytas av om stödet de växer på i naturen faller eller går sönder. Detta gör att klätterväxters stjälkar och stammar har en hög deformationspotential innan de bryts (Isnard & Silk 2009). En mer detaljerad genomgång av klätterväxters olika metoder för att klättra görs under den senare rubriken *Typer av klätterväxter*.

Att klätterväxter behöver investera relativt lite energi i stambildning har även effekter på fördelningen av biomassa. Trots variationer mellan arter går det tydligt att se att klätterväxter har en signifikant större andel bladyta i förhållande till stamdiametern. Putz och Mooney (1991) hänvisar till en studie som visade att 21-28% av biomassan hos en mogen individ av den klättrande ärtväxten *Pharbitis nil* var bestod av

bladmassa, medan motsvarande siffra för ett träd i samma klimat, ståndort och ålder enbart var 1-2%. Likvärdiga siffror har gått att se hos arter växande i mer tempererade klimat. På samma spår menar Isnard och Silk (2009) att studier på klätterväxter i tropiska skogar har visat att trots att klätterväxter enbart utgör 5% av den totala ovanjordiska biomassan står klätterväxterna för mer än en tredjedel av den totala bladytan i skogssystemen.

Ur ett växtanvändningsperspektiv är det klart att det redan för 2000 år sedan fanns exempel på hur klätterväxter användes som vertikala trädgårdar i anslutning till större byggnader runt Medelhavet. Här utnyttjades klätterväxterna genom att ge skugga till fasaderna, men hade även ett ekonomiskt värde då det kunde ge frukt (ex. vindruvor, *Vitis sp.*). Längre norrut i Europa finns det historiska exempel på slott och byar som flitigt använde både vedartade klätterväxter, spaljerade fruktträd och klätterrosor som ornamentala inslag i sina livsmiljöer (Köhler 2008).

Som vertikalt urbant vegetationselement blev klätterväxter populära under 1900-talets början, då en omfattande användning av framförallt självklättrande arter som exempelvis *Parthenocissus tricuspidata* (rådhusvin) blev populärt som fasadvegetation i både Tyskland och Frankrike. Detta var en del av en större utveckling inom arkitekturen och konsten där dåtidens Art Nouveau- och Jugendstil, med sina dekorativa fasader, sakta byttes ut till förmån för en mer avskalad stil med gröna influenser från trädgårdsstaden och arts-and-crafts-rörelsen. Det var inte förrän på 1980-talet som idén om klätterväxter som ett ekologiskt positivt inslag i staden slog rot, och här var Tyskland en förgrundsnation (Dunnett & Kingsbury 2004). Detta har lett till att Tyskland sedan 80-talet varit dominerande i produktionen av litteratur och forskning i

ämnet. Dessvärre har litteraturen och artiklarna i regel uteslutande varit på tyska utan engelsk översättning. Även fast den engelskspråkiga forskningsvärlden har börjat att komma i kapp inom ämnet klätterväxter är det än idag mycket litteratur som fortfarande inte går att ta del av på något annat språk än på tyska (Dunnett & Kingsbury 2004; Köhler 2008; Hunter Block et al. 2012).

En tillbakablick visar att det artmässigt har varit de självklättrande arterna som framförallt har använts inom hortikulturen. Detta då klätterväxters breda användning som fasadvegetation i kombination med de självklättrande arternas förmåga att kunna växa utan klättestöd, gjorde det till ett smidigt och lättillgängligt alternativ. Med hjälp av tekniska vadersystem och spaljéer är det dock möjligt att använda hela spektret av klätterväxter, oberoende av klätterorgan, vilket det finns flertalet samtida framgångsrika exempel på (Dunnett & Kingsbury 2004).

Det är svårt att uttrycka sig generellt om hur gamla klätterväxter har förmågan att bli, men det finns exempel på fasader med *Hedera helix* i Tyskland som är över 100 år gamla (Köhler 2008). Detta bekräftas av Hunter Block et al. (2012) som menar att även *Parthenocissus tricuspidata* och *P. quinquefolia* har förmågan att uppnå liknande åldrar.

TYPER AV KLÄTTERVÄXTER

Det finns flera sätt att dela in klätterväxter på. I detta arbete används den vedertagna indelning som bland annat presenteras i boken *Växter uppåt väggarna - Slinger-, kläng- och klätterväxter utomhus*, skriven av den välmeriterade trädgårdsmästaren Sven Gréen (1982), samt i boken *The biology of vines* av professorerna Francis E. Putz och Harold A. Mooney (1991). Upphovsmannen till denna indelning är ursprungligen biologen Charles Darwin som

1865 kategoriserade klätterväxter baserat på hur de fäster sig vid sitt stöd och resulterar således i de fyra kategorierna *självklättrare*, *spärr- och bakklättrare*, *slingerväxter* och *klängväxter* (Burris et al. 2017). Viss litteratur menar därtill att bladklättrare, som ex. *Clematis sp.*, kan brytas ut från kategorin klängväxter och anses vara en egen kategori (Isnard & Silk 2009). I detta arbete kategoriseras dock bladklättrare som en underkategori till klängväxter.

Denna indelning är dock ej helt binär och på artnivå kan det uppstå problem då vissa klätterväxter har egenskaper som kvalificerar dem till flera kategorier. Två exempel på sådana svårindelade arter är *Parthenocissus tricuspidata* (rådhusvin) och *Parthenocissus quinquefolia* (vildvin) som enligt Dunnett och Kingsbury (2004) tillhör de självklättrande arterna, medan Burris et al. (2017) kategoriserar de båda som klängande växter. Svaret på denna kluvna indelning går att hitta i att de båda *Parthenocissus*-arterna rent fysiologiskt är utrustade med klängen, men att dessa klängen även utsöndrar ett limliknande sekret som fäster arten vid sitt underlag likt en självklättrande art. Även Putz och Mooney (1991) framhåller denna klivenhet och beskriver därtill att majoriteten av arter som klättrar med klängen eller är självklättrande även slingrar sig.

Det går generellt att se samband mellan metoden som en klätterväxt använder för att klättra och ljusförhållandena på en plats. Självklättrande arter som med sin fysiologi inte har möjlighet att sprida sig mellan träd är anpassade till lite mer skuggiga växtplatser, såsom trädstammarna inne i en skog. Klängande växter, som kräver ett stort antal stöd med en liten diameter, har en förmåga att klättra med hjälp av grenar utanpå ett skogsbryn i väldigt ljusa förhållande, vilket har gjort att dessa arter tenderar att vara aningen mer ljuskrävande. Även slingrande växters förmåga att röra sig i sidled gör att de kan konkurrera

om ljus på ett helt annat sätt än de självklättrande arterna (Putz & Mooney 1991).

SJÄLVKLÄTTRANDE VÄXTER

Denna kategori av klättrväxter kräver inget stöd för att kunna klättra, utan har utvecklat olika typer av klätterorgan som tillåter arterna inom denna grupp av växter att fästa sig vid vertikala ytor. Exempel på självklättrande växter är bland annat arter inom släkten som *Parthenocissus* och *Hedera* (Dunnett & Kingsbury 2004). I viss litteratur går det att läsa benämningen *rotklättrande växter* som alternativ till benämningen *självklättrande växter* som används i detta arbete. En sådan benämning innebär i regel att författaren utesluter arter likt de i släktet *Parthenocissus* som då istället sorteras till typen klängväxter (Burris et al. 2017; Gréen 1982). Båda indelningarna är biologiskt korrekta, men har sina ursprung i en anatomisk- respektive biomekanisk förklaringsmodell (Putz & Mooney 1991). Eftersom detta arbete fokuserar på växtanvändning har termen *självklättrande växter* valt att användas, men med ett förtydligande tillägg om möjligheten att kategorisera dem annorlunda.

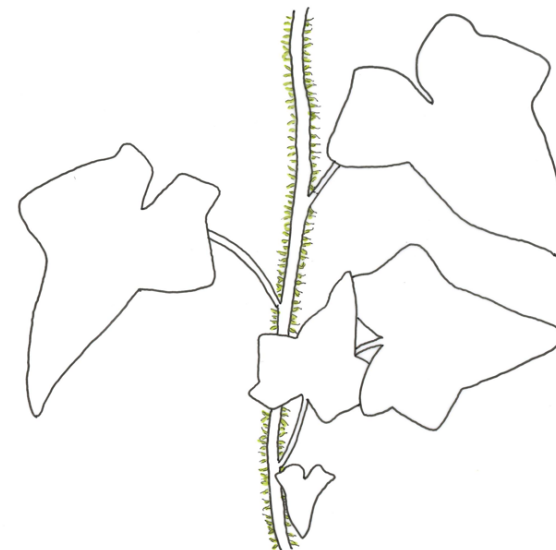
Självklättrande växter kan delas in beroende på hur de klättrar. Släktet *Hedera* (Murgrönsläktet) är tillsammans med exempelvis *Hydrangea anomala ssp. petiolaris* (Klätthortensia) exempel på så kallade rotklättrande arter. Detta innebär att små adventivrötter tränger ut från stjälkarna och penetrerar underlaget, vilket fixerar rotklättraren (Dunnett & Kingsbury 2004). Unga fäströtter är mjuka och flexibla för att kunna hitta in och anpassa sig till små håligheter. Väl på plats förvedas fäströtterna vilket gör att de blir styva och fungerar som ett ankare i underlaget. Därtill utsöndrar även de unga fäströtterna ett klistrigt sekret som hjälper till att hålla växten på plats

(Burris et al. 2017). För att klättrare med denna typ av klätterorgan ska kunna klättra krävs det att underlaget är mer eller mindre ojämnt så att de små rothåren har något att fästa i, som exempelvis tegel, sten eller betong. Av samma anledning är blanka metaller och plastytor olämpliga, eftersom de är för släta. Inte heller lämpar sig material som är allt för porösa som exempelvis murbruk och putsade fasader. Experiment har även visat att allt för reflekterande material i ljusa färger även kan ha en negativ inverkan på rotklättrares förmåga att fästa sig (Dunnett & Kingsbury 2004).

En annan typ av självklättrande arter är de som klättrar med hjälp av olika typer av fästplattor, som är klängen av omvandlade blad- och blomskott. Detta kan exemplifieras med arter inom släktet *Parthenocissus* (Vildvinsläktet). *Parthenocissus quinquefolia* (Klättrvildvin) använder sig till exempel av ett klistarlikt sekret som utsöndras när spetsen av ett klänge möter en yta, vilket fäster klängen vid underlaget. Detta fästorgan gör att dessa klättrare kan klättra på aningen slätare och blankare ytor jämfört med rotklättrare, som exempelvis en målad vägg. Även växter som klättrar med hjälp av dessa klistriga häftplattor har dock svårt att etablera sig på de allra glattaste underlagen (Dunnett & Kingsbury 2004, Gréen 1982; Burris et al. 2017).

De flesta självklättrande klättrväxter drivs av fototropism, vilket innebär att växter söker sig uppåt mot ljuset. Denna fototropism innebär att det sällan är framgångsrikt att försöka leda om skott och försöka få dem att gå i en speciell riktning, eftersom skotten tenderar att inte fästa sig vid underlaget om de leds bort från ljuset. Detta påverkar var och hur de bör planteras och önskar man att klä in en yta måste arten planteras i den ljusfattigaste delen, eftersom arten naturligt ändå kommer att söka sig mot ljuset. Fototropism, men av det negativa

slaget, är även det som gör att fäströtterna och -plattorna söker sig in mot underlaget, då detta är bort från ljuset. Det är till exempel på grund av negativ fototropism som de självklättrande arterna har sämre förmåga att fästa sig på ljusa underlag, som därmed reflekterar mycket ljus (Dunnett & Kingsbury 2004).



Figur 4. Självklättrande växter

SLINGRANDE VÄXTER

De slingrande växterna är en stor grupp klättrare med en bred variation i både storlek och växtkraft. En av de mest kraftigväxande slingrande arterna, *Wisteria sinensis* (Blåregn), har till exempel potential att växa sig så hög som 30 meter. Till skillnad från de självklättrande arterna saknar de slingrande växterna särskilda klätterorgan och

de kräver således någon typ av externt stöd för att kunna växa på höjden (Dunnett & Kingsbury 2004).

De slingrande arternas förmåga att hitta stöd börjar med att växten producerar "sökarskott" som karaktäriseras av långa internoder och en initial avsaknad av blad, vilket gör skotten lätta och långa. Studier har visat att sökarskotten hos många arter för att bibehålla sin lätthet inte utvecklar blad förrän skottet har hittat stöd. För att öka sina chanser att hitta ett lämpligt stöd använder skottet sig av ett biomekaniskt rörelsemönster kallad *nutation* (eng. circumnutation), vilket är en svepande och pendlande cirkulär rörelse i skottspetsarna (Putz & Mooney 1991; Isnard & Silk 2009). Cirkelrörelsen i nutationerna har en omkrets på ca 30-50 cm och farten som den snurrar med är i sammanhanget relativt snabb. För exempelvis *Humulus lupulus* (Humle) hinner skotten ett varv på strax över två timmar. Hastigheten på cirkelrörelsen kan dock variera och stimuleras av samma förutsättningar som stimulerar tillväxt. Vilken riktning som klättraren slingrar sig åt varierar mellan arter, men är alltid konsekvent inom en art. Exempel på högerslingrare är *Lonicera caprifolium* (Kaprifol), medan *Fallopia baldschuanica* (Bokharabinda) är en vänsterslingrare (Gréen 1982; Putz & Mooney 1991).

När väl de sökande bladlösa skotten har hittat ett lämpligt stöd börjar de slingrande växterna klättra uppåt genom att i en uppåtgående spiral vira sig runt stödet, driven av jakten på solljus. Detta skapar samtidigt ett klämande tryck mot stödet som förhindrar växten från att glida nedåt, vilket således fixerar den. Det är främst äldre stammar som utnyttjar detta tryck mot stödet, medans yngre skott framförallt förlitar sig på friktionen mellan stödet och skottet för att inte glida ner (Burris et al. 2017). Om eller när stödet tar slut, upphör också växten sitt spiralformade växtsätt i skott spetsarna för att återigen, med

hjälp av nutation, söka efter ett nytt lämpligt stöd (Isnard & Silk 2009).

Förutom att klättrare växer sig mot solljuset har slingrande växter i regel en stark genetisk vertikalitet som innebär att de naturligt slingrar sig uppåt, men inte lika gärna söker sig horisontellt. Att få en slingrande växt att växa horisontellt är med det sagt både möjligt och förekommande men kräver i regel både beskärning och uppbindning (Dunnett & Kingsbury 2004).

Unga skott har en förmåga att växa fristående och först när den egna vikten gör att de inte kan hålla sig upprätta söker de efter stöd. Hos vissa slingrande arter, som exempelvis *Aristolochia macrophylla* (Pipranka), har skotten en förmåga att slingra sig runt varandra, vilket ger stadga till växten. På så vis kan piprankan bli ett par meter hög innan den behöver ett externt stöd (Samuelsson & Schenkmanis 2003).

Enligt Dunnett och Kingsbury (2004) tillhör arter inom släktet *Wisteria* i allmänhet, och sorter inom arten *Wisteria sinensis* (Blåregn) i synnerhet, de populäraste och mest använda slingrande klättrare. Detta på grund av deras förmåga att bilda högväxta vegetationselement, deras egenskap att kunna bli väldigt gammal samt på grund av deras blomning som är ett uppskattat estetiskt inslag under sensvåren. Vidare fortsätter Dunnett och Kingsbury att poängtera att klättestöd för starkväxande klättrare som *W. sinensis* ofta är underdimensionerade, vilket gör att potentialen i arten inte utnyttjas till fullo och att resultatet blir trassligt, oattraktivt och strukturellt ohållbart i det långa loppet. *Fallopia baldschuanica* (Bokharabinda) är en annan slingrande klättrare som är frekvent använd till följd av sin snabba tillväxt och sitt voluminösa uttryck. Det man dock ska tänka på när det kommer till *F. baldschuanica* är att den gör sig bäst i sammanhang där den får möjlighet att klättra upp till de 18 meter som den har

potential att göra. Om den inte får möjlighet att göra detta riskerar den att få ett trassligt växtsätt i överkanten av växtstödet, vilket både är estetiskt otillfredsställande samt kan skapa påfrestande vindlaster. Denna tendens att trassla ihop sig minskar dock om arten får möjlighet att sprida ut sig horisontellt (Dunnett & Kingsbury 2004).



Figur 5. Slingrande växter

KLÄNGANDE VÄXTER

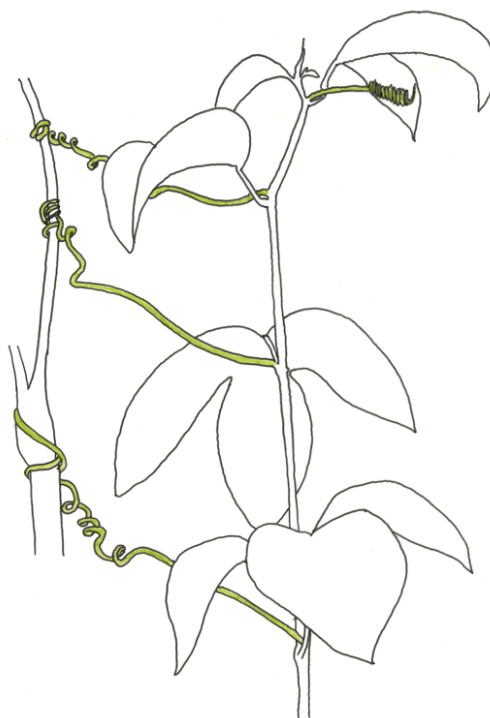
Denna grupp av klättrare fixerar sig i regel vid sitt stöd med hjälp av *klängen*, vilket är en typ av vegetativt klätterorgan. Utseendet på klängena kan variera stort och de

kan både vara långa och trådlika eller korta och kraftiga. Gemensamt för klängena är dock att de reagerar på beröring (Gréen 1982). Längden på klänget kan vara från några enstaka centimeter upp till 40 centimeter, som hos *Vitis vinifera* (Vin) (Isnard & Silk 2009).

Likt de slingrande klätterväxternas skott, präglas även unga sökande klängen av nutationer, vilket innebär att de har ett inneboende cirkulärt växtsätt i jakten på något att klänga sig fast vid. Till skillnad från skotten hos slingrande växter, karaktäriseras klängena av en något snabbare och mer oregelbunden nutation (Isnard & Silk 2009). Eftersom klängena reagerar på beröring avstannar cirkelrörelsen därför i samband med att ett klänge träffar ett lämpligt stöd. Från att tidigare ha varit rakväxande börjar då klänget att växa i formen av en spiral som på så vis omfamnar stödet och fixerar växten. Reaktionen som sker i klänget när det nuddar ett potentiellt stöd kan triggas av något så tunt och skört som ett spindelnät (Putz & Mooney 1991). Därefter är det inte ovanligt att även övriga delar av det tidigare raka klänget snurrar ihop sig vilket drar skottet närmare stödet (se figur 6). Studier har visat att avståndet som ett klänge kan dra ett skott genom att snurra ihop sig är mellan ett och sex cm, vilket motsvarar 1/3 av längden av klänget. Den fjäderlika spiralformen som bildas i klänget erbjuder därtill en flexibilitet som kan absorbera energi från vindlaster exempelvis (Burris et al. 2017).

Det vegetativa ursprunget till klänget kan variera och hos vissa arter är exempelvis klänget ett omvandlat uddblad (ex. hos anuellen luktärt, *Lathyrus odoratus*) medan stamklängen ofta är omvandlade blomskott eller bladskott (ex. hos vinrankan, *Vitis vinifera*). Det finns även arter där det är bladskäftet som slingrar sig runt stödet, som till exempel hos *Clematis sp.*. Även omvandlade stipler, skott och blomställningar förekommer som

klängen (Gréen 1982; Putz & Mooney 1991). Hos vedartade klängväxter förvedas i regel de initialt örtartade klängena när de väl har fixerat sig runt sitt stöd för att förankra sig ytterligare (Putz & Mooney 1991).



Figur 6. Klängande växter

HAK- OCH SPÄRRKLÄTTRANDE VÄXTER

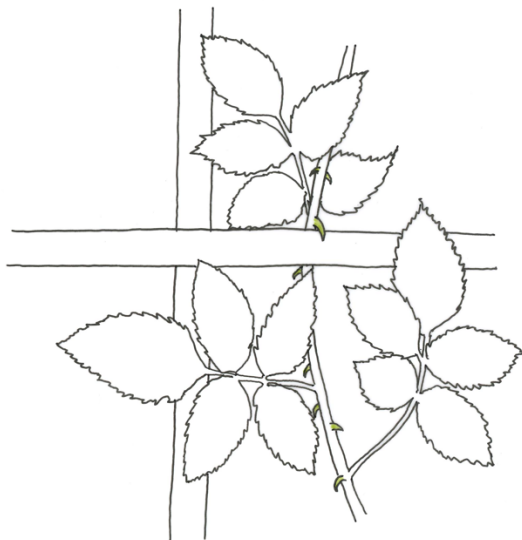
Detta är en relativt begränsad grupp av växter i vårt klimat, men är desto artrikare i mer tropiska miljöer. Denna kategori av klättrare förlitar sig på att genom utstående

till nedåtriktade grenar, blad och/eller taggar hålla sig fast i omkringväxande vegetation, för att på så vis kunna söka sig uppåt. Två vanligt förekommande exempel på klättrare med detta som metod är klättersor (Rosa sp.) samt vårt inhemska björnbär (*Rubus rubus*), där båda arterna är försedda med nedåtriktade krokformade taggar som likt hullingar låter dessa arter tränga sig igenom annan vegetation uppåt, men som hindrar dem från att glida tillbaka nedåt. I regel är skotten det första året oförgrenade vilket låter de penetrerat sin stödgivande växt. Detta skott förgrenar sig sedan under följande säsong för att ytterligare fixera sig i höjdlid. Om arter inom denna grupp av klättrare planteras fristående utan möjlighet till lämpligt värdträd, buske eller stöd kommer de att få ett slirigt växtsätt med bågformade långa grenar som böjer sig ned mot marken (Gréen 1982).

Enligt Dunnett och Kingsbury (2004) lämpar sig de hak- och spärrklättrande arterna generellt dåligt för att klättra på någon typ av artificiellt växtstöd på grund av sin slumpmässiga klätterteknik, som i naturen är beroende av möjligheten att hänga kvar i omkringväxande vegetation. Försök med att använda arter inom denna kategori i en mer urban kontext har visat sig antingen leda till tjocka snår i marknivå, eller att extensiv uppbinding, omfattande beskärning och regelbunden kontroll har krävts. Även det faktumet att dessa arter ofta är tagg- och tornbeklädda är ytterligare en anledning till att de lämpar sig sämre i en offentlig kontext, där detta i kombination med dess odisciplinerade växtsätt inte sällan blir ett problem, särskilt på ytor där människor passerar.

En styrka med denna kategori av klättrare är dock att de med en förhållande liten arbetsinsats kan växa horisontellt längst ett stöd. Detta är något som andra kategorier klättrare, som naturligt har en starkare inneboende vertikalitet, har svårt att göra. De hak- och

spärrklättrande växterna kan därför vara användbara när långa horisontella ytor med en begränsad vertikal höjd behöver täckas in. Man bör dock vara medveten om att det fortfarande går att förvänta sig långa bågböjda sideskott som kommer behöva beskäras (Dunnett & Kingsbury 2004).



Figur 7. Hak- och spärrklättrande växter

VAL AV KLÄTTERVÄXTER

Att välja klätterväxter följer i mångt och mycket samma förfarande som växtval generellt. Sjöman och Slagstedt (2015) presenterar i boken *Träd i urbana landskap* en urvalsprocess för val av stadsträd. Eftersom klätterväxterna inom ramen för detta arbete placeras i en identisk kontext som dessa träd, samt då de finns många gemensamma

beröringspunkter för växter i stort, bedöms denna process vara relevant även för detta arbete.

Urvalsprocessen placerar olika aspekter av växtval i en prioriteringsordning för att säkerställa att viktiga aspekter inte ignoreras (se figur 8). Det första steget i denna prioriteringsordning är *Härdighet och friskhet*, vilket kort och gott innebär att den valda växten behöver vara härdig för klimatet i växtzonen, samt inte vara utsatt för något allvarligt skadedjur eller sjukdomsangrepp. När detta är säkerställt är nästa aspekt att ta hänsyn till var växtplatsen befinner sig i en *succession*. Succession kan beskrivas som förändringen av en plats över tid, och olika arter är anpassade efter olika faser i denna förändring. Denna anpassning återspeglas i exempelvis ålder, strategi samt behov av ljus och skydd. Genom att analysera var platsen som önskas planteras befinner sig successionellt går det också att hitta växtmaterial som naturligt kan hantera denna plats. Detta leder naturligt till det efterföljande steget som har givits namnet *Tolerans för växtplatsen*, vilket i regel hänger ihop med var växten förekommer naturligt (Sjöman & Slagstedt 2015). Enligt Putz och Mooney (1991) växer klätterväxter framförallt i skogssystem, vilket gör de anpassade efter de förutsättningar som råder där. Exempelvis är det rimligt att anta att klätterväxter fungerar mindre bra på ett öppet torg, då denna plats delar få likheter med ett skogssystem. Däremot kan en halvskuggig smal gata dela större ljus- och klimatomåttade likheter med klätterväxternas naturliga habitat. På artnivå finns det dock de klätterväxter som växer utanpå växtlighet och som därför kräver och tål mycket sol, medan andra klätterväxter växer på stammar under kronorna och då istället är anpassade efter dessa ljusfattiga förhållanden. *Tolerans för växtplatsen* handlar således om att anpassa valet av växt till platsens unika förutsättningar. Dessa förutsättningar kan vara exempelvis ljus-, vind-

och temperaturförhållanden. Nästa steg i Sjöman och Slagstedts (2015) urvalsprocess är *funktion*. Detta blir särskilt viktigt när målet är att generera ekosystemtjänster. Är målet att klätterväxterna ska skänka skugga eller agera vindskydd är det viktigt att välja en art som har fysiologiska förutsättningar att göra denna uppgift. Enligt Manso och Castro-Gomes (2015) är det exempelvis viktigt att man vid val av klätterväxter tar hänsyn till om klätterväxterna är städsegröna eller lövfällande. Detta har inte bara en estetisk funktion utan påverkar även vegetationens förmåga att leverera exempelvis vindskydd under vintern. Om funktionen är att generera skugga kan det enligt Sjöman och Slagstedt (2015) i ett nordiskt klimat däremot vara önskvärt att använda en lövfällande art. På så vis undviks mörka och kalla förhållanden vintertid. När funktionen är tillgodosedd behöver man ta hänsyn till *skötseln* och att artvalet inte kräver intensiv skötsel. Detta inkluderar exempelvis det olämpliga i att välja en fruktsättande art vid en hårdgjord yta. Den näst sista aspekten i urvalsprocessen handlar om *växtsätt*. För klätterväxter innebär detta enligt VegTech (2021), som är ett företag specialiserade på bland annat gröna fasader, att anpassa klätterväxten efter höjden på klätterstödet. Detta är något som vidimeras av Dunnett och Kingsbury (2004) som menar att farorna med att välja en för starkväxande klätterväxt till ett för lågt stöd är att det kan bildas ett storvuxet snår uppe på krönet, med ökade vindlaster som följd. Utöver detta menar VegTech (2021) att man vid val av klätterväxt även behöver säkerställa att rätt typ av klättrare väljs för utformningen på det aktuella klätterstödet. Den sista aspekten att ta hänsyn till, när alla andra aspekter är säkerställda, är de *estetiska och sociala kvaliteterna*. Det är alltså först nu som exempelvis blomning, höstfärger och andra visuella kvaliteter kommer in i urvalet. Om denna urvalsprocess följs ges vegetationen

goda förutsättningar att utvecklas väl över lång tid vilket är en viktig aspekt när målet är att skapa kvalitativa gröna miljöer med mervärden i form av ekosystemtjänster (Sjöman & Slagstedt 2015).



Figur 8. Baserad på Sjöman och Slagstedts (2015) urvalsprocess vid växtval.

VÄXTBÄDDSDUTFORMNING KLÄTTERVÄXTERS ROTSYSTEM

Växtbäddens funktion är att tillhandahålla tillräckligt med utrymme och resurser för rotsystemet så att en god ovanjordisk tillväxt kan säkerställas. Det är därför relevant att inledningsvis ägna lite utrymme åt att titta på vad som är kännetecknande för klätterväxters rötter.

Rotsystemets funktion är dels att tillgodose växten med näring och vatten, men även att se till att individen är förankrad i marken. Eftersom klätterväxter har som strategi att utnyttja andra växter för stöd innebär det sistnämnda i fallet klätterväxter enbart att rötterna ska kunna motstå den uppåtriktade dragkraften skapade av exempelvis betande djur, då detta i naturen är det största hotet för en ung klätterväxt. Att klätterväxter enbart behöver förankras för att motstå dragkrafter gör växtgruppen, tillsammans med krypande växter, till något av en egenart i växtriket. Annan mer högre vegetation med styvare stammar, som exempelvis träd, behöver förutom dragkraft även kunna motstå horisontella böjkrifter skapade av sidovind för att inte välta omkull eller att rötterna ska dras av. Skillnaden i vilka belastningar och påfrestningar en växt utsätts för återspeglas således i rotsystemet och rötternas arkitektur. I klätterväxters fall innebär detta i regel en avsaknad av de grova fäströtter som annars är så kännetecknande för rotsystemen hos trädarter (Ennos 1993, Sjöman & Slagstedt 2015). Istället är rotsystemet hos klättrande arter fibröst med ett stort antal små fina rötter, som förankrar växten i marken genom friktionen som bildas mellan den stora mängden rötter och jorden. I optimala förutsättningar, där tillgången på näring, vatten och syre är god, bildar klättrande växter generellt ett rotsystem som är lika brett som djupt, då denna fördelning av rötter evolutionärt har gett klättrare de bästa

förutsättningarna för att stå emot exempelvis betestryck (Ennos 1993). Detta kan ställas i jämförelse med rotsystem för träd som grovt beskrivet består av ett brett rotsystem där ett antal grova rötter förankrar trädet på djupet i marken samtidigt som en utbredd matta, i regel bredare än trädets dropplinje, med ett stort antal ytliga sugrötter står för det primära upptaget av näring och vatten. Oavsett växtgrupp och typ av rotsystem är dock djupet på rotsystemet begränsat till hur långt ner i profilen det finns syre, vilket i en väl-dränerad sandjord innebär ungefär en meter, men som i lerjordar kan vara betydligt ytligare (Slagstedt et al. 2015). Ennos (1993) beskrivning av ett rotsystem som är lika djupt som brett baseras dock på att tillgången på resurser är hög och konkurrensen med andra arter är låg. I verkligheten är dock sällan förutsättningarna så goda menar Schnitzer (2005) som har undersökt klätterväxters rotutbredning i både torra och fuktiga tropiska klimat. När tillgången på vatten är ore-gelbunden över året och det råder en konkurrenssituation om näringsämnen i marken kan klätterväxters rotsystem istället utvecklas till utbredda nätverk av rötter som kan söka sig långt bort från rothalsen för att finna vatten och näring på ett sätt som saknar jämförelse i andra växtkategorier. Schnitzer menar, utifrån sina studier i tropiska ståndorter, att det inte är ovanligt att klätterväxter har en förmåga att söka sig djupare än trädrötter för att på så vis kunna konkurrera framgångsrikt om vatten. En möjlig förklaring till denna förmåga att skapa djupa rotsystem kan vara att de inte behöver lägga lika mycket energi på att skapa strukturellt stöd genom stabiliserande vedbildning. Detta ger istället klättrarna möjlighet att investera i både rot- och höjdtillväxt (Schnitzer 2005). Värt att understryka är dock att Schnitzers slutsatser baseras på en tropisk kontext och flora och att det saknas liknande studier från klätterväxter i ett mer maritimt klimat,

motsvarande den informationen som Slagstedt et al. (2015) tillhandahåller om träd. Även Putz och Mooney (1991) menar att det relativt sett går att se tendenser på att klättrväxters rotsystem är mer omfattande jämfört med rotsystemen hos träd och buskar. Studier på arten *Pueraria montana* var. *lobata* (Kudzuböna) visade att under våren kunde 52% av den totala biomassan utgöras av rötter. Denna siffra ökade sedan något under hösten till 65%, i takt med att arten börjar invintra. Dessa siffror kan ställas i relation med motsvarande siffror för trädarten *Liriodendron tulipifera* (Tulpanträd) som växer i samma område som Kudzubönan. Dessa siffror visar att enbart 10% av biomassan hos arten utgörs av rötter. Motsvarande siffra för det generella genomsnittet hos träd i lövfällande skogar i tempererat klimat är 19,5%. Förklaringen till denna skillnad i distributionen av biomassa mellan klättrare och träd hittas i att de grövre stammarna hos träden även fungerar som bra energireserver för vatten och näring. Klättrväxter, som har ett helt annat förhållande mellan stam och bladverk, tenderar därför att behöva producera ett större rotsystem för att på så vis istället utnyttja volymen i rötterna som energi- och vattenreserv. Avsaknaden av grova stammar gör också att den procentuella fördelningen av biomassa blir en helt annan för klättrväxter än för träd. Samtidigt som rotsystemet förhållandevis är större hos klättrväxter, är även andelen biomassa i bladverket signifikant mycket högre. Detta möjliggörs av att andelen biomassa bestående av ved är betydligt lägre.

DIMENSIONER

Enligt den inom ämnet välciterade tyske professorn Manfred Köhler (2008) är en av de stora fördelarna med att använda klättrväxter att de tar förhållandevis lite

markvolym i anspråk. I en doktorsavhandling av Pei-Wen Chung från The University of Melbourne (2020) har den rottillängliga volymens påverkan på klättrväxters tillväxt och täckningsförmåga undersökts. I studien undersöktes de två i Australien flitigt använda klättrväxterna *Pandorea pandorana* (Klockpandorea) och *Akebia quinata* (Fembladig akebia), där den sistnämnda faktiskt är hårdig i ett svenskt klimat i zon 1(2). De två arterna planterades individuellt i växtkärl med tre olika volymer (21L, 42L samt 63L) där tillgången på både näring och vatten var tillgodosedd. De tre storlekarna av växtkärl placerade sedan intill varsitt växtstöd med bredden 1,45 m och höjden 1,95 m och tillväxten undersöktes och jämfördes därefter under en växtsäsong. Resultatet av studien visade att tillväxten och täckningsgraden var högre i kärlet med 42 och 63 liter jämfört med kärlet på 21 liter. Det visade sig dock att det inte fanns någon signifikant skillnad på täckningsgraden, biomassan eller den totala bladytan mellan individerna i kärlet på 42 liter jämfört med individerna i kärlet på 63 liter. Detta tyder enligt Chung på att effekten av ett större kärl är avtagande och att således ett kärl på 42 liter är tillräckligt för att tillgodose en god tillväxt under den första växtsäsongen. De tre olika kärlet i studien hade alla samma ytareal och det var således enbart djupet som varierade och Chung öppnar därför upp för om det kan vara så att det är det begränsade djupet (103 mm) i kärlet på 21L som utgör den största begränsningen för klättrväxterna. Att djupet är viktigt för klättrväxters förmåga att utvecklas väl är något som vidimeras av Schnitzer (2005) som menar att klättrväxter framförallt i torra ståndorter har en förmåga att söka sig ner på djupet för att finna vatten.

Baserat på den ovanstående undersökning utvecklar Chung (2020) resultatet och slår fast att det från en kubikmeter rottillgänglig volym (1000L), med ett

korresponderande antal plantor, går att förvänta sig en täckningsgrad på 21,3 m² från den snabbväxande *P. pandorana* och 10,2 m² från *A. quinata* efter den första växtsäsongen, baserat på ett australiensiskt klimat. Denna utveckling förväntas dock avta successivt efter hand och kan alltså inte förväntas vara en linjär utveckling över flera år. Även Wang et al. (2001) vidhåller på samma spår att begränsat rotutrymme är något som påverkar växter mer och mer efterhand som de växer sig större. I en undersökning genomförd av Wang med kollegor på Okayama Universitetet i Japan mättes tillväxten och fruktsättningen på vinrankor (*Vitis vinifera*) planterade i kärl av olika storlek. Baserat på resultatet av denna undersökning presenterar författarna att det för en bladtäckning på 10 m² av arten *Vitis vinifera* krävs 0,5 - 0,75 m³ rottillgängligt utrymme. Denna siffra går att ställa i relation till Chungs (2020) resultat som omräknat skulle innebära en motsvarande rotvolym på 0,47 m³ för *P. pandorana* och 0,98 m³ för *A. quinata* för att uppnå en bladtäckning på 10 m². Vid en jämförelse av detta slag ska man dock vara medveten om att det dels är olika arter med olika strategi och livskraft som jämförs, men även att studierna genomförts i olika klimat. Det är även relevant att poängtera att studien av Wang et al. (2001) är genomförd inom ramen för vinproduktion, där sällan maximal vegetativ tillväxt är önskvärd utan där snarare en balans mellan vegetativ- och reproduktiv tillväxt premieras för att få en så effektiv fruktproduktion som möjligt.

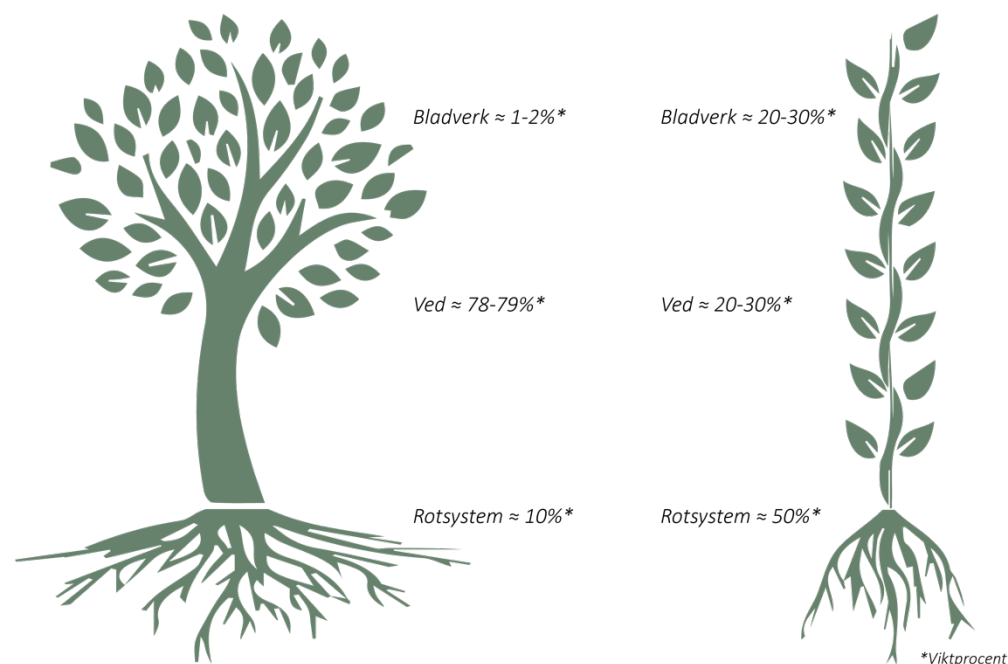
För kontext kan ovanstående siffror jämföras med liknande värden för stadsträd. I en studie undersöktes 1127 träd planterade på parkeringsplatser för att kunna dra slutsatser kring bland annat jordvolymens påverkan på trädets utveckling. Resultatet visade att en jordvolym på mellan 1,6 ft² och 2,5 ft² per kvadratfot kronprojektion (ytan inom kronans omkrets i plan) är tillräckligt för att

säkerställa ett träd med god vitalitet (Kent et al. 2006). Översatt till det metriska systemet och med en kronprojektion räknat i en jämn kvadratmeter skulle motsvarande siffror jordvolym vara ungefär mellan 0,15 m² och 0,23 m² rottillgängligt utrymme på kvadratmeter kronprojektion. Detta innebär att en kronprojektion på 10 m² kräver en växtbädd som är mellan 1,5 och 2,3 m³. I praktiken motsvarar ett träd med en cirkulär kronprojektion på 10 m² en krondiameter på drygt 3,5 m. För att denna rekommenderade mängd rottillgängligt utrymme ska finnas i växtbädden även när trädet växer till sig rekommenderar Sjöman, Gustafsson och Stål (2015) att en växtbädd generellt bör var minst 15 m³ och att djupet på växtbädden i regel sätts till mellan 0,6 och 1 m beroende på jordtypens syretransporterande egenskaper. Kent et al. (2006) menar, baserat på träden de har studerat i parkeringsplatsmiljö, att en växtbädd på 14 m³ endast ger en 50 procentig möjlighet till god utveckling och att det krävs det dubbla på 28 m³ för att säkerställa en 95 procentig chans till god utveckling. För att helt garantera att en god utveckling säkerställs är det önskvärt att ha växtbäddsvolymer runt 42 m³ för ett träd i hårdgjord yta.

Ett försök att ytterligare jämföra rotvolymen hos klätterväxter med den hos träd kan göras genom att kombinera en rad data som Putz och Mooney (1991) presenterar i sitt verk (se figur 9). Följande resonemang är således en syntes, gjord av författaren, baserat på studier gjorda på en och samma klätterväxt, Kudzubönan. Att studien är genomförd på en och samma art ger relevans till resonemanget men gör också att läsaren bör vara medveten om att skillnader mellan arter kan förekomma. Enligt Putz och Mooney indikerade denna studie att en klätterväxt i regel har upp till 50% av sin totala biomassa i rötterna. Detta ska ställas i jämförelse med träd som enligt samma källa har 10% av sin biomassa i rötterna. Denna

procentuellt större andel rötter hos klätterväxter jämfört med träd är en följd av klättrarnas avsaknad på grövre stammar som annars hade fungerat som lagringsdepåer. De båda författarna beskriver dock samtidigt att 21–28% av biomassan hos en klätterväxt utgörs av blad, jämfört med motsvarande siffra för träd som endast är 1–2%. Med andra ord är bladmassan procentuellt sett över tio gånger större hos en klätterväxt jämfört med den hos ett träd. Trots att biomassan bestående av *rötter* hos en klätterväxt procentuellt är upp till fem gånger större jämfört med ett träd visar differensen av denna samlade information att *bladmassan* hos en klätterväxt har möjlighet att

likvärdig biomassa av rötter. Ett alternativt sätt att se på det är att klätterväxter generellt har ett viktmässigt hälften så stort rotsystem vid en likvärdig bladyta. Denna ekvation går ihop genom att klätterväxter har en biomassa som utgörs av en mycket mindre andel ved och är alltså enbart en jämförelse av ovanjordisk bladmassa i förhållande till underjordisk biomassa i form av rötter. Det är även värt att poängtera att de ovan nämnda studierna utgår från biomassa, vilket mäts i vikt. Jämförelsen i biomassa bestående av rötter är således en jämförelse av vikten på rötterna. Eventuella skillnader i karaktäristiken på rötterna tas således inte i beaktning.



Figur 9. Skillnaden i fördelningen av biomassa mellan *Liriodendron tulipifera* (träd) och *Pueraria montana* var. *lobata* (klätterväxt) enligt studier genomförda av Putz och Mooney (1991).

VÄXTSUBSTRAT

Norrie (1996) menar att klätterväxter, på grund av sitt behov av att klättra på andra växter, naturligt oftast förekommer i skogssystem eller andra miljöer där de är omgivna av annan vegetation. Detta leder till att de naturliga jordarna som klätterväxter i regel förekommer på är relativt humusrika med en god vattenhållande förmåga, till följd av den ständiga tillförseln av organiskt material. En god tillgång på näring och vatten är således önskvärt att eftersträva när man utformar växtbädden enligt Norrie. Behovet av en näringsrik jord är något som även lyfts av Dunnett och Kingsbury (2004), men som i övrigt menar att klätterväxter inte tenderar att vara så kräsna när det kommer till vilken jord de kan växa i. Med det sagt bör starkt sura och basiska jordar undvikas. Förutom att substratet behöver vara näringsrikt behöver det även finnas rottillgängligt vatten i bädden, samtidigt som jorden inte får riskera att bli vattenmättad och syrefattig. Väldigt sandiga jordar eller styva leror är därför inte lämpliga på grund av sina fördränerande, respektive potentiellt dåligt dränerande, egenskaper. För att säkerställa en tillgång på både näring och markfukt ställer sig både Norrie (1996) och Dunnett & Kingsbury (2004) positiva till att ha organiskt material i växtbädden. En brist på antingen vatten eller näring i bädden leder till en begränsad överjordisk tillväxt.

Inom hortikulturen finns det ett talesätt om *Clematis* sp. som lyder att klättraren "... vill ha fötterna i skuggan och huvudet i solen", vilket går att koppla ihop med dess naturliga förekomst där den ofta etablerar sig i skuggan av annan vegetation för att sedan växa på höjden för att kunna konkurrera om solljus (Norrie 1996). Denna tumregel kan därtill appliceras på de flesta klätterväxter, med undantag för de riktigt skuggtåliga arterna som

exempelvis *Hedera* sp.. Översatt till en konstruerad växtbädd innebär detta att det om möjligt är önskvärt att försöka skydda växtbädden från direkt solstrålning, antingen genom dess utformning eller genom att använda ett lager av stenmulch exempelvis (Dunnett & Kingsbury 2004).

OVANJORDISKA PLANTERINGSKÄRL

Ett ovanjordiskt planteringskärl är ett alternativ när det inte är möjligt eller önskvärt att skapa en permanent växtbädd i marken. Då det går att göra dessa med relativt stora volymer är det även möjligt att odla större vegetation i dessa planteringskärl. Att växtbädden är upphöjd och inte har någon kontakt med omgivande mark för dock med sig en rad utmaningar som presenteras i följande stycken.

Redan 1984 slår en artikel i the Journal of Arboriculture fast fördelarna med att använda fristående planteringskärl för storvuxen vegetation. I det fallet träd. Ovanjordiska växtbäddar erbjuder enligt artikeln ett enkelt, flexibelt och relativt billigt alternativ för miljöer där antingen en snabb omställning premieras, där vegetationen placeras temporärt eller där det underjordiska utrymmet inte erbjuder möjlighet till en konventionell växtbädd i marken. Att jobba med växtlighet i ovanjordiska växtbäddar för dock med sig en egen uppsättning av utmaningar. En av dessa utmaningar är problemet med köldskador på rötterna under vintertid. Ett planteringskärl, med tillhörande växtsubstrat, är exponerat för klimatet på ett sätt som inte en konventionell underjordisk växtbädd är. Detta innebär att när lufttemperaturen passerar under fryspunkten riskerar det ovanjordiska växtkärlet att frysa utifrån och in, medan den underjordiska växtbädden är mer isolerad för sådana temperaturskiftningar. Den största faran med att jorden fryser är att rötterna tar skada

och ofta är köldhårdigheten för rötterna något sämre än den för de ovanjordiska växtdelarna. Detta problem motverkas med fördel genom att använda väl tilltagna dimensioner på kärlet, vilket skapar en isolerande effekt för rötterna mot tjälliknande förhållanden. Även tillgången på näringsämnen, rottillgänglig volym och markfukt förbättras genom att växtkärlet görs större (Cervelli 1984).

Ett annat problem med denna typ av växtbädd är vattenförhållandena. Först och främst saknar den tillgång till marktillgängligt vatten, vilket i kombination med att endast lite nederbörd når den gör att förhållandena snabbt kan bli torra. Således kräver användning av ett ovanjordiskt växtkärl även att regelbunden bevattning sätts in. Paradoxalt nog är det dock inte bara torka som riskerar att påverka vegetation negativt, utan det finns även en risk att vattnet skapar syrefattiga förhållanden i kärlet. Detta genom att dräneringen är dålig, eller att jordlagret inte är tjockt nog för att kunna dränera sig själv (Cervelli 1984; Sjöman, Gustafson & Stål 2015).

Utformningen av växtkärlet har enligt Cervelli (1984) möjlighet att utgöra ett estetiskt och formmässigt komplement till vegetationen. Med fördel kan det upphöjda kärlet därtill utnyttjas ytterligare genom att erbjuda primära eller sekundära sittmöjligheter.

ETABLERING

Nyckeln till en framgångsrik etablering ligger enligt Norrie (1996) i att växtbädden är korrekt utförd och att rätt växtmaterial utifrån platsens förutsättningar används. Om klätterväxten ska klättra på ett klätterstöd är det viktigt att den unga plantan planteras så att den har kontakt med klätterstödet. Om växten önskas klättra på buskar och träd bör plantorna däremot planteras en bit ifrån stammen/busket. Används självklättrande arter är det

fördelaktigt att låta dessa få etablera ett stort rotsystem genom att låta grenarna löpa längs marken de första 1-2 åren innan arten uppmuntras börja klättra upp på väggen genom uppbindning (Dunnett & Kingsbury 2004).

Norrie (1996) framhäver styrkan i att plantera små kvaliteter av klätterväxter. Detta är inte bara ekonomisk fördelaktigt, utan erfarenheter visar även att större plantor har svårare att komma i gång med tillväxten efter omplantering jämfört med mindre plantor. Detta bekräftas av Dunnett och Kingsbury (2004) som menar att mindre kvaliteter tenderar att anpassa sig snabbare till sin nya växtplats. Efter plantering är det inte ovanligt att tillväxten är relativt begränsad under den första, eller de två första säsongerna för att sedan övergå till en mer normal tillväxt. När den normala tillväxten har kommit igång är det av en snabbväxande klättrare inte omöjligt att kunna förvänta sig en årstillväxt på 3–4 meter och att individen har nått sin topphöjd (dock ej slutgiltig täthet) efter bara fem år.

När man arbetar med klätterväxter i kombination med ett avancerat och nytänkande klättestöd krävs det enligt Markus Fierz (2011) att etableringsskötseln är regelbunden och noggrann. Fierz erfarenheter kommer från etableringen av MFO Park i Zürich som är ett av de mer omfattande projekten med klätterväxter i en offentlig kontext. Skötselposter under etableringen inkluderade då strategisk beskärning samt uppbindning. Genom att göra detta säkerställs det att klätterväxten hittar stödet på ett önskvärt vis, konkurrensen med de andra plantorna minskar och att en maximal höjdtillväxt uppmuntras. Detta är framförallt viktigt när man använder sig av flera olika arter av klätterväxter i kombination. Efter hand som tillväxten tar fart minskar också behovet av skötselinsatser.

För att stimulera en god rotutveckling och för att säkerställa en tillfredställande etablering är det enligt Samuelsson och Schenkmanis (2003) önskvärt att vid plantering klippa ner lignosa klätterväxter till halva dess längd.

SKÖTSEL

Många av de löpande skötselposter som klätterväxter vanligtvis är förknippade med hänger i regel ihop med dess konventionella användning som fasadvegetation. Exempel på vad som behöver kontrolleras under den föreskrivna, i regel årliga, inspektionen är då att växterna inte söker sig in i takrännor eller andra håligheter i fasadmaterialet som vid takfoten eller vid fönster (Dunnett & Kingsbury 2004). Av förklarliga anledningar är detta skötselmoment som därför i regel inte är nödvändiga inom ramen för detta arbete då klätterväxterna här flyttats bort från fasaden och istället används fristående i gaturummet. Med det sagt finns det fortfarande element i gaturummet som det kan uppstå konflikter med, som belysningsarmaturer och luftdragna ledningar, vilket vid skötseltillfällen får ses efter.

Det finns även skötselmoment som är nödvändiga oberoende av var klätterväxterna är placerade. Dessa moment inkluderar att se till att klätterväxterna använder det tilltänkta växtstödet och inte växer i fel riktning. Detta görs enklast genom att fysiskt leda om skott som inte har hittat rätt, alternativt beskära de skott som växer åt oönskade håll. En selektiv beskärning kan också behövas genomföras för att tunna ut de ställen där klätterväxterna har skapat tjocka trassliga nystan, samt för att hålla tillbaka vegetation som sträcker sig utåt för mycket från klättestödet. Ovanstående skötselmoment är inte enkom av estetiska skäl utan är även för att undvika ojämna belastningar på klättestödet. Förutsatt att växtbädden,

växtvalet och växtstödet är korrekt utfört bör det enligt Dunnett och Kingsbury (2004) vara tillräckligt om dessa moment genomförs en gång om året för äldre individer, medan det ofta räcker med en gång vartannat år för yngre klättrare.

Om behov finns går det enligt Samuelsson och Schenkmanis (2003) i regel att förnygringsbeskära samtliga vedartade klätterväxter.

KLÄTTERVÄXTERS FÖRMÅGA ATT LEVERERA EKOSYSTEMTJÄNSTER

Kraven på vegetation i staden ökar i takt med att vi inom en nära framtid förutspås få kraftigare och frekventare regn och hälsovådliga värmeböljor. Det räcker således inte för vegetation att bara vara estetiskt tilltalande utan vi behöver med fördel även utnyttja de andra positiva effekter som en välplanerad urban grönska kan leverera. Utförd rätt är stadens grönstruktur en viktig pusselbit för att kunna säkerställa en hållbar livsmiljö i våra städer (Tyrväinen et al. 2005; Sjöman & Slagstedt 2015).

Dagens kunskaper om klätterväxters förmåga att leverera ekosystemtjänster är framförallt hämtade från växtgruppens användningsområde som fasadvegetation. Likväl är resultaten från dessa studier i många fall relevanta och möjliga att översätta till en fristående kontext. Även kunskaper om vegetation i allmänhets förmåga att leverera ekosystemtjänster kommer att användas i detta avsnitt. Även detta bedöms vara relevant för arbetets mål och syfte.

REGLERING AV LOKALKLIMATET

Det finns ett flertal studier gällande klättrväxters förmåga att på olika sätt reglera mikroklimatet. Baserat på den litteratursökning som gjorts i anslutning till detta arbete är slutsatsen dock att majoriteten av dessa genomförda studier är kopplade till klättrväxter som fasadvegetation och hur dessa kan påverka mikroklimatet i anslutning till en byggnad. Med det sagt visar flertalet resultat från ovan nämnda studier dock att den reglerande effekten som klättrväxter har på mikroklimatet är klarlagd. Det är framförallt genom beskuggning, evapotranspiration, vindskydd och isolering som detta sker (Cameron et al. 2014; Hoelscher et al. 2016; Hunter Block et al. 2012; Ip et al. 2010). Nedan följer en mer detaljerad genomgång av de tre förstnämnda faktorerna.

SKUGGA

Att använda klättrväxter för att reglera klimatet och lokalt sänka temperaturen är något som inte är ovanligt och det finns flera goda exempel på hur exempelvis vinrankor (*Vitis sp.*) har använts som skugggivande fasadvegetation i varma sommarklimat, eller hur samma art har använts för att klä in pergolor för att i skuggan av vinet kunna skapa ett behagligt svalt klimat (Dunnett & Kingsbury 2004). Cameron med kollegor (2014) menar att studier på träd har visat att skugga är det enskilt effektivaste sättet vegetation kan sänka temperaturen på och att upp till 80% av avkylningskapaciteten är kopplat till direktskuggan skapad av vegetation. I en studie där *Wisteria sinensis* (Blåregn) placerats växande på ett vadersystem 80 - 150 cm från en husfasad visade resultatet att fasaden var 5.5 °C svalare där klättrväxten skuggade jämfört med där den inte gjorde det (Hunter Block et al. 2012). Trots att även evapotranspiration, samt en

isolerande effekt spelar in, ska denna temperaturskillnad i linje med Cameron et al. (2014) således främst gå att tillskriva skuggverkan skapad av klättrväxterna. Detta resultat ligger i linje med resultaten från Akira Hoyanos studie (1988) från Japan där bland annat skuggeffekten av en horisontell pergola-liknande struktur med just *Wisteria sp.* undersöktes. Resultatet av studien visade bland annat att det horisontella solskyddet av *Wisteria* som lägst endast släppte igenom 10% av den inkommande solstrålningen. Detta ledde till en signifikant temperaturskillnad i markytan som skuggades jämfört med marken som var oskuggad. Denna temperaturskillnad gick därtill att observera upp till 30 cm ovanför markytan. När ett föremål placerades på en höjd av 100 cm under solskyddet registrerades ytemperaturer motsvarande lufttemperaturen, medan motsvarande föremål på samma höjd utanför solskyddet hade en förhöjd ytemperatur med 6–8 °C (Hoyano 1988). Temperatursänkningen som Hoyanos studie påvisar styrks av Chafer et al. (2020) och Seçkin (2018) som utfört liknande undersökningar.

Vidare diskuterar Seçkin (2018) de potentiella fördelarna med använda klättrväxter fristående (i detta fall i en pergola). Hon kommer fram till att en klar fördel med klättrväxter i en fristående pergola, som kombinerar klättrväxters förmåga att växa både vertikalt och horisontellt, är att de inte är lika beroende av den geografiska orienteringen. Medan fasadvegetation är mer eller mindre beroende av att fasaden är orienterad åt ett solmässigt gynnsamt väderstreck, är fristående klättrväxter mycket mer flexibla med sin placering. Seçkin menar också att en fördel med klättrväxter som skugggivande vegetation jämfört med träd är att klättrväxter i regel växer snabbare. Således kommer en nyplanterad klättrväxt mycket snabbare att generera skugga, jämfört med ett nyplanterat

träd, förutsatt att växten har någonting att klättra på (Seçkin 2018).

En klättrväxts förmåga att reglera mikroklimatet genom skuggverkan hänger ihop med tätheten på artens bladverk. Den vanligast förekommande metoden för att definiera bladverkets täthet hos en art är att tala om *leaf area index* (LAI), vilket är ett mätsystem som länge använts kopplat till träd men som även har börjat användas för klättrväxter. Leaf area index är ett värde som definieras av den ensidiga bladytan per enhet markyta eller fasad, vilket kan formuleras som $LAI = \text{bladyta} / \text{yta} \text{ (m}^2\text{)}$. Ju högre indexvärde desto tätare bladverk och i regel brukar värden mellan 0 och 10 förekomma. Eftersom LAI hänger ihop med bladverket, förändras också värdet under året för lövfällande arter, medan städsegröna klättrare har ett stabilare värde (Pérez et al. 2022). Ett urval av indexvärden hämtade från studier på klättrväxter visar att *Parthenocissus tricuspidata* (Rådhusvin) har ett LAI på 2,0 - 8,0, *Parthenocissus quinquefolia* (Klättrvildvin) ett värde på 1,6 - 4,0 och *Hedera helix* (Murgröna) ett motsvarande värde på 2,6 - 7,7. Differensen i indexvärdet inom samma art beror på tidpunkt på året men även platsspecifika förutsättningar som ljusförhållanden och tillgång på nederbörd (Dunnett & Kingsbury 2004; Pérez et al. 2022).

EVAPOTRANSPIRATION

Medan skugga är det effektivaste sättet för en växt att sänka mikroklimatet i direkt anslutning till vegetation, har evapotranspirationen skapad av en växt möjlighet att påverka klimatet i en vidare omfattning, om än på mikronivå. Exempelvis har det gått att påvisa att den avkylande effekten skapad av evapotranspiration från stadsträd är märkbar så långt som 100 meter från deras trädkronor (Cameron et al. 2014). Evapotranspiration kan beskrivas

som summan av avdunstningen av markfukt i kombination med transpirationen från växtens blad. Det sistnämnda är något som fotosyntetiserande växter gör för att kyla bladen från värmen som bildas av solstrålning och sker genom att vattenånga avges från klyvöppningarna. Evapotranspiration är en energikrävande process och det är i samband med att energin tas från den omkringliggande luften som den temperatursänkande effekten uppstår (Hunter Block 2012).

Eftersom evapotranspiration delvis är ett resultat av bladens transpiration går det att se ett mer eller mindre tydligt band mellan effekten av evapotranspiration och en arts LAI. För att en god kylande effekt av evapotranspirationen ska kunna uppnås är det dock avgörande att växterna har tillgång på vatten eftersom det är detta som driver processen. För att detta ska kunna säkerställas krävs det att växtbädden är rätt utförd, både i dimensioner och substrat (Hunter Block 2012; Besir & Cuce 2018).

I ett försök att isolera den kylande effekten av evapotranspiration hos klätterväxter genomfördes en studie i Delft i Nederländerna. I denna studie jämfördes temperaturen bakom en skärm av klätterväxter med temperaturen bakom en ljusmässigt likvärdig artificiell skärm, för att på så vis kunna säkerställa att en eventuell temperaturskillnad inte berodde på skugga. Resultatet av den studien visade att temperaturen på ytan och luften bakom ridån av klätterväxter var 20–35% lägre, vilket således är en temperatursänkning som kan tillskrivas evapotranspirationen (Hunter Block 2015). I en studie nyligen genomförd i Spanien jämfördes den relativa luftfuktigheten under en pergola av *Wisteria sinensis* (Blåregn) med den under en pergola utan någon växtlighet. Resultatet visade konsekvent att luftfuktigheten var högre under pergolan med Blåregnet till följd av evapotranspirationen från

växterna. Som tidigare nämnt går det åt energi under evapotranspirationsprocessen vilket leder till ett svalare och mer skonsamt mikroklimat. Skillnaden i luftfuktighet var som minst under dagtid och som störst under natten. På natten gick det att se en temperaturskillnad på 25% jämfört med mätningen utan växtlighet. Denna skillnad är enligt författarna till studien en följd av evapotranspirationen. Att temperaturskillnaden var störst under nattetid är positivt för att motverka effekterna av urban heat island-effekten, som är som allra mest påtaglig under natten (Chäfer et al. 2020).

VIND

När möjligheten till vindreglering ska diskuteras är det viktigt att titta på staden som helhet, då det är i samspelet mellan byggnader och vegetation som möjligheten att påverka luftströmmarna finns (Deak Sjöman et al. 2015). Det bör även nämnas att det i en urban kontext inte alltid är önskvärt att reglera eller minimera vindflödet, eftersom detta kan skapa ansamlingar av luftföroreningar som annars hade transporterats bort från gaturummet utav vinden. Varje individuell plats i staden måste således utvärderas utifrån behovet av lä kontra ventilation (Whitlow et al. 2011).

När utrymmet inte är en begränsning är det önskvärt att skapa breda och flerskiktade planteringar för att reglera vinden. I urbana miljöer är däremot utrymme ofta en begränsande faktor och således behöver placeringen av vegetationen vara strategisk för att en vindreglande effekt ska uppnås. Detta kan innebära att ett eller ett fåtal träd placeras vid ett gathörn för att ett turbulent vindflöde ska brytas. Därtill behöver insatserna ofta göras en bit bort från platsen som önskas vindskyddas (Deak Sjöman et al. 2015).

Dominerande faktorer som påverkar vindflöden i gaturummet inkluderar i vilket väderstreck en gata är orienterad samt byggnadernas höjd, utformning och avstånd från varandra. Varje urban plats har därför sina egna förutsättningar, vilket innebär att placeringen av vindreglerande vegetation måste göras utifrån den specifika platsen (Deak Sjöman et al. 2015).

Växter som väljs för att reglera vinden behöver både vara toleranta mot vindlasterna som bildas, samt kunna hantera den uttorkande effekten som vinden har. Även bladverkets täthet måste tas i beaktning. Förutom artspecifika attribut är det därför även nödvändigt att fundera över platsens ljusförhållanden, eftersom dessa kan förväntas påverka den vegetativa utvecklingen och därmed förmågan till vindreglering. Att använda en ljuskrävande art på en plats som skuggas av ett hus är olämpligt eftersom den dåliga tillväxten kommer att göra att vindregleringen blir ineffektiv. Med det sagt är målet vid vindreglering inte att blockera den helt, eftersom detta riskerar att skapa turbulenta vindar, utan att istället filtrera den. En porositet i bladverket på 40–50% är därför önskvärt (Deak Sjöman et al. 2015).

En annan viktig aspekt av vegetationselement med ambition att reglera vind är att de har en krontäckning från toppen ner till marken. Detta för att undvika att vinden smiter förbi och att ett golvdrag bildas. I en studie genomförd av Johanna Deak Sjöman, Andrew Hiron och Henrik Sjöman (2016) undersöktes förhållandet mellan *branch area index* (BAI, förhållandet mellan grentäckningen och kronprojektion) och förmågan att reglera vind. Resultatet av studien visade att arter med högt BAI effektivare reglerade vind och att de arter med tätast grenverk i förhållande till sin krondiameter var pelarformiga namnsorter (exempelvis pelareken *Quercus robur* 'Fastigiata'). Det höga BAI-värdet hos pelarformade träd

hänger också ihop med att de har en krona som börjar relativt lågt, vilket som tidigare nämnt är en förutsättning för god vindreglering. Dessa förhållandevis smalkroniga träd är avslutningsvis även utrymmeseffektiva att använda i trånga gatumiljöer där de strategiskt kan placeras som vindreglerande element vid exempelvis gatu- hörn. Att studien utgick från *branch area index* och inte *leaf area index* motiverades med att det ofta är på vintern som behovet av vindreglering är som störst och att det då inte går att förlita sig på bladverket hos lövfällande träd. Detta belyser således även vikten av att använda vintergrön vegetation. (Deak Sjöman et al. 2016; Deak Sjöman et al. 2015). Studier på BAI hos klätterväxter saknas idag. Enligt Putz och Mooney (1991) är dock andelen biomassa som består av ved och grenar låg hos klätterväxter jämfört med träd.

LUFTRENING

Till följd av avgaser och utsläpp från trafik är halterna av kvävedioxid och mikropartiklar i gatumiljöer vanligtvis långt över vad som är hälsosamt. Detta ger upphov till ett ökat antal sjukdomsfall, och i förlängningen, även dödsfall. Förekomsten av luftföroreningar i gatumiljö är som störst i miljöer där det finns en utsläppskälla (ex. trafik), men påverkas även negativt av att gaturummet är smalt och kantas av höga hus (Pugh et al. 2012).

Enligt Pugh et al. (2012) kan dessa hälsoskadliga luftföroreningar i staden reduceras på tre sätt. Genom att (i) minska på utsläppen, (ii) stimulera ett ventilerande luftflöde samt att (iii) luftföroreningar tillåts avsättas på ytor. Det är framförallt vid den sistnämnda avsättningen av luftföroreningar som vegetation kan spela en viktig roll. Till följd av bladens textur, den ofta omfattande totala bladytan samt på grund av växters aerodynamiska egenskaper har

föroreningar möjlighet att avsättas mycket effektivare på vegetation än på hårdgjorda ytor. Denna effekt ökar därtill med högre vindhastigheter, då detta genererar en hastighet på partiklarna som gör att de fäster, och således avsätts, mer effektivt på depositionsytan (Pugh et al. 2012). Denna information bekräftas av Deak Sjöman et al. (2015) som adderar att även bladens klyvöppningar har en förmåga att ta upp vissa föroreningar.

Samtidigt som vegetation är ett viktigt verktyg för luftrening i staden menar dock Pugh et al. (2012) att vegetation även kan ha en negativ effekt på luftkvaliteten. Detta genom att förhindra det ventilerande luftdrag som annars hade spätt ut och transporterat bort halterna av luftföroreningar från gaturummet. Studier har visat att samtidigt som träd förvisso ökar ytan som föroreningar kan deponeras på skapar träden med sin kronvolym även en isole- rande effekt på den förorenade luften, vilket kan ha en negativ inverkan på luftreningen. I miljöer med höga halter av luftföroreningar bör användningen och placeringen av voluminös fristående vegetation därför utvärderas från situation till situation. Detta är något som även Deak Sjöman et al. (2015) framhåller. Gaturummets utformning, byggnadernas höjd samt trafikflödets omfattning är därför faktorer som behöver tas i beaktning när målet är att minska mängden luftföroreningar i gaturummet med hjälp av vegetation. Istället för att använda vegetation för att skapa lä, kan det därför vara relevant att använda vegetation för att främja en jämn och balanserad ventilation i en luftföroreningspåverkad miljö.

Trots risken för att få en motsatt effekt på luftkvaliteten kan vegetation med rätt placering och genomförande enligt Pugh et al. (2012) fungera som ett effektivt filter för luftföroreningar. Studier på bland annat gröna väggar i gatumiljö har visat att vegetation har potentialen att minska halterna av kvävedioxid med upp till 40% och

luftburna partiklar med upp till 60%. Dessa siffror är högre än vad många tidigare studier har gjort gällande. Att klätterväxter är en bra "partikelfälla" är något som även Köhler (2008) understryker och menar därför att klätterväxter har potential att användas mer i detta syfte. Köhler baserar sitt uttalande på en studie där mängden avsatta partiklar på bladen hos *Parthenocissus tricuspidata* växandes vid en gata med högtrafikbelastning undersöktes. Eftersom både Pugh et al. (2012) och Köhlers (2008) resultat baseras på fasadvegetation bedömdes den negativa effekten på ventilationen i gaturummet vara obefintlig.

Dunnett och Kingsbury (2004) menar att förmågan att ta upp skadliga luftpartiklar är proportionerlig med klätterväxters totala bladyta och att således LAI även här kan vara ett relevant mått att använda för att mäta olika arters förmåga att rena luften. Ju högre indexvärde desto effektivare är växten på att ta upp partiklar. Exempel på LAI-värden som tas upp är 2,0–8,0 för *P. tricuspidata* samt 2,6–7,7 för *Hedera helix*. Med hänvisning till en tysk studie menar författarna att de båda klätterarterna per kvadratmeter har en förmåga att fänga 4 respektive 6 gram partiklar (bly och kadmium) under en växtsäsong. Förutom på bladytan hittades dessa hälsoskadliga ämnen även inuti blad och ved vilket enligt studien, och vidare enligt Dunnett och Kingsbury (2004), visar på att ämnena även aktivt tas upp och lagras i växten.

DAGVATTENREGLERING

Växters förmåga att ha en reglerande effekt på dagvatt- net kan ta sig uttryck på olika sätt. Dels finns det en generell förmåga hos vegetation att reglera mängden nederbörd som når marken till följd av interception, dvs. allt det vattnet som stannar på bladverket istället för att nå

marken. En stor del av detta vatten avdunstar sedan utan att nå marken, vilket gör att mängden vatten som når dagvattennätet minskar (Dunnett & Kingsbury 2004). Enligt Boverket (2019) går det i regel att fördröja 1 mm dagvatten per kvadratmeter bladyta genom interception. Då storvuxen vegetation kan ha en total bladyta på flera hundra kvadratmeter kan denna effekt bli påtagligt märkbar.

Ett annat sätt som vegetation kan spela en viktig vattenreglerande roll är genom att dagvatten leds ner i växtbäddarna. Genom att göra detta utnyttjar man dels volymen i växtbädden som magasin samtidigt som vattnet får möjlighet att långsamt både avdunsta och återföras till grundvattnet. Detta bygger dock på att jorden i växtbädden har egenskaper som tillåter detta, samt att de valda växterna klarar av att periodvis stå blött (Boverket 2019). Fördelen med en sådan lösning är därtill att jorden och rötterna fungerar som ett biofilter som har möjlighet att ta upp och hindra föroreningar från att transporteras vidare. Enligt Fowdar et al. (2022) har dock få studier på klätterväxters möjlighet att vara en del i sådana dagvattenlösningar gjorts. Med bakgrund i bland annat detta genomförde Fowdar med kollegor en studie där 22 växtarters förmåga att rena och reglera dagvatten undersöktes. Av dessa 22 arter var tre klätterväxter, med motiveringen att klätterväxter har möjlighet att utgöra platseffektiva vegetationssystem i den trånga staden, vilket om möjligt även bör utnyttjas för dagvattenreglering. De tre arter av klättrare som inkluderades i studien var *Trachelospermum jasminoides* (Stjärnjasmin), *Clematis armandii* (Vintergrön klematis) och *Lonicera japonica* (Slingertry). Studien genomfördes i en laboratoriemiljö, där individer av valda arter enligt ett schema blev bevattnade med vatten innehållande en sammansättning av föroreningar representativa för urbant dagvatten. Schemat för bevattningen var

gjort för att efterlikna en naturlig regnregim och gjorde därtill att växternas prestanda både under torra och våta förhållanden kunde undersökas.

Det första resultatet i studien gällde infiltrationsförmågan för de olika växternas växtbäddar. Samtliga arter visade på en större infiltrationsförmåga än i den icke vegeterade kontrollbädden, troligen till följd av att rötterna har en perforerande och luckrande effekt på jorden. Medan *T. jasminoides* visade varierande resultat över tiden för studien visade *L. japonica* endast marginellt bättre infiltrationsförmåga än kontrollbädden, med en infiltrationstakt på ca 100 mm vatten/timme. *C. armandii* däremot visade goda resultat med en infiltrationskapacitet på strax under 200 mm/timmen. Detta resultat visar att klätterväxters positiva effekt på infiltrationskapaciteten visserligen är belagd, men att den ändå är artspecifik (Fowdar et al. 2022).

Gällande den renande effekten påvisade vegetationssystem med klätterväxter en mycket god effekt på infångandet av sediment i dagvattnet (över 90%), medan upptaget av dagvattenbundet kväve och fosfor låg på mellan 50% och 60% i snitt. Slutsatsen i studien var således att samtidigt som växtlighet inte utgör någon universell lösning för att avlägsna föroreningar i dagvattnet finns det dock goda anledningar att inkludera en rad olika arter som en del i en större dagvattenlösning. En sådan art är exempelvis *Clematis armandii* som visade förhållandevis goda resultat i samtliga delar av Fowdar et al. (2022) studie. Resultatet påvisar dock att effekten av växtlighet i dagvattensystem sker på artnivå. Det krävs därför ett medvetet artval när vegetation ska agera biofilter, samt att kunskapen om olika arters renande förmåga utvecklas.

KULTURELLA EKOSYSTEMTJÄNSTER

I en studie genomförd av Vogt et al. (2013) undersöktes de ekologiska, estetiska och psykologiska möjligheterna med att använda klätterväxter i staden, med Krakow och Dresden som exempel. I studien genomfördes en enkätundersökning gällande lokalbefolkningens inställning till klätterväxter som stadsvegetation. Undersökningen visade att över 80% av de tillfrågade ansåg att klätterväxter berikade staden estetiskt samt att 63% av respondenterna ansåg att klätterväxterna ökade kvaliteten på deras livsmiljö. I en stadsdel där respondenterna bedömde kvaliteten på sina livsmiljöer som extra god bedömdes klätterväxter utgöra en viktig del av områdets visuella identitet och att detta i förlängningen hade positiva effekter på turismen, restaurangnäringen och inflyttningsgraden.

Enligt en metaanalys där kulturella ekosystemtjänster genererade av den urbana grönstrukturen i nordiska länder undersöktes, genereras många av de kulturella ekosystemtjänsterna, som rekreation och fysisk aktivitet, av den mer storskaliga sammanhängande grönskan. Samtidigt som ett träd eller en motsvarande vegetationslösning förvisso kan utgöra en viktig del av den storskaliga sammanhängande grönskan, är det enligt metaanalysen svårt att dra några slutsatser kring det individuella vegetations-elementets bidrag till den fysiska hälsan och rekreationen. Samma studie poängterar dock att i den allt tätare staden utgör den mindre sammankopplande grönstrukturen, som gatutråd och mindre gröna rumsbildningar, ett allt viktigare inslag för att tillhandahålla grönska som kan främja fysisk- som psykisk hälsa. Detta sker såväl genom att locka ut människor för fysisk aktivitet, som att grönskan har en stressreducerande effekt (Amorim et al. 2021).

I en isländsk studie från 2015 undersöktes urban vegetations möjlighet att påverka återhämtning och mentalt

välbefinnande. Studien gick ut på att olika deltagare blev visade bilder på identiska gaturum, men där olika mängd träd och planteringar hade adderats digitalt. Deltagarna fick sedan bedöma platserna med hjälp av en 11-gradig skala (0=håller inte med, 10= håller helt med) i kombination med en rad olika frågeställningar kopplat till återhämtning, avslappning och fascination. Resultatet visade tydligt hur en ökad närvaro av vegetation i gaturummet, också ökade upplevelsen av återhämtning. Den ökade återhämtningen skapad av vegetation beskrivs i studien bero på att växtligheten ger en känsla av att man är på en annan plats och/eller att den skapar en känsla av fascination (Lindal & Hartig 2015). Att uppleva att man för en stund befinner sig på en annan plats samt att känslan av fascination bidrar till återhämtning är baserad på den, i miljöpsykologiska sammanhang, välciterade *Attention Restoration-teorin* (ART) presenterad av Rachel och Stephen Kaplan (1989). I Kaplans teori är känslan av vara iväg (*being away*) och känslan av fascination (*fascination*) två av fyra nyckelkomponenter i miljöer som bedöms kunna agera mentalt återhämtande. *Being away* syftar till att man mentalt (och ibland även fysiskt) blir frånkopplad från det som är mentalt utmattande vilket sätter igång en återhämtningsprocess. *Fascination* syftar till känslan av att något fångar ens uppmärksamhet utan att det krävs energi eller aktivt fokus. Dessa två nyckelkomponenter för mental återhämtning beskriver alltså Lindal och Hartig (2015) att enskilda vegetationselement kan generera, vilket således stärker bilden av gatuvegetationens återhämtande effekt på människan. I motsats till studiens hypotes hade dock inte storleken på, i detta fall, träden någon större inverkan på möjligheten till mental återhämtning. Således spelar även mindre vegetationsytor och volymer en viktig roll för att generera kulturella ekosystemtjänster. Likt studien genomförd av Amorim et al. (2021) slår även

denna studie fast att ett sammanhängande nätverk av småskaliga gröna inslag i gatumiljö kan utgöra ett viktigt komplement i den täta staden, för att främja återhämtning (Lindal & Hartig 2015).

GESTALTNING AV KLÄTTERSTÖD (Del 3)

I följande del av arbetet presenteras gestaltningen av det klätterstöd som kompletterar klätterväxterna. Detta inkluderar såväl en fortsatt litteraturstudie som en genomgång av gestaltungsprocessen.

I boken *Planting green roofs and living walls* slår författarna Nigel Dunnett och Noel Kingsbury fast redan 2004 att potentialen i att använda klätterväxter på andra strukturer än husfasader är stor. Hur klätterstödet konstrueras är enligt författarna sedan beroende av den tilltänkta växtens sätt att klättra, artens växtkraft och storlek, klätterstödet exponering för klimatet genom framförallt vind och snö samt avslutningsvis det estetiska uttrycket. Utöver dessa fyra faktorer kräver frågeställningen i detta arbete även att utformningen görs på ett sådant sätt att ekosystemtjänster främjas.

Då målet med arbetet är att ta fram ett fristående alternativ till stadsträd, kommer klätterstödet inte att utformas utifrån de självklättrande arterna. Dessa arter är framförallt framgångsrika på heltäckande underlag där de effektivt kan utnyttja sina självhäftande klätterorgan och ett klätterstöd utformat med hänsyn till detta bedöms resultera i en fysiskt dominerande struktur som kommer att upplevas överordnad klätterväxterna. Med det sagt finns det självklättrande arter som har visat sig framgångsrika på mer perforerade material, som gallerstrukturer, och

det är därför inte uteslutet att självklättrande arter med framgång kan användas tillsammans med slutprodukten. Ett exempel på en sådan art är *Parthenocissus tricuspidata* (Rådhusvin) som klättrar med häftplattor men som i en studie genomförd av Perez et al. (2017) framgångsrikt användes växandes på ett grovmaskigt stål nät.

Enligt Dunnett och Kingsbury (2004) lämpar sig de spärr- och hakklättrande växterna i regel dåligt för offentlig miljö då de kräver relativt mycket skötsel och uppbindning, samt att de inte sällan tagg- och tornbeklädda grenarna kan skapa problem för förbipasserande i en trång stadsmiljö. Med bakgrund i detta kommer klätterstödet inte heller att utformas med hänsyn till denna grupp av klätterväxter. Likt vad som gäller för de självklättrande arterna innebär detta dock inte nödvändigtvis att klätterstödet inte skulle fungera för arter inom denna grupp.

DESIGNSPECIFIKATION

I boken *Design - process och metod* beskriver Åsa Wikberg Nilsson, som är doktor i industridesign, tillsammans med Åsa Ericson och Peter Törlind, som är biträdande professor respektive lektor i samma ämne, den kronologiska arbetsprocessen när ett objekt eller produkt ska gestaltas (2015). De tre författarna är överens om att en gestaltungsprocess inom fältet för industridesign, med få undantag, alltid börjar med en formulering av en designspecifikation. Denna designspecifikation, som även kan gå under namn som kravspecifikation eller produktspecifikation, ska innehålla de krav, behov och önskemål som förväntas och önskas av produkten, vilket i detta fall är det fristående klätterstödet. Styrkan med att formulera en designspecifikation är att man i ett tidigt stadie adresserar förväntningarna på slutprodukten, vilket skapar ett

vägledande ramverk till gestaltungsprocessen. Detta initiala steg i designprocessen är något som även lyfts fram av Jan Landqvist, professor i designmetodik på Konstfack (2001). Vidare adderar Landqvist att det även är viktigt att prioritera bland behoven för att skapa en hierarki samt en systematik som kan hjälpa till om två behov upplevs som motsägelsefulla. Denna prioritering kan enligt Landqvist formuleras som en indelning i nödvändiga-, önskvärda och onödiga specifikationer. Enligt Wikberg Nilsson et al. (2015) kan samma prioritering beskrivas mer binärt som krav, vilket innebär sådant som slutprodukten måste klara av, samt önskemål vilket enbart beskriver sådant som är önskvärt av produkten. I detta arbete kommer den senare indelningen i krav och önskemål att användas.

Wikberg Nilsson med författarkollegor (2015) beskriver vidare att designspecifikationen bör ses som ett levande dokument som kan tillåtas att uppdateras efterhand. Detta eftersom det inte är ovanligt att det fortlöpande arbetet genererar insikter och kunskaper som ställer nya krav på produkten och som således behöver inkorporeras i designspecifikationen. Vid slutskedet av designprocessen kan därtill specifikationen fungera som en checklista för att säkerställa att alla behov är uppfyllda av produkten.

Värt att poängtera är dock att ovan nämnd designspecifikation främst är kopplad till funktion. Estetiken är således friställd från denna sammanställning och bör också behandlas som en egen aspekt av designprocessen. Väl utförd bör en produkt alltså inte bara kunna leverera ett antal uppsatta funktioner, utan även kunna erbjuda en visuell upplevelse. Estetiken är med andra ord ingenting som ska ignoreras eller trivialiseras då det visuella uttrycket till hög grad bidrar till hur betraktaren bedömer, värderar och läser av ett föremål. Ett känt citat från

ingenjören och arkitekten Vitruvius som verkade i antikens romarrike för 2000 år sedan sammanfattar gestaltungsprocessen som en balans mellan skönhet (*venustas*), hållfasthet (*firmitas*) och funktion (*utilitas*). Ett citat som är relevant än idag. Krav i form av funktioner och strukturell hållfasthet är essentiella, men det är alltså även estetiken (Wikberg Nilsson et al. 2015; Landqvist 2001).

Baserat på arbetets syfte och mål har följande designspecifikation för ett fristående klätterstöd tagits fram:

Krav:

1. Kunna fungera praktiskt som stöd för klätterväxter.
Grundfunktionen att kunna agera klätterstöd är essentiell för produktens hela existens vilket gör detta till ett krav.

Önskemål:

1. Ha en utformning som upplevs genomförbar och realistisk.
Då arbetet i övrigt förhåller sig aktivt till verklighetens förutsättningar bedöms det befogat att även gestaltningen ska upplevas som möjlig att genomföra.
2. Ska med fördel utformas med ett medvetet materialval.
Då den byggda konstruktionen blir en konkret skillnad mellan stadsträd och denna vikarierande lösning är det rättvist att låta materialvalet ske medvetet.
3. Stödet bör ha en utformning som främjar reglerande och kulturella ekosystemtjänster.
Ekosystemtjänster är något som är förankrat i både underrubrik, mål och frågeställning och bör om möjligt

även prägla gestaltningen av klätterstödet.

4. Bör kunna erbjuda en formmässig flexibilitet utifrån valet av plats och klätterväxt.
Då både växter och platser är varierande i sina krav bör detta även återspeglas i gestaltningen.
5. Genomförandet ska gärna lämpa sig för of-fentlig miljö.
Då miljöerna som arbetet fokuserar på i regel är of-fentliga gaturum bör gestaltningen ta hänsyn till de ut-maningar som detta innebär.

KONVENTIONELLA KLÄTTERSTÖD

Enligt Dunnett och Kingsbury (2004) är klätterstödet nyckeln till en framgångsrik användning av klätterväxter (med undantag för självklättrande arter). Olika typer av klätterväxter kräver olika typer av stöd, men gemensamt för klätterstöden är att de är en förutsättning för att klättraren ska ha möjlighet söka sig uppåt. Att välja och utforma klätterstöd är enligt Norrie (1996) en fråga om att svara till de krav som den tilltänkta klätterväxten ställer. Detta inkluderar metod för att fixera sig samt den höjd som växten kan förväntas nå. Om växten naturligt växer högre än vad klätterstödet är konstruerat för riskerar det i överkanten på stödet att bildas en härva av grenar som kan behöva beskäras bort.

För de stödkrävande klätterväxterna går det generellt att tala om tre typer av stöd som konventionellt använts, beroende på typ av klättrare och sammanhang. Den första typen är den traditionella spaljén, där parallellställda snedgående ribbor bildar ett rutnät av romber. Den andra typen består av ett rutnät av horisontella- och

vertikala stöd och den sista typen utnyttjar uteslutande antingen horisontella- eller vertikala element. Historiskt sett har det varit de första två typerna som framförallt använts, medan den tredje typen framförallt börjat användas mer i modern tid. Det viktigaste när man utformmar ett klätterstöd är att ta hänsyn till vad det är för typ av klättrare som ska använda stödet, eftersom olika arter som sagt har olika metoder för att klättra. Den viktigaste skillnaden här är huruvida det behövs horisontella stöd eller om det räcker med enbart vertikala stöd. Att ta hänsyn till vilken växt som ska använda stödet är inte bara en fråga om hur den klättrar, utan även hur stor den blir. I regel ska starkväxande klättrare ha mer utrymme mellan stöden, medan mer svagväxande arter behöver ett tätare stöd. För klätterstöd av gallerkaraktär är 15 x 25 cm brukligt för svagväxande arter medan mer storvuxna klättrare behöver 30 x 40 cm. Motsvarande siffror för enbart vertikala stöd är mellanrum på 20–40 cm samt 40–80 cm beroende på växtkraft (Dunnett & Kingsbury 2004).

KLÄTTERSTÖD FÖR SLINGGRANDE VÄXTER

I teorin behöver slingrande växter enbart vertikalt stöd som arterna kan slingra sig runt. Växtstöd med en lutning på maximalt 45 grader har även använts med framgång, medan lutningar trubbigare än detta ofta leder till att denna grupp av klättrare tappar incitament att fortsätta breda ut sig eller söka sig uppåt (Dunnett & Kingsbury 2004). Detta motsägs dock av försök gjorda av Shu et al. (2020) som visade att klätterväxter (även klängande) tenderar att fortsätta växa horisontellt när det inte längre finns möjlighet att växa vertikalt.

Stödet behöver även vara av ett material som erbjuder en tillräckligt ojämn textur för att inte riskera att

klättrarna glider ner av sin egen vikt. Här framhålls stål-vajrar som ett material med en lämplig textur och som använts med gott resultat (Dunnett & Kingsbury 2004, Gréen 1982; Norrie 1996).

Stödet bör enligt Dunnett och Kingsbury (2004) i genomsnitt vara runt och ha en diameter på mellan 4 och 30 mm. Det är även viktigt att vara medveten om den kraft som stödet kan utsättas för av framförallt starkväxande slingrare. Om inte denna kraft tas hänsyn till riskerar stödet att slitas loss från sina infästningar. Detta kan också undvikas genom att man justerar linorna varje år, för att inte spänningen ska bli för hög. Putz och Mooney (1991) har genom studier visat att många slingrande klättrare har möjlighet att växa på stöd med en relativt stor diameter, vilket kan härledas till att de i naturen har förmågan att växa runt stammar. Vinkeln som de slingrar sig runt stödet med minskar dock när diametern ökar och således får man en kraftigare vertikal tillväxt om stödet är av en smalare karaktär och en tätare vegetation om stödet är tjockare. Det har dock visat sig att oberoende av stödets tjocklek samt vilken vinkel som klättraren stiger med har varje slingrande art en konstant kurvaturradie. Eftersom denna är konstant är det också denna radie som definierar den maximalt möjliga diametern på stödet. Studier på *Humulus lupulus* (Humle) visade exempelvis att arten hade en maximal kurvaturradie på 35 mm, varpå stöd med en radie över detta därför ej fungerade som klätterstöd.

KLÄTTERSTÖD FÖR KLÄNGANDE VÄXTER

Till skillnad från de slingrande växterna kräver arter som klättrar med klängen både vertikalt- och horisontellt stöd. Kombinationen av vertikal och horisontell

stöttning ger klättraren möjlighet att sträva uppåt, samtidigt som en stor del av egenvikten avlastas på stödet (Dunnett & Kingsbury 2004; Norrie 1996).

I ett faktablad utgivet av danska nationella centret *Skov & Landskab* beskriver Norrie (1996) att arter som klättrar med blad- och trådklängen klarar av att greppa tag om stöd med en diameter upp till 20 millimeter, men att en diameter på 5 - 10 mm på stödet är brukligt. Putz och Mooney (1991) menar att den övre gränsen för hur tjockt ett stöd kan vara begränsas av längden på det unga klänget, medan det generellt inte finns någon nedre gräns för hur tunt stödet kan vara. Teoretiskt har dock klängande växter enligt Gianoli (2015) svårt att på ett bra sätt fixera sig vid stöd som är tunnare än klänget i sig, eftersom fysiologiska begränsningar i klänget gör att det då inte kommer att kunna böja sig tillräckligt skarpt för att forma en tät spiral runt stödet. För bäst förankring och utveckling menar dock Putz och Mooney (1991) att klängande växter utvecklas som framgångsrikast när de får tillgång till ett större antal stöd med en relativt begränsad diameter. Gällande avståndet mellan de horisontella och vertikala stöden menar Dunnett och Kingsbury (2004) att det för svagväxande arter är brukligt med avstånd på mellan 10 - 20 cm mellan de horisontella och vertikala stöden, medan mer starkväxande arter önskar distanser på mellan 25–50 cm mellan stöden.

MATERIAL

Historiskt sett har växtstöd utformats för fasadvegetation och då har olika typer av spaljéer i trämaterial dominerat. Idag utformas klätterstöd för offentliga miljöer istället ofta av metall i strukturer av vajrar och rutnät, även om traditionella material fortfarande har potential

att användas i mindre projekt och där klätterstödet har en begränsad höjd (Dunnett & Kingsbury 2004).

Att välja material är en komplex fråga där ändamålet, platsens förutsättningar, utseende, funktion och inte minst hållbarhet spelar roll. Gällande hållbarhetsfrågan erbjuder boken *Materials for Sustainable Sites* läsaren en kunskapssammanställning om olika material utifrån hållbarhetsaspekter för att på så vis öppna upp för medvetna materialval. I boken presenteras bland annat fyra övergripande principer kring hållbart materialval. Den första principen handlar om att välja material som använder resurser på ett effektivt sätt. Detta kan göras genom återvunna material, material som går att återanvända eller möjligheten att använda ett material så effektivt och återhållsamt som möjligt. Den andra principen handlar om att använda material med en så låg energisumma som möjligt, dvs. den totala summan av energi som har gått åt till att producera materialet. Detta kan exempelvis främjas av att tillverkningsprocessen använder förnybara energikällor. Den tredje hållbarhetsprincipen innebär att material som negativt påverkar hälsan hos människor och ekosystem under sin livscykel bör undvikas. Material med gifter, tungmetaller och andra material som kan riskera att förorena vatten, luft eller jord bör således inte användas. Avslutningsvis uttrycker den sista principen att hållbarhet inte bara ligger i materialet, utan även vad materialet ska användas till. Material som i sig själva inte är "gröna" men som är en del i en lösning som kan bedömas bidra till ett hållbart samhälle kan därmed ses som hållbara (Calkins 2009).

TRÄ

Om rätt träslag väljs och om materialet ges en korrekt behandling har trä enligt Dunnett och Kingsbury (2004)

möjlighet att hålla upp mot 25 år. Förutom materialets naturliga strukturella åldrande, går det att räkna med att denna process skyndas på när trä används i kombination med klätterväxter, jämfört med om materialet hade varit fristående. Detta på grund av den ökade luftfuktigheten och den minskade luftcirkulationen som bildas av de omslutande klätterväxterna och som hindrar träet från att torka upp. För att säkerställa en så lång hållbarhet som möjligt bör träet med fördel behandlas initialt för att skapa en väderskyddande yta. Detta skydd tenderar dock att avta med tiden och när väl klätterstödet är inklätt av vegetation är det svårt att måla om det. Det är även avgörande vilken typ av träslag som väljs och här framhålls trä av ek, robinia och lärk som särskilt långlivade. För klängare och spärrklättrare finns det viss möjlighet att med framgång flytta över befintlig vegetation till ett nytt klätterstöd, om det gamla trästödet är uttjänt. Denna möjlighet finns dock inte för slingrande arter (Dunnett & Kingsbury 2004).

Trä är ett material som ofta framhålls som relativt hållbart, till följd av att det teoretiskt sett är ett förnybart material. I praktiken används dock trä idag i en sådan utsträckning att återväxten inte hinner med förbrukningen, vilket gör att materialets stämpel som förnybart enligt Calkins (2009) kan ifrågasättas. Därtill är trä som utomhusmaterial i regel inte lika miljömässigt hållbart som trä för inomhusbruk, då många av de tekniker som idag används för att förhindra träet från att ruttna innehåller giftiga ämnen. Förenklat går det till exempel att se ett samband mellan effektiviteten på rötskyddet och hur stor miljöpåverkan är. Calkins (2009) menar dock att potentialen finns för materialet att vara både hållbart och förnybart, om skogsbruket, bearbetandet och tillämpningen görs på ett genomtänkt och ansvarsfullt sätt. Dagens växande miljömedvetenhet har i mångt och mycket tvingat

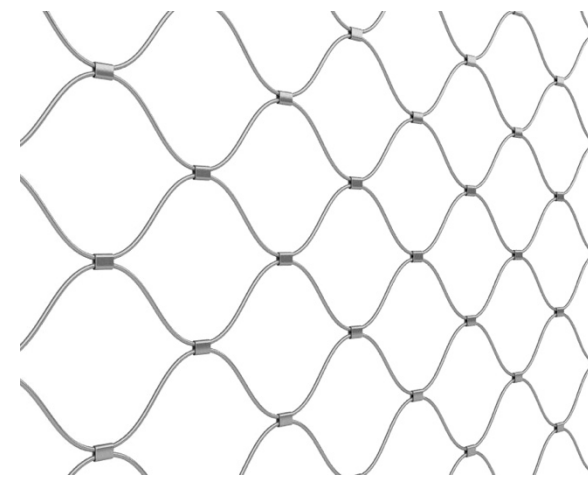
trä- och byggindustrin till att anpassa processerna för att kunna erbjuda hållbara lösningar och det är således inte osannolikt att vi inom en snar framtid åter kan se trä som ett hållbart material (Calkins 2009).

METALL

Metall är en stor grupp av material som med rätt val och utförande kan erbjuda ett långsiktigt beständigt alternativ. Således har det etablerat sig som det vanligaste materialet för växtstöd i urban offentlig miljö. Det största hotet mot materialets bärighet är korrosion, vilket därtill är en process som påskyndas av urbana faktorer som surt regn och luftföroreningar. En viktig egenskap vid val av metall är därför att den är rostbeständig. Detta gör att flera olika metallmaterial är olämpliga att använda i offentlig miljö, inkluderat metaller som enbart är skyddade av rostskyddande färg eller som är kallgalvaniserade. Metaller som däremot lämpar sig mycket väl som klätterstöd är rostfritt stål, aluminium samt rosttrött stål just på grund av sina korrosionsbeständiga egenskaper. Även varmgalvaniserade metaller kan användas förutsatt att zinklagret är tillräckligt tjockt (Dunnett & Kingsbury 2004; Calkins 2009).

Metall är även ett material som kan förekomma i olika form och utförande. I tillräckliga dimensioner är metall ett material som ger stabilitet och hållfasthet. Samma material kan dock även ha formen av en slank vajer, vilket erbjuder en helt annan flexibilitet. Flexibiliteten som stål-vajern erbjuder skapar stora möjligheter under gestaltningen, men är även en fördel vid transport och konstruktion. Vid användning av vajer kan nämligen slutprodukten ofta konstrueras på plats, vilket gör konstruktionen enklare att arbeta med jämfört med ett växtstöd av motsvarande storlek men som består av helt styva

metallelement. Vajrarna är ofta utförda i rostfritt stål, vilket både ger korrosionsskydd och hög hållfasthet. Vajrar kan även fogas samman till större nätstrukturer (Dunnett & Kingsbury 2004).



Figur 10. Exempel på hur ett vajernät kan se ut. (CC BY-NC 4.0)

Förutom att det är ett material som kan utföras med olika former och uttryck, kan metall rätt använt ha en mycket längre livslängd än trä. Därtill kan materialets hållfasthet i förhållande till storlek adderas till dess positiva egenskaper. Dessa positiva egenskaper måste dock ställas i relation till den allvarliga miljö- och hälsopåverkan som framställningen och användningen av metall i regel för med sig. Den allvarliga miljöpåverkan som metall har kan dock räknas ned något med materialets förmåga att återvinnas. Genom metallåtervinning sparas en stor del energi och utsläpp in, vilket gör att återvunnen metall alltid ska eftersträvas att användas (Calkins 2009).

Trots att framställningen av metall är en energikrävande och miljöpåfrestande process kan metall vara ett hållbart alternativ om materialets långa livslängd tas till vara. Ju längre en metallprodukt används, desto mindre kan den negativa effekten av produktionen anses vara. För att säkerställa att livslängden blir maximal behöver rätt typ av metall användas och det är då främst korrosion som är det stora hotet. Platser som utsätts för mycket fukt, värme, salt och föroreningar anses vara de värsta medan skyddade torra platser i kallt klimat är mindre utsatta för korrosion. Om rätt metall väljs utifrån platsens förutsättningar är det inte omöjligt att en metallkonstruktion kan stå strukturellt oförändrad i över 50 år (Calkins 2009).

Ur ett växtfunktionellt perspektiv har metall en förmåga att bli mycket varmt i solexponerade lägen vilket kan leda till att skotten brännskadas och att tillväxten således hämmas. Det är framförallt klängande växter som är exponerade för den här risken, där ung känslig nyttillväxt i form av blad och klängen riskerar att ha direktkontakt med den potentiellt skadligt varma metallen. Slingrande växter klarar därför sig bättre i dessa sammanhang eftersom de inte är lika beroende av unga skott för att klättra. Generellt absorberar mörka metaller med en stor diameter mer värme än ljusa och reflekterande metaller med en smal profil, vilket kan vara värt att tänka på i lägen där solen kan bli ett problem (Dunnett & Kingsbury 2004).

FIBERARMERAD PLAST

I boken *Planting green roofs and living walls* presenterar Dunnett och Kingsbury (2004) möjligheten att använda kompositmaterial innehållandes glasfiber som alternativ till mer traditionella material. Fiberarmerad plast består

vanligtvis av en matris (grundmaterial) utav esterplast som kombineras med glasfiber (armeringen). Genom att blanda i glasfiber i plasten skapas nya materialegenskaper vilket i detta fall innebär att styrkan och styvheten i plasten ökar avsevärt, samtidigt som materialets formbarhet vid tillverkning bevaras. Förutom glasfiber är även kolfiber förekommande som armering. I tillverkningsprocessen kan därtill färg blandas in, vilket kan vara önskvärt rent gestaltningsmässigt (Dunnett & Kingsbury 2004; NE 2022).

I en fiberarmerad kompositplast kan upp till 70% bestå av armerande fibrer, vilket ger en ökad styvhet i plasten på upp till tio gånger originalvärdet (NE 2022a). Enligt Zimmerman (2009) är materialet dock relativt dyrt och det bör därför främst användas i sammanhang där kombinationen av styrka och lätthet behöver utnyttjas. I dessa sammanhang går det då att utforma bärande konstruktionslement med låg vikt, vilket är en stor tillgång när vikten är en begränsande faktor. En annan fördel med fiberarmerad plast är att den inte korroderar.

En nackdel med fiberarmerad plast är att matrismaterialet är plastbaserat och således i huvudsak producerat av icke-förnybar råolja. Därtill avges miljöskadliga ämnen vid produktionen vilket ytterligare förstärker materialets miljöpåverkan. Även om återvinningsbar termoplast förekommer som matris, är härdade esterplaster vanligast. En härdad plast har hög värmetalighet och kan således inte smältas ner och återvinnas. Även att plasten inte är homogen utan är utblandad med fibrer omöjliggör en materialåtervinning (Zimmerman 2009; NE 2022b)

GESTALTNINGSPROCESS

UPPFÖLJNING AV DESIGNSPECIFIKATIONEN

I linje med designspecifikationens syfte om att vara ett stöd i gestaltningsprocessen följer nedan en uppföljning av specifikationen för klätterstödet. I denna uppföljning kompletteras de specificerade kraven och önskemålen med korresponderande information från litteraturstudien. Detta för att bygga upp ett evidensbaserat och vägledande ramverk till den efterföljande gestaltningsprocessen.

Kunna fungera praktiskt som stöd för klättrväxter (krav).

Baserat på informationen presenterad i litteraturstudien under främst rubriken *Konventionella klätterstöd* går det att ta fasta på en rad krav som olika typer av klättrväxter ställer på sitt stöd och som således behöver återspeglas i gestaltningen. Dessa krav gäller framförallt slingrande- och klängande växter då övriga typer av klättrare bedömts som olämpliga för denna kontext. Baserat på Dunnett och Kingsbury (2004), Norrie (1996), Putz och Mooney (1991) och Gréen (1982) har följande information framkommit. Någon typ av vertikalt stöd krävs för både slingrare och klängare och därtill behövs även horisontellt stöd om den senare typen av klättrare ska användas. Vinkeln på de vertikala stödelementen bör om möjligt inte överstiga 45 grader, även om Shu et al. (2020) har visat att klättrväxter även har möjlighet att klättra på stöd med trubbigare lutningar än så. Avståndet mellan stöden varierar beroende på hur starkväxande klättraren är, där svagväxande arter gynnas av att det är tätare mellan stöden. Enligt Dunnett och Kingsbury (2004) bör avståndet mellan de vertikala och horisontella stöden för en

svagväxande klängande växt vara 10-20 cm och för en starkväxande klängare 25-50 cm. För slingrande klättrare med enbart behov av vertikala stöd är 20-40 cm respektive 40-80 cm brukligt. Diametern på stödet ska för en klängande växt vara 5-10 mm, medan det för en slingrande art går bra att ha stöd så smala som 4 mm och så tjocka som 30 mm. Stödet behöver även ha en tillräckligt grov struktur för att friktion ska uppstå. Höjden på klätterstödet görs utifrån platsens förutsättningar samt för att matcha växtvalet. Enligt bilaga 1 framgår det att klängväxter generellt är något lägre än slingrande växter.

Ha en utformning som upplevs genomförbar och realistisk (önskemål)

Då en grundligare genomgång, inkluderande beräkningar, kring hållfasthet och laster inte ryms inom detta arbete så bedöms genomförbarheten enbart med hjälp utav en okulär bedömning. Detta kan med andra ord beskrivas som att designspecifikationen tar hänsyn till klätterstödet *bruksgräns* men inte till dess *brottgräns*. Skillnaden mellan de olika begreppen kan beskrivas som att bruksgränsen är det tillfälle där vi som personer *upplever* att något ska gå sönder och där det inte längre *känns* säkert, medan brottgränsen istället är den faktiska gräns där konstruktionen brister och förlorar sin bärförmåga. Dessa två gränser korresponderar sällan (Funke 2009). Att utformningen ska kännas realistisk kan även uppfyllas genom att välbeprövade material används. Förutom att konstruktionen och materialen ska kännas trovärdiga ska stödet givetvis även fylla funktionerna formulerade i ovanstående krav.

Ska med fördel utformas med ett medvetet materialval (önskemål).

Att materialvalet ska vara medvetet tar sig olika uttryck i gestaltningen. Dels ska det med fördel finnas ett medvetet förhållningssätt till material ur en klimatsynpunkt. Därtill bör även materialvalet göras med hänsyn till estetiska kvaliteter. Detta blir framförallt viktigt eftersom klätterstödet vid användning av lövfällande arter kommer vara det som visuellt dominerar vintertid. Framförallt behöver dock materialvalet göras utifrån de praktiska funktionerna formulerade i de övriga kraven och önskemålen i designspecifikationen. För att säkerställa en långsiktigt säker konstruktion som tillgodoser växternas krav kommer klätterstödet i huvudsak domineras av metall. Metallen erbjuder önskvärd färg, form och funktion för ändamålet. Färgen kan göras pulverlackerad i önskad kulör, men skulle även kunna få ett mer patinerat utseende genom exempelvis användningen av rosttrögt stål (ex. *Corten*). Funktionen i material tas dock tillvara framförallt genom användningen av vajrar i rostfritt stål, då dessa uppfyller både klätterväxternas krav på dimensioner och ystruktur. Att stålvajern uppfyller dessa viktiga krav gör också att det idag är olika vajerssystem som dominerar när det kommer till klätterväxter i offentlig miljö. Således gör detta materialval att lösningen får en utformning som känns trovärdig och förankrad i verkligheten. Flexibiliteten i vajern tillåter även skapandet mer organiska och voluminösa former, vilket även det är ett önskemål formulerat i designspecifikationen. Vidare är användandet av vajer inte bara begränsat till vertikalt växtstöd, utan genom att använda vajernät (vajrar hopfogade till ett nät) finns det även möjlighet att använda klängande klätterväxter. Vajernätet ger dessa växter både vertikalt- och horisontalt stöd, samtidigt som vajerns flexibla egenskaper bibehålls.

Det bedöms även finnas en visuell betydelse av att använda metall i konstruktionen. Då metall är ett material

med stor hållfasthet går det att skapa relativt slanka konstruktioner utan att tumma på bärigheten. Detta gör att uttrycket under växtsäsongerna blir att klätterstödet är visuellt underordnat växtligheten som istället får dominera.

Stödet bör ha en utformning som främjar reglerande och kulturella ekosystemtjänster (önskemål).

Vissa ekosystemtjänster möjliggörs enbart genom att klätterväxterna existerar i gaturummet, medan andra genereras genom att vegetationen har en speciell form. Detta önskemål syftar till att försöka ha en gestaltning med ett aktivt förhållningssätt gentemot den andra kategorin. Det allra tydligaste exemplet på detta är att någon typ av fristående volym eller horisontalitet i klätterstödet krävs för att klätterväxterna ska kunna generera skugga i gaturummet. Med inspiration från träd är ett annat exempel hur formen påverkar vindflödena. Där har pelarformad vegetation med bladtäckning ända ner till marken framhållits som en särskilt effektiv form för att reglera vind. På omvänt sätt kan en utformning som främjar reglerande ekosystemtjänster även innebära att utformningen *inte* blockerar nödvändiga vindflöden. På så vis säkerställs en god ventilation med en förbättrad luftkvalitet som följd.

Bör kunna erbjuda en formmässig flexibilitet utifrån valet av plats och klätterväxt (önskemål).

Enligt Norrie (1996) behöver utformningen av ett klätterstöd ta hänsyn till de krav som olika typer av klätterväxter ställer avseende metod för fixering och sluthöjd. Därtill finns det genom arbetets frågeställning och syfte en önskan om att lösningen ska kunna anpassas efter olika typer av gaturum, för att på så vis öka idéens applicerbarhet. Beroende på växtkraften hos den valda klätteraren finns det därtill ett spann på 60 cm mellan avståndet

som en svagväxande art önskar mellan vajrarna och avståndet som önskas av en starkväxande klätterväxt. Detta gör att avståndet mellan vajrarna är något som bör kunna justeras utefter val av art.

Att lösningen bör kunna erbjuda en variation i form är också ett sätt att säkerställa att variation och identitet skapas i gaturummet. Således står det klart att resultatet av gestaltningen bör vara ett system som kan varieras efter platsens rumsliga förutsättningar, behov samt val av klätterväxter. Samtidigt som systemet ska erbjuda flexibilitet från plats till plats bör dock systemet utformas med ett fåtal komponenter. Detta görs för att det ska finnas en storskalig genomförbarhet i förslaget samt för att skapa en sammanhållen visuell identitet mellan klättestöd på olika platser.

Genomförandet ska gärna lämpa sig för offentlig miljö (önskemål).

Detta önskemål innebär i praktiken att genomförandet ska göras med ett aktivt förhållningssätt gentemot de utmaningar, men även möjligheter, som den offentliga miljön är förenade med. Detta tangerar önskemålen formulerade i de två första önskemålen genom att strukturen inte ska kännas ömtålig samt att materialet bör vara anpassat för denna typ av miljöer. Som tidigare nämnt gör detta att metall bedöms som lämpligast att utföra konstruktionen i. Detta är ett material som kan tåla den grad av slitage som kan förekomma, vilket i förlängningen är en säkerhetsfråga. Således hänger valet av metall ihop med den realistiska genomförbarheten i förslaget, samt trovärdigheten i att kunna hantera de vindlaster som kan uppstå i en konstruktion av detta slag.

Att klättestödet placeras i en offentlig kontext innebär också att gestaltningen inte ska bjuda in till andra användningsområden än de önskade. Detta inkluderar

exempelvis i att inte göra konstruktionen för klättervänlig för förbipasserande människor.

Möjligheterna med att klättestödet placeras på allmän platsmark inkluderar exempelvis att konstruktionen skulle kunna ges mervärden genom att sittmöjligheter inkorporeras. På så vis säkerställs också kulturella ekosystemtjänster genom social interaktion. Att kombinera klättestödet med sittmöjligheter är därtill inte bara platseffektiv utan bänken kan rätt utformad även utgöra ett skydd för rothalsarna, samt ge skugga åt jordytan vilket gör att den inte torkar upp lika snabbt.

GESTALTNINGSKONCEPT - MED STADSTRÄDEN SOM INSPIRATION

Eftersom stadsträden utgör den funktionella förebilden till förslaget känns det befogat att även den formmässiga inspirationen hämtas från trädens värld. Förutom att detta skapar ett visuellt samspel med det urbana trädbeståndet finns det även lärdomar om kronformens roll i skapandet av ekosystemtjänster som går att utnyttja. Enligt Sjöman och Slagstedt (2015) är till exempel den trädform som har störst vindreducerande effekt pelarträden. Detta beror inte nödvändigtvis på deras smalkroniga form utan på att dessa träd har en krona som ofta går ända ner till marken, vilket andra trädformer inte gör på samma sätt. Att vegetationen täcker ända ner till marken är något som i regel är tillgodosett när klätterväxter används oavsett form, då dess växtsätt säkerställer en bladmassa från låg höjd. Med detta sagt finns det goda anledningar att ändå inspireras av de pelarformade träden då dessa erbjuder en platseffektiv kronform för de trängsta gaturummen. När det istället kommer till mikroklimatreglerande ekosystemtjänster som skugga, eller dagvattenhanterade förmågor som interception, ligger bilden av

pinjetallarna i figur 9 formmässigt nära till hands. Trädens förmåga att mellan arter och individer ha ett rikt och varierande uttryck i både storlek, volym och form är därtill något som kan agera som förlaga för det designsystem som ska möjliggöra just olika form och storlek.

“The distinctive thermal, aerodynamic, morphological and physiological characteristics of trees and other vegetation can be used to moderate urban microclimates by providing (1) shade, (2) evapotranspiration and (3) altering the movement of air” - Hunter Block et

al. 2012, s. 8.



Figur 11. Pinjetallar som kan agera paraply under regniga dagar och parasoll under soliga. Fotograf: Patrick Bellan.

GESTALTNINGSKONCEPT

Volymen

Genom att använda horisontellt placerade ringar av varierande storlek plockas volymen och tredimensionaliteten i trädet upp och tas till vara på. Genom att variera storlekarna på ringarna samt ordningen som dessa placeras i, går det att skapa variationsrika former. Funktionen av ringarna blir således att definiera volymen för klätterstödet.

Formen

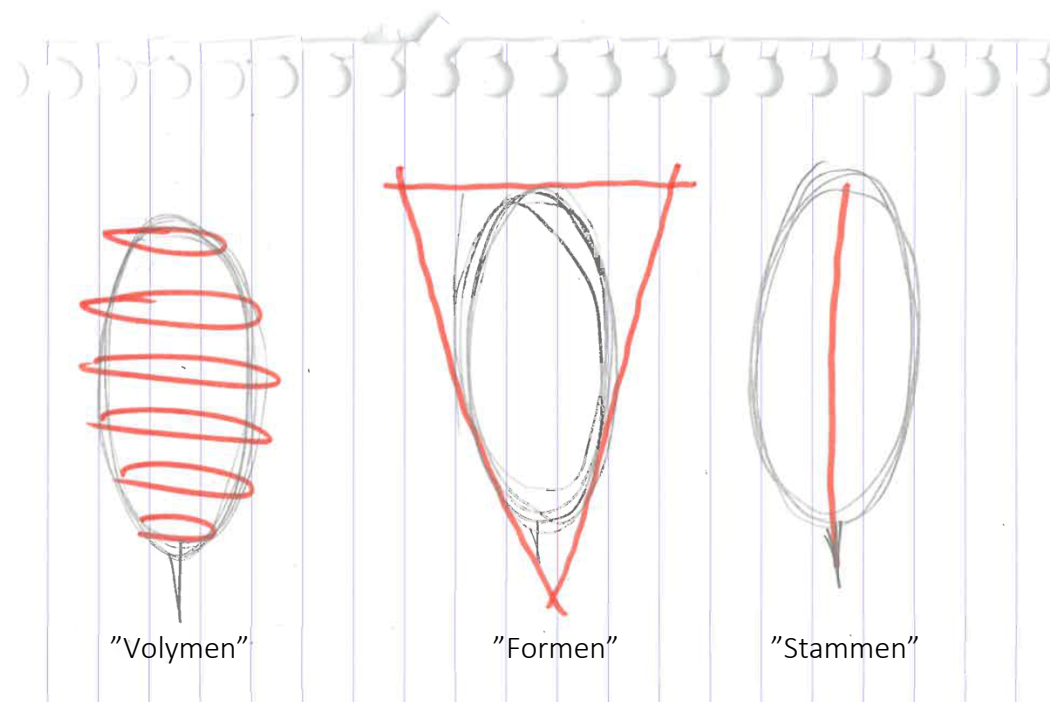
Ordningen som ringarna placeras i kan även den söka inspiration från trädens varierande värld. Om ett smalt pellarformat vegetationselement önskas kan en liten diameter på ringar användas genomgående från botten till toppen. Om istället skugga ska skapas kan ringarna placeras i en hierarki från liten ring i botten till störst ring överst, för att på så vis ge stödet en trattlik form. Om ett mer klotformat klätterstöd önskas går även detta att

tillgodose. Formen tar sig fysiskt uttryck genom ett system av vajrar som fyller två funktioner. Dels är det vajrarna som genom sin infästning i ringarna håller upp dessa, men framförallt är det vajrarna som erbjuder klätterväxterna det faktiska klätterstödet. Vid användning av slingrande växter används enbart vertikala vajrar. I regel löper samma vajer från toppen till botten, men för att ta hänsyn till det ökande avståndet som bildas när olika storlek på ringar används går det även att tänka sig att det kan adderas kompletterande vajrar som endast löper mellan utvalda ringar. Om klängande klättrare istället önskas användas kompletteras vajrarna av ett vajernät som med sitt romboida utseende även erbjuder horisontellt stöd. Diametern på, samt avståndet mellan, vajrarna definieras

framförallt av växtkraften och preferenserna hos arten samt grundläggande hållfasthetskrav.

Stammen

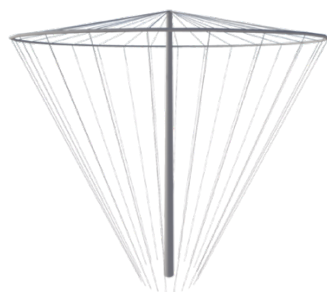
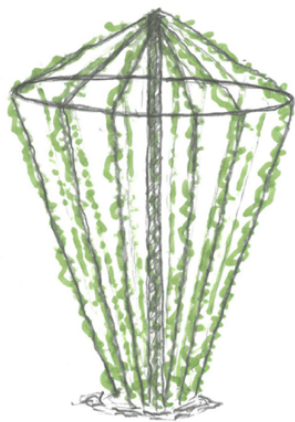
På samma sätt som hos trädet utgörs hela konstruktionens strukturella integritet av *stammen*. Detta konstruktionsselement består av en bärande mittstolpe. Det är denna mittstolpe som är förankrad i marken och det är i toppen på denna stolpe som vajrarna fästs. Således är det mittstolpen som håller upp systemet av ringar. Det är även mittstolpen som definierar höjden på klätterstödet och genom att öka höjden på mittstolpen ökas även höjden på klätterstödet. Den slutgiltiga stabiliteten bildas av att vajrarna även fästs ner i marken.



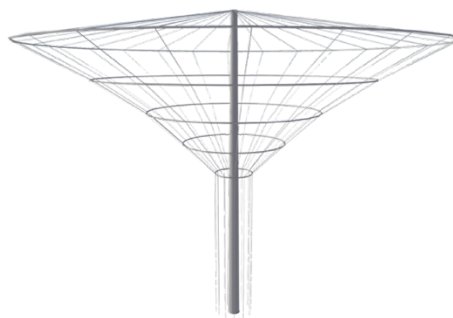
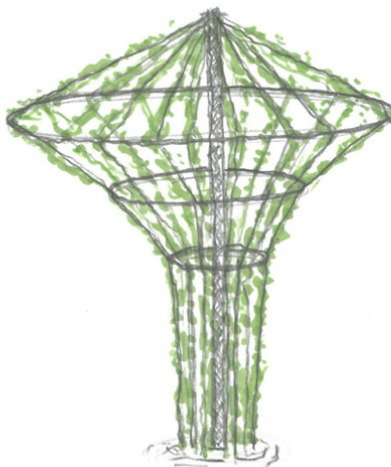
Figur 12. Med stadsträden som inspiration har ovanstående gestaltningskoncept tagits fram.

GESTALTNING - FORMFÖRSLAG

Följande figurer ger förslag på klätterstödet utformning utifrån form, storlek och dimensioner. De olika förslagen visar, förutom det rent estetiska uttrycket, hur klätterstödet kan anpassas efter olika sammanhang, ekosystemtjänster och klätterväxter.



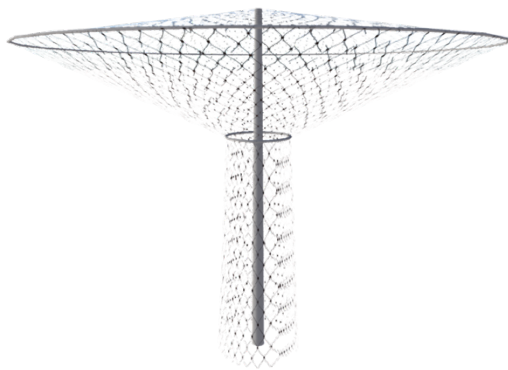
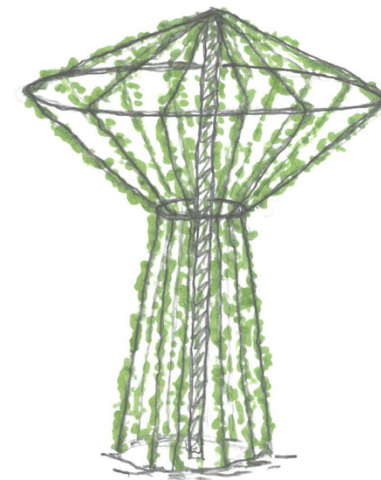
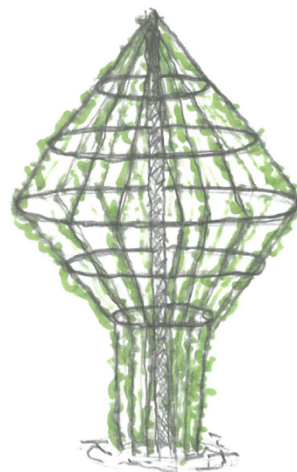
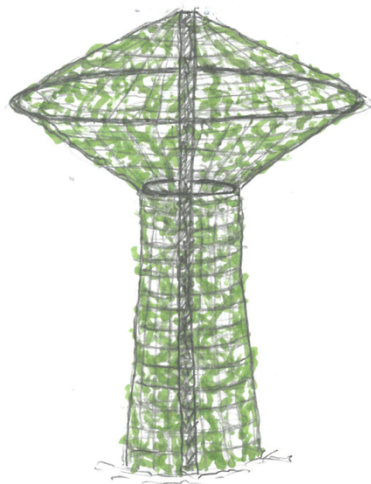
Figur 13. Konformat växtstöd



Figur 14. Trattformat växtstöd



Figur 15. Pelarformat växtstöd



Figur 16. Växstöd med väjernet för klängande växter

Figur 17. Klotformat växstöd

Figur 18. Paraply-/parasollformat växstöd

“KLÄTTERVÄXTER PÅ BESÖK” - APPLICERING I EN TEMPORÄR KONTEXT

Kunskaperna presenterade under rubriken *Ovanjordiska planteringskärl* öppnar upp för möjligheten att försöka sammanfoga klätterstödet med en sådan växtbädd (se figur 17). Som tidigare nämnt menar Cervelli (1984) att fördelarna med en sådan här lösning bland annat inkluderar möjligheten till flexibilitet, kostnadseffektivitet, snabb gatuomvandling samt det icke-existerande behovet av att göra ingrepp i gatan. Det temporära anslaget i utformningen skulle med fördel återspeglas i ett något mindre klätterstöd. Enligt Chung (2020) och Wang et al. (2001) är rotvolymen sammanhängande med den önskade grönvolumen. En mindre grönvolum (tillsammans med ett mindre korresponderande klätterstöd) hade utifrån detta resonemang kunnat tolerera en mindre jordvolum. Detta kan vara önskvärt då det begränsar storleken på det ovanjordiska kärlet. För jämförelse går det enligt samma källor att från 1m³ rotvolum över en växtsäsong att förvänta sig en grönytta på ungefär mellan 10 och 20 kvadratmeter, beroende på vilken art som används. Dessa siffror baseras dock enbart på data insamlat över en växtsäsong och det är därför svårt att säga något om den långsiktiga utvecklingen kopplat till olika rotvolymen. Obeaktat rotvolymen, och dess eventuella påverkan på grönvolumen, är det enligt Dunnett, Kingsbury (2004) och VegTech (2021) i slutändan viktigt att ett korrekt växtval utifrån höjden på stödet görs. Ett lägre stöd kräver en klättrväxt med en lägre sluthöjd. Görs inte detta kan tillbakabeskrivande skötselinsatser behöva sättas in. Detta är framförallt viktigt om klättrväxterna önskas få en lång livslängd, eftersom problemen med en för starkväxande klättrväxt på ett för litet klätterstöd uppstår först efter ett par växtsäsonger.



Figur 19. Förslag på hur en temporär variant av klätterstödet med en ovanjordisk växtbädd skulle kunna se ut. Här kompletterad med sittmöjligheter.

GESTALTNINGSFÖRSLAG MED SLUTPRODUKT.

För att sätta gestaltningen och växtvalet i en fysisk kontext används en gågata i Malmö i södra Sverige som plats-exempel. Ståndorten bedöms i detta fall vara halvsuggig. Gaturummet är smalt men till följd av sin geografiska orientering får platsen ett par soltimmar under dagen. Den övergripande kvartersstrukturen i området är lätt bruten, vilket gör att det bedöms blåsa måttligt på platsen. De halvsuggiga ljusförhållandena gör att platsen är svalare än om den hade varit fullt solexponerad. Detta ger exempelvis en något lägre evapotranspiration och

upptorkning. Den stora mängden hårdgjorda ytor bedöms dock ha en något buffrande effekt som värmegasin, var på platsen kan antas vara något varmare än en naturlig miljö. Då klättrväxterna är placerade i en hårdgjord miljö behöver växtbädden kunna belastas, varpå valet faller på en skelettjord. För att säkerställa att fuktigheten i växtbädden är tillfredsställande inkluderas grönkompst i växtsubstratet. Därtill adderas ett lager stenmulch av makadam på ytan för att förhindra avdunstning. Det är även tänkbart att det skulle gå att utnyttja ett lokalt omhändertagande av dagvattnet för att förbättra växtförhållandena ytterligare, med en större tillgång på vatten. Om detta görs är det dock viktigt att säkerställa att dräneringen är god och att inget vatten blir stående i växtbädden.

Höjden på klätterstödet är utformad utifrån gaturummets proportioner och har givits en höjd på fem meter och en maximal bredd på sex meter. Utförandet erbjuder en frihöjd på runt tre meter vilket möjliggöra att fotgängare och cyklister kan ta sig förbi obehindrat. Mellan växtbädd och fasad är det knappt tre meter, vilket även tillåter mindre fordon att passera.

Stödet har lackerats rött för att höja den visuella upplevelsen vintertid samt för att agera komplementfärg till det gröna i växtligheten under de vegeterade perioderna. Då stödet är utformat för slingrande klättrväxter består det enbart av vertikala vajrar. Diametern på vajern är satt till 5 mm. Avståndet i marknivå mellan vajrarna är 35 cm och på grund av den tilltagande bredden på stödet är avståndet mellan vajrarna 80 cm där stödet är som bredast. Effekten av detta blir att vegetationen kommer att upplevas som något skirare i periferin av stödet. Höjden, dimensionerna och utförandet på stödet är anpassat för en mellanstor slingrande klättrare.

Baserat på platsen och storleken på stödet är växtvalet i detta fall gjort till *Fallopia aubertii* (silverregn). Detta är enligt Stångby plantskola (2022) en snabbväxande slingrare som på kort tid har förmågan att skapa en grönvolum. Denna egenskap gör att den gröna omvandlingen i gaturummet kan förväntas bli snabb och effektiv.

Sluthöjden bedöms vara ca 6–7 meter vilket motsvarar skalan på klätterstödet i denna situation. Därtill är *Fallopia aubertii* en art med anspråkslösa ståndorts krav som tål stadens utmanande klimat väl och som utvecklas fint i sol-skugga. En estetisk kvalitet med arten är den vita blomningen som infaller under andra halvan av sommaren.

Visualiseringen har ambition att visa klätterstödet några år efter etablering. Grönvolymen och täckningen kan dock väntas tillta över tid och i jakt på solljus är det inte omöjligt att tänka sig att det kraftigt växande silverregnet även framgångsrikt kommer att söka sig upp på de översta våningarna.



Figur 20. Tredimensionella klätterräster på en gata i Malmö.

DISKUSSION

Målet med arbetet formulerades i inledningen till att dels undersöka möjligheten att använda fristående klätterväxter som alternativ till stadsträd, samt hur ett klätterstöd skulle kunna utformas för att möjliggöra detta användningsområde. För att uppnå detta mål tog arbetet hjälp av följande tre frågeställningar.

(i) *Vad karaktäriserar klätterväxter som växtgrupp och hur kan detta omsättas vid urbant vegetationsbyggande?* (ii) *Är det möjligt att med klätterväxter, i kombination med ett för ändamålet gestaltat fristående växtstöd, uppnå några av alla de ekosystemtjänster och kvaliteter som är förknippade med stadsträd?* Samt (iii) *hur skulle ovan nämnda fristående klätterstöd kunna utformas för att ge klätterväxter möjlighet att skapa tredimensionell grönska?* Utifrån dessa frågeställningar, samt utifrån arbetets mål och syfte, förs under följande sidor en diskussion kring resultatet av arbetet.

Trots att följande diskussion för läsbarhetens skull har utformats med ambitionen att hålla isär och diskutera frågeställningarna var för sig under egna rubriker, är detta i praktiken inte möjligt, vilket återkommande görs gällande. Detta är dock inte något oväntat då arbetet genomgående har visat på det komplexa samspel som krävs när klätterväxter ska användas för att generera ekosystemtjänster i en urban kontext. Frågeställningarna både tangerar och är beroende av varandra och detta är således något som naturligt återspeglas även i diskussionen.

“VAD KARAKTÄRISERAR KLÄTTERVÄXTER SOM VÄXTGRUPP OCH HUR KAN DETTA OMSÄTTAS VID URBANT VEGETATIONSBYGGANDE?”

Arbetets första frågeställning syftar till att undersöka möjligheterna och utmaningarna med att använda klätterväxter i en urban kontext. Innan resultatet av denna frågeställning diskuteras är det dock av högsta relevans att följande faktum etableras: *klätterväxter är en grupp av arter som förenas av likheter men som även separeras av skillnader*. Arbetets beslut att återkommande använda paraplybegreppet *klätterväxter* ska därför inte tolkas som en generalisering eller ett antagande om att alla klätterväxter förväntas bete sig på samma vis. Att arbetet hänvisar till klätterväxter som grupp ska enbart ses som en ambition att inkludera alla de nyanser som växtkategorin erbjuder, samt ett försök att ta vara på de egenskaper och attribut som förenar växtgruppen. Arbetets målsättning frågar därmed inte huruvida *alla* klätterväxter har potential att erbjuda likvärdiga kvaliteter som stadsträd, utan endast huruvida det finns *någon* art av klätterväxt som har denna möjlighet. I praktiken måste därför växtval fortfarande ske på artnivå, i linje med informationen specificerad under rubriken *val av klätterväxter*.

När möjligheten att använda klätterväxter i en urban kontext ska diskuteras bedöms det vara motiverat att utgå från bakgrunden och målsättningen, eftersom dessa utgör hela utgångspunkten i arbetet. Målsättningen slår fast att arbetet ämnar undersöka potentialen i att använda fristående klätterväxter som alternativ till konventionell stadsträdsanvändning, *för de situationer där träd inte bedöms som lämpliga*. I bakgrunden slogs det fast att en anledning att träd väljs bort idag är att det råder utrymmesbrist både ovan och under mark. Det är därför relevant att initialt diskutera klätterväxters potential att faktiskt kunna utgöra ett utrymmeseffektivare vegetationselement för dessa situationer.

Redan i arbetets inledning gavs indikationer på att klätterväxter har potentialen att skapa grönska även i trånga

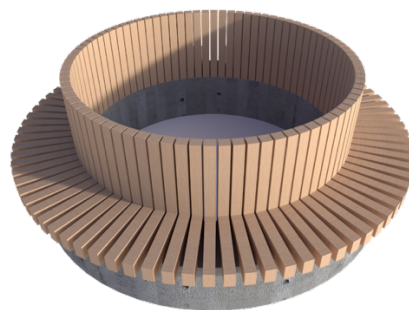
miljöer. Detta är även något som arbetet i övrigt gör gällande. Genom att utforma klätterstödet utifrån de rumsliga begränsningarna på en plats definierar vi också den ovanjordiska grönvolymen och omfattningen av denna.

Även gällande den underjordiska utrymmesbristen tycks det finnas volymmässiga fördelar med att använda klätterväxter. En syntes av olika studier ger oss kunskap om att jämfört med träd tycks klätterväxter ha ett mindre rotsystem i förhållande till en likvärdig bladmassa. Denna information får ses som ett erkännande för förslagets genomförbarhet i de kontexter där träd inte bedöms få plats. Med det sagt är kunskapsläget gällande klätterväxters rotsystem kraftigt eftersatt i förhållande till motsvarande information om träd. Trots att all tillgänglig litteratur inom ämnet pekar mot att rotsystemet hos klätterväxter faktiskt *är* mindre än det hos träd, tycks det i dagsläget inte vara möjligt att specificera några faktiska siffror gällande hur stora växtbäddsvolymer som är tillräckliga. Viss litteratur kan tolkas förespråka behov på hälften av den rottillgängliga volym som ett träd av motsvarande grönvolum skulle behöva (Putz & Mooney 1991). Andra källor specificerar snarare hur mycket grönvolum det går att förväntas sig från olika dimensioner jordvolum (Chung 2020; Wang et al. 2001). Därtill finns det säkerligen skillnader arter emellan. Det tunna kunskapsläget i ämnet gör det därför svårt att kontextualisera och realisera dessa uppgifter, varpå en viss försiktighet bör iakttas om denna fakta önskas översättas i praktiken.

En gemensam nämnare hos klätterväxter är dess naturliga förekomst i olika typer av skogssystem samt hur detta har påverkat dem. Denna relativt homogena bakgrund gör växtgruppen mycket mer sammanhållen i sina krav och önskemål, jämfört med exempelvis gruppen träd som kan återfinnas på en mycket bredare amplitud av ståndorter. Trots att även skogssystem kan erbjuda stor

variation i växtförutsättningar och ljusförhållanden, vilket kommer diskuteras senare, går det att ta vara på vissa gemensamma ståndortskaraktärer från dessa miljöer. Litteraturstudiens information om att klätterväxter inte vill stå för torrt är exempelvis en följd av deras härkomst från skogssystem, där den skyddande omgivningen och den goda tillgången på organiskt material säkerställer en mer eller mindre jämn markfukt. När användningen av klätterväxter i en urban kontext ska diskuteras, kan kravet på en jämn markfukt anses vara något kontradiktorisk med informationen om att staden inte sällan präglas av torra förhållanden. Bland annat till följd av låg infiltration i marken och vatten som leds bort. Baserat på det samlade kunskapsläget genom litteraturstudien är det inte orimligt att anta att detta faktiskt *är* den största utmaningen när klätterväxter ska användas i den hårdgjorda staden. Denna utmaning går dock att hantera med hjälp av konventionella metoder för att säkerställa en god vattenhållande förmåga i växtbädden. Detta inkluderar exempelvis att blanda in organiskt material i växtsubstratet samt att använda ett lager stenmulch som minskar avdunstningen, vilket är något som Dunnitt och Kingsbury förespråkar. Det går även att spekulera kring möjligheten att använda marktäckande perenner i växtbädden för att uppnå samma effekt som mulch-lagret. Om en tillåter sig att vara lite mer visionär och nytänkande går det därtill även att se potentialen i att genomgående kombinera basen på klätterstödet med en omslutande bänk med ryggstöd. Genom att göra detta kan en möjlig synergieffekt uppstå. Bänken både skuggar växtbädden och skyddar rothalsarna samtidigt som sittytan, i linje med arbetets andra frågeställning, möjliggör kulturella ekosystemtjänster i form av interaktion med växtligheten och socialt samspel. Att låta en sittmöbel skugga marken för att förhindra uttorkning ligger därtill i linje med det

hortikulturella talesättet gällande att klematis "... vill stå med fötterna i skuggan och huvudet i solen".



Figur 21. Exempel på utformning av en bänk med syftet att skugga växtbädden och skapa sociala kvaliteter.

Att likt bänken kunna kombinera flera funktioner kan därtill vara viktigt i framtidens allt tätare städer, där utrymmet behöver utnyttjas effektivt. Således faller det sig naturligt att kort frånga den första frågeställningen något för att istället spekulera i vilka andra funktioner som potentiellt hade kunnat inkorporeras i en sådan här vegetationslösning. Att utnyttja klätterstödet för att inkludera belysning är en intressant tanke på ytterligare en funktion som hade kunnat adderas. Utan att ta hänsyn till hur detta potentiellt skulle påverka växternas vegetationscykel kan detta, förutom att spara på armaturer, även ge ett visuellt mervärde till klätterstödet.

I både litteraturstudien och inledningen på diskussionen slogs vikten att vara artspecifik vid växtvalet fast. Detta höjer förvisso komplexiteten på växtvalet, men erbjuder i utbyte en mångfacetterad artpalett med olika

arter för olika förutsättningar. Detta är onekligen en styrka eftersom möjligheterna för vegetationslösningen då också ökar. Medan en statisk bild av hur klätterväxter fungerar hade erbjudit ett lika statiskt användningsområde, bjuder verklighetens rika och varierande utbud av klätterväxter på möjligheten att skraddarsy valet av klätterväxter efter olika platsers unika förutsättningar. Skuggiga växtplatser har sin repertoar av klättrare samtidigt som ljusare platser öppnar upp för användningen av andra arter. Att klätterväxter är anpassade efter olika ståndortsförhållanden beror på var i skogen klätterväxten naturligt återfinns. Det finns klätterväxter som växer utanpå annan vegetation i skogsbrynen för att konkurrera om ljus och det finns arter som växer längre in i skogen och som har egenskaper som gör att de tolererar skuggigare förhållanden. Eftersom avsnittet *staden som ståndort* slår fast att även staden är full av varierande växtförhållanden och mikroklimat är det viktigt att växtvalet görs med hänsyn till både arten och platsens förutsättningar. Diskussionen gällande den första frågeställningen bör dock avslutningsvis påminna läsaren att det i linje med ovanstående resonemang även finns klätterväxter som är direkt olämpliga för urban miljö. På samma vis finns det också växtplatser i staden som på grund av sina ståndortsförhållanden inte lämpar sig för användningen av klätterväxter. Differensen mellan klättrarens krav och växtplatsens förutsättningar bedöms då i båda fallen vara för stor.

“ÄR DET MÖJLIGT ATT MED KLÄTTERVÄXTER, I KOMBINATION MED ETT FÖR ÄNDAMÅLET GESTALTAT FRISTÅENDE VÄXTSTÖD, UPPNÅ NÅGRA AV ALLA DE EKOSYSTEMTJÄNSTER OCH KVALITETER SOM ÄR FÖRKNIPPADE MED STADSTRÄD?”

Gällande arbetets andra frågeställning om klätterväxters förmåga att generera ekosystemtjänster visar resultatet av litteraturstudien att det, bortsett från ett par undantag, generellt finns goda möjligheter för detta. I majoriteten av de undersökta fallen (som för påminnelse endast utgör en bråkdel av alla möjliga ekosystemtjänster) blev utfallet av litteraturstudien gott. Trots att det finns få, eller inga, studier som undersöker klätterväxter i samma kontext som detta arbete fokuserar på, fanns det likväl tillräckligt med relevanta studier som trovärdigt gick att översätta och applicera även på denna kontext. Detta inkluderar studier på klätterväxter som fasadvegetation eller till och med i vissa fall klätterväxter i olika former av pergolaliknande strukturer. Den sistnämnda delar många tangeringspunkter med detta arbetes mål, där en gemensam nämnare är att klätterväxterna placeras mer eller mindre fristående från huskroppar. Exempel på ekosystemtjänster som klätterväxter visades ha goda förutsättningar att skapa inkluderar reglering av lokalklimatet genom skugga och evapotranspiration, en rad kulturella ekosystemtjänster samt i viss mån även den renande effekten på luften.

Beträffande andra av de undersökta ekosystemtjänsterna är det dock svårt att med säkerhet slå fast huruvida det finns en mätbar positiv effekt, alternativt att resultatet visar att det finns en *dehvis* positiv effekt. Gällande klätterväxters dagvattenreglerande förmåga är det till exempel genom studier belagt att klätterväxter med relativ framgång kan bidra till rening av dagvattnet genom att med rötterna fånga upp sediment och föroreningar. Detta gör inte klätterväxter till någon självständig lösning när målet är att rena vatten, men de skulle likväl kunna utgöra en del av en reningsprocess. Klätterväxters förmåga att hantera *volym*er med dagvatten saknas det idag dock tillräckligt med information om för att med trovärdighet kunna säkerställa. Vissa erfarenheter går att hämta

och översätta från trädens värld, som exempelvis effekten av interception. Denna kunskap säger oss att det finns en korrelerande effekt mellan en växts bladyta och mängden nederbörd som samma växt kan hålla på sitt bladverk. Trots att volymen av denna effekt förvisso kan tyckas imponerande hos större individer är den i sammanhanget blygsam eftersom det ofta är vid de riktigt stora dagvattenflödena som problem uppstår och där en lösning behövs för att undvika problem. Den nederbörd som fångas upp på bladverket kan förvisso vara en uppskattad kvalitet för förbipasserande som kan söka skydd från regnet under bladverket, men är ur ett dagvattenhållningsperspektiv flöden som utan problem kan hanteras av det ordinarie dagvattennätet. Att ta reda på huruvida det finns arter av klätterväxter som skulle klara av de växtförhållanden som råder i en dagvattenplantering, med torka och periodvis väta, skulle vara mycket intressant och relevant. Om detta med framgång skulle kunna säkerställas har klätterväxter potentialen att vara delaktiga i system som kan hantera mycket större dagvattenvolymer än genom enbart interception. Någon sådan information finns dock dessvärre inte att tillgå idag.

Gällande arbetets sista undersökta ekosystemtjänst, om klätterväxters förmåga att reglera vind, får utfallet bedömas som högst osäkert på flera olika sätt. Först och främst saknas det idag studier på den faktiska vindreglerande effekten av klätterväxter. Inte heller går det att hitta information om klätterväxters förmåga att utvecklas väl på vindutsatta platser. Lärdomen om deras ursprung i skogsmiljöer, samt att de i regel behöver en jämn markfukt talar dock emot att det skulle fungera framgångsrikt på riktigt blåsiga ståndorter.

I ett försök att komma runt det skrala kunskapsläget gällande klätterväxter och vind utgick litteraturstudien istället från ett generellt resonemang om urban

vegetation, med utgångspunkt från stadsträd. Detta gav en fingervisning om de avgörande karaktärsdragen hos vindreglerande vegetation. Till exempel talar litteraturen om att pelarformade träd är synnerligen effektiva när målet är att reglera vind, eftersom de har en kron täckning som börjar mycket lågt, vilket motverkar golvdrag i marknivå. Att det är bladtäckning från marknivå som är en framgångsfaktor vid vindreglering är något som förvisso talar för klätterväxter som vindreglerare, eftersom de har ett växtsätt där bladtäckningen i regel är god ända från rothalsarna. Kunskapen om pelarträden erbjuder därtill även forminspiration till klätterstöd för riktigt trånga miljöer. I övrigt blir information från litteraturen om träd dock aningen hängande i luften då den inte går att contextualisera med korresponderande studier om klätterväxter. Hade kunskapsläget om klätterväxter som vindreglerare varit bättre hade det varit möjligt att bygga ett växeresonemang tillsammans med den tillgängliga informationen om träd, vilket med viss framgång har gjorts under andra rubriker i arbetet.

Den enskilt viktigaste anledning till att ifrågasätta klätterväxters förmåga att reglera vinden är dock inte att kunskapsläget är tunt, utan för att litteraturstudien menar att det i många urbana gaturum inte är önskvärt att reglera vinden. Att reglera vinden är också att försämr ventilationen och det finns därför en stor risk att halterna av luftföroreningar ökar om vindflödena minskar. Framförallt i trafikerade miljöer är detta ett problem, vilket betonar vikten av att utvärdera lämpligheten av vindreglering från plats till plats.

Egentligen borde diskussionen om luftkvaliteten i gaturummet inte handla om huruvida vegetationen försämrar ventilationen, utan istället handla om utsläppsskallan. Detta är dock en diskussion för ett annat sammanhang och i detta arbete får luftföroreningar i trafikerade gator

dessvärre ses som en realitet att förhålla sig till. Således sätter problematiken med den försämrade ventilationen fingret på två saker. Först och främst innebär detta att vegetationen i detta fall bidrar med en ekosystemtjänst, dvs. att effekten av ekosystemet har en negativ inverkan på oss människor. För det andra belyser detta även det faktum att ekosystemtjänster kan stå i konflikt med varandra och att ett stödande av en tjänst kan vara på bekostnad av en annan. Detta kan ses som en naturlig följd av, och en bekräftelse på, ämnet ekosystemtjänsters komplexitet. Samtidigt som detta kan ses som ett hinder kan det även upplevas avväpnande, både gentemot vegetationsbyggande i stort och gentemot detta arbetes mål och syfte. Inget enskilt vegetationselement varken kan, behöver eller förväntas lösa alla stadens problem. Däremot skulle varje form av urban grönska, oavsett om det är en plantering, ett träd eller ett stöd med fristående klätterväxter, kunna utgöra en liten grön funktionell pusselbit till det övergripande pusslet. På en plats är det skugga som efterfrågas, på en annan är det biologisk mångfald. Ingen vegetation behöver göra allt men all vegetation kan ofta göra något. Genom att addera ihop alla gröna pusselbitar och fragmentariska ekosystemtjänster blir summan i bästa fall en rik och välfungerande urban grönstruktur där helheten har möjlighet att erbjuda alla de ekosystemtjänster som krävs av en stad.

En genomgående insikt under litteraturstudien är de stora luckor som finns när det kommer till kunskapen om klätterväxter. Denna reflektion bekräftas av Hu och Li (2015). Samtidigt som detta faktum i viss mån motiverar relevansen av detta arbete försvårar det inte bara möjligheten att med framgång använda klätterväxter i praktiken, utan även förmågan att med precision dra slutsatser utifrån arbetets frågeställningar. Trots att ekvivalent information om träd i vissa fall bedöms möjlig att översätta

till användningen av klätterväxter betonar litteraturen att egenskaper som gör att arter kan generera ekosystemtjänster ofta återfinns på artnivå. Kunskapen om hur exempelvis bladverkets karaktär, genom *leaf area index* (LAI), påverkar en arts förmåga att generera en rad ekosystemtjänster som exempelvis skugga, vindreglering, luftföroreningshantering och interception är till exempel väl belagd. Denna kunskap är dock svår att på bred front omsätta i praktiken då det fortfarande finns en bristande kunskap om olika klätterväxters LAI. Idag är sådan information ofta begränsad till studier genomförda på bland annat *Hedera helix*, *Wisteria sinensis*, *Parthenocissus tricuspidata* samt *Parthenocissus quinquefolia*. Majoriteten av dessa är därtill självklättrande arter, vilket vittnar om att tonvikten av informationen om klätterväxter idag springer ur dess användningsområde som fasadvegetation. Detta selektiva användningsområde exkluderar i viss mån en målinriktad och funktionell växtanvändning av klättrare på andra sätt, som till exempelvis det som presenteras här eller i traditionella pergolor. Ska det gå att uppmuntra till evidensbaserat växtanvändande av klätterväxter krävs det dels att en kartering av LAI görs även för andra klättrande arter, men även att andra kunskapsområden som t.ex. olika klätterväxters förmåga att periodvis stå blött eller torrt, utvecklas. Först då finns möjligheten att fullt ut utnyttja funktionerna av den palett av klätterväxter som finns att tillgå, men som idag får anses något underutnyttjad.

I bakgrunden målades möjligheten för klätterväxter att bredda artmångfalden i stadsfloran upp, för att på så vis rusta städerna mot framtida sjukdomsangrepp och klimatförändringar. Litteraturstudien och sammanställningen av växtlistan (bilaga 1) tydliggjorde dock att artpaletten i en svensk kontext idag är relativt begränsad. Först och främst gör litteraturen gällande att antalet arter

som återfinns i tempererade klimat är kraftigt begränsat jämfört med antalet arter som hittas i mer tropiska miljöer, vilket gör utgångsläget skalt. Om därtill de självklättrande- och de hak- och spärrklättrande arterna, i linje med arbetets metod, räknas bort är kvarvarande växtlista förvisso otroligt rik på namnsorter, men är begränsad till ett fåtal släkten och arter. Utifrån detta arbete är det svårt att avgöra huruvida det ringa antalet klättrande arter beror på en låg efterfrågan eller på att det helt enkelt idag saknas fler härdiga arter för ett svenskt klimat. Med ett ökat intresse och ett framtida varmare klimat är det dock inte omöjligt att tänka sig att fler arter kan introduceras för den svenska marknaden framöver. Tillåter man sig att snegla på exempelvis England, som i områden har ett klimat inte helt olik det som råder i delar av Sverige, finns det arter där som i framtiden skulle vara intressanta att testa här. Även trädgårdssektorn har ett antal klätterväxter som idag kräver en nivå av skötsel som inte är för-svarbart i en offentlig kontext, men som med ett förändrat klimat skulle kunna tänkas fungera även i staden. Kanske är till exempel *Akebia quinata* en art att ha koll på framöver.

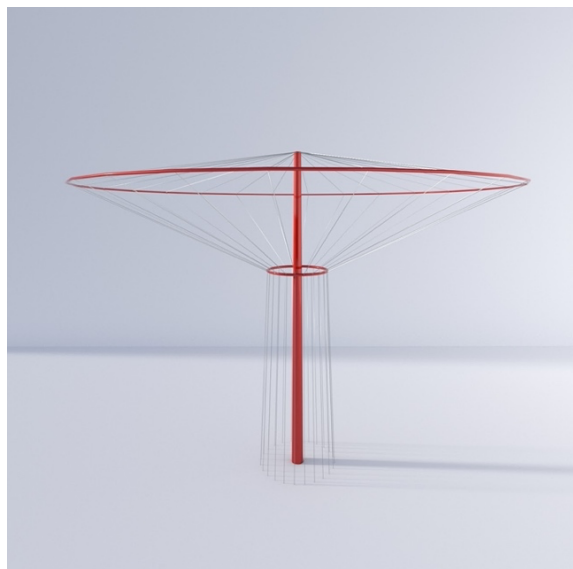
"HUR SKULLE ETT FRISTÅENDE KLÄTTERSTÖD KUNNA UTFORMAS FÖR ATT GE KLÄTTERVÄXTER MÖJLIGHET ATT SKAPA TREDIMENSIONELL GRÖNSKA?"

Arbetets sista frågeställning syftade till att ledsaga den gestaltningsprocess som genomfördes och där målet var att utforma ett klätterstöd i linje med arbetets syfte. Med en metod hämtad från fältet för industridesign utformades en designspecifikation där krav och önskemål punktades upp. Detta var ett sätt att säkerställa att gestaltningen skedde i linje med arbetets mål och syfte. Uppföljd och kompletterad med relevant kunskap från

litteraturstudien utgjorde därtill designspecifikationen ett evidensbaserat ramverk för utformningen. Metodiken och det evidensbaserade ramverket var förutom ett sätt att säkerställa funktion även ett sätt att försöka placera gestaltningsprocessen i en vetenskaplig kontext. Att helt stirra sig blind på vetenskaplig metodik är dock att ignorera de mjuka estetiska värdena av förslaget.

Trots att formgivning och vegetation utgör något av en hörnsten inom ämnet landskapsarkitektur kan det upplevas besvärligt att föra ett akademiskt resonemang gällande estetik kopplat till växtlighet, då de fina nyanserna av formgivning lätt placerar diskussionen i det yttre gränslandet av den vetenskapliga metoden. Förvisso finns det goda exempel på hur estetikens påverkan har gått att konkretisera genom exempelvis forskning på de kulturella ekosystemtjänsterna av växtlighet. Detta inkluderar bland annat vegetation som identitetsskapare och förskönare. Ett exempel på detta är Lindal och Hartigs (2015) studie där den mänskliga preferensen för vegetation i gatumiljö påvisades. Kanske är det denna biofila dragning hos människan som gör att jag inte tror det är möjligt att ersätta ett träd med en delvis konstgjord replika inkluderande artificiella material. Oavsett hur nära förlagan det går att komma med hjälp av klätterväxter och klätterstöd kommer en sådan lösning med största sannolikhet inte tas emot på samma sätt. Det finns med andra ord en personlig medvetenhet om att trots att inspirationen till både idén och formen kommer från träden, kommer aldrig vegetationslösningen i detta arbete att kunna erbjuda samma estetiska upplevelse som den som erbjuds av ett träd. Samtidigt slår Lindal och Hartigs (2015) isländska studie fast att den urbana naturens förmåga att agera mentalt återhämtande på människan delvis går att härleda till att den detalj- och variationsrika naturen erbjuder en känsla av fascination. Med argumentet

om fascination i ryggen skulle det vara möjligt att argumentera för att den något nytänkande vegetationslösning som presenteras i arbetet kan erbjuda just fascination. Detta genom att utförandet sticker ut från normalbilden av vad stadsgrönska är, samtidigt som det fortfarande erbjuder de positiva konnotationerna av grönska.



Figur 22. Exempel på hur klätterstödet kan ges estetiska mervärden.

Utifrån det faktum att denna lösning inte har möjlighet, och inte heller någon gång har haft ambitionen, att ersätta trädens roll i den urbana grönsstrukturen, går det istället att diskutera de unika estetiska möjligheterna med detta förslag. En sådan möjlighet skulle kunna vara att använda en komposition av olika arter av klätterväxter för att höja det visuella uttrycket. Detta kan innebära att kombinera olika blomfärger, blomningsperioder och bladstrukturer

eller att blanda både lövfällande och vintergröna arter. Det går även att aktivt använda *klätterstödet* som en del i växtgestaltningen och exempelvis skulle detta kunna ges en färg som spelar väl med uttrycket på växter. Att exempelvis måla klätterstödet rött, som är en komplementfärg till det gröna i växter, hade kunnat höja den visuella helheten av vegetationen och stödet i kombination. Kanske gör just dessa fristående klätterväxter sig bäst när de inte försöker att efterlikna träden utseendemässigt (utan enbart i funktion), vilket förutom färg på klätterstödet även bjuder in till mer vågade former på stödet.

Diskussionen om möjligheterna med klätterstödet utgörande är i förlängningen även en diskussion om materialvalet på samma stöd. Samtidigt som materialvalet givetvis bör göras för att stödja en gestaltningsmässig idé, har litteraturstudien även visat att det finns andra aspekter att ta hänsyn till. I gestaltningsprocessen framhävs möjligheterna att främst använda metall i konstruktionen. Detta presenteras som ett konstruktionsmässigt gynnsamt material, som har lång livslängd och som kan förväntas stå emot de utmaningar som en offentlig kontext erbjuder. Förutom att metall erbjuder möjlighet till mer organiska former jämfört med exempelvis trä, som har en mer naturlig vertikalitet, går det även med metall att skapa slankare konstruktioner än vad som hade kunnat göras med trä. Att konstruktionen kan göras i nättare dimensioner utan att tumma på hållfastheten är inte bara en fråga om utseende utan är även ett sätt att tillmötesgå klätterväxters fysiologiska önskemål. Därtill kan det även argumenteras för att det vid användning av metall i stödet på ett rent visuellt plan uppstår ett intressant möte mellan det hårda tuktade stålet och den mjuka och friväxande vegetationen, som kan höja helhetsupplevelsen. Att tillåta klätterstödet att ges en skulptural dimension parallellt med den funktionella är i förlängningen även att

säkerställa att estetik erbjuds under vinterhalvåret. När lövfällande arter används kommer nämligen stödet efter invintring att upplevas och bedömas utan grönska.

Ovanstående val av material tar, i linje med arbetets avgränsning, dock inte hänsyn till viktbelastningen och andra konstruktionstekniska aspekter. Om detta hade gjorts (vilket hade behövts vid en faktisk tillämpning) är det möjligt att valet av material hade ändrats. Kanske hade en bedömning av belastningen visat att vikten av metallen i ringarna är för stor för att kunna hållas upp av vajrar. Detta skulle i så fall öppna upp för användandet av glasfiberarmerad plast, vilket förvisso är ett material med en möjligtvis tvivelaktig miljöpåverkan, men som hade kunnat erbjuda samma utförande och bärighet med en lägre vikt.

Gällande materialvalets miljöpåverkan är detta egentligen inte något som formuleras som en styrande faktor, utan istället specificerar endast designspecifikationen att det är ett önskemål att materialvalet sker medvetet. Likväl kan det anses relevant att inom fältet för landskapsarkitektur ha ett aktivt förhållningssätt gällande olika materials hållbarhet. Hållbarhet kan formuleras som att materialet vid framställning ska ha så låg miljöpåverkan som möjligt. Hållbarhet kan dock även ses som den nettopåverkan som ett material har över sin livslängd, vilket innebär att ett material som kan användas länge kan skriva ner sin miljöpåverkan, medan att ett material som är hållbart vid produktion men som sedan inte används länge får en ökad relativ påverkan. Detta arbete har dock även tagit fasta på Calkins (2009) princip om att material som används som en del i hållbara lösningar, vilket arbetets förslag har ambitionen att vara, kan bedömas som hållbara. Detta trots att materialet i sig har en negativ klimatpåverkan. Denna diskussion om konstruktionsmaterialets miljöpåverkan är mycket förenklad, enkom

begränsad av att en grundligare diskussion skulle kräva en djupare litteraturstudie i ämnet, vilket inte bedömdes rymmas inom ramen för arbetets omfattning. Ett verkligt genomförande av vegetationslösningen presenterad i arbetet skulle därför med fördel inkludera ett nyanserat helhetsgrepp på klätterstödet miljöpåverkan utifrån olika materialalternativ.

Fördelen med att arbeta utifrån en designspecifikation är enligt Landqvist (2001) att det möjliggör att ordna kraven och önskemålen hierarkiskt. Denna möjlighet ska fungera som ett stöd vid tillfällen där olika krav och önskemål går emot varandra. En sådan konflikt som uppstod var mellan kravet att klätterstödet skulle fungera praktiskt för klättrväxter och önskemålet att det med fördel skulle vara lämpat för offentlig miljö. Ett klätterstöd för klängande växter, som kräver både horisontella och vertikala stöd, är nämligen även möjligt för människor att klättra på, vilket kan bli en säkerhetsrisk. En bokstavstrogen tolkning av Landqvist (2001) skulle i detta fall slå fast att kravet är överordnat önskemålet och att det således är viktigare att klätterstödet fungerar praktiskt än att det fungerar i en offentlig kontext. I bästa fall hade en vidareutveckling av gestaltningen hittat en lösning som parallellt uppfyller både kravet respektive önskemålet. Tills dess är det dock intressant att reflektera över möjligheten att frångå Landqvist binära ställning och istället fundera på hur en kompromiss hade kunnat påverka resultatet. En lösning hade varit att frångå användningen av det vajerät som används för att ge klängväxter rätt växtförutsättningar. Detta hade eliminerat risken för att klätterstödet använt på fel sätt av förbipasserande, men hade alltså samtidigt exkluderat möjligheten att använda klängväxter. Utan möjlighet att använda klängväxterna skulle växtvalet i detta fall bli begränsat till enbart slingrande växter. Med krav på enbart vertikala stöd lämpar sig förvisso

dess växter, eller framförallt deras klätterstöd, bättre för en offentlig kontext. Samtidigt innebär detta att listan med potentiella arter som går att använda minskar, vilket inte bara har en negativ effekt på den biologiska mångfalden utan även på möjligheten att hitta lämpliga arter till den breda palett av växtförhållanden som staden inkluderar. Det finns således en konflikt mellan att presentera en lösning som är öppen, inkluderande och mångfunktionell och att presentera en lösning som känns trovärdig och genomförbar.

Sammantaget formulerades arbetets frågeställningar med ambitionen att undersöka huruvida klättrväxter har möjlighet att utgöra ett likvärdigt alternativ till gatutråd. Denna frågeställning kan dock i efterhand tyckas vara stramt formulerad eftersom den inte rymmer möjligheten att det potentiellt finns något som klättrväxter faktiskt skulle ha möjlighet att leverera *bättre* än träd. Genom litteraturstudien har lärdomen om klättrväxters förmåga att snabbt, ofta mycket snabbare än träd, skapa grönylm etablerats. Det är främst Seckin (2018) som formulerar detta faktum och det stärks därtill av exempelvis Norries (1996) tillägg om att det inte är ovanligt att klättrväxter kan ha en årstillväxt på 3–4 meter efter etablering, samt det faktum att klättrväxter inte behöver investera energi i omfattande vedbildning. Då detta onekligen är en styrka hos klättrväxter jämfört med träd blir det därför intressant att fundera över hur denna egenskap bäst kan utnyttjas ur ett växtanvändningsperspektiv. En kontext som hade kunnat gynnas av den här egenskapen är temporära platsbildningar. Detta skulle kunna exemplifieras med vanligt förekommande urbana initiativ där gator stängs av för trafik och under en tidsbegränsad period görs om till gånggator. För att accentuera denna förändring är det brukligt att gatuomvandlingen därtill förstärks med hjälp av både gröna och sociala attribut, som exempelvis

planteringsbäddar, sittytor och aktiviteter. I en sådan här miljö, där det finns ett slutdatum och lösningen kanske bara ska stå ett par år, blir behovet av att den gröna omvandlingen sker snabbt viktig. Genom att använda klätterväxter i kombination med en ovanjordisk växtbädd och ett fristående klätterstöd kan klätterväxternas förmåga att snabbt skapa grönvolum tas till vara. Resultatet blir möjligheten att kunna erbjuda skugga och grönska på dessa temporära platser. Genom användandet av en ovanjordisk växtbädd går det att spekulera i möjligheten att företablara växterna i kärlet på en annan plats för att sedan flytta bädden till den temporära platsen och då också montera färdigt klätterstödet på plats och binda upp de företablerade växterna. Då klätterstödet har givits en utformning med ett fåtal komponenter i långvariga material möjliggör detta även att klätterstödet enkelt kan monteras ned, transporteras bort och återanvändas vidare. Den stora ekonomiska och miljömässiga kostnaden i förslaget ligger, i förhållande till växtmaterialet, i den initiala produktionen av klätterstödet. Men genom att möjliggöra för återanvändning av stödet utnyttjas denna investering, samtidigt som produktens klimatavtryck kan anses avta enligt Calkins (2009). Klätterstödet möjlighet till dekonstruktion är också fördelaktigt när klätterstödet bedöms vara uttjänt, eftersom det då enkelt kan monteras ner till sina beståndsdelar och återvinnas.

Gällande utförandet vid den potentiellt temporära tillämpningen av förslaget går det även att spekulera kring ett alternativt förhållningssätt där klätterstödet tillåts byggas av mer miljövänliga material. Detta möjliggörs av att livslängden tillåts vara avsevärt kortare. Genom att modifiera utformningen aningen går det att spekulera kring ett alternativt klätterstöd där metallen exempelvis skulle kunna bytas ut mot trä och där vajrarna kan ersättas med naturrep. Den temporära lösningen skulle

således kunna ses som en grogrund för produktutveckling där alternativa konstruktions- och växtmaterial kan tillåtas att testas. Trots att detta temporära användningsområde, fött ur klätterväxternas snabbväxande förmåga, inte var något som förutsågs i frågeställningen är detta onekligen något som visar på potentialen i förslaget.

Trots hänförelsen över att det tycks finnas bäring i förslaget presenterat i arbetet är det dock viktigt att komma ihåg bakgrunden till arbetet, nämligen att hitta en lämplig ersättare till stadsträd för de sammanhang *där träd inte får plats*. Litteraturstudien har visat att det finns klätterväxter som kan växa sig så höga som 30 meter. Denna insikt kittlar givetvis en nerv av nyfikenhet om huruvida det är möjligt att skapa ett klätterstöd som har förmågan att matcha denna vertikala växtkraft. Att göra detta är dock att glömma bort arbetets bakgrund. För på de platser där ett klätterstöd har möjligt att utformas med sådana dimensioner att det ska kunna matcha de mest högväxta klätterväxterna, där finns det med stor sannolikhet arter och sorter av träd som får plats. Varje plats och sammanhang har således sin brytpunkt där poängen med denna alternativa vegetationslösning kan anses vara avtagande. Arbetet har inte på något sätt ambitionen att försöka hitta en ersättare till träd, utan endast ett alternativ. Författarens bestämda uppfattning är att där träd får plats och har möjligt att få en god utveckling, där bör träd användas. Denna uppfattning går därtill att återfinna redan i arbetets mål och syfte där trädens förmåga att generera ekosystemtjänster framhålls som förebilden för förslaget.

SLUTSATS

Med stöd i litteraturen är den samlade bedömningen att det finns bärighet i vegetationslösningen presenterad i arbetet. Rätt utfört, med rätt växtval och på rätt plats har således fristående klätterväxter möjlighet att erbjuda ett alternativ till träd i stadsmiljöer. Därtill bedöms även fristående klätterväxter ha förmågan att generera en rad urbana ekosystemtjänster.

Med det sagt är vegetationsbyggande ett komplext ämne. Komplexiteten ökar dessutom när den urbana ståndorten, viljan att skapa ekosystemtjänster och ett lager av innovation adderas. Trots att det finns potential att använda klätterväxter som alternativ till träd, innebär detta inte att det är en universallösning som kan användas i alla de sammanhang där träd inte kan användas. Det finns fortfarande de sammanhang där inte tredimensionella klätterväxter får plats och det finns fortfarande de platser i staden där ståndorten inte tillåter användningen av klätterväxter. Detta har litteraturstudien gjort gällande.

Svårigheten att presentera en enkel slutsats på arbetet går därtill att härleda till det fragmentariska kunskapsläget när det kommer till klätterväxter. Möjligheten till en mer stringent och entydig slutsats är idag tyvärr bakbunden av det faktum att mycket information fortfarande saknas gällande klätterväxters funktion, möjligheter och utmaningar. I arbetets avslutande skede ska därför en allmänt ställd uppmuntran till vidareutveckling av kunskapsläget göras. Förslag på vidare studier som hade förbättrar användningspotentialen för klätterväxter inkluderar en kartering av klätterväxters bladtäckning, klätterväxters möjlighet att hantera periodvis torka, samt potentiellt nya

arter av klätterväxter att introducera och testa i framtidens städer.

Genom att i detta arbete lyfta potentialen med att använda klätterväxter på ett nytänkande sätt är förhoppningen att intresset för växtgruppen och dess möjligheter ska öka. Därtill är förhoppningen att arbetets innovativa anslag ska öppna upp för utforskandet av nya metoder för vegetationsbyggande, för att på så vis säkerställa att även framtidens urbana miljöer är gröna, hållbara och hälsosamma. Genom att utgöra en sammanställning av kunskapsläget inom ämnet kan arbetet dessutom fungera både som en vägledning vid tillämpning av klätterväxter, samt som en språngbräda för vidare kunskapsutveckling.

REFERENSER

TRYCKTA KÄLLOR

Amorim, J.H., Engardt, M., Johansson, C., Ribeiro, I. & Sannebro, M. (2021). Regulating and Cultural Ecosystem Services of Urban Green Infrastructure in the Nordic Countries: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18 (3), s. 1-19.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18031219>

Andersson, J. (red.) (2017). *Biologisk mångfald i den täta staden*. BiodiverCity. Malmö: Malmö stad.
https://malmo.se/download/18.5cba257415fdf4a09f567af4/1511768926678/handbokentilltryck_171114_lowres.pdf

Besir, A.B. & Cuce, E. (2018). Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable & sustainable energy reviews*, 82, s. 915–939.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.106>

Breuste, J., Haase, D. & Elmqvist, T. (2013). Urban Landscapes and Ecosystem Services. I: Wratten, S., Sandhu, H., Cullen, R. & Costanza, R. (red.). *Ecosystem services in agricultural and urban landscapes*. Chichester: John Wiley & Sons, Inc. s. 83-100.

Burris, J.N., Lenaghan, S.C. & Stewart, C.N. (2017). Climbing plants: attachment adaptations and bioinspired innovations. *Plant cell reports*, 37 (4), 565–574.
<https://doi.org/10.1007/s00299-017-2240-y>

Calkins, M. (2009). *Materials for sustainable sites: a complete guide to the evaluation, selection and use of sustainable construction materials*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Cameron, R.W., Taylor, J.E. & Emmett, M.R. (2014). What's "cool" in the world of green façades? How plant choice influences the cooling properties of green walls. *Building and environment*, 73, s. 198–207.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.005>

Cervelli, J. A. (1984). Container tree plantings in the city. *Journal of Arboriculture*, 10(3), s. 83-86.

Châfer, M., Pisello, A.L., Piselli, C. & Cabeza, L.F. (2020). Greenery system for cooling down outdoor spaces: Results of an experimental study. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 12 (15), s. 5888.
<https://doi.org/10.3390/SU12155888>

Chung, P-W. (2020). *The effects of rooting volume, greywater irrigation and reduced sunlight on climbing plants for indirect green façades in urban environments*. Diss. Melbourne: The University of Melbourne. <http://hdl.handle.net/11343/258863>

Deak Sjöman, J., Hiron, A. & Sjöman, H. (2016). Branch Area Index of Solitary Trees: Understanding Its Significance in Regulating Ecosystem Services. *Journal of environmental quality*, 45 (1), s. 175–187.
<https://doi.org/10.2134/jeq2015.02.0069>

Deak Sjöman, J., Sjöman, H. & Johansson, E. (2015). Staden som växtplats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.). *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur. s.231-323

Dunnet, N. & Kingsbury, N. (2004). *Planting green roofs & living walls*. Portland, Oregon: Timber Press Inc.

Ennos, A. (1993). The Scaling of Root Anchorage. *Journal of theoretical biology*. 161 (1), 61–75.
<https://doi.org/10.1006/jtbi.1993.1040>

Fierz, M. (2011). Cables in Landscape Architecture: The MFO Park. I: Petschek, P., Gass, S. & Burbulla, J. (red.). *Constructing shadows - pergolas, pavilions, tents, cables, and plants*. Basel: Birkhauser, s. 50–53.
<https://doi.org/10.1515/9783034610735.50>

Fowdar, H., Payne, E., Deletic, A., Zhang, K. & McCarthy, D. (2022). Advancing the Sponge City Agenda: Evaluation of 22 plant species across a broad range of life forms for stormwater management. *Ecological engineering*, (175). s. 1-11.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106501>

Funke, B. (2009). The principles of load-bearing structures. I: Zimmermann, A. (2009). *Constructing landscape : materials, techniques, structural components*. Basel: Birkhäuser.

Gaston, K., Davies, Z. & Edmondson, J.. (2010). Urban environments and ecosystem functions. I: Gaston, Kevin. (red.) *Urban Ecology*. Cambridge: University Press, ss. 35-52.

Gianoli, E. (2015). The behavioural ecology of climbing plants. *AoB plants*. 7 (1).
<https://doi.org/10.1093/aobpla/plv013>

Gréen, S. (1982). *Växter uppåt väggarna- slinger-, kläng-, och klättrväxter utomhus*. Stockholm: LTs förlag.

Haaland, C. & Konijnendijk, C. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban forestry & urban greening*, 14 (4), 760–771.
https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009

Hoelscher, M.-T., Nehls, T., Jänicke, B. & Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. *Energy and buildings*, 114, s. 283–290.
https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.047

Hoyano, A. (1988). Climatological uses of plants for solar control and the effects on the thermal environment of a building. *Energy and buildings*, 11, s. 181–199.
https://doi.org/10.1016/0378-7788(88)90035-7

Hu, L. & Li, M. (2015). Diversity and Distribution of Climbing Plants in Eurasia and North Africa. *Biodiversity of Lianas*. Cham: Springer International Publishing, s. 57–79. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14592-1_5

Hunter Block, A., Livesly, S. & Williams, N. (2012). *Responding to the Urban Heat Island: A Review of the Potential of Green Infrastructure*. Victoria, Australien: The Victorian Centre for Climate Change Adaptation.
https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2012-03/apo-nid237206.pdf

Ip, K., Lam, M. & Miller, A. (2010). Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy.

Building and environment, 45 (1), s. 81–88.
https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.05.003

Isnard, S. & Silk, W. (2009). Moving with climbing plants from Charles Darwin's time into the 21st century. *American journal of botany*, 96 (7), s. 1205–1221.
https://doi.org/10.3732/ajb.0900045

Jim, C.Y. (2013). Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. *Urban ecosystems*, 16 (4), s. 741–761.
https://doi.org/10.1007/s11252-012-0268-x

Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: a psychological perspective*. Cambridge: Cambridge University Press..

Kent, D., Shultz, S., Wyatt, T. & Halcrow, D. (2006). Soil volume and tree condition in Walt Disney World parking lots. *Landscape Journal*, 25 (1), 94–107.

Klotz, Stefan. & Kühn, Ingolf. (2010). Urbanisation and alien invasion. I: Gaston, Kevin. (red.) *Urban Ecology*. Cambridge: University Press, ss. 120–133

Landqvist, J. (2001). *Vilda idéer och djuplodande analys - Om designmetodikens grunder*. 2. uppl. Stockholm: Carlssons Bokförlag.

Lindal, P.J. & Hartig, T. (2015). Effects of urban street vegetation on judgments of restoration likelihood. *Urban forestry & urban greening*, 14 (2), s. 200–209.
https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.02.001

Manso, M. & Castro-Gomes, J. (2015). Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable & sustainable energy reviews*, 41 (C), s. 863–871.
https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203

Micheli, F. & Guerri, A. (2012.) Ecosystem services. I: Hastings, A. & Gross, L.J. (red.). *Encyclopedia of theoretical ecology*. Berkeley: University of California Press.
https://doi.org/10.1525/9780520951785

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC

Norrie, J. (1996). Facadebeplantering. *Videnblade - Park- og Landskabsserien*. [Faktablad]. Blad nr 8.3-1–8.3-5. Köpenhamn: Skov & Landskab.

Pérez, G., Coma, J., Sol, S. & Cabeza, L.F. (2017). Green facade for energy savings in buildings: The influence of leaf area index and facade orientation on the shadow effect. *Applied energy*, 187, s. 424–437.
https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.055

Pérez, G., Coma, J., Chàfer, M. & Cabeza, L.F. (2022). Seasonal influence of leaf area index (LAI) on the energy performance of a green facade. *Building and environment*, 207. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108497

Pugh, T.A.M., MacKenzie, A.R., Whyatt, J.D. & Hewitt, C.N. (2012). Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environmental science & technology*, 46 (14), s. 7692–7699.
https://doi.org/10.1021/es300826w

- Putz, F.E. & Mooney, H.A. (1991). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge U. P.
- Samuelsson, L.E. & Schenkmanis, U. (2003). *Klätter- och klängväxter*. Stockholm: Natur och Kultur/LT's förlag (Gröna serien).
- Schnitzer, S. (2005). A Mechanistic Explanation for Global Patterns of Liana Abundance and Distribution. *The American naturalist*, 166 (2), 262–276. <https://doi.org/10.1086/431250>
- Seçkin, N. (2018). Environmental control in architecture by landscape design. *A/Z ITU Journal of Faculty of Architecture*, 15 (2), s. 197–211
- Shu, Q., Middleton, W., Dörstelmann, M., Santucci, D. & Ludwig, F. (2020). Urban microclimate canopy: Design, manufacture, installation, and growth simulation of a living architecture prototype. *Sustainability* 2020. 12 (15), s 1-23. <https://doi.org/10.3390/su12156004>
- Sieghardt, M., Mursch-Radlgruber, E., Paoletti, E., Couenberg, E., Dimitrakopoulos, A., Rego, F., Hatzistathis, A. & Randrup, T. (2005). The Abiotic Urban Environment: Impact of Urban Growing Conditions on Urban Vegetation. I: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. (red.). *Urban Forests and Trees - A Reference Book*. Berlin: Springer., s. 281–323. https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_12
- Sjövist, E., Abdoush, D. & Axén, J. (2019). *Sommaren 2018 - en glimt av framtiden*. (Klimatologi 2019:52).
- Norrköping: SMHI. https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.165089!/Klimatologi_52%20Sommaren%202018%20-%20en%20glimt%20av%20framtid.pdf
- Sjöman, H., Morgenroth, J., Sjöman, J.D., Sæbø, A. & Kowarik, I. (2016). Diversification of the urban forest—Can we afford to exclude exotic tree species? *Urban forestry & urban greening*, 18, s. 237–241. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.06.011>
- Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015). Rätt träd på rätt plats. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.) *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur. s. 331–361.
- Sjöman, H. & Östberg, J. (2019). Vulnerability of ten major Nordic cities to potential tree losses caused by longhorned beetles. *Urban ecosystems*, 22 (2), s. 385–395. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-0824-8>
- Sjöman, H., Östberg, J. & Buhler, O. (2012). Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities. *Urban forestry & urban greening*, 11 (1), s. 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.09.004>
- Slagstedt, J., Gustafsson, E.-L. & Stål, Ö. (2015). Förstå jorden. I: Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.) *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur. s. 541–605.
- Splendor Plant. (2020). *Växter med prakt och livskraft*. Klippan: Ljungbergs Tryckeri AB
- Stångby plantskola. (2021). *Växtekatalog - Klättrväxter*. Stångby: Stångby plantskola
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K. & de Vries, S. (2005). Benefits and Uses of Urban Forests and Trees. I: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T. & Schipperijn, J. (red.). *Urban Forests and Trees - A Reference Book*. Berlin: Springer. s. 81–114. https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_5
- Vogt, M., Kluza, I. & Ciemięga, M. (2013). The Ecological, Aesthetic and Psychological Benefits from Using Climbing Plants in Urban Green Spaces in Cracow and Dresden. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 3 (4). <https://doi.org/10.5755/j01.sace.3.4.4497>
- Wang, S., Okamoto, G., Hirano K., Lu, J. & Zhang, C. (2001). Effects of restricted rooting volume on vine growth and berry development of Kyoho grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52 (3), s. 248–253.
- Whitlow, T.H., Hall, A., Zhang, K.M. & Anguita, J. (2011). Impact of local traffic exclusion on near-road air quality: Findings from the New York City “Summer Streets” campaign. *Environmental pollution*, 159 (8), s. 2016–2027. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.033>
- Wikberg Nilsson, Å., Ericson, Å. & Törlind, P. (2015). *Design: process och metod*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Zimmerman, A. (2009). Materials. I: Zimmermann, A. (2009). Constructing landscape: materials, techniques, structural components. Basel: Birkhäuser.

ELEKTRONISKA KÄLLOR

Billbäck's plantskola (2022). Växtkatalog. <https://www.e-magin.se/paper/7t670dhg/paper/1> [2022-05-15]

Boverket. (2019). *Ekosystemtjänster för klimatanpassning - dagvattenlösning och temperaturreglering*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/> [2022-04-11]

Boverket. (2021a). *Reglerande ekosystemtjänster*. <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/ekosystemtjanster/olika-typer-av-ekosystemtjanster/reglerande-ekosystemtjanster/> [2022-03-29]

Boverket. (2021b). *Kulturella ekosystemtjänster*. <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/ekosystemtjanster/olika-typer-av-ekosystemtjanster/kulturella-ekosystemtjanster/> [2022-03-29]

E-plantia. (2022). <https://www.eplantia.com/> [2022-04-25]

Essunga plantskola. (2022). Klätterväxter. <http://www.essungaplantskola.se/kategori/alla-vaxter/klattervaxter1> [2022-04-29]

Naturvårdsverket. (u.å). *Ekosystemtjänster*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/mark-och-vattenanvandning/ekosystemtjanster/> [2022-03-29]

Nationalencyklopedin (NE). (2022a). *Glasfiberarmerad plast*. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/glasfiberarmerad-plast> [2022-04-25]

Nationalencyklopedin (NE). (2022b). *Kompositer*. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/kompositer> [2022-04-25]

Statistiska Centralbyrån. (2019). *Statistiska tätorter 2018: Antal, befolkning och arealer*. Stockholm: Statistiska Centralbyrån (SCB). https://www.scb.se/contentassets/745b357fd3b74ffd934fc4004ce5cf62/mi0810_2018a01_sm_mi38sm1901.pdf [2022-01-04]

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). (u.å) *Approach*. <http://teebweb.org/about/ap-proach/> [2022-03-29]

VegTech. (2021). *Vegetationsteknik*. [Katalog]. Vislanda: VegTech. <https://www.vegtech.se/ladda-ner/bestall-katalog/#:~:text=digitala%20katalog%20%C3%B6r%202021> [2022-04-06]

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 – 3: *Grafiskt material för ekosystemtjänster*. Boverket & New Division. <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planeringsfragor/ekosystemtjanster/grafiskt-material-ekosystemtjanster/> [2022-04-06]

Figur 4–7: Författarens egna.

Figur 8: *Urvalsprocess av stadsträd*. Sjöman, H. & Slagstedt, J. (2015). Rätt träd på rätt plats. I: Sjöman, H. &

Slagstedt, J. (red.) *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur. s. 333.

Figur 9: Författarens egna.

Figur 10: *Wire Mesh*. Maxime66410. (2021). <https://sketchfab.com/3d-models/wire-mesh-65102c1208ab44acb529847061625f74> [2022-05-06]

Figur 11: *Pinus pinea i San Sebastian*. Patrick Bellan (u.å).

Figur 12–22: Författarens egna.

BILAGA 1: VÄXTLISTA

Då arbetet främst riktar sig mot offentliga miljöer i en svensk kontext utgår följande bilaga från klätterväxtutbudet hos en rad olika källor riktade mot främst publika miljöer, inkluderandes bland annat plantskolor. Detta säkerställer därmed också att ett urval har skett baserat på den svenska zon-kartan. Denna växtlista ska ses som ett urval och en representation av bredden av arter inom växtgruppen och är således inte komplett. Flera arter har till exempel en rad namnsorter med andra attribut än den rena arten, men som inte presenterar i nedanstående växtlista.

Vetenskapligt namn	Trivialnamn	Typ av klättrare	Höjd	Markkrav	Ljuskrav	Zon	Visuella kvaliteter	Övrig information	Källa
<i>Actinidia chinensis</i>	Gul kiwi	Slingrande	3 - 5 m	Väl-dränerade men fuktiga jordar	Sol	1		Snabbväxande	1
<i>Actinidia kolomikta</i>	Kameleontbuske	Slingrande	2 - 4 m	Mullhaltig med jämn markfukt	Sol - Halvskugga	1-5 (6)	Bladspetsar i vitt och rosa	Svagväxande.	1, 2, 4, 6
<i>Aristolochia macrophylla</i>	Pipranka	Slingrande	5 - 7 m	Fuktighetshållande och väl-dränerad jord	Halvskugga - Sol	1-5	Friskt gröna hjärtformade blad		1, 2
<i>Aristolochia manchuriensis</i>	Koreans pipranka	Slingrande	5 - 8 m	Varma väl-dränerade jordar. Skyddat.	Sol - Skugga	1-5	Frodigt ljusgrön.	Kraftigväxande. Funkar i både sol och skugga. Finns som E-planta	1, 5, 4
<i>Campsis radicans</i>	Trumpetranka	Slingrande	5 - 7 m	Varma skyddade lägen. Jord bör vara skuggad.	Sol	1	Orange blomning	Tål stadsklimat.	1, 4
<i>Celastrus orbiculatus</i>	Japansk trädodare	Slingrande	8 - 12 m	Kravlösa markförhållanden	Sol - halvskugga	1-4	Orange dekorativ fruktsättning	Mycket kraftigväxande. Får grova stammar med tiden.	1, 4, 5
<i>Clematis</i> 'Jackmanii'	Klematis	Klängande	3 - 4 m	Väl-dränerat med god tillgång på fukt och näring	Halvskugga	1-5	Mörkt lila blomning.	Tål vind. Världens mest sålda klematis.	4, 5, 6
<i>Clematis</i> 'Miss Bateman'	Klematis	Klängande	3 m	Väl-dränerat med god tillgång på fukt och näring	Halvskugga	1-4	Stora vita blommor.	Tål vind.	5, 6
<i>Clematis alpina</i> 'Albina Plena' E	Alpklematis	Klängande	3- 4 m	Väl-dränerat	Sol - Halvskugga	1-5	Fyllda blommor i vitt.	Starkväxande. Remonterar. Tål vind.	4, 5, 6
<i>Clematis alpina</i> 'Clochette Pride' E	Alpklematis	Klängande	2 - 3 m	Väl-dränerat	Halvskugga	1-4	Mörkblå fyllda blommor. Frodigt bladverk.	Långdragen blomning.	2, 4, 5, 6
<i>Clematis alpina</i> 'Georg' E	Alpklematis	Klängande	2 - 3 m	Väl-dränerat	Halvskugga	1-5 (7)	Violett blomning.	Remonterar. Tål vind.	2, 4, 5
<i>Clematis gauriana</i>	Indisk skogsklematis	Klängande	4 -6 m		Sol - halvskugga	1-4 (5)	Stora kräm vita blommor	Väl-doftande.	6
<i>Clematis macropetala</i>	Kronklematis	Klängande	2,5 - 3 m	Väl-dränerat med god tillgång på näring och fukt	Halvskugga	1-5	Blå blommor.	Tål vind.	4, 5, 6
<i>Clematis montana</i> 'Grandiflora'	Bergklematis	Klängande	5 m		Halvskugga	1-4	Vita blommor.	Doftar. Tål vind.	5
<i>Clematis montana</i> var. <i>rubens</i>	Bergklematis	Klängande	6 - 8 m	Väl-dränerad, näringsrik jord	Halvskugga	1-4	Rosa blommor	Tål vind.	4, 5, 6
<i>Clematis tangutica</i>	Gullklematis	Klängande	3 m	Väl-dränerad och näringsrik jord	Sol - halvskugga	1-7	Gula blommor och fjäderlika fröställningar	Svagväxande. Lättskött	6, 8
<i>Clematis vitalba</i>	Skogsklematis	Klängande	10 - 12 m	Kalk- och mullrik jord.	Sol - halvskugga	1-4	Små vita blommor och dekorativa fröställningar.	Kraftigväxande. Blommor sparsamt	2, 8

TREDIMENSIONELLA KLÄTTERVÄXTER: Martin Brattström

<i>Clematis vitalba</i> 'Paul Farges'	Vit sidenklematis	Klängande	4 - 7 m	Anspråkslös.	Halvskugga	1-4	Lång blomning juli - oktober	Snabbetablerad. Låga skötselkrav. Tål vind.	2, 4, 5, 6
<i>Fallopia aubertii</i>	Silverregn	Slingrande	6 – 7m	Anspråkslösa ståndortskrav	Sol - skugga	1-3	Röda skott. Blommar i vitt under sensommaren.	Snabbväxande. Tål stadsklimat. Blommar bäst i soligt läge.	1, 4, 5
<i>Fallopia baldschuanica</i>	Bokharabinda	Slingrande	7 - 10 m	Klarar de flesta jordar.	Sol - halvskugga	1-3	Blommar rikligt med vitrosa klasar i juli-oktober.	Extremt starkväxande. Grön länge på hösten. Lång blomning. Tål stadsmiljö. ”Arkitektens tröst”	5
<i>Humulus lupulus</i> 'Nort-hbrau'	Humle	Slingrande	5 m	Utvecklas bäst på näringsrik jord.	Sol - skugga	1-4	Namnsort med extra stora blomkottar	Ettåriga skott.	4, 5
<i>Lonicera brownii</i> 'Drop-more Scarlet'	Eldkaprifol	Slingrande	5 m	Ej kräsen. Föredrar näringsrik fuktighetshållande jord.	Sol - halvskugga	1-4 (5)	Blommar i orangerött.	Tidigt bladutspring på våren.	4, 5, 6
<i>Lonicera brownii</i> HONEYBELLE	Eldkaprifol	Slingrande	3 – 5 m	Anspråkslösa markkrav. Ej för blött.	Sol – lätt skugga	1-5	Guldgula blommor	Härdig och rikblommande	4
<i>Lonicera caprifolium</i>	Äkta kaprifol	Slingrande	4 - 5 m	Ej kräsen. Föredrar näringsrik fuktighetshållande jord.	Sol - halvskugga	1-6 (7)	Ljusgula blommor.	Härdig. Doftar gott.	4, 5, 6
<i>Lonicera henryi</i>	Vintertry	Slingrande	2 - 4 m	Ej kräsen. Gärna näringsrik fuktighetshållande jord.	Halvskugga-skugga	1-2	Vintergrön	Vintergrön. Vill stå vindskyddat	5, 6
<i>Lonicera periclymenum</i>	Vildkaprifol	Slingrande	7 m	Anspråkslös. Föredrar näringsrik fuktighetshållande jord.	Sol - halvskugga	1-6	Gulröd blomning. Blågröna blad.	Vegeterar tidigt på våren.	4, 5, 6
<i>Lonicera × beckerottii</i>	Blomsterkaprifol	Slingrande	3 - 5 m	Ej kräsen. Föredrar näringsrik fuktighetshållande jord.	Sol – halvskugga	1-3 (4)	Gulröda blommor	Doftar	2, 4, 6
<i>Lonicera × beckerottii</i> 'Goldflame'	Blomsterkaprifol	Slingrande	4 - 5 m	Ej kräsen. Föredrar näringsrik fuktighetshållande jord.	Sol – halvskugga	1-3	Stora gulröda blommor. Gula höstfärger.		2, 6
<i>Lonicera × tellmanniana</i>	Tellmanskaprifol	Slingrande	5 m	Ej kräsen. Föredrar näringsrik fuktighetshållande jord.	Sol – halvskugga	1-4	Stora orangegula blommor. Blådagga blad.	Starkväxande. Tidigt bladutspring. Doftar starkt.	4, 5, 6
<i>Parthenocissus vitacea</i> TRAPETS E	Vildvin	Klängande	7 m	Anspråkslös. Näringsrika, ej för torra jordar.	Sol – halvskugga	1-5	Sprakande röda höstfärger	En E-planta där klängena saknar häftplattor. Tål vind.	3, 4, 5
<i>Tripterygium regelii</i> TIARA E	Vingfröranka	Slingrande	5 m	Kravlös. Gärna normal mullrik jord.	Sol – halvskugga	1-5 (6)	Plymformade blomställningar i vitt. Dekorativa fröställningar.	Kraftigväxande.	3, 4, 6
<i>Wisteria floribunda</i> 'Alba'	Vitblommande blåregn	Slingrande	4 – 6 m	Väldränerat	Sol-halvskugga	1-3	Blommar i vitt.		4
<i>Wisteria frutescens</i> 'Amethyst Falls'	Blåregn	Slingrande	3 m		Sol – halvskugga	1-3	Blåa blommor.		5
<i>Wisteria frutescens</i> var. <i>macrostachya</i> 'Blue Moon'	Kentuckyblåregn	Slingrande	4 – 5 m	Näringsrika jordar	Sol	1-4 (5)	Lång blomning	Remonterande blomning med upp till tre blomningar under en säsong. Skyddade varma lägen.	2, 4
<i>Wisteria sinensis</i> 'Prolicific'	Blåregn	Slingrande	7 m	Dränerad och näringsrik	Sol – halvskugga	1-2	Rik blomning med stora blomklasas i blått.		4, 5

¹ Stångby plantskola (2022), ² Essunga plantskola (2022), ³ E-planta (2022), ⁴ Splendor Plant (2020), ⁵ VegTech (2022), ⁶ Billbäcks plantskola (2022). ⁷ Dunnet & Kingsbury (2004), ⁸ Samuelsson & Schenkmanis (2003)

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.

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