

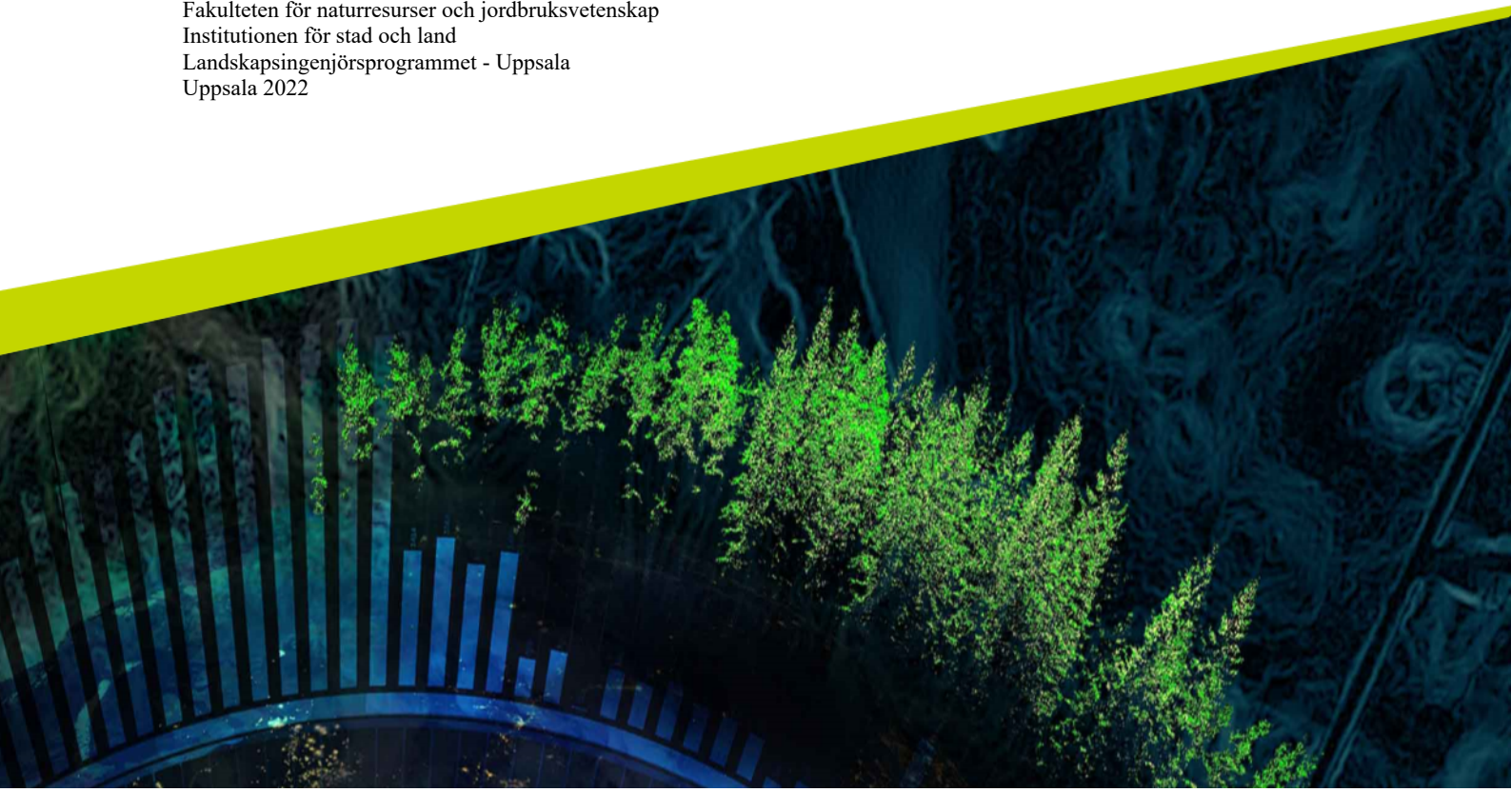


Hur bidrar gröna väggar till mer hållbara urbana miljöer?

Möjligheter och utmaningar för gröna väggar

Lukas Farquharson, Max Isaksson

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land
Landskapsingenjörsprogrammet - Uppsala
Uppsala 2022



Hur bidrar gröna väggar till mer hållbara urbana miljöer?

Möjligheter och utmaningar för gröna väggar

How do green walls contribute to more sustainable urban environments?

Possibilities and challenges with green walls

Lukas Farquharson, Max Isaksson

Handledare: Per-Olof Lundquist, Institutionen för växtbiologi, Sveriges lantbruksuniversitet
Examinator: Daniel Bergquist, Institutionen för stad och land, Sveriges lantbruksuniversitet

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Landskapsarkitektur
Kurskod: EX1004
Program: Landskapsingenjörsprogrammet - Uppsala
Kursansvarig inst.: Institutionen för stad och land
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2022
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Biodiversitet, dagvatten, evapotranspiration, gröna väggar, gröna korridorer, grönområden, gröna fasader, hydroponisk odling, kärlväxter, levande väggar och urbana värmeöar

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för stad och land

Avdelningen för landskapsarkitektur

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. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. 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.

Sammanfattning

Vi har observerat att husfasader i urbana miljöer inte används till mycket annat än att vara just väggar. Det är möjligt att husfasader är en outnyttjad resurs med mycket potential om de används på ett effektivt sätt. Vi undersöker i denna uppsats hur gröna väggar bidrar till ökad hållbarhet i urbana miljöer och vilka begränsningar de medför. Gröna väggar är det begrepp som vi använder för att inkludera samtliga lösningar kopplat till grönska på husfasader, dvs *gröna fasader* och *levande väggar* med olika utformningar. Att ifrågasätta hur husfasader används i framför allt urbana miljöer kan möjligen vara en av nycklarna till mer hållbara och klimatsmarta urbana miljöer i framtiden, vilket kan ses som viktigt i samband med rådande klimatförändringar. Det är lätt att förbise de värden gröna väggar bidrar med. Till synes bidrar gröna väggar framförallt med ett estetisk inslag men faktum är att dessa väggar bidrar med en mängd mjuka såväl som monetära värden. Om framför allt politiker och företagare men också privatpersoner är medvetna om vilka fördelar gröna väggar medför är det möjligt att påskynda utvecklingen inom området.

I denna rapport undersöker vi vilka typer av gröna väggar det finns på marknaden och utvärderar vilka typer av värden de tillför. Studien kom fram till att gröna väggar bidrar med en mängd fördelar som exempelvis koldioxidlagring, gröna korridorer, biologisk mångfald, habitat för flora och fauna, estetiska värden och hantering av dagvatten m.m. De främsta utmaningarna med gröna väggar är att gröna väggar är kostsamma att installera, underhålla och ger varierande resultat över tid. Vidare är det brist på kompetens, framför allt kopplat till gröna väggar i kalla klimat. Ovanstående faktorer kan vara en bidragande faktor till varför det inte är mer förekommande med gröna väggar i urbana miljöer. Samtidigt finns det inte särskilt många aktörer som arbetar med gröna väggar, vilket är ett problem för dess utveckling, innovation och prissättning. I denna undersökning kopplar vi samman teori, platsbesök och intervjuer för att få en holistisk bild av hur gröna väggar kan nyttjas för att tillföra stadens invånare med hållbarhet.

Abstract

It has been observed that walls within urban environments are not used for much more than being just walls. It is possible that walls are an untapped resource with a lot of potential considering that walls are used in an effective way. We further investigate in this study how green walls contribute with an increase of sustainable values in urban environments, and what limitations they have. Green walls is the term used to include all types of solutions linked to vegetation on house facades, namely green facades and living walls with different designs. To question how outdoor walls are used mainly in urban environments can possibly be one of the keys to further the development of more sustainable and climate-friendly cities in the future, which can be seen as an important correlation bearing climate change in mind. It is easy to overlook the values associated with green walls. Seemingly green walls only contribute with soft and aesthetic values but in the matter of fact green walls contribute with a wide range of soft as well as monetary values. If politicians, business owners as well as private people are conscious about the benefits that green walls contribute with, it is possible to accelerate development within the area.

In this report it is looked into which types of green walls there are on the market and an evaluation as to which kinds of values they contribute with is made. The study came to the conclusion that green walls contribute with a wide range of benefits such as carbon sequestration, green corridors, biodiversity, habitats for flora and fauna, aesthetic values and management of stormwater.

The main challenges with green walls are that green walls are costly to produce, maintain and produce a variety of results over time. There is also a lack of competence, mainly associated with green walls in cold climates. The factors just mentioned can be a contributing factor as to why green walls are not more abundant in urban settings. At the same time, there are not many actors that work with green walls, which is a problem in regard to development, innovation and pricing. In this study we connect theory, site visits and interviews to achieve a holistic view of how green walls can be used to ensure the cities inhabitants with sustainability.

Tack

Vi har båda haft en fascination med gröna väggar under vår studietid på landskapsingenjörsprogrammet och känt att det är ett ämne vi vill utvecklas inom. Vi har ställt oss själva frågan varför det inte är vanligare med gröna väggar och varför det inte diskuteras mer om ämnet i utbildningen. Med detta i åtanke ansåg vi att det var ett intressant ämne att undersöka och lära sig mer om. Arbetet har varit en insats där vi båda varit med och utvecklat samtliga delar av innehållet, men där vardera deltagare tagit större ansvar inom särskilda delar. Under arbetets gång har vi fått värdefull hjälp och stöd som utvecklat uppsatsen till det bättre. Vi vill passa på att tacka Per-Olof Lundquist för hans insats som handledare, av dig fick vi många goda råd och tankeställare, Helena Nordh för stöd och goda råd, *Nordic Green Design* och *Uppsala kommun* för att ni ställde upp på muntliga intervjuer, samt de företag som svarat på frågor och tillhandahållit viktiga dokument. Slutligen vill vi tacka de personer i vår omgivning som läst igenom och givit konstruktiv kritik gällande uppsatsskrivandet.

Innehållsförteckning

Inledning	10
1.1 Bakgrund.....	10
1.2 Syfte & problemformulering.....	12
1.3 Avgränsning.....	12
1.4 Teoretisk introduktion.....	13
1.5 Ämnesspecifik terminologi.....	13
1.5.1 Biodiversitet.....	13
1.5.2 Biofilter.....	13
1.5.3 Dagvatten.....	13
1.5.4 Evapotranspiration.....	13
1.5.5 "First flush".....	14
1.5.6 Gröna fasader.....	14
1.5.7 Gröna korridorer.....	14
1.5.8 Gröna väggar.....	14
1.5.9 Hydroponisk odling (växtväggar).....	14
1.5.10 Levande väggar.....	14
1.5.11 Urbana värmeöar.....	14
1.6 Gröna väggar.....	15
1.6.1 Lösning 1 - Ficksystem.....	15
1.6.2 Lösning 2 - Modulsystem.....	16
1.6.3 Lösning 3 - Grön fasad med extra stöd.....	16
1.6.4 Lösning 4 - Grön fasad utan extra stöd.....	16
1.6.5 Gröna väggar - mossor och kärlväxter.....	17
Mossor.....	17
Kärlväxter (perenner och sedumväxter).....	18
1.7 Gröna väggar - värden.....	18
1.7.1 Biodiversitet.....	18
1.7.2 Bullerskydd.....	19
1.7.3 Dagvattenhantering.....	19
1.7.4 Estetik.....	19
1.7.5 Hälsa.....	20
1.7.6 Lagring av kol.....	20
1.7.7 Rening av luftburna partiklar.....	20
1.7.8 Temperaturreglering.....	21
1.7.9 Växtval.....	21
Biodiversitet.....	21
Bullerskydd.....	21
Dagvattenhantering.....	21
Lagring av kol.....	22
Rening av luftburna partiklar.....	22
Temperaturreglering.....	22

2. Metod	23
2.1 Metodval.....	23
2.2 Platsbesök.....	23
2.2.1 Typ av substrat.....	24
2.2.2 Vitalitet (väldigt dålig, dålig, bra, väldigt bra).....	24
2.2.3 Vatten (dagvatten, färskvatten, gråvatten).....	24
2.2.4 Bevattning (droppbevattning, ingen bevattning).....	24
2.2.5 Växtval (perenner, mossa, sedum).....	24
2.2.6 Storlek (helvägg, halvvägg).....	24
2.2.7 Utveckling sedan färdigställande.....	24
2.2.8 Lösning (1 - 4).....	24
2.2.9 Läge (syd, väst, nord, öst).....	24
2.3 Intervjuer.....	25
2.4 Verktyg.....	25
3. Resultat	26
3.1 Gröna väggar - platsbesök.....	26
3.1.1 Drottninggatan, Stockholm.....	27
3.1.2 Påvel snickares gränd, Uppsala.....	28
3.1.3 Stockholm, Östermalms IP.....	29
3.1.4 Spanien, Malaga.....	30
3.1.5 Uppsala, Rosendal.....	31
3.1.6 Stockholm, Östermalms IP.....	32
3.1.7 Spanien, Malaga.....	33
3.2 Protokoll - Egenskaper.....	34
3.3 Intervjuer.....	35
3.4 Sammanställning av intervjuer.....	35
3.5 Frågor och svar.....	35
Underhåll.....	35
Bevattning.....	36
Substrat.....	37
Växtval.....	37
Efterfrågan.....	38
Dagvattenhantering.....	39
Vandalism.....	39
Mossa.....	40
Värden.....	40
Begränsningar.....	41
4. Diskussion & analys	42
5. Slutsats	44
6. Referenser	45

Tabellförteckning

Tabell 1: Protokoll för platsbesök.....	34
Tabell 2. Information om de aktörer som intervjuats.....	35

Figurförteckning

Figur 1. Hur fyra olika typer av gröna väggar kan utformas.....	16
Figur 2. Exempel på hur en vägg med mossa kan se ut inomhus.....	18
Figur 3. Mossväg på Scantias huvudkontor.....	18
Figur 4. Exempel på grön vägg med kärlväxter.....	19
Figur 5. Levande vägg utan substrat, hydroponisk lösning.....	27
Figur 6. Grön vägg, lösning 2. Påvel snickares gränd, Uppsala.....	28
Figur 7. Grön vägg med perenner och mossa, lösning 2.....	29
Figur 8. Grön vägg med perenner i utkanten av Malaga, Spanien.....	30
Figur 9. Grön vägg med klätterväxter i vintertillstånd, lösning 3.....	31
Figur 10. Grön vägg med klätterväxter. Östermalms IP, Stockholm.....	32
Figur 11. Hängande grön vägg i kombination med klätterväxter, i utkanten av Malaga i Spanien.....	33

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Exploatering i städer leder till en mängd olika problem. Problem kopplade till exploatering av grönområden kan bland annat leda till "urbana värmeöar", luft-, ljud- och vattenföroreningar och gasutsläpp kopplat till växthuseffekten m.m. Dessa problem leder bland annat till försämrad levnadsstandard när det gäller sociala förhållanden och mental hälsa (Julinova et al. 2019). För att mildra effekterna som associeras med exploatering av grönområden är det möjligt att gröna väggar är en del av lösningen.

I dagsläget är det ovanligt att se växtbeklädda väggar i urbana miljöer. Husfasader tar upp stora ytor och det går att argumentera för hur användningen av husfasader inte uppnår sin fulla potential. Husfasader ses sannolikt som en konsekvens av en byggnation snarare än en yta med potential att förädlas. Det är möjligt att husfasader är en outnyttjad resurs som också kan vara en av lösningarna kopplat till framtidens hållbara städer och klimatmål. I dag används inte gröna väggar i större utsträckning då gröna väggar är kostar mycket att installera och underhålla. Vidare finns det inte tillräckligt med kompetens inom området.

I samband med att städerna i Sverige förtätas har intresset för gröna lösningar ökat. Gröna områden är ofta de områden som exploateras i samband med förtätning. Att klä väggar i urbana miljöer med grönska är ett sätt att lösa delar av de problem som uppstår vid förtätning (Andersson et al. 2014). Det är ovanligt med levande väggar i Sverige, trots de fördelar som är kopplade till grönska på väggar. Det finns en brist på forskning och litteratur kopplat till levande väggar i nordiska klimat, samtidigt är den generella utvecklingen långsam (Andersson et al. 2014).

I och med att grönområden exploateras uppstår en rad problem som är kopplade till de tjänster som de bidrar med. Grönområden bidrar med en mängd positiva värden som delvis kan kompenseras med grön infrastruktur. Grön infrastruktur kan bland annat bidra med minskade bullernivåer, en förbättrad luftkvalité, dagvattenhantering, rekreativa värden samt en förbättrad struktur för grönska i urbana miljöer (Stockholms stad, u.å). Att implementera grönområden i urbana miljöer har dessutom visat sig leda till att värdet på fastigheter ökar samt att den psykiska hälsan förbättras (Julinova et al. 2019). Det finns dessutom en rad fördelar kopplade specifikt till gröna väggar, både privata- och sociala fördelar. Det har visat sig att grön infrastruktur kan minska kostnader för uppvärmning och luftkonditionering, öka biodiversitet och minska koldioxidnivåer i atmosfären med flera (Perini et al. 2013). Gröna väggar kan också fungera som habitat för flora och fauna, vilket i sin tur leder till en ökad biodiversitet (Julinova et al. 2019). Gröna väggar fungera som gröna korridorer där djur och växter kan spridas. I respons till förändringar i miljön och naturkatastrofer ges möjligheten för populationer att förflyttas i samband med gröna korridorer, detta möjliggör att hotade arter kan fyllas på från andra områden (Hilty et al. 2006). Med ovanstående argument anser vi att det är av intresse att undersöka vidare varför gröna väggar inte används i större utsträckning, när grönytor till synes bidrar med en ökad social-, ekologisk- och ekonomisk hållbarhet. Det är även av intresse för att veta huruvida det är lämpligt att öka användningen av gröna väggar vid utformningen av framtidens urbana miljöer.

1.2 Syfte & problemformulering

Syftet med denna rapport är att få en överblick om hur väggar kan bidra med en ökad social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet i urbana miljöer. Förhoppningen är också att bidra med värdefulla insikter som människor både inom branschen och privatpersoner kan ta del av för att utveckla dagens städer. För att förstå hur väggar kan användas som resurs undersöker vi vilka ekosystemtjänster gröna väggar medför, hur de konstrueras, varför de inte används i större utbredning och vilka praktiska utmaningar konceptet står inför. Ovanstående frågor är alla delfrågor till den huvudsakliga frågeställningen, där svaren bidrar till kunskap om hur gröna väggar kan användas som resurs i urbana miljöer.

Det teoretiska underlaget i kombination med empiriska studier behöver vi för att sammanställa konkreta aktuella kunskaper. Med dessa kunskaper bygger vi en diskussion om hur gröna väggar kan användas för att bidra med hållbarhet urbana miljöer, samt för att undersöka vilka värden gröna väggar bidrar med.

- Hur bidrar gröna väggar till mer hållbara urbana miljöer?
- Möjligheter och utmaningar för gröna väggar

1.3 Avgränsning

Det finns många olika typer av sätt att använda väggar som resurs. Denna rapport har avgränsats till att undersöka hur specifikt gröna väggar kan bidra till att förbättra urbana miljöns hållbarhet. Levande väggar kan användas inomhus såväl som utomhus, i denna undersökning kommer endast gröna väggar i utomhusmiljöer att undersökas. Vi har valt att inte undersöka hållbarheten kopplat till produktion, installation och transport av gröna väggar, då detta blir för omfattande givet tidsramen som är till förfogande. Med begreppet *gröna väggar* inkluderas *gröna fasader* såväl som *levande väggar* (Weinmaster u.å). I denna rapport har vi ingen specifik geografisk avgränsning utan undersöker *gröna väggar* i allmänhet. De värden som beaktas är följande: *Temperaturreglering, estetik, biodiversitet, dagvattenhantering, lagring av kol, bullerskydd, rening av luftburna partiklar och hälsa*. Ovan är de värden som vi anser ger en generisk övergripande bild om vad gröna väggar kan bidra med i urbana miljöer, därför valdes specifikt dessa värden. Det tidsmässiga ramverket för skrivandet av denna uppsats var cirka tio veckor långt. Denna tidsbegränsning utgjorde också ramverket för omfattningen av detta arbete. Med mer eller mindre tid till förfogande påverkar det omfattningen av studien.

1.4 Teoretisk introduktion

Här presenteras den teoretiska bakgrunden kopplat till ämnet gröna väggar. Värden som associeras med gröna väggar redovisas i separata stycken med olika underrubriker. För att ge läsaren en ökad förståelse i ämnet finns det en lista med ämnesspecifik terminologi som läsaren kan återkomma till vid behov. I listan förklaras vardera ämnesspecifik term.

1.5 Ämnesspecifik terminologi

Några vanligt förekommande begrepp inom ämnet som är viktiga att känna till är "biodiversitet", "biofilter", "dagvatten", "evapotranspiration", "first flush" "gröna fasader", "gröna korridorer", "gröna väggar", "hydroponisk", "kärleväxter", "levande väggar", och "urbana värmeöar".

1.5.1 Biodiversitet

Sveriges lantbruksuniversitet beskriver biologisk mångfald med följande citat:

"Med biologisk mångfald - eller biodiversitet - avses variationen bland levande organismer i all miljöer, inklusive land- och vattenmiljöer, samt de ekologiska relationer och processer som organismerna ingår i. Detta innefattar mångfald inom och mellan arter samt mångfald av ekosystem" (Sveriges lantbruksuniversitet, 2020:1).

1.5.2 Biofilter

Biofilter är växtbäddar utformade så att dagvatten kan ledas ned i bädden och sedan infiltrera ned genom substratet. Detta fördröjer och renar dagvattnet från näringsämnen och föroreningar, som blir kvar i substratet eller tas upp av växterna i bädden (Pramsten 2021)

1.5.3 Dagvatten

Dagvatten är nederbörd i form av hagel, snö och regn som hamnar på exploaterade ytor som exempelvis vägar, tak och parkeringsplatser. I tätbebyggda urbana miljöer som består av hårdgjorda ytor rinner nederbörden via ledningssystem eller diken till närmaste vattendrag eller avloppsreningsverk (Göteborg stad, u.å). I naturmiljöer filtreras däremot stora delar av nederbörden ner i marken innan det når våra vattendrag. Det finns ett antal risker förknippat med dagvatten. En risk förknippat med dagvatten är att dagvatten för med sig föroreningar ut till våra vattendrag, vilket kan leda till konsekvenser för miljön. En annan risk kopplat till dagvatten är översvämningar (Göteborg stad, u.å).

1.5.4 Evapotranspiration

Evapotranspiration är den totala mängd avdunstning från landytor i kombination med transpirationen från växter. Det finns olika definitioner av begreppet evapotranspiration, vissa inkluderar även avdunstningen från olika ytor med vatten. Avdunstning från ytor med vatten exkluderas i den definition som används i denna uppsats (United states geological survey 2018).

1.5.5 “First flush”

First flush är ett begrepp som används för att beskriva den första ytavrinningen som för med sig föroreningar som ackumulerats sedan förra regnet. På hårdgjorda ytor och vägar ansamlas näringsämnen, tungmetaller och patogener (Cheng et al. 2017).

1.5.6 Gröna fasader

“Gröna fasader” är gröna väggar där flora växer i någon typ av växtbädd som är placerad i marken intill fasaden (se figur 1, lösning 3 och 4). Växterna i dessa system kan sedan klättra eller klänga vertikalt längs fasaden. Gröna fasader är den typ av grön vägg som är vanligast förekommande rent historiskt i Sverige, såväl som i världen. Kärleväxter är de mest förekommande typerna av växter som används på gröna fasader (Julinova et al. 2019)

1.5.7 Gröna korridorer

Det finns olika definitioner på begreppet *grön korridor*, följande är en definition som vi anser vara omfattande och täcker en bredd av aspekter.

“Gröna korridorer är vägar där ett brett omfång av djur kan färdas, växter kan spridas, genetiskt utbyte kan ske, populationer kan förflytta sig i respons till förändringar i miljön och naturkatastrofer och hotade arter kan fyllas på från andra områden” (Hilty et al. 2006).

1.5.8 Gröna väggar

Gröna väggar är ett samlingsbegrepp som innefattar alla typer av väggar där grönska växer, dvs *levande väggar* och *gröna fasader* (Andersson et al. 2014). Se lösningar 1 - 4 på figur 1.

1.5.9 Hydroponisk odling (växtväggar)

Hydroponisk odling innebär att växterna planteras eller drivs upp helt utan ett substrat. Istället planteras växter i textiltåse och tillförs enbart näring och vatten (Weinmaster u.å).

1.5.10 Levande väggar

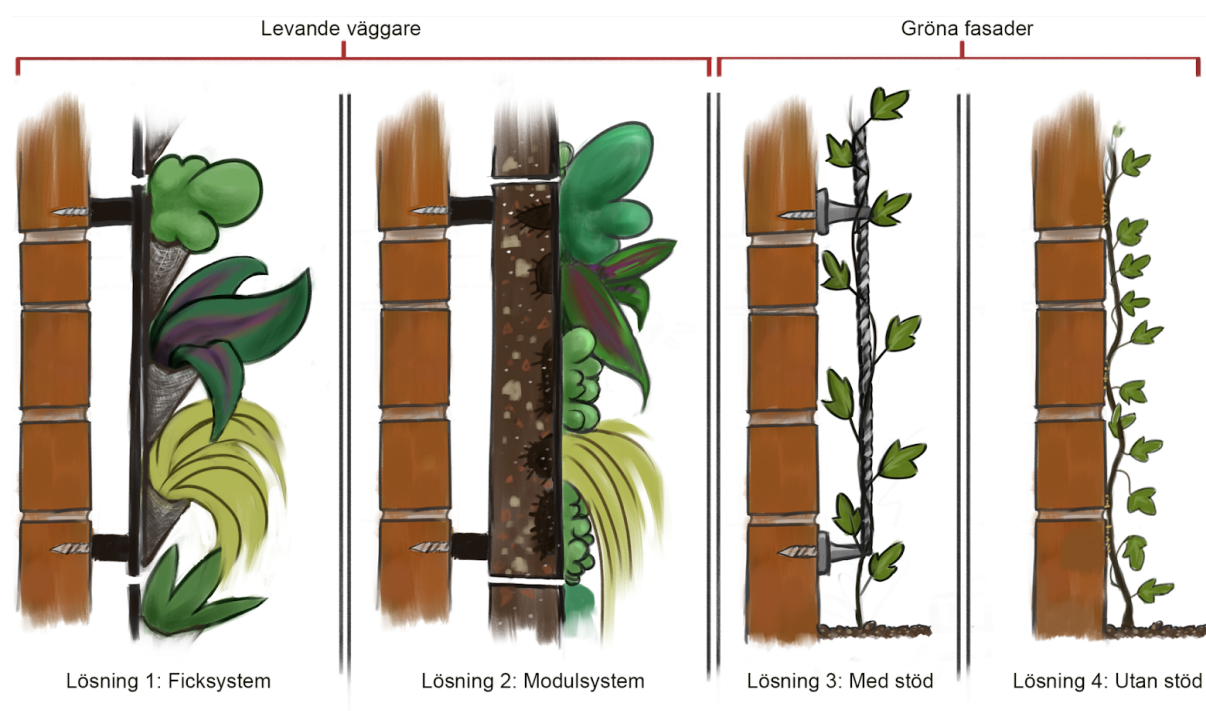
Levande väggar är enbart kopplat till de gröna väggar som har ett *modul-* eller *ficksystem* (se lösning 1 och 2, figur 1) som monteras på husfasaden ifråga. Levande väggar har moduler eller ficksystem som fylls med någon typ av växtsubstrat, där floran kan slå rot (se figur 1, lösning 1 och 2) (Andersson et al. 2014). I dagsläget är levande väggar fortfarande ovanliga men intresset för levande väggar växer i Sverige (Andersson et al. 2014).

1.5.11 Urbana värmeöar

Det finns en skillnad i lufttemperatur mellan urbana- och rurala miljöer, denna skillnad brukar benämnas “*urban heat island*” eller “*urban värmeö*” på svenska. Det är generellt sett varmare i urbana miljöer än i glest bebyggda eller obebyggda områden (Stockholm Stad 2019). Detta beror på en rad faktorer, exempelvis har materialen på byggnader en förmåga att absorbera och lagra värme. Hur mycket av den urbana miljön som är hårdgjord, samt hur tätt husen står har också en påverkan på värmen. Fenomenet är framför allt kopplat till natten, då skillnader i avkylning uppstår (Stockholm Stad 2019).

1.6 Gröna väggar

Vi utgår från fyra typer av gröna väggar som också delas in i två kategorier. Dessa kategorier är "levande väggar" och "gröna fasader". Lösning 1 - 2 (figur 1) kategoriseras som "levande väggar" där växterna planteras direkt i textilpåse eller modulsystem fyllda med substrat monterade på fasaden. Lösning 3 - 4 (figur 1) benämns "gröna fasader", där klätterväxter får växa fritt eller längs stöd på fasaden. Beroende på typ av lösning skiljs det åt i olika utsträckning när det gäller utformning, växtval och substrat (Weinmaster u.å). Indelningen är lämplig att göra då den visar de principiella skillnaderna för gröna väggar. Det är viktigt att belysa att de fyra typerna av gröna väggar vi utgår ifrån inte täcker samtliga lösningar som finns tillgängliga på marknaden och att det finns hybrider mellan de olika lösningarna. Samtliga former av gröna väggar har potential att bidra med någon eller flera former av ekosystemtjänster som; *biodiversitet, dagvattenhantering, lagring av kol, bullerskydd, rening av luftburna partiklar, hälsa, växtval och temperaturreglering* (Larcher 2018). De olika lösningarna bidrar med värden i olika utsträckning beroende på utformning och växtval. I figur 1 presenteras deras utformning i detalj, följt av beskrivningar av vardera lösning.



Figur 1: Hur fyra olika typer av gröna väggar kan utformas. Illustration: Max Isaksson 2022-02-10

1.6.1 Lösning 1 - Ficksystem

Ficksystemet är ett hydroponiskt system som är utvecklat av Patrick Blanc (Weinmaster u.å). Systemet är utformat efter ett naturligt växtsätt som liknar regnskogens förhållanden, där det inte krävs jord för växter att etableras. Substratet i form av mossor och lavar byts ut mot textil (Weinmaster u.å). Denna textil binder fukt samt ger styrsel och fäste åt växternas rötter. Textilen bör vara av nylon eller polyester för att inte brytas ner. Textilen med fickorna fästs på en vattentät skiva som i sin tur fästs på regler av aluminium eller galvaniserad- eller rostfritt stål för att distansera och skydda väggen mot fukt (Weinmaster u.å). Eftersom denna lösning saknar substrat behöver den bevattnas tre till fem gånger om dagen (Weinmaster u.å). Trots att systemet behöver vattnas oftare än till exempel en parkplantering, går det åt mindre vatten då

endast rötterna bevattnas. Det finns flera fördelar med detta system. Mängder av olika växtarter kan användas, vilket bidrar med en stor mängd möjligheter att bygga en estetiskt tilltalande vägg med liten risk att angripas av skadedjur (Weinmaster u.å). Textilen hindrar inte rötterna från att sprida sig över hela väggens yta, till skillnad från slutna modulsystem (Weinmaster u.å). Det belastar inte heller väggen lika mycket som ett modulsystem då ficksystemet är över tio gånger lättare än ett vanligt modulsystem. Nackdelen med systemet är att det inte går att flytta eller byta ut delar till skillnad från modulsystemet (Weinmaster u.å).

1.6.2 Lösning 2 - Modulsystem

Det finns olika typer av modulsystem. Ett av systemen använder en fyrkantig container. Containern kan bestå av metall, plast eller något annat material och fylls med något typ av substrat. Substratet kan exempelvis vara kokosfibrer, torv eller dylikt. Beroende på storleken på containern samt storleken på växterna som etableras kan en container hålla olika antal växter, det kan röra sig mellan sex till femton växter (Weinmaster u.å). Beroende på tillverkare varierar storleken på containern, men i regel är de cirka 30 kvadratcentimeter och sex till tolv cm i tjocklek. Växterna hålls på plats med maskor av textil, metall och plast (Weinmaster u.å). Det finns en till variant på modulsystemet där brickor av plast eller metall används. Brickorna har sneda celler som fylls med jord. De sneda cellerna möjliggör bevattning men ser också till att växterna hålls på plats. Längst bak på panelerna kan vatten droppa. Det är vanligt att installera flera av dessa system bredvid eller ovanpå varandra (Weinmaster u.å). Det är mest lämpligt att se modulsystem som temporära installationer. Enstaka containers är lätta att byta ut, ta bort och installera. Modulsystem är också lämpade att använda i samband med kortlivade grödor, vilket är på grund av att utbytbarheten är enkel (Weinmaster u.å). Den främsta nackdelen är att rötter inte har samma spridningsmöjligheter, vilket också begränsar val av växt och diversitet. Detta har också en negativ påverkan på frihet när det kommer till design och potentialen att utveckla naturliga ekosystem (Weinmaster u.å). Med modulsystem behöver växter vara planterade på förhand vilket i sig är tidskrävande och kan driva upp priserna. I och med svårigheterna kopplade till etablering av rotsystem kan det även leda till att växter lätt kan falla bort på grund av väder. Om substratet består av jord kan jord falla bort. Dessutom kan lådorna väga så mycket som femton kilo (Weinmaster u.å).

1.6.3 Lösning 3 - Grön fasad med extra stöd

Lösning tre är precis som lösning fyra med den enda skillnaden att ett extra stöd som växterna kan klättra på monteras. Stödet kan exempelvis vara en stålvtajer eller dylikt som monteras direkt i fasaden (se figur 1).

1.6.4 Lösning 4 - Grön fasad utan extra stöd

Gröna fasader skiljer sig från föregående lösningar (se figur 1, lösning 1 & 2) på så vis att vegetationen växer i marken. Det behövs en vertikal yta som växterna kan utnyttja, det kan exempelvis vara en vägg eller ett staket (Weinmaster u.å). Den vertikala ytan bidrar inte med fukt och näring, utan bidrar bara stöd för växterna. Murgröna beklär ofta byggnader men det är också vanligt att trellisar bekläs med vinstockar. Det finns också en typ av grön fasad där växter växer ovanför väggen och faller ner längs med väggen (Weinmaster u.å). Denna typ av lösning skiljer sig från traditionella gröna fasader där växter är planterade i jord som är placerad ovanför och inte under väggen. Gröna fasader är det billigaste alternativet sett till gröna väggar (Weinmaster u.å). Det tar lång tid för växterna att etableras, ofta tar det mer än ett årtionde. Detta medför att om en växt dör tar det lång tid att fylla det tomrum som uppstått.

Växterna kan även skada fasaden om den gröna fasaden inte sköts ordentligt. Det finns heller inte samma utrymme för konstnärlig frihet när det gäller gröna fasader. Det är ett begränsat urval av växter som går att tillgå. Klätterväxter, fallande växter och noggrant formade träd kan användas i samband med gröna fasader (Weinmaster u.å).

1.6.5 Gröna väggar - mossor och kärlväxter

Här presenteras två olika alternativ gällande vad för typ av växtlighet som kan tänkas vara lämplig att använda på gröna väggar. I vardera alternativ begrundas olika aspekter med de olika alternativ vilket är menat att ge läsaren en förståelse kring dess för- och nackdelar, och när de kan vara lämpliga att tillämpa.

Mossor

Mossor är små och enkla växter som ser väldigt annorlunda ut i jämförelse med kärlväxter. Mossor har botaniska egenskaper som skiljer sig från kärlväxter. Dessa egenskaper gör att mossor kan överleva i olika typer av miljöer där det förekommer skillnader i väderförhållanden och temperatur (Julinova et al. 2019). Mossor är resilienta växter, de kan överleva kalla miljöer (-10°C), predation och sjukdom. De kan vidstå torra och varma förhållanden (+40°C). Dessutom är smaken på mossor är inte aptitlig, vilket gör att de inte är lockande för djur. Mossor kan transportera vatten och näringsämnen direkt genom mossbladen. De har inget rotsystem men istället använder de rhizoider, dessa filament hjälper mossor att fästas vid ytor (Julinova et al. 2019). Mossor har inga blommor och använder istället sporer vid förökning. Regn och vind sprider sporer till nya platser. Mossor bibehåller fuktighet genom att leva i kolonier som kan leva tillsammans med andra mossor. Mossor finns över världens alla kontinenter och går att hitta i många typer av miljöer. Mossor går att hitta på havsnivå såväl som på berg (Julinova 2019). Figur 2 och 3 är exempel på hur gröna väggar med mossor kan utformas i inomhus- och utomhusmiljöer.



Figur 2: Exempel på hur en vägg med mossa kan se ut inomhus. Avital Pinnick, "Moss Wall Hinging", fotografi, Stockholm, åtkomst 2022-02-09,

<https://wordpress.org/openverse/image/34a36df7-64ca-4ad8-ab0d-861f47232260>



Figur 3: Mossväg på Scania's huvudkontor. Foto: Max Isaksson, 2022-02-26

Kärlväxter (perenner och sedumväxter)

Träd och blommande växter är exempel på kärlväxter och består av rötter, blad, och stjälkar. De kan överleva i en mängd olika typer av habitat genom att kontrollera vattennivåerna i deras vävnad, men är däremot känsliga för uttorkning (Julinova et al. 2019). Kärlväxter transporterar vatten och näringsämnen genom rötterna, med hjälp av xylem och floem. Dessa växter är beroende av dess rötter i syfte att fästas i givet substrat (Julinova et al. 2019). Kärlväxter påverkas av väderförhållanden som kan leda till skador och sjukdomar (Julinova et al. 2019).



Figur 4: Exempel på grön vägg med kärlväxter. Foto: Lukas Farquharson.

Ett exempel på en levande vägg där vegetationen består av kärlväxter kan ses i figur 4. Bilden är tagen vintertid och därav är den gröna väggen inte lika estetiskt tilltalande som den kan vara under varmare perioder.

1.7 Gröna väggar - värden

I följande text beskrivs olika värden som är länkade till gröna väggar, samt hur de kan vara viktiga i syfte att lösa delar av de problem som uppstår i urbana miljöer. Samtliga av de värden som vi belyser är någon form av ekosystemtjänst. De värden som vi belyser är följande: *biodiversitet, bullerskydd, dagvattenhantering, estetik, hälsa, lagring av kol, rening av luftburna partiklar* och *temperaturreglering*.

1.7.1 Biodiversitet

Dagens urbana miljöer och jordbruk består oftast av en väldigt artfattig miljö som lätt kan drabbas av en förödande förlust av stadens vegetation till följd av sjukdom eller skadedjur, då dessa oftast angriper en art (Weinmaster u.å). Ett exempel på detta är almsjukan som har lett till en förlust av 40.000 almar i Malmö sedan 80-talet (Malmö stad, 2017). Genom att installera gröna väggar, framförallt lösning 1 och 2 (figur 1), skapas en hårdigare miljö med större artrikedom i städerna (Weinmaster u.å). Gröna väggar bidrar med ett ökat fågelliv i den urbana miljön genom att fungera som boplats, transportväg och matförråd under vintern (Chiquet 2014:53). Evertebrater, som sniglar, drar samma nytta av de gröna väggarna som fåglarna, men skillnaden är att det krävs en sammanhängande grön korridor om de ska kunna utnyttja väggarna som transportsträcka (Chiquet 2014:68). Beroende på växtval drar även pollinatörer, som bin nytta av de gröna väggarna (Francis 2011).

1.7.2 Bullerskydd

Enligt Stockholms stad (u.å) orsakas varje år cirka 48.000 fall av högt blodtryck, 1000 fall av stroke och 950 fall av hjärtinfarkt på grund av trafikbullret i Sveriges städer. Enligt World Health Organizations metod för beräkning av hälsorisk förloras 41000 livsår i Sverige till följd av trafikbuller (Stockholms stad, u.å). Gröna väggar kan bidra med att minska både hög- och lågfrekventa bullernivåer i urbana miljöer (Azkorra et al. 2015). Detta sker genom att hårda reflekterande ytor täcks med vegetation, som i sin tur sprider ut det högfrekventa ljudet åt många olika håll genom vegetationens många olika vinklar (Stockholms stad, u.å). Vegetationen på levande väggar kan själv bidra med att reducera ljudnivån i urbana miljöer med 8 db (Azkorra et al. 2015). Substratet bidrar med en reduktion av det lågfrekventa bullret. Tester har visat att substrat med låg densitet och hög porositet bidrar med en högre bullerreducering än kompakt substrat med hög densitet (Azkorra et al. 2015).

1.7.3 Dagvattenhantering

På grund av expansionen av urbana miljöer byts naturmark med naturlig infiltration ut mot hårdgjorda ytor med hög ytavrinning (Svenskt vatten, 2019:68). Dessa hårdgjorda ytor leder dagvatten ner till ledningssystem, som i många fall leds orenat ut i närmaste recipient. Detta på grund av att det inte är ekonomiskt försvarbart att anlägga reningsanläggningar vid varje mynning (Svenskt vatten 2019:27). Det orenade dagvattnet medför en ökad grad av mikroplaster, näringsämnen och tungmetaller i våra sjöar och vattendrag (Elmefors 2014). Ett annat problem kopplat till dagvattensystemen är att de inte är dimensionerade för att klara av skyfall, vilket leder till översvämningar när dagvattenflödet överstiger systemets kapacitet (Svenskt vatten 2019:25). Detta är ett problem som kan reduceras genom att leda dagvattnet genom gröna väggars substrat (Sheweka et al. 2011). För gröna fasader sker denna process i växtbädden, medan de levande väggarna omhändertar dagvatten i modulsystemen som är installerade på fasaden (Kew et al. u.å). Vilken mängd dagvatten de olika typerna av gröna väggar kan bearbeta styrs huvudsakligen av vilken typ av substrat växtbädden eller modulerna innehåller och vilken total substratvolym väggen har till förfogande (Kew et al. u.å). Levande väggar utformade med substratfyllda modulsystem har samma fördröjnings- och lagringskapacitet som ett grönt tak och kan reducera flödet från en så kallad first flush (Kew et al. u.å).

1.7.4 Estetik

För att förbättra estetiska värden i urbana miljöer används ofta landskapsplanering. För att tillgodose visuell kontrast och lättnad i väldigt exploaterade miljöer kan vegetation vara en lösning. Element med naturliga inslag bidrar med visuell skönhet. Det går också att gömma element i urbana miljöer som anses fula med hjälp av gröna väggar och vegetation (Sheweka et al. 2011).

1.7.5 Hälsa

Studier visar en stark korrelation mellan människans mentala och fysiska hälsa och mängden grönska de omges av i dess vardag. Att vistas i eller ha utsikt över natur har visat sig bidra med en rad positiva effekter som; *minskad läkningstid, bättre fokus, förbättrad inlärningsförmåga* (Browning et al. 2012:22), *lägre blodtryck, förbättrad mental uthållighet, minskat våld och kriminalitet och en ökad produktivitet* (Browning et al. 2012:14). För att vi människor ska må bra behöver de två delarna av vårt autonoma nervsystem, det sympatiska- och parasympatiska nervsystemet vara i balans. Nervsystem har en tendens att hamna ur balans i dagens stressiga och onaturliga miljöer på grund av att ena halvan av nervsystemet överstimuleras. Detta leder till att vi blir trötta, irriterade och får försämrade koncentrationsförmåga (Browning et al. 2012:5). Genom att införa mer naturliga element i våra urbana miljöer kan nervsystemet lättare hållas i balans, på grund av att den andra halvan av nervsystemet stimuleras av att exempelvis se löv röra sig i vinden, naturliga fraktaler, vågor eller eld (Browning et al. 2012:6). Studier har även visat på att skogspromenader och utsikt mot naturen haft betydande hälsoeffekter i jämförelse mot promenader på löpband och utsikt mot betongbyggnader (Browning et al. 2012:15).

1.7.6 Lagring av kol

Samtliga typer av gröna väggar bidrar med en inlagring av kol. Detta sker främst genom växternas fotosyntes, men även substratet har en förmåga att binda kol (Browning et al. 2012). Perenner och örtartade växter är bäst lämpade för att binda kol på gröna väggar då de kan binda cirka ett kilo kol per kvadratmeter. Sedumväxter på gröna väggar är ett mindre lämpligt alternativ när det gäller bindning av kol då deras kapacitet är cirka 0.14kg kol per kvadratmeter (Browning et al. 2012). Växter i modulsystem lagrar kol nästan dubbelt så bra som växter i textilsystem (Charoenkit et al. 2020).

1.7.7 Rening av luftburna partiklar

Studier på murgröna (*Hedera helix*) har utförts för att utforska möjligheten för växtväggar att fungera som partikel sänka i urbana miljöer. Studien utfördes dels längs en trafikerad bilväg i Nederländerna och dels i en skogsdunge i samma område. Studien visade att växtväggar fungerar utmärkt som partikel sänka, då partiklar i storleken 0,5-0,1µm, som är mest hälsofarlig att andas in, hade störst tendens att suspendera på bladens ovan- och undersida (Sternberg et al. 2010). Studien visade att det inte heller var någon skillnad i halten av partiklar på olika höjder av väggen, vilket betyder att det är mer fördelaktigt att anlägga högre gröna väggar om målet huvudsakligen är att rena luften. Dock visade sig koncentrationen av tungmetaller på väggen inte sträcka sig högre än trafikens utsläppsnivå (Sternberg et al. 2010).

1.7.8 Temperaturreglering

Gröna väggar bidrar med temperaturutjämning både inomhus och utomhus. Den gröna väggens förmåga att bidra till temperaturutjämning påverkas av tre faktorer; *substratets tjocklek, luftspalten mellan fasad och vegetation/substrat och vegetationens täthet* (Charoenkit et al. 2016). När naturen ger plats åt hårdgjorda ytor i den urbana miljön reflekterar och absorberar hårdgjorda ytor solens strålar som sedan radierar ut en långvågig värme. Detta ger upphov till fenomenet urbana värmeöar som visat att exploaterade områden kan vara så mycket som 12 grader celsius varmare än omkringliggande områden (Weinmaster u.å.). Vegetation på fasaderna kan absorbera och sprida ut solljuset, tack vare dess ojämna yta. För inomhusmiljön bidrar gröna väggar med temperaturutjämning dels genom den evapotranspiration som sker med hjälp av vegetationen samt på grund av substratets isolerande förmåga (Charoenkit et al. 2016). Detta leder till en mycket liten värmeökning under dygnets varma timmar, men skyddar även mot en temperatursänkning under natten. För optimal nedkylning bör substratet vara så nära fasaden som möjligt och ha en hög vattenhållande förmåga och porositet för att skapa goda förutsättningar för evapotranspiration (Charoenkit et al. 2016). I kalla klimat kan detta dock leda till en oönskad nedkylning från den gröna väggen. Även substratets tjocklek har en stor inverkan på temperaturregleringen inomhus, då en ökning av substratets tjocklek från 6 cm till 8 cm skulle innebära en minskning med 16% av energiförbrukningen för att hålla inomhustemperaturen nere (Charoenkit et al. 2016).

1.7.9 Växtval

De gröna väggarnas växtval styrs av flera olika faktorer som; *vilken lösning, substrat, hur mycket sol/skugga väggen utsätts för och vilka värden tanken är att väggen ska bidra med*. Nedan utläses växtval för olika ändamål:

Biodiversitet

Om den gröna väggens syfte är att bidra med biodiversitet bör buskiga växter som bär frukt användas. På så vis lockas pollinatörer, fåglar och sniglar med flera till den urbana miljön. Dessa individer kan nyttja den gröna väggen till; *att hitta föda, boplats, övervintring och transportväg mellan grönområden och natur* (Chiquet 2014:64, 53).

Bullerskydd

För bullerskydd bör växter med stora blad som har hög densitet väljas, då arean på bladets yta har större betydelse för växtens möjlighet att dämpa bullret än växtens art (Azkorra et al. 2015).

Dagvattenhantering

För dagvattenhantering är substratet mest avgörande (Kew et al. u.å.), men ett utmärkt växtval för att lagra och fördröja dagvatten kan eventuellt vara mossor. Mossor har kapacitet att lagra 8-10 gånger sin vikt i vatten (Anderson et al. 2010).

Lagring av kol

Alla växter binder kol i sin biomassa (Naturvårdsverket u.å), men för att utforma väggen så att den binder så mycket kol som möjligt bör växter som har vedartade stammar, ett tätt växtsätt och medelstora blad användas (Charoenkit et al. 2020).

Rening av luftburna partiklar

För luftrening har bladens textur, som hår och skrovlighet en avgörande roll (Sternberg et al. 2010). Murgrönan har visats vara ett bra val för att fånga upp dammpartiklar. Men även här är mossa ett bra alternativ då en 3,5 kvadratmeter fristående mossvägg har samma luftrenande förmåga som 275 träd (Julinova et al. 2019).

Temperaturreglering

För temperaturutjämning bör växter som är tjockbladiga med högt vätskeinhåll, håriga eller vaxiga användas då de kan reducera solstrålningen mot fasaden upp till 80% (Charoenkit et al. 2016).

2. Metod

Det har genomförts en rad olika insatser för att säkerställa att denna uppsats har samtliga delar som behövs för att svara på de frågor som ställs. Initialt genomfördes det en litteratursökning där vi fick fram relevant material som svarade på frågor kopplade till ämnet, dessutom fick vi ett bredare perspektiv i ämnet. Vidare sammanställdes information från olika källor. När vi förstod vad det var som behövdes undersökas närmare producerade vi ett protokoll som senare användes vid olika platsbesök. När ovanstående moment var genomförda kontaktade vi olika företag och aktörer som arbetade i någon form med gröna väggar. För att få en generisk uppfattning om gröna väggar valde vi att kontakta företag såväl som kommuner. För att få ett bredare perspektiv på gröna väggar valde vi dessutom att kontakta företag i olika länder vilket gav en uppfattning om gröna väggar i olika klimat.

2.1 Metodval

Det finns för- och nackdelar med de metoder vi valt. För att ge ett holistiskt perspektiv i ämnet anser vi att våra metoder är lämpliga, då information sammanställs från en rad olika källor med olika infallsvinklar. Att samla information på detta sättet tror vi ger en mindre partisk syn på ämnet än om det exempelvis endast hade utfört intervjuer. Om målbilden däremot inte hade varit att ge en holistisk bild av ämnet kan detta tillvägagångssätt vara en nackdel. Intervjuerna med de som arbetar med gröna väggar kompletterar den teoretiska delen med praktiska kunskaper och tvärtom. Platsbesök ger möjligheten att fotografera och dokumentera gröna väggar i detalj.

2.2 Platsbesök

Vi har genomfört platsbesök i syfte att få en inblick i hur olika sorters gröna väggar är utformade, samt för att få en allmän kunskap om gröna väggar och dess konstruktion. Vid platsbesöken togs bilder på respektive grön vägg. Dessa bilder har sedan jämförts med historiska bilder vilket inneburit att bildanalyser har genomförts. Med denna information diskuteras det huruvida de olika lösningarna anses bidra med hållbarhet ur olika aspekter. Det genomfördes sju platsbesök inom perioden för januari och mars år 2022. Att genomföra platsbesök ger dessutom en idé om hur gröna väggar etableras över tid, i detta fall sedan färdigställandet av den gröna väggen. Ett studiebesök till Malaga i Spanien genomfördes dessutom i syfte att betrakta gröna väggar med olika utformning, i klimat som skiljer sig från det nordiska. Före platsbesöken utformades ett egenproducerat protokoll som användes vid vardera besök. Protokollet utformades i syfte att jämföra väggarnas konstruktion och utveckling, samt för att dra slutsatser utifrån våra platsbesök om vilken/vilka konstruktioner som tycks fungera bäst i praktiken. I protokollet antecknade vi; *vilket substrat som användes, väggens vitalitet, vilken typ av bevattnings som användes, om mossor, sedum eller perenner använts, storlek i form av hel- eller halvvägg, utveckling, typ av lösning och väderstreck.* Ingående beskrivningar av protokollets innehåll utläses i följande text:

2.2.1 Typ av substrat

Substratet har delats in i tre olika kategorier; *Oorganiskt substrat*, *planteringsjord* och *inget substrat*. Anledningen till denna indelning är att substratet påverkar väggens vattenhållande, renande och isolerande förmåga (Charoenkit 2020). Det avgör även vilken kapacitet väggen har att binda kol samt vilken vikt väggen i fråga utsätts för (Charoenkit 2020)

2.2.2 Vitalitet (väldigt dålig, dålig, bra, väldigt bra)

Vid bedömning av vitalitet har vi tagit inspiration från Jim (2015) och utformat en fyrgradig skala baserat på hur stor procentuell del av väggen som täcks av vegetation. Den fyrgradiga skalan delas in följande indelningar: *Mycket dålig 0-25%*, *dålig 25-50%*, *bra 50-75%* och *mycket bra 75-100%*.

2.2.3 Vatten (dagvatten, färskvatten)

Det finns två olika typer av vatten som kan förbrukas vid användning av gröna väggar. *Dagvatten* och *färskvatten* (kranvatten). Se under avsnitt 1.5.3 för beskrivning av vad dagvatten är samt under avsnitt 1.7.3 för att förstå vilka komplikationer dagvatten medför och varför det är viktigt att härleda dagvatten till grönytor i urbana miljöer. Det har gjorts ett antagande att det vatten som kommer från droppbevattning är färskvatten. Enligt svensk vatten (2021) har vi i Sverige haft god tillgång till vatten men att denna status kommit att ändras i många områden. Endast tre procent av världens vatten är färskvatten, resten är odrickbart saltvatten. Det finns anledningar till att inte förbruka mer vatten än nödvändigt då det har både ekonomiska och miljömässiga konsekvenser (Svensk vatten 2021).

2.2.4 Bevattning (droppbevattning, ingen bevattning)

Bevattningen har delats upp i två kategorier; *ingen bevattning* och *droppbevattning*. Med "*ingen bevattning*" innebär det att inget tekniskt system är påkopplat och att den huvudsakliga försörjningen av vatten sker genom att härleda dagvatten till den gröna väggen i fråga. Se under avsnitt 1.5.3 för beskrivning av vad dagvatten är samt under avsnitt 1.7.3 för att förstå vilka komplikationer dagvatten medför och varför det är viktigt att härleda dagvatten till grönytor i urbana miljöer. Enligt Kew et al. (u.å) används droppbevattning främst av tre anledningar: Med droppbevattning är det möjligt att säkerställa en kontrollerad och jämn fördelning av vatten genomgående för den gröna väggen i fråga, materialen som används anses vara lättillgängliga och kostnadseffektiva och det ger en en långsam tillförsel av vatten som minskar markstörning. Ett antagande har gjorts att vid droppbevattning används färskvatten.

2.2.5 Växtval (perenner, mossa)

Det finns två olika kategorier när det gäller växtval, *perenner*, *mossa* och *sedumväxter*. Vi beskriver inte i detalj vad det är för specifika växter som planteras i olika gröna väggar. Se avsnitt 1.6.5 för beskrivningar om vad som karaktäriserar perenner och mossor samt för att förstå vilka för- och nackdelar respektive typ av växt besitter.

2.2.6 Storlek (helvägg, halvvägg)

Storleken på de gröna väggarna har delats in i två kategorier, *helvägg* och *halvvägg* på grund av att det påverkar skötseln. Väggarna som bedöms vara *helväggar* anses vara så pass stora att det inte går att sköta väggen utan skylift eller liknande hjälpmedel. *Halvväggar* är kortare väggar som bedöms vara möjliga att sköta från marknivå eller med enklare medel som exempelvis en trappstege.

2.2.7 Utveckling sedan färdigställande

Efter att ha tittat på bilder på den gröna väggen i fråga vid färdigställande är det möjligt att avgöra hur den utvecklas över tid genom att jämföra med hur den gröna väggen ser ut i dagsläget. Vid tillfällen där det inte finns bilder att utgå ifrån har det antagits att väggen i fråga var frodig från start, såvida det inte är en grön fasad (lösning 3 & 4) som enligt Weinmaster (u.å) kräver en längre tid för etablering. Bedömningen utgår från tre olika svarsalternativ; *negativ*, *positiv* och *ingen utveckling*. En *negativ* utveckling innebär att det skett en minskning av vegetation vid jämförelse med utgångsläget. En *positiv* utveckling innebär att det skett en ökning av vegetation vid jämförelse med utgångsläget. *Ingen utveckling* innebär att det är ungefär lika mycket vegetation vid jämförelse med utgångsläget.

2.2.8 Lösning (1 - 4)

Se avsnitt 1.6 under rubriken "*gröna väggar*" för ingående beskrivningar av de fyra lösningarna och vilka för- och nackdelar de olika alternativen medför.

2.2.9 Läge (syd, väst, nord, öst)

Francis (2011) menar att mikroklimatet påverkas av hur den gröna väggen i fråga är positionerad. Det finns en koppling mellan gröna väggars position och mängden vegetation. Gröna väggar som är riktade i sydlig riktning får vidstå högre insolering som också härleder till hög evaporation och höga temperaturer. Gröna väggar i sydläge får vidstå mer extrema fluktuationer gällande mikroklimatförhållanden. Gröna väggar som är riktade i västlig och nord-östlig är i regel täckta av mer grönska (Francis 2011). Varje grön vägg som undersöks är placerad i ett specifikt läge. Det finns fyra grundalternativ *syd*, *väst*, *nord* och *öst* men också mellanlägen som sydost eller nordväst etc.

2.3 Intervjuer

För att få en mer klar bild och svar på de frågor som inte framkom i litteraturen har det genomförts ett antal intervjuer, semistrukturerade intervjuer för att vara specifik. Semistrukturerade intervjuer att föredra när det sker en kombination av strukturerade- och ostrukturerade frågor. Denna typ av intervjuteknik är en metod som är mer spontan och personlig (Jobbland 2020). Vidare ger dessa intervjuer information om gröna väggar och hur de bidrar med hållbarhet i urbana miljöer. Samtliga aktörer som intervjuades arbetade med gröna väggar på något vis. Vi förde också en dialog med en kommun för att få en perspektiv som skiljde sig från företagets synvinkel. Det utfördes både interaktiva intervjuer samt intervjuer via e-post. De interaktiva intervjuerna genomfördes och spelades in med samtycke. Syftet med intervjuerna är att se huruvida litteraturen stämmer överens med informanternas syn på gröna väggar, och ta reda på vilka diskrepanser som finns sinsemellan. Intervjuerna kommer stå till grund för den fakta som inte finns tillgänglig via litteratur. Vi kontaktade en mängd olika aktörer både i norden och i övriga delar av världen. Vi fick svar från fem av sjutton aktörer.

Aktörer som intervjuats:

- Nordic Green Design - Stockholm
- Uppsala kommun - Uppsala
- Rocky Mountain Living Walls - USA, Colorado
- Biotecture - Storbritannien
- Fytogreen - Australien, Sydney

2.4 Verktyg

Google docs, Google kalkylark, facebook messenger och Zoom har varit de primära digitala verktygen som använt vid genomförande. Skrivandet av uppsatsen har skett via Google docs, diskussioner har förts via Facebook messenger och Zoom, tabeller har utformats i Google kalkylark och bilder har ritats i Adobe Photoshop. I syfte att fördela arbetet jämnt har arbetet delats upp i olika delar där vardera deltagare ansvarat för sina områden. Primo, Web of science, Scopus och Google scholar är de sökverktyg som använts för att hitta litteratur.

3. Resultat

Här presenteras det empiriska materialet kopplat till denna studie, det vill säga de platsbesök och intervjuer som genomförts. Exempel på olika typer av gröna väggar i form av *gröna fasader* och *levande väggar* redovisas och beskrivs. Med hjälp av bilderna ska det vara enkelt att särskilja mellan olika typer av lösningar samt analysera vilka för- och nackdelar de innebär. Samtliga bilder är tagna i urbana miljöer, antingen i Stockholm eller Uppsala. Syftet är att presentera och belysa fyra olika typer av alternativ när det kommer till befintliga lösningar kopplat till gröna väggar (se figur 1). Resultatet av de undersökta värdena presenteras i vardera lösning. Variabler som undersöks skrivs med kursiv text.

3.1 Gröna väggar - platsbesök

Det har genomförts ett antal platsbesök till olika platser där gröna väggar är placerade. I Sverige besöktes gröna väggar i Stockholm och i Uppsala, i Spanien besöktes gröna väggar i Malaga. Ett av målen med platsbesöken var att inhämta information om respektive typ av lösning. All information inhämtades med det utformade protokollet till grund (se tabell 1). Information möjliggör analyser och jämförelser. I följande sektion presenteras olika lösningar (se figur 1) relevanta för studien med bild och text.

3.1.1 Drottninggatan, Stockholm

Den gröna väggen på Drottninggatan i centrala Stockholm har *inget substrat* och är ett hydroponiskt system. Vitaliteten bedömer vi som *bra*. Den gröna väggen är uppkopplad till ett droppbevattningssystem som i sin tur antas vara anslutet till Stockholms *dricksvatten*. Den gröna väggen är installerad högst upp med ett flervåningshus och anses vara en *helvägg* där skylift eller liknande är en nödvändighet för att komma åt den gröna väggen. Utvecklingen för vegetationen sedan start är *positiv*. Läget på den gröna väggen är både i *syd* och i *öst*. Av de fyra olika lösningarna (se figur 1), är detta lösning 1. Det syns inte någon *vandalism* runt den gröna väggen.



Figur 5: Levande vägg utan substrat, hydroponisk lösning. Foto: Helena Myrman 2022-03-14

3.1.2 Påvel snickares gränd, Uppsala

Detta är en av Skandinavians nordligaste levande väggar i full storlek och konstruerades av företaget Butong 2017 (Boverket 2019). Väggen befinner sig på en bakgata i centrala Uppsala och består av individuellt formgjutna betongelement som är lätt roströda och vågformade för att ge väggen ett estetiskt utseende med eller utan växter (boverket, 2019). Substratet som fyller de olika modulerna är *oorganiskt* och väggens vitalitet anses vara *bra* även om det är fläckvis tomt på växter. Den gröna väggen i fråga bevattnas med hjälp av ett droppbevattningssystem som vi antar är kopplat till stadens *dricksvatten*. De växter som växer på den gröna väggen är *perenna* och det finns inga moss- eller sedumväxter etablerade. Väggen är *helvägg* vilket medför att det kan komma att behövas kostsamma skötsel- insatser som utförs med hjälp av exempelvis skylift. Det antas att hela väggen var täckt av grönska vid färdigställande och med den utgångspunkten är det rimligt att säga att den gröna väggen har en *negativ* utvecklingstrend. Den gröna väggen står i *sydläge*. Av de fyra olika lösningarna (se figur 1), är detta lösning 2. Någon *vandalism* runt den gröna väggen är inte märkbar, eventuellt har det ryckts växter.



Figur 6: Grön vägg, lösning 2. Påvel snickares gränd, Uppsala. Foto: Lukas Farquharson, 2022-01-25

3.1.3 Stockholm, Östermalms IP

Längs Lidingövägen finns en 168 meter lång och 2 meter hög levande vägg som agerar bullerskydd mot Östermalms IP, upprättad av Stockholm Stad år 2016 (Stockholm Stad 2016). Väggen består av cortenstål fyllt med ett *oorganiskt* substrat med en blandning av pimpsten, tegelkross och kompost. På den gröna väggen kan växter etableras. Vitaliteten anses vara av *bra* men för att ge en bättre bedömning är det bäst att återvända under sommartid när växterna är i full blom. På ovansidan av den gröna väggen går, vad vi antar är en bevattningsslang. Denna vattenslang antas dessutom vara kopplad till stadsdelens *dricksvatten*. Det har etablerats perenner och mossor på väggen, varav mossan bedöms självsådd. Väggen är en *halvvägg* eftersom skötseln kan utföras från marken via trappstege. Den gröna väggen står i *sydläge*. Någon *vandalism* runt den gröna väggen är inte märkbar, eventuellt har det ryckts växter. Av de fyra olika lösningarna (se figur 1), är detta lösning 2.



Figur 7: Grön vägg med perenner och mossor, lösning 2. Östermalms IP, Stockholm. Foto: Lukas Farquharson, 2022-01-25

3.1.4 Spanien, Malaga

Levande vägg som bedöms vara lösning 2, belägen i utkanten av Malaga i Spanien. Denna gröna vägg är 120 kvadratmeter stor och har ett substrat som utgörs av sphagnum mossor. Detta substrat är beräknat att hålla vatten 20 gånger sin egen vikt och ska motverka att det ruttar på grund av bakterier (Sur 2018). Vitaliteten är *bra* men är inte lika frodig i jämförelse med bilder från tidigare skeden. Med detta till grund bedöms väggen i sin helhet ha en *negativ* utveckling, med undantag för vissa av växterna som har blivit större. Hela väggen täcks i princip med växtlighet och har endast några få mindre kala fläckar. De växter som växer på väggen är *perenna* växter med en variation i habitus. Väggen har utrustats med ett bevattningssystem som antas vara kopplat till stadens *dricksvatten*. Den gröna väggen är en *helvägg* som både är stor och uppsatt på en höjd. Dessutom är stuprör kopplat till dess undersida där överflödigt vatten kan föras bort. Tanken med väggen är att den ska bidra med olika fördelar som att generera syre såväl som uppfångande av damm (Sur 2018). Den gröna väggen står i sydläge. Någon *vandalism* runt den gröna väggen är inte märkbar. Av de fyra olika lösningarna (se figur 1), är detta lösning 2.



Figur 8: Grön vägg med perenner i utkanten av Malaga, Spanien. Lösning 2. Foto: Lukas Farquharson 2022-02-16

3.1.5 Uppsala, Rosendal

Klättrväxter har planterats i en växtbädd längs en fasaden. Växtbädden har fyllts med *planteringsjord* och vitaliteten bedömer vi vara *bra*. Det vatten som växterna har tillgå är *dagvatten*, då inga bevattningssystem syns till. I växtbädden växer det klättrväxter som är perenna, dessa växter växer längs stålvejrar som är monterade på fasaden. Denna gröna vägg anses vara en *helvägg* då stålvejrar går högt upp längs fasaden. I dagsläget har däremot inte växterna etablerats längs hela fasaden och kan skötas för hand, i framtiden kommer detta ändras med en ökad tillväxt. Utvecklingen sedan färdigställande anses vara *positiv*. Den gröna väggen är i *sydläge*. Av de fyra olika lösningarna (se figur 1), är detta lösning 3.



Figur 9: Grön vägg med klättrväxter i vintertillstånd, lösning 3. Uppsala, Rosendal. Foto: Lukas Farquharson, 2022-01-25

3.1.6 Stockholm, Östermalms IP

Grön fasad där växter etableras i en växtbädd som är belägen längs med väggens nedre parti. Klätterväxterna klättrar utan stöd från spalje, vajer eller dylikt. Substratet i växtbädden utgörs av *planteringsjord*. Vitaliteten anses vara *väldigt bra* där väggen är helt täckt av växten i fråga vilket medför att utvecklingen sedan färdigställande antas vara *positiv*. Det vatten som används i detta sammanhang är *dagvatten*, det fanns inga bevattningsslangar eller andra bevattningsanordningar kopplade till den gröna väggen. De växter som växer i växtbädden är perenner som fästs hårt på väggen helt naturligt. Väggen är en *halvvägg* som går att skötas från marken. Den gröna väggen står i *sydläge*. Någon *vandalism* runt den gröna väggen är inte märkbar. Av de fyra olika lösningar (se figur 1), är detta lösning 4.



Figur 10: Grön vägg med klätterväxter. Östermalms IP, Stockholm. Lösning 4. Foto: Lukas Farquharson, 2022-01-25

3.1.7 Spanien, Malaga

Grön vägg där växterna växer ovanifrån och ner längs fasaden, växterna etableras i marken ovanför väggen såväl som i marken nedanför väggen. Väggen används endast som stöd för vegetationen. Resultatet blir en frodig grön vägg där en mängd olika växter kan etableras. Det växer bland annat murgröna (*Hedera helix*), längs väggens nedre parti. Den jord som används till denna gröna vägg är *planteringsjord* och vitaliteten anses vara *väldigt bra*. Det vatten som växterna har att tillgå är *dagvatten* och det finns ingen bevattningsanordning kopplat till den gröna väggen. På väggen växer *perenna* växter och lignoser som har utvecklats *positivt* sedan färdigställande av den gröna väggen. Väggen anses vara en *halvvägg* som ska vara möjlig att skötas för hand. Den gröna väggen är i *sydläge*. Någon *vandalism* runt den gröna väggen är inte märkbar. Av de fyra olika lösningarna (se figur 1), är detta lösning 4.



Figur 11: Hängande grön vägg i kombination med klätterväxter, i utkanten av Malaga i Spanien. Lösning 4. Foto: Lukas Farquharson, 2022-02-16

3.2 Protokoll - Egenskaper

Ett protokoll har producerats som tydliggör information som inhämtats från samtliga platsbesök. Syftet med protokollet är att förenkla och sammanställa data för läsaren.

Tabell 1: Protokoll för platsbesök

	Påvel snickares gränd Uppsala	Rosendal Uppsala	Drottning- gatan Stockholm	Östermalms IP Stockholm	Östermalm Stockholm	Levande vägg Spanien	Grön fasad Spanien
Substrat	Oorganiskt	Planterings- jord	Inget	Oorganiskt	Planterings- jord	Oorganiskt	Planterings- jord
Vitalitet	Bra	Bra	Väldigt bra	Bra	Väldigt bra	Bra	Väldigt bra
Vatten	Dricksvatten	Dagvatten	Dricksvatten	Dricksvatten	Dagvatten	Dricksvatten	Dagvatten
Bevattning	Dropp- bevattning	Ingen	Dropp- bevattning	Dropp- bevattning	Ingen	Dropp- bevattning	Ingen
Växtval	Perenner	Perenner	Perenner	Perenner mossa	Perenner	Perenner	Perenner
Storlek	Helvägg	Hel/ halv vägg	Helvägg	Halvvägg	Halvvägg	Helvägg	Halvvägg
Utveckling	Negativ	Positiv	Positiv	Negativ	Positiv	Negativ	Positiv
Lösning	2	3	1	2	4	2	3
Läge	Syd	Syd	Sydost	Syd	Syd	Syd	Syd
Vandalism	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej

Protokoll som visar på den information som inhämtats från de platsbesök som utförts. Gröna rutor som är riktade i horisontell riktning representerar de platser som har besökts. Medan de gröna rutorna som går i vertikal riktning representerar de aspekter som undersöks på vardera platsbesök. Blå rutor är den insamlade data och svar på de frågor som ställts inför platsbesöken.

3.3 Intervjuer

Här redovisas intervjuer utförda med personer som arbetar inom branschen för gröna väggar. Det utfördes både semistrukturerade intervjuer via det digitala hjälpmedlet Zoom, men också via e-post. Intervjuer utförda via Zoom presenteras initialt, följt av intervjuer genomförda via e-post. En del av frågorna som fanns med i intervjun kunde de som intervjuades inte svara på. Dessa frågor har tagits bort av pedagogiska skäl. Därav kan det skilja sig när det kommer till frågeställningarna från de olika aktörerna.

3.4 Sammanställning av intervjuer

Här sammanställs utförda intervjuer utförda via zoom och e-post. Svaren på frågorna ställs efter varandra i syfte att överskådliggöra resultatet. *Rocky mountain living*, *biotecture*, *fytogreen* och *ectoplasm* har svarat på frågor via e-post medan *nordic green design* och *uppsala kommun* har svarat på frågor via muntlig intervju. De svar vi fått från engelsktalande personer har översatts till svenska i syfte att ge ett enhetligt intryck.

Tabell 2: Information om de aktörer som intervjuats.

Företag / kommun	Land	Stad / stat
Nordic Green Design	Sverige	Stockholm
Uppsala Kommun	Sverige	Uppsala
Rocky mountain living	USA	Colorado
Biotecture	Storbritannien	London
Fytogreen	Australien	Sydney

Tabellen visar vilka företag som intervjuats och vart i världen de är lokaliserade.

3.5 Frågor och svar

Här presenteras information från intervjumaterialet som anses vara kopplat till social-, ekonomisk-, och ekologisk hållbarheten ur olika perspektiv. Vi har valt att undvika att benämna vilken aktör som har sagt vad för enkelhetens skull. Se bilaga 1 för detaljerade intervjuer.

Underhåll

I intervjuerna framgår det att det kan variera när det kommer till hur frekvent det behövs utföras underhåll på gröna väggar. En av informanterna pekar på att väderförhållanden är avgörande för hur mycket underhåll som behövs.

... ”Det kan vara allt ifrån några få punktinsatser till nästan att man tittar till den varje vecka om det är väldigt varmt eller väldigt kallt.” ...

Det påpekas även att med just gröna väggar i utomhusmiljöer är det viktigt att vara någorlunda konsekvent när det gäller underhåll. I intervjuerna blir det tydligt att mängden underhåll påverkas av andra faktorer än endast klimatet. Storleken och placering på den gröna

väggen i fråga har också en avgörande betydelse för hur ofta insatser för underhåll sker. Beroende på placering kan det vara nödvändigt med särskild tillgång i form av förhöjda arbetsplattformar.

...“Vi siktar på att underhålla våra installerade gröna väggar månatligen, däremot har storlek, tillgång och budget för underhåll en stor påverkan hur ofta underhåll sker. Om väggarna kräver särskild tillgång (förhöjda arbetsplattformar) utför vi dessa typer av besök en gång i kvartalet med månatliga platsinspektioner/gödningspåfyllningar. Gröna väggar som är tillgängliga från en stege eller gång utför vi underhåll månatligen.” ...

Den sista faktorn som nämns kopplat till mängden underhåll är storleken på budget. Det vill säga beroende på ekonomiska tillgångar är det möjligt att investera mer i konsekvent utförande av underhåll. En av informanterna pekar däremot ut att det är ekonomiskt försvarbart att genomföra återkommande besök då det kan dra ner den totala kostnaden över tid samt producera bättre resultat.

... “Vi insisterar att återkommande besök håller nere den övergripande underhålls tiden och den preliminära kostnaden nere, och vi kan vara betydligt mycket mer proaktiva hortikulturellt.” ...

Sammanfattningsvis anses mängden underhåll för gröna väggar bero på väderförhållanden, budget, planering samt storlek och placering av den gröna väggen i fråga. Det framgår också att det varierar i mängden underhåll för de olika aktörerna som intervjuats. Underhåll sker allt från en gång i veckan till tre gånger per växtsäsong.

Bevattning

Samtliga av aktörerna som intervjuats använder någon form av droppbevattning till sina gröna väggar. Med droppbevattning säkerställs att samtliga delar av den gröna väggen i fråga bevattnas utan att riskera övervattning.

...”Våra system för gröna väggar är hydroponiska, med droppbevattning på ovansidan av varje panel (500 mm H) flera gånger per dag. Detta håller panelerna fuktiga men inte övermättade. Vi insisterar på bevattningskontroller som tillåter oss fjärrövervakning som vårt team kan iakttä dagligen.”...

Informanterna går inte in i detalj på varför droppbevattning är att föredra, men att det med droppbevattning går att fjärrövervaka och kontrollera fuktighetsnivåerna utan att fysiskt vara på plats.

...”Vi använde ett automatiskt sprej munstyckssystem där varje plantlåda blir bevattnad individuellt, och där all avrinning dräneras ut från lådan”...

Inga av aktörernas bevattningsystem är utformade på ett sådant sätt att de använder dagvatten eller gråvatten. Det går också att utvärdera att en viss materialåtgång och installationskostnader krävs för användning av droppbevattning.

Substrat

Vid val av substrat för gröna väggar används olika material beroende på angiven utformning. Det kan även vara nödvändigt att tillägga gödningsmedel för att ge de resultat som önskas.

...“Vi använder ett substrat med hög porositet med mykorrhiza och biofungicid bakterier. Levande väggar i utomhusmiljöer får grynigt gödningsmedel tillagt i substratet, beroende på växtens behov.”...

Det krävs en viss materialåtgång vid utformningen av olika substrat. Stenull, filt och skum nämns. Olika material bidrar med olika värden, som vattenhållande förmåga och hög porositet.

...“Vi har två typer av primära system baserade på antingen filt eller skum, vilket målmedvetet begränsar nödvändigheten av organiska substrat. Båda teknologier har vi utvecklat med noggrannhet för att likna struktur, porositet och fukttransporterande och vattenhållande förmåga i jord. Plantans initiala rotsystem är begränsad till en volym som inte är mycket större än en vuxen persons näve, men systemet möjliggör att rötterna kan etableras genom hela panelen”...

Alla företagen använder sig av en oorganisk substratblandning med hög porositet.

Växtval

Det framgår av intervjuerna att det inte finns något tydligt växtval för levande väggar. Det är tydligt att informanterna anser att växtval styrs av ett antal olika faktorer. Läge, klimat, funktion och estetik är faktorer som nämns.

...“Växtvalet behöver anpassas efter läget, dvs tillgång på sol, vatten, skugga och slitage. Det är bra om man tänker på färgvariationer under årstiderna”...

Det krävs särskild kompetens för att säkerställa rätt växtval för rätt plats samt genomtänkta arrangemang. En informant menar att det är viktigt att se till att funktion går före estetik. Det framgår även att det sker en utveckling av hortikulturella ljus teknologier i syfte att vidstå extrema ljusförhållanden. Två av aktörerna har sammanställt en lista med växter som trivs i deras system. Det framgår dock inte om resterande aktörer har tillgång till liknande sammanställningar.

...“Vid val av växter för levande väggar är det viktigt att överväga lutning, förhållanden för skugga, omgivande arkitektur, mikroklimat och klientens önskemål”...

Efterfrågan

Företagen från varmare klimat svarade att efterfrågan redan är stor och att den fortsätter öka. Däremot svarade företagen i kallare klimat att efterfrågan på levande väggar utomhus är låg men att även dom märkt av en ökad efterfrågan.

...“Inomhus är det absolut ett stort intresse, det är väldigt många företag som satsar på det.

Utomhus är efterfrågan är inte särskilt stor. Detta beror förmodligen på klimatet. Det är svårare och mer kostsamt att hålla en grön vägg fin utomhus”...

Varför gröna väggar inte används i större utsträckning anses bero på faktorer som klimat och budget. I kalla klimat verkar det vara mer populärt med gröna väggar i inomhusmiljöer då dessa typer av konstruktioner är mindre kostsamma och lättare att sköta. Efterfrågan för gröna väggar i utomhusmiljöer har ökat för några av aktörerna och detta verkar bero mycket på vilket klimat företaget i fråga är lokaliserat i.

...“Inomhus är det absolut av stort intresse, det är väldigt många företag som satsar på det. Utomhus är efterfrågan är inte särskilt stor. Detta beror förmodligen på klimatet. Det är svårare och mer kostsamt att hålla en grön vägg fin utomhus. Efterfrågan på utomhusväggar är på ungefär samma nivå som när vi startade för sju år sedan“...

En av informanterna menar att kompetensen kring gröna väggar har ökat i det område deras företag är lokaliserat. Vilket har lett till att byggandet av gröna väggar uppmuntras i större utsträckning.

...”Sedan Biotecture grundades i 2007 har vi sett en stor ökning när det gäller levande väggar och vertikal grönska, detta drivs definitivt av avdelningar som planerar som uppmuntrar utvecklare och arkitekter att göra mer för grönska i urbana miljöer där ytorna är begränsade”...

Det krävs också särskilda kompetenser för att producera gröna väggar med en ökad livslängd som dessutom går att skala upp.

...“För många system på marknaden går inte att skala upp särskilt väl, eller så finns inte expertis när det gäller växtdesign eller installationer komplexitet. Vi på Fytogreen är väldigt lyckligt lottade att vi har byggt upp en portfolio med svåra och stora installationer, vilket har varit stora möjligheter för lärande”...

Dagvattenhantering

Majoriteten av företagen förespråkar att använda dagvatten till att bevattna deras gröna väggar, men att det sällan används på grund av restriktioner, policy, finansiell avkastning och lågt intresse. En av informanterna menar att droppbevattning kommer behövas oberoende av om dagvatten används eller inte för att säkerställa att bevattning sker även under torra perioder.

...”Dagvatten är en acceptabel källa till vatten, däremot finns det strikta begränsningar i Colorado när det gäller samlande av regnvatten på kommersiella byggnader. Tillväxten av bakterier måste mildras i alla tankar för återvinning av regnvatten. Vatten som återtas är inte att rekommendera för ätbara växter på grund av att vattnet rinner över material på tak som inte anses lämpliga. pH bör kontrolleras och justeras följaktligen”...

Det är inget av företagen som nämner att de använder något särskilt system för att skörda dagvatten i anslutning till levande väggar.

...“Växtlighet nära väggen får god tillförsel av vatten och vattnas med dagvatten från taket.

Klätterväxter samlar upp dagvattnet från tak som leds ner till regnbäddar”...

Vandalism

Gröna väggar anses främst minska vandalisering i form av klotter, men även allmän vandalism om väggarna hålls i gott skick. En av informanterna hänvisar till studier som visar att grönska i urbana miljöer minskar vandalism.

...“Ja, studier har visat att *“biophilic design”* element ingjuter en känsla av gemenskap, stolthet och minskar vandalism”...

Dock förekommer vandalisering av gröna väggar genom förstörelse av lättåtkomligt växtmaterial.

...”Det händer att växter blir borttryckta ibland, men inte någon större vandalisering. Klottret minskar då det inte är så roligt att *“tagga”* en vägg där det inte kommer synas”...

Det tycks vara en minskning av klotter men en ökning av förstörelse av den gröna väggen i fråga.

...“Ja, när det kommer till vandalism kopplat till färg. Nej, när det gäller levande väggar då de är lätta att förstöra, när man drar loss växter, knipsar blommor etc”...

Mossa

Inga av de intervjuade företagen använder sig av levande mossa på levande väggar utomhus. En av aktörerna ser positivt på självsådda kolonier så länge de är estetiskt tilltalande och inte skapar problem.

...”Naturligt koloniserande mossa, lav, och alger är generellt sett uppmuntrat att använda i de tillfällen då vi identifierar att det inte finns någon oro säkerheten. Vi uppmuntrar levande kolonier men inte individuella växter som lever isolerat från andra växter. Om växten i fråga har en illaluktande doft, fult utseende eller är ett problem på något annat sätt tar vi bort den”...

Det anses saknas kunskap och efterfrågan när det kommer till användning av mossa på gröna väggar. En aktör har inte hört talas om mossa på gröna väggar. En informant menar att mossa inte bör användas i sammanhanget men funkar i inomhusmiljöer.

...”Vi rekommenderar inte levande mossa på gröna väggar på grund av det begränsade omfång av miljöer mossa kan tolerera. Vi säljer en conserverad moss produkt som är hållbart skördad och endast är menad för inomhusmiljöer”...

Värden

De olika aktörerna anser att gröna väggar bidrar med en mängd olika värden som går att koppla till social-, ekonomisk-, och ekologisk hållbarhet. Gröna väggar anses bidra med grönska i ett litet område med begränsad yta.

...“Det finns många fördelar med att introducera växter i urbana miljöer. Den främsta fördelen som levande väggar har gentemot mer traditionella horisontella landskap är mängden växter som kan växa på en väldigt liten yta. Detta tillåter utvecklare att inkludera dessa växter deras plan utan att offra väldigt värdefull mark”...

Vidare anses gröna väggar bidra med en mer trivsam grön stad, förbättrat lokalklimat, förmildrar “*urbana värmeöar*”, reducerar kostnader förknippade med värme/ventilation/luftkonditionering, ökar en medborgerlig stolthet, skönhet, en tillflyktsort och källa för mat för flora och fauna.

...“Generellt, är det det inneboende och otroliga värdet som tilläggs (psykologisk, fysiskt och miljömässigt) från att leva miljöer i med växter. Särskilt genom gröna väggar: filtrering av luft och konditionering (temperatur, fuktighet, partiklar och gifter). Vertikal användning av utrymme. Ökade värmeegenskaper i byggnader”...

Begränsningar

Det var är framförallt två negativa aspekter som lyfts fram i intervjuerna: De höga installationskostnaderna och den bristande kunskapen kring ämnet. En bristande kunskap anses ofta leda till misslyckade projekt som i sin tur leder till fula väggar och höga kostnader.

...“Levande väggar kräver omfattande planering för att byggas på rätt sätt. Det är många system på marknaden som är dyra och dåligt utformade. När dessa system inte presterar som förväntat över tid, blir de en ekonomisk dränering och fula, vilket kan lämna ägare med negativa känslor kopplade till levande väggar och dekorativa växter rent generellt”...

Att installera gröna väggar anses även skada husfasaden som den gröna väggen monteras på och kan leda till problem.

...“Underhåll av fasader blir svårt när en klättervägg är i vägen för väggen. Man är rädd att växterna ska skada fasaden med rötter, fukt och mögelproblem”...

4. Diskussion & analys

Resultatet tyder på att droppbevattning är den typ av bevattning som enbart används på levande väggar. Denna typ av bevattning gör det möjligt att bevattna varje enskild del av väggen (Kew et al. u.å). Eftersom det är vanligt förekommande att bevattningen sker genom digitala system som övervakar den gröna väggens fuktighet, minskar förbrukningen av dricksvatten och risken för övervattning. Det är tydligt att aktörerna för gröna väggar förespråkar att använda dagvatten till bevattning av väggarna, vilket kan bidra till en förbättrad ekologisk och ekonomisk hållbarhet. Dock tycks dagvatten sällan användas till bevattning i praktiken på grund av en initial extra installationskostnad och restriktioner kring bakteriebildning i stående vatten. Att installationskostnaden kan sparas in på sikt genom minskade vattenkostnader, framförallt i kombination med digitala droppsystem, är få som tänker på. Manuell bevattning eller bevattning genom insamling av dagvatten är ovanligt för levande väggar. Däremot används dessa typer av bevattning för gröna fasader där vattnet enkelt kan samlas i växtbäddar.

Att de olika aktörerna enbart använder oorganiskt substrat på levande väggar (lösning 1 - 2), med hög porositet och låg densitet var väntat. Detta eftersom det ger en ökad vattenhållande förmåga (Kew et al. u.å) och mindre belastning på väggen. Substraten kan däremot skilja sig i materialens beståndsdelar, allt från stenull till filt och skum används.

Det framkommer i intervjuerna att det inte finns ett självklart växtval för gröna väggar. Växtvalet styrs främst av klimat, läge, lutning, och om det är soligt eller skuggigt. Även om vissa företag har gjort sammanställningar av växter som fungerar i olika miljöer, är det en stor utmaning att hitta växter som klarar längre perioder av skugga eller svårare mikroklimat. Vid val av växter används perenner genomgående för både levande väggar såväl som gröna fasader och kan, beroende på växtvalets egenskaper, bidra till olika former värden för att bidra med en ökad social och ekologisk hållbarhet. Att inga av de intervjuade använder sig av mossa på levande väggar utomhus var ett oväntat resultat. Endast självbildande mossa används om den är estetiskt tilltalande. Att det i teorin framgår att mossan bidrar med en rad ekosystemtjänster som kan öka den ekologiska hållbarheten samt är hårdig i svåra klimat (Julinova et al. 2019), tyder på att mossa är en outnyttjad resurs som inte används på grund av bristande kunskap. Detta går även att kopplas till intervju med *Nordic green design* där de menar att "*kunskap och efterfrågan saknas*". Den genomgående trenden på samtliga platsbesök var att mossa inte användes vid utformningen av dessa gröna väggar. Däremot förekommer det att mossa växer naturligt på de gröna väggar som besöktes.

Vi ser en tydlig skillnad i efterfrågan på gröna väggar mellan varma och kalla klimat. Det framgår i resultatet att kallare klimat leder till en dyrare skötsel och att kostnaden är en avgörande faktor i efterfrågan på gröna väggar. I Sverige och Colorado är efterfrågan på gröna väggar utomhus inte särskilt stor. Däremot finns det en stor efterfrågan på gröna väggar i länder som Australien och England där klimatet är varmare.

Informanterna i intervjuerna anser i stort att vandalismen minskar när det förekommer gröna väggar i urbana miljöer, vilket tyder på att gröna väggar kan bidra till en ökad social hållbarhet, i varje fall när det kommer till klotter. Däremot anser vissa att det sker en annan typ av vandalism då växter rycks eller bryts av om det är lättåtkomligt. Den sammanfattade synen på vandalism i relation till gröna väggar stämmer överens med de observationer som gjordes vid platsbesöken. Klotter var obefintligt på samtliga platser som besöktes. Huruvida växter hade ryckts ut eller inte är svårt att avgöra. Däremot såg vi att en sämre täckningsgrad närmast busshållplatsen vid Östermalms IP, vilken kan tyda på att växter har knäckts eller plockats av folk under tiden de väntade på bussen. De främsta värdena som utronas från intervjuerna är att levande väggar anses bidra med möjligheten till användningen av en stor variation av växter på en begränsad yta, samt att de motverkar "*urbana värmeöar*". De intervjuade nämner utöver dessa aspekter att gröna väggar bidrar med ett *förbättrat lokalklimat*, en *mer trivsamt grön stad*, *reducerade kostnader* kopplat till energiförbrukning, vilket betyder att gröna väggar har potential att påverka den ekonomiska hållbarheten positivt, *ventilation* och *luftkonditionering*, en *ökad medborgerlig stolthet*, *matkälla* och *tillflyktsort* för pollinatörer och fåglar och rening av luft. Alla värden som nämndes i intervjuerna stämmer överens med teorin.

De aktörer som intervjuas har svårt att nämna negativa aspekter kopplade till gröna väggar men de nämner att det är relativt stora ingrepp som kan skada väggen, att det är kostsamt, svårigheter att sköta fasaden samt att de gröna väggarna kräver omfattande planering. Det framkommer tydligt att kostnader och kunskapsbrist kring projektering och underhåll är de största orsakerna till att levande väggar inte används i större utsträckning.

4.1 Metoddiskussion

För att bilda en mer rättvis bild av hur de gröna väggarna utvecklats över tid hade det eventuellt varit mer lämpligt att genomföra platsbesöken på sommaren när vegetationen är som frodigast. Platsbesöken genomfördes i februari månad, vilket ledde till att vi var tvungna att uppskatta vilken vitalitet väggen hade utifrån vegetationens täckningsgrad. För vidare utveckling i ämnet kan det vara lämpligt att dessutom undersöka om lignoser är användbara på levande väggar. Det hade dessutom varit av intresse att titta på lignosers användbarhet på levande väggar med tanke på dess bindning av kol (Browning et al. 2012). I efterhand hade det också varit bra om empirin varit bättre förankrad i teorin i syfte att bistå med en mer jämförande diskussion. Denna undersökning är dessutom begränsad till sju platsbesök och fem intervjuer. För att få en mer omfattande bild hade det varit bra att intervjua fler personer och undersöka fler platser med gröna väggar. Det hade dessutom varit gynnsamt att se till fler platser i världen med olika klimatförhållanden, samt intervjua människor med en större variation av kompetenser. Med en tydligare frågeställning hade det bidragit till en mer röd tråd genomgående för hela arbetet. Frågorna som ställdes till informanterna hade med det varit mer tydligt förankrade till den centrala frågeställningen. Vi hade kunnat planera och strukturera arbetet bättre för att uppnå bättre resultat.

5. Slutsats

I och med att naturen får ge plats åt den urbana expansionen, tyder studien på att gröna väggar kan bidra till en mer hållbar miljö genom att omvandla urbana husfasader till grönytor. Dessa ytor kan inte ersätta naturliga skogs- och parkmiljöer, men kan fungera som ett komplement som knyter samman de urbana grönytorerna samtidigt som de bidrar med en mängd värden kopplat till ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. Gröna väggar bidrar framförallt med en ökad ekologisk hållbarhet, genom att tillföra vegetation i ytor som lider av platsbrist. Denna vegetation kan beroende på växtval och konstruktion fungera som en grön korridor, ge en ökad biodiversitet och renare luft samt en inlagring av kol i den gröna väggens vegetation och substrat. Även om det framkommer att dagvatten sällan används till att bevattna levande väggar är det fortfarande möjligt, vilket kan reducera utsläpp av näringsämnen och föroreningar. Genom att reducera bullernivån, fånga upp hälsofarliga partikelföroreningar och tillföra grönska i hårdgjorda miljöer kan gröna väggar bidra med att förbättra de urbana invånarnas hälsa. Det tyder även på att gröna väggar minskar vandalis, genom att inbringa en ökad stolthet hos invånarna och skapa ytor som hämmar klotter. Vid första anblick verkar gröna väggar enbart vara en finansiell belastning, sett ur ett ekonomiskt perspektiv. Dock har de potential att på sikt förbättra den ekonomiska hållbarheten genom temperaturregulering och motverka urbana värmeöar. Det finns även potential för gröna väggar att avlasta dagvattensystemet och minska användningen av dricksvatten.

Det behöver bedrivas mer forskning kring vilka växter som är lämpliga att använda i syfte att effektivisera och förbättra gröna väggar i kalla klimat. Med utvecklade kompetenser inom området är det möjligt att driva ner kostnaderna på gröna väggar då det leder till mindre skötsel och underhåll. En utveckling kompetensmässigt leder dessutom till konstruktioner som är billigare och lättare att installera vilket gör gröna väggar mer ekonomiskt hållbara både på kort och lång sikt. Utvecklingen av gröna väggar är fortfarande i startskedet och dess potentialen för utveckling är stor. Däremot om det inte sker någon utveckling inom området finns det en risk att beställare får en negativ bild av konceptet, på grund av misslyckade projekt och dyr drift.

Gröna väggar har i regel en positiv utveckling över tid och de kan hålla i flera år. Däremot behövs återkommande skötsel och underhåll för att bibehålla en estetiskt tilltalande utformning vilket i sin tur är kostsamt. I och med vad som framkommit i denna studie, tyder det på att gröna väggar är att rekommendera i utformningen av framtidens urbana miljöer då gröna väggar bidrar med en mängd viktiga värden. Värden som är viktiga i syfte att uppnå hållbara urbana miljöer. För vidare forskning kopplat till gröna väggar och dess hållbarhetsaspekter ser vi att fokus bör vara på bevattningsmetoder, generell effektivisering, växtval (perenner, mossa, sedum och lignoser) och hur gröna väggar kan användas som en ekonomisk resurs. Vidare ser vi att det bör bedrivas forskning för hur gröna väggar kan utvecklas i länder med kallare klimat. Under arbetets gång har vi förstått att det finns hållbarhetsaspekter som faller utanför ramarna för denna uppsats. Det vore intressant att se över hållbarheten kopplat mer specifikt till materialåtgång vid konstruktion av gröna väggar. Vidare vore det också av intresse att se över hur hållbart det är med den transport av material som sker och produktion av gröna väggar.

6. Referenser

- Andersson, J., Karlsson, A. (2014). Utmaningar och möjligheter med levande väggar i ett svenskt klimat. (C 45-P). Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
<https://www.ivl.se/download/18.34244ba71728fcb3f3f977/1591705450833/C45-P.pdf>
- Anderson, M., Lambrinos, J. & Schroll, E. (2010). The potential value of mosses for stormwater management in urban environments. *Urban ecosystems*, 13 (3), 319–332.
<https://doi.org/10.1007/s11252-010-0121-z>
- Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L., Bures, S., Álvaro, J., Erkoreka, A. & Urrestarazu, M. (2015). Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied acoustics*, 89, 46–56. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.09.010>
- Boverket (2019). *Exempel på gröna väggar*.
https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/ex_vaggar/ [2022-01-31]
- Browning, B., Garvin, C., Fox, B., Cook, R., Labruto, L., Kallianpurkar, N., Ryan, C., Watson, S & Knop, T (2012). The economics of biophilia: Why designing with nature in mind makes financial sense. *Terrapin*.
http://www.lmla.com.au/wp-content/uploads/2018/10/The-Economics-of-Biophilia_Terrapin-Bright-Green-2012e.pdf [2022-02-08]
- Charoenkit, S. & Yiemwattana, S. (2016). Living walls and their contribution to improved thermal comfort and carbon emission reduction: A review. *Building and environment*, 105, 82–94.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.031>
- Charoenkit, S., Yiemwattana, S. & Rachapradit, N. (2020). Plant characteristics and the potential for living walls to reduce temperatures and sequester carbon. *Energy and buildings*, 225, 110286–. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110286>
- Cheng, J., Yuan, Q. & Youngchul, K. (2017). Evaluation of a first-flush capture and detention tank receiving runoff from an asphalt-paved road. *Water and environment journal : WEJ*, 31 (3), 410–417. <https://doi.org/10.1111/wej.12258>
- Chiquet, C. 2014. *The animal biodiversity of green walls in the urban environment*. Diss. Staffordshire university. Staffordshire <http://eprints.staffs.ac.uk/2381/>
- Elmfors, E (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer..* (2012-01271). Vinnova.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:959886/FULLTEXT01.pdf>
- Francis, R.A. (2011). Wall ecology: A frontier for urban biodiversity and ecological engineering. *Progress in physical geography*, 35 (1), 43–63. <https://doi.org/10.1177/0309133310385166>
- Göteborg stad (u.å). *Vad är dagvatten?*.
<https://goteborg.se/wps/portal/start/vatten-och-avlopp/dagvatten/om-dagvatten> [2022-02-07]
- Hilty, J.A., Lidicker, W.Z. & Merenlender, A.M. (2006). *Corridor ecology : the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*. Washington, DC: Island Press.
https://primo.slu.se/permalink/46SLUB_INST/1sl36d2/alma990003496920605121
- Jim, C. (2015). Assessing growth performance and deficiency of climber species on tropical greenwalls. *Landscape and urban planning*, 137, 107–121.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.01.001>
- Jobbland (2020). Semistrukturerad intervju – vad det är och hur du lyckas. [Semistrukturerad intervju – vad det är och hur du lyckas \(jobbland.se\)](https://www.jobbland.se)
- Julinova, P., Beckovsky, D (2019). Perspectives of moss species in urban ecosystems and vertical living-architecture: A review. (978-1-138-38696-9). London: Taylor & Francis Group.
https://www.researchgate.net/profile/Patrice-Julinova/publication/338002036_Perspectives_of_moss_species_in_urban_ecosystems_and_vertical_living-architecture_A_review/links/60aeb6c792851c168e43a3d9/Perspectives-of-moss-species-in-urban-ecosystems-and-vertical-living-architecture-A-review.pdf
- Kew, B., Pennypacker, E & Echols, S (u.å). Can green walls contribute to stormwater management? A

- study of cistern storage greenwall first flush capture. *Science open*. Volym 9 (3).
https://www.scienceopen.com/document_file/96bf8cf8-feb3-40d5-b3d7-2de59583bbd6/API/i1943-4618-9-3-85.pdf
- Larcher, F., Battisti, L., Bianco, L., Giordano, R., Montacchini, E., Serra, V. & Tedesco, S. (2018). Sustainability of Living Wall Systems Through An Ecosystem Services Lens. *Urban Horticulture*. Cham: Springer International Publishing, 31–51.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-67017-1_2
- Malmö stad (2017). *Nya träd i Malmö*.
<https://www.mynewsdesk.com/se/malmo/pressreleases/nya-traed-i-malmoe-2330912>
 [2022-02-17]
- Naturvårdsverket (u.å). *Kolets kretslopp rubbas*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatfakta/darfor-blir-det-varmare/kolets-kretslopp-rubbas/>
- Perini, K. & Rosasco, P. (2013). Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and environment*, 70, 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.012>
- Pramsten, J (2021). *Dimensionering av biofilter och regnbäddar för dagvattenrening*. (600346). Stockholm: Stockholm vatten och avfall.
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/dimensionering-av-biofilter-for-dagvattenrening-2021-04-30.pdf>
- Sheweka, S. & Magdy, A.N. (2011). The Living walls as an Approach for a Healthy Urban Environment. *Energy procedia*, 6, 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.05.068>
- Sternberg, T., Viles, H., Cathersides, A. & Edwards, M. (2010). Dust particulate absorption by ivy (*Hedera helix* L) on historic walls in urban environments. *The Science of the total environment*, 409 (1), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.022>
- Stockholms stad (u.å). Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö.
<https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/buller/Grona-losningar-for-en-battare-ljudmiljo.pdf> [2022-01-31]
- Stockholm stad (2016). Unik bullerskyddsskärm minskar buller på Lidingövägen.
<https://via.tt.se/pressmeddelande/unik-bullerskyddsskarm-minskar-buller-pa-lidingovagen?publisherId=1213538&releaseId=1825656> [2022-01-31]
- Stockholm stad (2019). *Urbana värmeöar (Urban heat island)*.
<https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/varmeboljor-och-varmestress/urbana-varmeoar-urban-heat-island/> [2022-02-08]
- Sur (2018). *Las ventajas del jardín vertical (The advantages of the vertical garden)*.
https://www.diariosur.es/malaga-capital/ventajas-jardin-vertical-20180119085856-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F&fbclid=IwAR2e6WJO9CiTtcOxh3--bJZsgOk264on5Vq4X_HI1sauhvIrtl7OpZUknrM [2022-02-14]
- Svenskt vatten (2019). *Publikation P110 avledning av dag-, drän- och spillvatten: funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. ISSN - nr: 1651-4947. Motala: Finnborg graphic AB.
- Svensk vatten (2021). *Dricksvattenfakta*. [Dricksvattenfakta - Svenskt Vatten](#) [2022-01-30]
- Sveriges lantbruksuniversitet (2020). *Biodiversitet*.
<https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/standort/vegetation2/biodiversitet/> [2022-02-08]
- United states geological survey (2018). *Evapotranspiration and the Water Cycle*.
<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/evapotranspiration-and-water-cycle> [2022-02-08]
- Weinmaster, M (u.å). *Are green walls as “green” as they look? An Introduction to the Various Technologies and Ecological Benefits of Green Walls*.
<https://doi.org/10.3992/jgb.4.4.3> [2022-02-08]