



CHALMERS



Gröna tak och väggar i urbana miljöer

En fallstudie från Göteborg

Kandidatarbete inom Industriell ekonomi

JULIA BLOM
MOA EMANUELSSON
ELSA HÄRNSTRÖM

FRIDA JOHANSSON
ALBIN NORDLANDER
THEODOR ROOS

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se
Kandidatarbete TEKX04-21-07

Kandidatarbete TEKX04-21-07

Gröna tak och väggar i urbana miljöer

En fallstudie från Göteborg

JULIA BLOM
MOA EMANUELSSON
ELSA HÄRNSTRÖM

FRIDA JOHANSSON
ALBIN NORDLANDER
THEODOR ROOS

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Miljösystemanalys
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021

Gröna tak och väggar i urbana miljöer
En fallstudie från Göteborg

JULIA BLOM

MOA EMANUELSSON

ELSA HÄRNSTRÖM

FRIDA JOHANSSON

ALBIN NORDLANDER

THEODOR ROOS

© JULIA BLOM, 2021

© MOA EMANUELSSON, 2021

© ELSA HÄRNSTRÖM, 2021

© FRIDA JOHANSSON, 2021

© ALBIN NORDLANDER, 2021

© THEODOR ROOS, 2021

Kandidatarbete TEKX04-21-07
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag: "Green Wall at Semiahmoo Library. Surrey, BC" by danna § curious
tangles is licensed under CC BY-NC-ND 2.0

Göteborg, Sverige 2021
Gothenburg, Sweden 2021

Green roofs and walls in urban areas
A case study from Gothenburg

JULIA BLOM
MOA EMANUELSSON
ELSA HÄRNSTRÖM

FRIDA JOHANSSON
ALBIN NORDLANDER
THEODOR ROOS

Department of Technology Management and Economics
Chalmers University of Technology

Förord

Denna kandidatuppsats är skriven på avdelningen för Miljösystemanalys vid institutionen för Teknikens ekonomi och organisation, Chalmers tekniska högskola under våren 2021. Samtliga av rapportens sex författare studerar civilingenjörsprogrammet inom samhällsbyggnadsteknik, och har handletts av universitetslektor Ulrika Palme.

Författarna önskar tacka samtliga respondenter som valt att delta i arbetets intervjustudie. Ni har bidragit med intressanta och värdefulla svar, vilka haft en betydande roll för rapportens resultat. Vi vill även tacka våra opponenter och medstudenter som under vårens seminarium bidragit med värdefull och konstruktiv kritik.

Slutligen vill vi rikta ett stort tack till vår handledare Ulrika Palme. Tack för ditt engagemang, stöd och din värdefulla vägledning!

Förhoppningen är att denna rapport ska inspirera samhällsbyggnadsbranschen till att använda gröna tak och väggar i större utsträckning, samt ge en grundläggande introduktion till ämnet.

Tack!



Julia Blom



Frida Johansson



Moa Emanuelsson



Albin Nordlander



Elsa Härnström



Theodor Roos

Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige
13 maj 2021

Abstract

Due to climate change, increased temperatures and heavier rains will be more common in the future and as a result of urbanisation, cities grow denser at the expense of green areas. In combination with human activity, this has a negative impact on the air quality, noise levels and the stormwater management in urban areas, as well as on cities' possibility to provide other ecosystem services. Consequently, suitable measures must be adapted in order to obtain resilient and sustainable cities, globally as well as in Sweden, and green roofs and walls have been described as strategic and important tools.

The aim of this report, which was carried out in Gothenburg, Sweden, was to investigate whether green roofs and walls may be suitable measures to use in Swedish urban areas. Strengths and weaknesses with green roofs and walls were surveyed through a literature study with respect to environmental, social, technical, and economic aspects. To investigate local actors' attitudes towards green roofs and green walls, a case study was also performed. The case study included an interview study, as well as a literature study that processed governing documents, plans and recommendations of the Municipality of Gothenburg.

In summary, green roofs and walls are strong and suitable tools for strengthening ecosystem services in cities, since they, for example, can reduce noise, increase air quality, and contribute to more sustainable stormwater management. However, green roofs and walls cannot replace the values provided by traditional green spaces such as parks. Furthermore, the general attitude towards green roofs and walls is positive, yet lack of experience, knowledge, incentives, and a fear of complications surrounding the building's construction and maintenance, have been identified as possible hindrances for further development. Though, if well adapted to the local conditions and demands, green roofs and walls are suitable to install in most urban environments in Sweden.

Lastly, recommendations to relevant actors have been formulated: create pilot projects allowing more research to be carried out on how green roofs and walls can support ecosystem services, investigate the possibility of introducing stronger economic incentives in order to augment the use of green roofs and walls in Swedish cities, and create tools for measuring the long-term economic value that green roofs and walls bring through improved ecosystem services.

Note: The report is written in Swedish

Keywords: Green roofs, green walls, ecosystem services, noise, air quality, stormwater management, urban areas

Sammanfattning

Mänskliga aktiviteter har en negativ påverkan på luftkvalitet och bullernivåer i städer, och leder genom klimatförändringar till högre temperaturer samt kraftigare och mer frekventa skyfall. Att städer byggs allt större och tätare gör dem än mer sårbara för att hantera dessa aspekter, i takt med att grönområden försvinner. När gröna och naturliga miljöer byts ut mot hårdgjorda ytor, minskar ekosystemtjänster som luftrening, bullerdämpning samt möjligheten för dagvatten att infiltrera ner i jorden. Klimatet förändras i allt högre grad, och med dessa förändringar måste städer anpassas för att bli mer resilienta och förberedda inför framtiden.

Arbetet utfördes i Göteborg och syftade till att undersöka gröna tak och väggars användning, vilka har beskrivits som några av de mest strategiska verktygen för att klimatanpassa städer. Med hjälp av en bred litteraturstudie kartlades gröna taks och väggars styrkor och svagheter i avseende på sociala, tekniska och ekonomiska aspekter. För att utreda lokala aktörers inställning till teknologin, samt lämpligheten av att anlägga gröna tak och väggar i Göteborg, utfördes även en fallstudie. I fallstudien ingick en intervjustudie, samt en platsspecifik litteraturstudie som behandlade styrande dokument, planer och rekommendationer från bland annat Göteborgs Stad.

Resultaten pekar på att gröna tak och väggar är effektiva verktyg för att stärka ekosystemtjänster i städer, men att de inte kan ersätta värdet från naturliga grönytor. Gröna tak och väggar har en ökande trend, och kan med rätt förutsättningar anläggas i de flesta svenska stadsmiljöer. Däremot är brist på erfarenhet, kunskap, incitament, samt en rädsla för hur gröna husytor påverkar byggnadens konstruktion och underhåll, hinder för framtida utveckling. Rekommendationer till olika aktörer i framtiden är bland annat att skapa pilotprojekt som tillåter mer forskning, att undersöka möjligheten till att införa fler ekonomiska incitament, samt att skapa verktyg för att mäta de långsiktiga ekonomiska värden som gröna husytor medför genom förbättrade ekosystemtjänster.

Notera: Rapporten är skriven på svenska

Nyckelord: Gröna tak, gröna väggar, ekosystemtjänster, buller, luftkvalitet, dagvattenhantering, urbana miljöer

Ordlista

Absorptionskoefficient - En faktor, α , på hur mycket ljud ett material absorberar vid reflektion av ljudvågor.

A-klassad absorbent - Högst klassad ljudabsorbent. Ett material som absorberar ljud och då minskar ekot/efterklangstiden.

Avrinningskoefficient - Ett mått på hur stor del av nederbörden som blir avrinning.

Biodiversitet - En variation inom och mellan arter samt ekosystem.

Evapotranspiration - Den totala avdunstningen av vatten från en bevuxen markyta.

Grönytefaktor (GYF) - Planeringsredskap med avsikt att säkerställa att en viss mängd grönytor eller vattendrag finns att tillgå i bebyggd miljö.

Städsegröna växter - Växter som behåller sina blad året runt.

Urbana värmeöar - Ett urbant område som har en högre temperatur än sin omgivning. Orsakas av den täta strukturen i städer och värmealstrande byggnadsmaterial.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Syfte	2
1.2 Frågeställningar.....	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Rapportens struktur.....	3
2. Bakgrund	4
2.1 Gröna tak.....	4
2.1.1 Olika typer av gröna tak	4
2.1.2 Ingående komponenter	5
2.1.3 Exempel på gröna tak i Sverige	7
2.2 Gröna väggar	11
2.2.1 Olika typer av gröna väggar	12
2.2.2 Val av växter.....	13
2.2.3 Exempel på gröna väggar i Sverige.....	13
2.3 Ljud och Buller.....	16
2.3.1 Växters påverkan på buller.....	17
2.4 Luftkvalitet.....	17
2.4.1 Växters påverkan på luftkvalitet.....	18
2.5 Dagvattenhantering.....	18
2.5.1 Olika avloppssystem och bräddning.....	18
2.5.2 Hållbar dagvattenhantering.....	19
2.6 Fallstudie i Göteborg	19
2.6.1 Åtgärder för en hållbar stad.....	19
2.6.2 Ljud och buller i Göteborg	21
2.6.3 Luftkvalitet i Göteborg	22
2.6.4 Dagvattenhantering i Göteborg	23
2.7 Miljöklassning	23
3. Metod.....	25
3.1 Kvalitativa metoder	25
3.2 Bred litteraturstudie	26
3.3 Fallstudie.....	27
3.3.1 Val av respondenter.....	27
3.3.2 Semistrukturerade intervjuer	30
3.4 Bearbetning av data	30
3.5 Metoddiskussion.....	31
4. Gröna husutor - resultat och diskussion	34
4.1 För- och nackdelar med gröna tak.....	34
4.1.1 Analys av olika taktyper.....	34
4.1.2 Generell analys av gröna tak	35
4.1.3 Gröna tak och solceller.....	36
4.2 För- och nackdelar med gröna väggar	37
4.2.1 Analys av olika väggtyper	37
4.2.2 Generell analys av gröna väggar	38
4.3 Användning av gröna husutor i Göteborg.....	40
4.3.1 Användning av gröna tak.....	40

4.3.2 Användning av gröna väggar.....	41
4.4 <i>Analys av gröna husytors utifrån ekosystemtjänster</i>	42
4.4.1 Gröna husytors inverkan på buller	42
4.4.2 Gröna husytors inverkan på luftkvalitet	44
4.4.3 Gröna husytors inverkan på dagvattenhantering	45
4.4.4 Gröna husytors inverkan på övriga ekosystemtjänster	48
5. Föresättningar för gröna husytors i urbana miljöer	50
5.1 Subventioner och krav.....	50
5.2 Certifieringar och kunskapsförmedling.....	51
6. Är gröna husytors en del av lösningen på dagens utmaningar i urbana miljöer?	53
6.1 Slutsats.....	54
6.2 Rekommendationer.....	55
6.2.1 Till offentliga aktörer	55
6.2.2 Till privata aktörer.....	56
6.2.3 Till forskare	56
7. Källförteckning	58
8. Bilagor	
<i>Bilaga 1 - Intervjumall offentliga aktörer</i>	
<i>Bilaga 2 - Intervjumall privata aktörer</i>	
<i>Bilaga 3 - Intervjumall forskare</i>	
<i>Bilaga 4 - Sammanställning av intervjustudie</i>	

1. Inledning

Till följd av ökad urbanisering byggs dagens städer högre och tätare, och i kombination med pågående klimatförändringar ställs allt högre krav på utformningen av urbana områden. Enligt Förenta nationerna lever idag mer än hälften av världens invånare i urbana områden, en siffra som år 2050 förväntas ha stigit till två tredjedelar (United Nations Development Programme, u.å.). Sverige är inte ett undantag för denna utveckling. 2018 var Sverige mer urbaniserat än Europa i stort och år 2050 förväntas cirka 95% av landets befolkning leva i urbana miljöer (United Nations, 2018). Vijayaraghavan (2016) beskriver att städer förtätas på bekostnad av gröna områden, vilket medför att de blir allt känsligare för klimatförändringar. Sämre dagvattenhantering och urbana värmeöar (se ordlista) är effekter som är direkt kopplade till en minskande mängd grönområden och en ökad andel hårdgjorda ytor. Dessutom leder en tätare stadsstruktur även till sämre luftkvalitet och högre bullernivåer, vilket har en negativ inverkan på den mänskliga hälsan. Ytterligare en följd av en tätare stadsstruktur är att den biologiska mångfalden minskas, vilket kan ha negativ inverkan på stadens ekosystem och människors hälsa (Cristiano et al., 2021). Hur bör framtidens städer utformas för att möta dessa utmaningar? Vilka tekniker är lämpade att använda för att uppnå hållbara och resilienta städer?

Enligt Agenda 2030:s 11:e mål *Hållbara städer och samhällen*, måste utvecklingen av framtidens städer förändras markant för att detta mål ska kunna uppnås till år 2030 (United Nations Development Programme, u.å.). Städer och byggnader måste utformas på ett sådant sätt att de görs hållbara, motståndskraftiga och inkluderande, vilket kräver en innovativ stadsplanering (United Nations Development Programme, 2021). Ett sätt att öka mängden grönytor i en allt tätare stad, är att anlägga gröna tak och väggar. Dessa två närbesläktade tekniker har visats kunna mildra den urbana värmeöeffekten, ha positiva effekter på energieffektivitet samt bidra till att minska avrinningen från dagvatten vid kraftig nederbörd (Besir & Cuce, 2018). Gröna tak har exempelvis visats kunna reducera över 50 % av den årliga avrinningen från taket (Berghage et al., 2009), och har beskrivits som ett effektivt verktyg för att uppnå en hållbar dagvattenhantering i urbana miljöer (Cristiano et al., 2021). På så sätt skulle gröna tak även kunna bidra till det 6:e målet *Rent vatten och sanitet för alla*, och då mer specifikt delmål 6.3 *Förbättrad vattenkvalitet och avloppsrening samt öka återanvändningen*.

Globalt sett har även en kraftig minskning av den biologiska mångfalden noterats, vilket kommer ha förödande konsekvenser om åtgärder inte vidtas (Naturvårdsverket, 2020a). Genom en allt tätare stadsstruktur riskeras en minskning av gröna ytor, vilket påverkar stadens möjlighet att leverera ekosystemtjänster (Dahl et al., 2017). Genom att säkerställa habitat för insekter, växter, fåglar och mindre däggdjur, kan den biologiska mångfalden i urbana miljöer stärkas, och på så sätt resultera i en mer resiliens stad. Gröna tak och väggar, vilka generellt kan benämnas under begreppet gröna husytor, har beskrivits som en strategi för att kunna bidra till den biologiska mångfalden i en allt tätare stad. Grön husytor kan således bidra till att uppnå mål 15 *Ekosystem och biologisk mångfald* i Agenda 2030.

Genom att använda gröna tak och väggar kan bullernivåerna reduceras och på så sätt bidra till en bättre boendemiljö för stadens invånare (Pérez et al., 2016; Shafique et al., 2018; Vijayaraghavan, 2016). Dessutom kan de bidra till att minska mängden luftföroreningar, vilka liksom buller har bevisats ha en negativ inverkan på den mänskliga hälsan (Perini & Rosasco, 2013; Vijayaraghavan, 2016). Gröna ytor har därför en positiv effekt på det mänskliga välbefinnandet (Cristiano et al., 2021), vilket i kombination

med dess bullerreducerande och luftförbättrande effekter, direkt kan kopplas till mål 3 *God hälsa och välbefinnande* i Agenda 2030.

Gröna tak och väggar har beskrivits som ett av de mest strategiska verktygen för att uppnå resilienta och hållbara städer (Cristiano et al., 2021). De positiva effekterna som gröna husytor medför i urbana områden är väl beskrivna i litteraturen (Pérez et al., 2016; Shafique et al., 2018; Vijayaraghavan, 2016). Trots dessa positiva effekter är gröna husytor en relativt ny företeelse i svenska städer, även om gröna tak allt oftare inkluderas vid nybyggnation. Många svenska kommuner använder sig idag av den så kallade grönytefaktor (GYF), vilket är ett planeringsredskap med avsikt att säkerställa att en viss mängd grönytor eller vattendrag finns att tillgå i bebyggd miljö (Boverket, 2020a). Målet är således att säkerställa att gröna ytor inte byggs bort till följd av en allt tätare stadsstruktur, samt att säkerställa tillgången till viktiga ekosystemtjänster. För att uppfylla kraven om en viss grönytefaktor har de gröna ytorna blivit allt vanligare på huskropparna, men är gröna tak och väggar en del av lösningen på den urbana stadens problem kopplade till för lite gröna ytor? Är de lämpliga att installera i svenska städer och, i sådana fall, varför byggs det inte fler?

1.1 Syfte

Rapporten är av utredande karaktär med syfte att kartlägga för- och nackdelar med gröna husytor i urbana miljöer. Studien syftar till att undersöka huruvida gröna tak och väggar kan bidra till en mer klimatanpassad, resilient och hållbar stad utifrån flera olika aspekter. Arbetet kommer vidare att identifiera möjliga delar av städer som skulle kunna vara speciellt lämpade för implementering av gröna husytor, utifrån aspekterna hantering av dagvatten, reduktion av buller samt som en luftförbättrande åtgärd. Dessutom syftar arbetet till att undersöka och diskutera huruvida gröna husytor är lämpliga att använda i Göteborg samt vilken inställning lokala aktörer i dagsläget har till denna teknik. Målet med studien är även att den ska kunna fungera som inspiration för offentliga och privata aktörer inom samhällsbyggnadsbranschen, samt motivera till ökad användning av gröna tak och väggar i svenska stadsmiljöer.

1.2 Frågeställningar

- Vilka för- och nackdelar finns med gröna husytor?
- I vilken utsträckning används gröna husytor i svenska städer, som Göteborg, idag, och vilka incitament krävs för ökad användning av gröna husytor?
- Är gröna husytor, och i sådana fall vilka, lämpliga att använda för hantering av dagvatten, minskning av buller samt förbättring av luftkvalitet?

1.3 Avgränsningar

Det finns en stor komplexitet kring gröna husytor, och det har därför varit viktigt med tydliga avgränsningar för studiens genomförande. Rapportens fokus ligger på att beskriva gröna husytor, undersöka berörda aktörers inställning till gröna tak och väggar, och varför de inte används i större utsträckning i dagens husbyggnation och stadsplanering. Dessa val ansågs vara relevanta då författarna troligen kommer att komma i kontakt med gröna husytor under sitt yrkesverksamma liv.

En fallstudie genomfördes i Göteborg för att avgränsa det geografiska området och urvalet av intervjurespondenter. Den geografiska avgränsningen motiveras av att förutsättningarna för gröna husytor är beroende av det lokala klimatet och en generell studie hade inneburit att rapporten inte hade kunnat vara lika djupgående. En bredare litteraturstudie med internationella källor genomfördes för att införskaffa en bred kunskap inom området, men en viss prioritering gjordes av källor från Sverige eller platser med liknande klimat. Intervjuerna i fallstudien och intervjurespondenterna valdes ut med koppling till studiens ämne och det geografiska området. Då fallstudien även innefattar litteratur, begränsades antalet respondenter till 18 stycken för att kunna genomföra en välarbetad analys där intervjurespondenternas svar jämfördes med varandra samt med litteraturstudien.

En ytterligare avgränsning som gjordes var att studien specialiserades mot gröna tak och väggar inverkan på buller, luftkvalitet och dagvattenhantering. Områden som värmeöeffekt, biologisk mångfald och mänsklig rekreation diskuterades, men en ingående litteraturstudie genomfördes inte inom områdena, då arbetet annars hade blivit för omfattande. Studien fokuserade inte heller på biologi och botanik eftersom författarna inte besitter några djupare kunskaper inom dessa ämnen. En mer ingående undersökning kring gröna husytors uppbyggnad utifrån ett byggnadsmaterials- eller konstruktionsperspektiv genomfördes inte heller i studien.

1.4 Rapportens struktur

Rapporten är indelad i sex kapitel, där det första ger en kort introduktion till ämnet för att sedan lyfta fram rapportens syfte, frågeställningar och avgränsningar. Andra kapitlet inleds med en övergripande bakgrundsbeskrivning kring olika tekniska lösningar för gröna tak och väggar som används idag. Därefter ges en introduktion av miljömässiga problem i den urbana staden med fokus på buller, luftkvalitet och dagvattenhantering. Dessutom beskrivs två internationella miljöcertifieringssystem, samt det fallstudieområde, Göteborg, som undersöktes. Vidare, i det tredje kapitlet, presenteras vald metod, samt en diskussion över metodvalet och de faktorer som kan påverka studiens resultat. I det fjärde kapitlet presenteras resultatet från studien, och gröna husytor diskuterar utifrån flera aspekter. Bland annat lyfts för- och nackdelar med de olika teknikerna fram, hur de används i Göteborg idag samt deras inverkan på olika ekosystemtjänster. Detta kapitel följs av det femte kapitlet som beskriver de konkreta förutsättningarna för gröna husytor, samt vilka huvudsakliga utmaningar som kunde identifieras. I kapitel sex sammanfattas diskussionen, och de viktigaste insikterna efter avslutad studie. Vidare ges rekommendationer kring vad offentliga- och privata aktörer samt forskare kan göra för att bidra till en ökad användning av gröna husytor. Slutsatsen av studien presenteras i kapitel sju, och samtliga frågeställningar besvaras. Efterföljande bilagor innehåller intervjumallar och en sammanställning av intervjustudiens resultat.

Samtliga av rapportens figurer är godkända för användning av respektive upphovsman.

2. Bakgrund

Gröna tak och väggar är uppbyggda på olika sätt, men har liknande funktioner inom många områden. I följande kapitel ges en introduktion till gröna tak och väggar, samt de i sammanhanget viktiga problem som urbana stadsmiljöer står inför gällande ökade dagvattenflöden, buller och luftföroreningar. Avslutningsvis ges en beskrivning av två relevanta miljöcertifieringar och det valda fallstudieområdet Göteborg.

2.1 Gröna tak

På grund av en allt kraftigare urbanisering byggs dagens städer tätare på bekostnad av gröna ytor, vilket medför att de blir allt känsligare för pågående klimatförändringar (Vijayaraghavan, 2016). Gröna tak anses vara ett viktigt strategiskt verktyg för att uppnå resilienta städer (Cristiano et al., 2021), och har även beskrivits som en nödvändig teknik att använda i täta stadsmiljöer ur ett grönyteperspektiv (Boverket, 2019a). Enligt Besir och Cuce (2018) utgörs 20–25 % av den totala urbana ytan av tak, medan Shafique et al. (2018) beskriver att tak representerar 40–50 % av den totala hårdgjorda ytan. Dessa siffror visar att det i urbana områden ytmässigt finns stora möjligheter för att ökad användning av gröna tak, vilket skulle kunna ha positiva effekter på exempelvis städers dagvattenhantering, resiliens mot urbana värmeöar samt bidra till ökad biodiversitet (se ordlista) (Grönatakhandboken, 2021). Dessutom har det beskrivits hur gröna tak minskar enskilda byggnaders energiförbrukning, vilket leder till minskad energiåtgång och följaktligen minskade utsläpp av växthusgaser (Besir & Cuce, 2018).

Gröna tak har använts under en lång tid, men den moderna typen har sitt ursprung i 60-talets Tyskland (Shafique et al., 2018). Syftet var då att minska byggnaders energikonsumtion, men sedan dess har gröna tak visat sig vara fördelaktigt att installera utifrån flera aspekter och kunna bidra till att stärka den ekologiska, sociala och ekonomiska hållbarheten i städer (Besir & Cuce, 2018). Tyskland anses än idag vara världsledande gällande gröna tak, men många andra länder arbetar aktivt med att öka användandet, däribland USA, Kina, Australien och Japan (Shafique et al., 2018). Enligt Boverket (2019a) anses det vara en väletablerad teknik även i den svenska stadsmiljön. För att förmedla övergripande kunskap gällande anläggande av gröna tak i svenska urbana miljöer, har Svensk Byggtjänst gett ut Grönatakhandboken (Grönatakhandboken, 2021). Handboken är framtagen genom ett samarbete mellan den offentliga- och privata sektorn samt forskningsinstitut, och anses vara en särskilt relevant källa för denna studie.

2.1.1 Olika typer av gröna tak

Definitionsmässigt avser inte gröna tak enbart hustak, utan även terrasser, innergårdar etcetera belagda på ett bjälklag. Internationellt klassificeras gröna tak vanligtvis i tre kategorier: intensiva, semi-intensiva och extensiva (Besir & Cuce, 2018). I Grönatakhandboken (2021) nämns dock endast benämningarna extensiva och intensiva gröna tak, och eftersom denna studie riktas mot svenska urbana miljöer och då specifikt Göteborg, kommer fortsättningsvis enbart intensiva och extensiva tak att användas som begrepp. Definitionen av extensiva respektive intensiva gröna tak grundas på de tyska riktlinjerna för gröna tak, och baseras huvudsakligen på takets skötsel och utseende. Alltså definieras typen av grönt tak inte på växtbäddens tjocklek, utan på hur och vilka typer av växter som planteras, och således det underhåll som krävs. Extensiva gröna tak har en enklare vegetationsstruktur, likt en

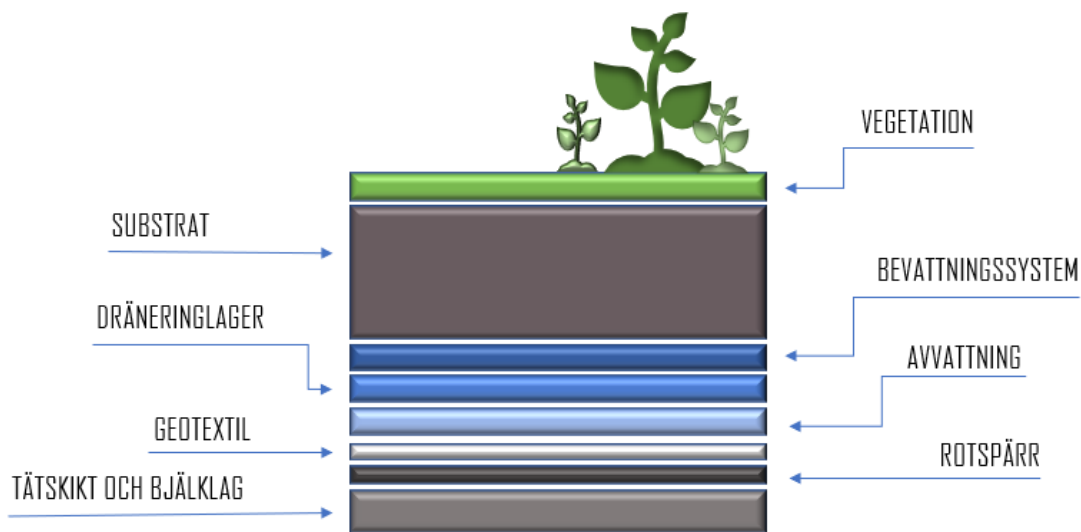
ängsyta, och saknar ett synligt designuttryck. Intensiva gröna tak har däremot ett planerat utseende, och är därför mer avancerade i sin utformning (Besir & Cuce, 2018; Grönatakhandboken, 2021).

Skötseln av gröna tak kan delas in i tre steg: installationsskötsel, färdigställande/garantiskötsel samt underhållsskötsel (Grönatakhandboken, 2021). Installationsskötseln innefattar bevattning och kontroll av att de planterade växterna förankras och rotar sig väl, och sker i direkt anslutning till installationen. Detta steg beskrivs som det viktigaste under etableringen av det gröna taket. Efter det att växterna har etablerat sig krävs vidare skötsel för att stötta och gynna vegetationen på taket, vilket kallas för färdigställande/garantiskötsel. Skötselsteget innefattar bland annat rensning av ogräs och omplantering, vilket krävs under de första 1–2 åren efter installationen, oberoende av valt vegetationssystem. Underhållsskötsel syftar vidare till att säkerställa och bevara takets ursprungliga funktion. Detta steg kan innefatta bevattning, kontroll av avvattningssystem med mera, det vill säga åtgärder som görs några gånger per år beroende på vilken typ av grönt tak som har anlagts.

2.1.2 Ingående komponenter

För att uppnå ett optimalt resultat vid anläggning av ett grönt tak, är det av yttersta vikt att noggrant överväga utförandet av samtliga lager i takets konstruktion (Grönatakhandboken, 2021). Ingående komponenter måste anpassas efter lokala förutsättningar och klimatförhållanden, samt byggnaden på vilken det gröna taket ska anläggas (Shafique et al., 2018). Exempelvis är det viktigt att ta hänsyn till takets lutning, då det är en nyckelfaktor: Med en ökande lutning skapas torrare förhållanden till följd av snabbare avrinning, jämfört med ett planare tak (Grönatakhandboken, 2021). Dessa faktorer medför att de gröna tak som anläggs på lutande tak måste ha en låg vikt och således ett tunt substratdjup (se ordlista) samt innefatta en växtsammansättning som kan frodas under torrare förhållanden. Om lutningen överstiger 10 grader är det även nödvändigt att vidta åtgärder för att eliminera risken att taket glider av. Det är även möjligt att anlägga gröna tak på redan befintliga byggnader, förutsatt att de kan bära den extra last som det gröna taket medför. Vidare är de värden som det gröna taket förväntas att leverera avgörande för hur det ska utformas. En tydlig formulering av det syfte som önskas uppnås med installation av ett grönt tak bör därför ske tidigt i processen (Boverket, 2019a; Grönatakhandboken, 2021). Om målet till exempel är att magasinera och fördröja dagvatten kan en enklare takstruktur väljas, jämfört med om avsikten är att skapa en vistelseyta för de boende i området.

Ett grönt tak kan utformas för att likna naturligt förekommande vegetationssystem och beroende på val av växter skapas olika takmiljöer med olika funktioner (Grönatakhandboken, 2021). På den nordiska gröna takmarknaden förekommer bland annat följande vegetationssystem: sedum-mossa, sedum-ört, biotoptak, odlingsbäddar på tak, samt trädgårds- eller parkkaraktär. Gröna tak med en växtsammansättning av sedum-ört kan etableras i ett substratdjup mellan 30 och 80 mm, medan det för sammansättningen sedum-mossa krävs ett substratdjup om minst 80 mm. Vid anläggning av ett extensivt biotoptak kan substratdjupet variera från 80 till 200 mm, och för gröna tak med en trädgårds- eller parkkaraktär krävs en 1000 mm mäktig växtbädd om träd önskar etableras på taket. För- och nackdelar med de olika vegetationssystemen beskrivs mer ingående i kapitel 4.1.1. Beroende på taktyp och uppbyggnad kan ett grönt tak bestå av följande komponenter: vegetation, substrat/växtbädd, bevattningssystem, dräneringslager, avvattning, geotextil, rotspärr, samt tätskikt och bjälklag (se figur 1).



Figur 1. Schematisk bild över ett grönt taks uppbyggnad. (Modifierad från Grönatakhåndboken, 2021, s.7).

Val av växter måste nogra anpassas efter det geografiska läget för att säkerställa att de klarar av de för platsen rådande klimatfaktorerna (Dellborg, 2014; Grönatakhåndboken, 2021; Shafique et al., 2018). Vidare är växtbäddens, även kallat substratets, djup och kvalitet avgörande för växternas utveckling, chans för överlevnad och således även för hur goda resultat som kommer genereras av det gröna taket (Grönatakhåndboken, 2021; Shafique et al., 2018). Växtbädden anses därför vara ett av de mest kritiska lagren, och generellt gäller att växtvalsmöjligheterna ökar med stigande substratdjup (Grönatakhåndboken, 2021). Exempelvis är växter planterade i ett substratdjup tunnare än 300 mm utsatta för kyla i en högre grad, vilket kan påverka deras rötter negativt. Dessutom måste växterna tåla torka och kunna överleva trots en näringsfattig miljö, vilket medför att växtvalsmöjligheterna är begränsade. Beroende av växtsammansättning är det gröna taket även i behov av gödsling. För att undvika att näringsrikt vatten avleds från taket, vilket kan ha en negativ miljöpåverkan, bör dock gödslingen ske sparsamt och kontrolleras nogra.

Den last som verkar på byggnaden är direkt kopplad till växtbäddens djup, och byggnadens konstruktion avgör således vilken typ av grönt tak som kan anläggas (Shafique et al., 2018). Det är därför viktigt att utvärdera förutsättningarna för den specifika platsen, för att säkerställa att den befintliga eller planerade byggnaden klarar av lasten från det gröna taket. Dessutom måste substratet innehålla tillräckligt stor mängd luft (Grönatakhåndboken, 2021). Om så inte är fallet kan substratet bli för tungt vid perioder med mycket nederbörd. Utöver lasten från det gröna taket måste konstruktionen även klara av övriga laster från till exempel snö och människor. Substratet byggs upp genom att blanda olika material, exempelvis tegelkross, pimpsten och leca för att uppnå önskad mängd luft, porositet etcetera. Genom att använda lokalt avfallsmaterial i substratet kan det gröna taket göras mer kostnadseffektivt (Grönatakhåndboken, 2021; Shafique et al., 2018).

Om det gröna taket inkluderar mindre torktåliga växter, är någon form av bevattningssystem nödvändigt för att säkerställa takets tänkta växtsammansättning och uttryck (Grönatakhåndboken, 2021). Dessutom innebär uttorkad växtlighet en brandfara och bör därför undvikas. Det som är avgörande för bevattningssystemets utformning är val av växter, växtbäddens möjlighet att magasinera vatten samt yttre faktorer såsom solexponering och vindutsatthet. Ett bevattningssystem är emellertid inte

nödvändigt vid anläggning av tunna gröna tak. Det ska även understrykas att bevattningssystemet måste kopplas ur under vintern, eftersom de ingående komponenterna annars riskerar att frysa sönder.

Genom att installera ett dränerande skikt och en geotextil följt av ett tätskikt och/eller rotspärr, säkerställs att överflödigt vatten avleds från taket, samt att den underliggande konstruktionen skyddas mot växternas rötter (Grönatakhandboken, 2021). Dräneringsskiktet består av dräneringsmattor eller ett dränerande material, och takets lutning är avgörande för huruvida önskad dräneringseffekt kan uppnås. Om dräneringsmattor installeras kan de även vara vattenhållande och på så sätt ingå i takets bevattningssystem, eftersom de kan magasinera regnvatten. Vid kraftigt regn måste dock överflödigt vatten kunna avledas från dräneringen och takkonstruktionen. Om så inte sker kommer vatten att bli stående, vilket bidrar till en större last, men även ökade risker för läckage och skador på byggnadens konstruktion. Utöver dessa aspekter påverkas växterna negativt av stående vatten. Om avvattningsbrunnar installeras, ska installationen ske vid takets lågpunkter och de överflödiga vattenmängderna avledas till byggnadens VA-system. Det är således viktigt att säkerställa att brunnarna inte täpps igen av rötter, löv eller dylikt. Den efterföljande geotextilen syftar till att skydda tätskiktet och/eller rotspärren från mekaniska skador samt fysisk stress. Vissa typer av tätskikt kan även agera rotspärr, men vanligen krävs en separat rotspärr för att säkerställa att rötter inte punkterar tätskikten i skarvar, kanter och/eller i anslutningar. Tätskiktet och rotspärren är särskilt viktiga komponenter för att uppnå goda resultat, då många misslyckanden av gröna tak kan härledas till en dålig utformning av tätskikt och rotspärr.

För att säkerställa att samtliga av de tekniska systemen fungerar korrekt, bör de kontrolleras regelbundet (Grönatakhandboken, 2021). Ansvarsfördelning gällande skötsel och underhåll av bevattning- och dräneringssystem, avrinningsbrunnar och tätskikt, bör därför konkret klargöras mellan de inblandade parterna. Om de ingående systemen inte fungerar korrekt kan det leda till skador på byggnadens konstruktion och följaktligen stora ekonomiska kostnader (Grönatakhandboken, 2021; Shafique et al., 2018). Dock kan eventuella fel kopplade till de tekniska systemen vara svåra att upptäcka och åtgärda, då de är belägna under det gröna taket.

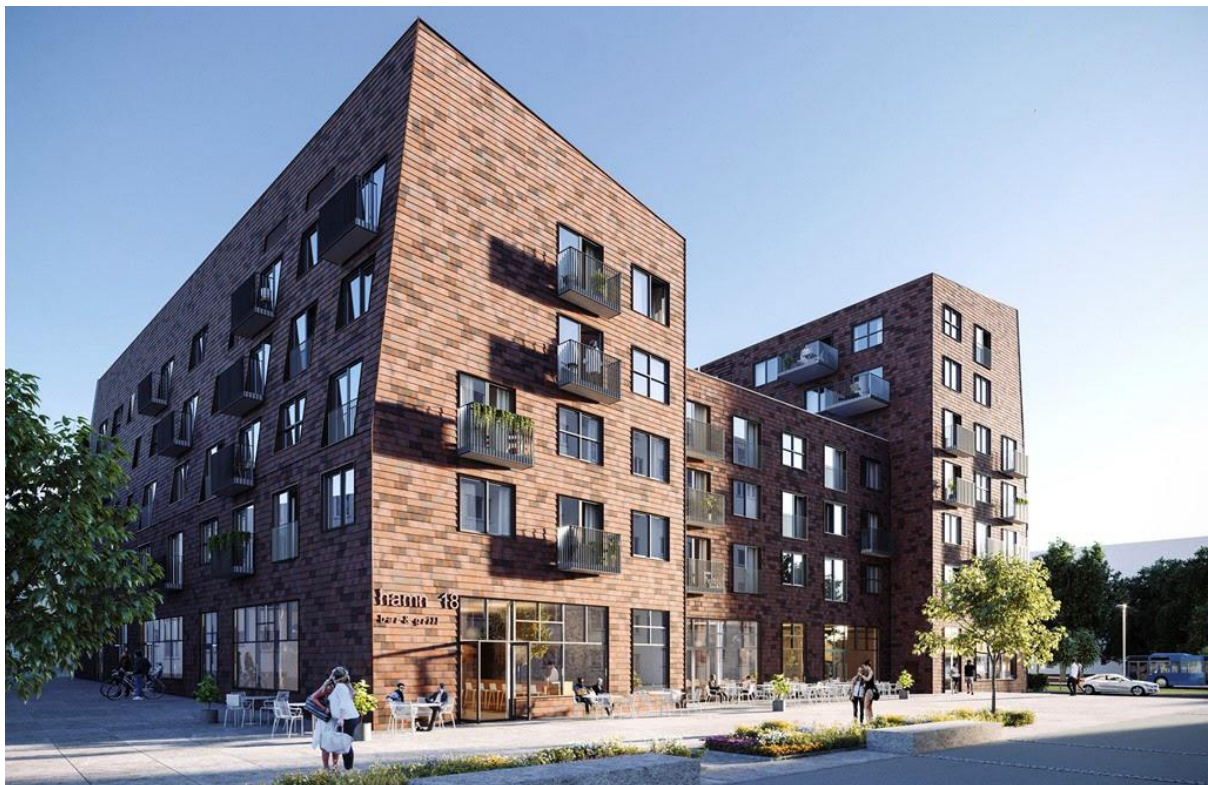
2.1.3 Exempel på gröna tak i Sverige

Enligt Boverket (2019b) är sedumtak den vanligaste typen av gröna tak i Sverige. I samband med renoveringen av taket på Frölunda Kulturhus i Göteborg valde Lokalförvaltningen på Göteborgs Stad att installera ett sedumtak (se figur 2), vilket har god kapacitet för fördröjning av dagvatten (BMI Sverige, u.å.). Vidare har även ett biotoptak och ett blomstrande ängstak anlagts (Veg Tech, 2020). På så sätt gynnas även pollinatörer i området, eftersom både ängstak och biotoptak är taktyper som ofta har en hög biologisk mångfald. Syftet med installationen var att undersöka ett taks potential i en allt tätare stad, och därför togs beslutet att kombinera det gröna taket med solceller.



Figur 2. Sedumtak kombinerat med solceller på taket av Frölunda Kulturhus. Hämtad 2021-05-12 från <https://bmisverige.se/tips-inspiration/referenser/gront-och-hallbart-tak-pa-frolunda-kulturhus>). Använd med tillåtelse.

Ytterligare ett exempel på sedumtak är HSB Göteborgs nybyggnationsprojekt brf Blanka (se figur 3) (HSB Göteborg, u.å.). Husen, som är ritade av arkitekten Gert Wingårdh, varierar i höjd och de extensiva sedumtaken bidrar till ett varierat uttryck och det hållbarhetstänk som präglar projektet i stort. Även detta tak kombineras med solceller på vissa av huskropparna.



Figur 3. Brf Blanka, Göteborg där sedumtak har anlagts på taken. Hämtad 2021-05-11 från <https://www.hsb.se/goteborg/sok-boende/projekt?projektlan=vastra-gotaland&projektkommun=goteborg&projektnamn=blanka>. Använd med tillåtelse.

Gällande installation av gröna tak i Sverige är Malmö en stad i framkant, och där finns flera goda exempel på intensiva tak. 2010 inleddes byggnationen av Emporia i Malmö, vilket idag är Sveriges enda BREEAM-certifierade shoppingcenter (UBA, u.å.). På shoppingcentret har en takpark anlagts med en yta om totalt 27 000 kvadratmeter, vilket gör den till en av världens största (se figur 4) (Landskapsgruppen, u.å.). Växtligheten varierar mellan sedumkullar, vårlöksängar, perennplanteringar och enstaka större buskar, och formspråket har beskrivits som "svepande, öppet och kantigt". Besökare av shoppingcentret har möjlighet att promenera runt på taket och blicka ut över Malmö och Öresund. Till följd av sin utformning och de värden som taket genererar tilldelades takparken Scandinavian Green Roof Awards 2013.



Figur 4. Köpcentrumet Emporia i Malmö. Av David Castor, 2014, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emporia%E2%80%93flygbild_06_september_2014-2.jpg. CC0.

Greenhouse, som har beskrivits som Malmö's Kommunala Bostadsbolags (MKB) stora satsning, är beläget i Ekostaden Augustenborg i Malmö. Denna stadsdel inkluderar omfattande satsningar för att öka den sociala, ekonomiska och ekologiska hållbarheten och ett grönt tak är en del av lösningen (Månsson & Persson, 2020). Samtliga av de boende har tillgång till den gemensamma intensiva takträdgården om totalt 200 kvadratmeter, vilken rymmer växthus och erbjuder gemensamma odlingsmöjligheter (se figur 5) (MKB Fastighets AB, u.å.). Taket har således ett rekreativt värde för de boende och uppmuntrar till umgänge.



Figur 5. Takträdgård på Greenhouse, Augustenberg, Malmö. Av L.G Foto, Leif Gustavsson. Hämtad 2021-05-11 från <https://greenroof.se/greenhouse/>. Använd med tillåtelse.

Förutom ovan nämnda exempel så finns det fler gröna tak i Augustenborg i Malmö (se figur 6). Bland annat Augustenborgs Botaniska trädgård, som internationellt har varit en framstående anläggning under de senaste 20 åren (Månsson & Persson, 2020). Med en total yta på över 9500 kvadratmeter rymms enklare extensiva tak blandat med blomsterängar och prydnadsträdgårdar. Dessutom finns inspirationsträdgårdar för urban biodiversitet och stadsodling (Scandinavian Green Roofs Institute, u.å.a).



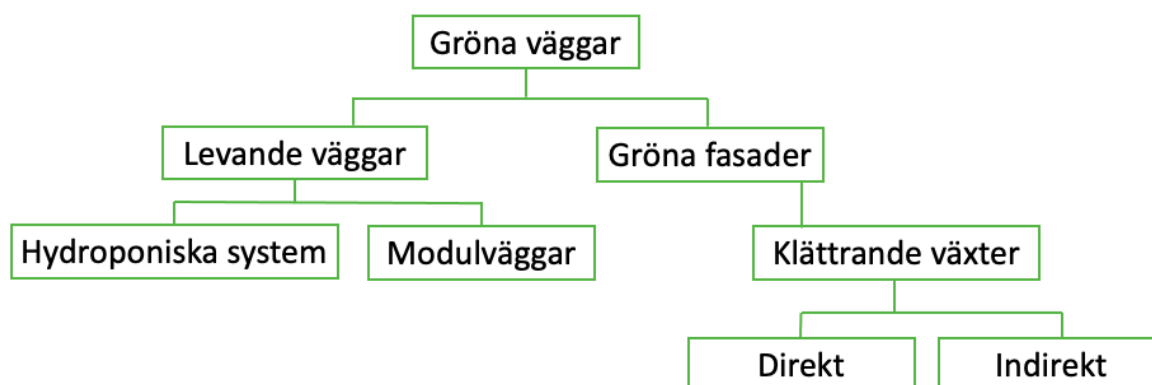
Figur 6. Augustenborgs Botaniska Trädgård. Av Scandinavian Green Roof Institute AB (u.å.b). Hämtad 2021-05-11 från <https://www.tib.se/artiklar/augustenborgs-taktraedgaard/>. Används med tillåtelse.

2.2 Gröna väggar

Gröna väggar är en platseffektiv metod för att få in mer grönska i staden, utan att hamna i konflikt med markanvändning. Grönklädda väggar är inget nytt koncept, utan har länge använts för att öka mängden grönska och växter i tätbebyggda städer. Traditionellt sett har klätterväxter som exempelvis murgröna använts, men nu har en mer komplex lösning med levande väggar börjat användas (Boverket, 2019c). Växterna är då planterade i ett system som är konstruerat på väggen, vilket är en typ av lösning som är särskilt vanliga i europeiska länder som Frankrike och Tyskland (Karlsson & Andersson, 2014). I Sverige däremot är tekniken inte lika väletablerad. De flesta levande väggarna finns idag inomhus i köpcentrum, kontor och andra offentliga miljöer. Utomhus är tekniken fortfarande relativt ny och det är främst under de senaste åren som antalet projekt med levande väggar har ökat.

Babylons Trädgård anses ofta vara föregångaren till de gröna väggarna med sina hängande växter och gröna terrasser (Bertilsson, 2009). Sedan dess har många väggar täckts med vinstockar och klätterväxter, särskilt i medelhavsområdet där växterna har haft en kylande effekt på soliga dagar och isolerande skydd mot vind och kyla. Den franska botanisten Patrick Blanc sägs vara uppfinnaren av den moderna typen av levande väggar, efter att han år 1988 beklädde en vägg på muséet för vetenskap och industri i Paris (Gandy, 2010).

Det finns flera benämningar för begreppet gröna väggar: växtväggar, vertikala trädgårdar, levande fasader med flera (Weinmaster, 2009). Samtliga begrepp innebär generellt att hela eller en del av väggen är klädd i någon form av växtlighet, men konstruktionen bakom kan variera. I denna rapport kommer dock samtliga väggmodeller att benämnas under begreppet gröna väggar när de diskuteras mer generellt. Väggarna kan delas in i kategorierna: hydroponiska system, modulväggar och klättrande växter, vilket illustreras i figur 7. Hydroponiska system och modulväggar går ofta under det gemensamma namnet levande väggar, medan väggar där växterna klättrar direkt på fasaden, alternativt på spända vajrar eller nät, benämns som gröna fasader (Nilsson, 2013). För- och nackdelar med de olika väggtyperna beskrivs mer ingående i kapitel 4.2.1.



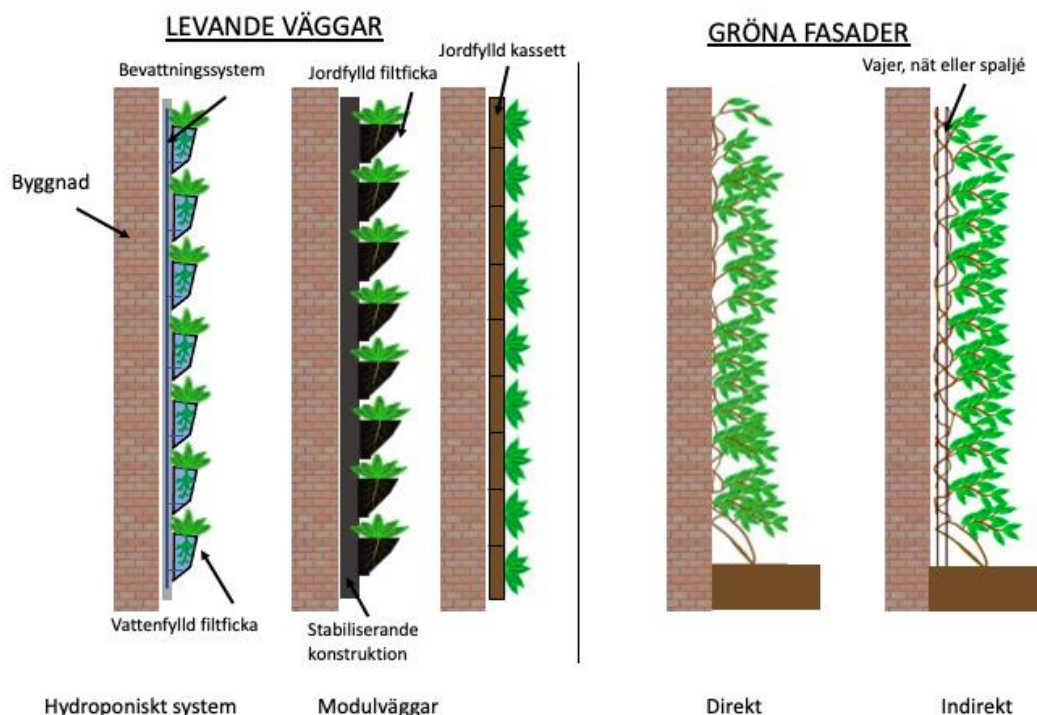
Figur 7. Schematisk bild över uppdelningen av gröna väggar.

2.2.1 Olika typer av gröna väggar

Definitionen av hydroponiska system, vilket är en typ av levande vägg, är att ingen jord behöver användas då växterna endast livnär sig på vatten och näringsämnen (*“Hydrokultur”*, u.å.). Systemen består av moduler som fästs utanpå väggens befintliga fasad. Modulerna är uppbyggda med regler av antingen trä, aluminium eller rostfritt stål och består av flera olika lager som alla fyller en viss funktion. Den viktigaste funktionen är att reglarna skapar en luftspalt mot den befintliga fasaden, vilket hindrar eventuell fukt från växterna att tränga in i fasaden. Luftspalten bidrar även till att snö och regn som tar sig in bakom väggen får möjlighet att torka (Nilsson, 2013). Förutom en ram och regler består väggen av ett hårt plastskikt som ger styvhet till strukturen och gör den vattentät, samt två lager av filtväv. I det yttre filtlagret skärs fickor ut där frön, sticklingar eller odlade växter placeras. Filtlagren har hög kapillärförmåga för att vattnet lätt ska kunna förflyttas och tas upp av växterna, samt för att rötterna ska kunna spridas genom materialet. Ett automatiskt gödslings- och bevattningssystem är konstruerat över hela väggen, vilket är kopplat till en pump som pumpar ut näringsämnen till växterna. Många system anpassar mängden vatten och näringsämnen efter rådande klimat och väderförhållanden för att växterna ska få optimal chans till överlevnad (Gandy, 2010).

I kategorin levande väggar ingår även väggar som är uppbyggda av moduler där odlingsmediet utgörs av olika typer av substrat, vanligen blomjord, torv eller mossa (Fernández-Cañero et al., 2018). Strukturen på konstruktionen kan variera mellan stål, plast och gummi och består av lutande lådor som staplas ovanpå varandra, alternativt större vertikala kassetter med hål som växterna planteras i (Boverket, 2019c). Substratet packas direkt i behållaren som har små avrinningshål, eller i en vattengenomsläpplig syntetfiberpåse, för att överflödigt vatten på så sätt ska kunna rinna ur behållarna. Alla moduler är sammankopplade och förankrade på väggen, alternativt kan lådan hängas på ett metallgaller. Modulsystemet möjliggör således att enskilda odlingsbehållare kan tas bort för underhåll eller omplantering. Många modulväggar är utformade med automatiskt bevattningssystem, likt de hydroponiska väggssystemen, samt med en droppränna längst ner för att ta tillvara på överflödigt vatten från jorden och växterna. Om det finns vegetation på marken under den gröna väggen är dock inte dropprännan nödvändig, men i andra fall minskar rännan risken för att den bakomliggande konstruktionen ska fuktskadas samt uppkomst av halkriskområden (University of Melbourne, u.å.).

Till kategorin gröna fasader hör de traditionella klättrande växterna som genom historien har täckt många väggar. De gröna fasaderna kan delas in som direkt klättrande och indirekt klättrande. De växter som klättrar direkt på fasaderna med hjälp av sin växtkraft ingår i kategorin direkt klättrande växter. I de fall då växterna klättrar upp längs med vajrar, nät eller spaljéer och där det finns en luftficka mellan växterna och väggen, benämns som indirekt klättrande växter. Till skillnad från de levande väggarna utgår klättrande växter från en plantering på marken eller en odlingslåda, och klättrar sedan högre upp i takt med att de växer (Besir & Cuce, 2018). Många växter har dock en maximal höjd på 20 meter, och för att täcka en större yta kan växterna därför planteras i olika nivåer från exempelvis balkonger (Bertilsson, 2009). Figur 8 illustrerar en övergripande bild över de olika gröna väggarna.



Figur 8. Översiktsbild som illustrerar de olika typerna av gröna väggar. (Modifierad från (Bustami. R. A., et al., 2018, s.227)).

2.2.2 Val av växter

Den stora utmaningen med gröna väggar är valet av växter eftersom det nordiska klimatet varierar under året (Dellborg, 2014; Mårtensson et al., 2015; Rolff, 2013). Växterna utsätts för sol, regn och snö, men även stora temperaturskillnader, vilket är påfrestande för växterna. Vid särskilt kalla vinterdagar riskerar de dessutom att frysa sönder, och växternas överlevnad under vinterhalvåret anses vara en av de största utmaningarna. Ett alternativ för att öka växternas chans till överlevnad är därför att plocka ner modulerna och förvara dem inomhus under den kallaste perioden (Mårtensson et al., 2015). Denna strategi bör dock undvikas i största möjliga mån om samma estetiska uttryck önskas året om. Klimatet varierar stort i Sverige och därför är en grundlig undersökning för just den specifika platsen viktig för att skapa en frodig och levande vägg som håller över tid.

De växter som anses ha bäst chans att överleva ett nordiskt klimat är så kallade städsegröna växter (se ordlista) (Karlsson & Andersson, 2014). Denna typ av växter behåller sina blad året om och är därför hållbara och ger ett önskat estetiskt uttryck över tid. Exempel på sådana växter som anses passande för levande väggar är klätterbenved, flocknäva, skugggröna och backnejlika (se figur 9 och 11). För gröna fasader bör växterna vara snabbväxande och med klättrande egenskaper. Därför är växter som murgröna, rådhushusvin och pipranka lämpliga att använda (se figur 10 och 12).

2.2.3 Exempel på gröna väggar i Sverige

I Sverige har antalet gröna väggar ökat de senaste åren, men med varierande resultat. I följande avsnitt följer exempel från de olika kategorierna på lyckade gröna väggar runt om i Sverige. Exempel på gröna väggar i Göteborg är i dagsläget få och därför ges även exempel från andra städer i Sverige.

På Sundstorget i Helsingborg installerades år 2013 en hydroponisk grön vägg på ett pumphus (se figur 9) (Boverket, 2019d). Väggens syfte är att bidra med ett grönt tillskott på ett annars hårt och kargt torg med lite grönska. Många människor passerar platsen varje dag och undersökningar visar att den gröna väggen gör stor skillnad för hur torget upplevs. Väggen är uppbyggd med förödlade kassetter av mineralull som är fyllda med vatten och näring, och totalt är nästan 4000 växter planterade tätt omkring varandra. Utmaningen på platsen är att byggnaden är rund, vilket leder till att växtväggen är vänd åt tre olika väderstreck. Utformningen har krävt platsspecifika lösningar vad det gäller både växtval och bevattningsmängd.



Figur 9. Bild över den hydroponiska väggen på Sundstorget i Helsingborg. Av Eva Lie (u.å.). Hämtad 2021-05-11 från <https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/planering-och-utveckling/natur-och-kultur/vertikala-tradgardar/>. Använd med tillåtelse.

På Stadsbyggnadskontoret i Göteborg har en indirekt grön vägg installerats för att öka grönskan i området (se figur 10) (Boverket, 2019d). Här har ett vadersystem använts kombinerat med armeringsnät med hopp om att växterna ska täcka väggen både i sidled och höjdd. På taket har dessutom ett tjockare parti klätterväxter planterats, vilka hänger ner och möter växterna som klättrar uppåt. Växterna är planterade i planteringskärl och de växter som har använts är bland annat murgröna, humle och rostvin. Vissa delar av platsen är relativt vindutsatt, vilket har resulterat i att dessa delar har vuxit lite långsammare mot andra delar av fasaden.



Figur 10. En bild över den indirekta gröna vägg som installerats på stadsbyggnadskontoret i Göteborg. Av: Jonathan Malmberg. Hämtad 2021-05-11 från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/ex_vaggar/. Använd med tillåtelse

År 2016 uppfördes en av Skandinavians nordligaste gröna väggar i full storlek i Påvel Snickares Gränd i Uppsala (se figur 11) (Boverket, 2019d). Väggen är en modulvägg som stod inför utmaningen att klara temperaturer mellan -30 och +30 grader. För att hålla nere underhållskostnaderna måste väggen vara estetiskt tilltalande, både med och utan växter. Därför är kassetterna roströda och lätt vågformade med en ljussättning som lyser upp väggen inifrån. Växterna är väl utvalda så att de växlar färg under nio månader om året. Vissa växter tillåts dock vissna på vintern då de har en särskilt vacker blomning på sommaren.



Figur 11. En bild över modulväggen i Påvel Snickares Gränd i Uppsala. Av Per Lundström. Hämtad från 2021-05-11 från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/ex_vaggar/. Använd med tillåtelse.

På polishuset i Davidshall i Malmö har växten rådhushvin sedan många år klätt fasaden när den direkt har klättrat upp längs det fem våningar höga huset (se figur 12) (Boverket, 2019d). Huset invigdes 1934 och tillsammans med dess gröna fasad som på hösten skiftar färg till rödgrön, är det ett blickfång på Malmöns gator. Trots att rådhushvinet klättrar på en putsad fasad har underhållet varit relativt litet. Under de senaste tio åren har det endast krävts en större skötselinsats per år, och då beskärs växterna kraftigt kring husets stuprör och fönster.



Figur 12. En bild över den direkta gröna fasaden på Polishuset i Malmö. Av Jorchr 2006, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Davidshallstorg,_Malm%C3%B6.jpg. CC BY-SA 3.0.

2.3 Ljud och Buller

Ljud och buller är ett vanligt och växande problem i städer runt om i världen och har stor påverkan på människors hälsa (World Health Organization [WHO], 2011). Buller har en negativ inverkan på den mänskliga hälsan i form av försämrad sömn, tinnitus, sämre inlärningsförmåga samt försämrad prestation. WHO (u.å.a) har klassat buller som det främsta olägenheten i bebyggd miljö i Europa och långvarig bullerexponering har även visats kunna öka risken för att drabbas av hjärt- kärlsjukdomar. I Sverige är buller och höga ljudnivåer den miljöstörning som påverkar flest människor: 20 % av befolkningen uppskattas dagligen utsättas för trafikbullernivåer över den högst tillåtna dygnsekvivalentnivån (Folkhälsomyndigheten, 2020).

Ljud är i regel sammansatt av flera frekvenser med olika ljudnivåer. Vid mätning av ljud mäts frekvens med enheten Hertz [Hz], och ljudstyrkan med enheten decibel [dB] (Folkhälsomyndigheten, 2019). Ljud delas vidare in i tre kategorier: lågfrekventa, normalfrekventa och högfrekventa, och det mänskliga örat kan uppfatta ljud med frekvenser mellan 20–20000 Hz. Lågfrekventa ljud med lång våglängd är svårare att dämpa och sprids lättare genom golv och väggar, vilket gör att människan kan uppfatta dessa ljud lättare, även på stora avstånd (Folkhälsomyndigheten, 2019). Även lågfrekventa ljud under

hörtröskeln kan ge negativa hälsoeffekter och upplevs starkare än motsvarande ökning i dB vid högfrekvent ljud.

De vanligaste bullerkällorna i urbana miljöer är trafik, industri och verksamheter, där trafikbuller kan delas upp i buller från väg-, spår- och flygtrafik (Boverket, 2020b). I en rapport som WHO (2011) har sammanställt, har det gjorts en uppskattning över hur stor förlusten i levnadsår är för populationen i Europa. För beräkningarna har *disability-adjusted life years* (DALY:s) använts. DALY:s är summan av potentiella år av liv som gått förlorat på grund av förtida död eller de år av livet en individ spenderar med försämrad hälsa eller funktionsnedsättningar, till följd av buller. WHO (2011) uppskattar vidare att påverkan från buller i västra Europa leder till att förlorade DALY:s är 61 000 år för hjärtsjukdomar, 45 000 år för kognitiva funktionsnedsättningar hos barn, 903 000 år för sömnstörningar och 22 000 år för tinnitus. Sammanlagt förloras således minst 1 miljon levnadsår i god hälsa varje år på grund av trafikrelaterat buller.

2.3.1 Växters påverkan på buller

Växter kan användas till att sänka höga ljudnivåer i den urbana miljön på flera sätt, eftersom grönska kan verka som ljuddämpande material och på så sätt absorbera ljud (Boverket, 2019e). Växterna bryter även ljudvågorna genom diffusion när ljudet studsar mot ytan, vilket leder till att ljudnivån dämpas. Vidare bör växterna ha en tät vegetation med ett luftigt och ojämnt substrat för att underlätta diffusionen och ge bästa effekt. Även markytan har stor betydelse. Hård mark som asfalt, glas och vatten reflekterar ljud jämfört med mjuka ytor, som exempelvis gräs, skog, åkermark och annan växtlighet (Göteborgs Stad, 2016). Mjuka ytor absorberar ljud och kan på så sätt bidra till att sänka ljudnivåerna i urbana miljöer. Studier har även visat att grönska i nära sammankoppling till bostäder i form av gröna parker, leder till en lägre nivå av störning från ljud och buller hos människor, trots att grönskan inte haft bullerreducerande effekt (Li, Chau & Tang, 2010).

2.4 Luftkvalitet

Försämrad luftkvalitet är ett stort problem i städer, eftersom partiklar och avgaser från trafik har stor påverkan på den mänskliga hälsan (Boverket, 2019f). Enligt WHO (u.å.b) orsakas en stor andel av de dödsfall och sjukhusinläggningar som sker i europeiska städer av luftföroreningar. Luftföroreningar har exempelvis visats leda till hjärt- och kärlsjukdomar, luftvägssjukdomar, förkortad livslängd samt kunna påverka utvecklingen och funktionen hos barns lungor (Naturvårdsverket, 2020b). Dessa negativa effekter kan dock reduceras genom att bland annat kontrollera luftföroreningarna i utomhusmiljön (WHO, u.å.b).

I Sverige gäller luftkvalitetsförordningen, där det finns miljökvalitetsnormer som ska följas enligt plan- och bygglagen (SFS 2010:477). I luftkvalitetsförordningen finns vidare information om hur höga halter partiklar och andra föroreningar som får finnas i bebyggda miljöer. För utomhusluft finns direktiv för partiklar med storleken 2,5 mikrometer (PM_{2,5}) och 10 mikrometer (PM₁₀). Luftföroreningar i städer består av flera olika ämnen och partiklar, exempelvis kolmonoxid, kolväten, kväveoxider, marknära ozon, partiklar, svaveldioxid och metaller (Naturvårdsverket, 2020c). De luftföroreningar som skapar flest hälsoproblem är företrädesvis partiklar, då de främst påverkar andningsorganen.

2.4.1 Växters påverkan på luftkvalitet

Som tidigare beskrivits är luftkvalitet ett stort problem i de flesta stora städer idag, men genom att öka andelen växter i urbana miljöer kan luftkvaliteten förbättras (Boverket, 2019g). Växter har visats kunna minska halten skadliga luftföroreningar på flera sätt, dels genom att binda partiklarna till bladen, dels då växter tar bort gasformiga luftföroreningar via absorption genom klyvöppningarna (Tomsona et al., 2020). Växter förbättrar således luftkvaliteten genom att partiklar fastnar på bladen genom diffusion och sedimentation, och sedan spolats ner till marken med regnvattnet (Ghazalli et al., 2018). Växter har vidare visat olika grad av upptagningsförmåga av luftpartiklar, vilket i sin tur beror på vädret eller vilka karaktärsdrag växten har. Exempel på sådana karaktärsdrag är bladstorlek, växtens struktur och höjd. Växter kan även genom fotosyntes minska koldioxidhalten, och på så vis bidra till en hälsosammare luft. Även om anläggning av gröna tak och väggar i städer inte är en lösning på samtliga utmaningar i urbana miljöer, har flera studier visat på att gröna husytor kan bidra till förbättrad luftkvalitet i stadsmiljöer. Urban grönska behövs för att hantera problemet med luftföroreningar i städer och gröna husytor är ett bra komplement till grönska på marken, då de kan placeras på annars outnyttjade ytor.

2.5 Dagvattenhantering

Gröna tak får mer och mer uppmärksamhet som ett verktyg för att hantera ökade regnvolymer och medföljande överbelastningar i avloppssystemet, till följd av klimatförändringar. I nedanstående delkapitel beskrivs olika avloppssystem samt varför problem med dagvattenhantering på grund av utdaterade avloppssystem kommer finnas kvar länge i framtiden. Vidare förklaras begreppet bräddning och slutligen beskrivs alternativa metoder för hur hållbar dagvattenhantering kan uppnås.

2.5.1 Olika avloppssystem och bräddning

I utvecklade länder finns det sedan lång tid tillbaka två olika sorters avloppssystem som dominerar: kombinerade system och duplikatsystem. Kombinerade system uppfanns först, och transporterar både dagvatten och spillvatten från hushåll och industrier i en gemensam ledning till reningsverk. Idag består dock de flesta ledningarna av duplikatsystem, som har separata ledningar för dagvatten och spillvatten.

Kombinerade system byggdes flitigt i landet fram till 1950-talet, men började sedan ifrågasättas (Svenskt Vatten, 2007). Kombinerade system har vissa fördelar: dels är de mycket billigare att anlägga eftersom systemen endast kräver en ledning för alla typer av vatten, dels på grund av att dagvattnet passerar stadens reningsverk. Problemet med kombinerade system är dock att de kan överbelastas vid intensiva regn, vilket gör att både dagvatten och spillvatten från hushåll behöver avledas till närmsta vattendrag utan behandling, vilket kallas bräddning. Bräddning sker för att undvika översvämningar i bland annat källare. Problemet med bräddning är att det kan medföra katastrofala effekter på närliggande ekosystem (Mailhot et al., 2015). Spillvatten behöver främst behandlas för att avlägsna patogener och partiklar, grovt material som spolats ner, näringsämnen som kväve och fosfor för att förhindra övergödning samt organiska ämnen för att förhindra syrebrist i vattendrag. Dagvatten behöver också behandlas, eftersom det samlar på sig föroreningar från stadens ytor. Dessa föroreningar inkluderar tungmetaller från bromsavlagringar (Luleå Tekniska Universitet, 2016), miljöfarliga kolväten från bränsleförbränning, slitage från bildäck (Naturvårdsverket, 2020d), bensin- och oljeläckage samt allmänna föroreningar från stadens gator.

Efter att kombinerade avloppssystem började ifrågasättas under 1950-talet, började duplikatsystem istället anläggas vid utbyggnad av ledningsnätet (Svenskt Vatten, 2007). Duplikatsystem har separata ledningar för dagvatten och spillvatten, vilket innebär mindre belastning på reningsverken då dagvatten inte behöver lika intensiv behandling. Dagvatten kan istället renas i mindre och lokala anläggningar innan det släpps ut (Göteborgs Stad, 2021a). Duplikatsystem säkerställer även att spillvatten i princip alltid behandlas i reningsverk. Tidigt fattades beslut om att även befintliga kombinerade system skulle byggas om och separeras, men under 1970-talet växte motståndet mot denna åtgärd eftersom kostnaderna inte ansågs stå i proportion med miljönyttan (Svenskt Vatten, 2007). Alternativa metoder som utjämningsmagasin för att minska flödestoppar i kombinerade system ansågs mer kostnadseffektiva än att separera ledningarna, och av den anledningen finns fortfarande många kombinerade system kvar än idag. Åtgärder för att minska flödestoppar och bräddning började vidtas för länge sedan, men trots dessa åtgärder bräddas fortfarande stora volymer vatten årligen.

2.5.2 Hållbar dagvattenhantering

För att uppnå hållbar dagvattenhantering har det rekommenderats att använda en kombination av innovativa åtgärder (Barbosa et al., 2012). Anledningen till att regn- och smältvatten överhuvudtaget behöver avledas i städer beror på den stora mängden hårdgjorda ytor i urbana miljöer, vilka inte tillåter vattnet att naturligt infiltrera ner i marken. Vattnet rinner istället snabbt ovanpå hårda ytor och skapar stora flödestoppar när en stor del av allt vatten kommer på samma gång. Att öka mängden jord och grönytor i städer kan därför vara ett effektivt sätt att hållbart förbättra dagvattenhanteringen och minska risken för bräddning.

Hållbar dagvattenhantering bör utformas för att minska vattenhastigheten innan det når vattendrag, tillhandahålla konstruerade eller naturliga områden för uppsamling och fördröjning av vatten, tillåta infiltration i mark samt tillåta evapotranspiration (se ordlista) från mark, ytvatten och vegetation (Chalmers tekniska högskola, 2021). Grönområden som parker möjliggör att en stor andel av vattnet kan infiltreras ner i marken, vilket medför en naturlig vattenbalans likt den vid icke exploaterade områden (Walsh et al., 2016). Gröna ytor i allmänhet kan därmed suga upp vattnet ungefär som en svamp, eller åtminstone fördröja avrinningen och därmed minska flödestoppar.

2.6 Fallstudie i Göteborg

Med en årlig tillväxt om 7000 nya invånare är Göteborg en expansiv storstad (Göteborgs Stad, u.å.a). År 2035 förväntas invånarantalet ha ökat med 115 000 personer, vilket ställer krav på stadens fortsatta stadsutveckling. Följande kapitel ligger till grund för den fallstudie som genomfördes i Göteborg, och redogör för de problem som staden står inför gällande buller, luftkvalitet och dagvattenhantering samt de åtgärder som Göteborgs Stad vidtar för att bli en hållbar stad.

2.6.1 Åtgärder för en hållbar stad

I Göteborgs Stads nya översiktsplan, som under våren 2021 ligger ute för granskning, beskrivs de nya huvudstrategierna för hur staden på lång sikt ska utvecklas som nära, sammanhållen och robust (Göteborgs Stad, u.å.b). Med avstamp i dessa strategier ska Göteborgs Stads mål om “en hållbar stad - öppen för världen” uppnås. Strategierna syftar till att stadens invånare ska ha god tillgång till de faciliteter som krävs för att vardagslivet ska gå ihop, och att det ska vara lätt att röra sig i staden. Vidare

ska staden vara sammanhållen med ett offentligt rum som är tillgängligt för alla, samtidigt som staden ska vara robust och på så vis kunna motstå följderna av ett klimat i förändring.

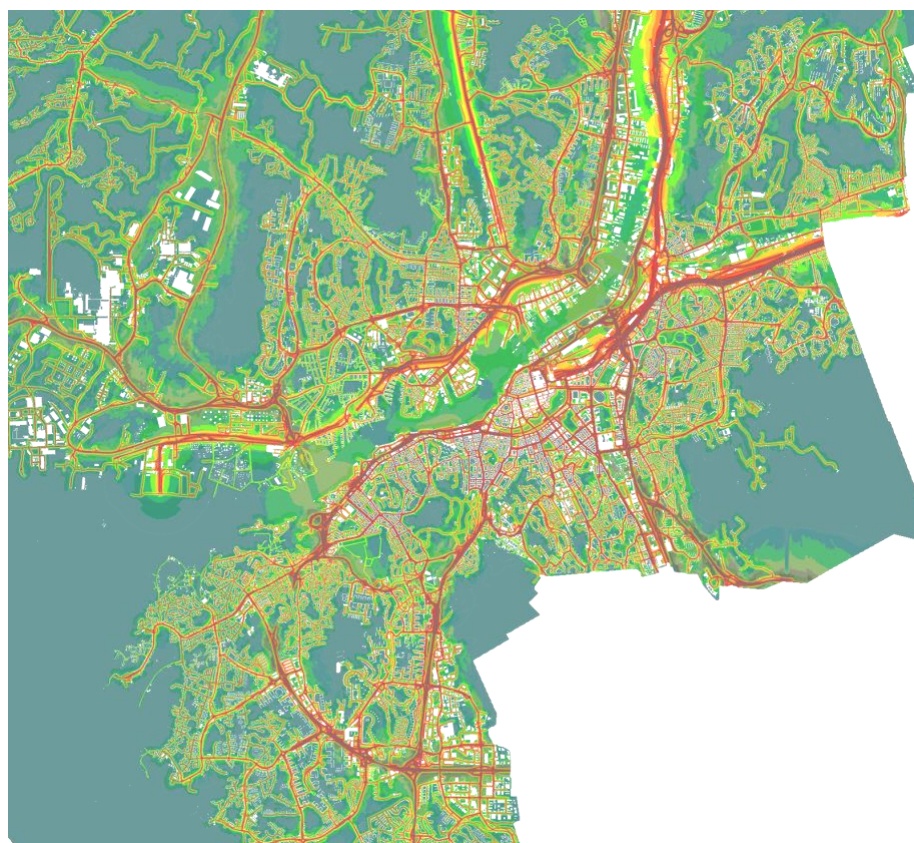
Översiktsplanen beskriver vidare att 80 % av Göteborgs expansion av bostäder kommer ske i inner- och mellanstaden (Göteborgs Stad, u.å.b), vilket kommer resultera i en tätare och mer kompakt stadsstruktur. I kombination med denna förtätning måste staden utvecklas så att luftkvalitet, buller och ökade dagvattenmängder kan hanteras på ett hållbart sätt. Vidare beskrivs vikten av grön infrastruktur för att bevara de ekologiska, likväl som de sociala värdena kopplade till grönområden. Göteborgs Stad har därför tagit fram en grönstrategi, vilken innefattar mål och strategier för hur staden ska kunna förtätas, men samtidigt bibehålla stora gröna kvaliteter (Göteborgs Stad, u.å.c). Dessutom har Göteborgs Stad även ett mål om att uppnå en god bebyggd miljö som ska "bidra till en god livsmiljö där resurser nyttjas på ett hållbart sätt". I detta mål innefattas bland annat en god bebyggelsestruktur med en variation av grönområden och bebyggelse samt en god ljudmiljö, vilka är delmål som idag inte anses uppnås (Göteborgs Stad, u.å.d). Varken i den nya översiktsplanen eller grönstrategin nämns gröna tak och väggar, trots att de har beskrivits som två av de mest strategiska verktygen för att uppnå hållbara och resilienta städer (Cristiano et al., 2021).

När Göteborg växer kan det uppstå konkurrens om ytan i innerstaden, samtidigt som vikten av de gröna värdena är avgörande för att uppnå målet om att bli den hållbara stad som Göteborgs Stad eftersträvar (Göteborgs Stad, u.å.e). För att stärka och möjliggöra fler ekosystemtjänster i staden använder sig Göteborgs Stad av grönytefaktorn som ett verktyg för att säkerställa en hållbar framtid. Exempel på ekosystemtjänster Göteborgs Stad lyfter fram som särskilt viktiga är att grönska dämpar buller, renar luft, skapar naturliga miljöer för viktiga pollinerande insekter som exempelvis bin samt ökar människors livskvalitet och hälsa. Grönytefaktorn används som ett mått på hur mycket ekosystemtjänster som ett område kan ge och målet är att garantera en särskild mängd grönyta i ett exploaterat område. Göteborgs Stad kan sätta mål och krav för grönytefaktorn på en specifik plats för att öka mängden grönska i området. I de områden där grönytor saknas kan det behöva tillföras exempelvis träd och blomsterrabatter, men även gröna tak och väggar kan vara lämpade att använda i dessa områden. Oavsett är det viktigt att utgå från platsens förutsättningar och behov för att hitta de åtgärder som är bäst lämpade och mest effektiva. Många gånger leder en grön lösning till att andra miljöutmaningar kan hanteras, vilket medför att kostnader till viss del kan minskas och att andra kvaliteter i området ökar.

Göteborgs Stad har möjlighet att reglera grönytefaktorn i både plan- och exploateringsprojekt men även genom markanvisningsavtal och genomförandeavtal (Göteborgs Stad, 2018a). Om kommunen äger marken ska grönytefaktormodellen användas och om kommunen inte äger marken bör åtgärder beskrivas, alternativt frivilligt regleras, i avtal med exploatör eller markägare. För att undvika allt för mycket detaljstyrning får exploatörer själva välja vilka sorters gröna ytor som ska användas samt deras storlek. Kravet är endast att den sammanlagda funktionen av ytorna ska uppnå det uppsatta målet om en specifik grönytefaktor, samt anpassas efter platsens utmaningar. För att underlätta utförande används ett beräkningsformulär som tar hänsyn till arean av området, delytors eko-effektiva areor, platsens miljöutmaningar samt vilka ekosystemtjänster som kan tillföras området.

2.6.2 Ljud och buller i Göteborg

Problematiken kring ljud och buller är uppmärksammat i urbana miljöer och därför har Europeiska unionen (EU) uppmanat till kartläggning av bullernivåer i stadsmiljön (WHO, 2011). I Göteborg har bullerkartor skapats för att visualisera vilka delar av staden som utsätts för störst bullerexponering, se figur 13 (Miljöförvaltningen, 2018). Figuren illustrerar trafikbullernivåer under 2018 och åskådliggör att bullernivåerna är som högst längs de mest trafikerade fordonsledare runt och genom Göteborg, exempelvis E6:an, E20:an, E45:an, Västerleden och Dag Hammarskjöldsleden.



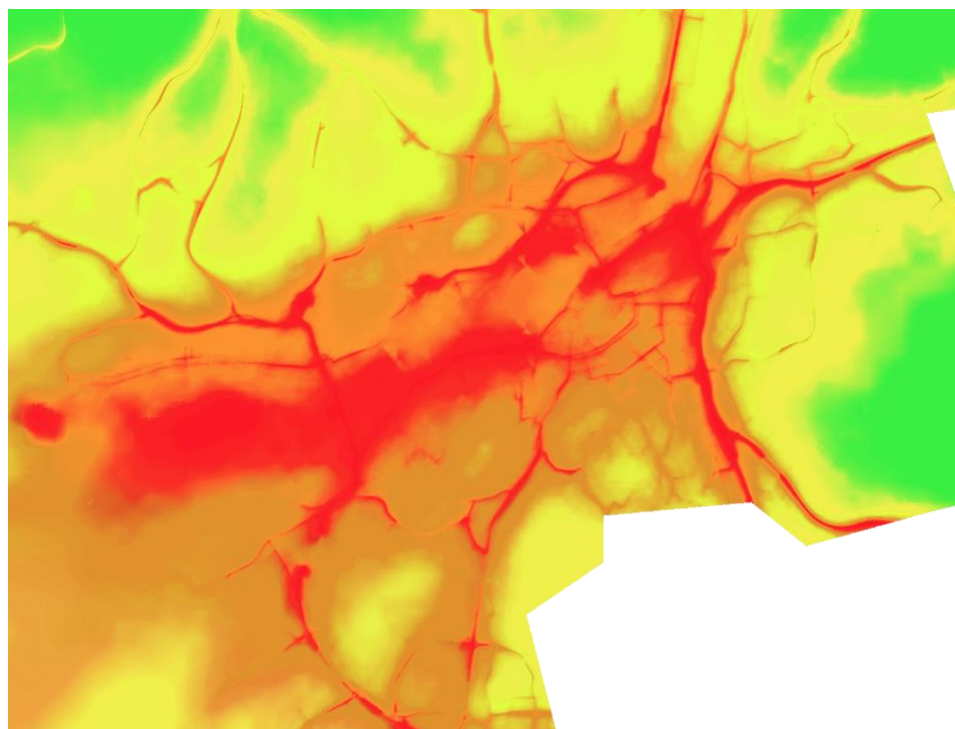
Figur 13. Bullerkarta över Göteborg från trafik 2018. Hämtad 2021-05-11 från <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>. Använd med tillåtelse.

För att reducera höga ljudnivåer har det i Sverige och Göteborg tagits fram riktlinjer, vilka följer förordningen som ingår i Plan- och bygglagen (Boverket, 2020b). Dessa riktlinjer baseras på den ekvivalenta ljudnivån som vägs med människan i fokus, vilket även kallas A-vägning och förkortas dBA. Enligt de svenska riktlinjerna bör buller från vägar och spårtrafik inte överskrida 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid en bostadsbyggnads fasad, respektive 50 dBA och 70 dBA maximal ljudnivå vid en uteplats i anslutning till en byggnad. Data från European Environment Agency (EEA) (2020) beskriver att 113 miljoner människor i Europa blir påverkade av kontinuerligt trafikbuller med ljudnivåer på eller över 55 dBA. Beräkningar som genomfördes i Göteborg visar vidare att cirka 137 100 av stadens invånare exponeras för dygnsekvivalenta ljudnivåer på 55 dBA eller högre, orsakade av trafikbuller (Göteborgs Stad, 2020). Enligt miljöförvaltningen beräknas cirka 1700 friska levnadsår gå förlorade varje år i Göteborg på grund av omgivningsbuller, och den samhällsekonomiska kostnaden orsakad av bullerexponering från vägtrafik uppgår varje år till cirka 1,5 miljarder kronor.

Ljudmiljön i Göteborg påverkas negativt som en konsekvens av att staden byggs allt tätare, och på grund av att mängden hårdgjorda ytor ökar. Genom att öka andelen gröna tak och väggar i urbana miljöer kan bullernivåerna reduceras och på så sätt bidra till en bättre boendemiljö för stadens invånare (Pérez et al., 2016; Shafique et al., 2018). För att minska de negativa effekterna av en ökad bullernivå har Göteborgs Stad tagit fram ett åtgärdsprogram mot buller (Göteborgs Stad, 2018b). I programmet nämns det att gröna tak och andra mjukgjorda ytor ska testas och utvärderas utifrån huruvida de är lämpade som bullerreducerande åtgärder i staden.

2.6.3 Luftkvalitet i Göteborg

Enligt centrum för arbets- och miljömedicin (2018), orsakar partikelföroreningar i Göteborg cirka 300 förtida dödsfall per år. De stora källorna till luftföroreningar är framförallt trafik, arbetsmaskiner och industrier. Luftkvaliteten är likt bullerproblemen som värst kring de stora lederna i Göteborg samt kring Göta Älv, vilket illustreras i figur 14.



Figur 14. Karta över luftkvaliteten i Göteborg år 2016. Hämtad 2021-05-11 från <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>. Använd med tillåtelse.

Luftkvaliteten påverkas även av väderförhållanden, exempelvis sänker ofta blåst och regn partikelhalten i luften. Göteborg har framförallt problem med kvävedioxid och PM10, vilka är de enda två kategorierna i miljökvalitetsnormerna som inte uppfylls (Göteborgs Stad, u.å.f). Dock ska det understrykas att även om alla luftföroreningar skulle klara miljökvalitetsnormerna, är det inte säkert att de negativa hälsoeffekterna skulle minskas, eftersom även låga värden kan ha en negativ inverkan. I Göteborg överstegs ett dygnsmedelvärde på 30 mikrogram skadliga partiklar per kubikmeter luft 75 dagar under året 2019 (Ramböll, 2020). För att nå Sveriges miljökvalitetsmål *Frisk luft* får detta värde inte överstigas mer än maximalt 30 dagar per år. Miljökvalitetsmålet skulle vara uppnått 2020, vilket visade sig vara svåruppnått. Mycket till följd av att personbilstrafiken väntas öka med 35 % mellan 2010 och 2030 i Göteborg, trots att det finns satsningar för att minska personbilstrafiken enligt (Hellberg et al., 2014).

2.6.4 Dagvattenhantering i Göteborg

I Göteborg påbörjades år 1866 utbyggnaden av ett modernt avloppssystem, vilket var det kombinerade systemet (Göteborgs Stad, 2019). Idag utgörs ca 25 % av Göteborgs avloppsledningsnät fortfarande av kombinerade system, och resten av duplikatsystem (Wennberg et al., 2017). Vid kraftig nederbörd uppstår bräddning i de kombinerade systemen, vilket leder till att stora volymer orenat vatten släpps ut till naturliga vattendrag, på samma sätt som under 1800-talet.

Kraftiga skyfall, vilka beräknas bli allt vanligare till följd av klimatförändringar, leder till fler överbelastningar av stadens avloppssystem, och därmed fler bräddningstillfällen. En ökande befolkningsmängd medför dessutom att större volymer spillvatten sannolikt kommer finnas i Göteborgs avloppssystem under dessa bräddningstillfällen. Med en volym om 300 liter bräddat spillvatten per person och år, har bräddningen i Göteborg beskrivits som oproportionerligt hög i jämförelse med Stockholm och Malmö (Göteborgs Stad, 2019). Wennberg et al. (2017) sammanställde statistik för bräddvolymer i elva kommuner i en rapport, där de kom till liknande slutsatser. I rapporten framkom det att Göteborg under åren 2012–2014 bräddade ca 4 % av allt spillvatten i ledningsnäten, vilket var överlägset mest jämfört med övriga kommuner i studien, vilken inkluderade bland annat Stockholm, Malmö, Västerås och Helsingborg. Göteborgs Stads åtgärdsprogram för att minska bräddning syftar till att öka kapaciteten på de befintliga kombinerade ledningarna, men med preliminärt föreslagna takten på planerade investeringar kommer åtgärderna inte vara färdigställda förrän under den senare halvan på 2000-talet. Åtgärderna kommer dessutom långt ifrån stoppa problemet med bräddning fullkomligt (Göteborgs Stad, 2019).

Gröna tak har visats kunna reducera över 50 % av den årliga avrinningen från taket (Berghage et al., 2009), och har beskrivits som ett effektivt verktyg för att uppnå hållbar dagvattenhantering i urbana miljöer (Cristiano et al., 2021). I Göteborgs Stads dagvattenhandbok nämns gröna tak kortfattat som positiv och hållbart ur flera synpunkter (Göteborgs Stad, 2010). Dock kunde någon strategi för ökad användning inte hittas i något av kommunens offentliga dagvattendokument som undersöktes i denna studie.

2.7 Miljöklassning

För att visa på ett företags hållbarhetsengagemang kan olika miljöcertifieringar användas, vilka är verktyg som beskrivits som nyckeln till att uppnå ett hållbart samhällsbyggande (Sweden Green Building Council [SGBC], u.å.). Genom att använda ett certifieringssystem visar företaget att hållbarhetsfrågor inkluderas genom hela arbetsprocessen, vilket kan stärka det egna varumärket och öka intresset för det enskilda företaget. Certifieringarna fungerar som en kvalitetssäkring och det finns både nationella och internationella system, som exempelvis Miljöbyggnad 2.0, BRE Environmental Assessment Method (BREEAM) och Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Denna studie fokuserar dock endast på de internationella certifieringssystemen BREEAM och LEED. Gemensamt för de båda är att genom att anlägga gröna tak eller väggar, kan fler poäng erhållas, vilket kan leda till en högre certifieringsnivå.

Ett av de första miljöcertifieringssystem är BREEAM, vilket togs fram under 1990-talet i Storbritannien (SGBC, 2018). År 2013 anpassades certifieringen efter svenska standarder och regler, vilket resulterade i BREEAM-SE, som nu är den version som används på den svenska marknaden. Certifieringen innefattar hårda krav och syftar till att påvisa att byggnaden bidrar till en bättre miljö genom exempelvis

hållbara miljöval och olika tekniska lösningar. Byggnaden och dess miljöprestanda bedöms och poängsätts utifrån olika kategorier, varefter poängen summeras till en totalpoäng som kopplas till en viss betygsnivå. Betygsnivåerna inom BREEAM-SE är i fallande ordning: Outstanding, Excellent, Very good, Good, Pass, Unclassified. Genom att använda detta certifieringssystem möjliggörs en internationell jämförelse med liknande projekt.

Ytterligare ett exempel på ett internationellt certifieringssystem är LEED, vilket beskrivs vara det mest välkända (SGBC, 2020). Detta system utvecklades och lanserades år 1998 av U.S. Green Building Council. I likhet med BREEAM, innefattar LEED ett poängsystem där projektet utvärderas utifrån sju prioriterade mål: att minska klimatförändringar, att förbättra individens hälsa och välbefinnande, att skydda och återställa vattenresurser, att skydda, förbättra och återställa biologisk mångfald, att främja hållbara och regenerativa materialresurser, att etablera en hållbar ekonomi och att öka gemensam livskvalitet. Systemet är uppbyggt på olika kategorier, vilka bland annat innefattar energiförbrukning, materialval med mera. På så samma sätt som i BREEAM kan extrapoäng fås genom att använda innovativa strategier och lösningar, exempelvis gröna tak och väggar, samt genom att uppfylla eventuella regionala prioriteringar. Det finns fyra olika LEED-certifieringar: Certified, Silver, Gold och Platinum. Styrkan med detta system är att det kan användas för alla olika typer av projekt, allt från byggnader till kollektivtrafikanläggningar, stadsområden och även för hela städer.

3. Metod

I följande kapitel presenteras vald metod, vilken bestod av en bred litteraturstudie, samt en fallstudie som innehöll en intervjustudie och platsspecifik litteraturstudie kopplad till Göteborg. I kapitlet beskrivs ingående hur studierna genomfördes. Exempelvis presenteras den litteratur som ingick i litteraturstudien samt vilka respondenter som deltog i intervjustudien. Vidare beskrivs hur en fallstudie i Göteborg genomfördes samt hur insamlade data bearbetades för att kunna besvara studiens syfte och frågeställningar.

3.1 Kvalitativa metoder

Metoden består av kvalitativ forskningsmetodik, då den är baserad på data dels från en litteraturstudie, dels från en intervjustudie (Ejvegård, 2003). Litteraturstudien utfördes för att få den teoretiska kunskap som krävdes för att besvara studiens syfte och frågeställningar, samt för att ta fram ett relevant och konkret underlag till fallstudien som genomfördes parallellt. Enligt Ejvegård (2009) är syftet med en fallstudie att noggrant undersöka en liten del av en större kontext, som sedan får utgöra ett exempel för verkligheten. Fallstudien inkluderade därför en litteraturstudie över stadens styrdokument samt intervjuer med aktörer verksamma i Göteborg. Intervjustudien gav vidare underlag för att kunna besvara rapportens frågeställningar från ett perspektiv som inte gick att finna i litteraturen. Arbetets olika faser illustreras i figur 15.



Figur 15. Schematisk bild över projektets faser.

För att stärka trovärdigheten i forskningsresultat kan det vara fördelaktigt att använda sig av triangulering, vilket innebär att använda sig av flera datakällor eller undersökningsmetoder för att besvara frågeställningen (Heale & Forbes, 2013). Risker att resultatet blir felaktigt eller vinklat av partiska artiklar eller intervjuobjekt kan på så vis minskas. I det här arbetet användes metodtriangulering, vilket innebär att flera undersökningsmetoder användes för att styrka resultatet. Ofta användes även datatriangulering, då flera artiklar eller intervjuobjekt granskades för att undersöka validiteten för olika påståenden.

Triangulering måste inte alltid användas för att visa att ett påstående stämmer, utan kan även användas för att visa var det råder osäkerhet. Exempelvis kunde intervjuobjekt från den offentliga och privata sektorn ofta ha väldigt olika svar på samma frågor. Motsägande eller divergerande resultat är fortfarande värdefulla, då de kan ge ett bredare perspektiv och belysa aspekter som är värda att undersöka närmare i framtiden.

3.2 Bred litteraturstudie

Inledningsvis genomfördes en bred litteraturstudie för att bygga upp en övergripande kunskapsgrund samt för att kunna konkretisera och formulera studiens syfte och frågeställningar. I denna studie användes internationella källor utan specifik geografisk avgränsning, då syftet med den var att skapa en god kunskapsgrund inom ämnet.

De texttyper som användes var bland annat vetenskapliga artiklar, rapporter och webbmateriel från exempelvis Boverket och Svensk Byggtjänst. Såväl primär- som sekundärkällor användes som referenslitteratur till att besvara studiens frågeställningar. Vidare bestod litteraturstudien av både svenska och internationella källor, eftersom majoriteten av befintlig forskning utgörs av internationella publikationer. Dessutom ansågs det fördelaktigt att hämta information från länder och städer som har kommit längre gällande forskning på och användning av gröna husytor.

De sök- och avsmalningsord som användes i litteraturstudien var på både engelska och svenska för ett breddat sökresultat, vilka redovisas i tabell 1. De databaser som användes för att finna litteratur inom önskade områden var Google Scholar och Scopus. Scopus är en tvärvetenskaplig databas som täcker en bred variation av vetenskapliga områden och kan exempelvis hänvisa till relevanta artiklar från både PubMed och ScienceDirect. För att effektivisera litteraturstudien valdes flera sökord ut för att grupperas efter relevans. Genom att använda sökord kunde en avsmalning av relevanta artiklar pekas ut, exempelvis gav sökordet *Green wall* 621 träffar i Scopus. Vidare kunde sökresultatet smalnats av till 46 träffar om avsmalningsordet *Noise* lades till. Användes även avsmalningsordet *Urban areas* smalnades sökresultatet av ytterligare till 14 träffar. Genom korrekt användning av valda sökord i rätt kombination, kunde därför litteratur som inte ansågs vara aktuell filtreras bort.

Tabell 1: Sökord och avsmalningsord till litteraturstudien.

Sökord	Avsmalningsord		
Green walls	Stormwater Dagvatten	Urban areas Tätorter	Air pollutants Luftpartiklar
Living walls	Air quality Luftkvalitet	Europe Europa	Biodiversity Biologisk mångfald
Green roofs	Noise Buller	Sweden Sverige	Health Hälsa
Gröna väggar	Energy Energi	Gothenburg Göteborg	Recreation Rekreation
Gröna tak	Solar Panels Solceller	Temperature Temperatur	Ecosystem services Ekosystemtjänster

3.3 Fallstudie

Som komplement till den breda litteraturstudien genomfördes en mer specifik litteraturstudie, kopplad till Göteborg. I den specifika litteraturstudien användes dokument som åtgärdsplaner, rekommendationer, översiktsplaner och detaljplaner från Göteborgs Stad för att undersöka kommunens inställning till att anlägga fler gröna husytor i staden. Kommunens arbete med dagvattenhantering, buller och luftkvalitet undersöktes också. Detta för att ta reda på om gröna tak och väggar inkluderas eller kan bli en del i kommunens strategier för att stärka dessa ekosystemtjänster i framtiden. Den specifika litteraturstudien hade som syfte att ge relevant information och data kopplat till fallstudien. Då syftet med studien var att undersöka huruvida gröna husytor är lämpliga att använda i Göteborg, applicerades geografiska avgränsningar där källor från Göteborg eller platser med liknande klimat prioriterades.

Fallstudien bestod även av en kvalitativ intervjustudie som bestod av 15 intervjuer med 18 respondenter från såväl den offentliga som den privata sektorn samt en forskare. Enligt Ejvegård (2003) är en intervjustudie ett bra komplement till litteraturstudien för att undersöka exempelvis experters kunskap, tyckanden och uppfattningar inom en disciplin samt samla in data som inte går att finna i litteratur. På grund av den rådande pandemin, Covid-19, genomfördes samtliga intervjuer digitalt över Zoom eller Microsoft Teams. Vidare fastställdes en intervjumall för privata aktörer, en intervjumall för offentliga aktörer och en intervjumall för forskare, vilka återfinns i bilagor 1–3. Intervjumallen anpassades i viss grad till respektive respondent, även om majoriteten av frågorna var återkommande i samtliga intervjuer. Denna anpassning gjordes för att kunna ta vara på deras olika kompetensområden. Efter genomförandet av intervjuerna transkriberades de delar som ansågs relevanta för att besvara uppsatsens syfte och frågeställningar, varefter resultatet sammanställdes för att skapa en god översikt av intervjustudiens resultat (se bilaga 4). Slutligen analyserades och diskuterades resultatet utifrån studiens syfte och frågeställningar.

Varje intervju inleddes med att säkerställa ett godkännande av inspelning från respondenterna med hänsyn till Dataskyddsförordningen (GDPR). Intervjuerna spelades därefter in med hjälp av inbyggda inspelningsprogram på Zoom respektive Microsoft Teams. Vidare ställdes frågan om respondenterna ville vara anonyma eller om de godkände att nämnas vid namn i rapporten. Respondenterna fick även frågan om de ville ha transkriberingen skickad till sig för godkännande och för att eventuellt lägga till saker eller ta bort eventuella missförstånd.

3.3.1 Val av respondenter

Vid urval av respondenter användes personliga kontakter, förfrågningar till relevanta aktörer via mail, samt snöbollsurval. Snöbollsurval bygger på att de personer som intervjuas under första urvalet rekommenderar vilka individer eller företag som kan vara relevanta att intervjua i efterföljande urval (Ghaljaie, 2017). Initialt valdes därför ett antal respondenter ut som sedan fick rekommendera objekt till efterföljande urval. För att få kontakt med respondenter inför det första urvalet användes främst personliga kontakter men även företagshemsidor och LinkedIn.

Då intervjustudiens syfte var att åskådliggöra branschens inställning till gröna husytor och hur den kan skilja sig mellan olika aktörer, ansågs det relevant att intervjua respondenter inom såväl den offentliga som den privata sektorn. För mer bredd och vidgad synvinkel intervjuades även en forskare inom området för hållbar utveckling i den byggda miljön. Det breda urvalet gav intervjustudien en tydligare

bild av hur aktörer inom samhällsbyggnadsbranschen arbetar med gröna husytor, vad de har för erfarenhet gällande ämnet, vad de uppfattar som problematiskt med denna typ av teknik samt huruvida de anser att gröna tak och väggar är relevanta att använda i svenska urbana miljöer.

För att hitta respondenter från den offentliga och privata sektorn kontaktades anställda på Göteborgs Stads Stadsbyggnadskontor (SBK) och flera olika företag kopplade till byggbranschen. Totalt intervjuades 18 respondenter, varav åtta inom den offentliga sektorn, nio inom den privata sektorn samt en forskare, vilket sammanställs i tabell 2.

Tabell 2: Respondenter med beskrivning av titel, expertis, företag och den metod som användes vid urval av respondent.

Respondent	Titel	Expertis	Företag	Urval
Anna Svensson	Processledare Innovation och utveckling	Processledning innovation och utveckling.	Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad	Kontakt
Evelina Eriksson	Miljöplanerare	Grönytefaktorer och hur det påverkar ekosystemtjänster.	Stadsbyggnadskontoret Göteborgs stad	Snöboll
Martin Knappe	Översiktsplanerare Miljö	Expert inom dagvatten och hur det innefattas i planeringen. Kunnig inom ekosystemtjänster.	Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad	Snöboll
Joa Ivarsson	Utvecklingsledare Hållbarhet	Arbetar som utvecklingsledare inom hållbarhet. Lång erfarenhet inom byggutveckling.	Förvaltnings AB Framtiden	Kontakt
Tomas Schäfer	Byggchef	Lång erfarenhet inom byggbranschen som bland annat platschef, projektledare och arbetschef.	ByggVesta AB	Kontakt
Evelina Johansson	Projekt- & processledare	Arbetar inom hållbar stadsutveckling i Göteborg i tidiga skeden, särskilt med nybyggnation på Lindholmen.	Älvstranden Utveckling AB	Snöboll
Oskar Twedmark	Arbetschef	Lång erfarenhet av byggbranschen från olika yrkesroller. Ansvarig på flera projekt där gröna tak har anlagts.	Veidekke	Kontakt

Louise Didriksson	Urban designer, landskapsarkitekt, föreläsare inom arkitektur på Chalmers	Arbetar med projektering av offentliga rum, bostäder, kontor och sjukhus. Undervisar på Chalmers inom stadsplanering.	White arkitekter	Kontakt
Lars Höglund	VD	Arkitekt och grundare till Butong AB som producerar växtväggar.	Butong AB	Snöboll
Lennart Wahlstedt	Utemiljöchef	Lång erfarenhet av förvaltning av utemiljöer. Idag utemiljöansvarig på Poseidon Göteborg.	Bostads AB Poseidon	Snöboll
Andreas Siltberg	Förvaltningschef	Ansvarar för förvaltningen inom bolaget, försäljning av fastigheter med mera.	ByggVesta AB	Snöboll
Angela Sasic Kalagasidis	Biträdande professor, forskargrupsledare	Forskare inom byggnadsfysik.	Chalmers tekniska högskola	Kontakt
Maria Welin	Sakkunnig inom mark och miljö	Specialist på gröna utemiljöer inom staden.	Lokalförvaltningen Göteborgs stad	Snöboll
Freja Elmsjö	Markingenjör	Specialist inom mark och utemiljö.	Lokalförvaltningen Göteborgs Stad	Snöboll
Isabelle af Ekenstam	Landskapsarkitekt	Arbetar med gröna miljöer. Deltog i framtagningen av Grönatakhandboken.	NCC	Snöboll
Louise Wall	Gruppchef för miljögruppen i Stockholm	Miljövetare i grunden. Arbetar främst med miljöcertifiering och hållbarhets-samordningsprojekt.	NCC	Kontakt
Mattias Millinger	Gruppchef för energigruppen	Arbetar med energiberäkningar, energisamordning och energiuppföljning.	NCC	Snöboll
Jonatan Malmberg	Specialist inom urbana vegetationssystem	Miljövetare. Tidigare verksamhetsledare på gröna tak institutet.	Ecotopic	Snöboll

3.3.2 Semistrukturerade intervjuer

De intervjuer som genomfördes i studien var semistrukturerade, vilket innebär att de var väl förberedda med frågor i förhand, men att de även gav utrymme åt spontana frågor och diskussioner under intervjuens gång (Newcomer et al., 2015). Två anledningar till att det semistrukturerade intervjuformatet är en av de mest använda datainsamlingsmetoderna inom kvalitativ forskning, är att den är mångsidig men, framför allt, flexibel. Syftet med intervjustudien var att samla data från personer med olika bakgrunder och få ta del av varje respondents specifika kunskaper inom ämnet. Intervjutekniken ansågs därav lämplig, då den ger plats åt djupgående diskussioner med respondenten samtidigt som den på ett naturligt sätt låter respondenten redogöra för sina ståndpunkter.

För att formulera relevanta frågor både före och under intervjun, kräver ett semistrukturerat intervjuformat viss kunskap och förståelse inom ämnet från den som intervjuar (Kallio et al., 2016). Av den anledningen påbörjades arbetet med intervjumallen först efter att författarna hade skaffat sig en viss kunskapsgrund inom ämnet med hjälp av litteraturstudien. Intervjufrågorna formulerades för att ge svar på exempelvis respondenternas inställning till gröna husytor, vilka delar av staden som är mer eller mindre lämpade för implementering samt vad gröna husytor har för framtidsutsikter. Frågorna formulerades även för att ge svar på vad intervjuobjekten tror stoppar företag från att bygga fler gröna husytor, samt vad för incitament som krävs för att öka användandet av gröna husytor. Intervjumallen justerades i viss utsträckning beroende på intervjuobjektens kunskaper och roller inom antingen den offentliga eller privata sektorn.

3.4 Bearbetning av data

Tidigt i den breda litteraturstudien användes ett induktivt tillvägagångssätt för att analysera data. Med den induktiva metoden har de som analyserar data få förutfattade meningar och inte heller någon förutbestämd struktur vid inledning av litteraturstudien, utan bygger istället strukturen runt insamlade data (Burnard et al., 2008). Efter att en preliminär struktur och ett teoretiskt ramverk hade skapats kunde en abduktiv metod användas, vilken har inslag av både induktiva och deduktiva tillvägagångssätt (Alraje et al., 2012). Metoden är pragmatisk, då den kan användas för att bygga vidare på tillgänglig teori utan att bli för fastlåst i ramverket, vilket är något det deduktiva tillvägagångssättet ofta kritiserar för att inte ge möjlighet åt. Insamlade data kunde alltså i det tidiga skedet av rapportskrivandet delvis ändra rapportens struktur efter att data bearbetats, särskilt kapitlens ordning och uppbyggnad. Till följd av de dokument som återfanns från Göteborgs Stad utvecklades arbetet även till en fallstudie, vilket inte var planerat från start.

För att förenkla bearbetandet av intervjustudien samt förtydliga arbetet med att besvara projektets syfte och frågeställningar, bröts frågeställningarna ner i mer detaljerade avsmalningsfrågor, som redovisas i tabell 3. Tabellen resulterade i sin tur i en mer detaljerad överblick över den data som togs fram under intervjustudien inför bearbetning av insamlade data. Frågeställningarna formulerades som fördelar och nackdelar, men författarna är medvetna om att en mer nyanserad bild av gröna husytor krävs då en lösning inte endast kan anses vara bra eller dålig. Ämnets komplexitet bekräftades även av intervjustudien och därför användes i vissa fall "styrkor och svagheter", istället för "för- och nackdelar", vid sammanställning av studiens resultat.

Tabell 3: Tabell över hur respektive frågeställning har avsmalnats.

Frågeställning	Avsmalning av frågeställning
Vilka för- och nackdelar finns med gröna husytor?	• Vilka fördelar/nackdelar finns utifrån ekosystemtjänster såsom dagvattenhantering, luftkvalitet, ljud & buller, biologisk mångfald och resiliens mot klimatförändringar? • Vilka fler fördelar/nackdelar finns med gröna husytor utifrån ett socialt, ekonomiskt och tekniskt perspektiv? • Vad är skillnaden mellan gröna tak och gröna väggar? • Finns det en möjlig konkurrens mellan gröna tak och solceller?
I vilken utsträckning används gröna husytor i svenska städer, som Göteborg, idag, och vilka incitament krävs för ökad användning av gröna husytor?	• På vilket sätt inkluderas gröna husytor aktivt i kommunens arbete/strategier? • I vilken grad och varför använder privata aktörer gröna husytor? Vilka hinder finns? • Finns det tillräckligt med kunskap och kompetens inom området och var hämtas information? • Vad krävs för att öka användandet av gröna husytor i en större utsträckning? • I vilken utsträckning används gröna husytor i Göteborg idag? • I vilka stadsmiljöer är gröna husytor lämpliga att använda?
Är gröna husytor, och i sådana fall vilka, lämpliga att använda för hantering av dagvatten, minskning av buller samt förbättring av luftkvalitet?	• På vilket sätt är gröna husytor en metod för att hantera dagvatten, minska bullernivåer och förbättra luftkvalitet? • Vilka styrmedel kan användas i kommunens arbete för att hantera dagvatten, bullernivåer och luftkvalitet med hjälp av gröna husytor?

Efter transkribering av intervjuerna valdes den information ut som ansågs relevant för att besvara studiens syfte och frågeställningar. Vid analysen användes färgkodning, som föreslås av Burnard et. al. (2008) för att finna mönster och teman från olika svar, vilka sedan kan vävas samman i kategorier och tolkas. Varje transkribering färgkodades därför i tre olika färger beroende på vilken av frågeställningarna som besvarades. Slutligen sammanställdes och parafraserades samtliga svar kortfattat i tabellform, se bilaga 4.

3.5 Metoddiskussion

Reliabilitet är viktigt för att få fram trovärdiga resultat från vald metod och "beskriver hur väl man lyckats mäta det man velat mäta" (Skrivguiden, u.å.). Vid genomförande av litteratur- och fallstudien eftersträvades därför högsta möjliga reliabilitet. Då intervjustudien var en central del av studien var det viktigt att urval, genomförande och efterarbete av intervjuerna genomfördes på ett sådant sätt att reliabiliteten ständigt togs hänsyn till. Transkribering av intervjuer kan exempelvis leda till felaktiga

formuleringar när talspråk översätts till skriftspråk, vilket var en aspekt som ansågs vara särskilt viktigt att ta hänsyn till då intervjuerna genomfördes digitalt. För att undvika misstolkningar utfördes transkriberingarna alltid av minst två personer. För att ytterligare minska missuppfattningar och felaktiga formuleringar vid transkribering fick respondenterna frågan om de ville ha den transkriberade intervjun skickad till sig. På så sätt erbjöds respondenterna möjligheten att lägga till kompletterande information och ta bort eventuella missförstånd. Återkopplingen på de skickade transkriberingarna var dock låg, så effekten kan antas vara begränsad.

För att säkerställa en bred bild av studiens syfte och frågeställningar intervjuades respondenter från såväl den offentliga som den privata sektorn. Vidare upplystes respondenterna om sin rätt att vara anonyma samt att materialet skulle behandlas konfidentiellt för att skapa en trygg miljö för respondenterna. Användandet av semistrukturerade intervjuer är någonting som kan påverka reliabiliteten för intervjustudien negativt, då följdfrågor kan leda till att respondentens svar påverkas av den som intervjuar. Vid genomförande av intervjuer följdes en noga genomarbetad intervjumall samtidigt som det gavs utrymme för eventuella följdfrågor. För att undvika att respondenternas svar påverkades av de som intervjuade undveks dock att följdfrågorna utformades på ett sådant sätt att respondentens svar leddes i någon specifik riktning. Vidare skiljde endast ett fåtal frågor sig åt mellan intervjuerna. Det gav i sin tur möjligheten att jämföra respondenternas svar för att säkerställa att rapportens syfte och frågeställningar blev korrekt besvarade.

Även under litteraturstudien togs reliabiliteten hänsyn till. Vid genomförande av litteraturstudier finns exempelvis en risk att sökord anpassas efter författarnas intresse och åsikter. Det kan i sin tur påverka vilken litteratur som hittas och används, vilket kan påverka reliabiliteten negativt. Tidsfaktorn är ytterligare en aspekt som bör tas i åtanke för att uppnå hög reliabilitet (Ejvegård, 2003). Beroende på när artiklar, rapporter och liknande är publicerade, kan de anses vara mer eller mindre relevanta som referenslitteratur. Vissa kunskapsområden som ingick i studien ansågs vara mindre känsliga ur ett tidsperspektiv, medan andra ansågs vara mer känsliga. Exempelvis ansågs gröna ytors påverkan på mänskligt välbefinnande som ett välbeprövat område och mindre känsligt ur ett tidsperspektiv, jämfört med forskning gällande gröna husytors bullerreducerande effekt, vilket är ett relativt nytt forskningsområde.

Validitet bygger på att de mätningar som genomförs i studien undersöker det som var tänkt skulle undersökas (Ejvegård, 2009). För att säkerställa validitet genomfördes därför en förstudie innan fastställande av intervjumallen. Intervjumallen korrigerades vidare genomgående för att säkerställa att intervjuerna svarade på studiens syfte och frågeställningar. Även litteraturstudien anpassades löpande för att säkerställa att den höll sig inom avgränsningarna och därmed bidrog till att besvara studiens syfte och frågeställningar.

Snöbollsurval är ett effektivt sätt att samla intervjuobjekt för kvalitativa undersökningar, speciellt i arbeten likt detta där författarna inte var bekanta med många kunniga inom ämnet. Ett problem med snöbollsurval är dock att respondenter som kontaktats med hjälp av denna metod ofta har liknande åsikter och erfarenheter som respondenten från det första urvalet (Ghaljaie, 2017). Snöbollsurval kan dock användas i olika omfattning, med endast en eller två respondenter från första urvalet som alla andra kontaktats via, eller med ett större antal respondenter från det första urvalet. För att få en så bred utgångspunkt som möjligt kontaktades ett flertal ämneskunniga med olika bakgrund. I slutändan är det dock svårt att fastställa om resultatet blev vinklat på grund av snöbollsurvalet och i så fall i vilken utsträckning. Studien hade även kunnat använda sig mer av kvantitativ metodik med hjälp av till exempel väderdata, bullermätningar samt GIS-modellering och på så sätt uppnå triangulering. Detta

hade kunnat stärka rapporten, eftersom kvantitativa och kvalitativa metoder har olika för- och nackdelar men ofta kompletterar ofta varandra (Mangan et al., 2004; Onwuegbuzie & Leech, 2007).

Efter genomförd intervjustudie utvärderades metoden av författarna. Någonting som kunde ha gjorts annorlunda var att intervjufrågorna borde ha utvärderats och justerats tidigare, för att bättre kunna besvara frågeställningarna. Fler spontana följdfrågor hade dessutom varit nödvändiga för att få respondenterna att utveckla sina svar inom de områden de var särskilt kunniga inom. En viss justering i intervjumallen skedde mellan de olika intervjuerna, vilket dock hade kunnat göras i högre grad. Det hade i sin tur lett till att särskilda kompetenser från respondenter hade kunnat tillvaratas i större utsträckning, vilket även hade ökat intervjuernas validitet. Möjligen hade även frågeställningarna kunnat formuleras på ett annorlunda sätt. Särskilt den andra frågeställningen, se kapitel 1.2, då den är tillräckligt omfattande för att kunna delas upp i två. Vidare hade en djupare undersökning kring gröna husytors påverkan på urbana värmeöar varit intressant och eventuellt enklare att besvara än gröna husytors påverkan på buller och luftkvalitet, då det finns mer litteratur och kunskap inom det ämnet.

4. Gröna husytor - resultat och diskussion

Nedan följer en sammanställning och diskussion över insamlade data från den breda litteraturstudien och fallstudien som genomfördes i Göteborg. I respektive delkapitel presenteras resultaten från både den breda litteraturstudien och fallstudien utifrån projektets frågeställningar. Även en analys och jämförelse av de båda delstudiernas likheter och skillnader diskuteras. I bilaga 4 återfinns en sammanställning av respondenternas svar utifrån studiens frågeställningar, som utgör en viktig grund för nedanstående analys och diskussion.

4.1 För- och nackdelar med gröna tak

De olika typerna av gröna tak som redogjordes för i kapitel 2.1.1 varierar kraftigt både gällande typ av konstruktion och växtsammansättning, vilket följaktligen påverkar takens olika egenskaper. I följande kapitel förs en diskussion kring de för- och nackdelar samt styrkor och svagheter med gröna tak som har kunnat identifierat efter avslutad litteratur- och fallstudie.

4.1.1 Analys av olika taktyper

Gemensamt för tak med en sedumsammansättning eller ängskaraktär är att de ofta klassas som extensiva, eftersom de inte utformas utifrån en specifik design eller gestaltning (Grönatakhandboken, 2021). Till följd av den enklare konstruktionen, krävs endast ett fåtal skötselinsatser per år för att upprätthålla det önskade utseendet, vilket medför låga underhållskostnader jämfört med intensiva tak. Dessutom är de oftast inte i behov av konstbevattning, utan kan bibehålla önskat utseende enbart genom regn. Således är denna typ av grönt tak billigare att både anlägga och underhålla jämfört med ett intensivt tak (Shafique et al., 2018).

Fördelen med sedumtak är att de är lämpade att applicera i många olika typer av klimat (Boverket, 2019a), och anses internationellt vara en av de mest populära typerna av extensiva gröna tak (Shafique et al., 2018). En styrka med växtsammansättningar av sedum-mossa eller sedum-ört, är att de är mycket tåliga mot torka och kan etableras i ett tunt substratdjup (Grönatakhandboken, 2021). Baserat på dessa egenskaper kan sedummattor anläggas på tak med en lutning på upp till 35 grader utan att mattorna riskerar att glida av på grund av sin tyngd, eller att växterna torkar ut. Ytterligare en styrka för tak med sammansättningen sedum-mossa, är att mossor är lättetablerade, vintergröna och kan överleva i mycket näringsfattiga miljöer. Dessutom kan mossor fixera kväve från luften. I kombination med sedum skapar mossor ett tåligt tak som skiftar med årstiderna, vilket kan bidra till det estetiska uttrycket i området. Om växtsammansättningen sedum-ört däremot önskas användas krävs ett något större substratdjup. Fördelen med denna växtsammansättning är att det då är möjligt att plantera lökväxter och vissa torktåliga örter utöver succulentarter och mossor. Sedum-ört-tak har därför en något frodigare vegetation, och dess blomningssäsong kan vara något längre jämfört med en sammansättning av sedum-mossa. Taket kan således få ett mer varierat uttryck med denna växtsammansättning. Dessutom behöver tak med sedum-ört ingen eller mycket sparsam gödning, jämfört med sedummattor som behöver gödas vartannat till vart tredje år.

Om substratdjupet ökar ytterligare, alternativt kombineras med ett fukthållande lager, är det möjligt att anlägga ett grönt tak med ängskaraktär (Grönatakhåndboken, 2021). Fördelen med denna typ av grönt tak att växtvalsmöjligheterna ökar: Om ängsytan endast är delvis täckande, kan den med fördel kompletteras med torktåliga växter såsom sedum, medan vid en fullt täckande ängsyta är vegetationen riklig med inslag av bland annat gräs. Taket kan på så sätt enkelt anpassas efter lokala förutsättningar, men även ha ett varierat uttryck. Ännu en fördel med att anlägga ett grönt tak med ängskaraktär är att det, likt sedum-ört, endast behöver mycket sparsam eller ingen gödsling.

Om det gröna taket syftar att efterlikna ett vegetationssystem med en viss typ av biotop, kallas det för biotoptak och kan klassas som extensivt eller intensivt beroende på utformningen (Grönatakhåndboken, 2021). En fördel med att anlägga ett biotoptak är att det vid utformandet eftersträvas en hög biologisk mångfald, och taket kan på så sätt ingå som en ekologisk kompensationsåtgärd. Vidare kan ett biotoptak utformas med färgskillnader, former och mönster, vilket följaktligen möjliggör en tydlig design och ett tydligt uttryck. Biotoptak av en mer intensiv typ kräver emellertid en mer omfattande skötsel för att underhålla och säkerställa att den önskade designen kvarstår. Vidare behöver taket ingen eller endast sparsam gödsling.

Gröna tak med en trädgårds- eller parkkaraktär har en tydlig utformning och klassas därför som intensiva gröna tak (Grönatakhåndboken, 2021). Fördelen med denna taktyp är att en stor vegetationsvariation är möjlig, och taken kan således innefatta element som blomsterrabatter, träd och buskar, gräsmattor och stenbeläggningar. Även dammar och fontäner kan anläggas, vilket skapar ett varierat och tilltalande intryck med en tydlig design- och gestaltningsidé. En svaghet med denna typ av grönt tak är att installations- och underhållskostnaderna höga, eftersom skötsel och underhåll krävs flera gånger per år för att bibehålla den ursprungliga idén om funktion, uttryck och artsammansättning. Dessutom krävs gödsling av taket, vilken bör ske sparsamt och kontrolleras noga. Om så inte görs riskeras det att näringsrikt vatten avleds från taket, vilket kan ha en negativ miljöpåverkan. Vidare krävs ofta mer komplexa tekniska system, vilket i kombination med den tydliga designidén gällande takets vegetation, ställer höga krav på underhåll och tillsyn. På så sätt är underhållskostnaderna högre för gröna tak av trädgårds- eller parkkaraktär.

Vidare avgör de tekniska systemen i kombination med substratets stora mäktighet på vilka byggnader det är möjligt att anlägga gröna tak av trädgårds- eller parkkaraktär. För att fördela lasten kan träd med fördel placeras över byggnadens bärande element, exempelvis över pelare eller bärande väggar. Dock kan denna typ av grönt tak vara svårare eller omöjligt att installera på redan befintliga byggnader, då de inte är dimensionerade för att kunna bära så stora laster (Brudermann & Sangkakool, 2017; Grönatakhåndboken, 2021). Ytterligare en styrka med denna typ av grönt tak är dock att det kan generera fler och större värden än ett extensivt. Till exempel kan taket ha ett rekreativt syfte och fungera som en vistelseyta för boende eller arbetande i området. Dessutom innebär en djupare växtbädd att taket kan magasinera större mängder vatten, vilket kan anses vara en styrka (Shafique et al., 2018).

4.1.2 Generell analys av gröna tak

Under intervjustudien lyfte flertalet respondenter upp konstruktionsaspekten som ett problem med gröna tak. Forskaren Sasic Kalagasidis, som forskar inom byggnadsfysik, beskriver till exempel att om byggnaden planeras att anläggas med ett tjockt grönt tak, måste takets last beaktas redan i planeringsstadiet. Konstruktionen måste då kunna bära de laster som bildas när dagvatten samlas på det gröna taket. Sasic Kalagasidis menar vidare att gröna tak försvårar underhållet av takens

grundkonstruktion eftersom de blir svårtillgängliga. Hon tar exempelvis upp att det är svårt att hitta hål i takets tätningslager, vilka i sin tur kan leda till vattenskador. Svårigheten att upptäcka och åtgärda läckage i tätskiktet är vidare någonting som även energispecialisten Millinger tar upp. Även han belyser att det är svårt att felsöka och åtgärda läckage, vilket i sin tur kan bidra till en rädsla för att anlägga gröna tak. Ytterligare en respondent som lyfter fram osäkerheten och rädslan att konstruktionen ska skadas vid anläggning av gröna tak, är byggchefen Schäfer. Han anser att fler pilotprojekt måste genomföras för att bygga upp en större säkerhet gällande gröna tak, och på så sätt uppmuntra till ett ökat byggande. Grönatakspecialisten Malmberg hävdar däremot att gröna tak skyddar tätskiktet från yttre påverkan, som exempelvis smuts och solinstrålning, men att om läckage väl uppstår blir det svårare och dyrare att åtgärda.

Ett grönt intensivt tak med parkkaraktär kan vara ett alternativ vid trånga tätbebyggda områden, medan ett sedumtak inte kan fylla samma funktion. Flera respondenter beskriver att gröna tak inte kan ersätta grönområden som går att vistas i. Utemiljöchefen Wahlstedt och projekt- och processledaren Johansson belyser exempelvis att sedumtak inte är lösningen på alla problem, utan att en ingående analys behöver genomföras av platsens förhållanden för att sedumtaken ska uppnå sin fulla kapacitet. Dessa tak kan inte heller ersätta grönska på marken, utan bör endast ses som ett positivt komplement till växtlighet på mark. Wahlstedt menar att "marken gör mest nytta på marken, det är dumt att bygga marken på taket", vilket anses vara ett exempel på hur somliga aktörer ser på frågan.

En möjlig nackdel med gröna tak är en ökad brandrisk, vilket översiktsplaneraren Knappe och Welin på Lokalförvaltningen med flera nämner under intervjustudien. Dessutom tar Welin upp att brandrisken ökar ytterligare vid kombination av gröna tak och solceller, då det i dessa fall även finns elektriska komponenter på taken. Vidare belyser landskapsarkitekten af Ekenstam att brandkonsulter ibland är skeptiska mot gröna tak som innehåller vissa gräsarter. Enligt Grönatakhandboken (2021) beror brandrisken huvudsakligen på det gröna takets tjocklek, mängden organiskt material i substratet och vilka växtarter taket består av. De tjockare taken anses vidare vara mer brandsäkra då de bevattnas med bevattningssystem.

4.1.3 Gröna tak och solceller

Ytterligare en aspekt som framkom under intervjustudien är att det finns delade meningar angående kombinationen av gröna tak och solceller. Welin från Lokalförvaltningen beskriver hur Göteborg får bidrag för att anlägga solceller och att det då kan konkurrera ut gröna tak där liknande incitament inte finns. Även processledaren Svensson beskriver att det finns en risk med att de kan konkurrera med varandra. Gröna tak kan dock anläggas på många olika tak, lägen och platser medan solceller är mer beroende av söderläge och platser utan skugga. Denna aspekt lyfter även miljöplaneraren Eriksson fram som viktig. Dessutom finns det ingen anledning till att ställa dem emot varandra när det finns så pass många tak att tillgå, menar Eriksson.

Huruvida solceller och gröna tak kan kombineras på samma yta finns det också delade meningar om. Somliga respondenter ser ingen vinning med att anlägga gröna tak under solceller då de antar att miljön för växterna är ogynnsam under panelerna. Intervjustudien har dock visat att det finns bristande kunskap kring att de gröna taken sänker temperaturen på taket, vilket solcellerna gynnas av. Just hur temperatursänkningen från växter gynnar solcellernas effektivitet bekräftar energispecialisten Millinger. Han påpekar dock att installationen blir dyrare när solcellerna måste installeras ovan sedumtaket då infästningen blir krångligare. Han bekräftar oron som några respondenter tar upp om att

växterna skuggas, men tror att vissa växtarter snarare kan gynnas av den miljön. Grönatakhandboken (2021) bekräftar även att växtbäddarna kan placeras under solcellerna, men att lutningen på solcellsstativen bör vara större än 20 grader. Om stativen lutar omkring 10 grader bör växtbädden endast läggas mellan solcellsraderna, alternativt kan även höga stativ användas för att vegetationen ska få tillräckligt med ljus.

Projekt- och processledaren Johansson tror på en kombination av solceller och gröna tak. Hon visar goda exempel där gröna tak och solceller har kombinerats i Göteborg. Den stora vinsten med temperatursänkningen av grönskan lyfts också fram och Johansson påstår att effektiviteten kan öka med 10 % om ett sedumtak anläggs under solcellerna, jämfört med ett svart papptak. Det är dock viktigt att tänka på att vissa solceller kan vara väldigt känsliga för högt gräs som blåser och svajar över panelen och att effekten då minskar. Litteraturstudien bekräftar vidare stora delar av det som sägs i intervjuerna om att gröna tak och solceller kan kombineras. I Grönatakhandboken (2021) beskrivs det exempelvis att båda teknikerna kan kombineras. Undersökningar i Tyskland har visat att gröna tak kan minska temperaturen av solcellsmodulerna med 2–11 grader, samt att energiutbytet kan öka med 1–4 %.

4.2 För- och nackdelar med gröna väggar

De olika typerna av gröna väggar som redogjordes i kapitel 2.2.1 varierar kraftigt både gällande typ av konstruktion och växtsammansättning, vilket följaktligen påverkar väggens olika egenskaper. I följande kapitel förs en diskussion kring för- och nackdelar samt styrkor och svagheter med gröna väggar som har kunnat identifieras efter avslutad litteratur- och fallstudie.

4.2.1 Analys av olika väggtyper

En fördel med de hydroponiska systemen är att ingen jord behöver tillsättas så länge tillgången på vatten är kontinuerlig (Bertilsson, 2009). De fuktiga filtagren gör systemet väldigt lätt och hela växtväggen väger mindre än 30 kg per kvadratmeter. Till följd av den låga vikten kan hydroponiska system användas på de flesta väggar utan någon särskild storleks- eller höjdbegränsning. Dessutom är risken för angrepp av skadedjur och sjukdomar mindre, då växterna inte är i kontakt med någon jord. Ytterligare en styrka är att rotsystemet enkelt kan undersökas eftersom rötterna växer fritt i vattnet. Då kan eventuella skador på växterna eller bevattningssystemet upptäckas och åtgärder vidtas, vilket ökar chanserna för bättre resultat på växtväggen. Med tiden växer även växternas rötter och grenar till ett mycket starkt nätverk, vilket gör systemet mer robust och konstruktionen starkare (Kazemi et al., 2020). En utmaning med de hydroponiska systemen är att tillgången på vatten och näringsämnen hela tiden måste vara kontinuerlig och fungerande (Gandy, 2010). Vid eventuella läckage eller avbrott kan således växterna skadas av näringsbrist eller torka ut. Risken för vattenskadorna på den bakomliggande fasaden ökar dessutom om stora vattenläckor uppstår. Denna möjliga konsekvens är i sin tur någonting som konstruktörer kan känna en rädsla för, då de ekonomiska konsekvenserna kan bli stora. Kostnaderna för att konstruera och underhålla bevattningssystemet blir ofta höga, vilket gör att det hydroponiska systemet klassas som en av de dyrare typerna av gröna väggar (Kazemi et al., 2020).

En fördel med modulväggar är att mängden vatten som krävs inte är lika stor som hos hydroponiska system, eftersom växterna får mycket näring från substratet (Bertilsson, 2009). Vattenmängden kan vara en avgörande faktor under varma perioder, då vattennivåerna kan vara låga. Ytterligare en fördel med modulväggar är att utformningen av modulerna kan ske på flera olika sätt. Hålen för växterna kan exempelvis formas efter olika mönster eller alternativt ha olika bakgrundsfärger. På så sätt kan väggen

få ett uttryck som är estetiskt tilltalande, även om växterna inte har hunnit sprida sig tätt över hela väggen. En svaghet med modulväggen är dock att det kan ta lång tid att få en helt täckt vägg om planteringen av växterna sker på plats (Fernández-Cañero et al., 2018). Lösningen på problemet kan å andra sidan vara att förplantera modulerna. Vid förplantering finns dock en risk för att växterna har svårt att anpassa sig till det nya klimatet, om de tidigare har varit vana vid att växa horisontellt eller i en varmare och fuktigare miljö. En modulvägg med 10 centimeter tjockt genomvattnat jordlager väger dessutom ungefär 100 kg per kvadratmeter, vilket ställer högre krav på konstruktionen. Det är därför viktigt att planera för en modulvägg tidigt i projekteringen, så att rätt material och bakomliggande konstruktion på byggnaden väljs (Bertilsson, 2009).

Fördelarna med klättrande växter är att det krävs små mängder material jämfört med hydroponiska- och modulväggar. Gröna väggar med direkt klättrande växter behöver särskilt lite material, då det endast krävs växter och något att växa ur (Cortês et al., 2021). Bevattningsbehovet är också lägre jämfört med de andra modellerna, särskilt vid plantering direkt i mark då tillgången till dagvatten ofta är god. Vidare är behovet av underhåll oftast litet, då växterna breder ut sig över fasaden utan något större krav på skötsel. Det underhåll som eventuellt krävs är att beskära och leda om växterna runt fönster och stuprännor, för att undvika att utsikten från fönstren försvinner eller att växterna klättrar in i stuprören och blockerar vattenflödet. Klättrande växter är dessutom väldigt kostnadseffektiva och är den billigaste typen av gröna väggar, då de främsta kostnaderna är plantering och inköp av växtmaterial (Bertilsson, 2009).

En omdiskuterad nackdel med gröna fasader är att växterna kan skada byggnadens fasad (Dellborg, 2014). Många växtarter som används har häftrötter som häftar sig fast i varandra och skapar ett starkt nätverk som i sig är väldigt robust och stabilt. Finns det en spricka eller hålighet i fasaden är dock risken stor att rötterna söker sig dit, vilket kan leda att putsen kan brytas upp. Murgröna kan dessutom ta sig in mellan panelerna på ett trähus och bryta loss dem. Vid solida fasader, särskilt fasader av tegel eller betong, är detta dock inte något större problem. Situationen går dessutom att undvika om ett nät, spaljé eller vajer anläggs, vilket leder till att växterna klättrar där istället för på väggen. Då underlättas dessutom skötsel och eventuell nedmontering av växtväggen. Ännu en nackdel med klättrande växter är att det kan ta allt från 3 till 20 år att täcka en hel fasad beroende på växtart, lokala klimatförhållanden samt mängden underhåll. Det långa tidsspännat kan äventyra fasadens långsiktiga förväntade estetik och andra fördelar som förväntas av växterna (Cortês et al., 2021).

4.2.2 Generell analys av gröna väggar

En drivande faktor som styr byggbranschen är ekonomin. För att ett företag ska investera i en grön vägg behöver det i majoriteten av fallen leda till en ekonomisk vinst. Både Eriksson och Johansson från den offentliga sektorn, likväl som Twedmark, Höglund och Wahlstedt med flera från den privata sektorn beskriver att det är ekonomin som ofta är anledningen till varför inte fler gröna väggar byggs. I dessa fall är det främst installationen av levande väggar som anses vara svårt att försvara ekonomiskt. Bertilsson (2009) beskriver att levande väggar i Sverige kostar omkring 5000–22 000 kr/m² beroende på konstruktionens utförande och storlek. Detta är en hög kostnad, särskilt jämfört med priset på gröna fasader som ligger mellan 1000–2500 kr/m². I priset inkluderas heller inte underhållskostnader, eller kompetens för varken underhåll eller installation.

Förutom ekonomiaspekten är även rädslan för skador på fasad och konstruktion en bidragande faktor till varför det inte anläggs fler gröna väggar. Flera källor från både intervju- och litteraturstudien lyfter

fram konstruktionsaspekten som en utmaning, särskilt när ett bevattningssystem behöver anläggas. Landskapsarkitekten af Ekenstam beskriver att branschen är rädd för att systemen ska läcka och orsaka skador och problem som exempelvis fuktskador på fasaden. Utemiljöchefen Wahlstedt är positiv till gröna väggar, särskilt till direkt klättrande växter, som har bra isoleringsförmåga. Han beskriver att konstruktörerna ofta är negativt inställda till just växter som klättrar direkt på fasaden då de förstör ytskikten, vilket Wahlstedt inte håller med om. Wahlstedt är istället kritisk till de levande väggarna som kräver mycket underhåll, kompetens och investeringskostnader, vilket han inte alltid anser är ekonomiskt gynnsamt.

Idag finns det tyvärr inga tydliga verktyg som beräknar den ekonomiska vinningen av de ekosystemtjänster som gröna väggar kan bidra till. Detta lyfter bland annat markingenjören Elmsjö fram som ett önskat verktyg i framtiden, eftersom det hade kunnat bidra till en ökad användning av gröna väggar i Sverige. Många av de forskningsrapporter som finns utelämnar de bredare sociala fördelarna med gröna väggar, som exempelvis ökad gemenskap, minskning av sjukdomar kopplat till luftföroreningar och buller, ökat välbefinnande och minskad psykisk ohälsa (Johnson, 2011). Det är svårt att sätta ett ekonomiskt värde på fördelarna med gröna väggar, då exempelvis en förbättrad luftkvalitet är en stor fördel för människors hälsa och även för samhället i stort, men inte för den enskilda fastighetsägaren.

En tydlig kritik till gröna väggar som anläggs idag är att det kan vara svårt att få dem estetiskt tilltalande under längre tid. Byggchefen Schäfer beskrev hur de på ByggVesta ville anlägga en grön fasad med hjälp av klättrande växter som skulle klättra längs vajrar upp på en fasad, men att de inte fick växterna att växa i den takt som önskades. Misslyckandet ledde till att de inte har satsat på en liknande vägg igen, utan istället har testat modulväggar med hopp om bättre estetiska resultat. Projekt- och processledaren Johansson lyfter också fram att många gröna väggar vissnar och ser tråkiga ut på vintern, samt att underhållet kan vara svårt. Detta kan också vara en anledning till varför gröna tak är vanligare än gröna väggar, då kravet på takens estetik inte anses vara lika höga som de gröna väggarna.

Växtväggsföretagaren Höglund anser dock att växterna ska få vissna under vintern och att vintergröna växter är överskattade. Vissa växtarter ser dessutom fortfarande fina ut, trots att de har torkat och vissnat. Höglund tycker vidare att det finns en styrka med de olika säsongernas påverkan på växterna och att det uppskattas när växterna börjar frodas under våren och att det blir en färgskiftning under årets gång, vilket även Johansson håller med om. Bertilsson (2009) beskriver att minst hälften av växtmaterialet bör ha ett estetiskt värde under vintertiden för att uppnå ett önskvärt frodigt resultat. Ytterligare en aspekt till varför det är viktigt att plantera växter som inte vissnar under vintern är att det kan indikera att väggen fungerar. Om alla växter vissnar under vinterhalvåret är det svårt att avgöra om systemet fungerar och om hela växter har dött, eller endast de yttersta bladen.

Gemensamt för intervjustudien är att gröna väggar anses ha en stor fördel i att de kan upplevas, och anses vackra att titta på. För att gröna väggar ska anläggas i större utsträckning krävs dock ett ökat intresse bland aktörer och här finns en viss meningsskiljaktighet. Höglund och af Ekenstam, som är utbildad arkitekt respektive landskapsarkitekt, är positiva till det estetiska uttrycket med gröna väggar. Även Didriksson, som arbetar som landskapsarkitekt och föreläsare inom arkitektur på Chalmers, är positivt inställd. Didriksson menar att det antagligen inte är arkitekterna som inte vill rita gröna väggar, utan att det är beställarna som är kritiska till kostnaden och riskerna med dem.

Vidare tror arbetschefen Twedmark att byggbranschen i sig är motvillig till förändring och installationen av gröna väggar. Skepticism och kunskapsbrist anser Twedmark vara anledningar till att

de själva inte driver frågan om gröna väggar, utan att arkitekter och kommunen istället får arbeta med frågan. Welin på Lokalförvaltningen anser dock att det ofta är arkitekterna som inte vill rita gröna tak och väggar. Även miljöplaneraren Eriksson beskriver att de arkitekter som hon arbetat med inte anser att gröna väggar ger en god arkitektur. Eriksson instämmer likaså om att byggbranschen är väldigt traditionell och har svårt för förändringar. Hon beskriver att det krävs ett stort engagemang för att lyckas övertala branschen att bygga fler gröna väggar. Sammantaget är samtliga respondenter positivt inställda till gröna väggar, men det finns meningsskiljaktigheter kring vem som bär det största ansvaret för att fler gröna väggar inte byggs. Ett samarbete krävs mellan såväl arkitekter, beställare, entreprenörer, kommuner och politiker för att implementeringen av gröna väggar ska öka.

Avslutningsvis beskriver översiktsplaneraren Knappe hur viktigt det är att gröna väggar inte ska användas som ett medel till att ersätta grönytor på marken, exempelvis parker, vilket är någonting som flera andra respondenter bekräftar. Knappe beskriver vidare att gröna väggar i vissa fall har anlagts i syfte att kunna ersätta träd, gräsmattor och annan växtlighet, vilket han anser inte ger liknande värden ur ett hälso- och rekreationsperspektiv. Detta resonemang får även medhåll från landskapsarkitekten Didriksson och projekt- och processledaren Johansson. De trycker även på att grönytefaktorn och gröna husytor är en komplex fråga där greenwashing kan förekomma. Grönatakspecialisten Malmberg beskriver att företag väljer att installera gröna husytor för att nå en viss miljöprofil eller har särskilda krav på sig. Det blir allt vanligare att företag vill stärka sitt varumärke och visa att företaget arbetar med hållbarhet genom att anlägga gröna husytor. Många gånger kan dock gröna tak och väggar bidra mer till företagets varumärke än till nytta för naturen. Särskilt när glesa växtväggar som knappt överlever en vinter installeras, eller tunna sedumtak som enkelt blåser bort. Det är därför viktigt att öka förståelsen för gröna husytor och sprida mer kunskap och kompetens inom branschen, så att användningen sker på rätt sätt. Malmberg beskriver även att sakkunniga med fördel kan inkluderas tidigt i projekteringsprocessen, för att säkerställa att en optimal lösning väljs för det specifika projektet.

4.3 Användning av gröna husytor i Göteborg

Under fallstudien noterades att efterfrågan av såväl gröna tak som väggar i Göteborg har ökat, och branschen anses vara positivt inställd till en ökad användning av gröna husytor. Idag är dock intresset större för gröna tak än för gröna väggar. Följande kapitel beskriver användningen av gröna husytor i Göteborg idag, vart de är lämpliga att placera i staden samt en beskrivning av framtiden för gröna tak och väggar.

4.3.1 Användning av gröna tak

Antalet gröna tak i Göteborg har under de senaste åren ökat markant. Enligt markingenjören Elmsjö på Lokalförvaltningen förvaltade Göteborgs Stad 32 688 kvm fördelade på 49 stycken gröna tak under våren 2020. En stor andel av dessa gröna tak var anlagda på förskolor och skolor. Gröna tak har även blivit ett vanligare inslag på bostadshus i Göteborg. Arbetschefen Twedmark på Veidekke beskriver exempelvis att sedumtak anlagts på bostadshus och komplementbyggnader i deras tre senaste projekt. Enligt Twedmark har användningen särskilt ökat i Masthugget, Kvillebäcken och på Lindholmen. Anledningen till denna ökning antas vara att andelen nyproduktion är hög i dessa områden, samt att platta tak passar bra in i omgivningen. Han beskriver vidare att sedumtak är särskilt lämpade att anlägga i tätbebyggda områden för hantering av dagvatten, då det ofta saknas större grönytor där.

Ovanstående resonemang bekräftar även forskaren Sasic Kalagasidis samt projekt- och processledaren Johansson. De beskriver dock båda att det är viktigt att arbeta med tjockare substrat än vid sedumtak för att kunna magasinera mer vatten och öka andelen ekosystemtjänster. Med avseende på värmeöffekten är områden med mycket hus, asfalt och torg samt minimal grönska, som exempelvis Korsvägen och Avenyn, särskilt viktiga att anlägga gröna tak på enligt Sasic Kalagasidis. Översiktsplaneraren Knape belyser även att områdena kring Göta Älv är särskilt utmanande, då det är svårt att ta hand om dagvatten under mark där, och att gröna tak därför kan vara en lösning. Detta arbete har redan påbörjats då Johansson, som arbetar på Älvstranden Utveckling, berättar att de har flera gröna tak i sina projekt. Särskilt kring Lindholmshamnen, där gröna tak har anlagts på stora ytor.

Frölunda kulturhus lyfts fram som ett bra exempel av flera intervjuobjekt, då det på byggnaden har anlagts ett grönt tak med olika tjocklekar och växtarter, alltså inte bara ett tunt sedumtak. Taket var i behov av stor renovering, och Lokalförvaltningen i Göteborg valde då att satsa på att skapa en testarena för gröna tak i kombination med solceller (Göteborgs Stad, u.å.g). På sina 15 000 kvadratmeter ska olika typer av gröna tak testas: både det välkända sedumtaket, men även ängstak med lokala och undanträngda växtarter. Förhoppningen med projektet är att det ska inspirera till en större utbredning av gröna tak i staden, men även att det ska vara en plats för forskning inom biologisk mångfald, fördröjning av dagvatten och hållbar energiproduktion. En del av taket ska dessutom bli ett aktivitetstak, där medborgarna kan påverka utformningen och verksamheten efter deras intressen.

I de mest centrala delarna av Göteborg är andelen gröna tak få, vilket enligt miljöplaneraren Eriksson beror på flera anledningar. Dels finns det riksintressen att förhålla sig till kring de gamla byggnaderna i staden, dels traditioner kring byggnaders utseende som ska tas hänsyn till. Många av taken i området har dessutom en stark lutning och en gammal konstruktion, vilket gör att det blir svårt att anlägga gröna tak. Det finns dock byggnader med stora platta tak där gröna tak hade passat bra, exempelvis Nordstan, vilket är någonting som utemiljöchefen Wahlstedt och Welin på Lokalförvaltningen lyfter fram.

4.3.2 Användning av gröna väggar

Efterfrågan och användandet av gröna väggar har sakta men säkert ökat i Sverige och även i Göteborg. Från fallstudien kan det konstateras att gröna fasader finns på flera platser i Göteborg, men är sällan anlagda för att öka ekosystemtjänsterna i området, utan snarare för sitt estetiska värde. Erfarenheter från levande väggar är få eller obefintliga, vilket återigen kan bero på den skepticism till förändring som finns inom branschen. Antalet bra exempel på gröna väggar är få i Göteborg och flera respondenter hänvisar till en viss och inte särskilt estetiskt tilltalande vägg på Vallgatan i centrala Göteborg. Bristen på goda exempel och erfarenheter lyfter flera respondenter fram som en av anledningarna till att utbredningen av de gröna väggarna i staden är liten.

Welin och Elmsjö på Lokalförvaltningen nämner den gröna fasaden på Stadsbyggnadskontoret i Göteborg som ett mindre lyckat exempel (se figur 10). De anser vidare att det främst är levande väggar som behöver öka i antal och synas mer. Växtväggsföretagaren Höglund menar däremot att växtväggsbranschen har en mycket god framtid, och tror att marknaden kommer gå om gröna tak inom 5–10 år. För fem år sedan var marknaden för levande väggar i Sverige nästintill obefintlig, men framtiden ser enligt honom ljus ut av flera anledningar. Han beskriver att gröna väggar går att uppleva, till skillnad från gröna tak, vilket har stor betydelse. Enligt Höglund växer solcellsbranschen, vilket också kan komma att leda till att efterfrågan på gröna väggar ökar ytterligare. Flera andra respondenter från både den offentliga och privata sektorn belyser även de att framtiden för gröna väggar i Göteborg

är ljus, och att det finns ett ökande intresse och efterfrågan. Respondenterna är dock inte helt samstämmiga med varandra, då vissa fortfarande är skeptiska till om användandet av gröna väggar kommer öka i framtiden.

4.4 Analys av gröna husytor utifrån ekosystemtjänster

Gröna husytor har visats ha en betydande positiv inverkan på flera viktiga ekosystemtjänster. I följande kapitel görs därför en ingående beskrivning av gröna husytors inverkan på buller, luftkvalitet och dagvattenhantering i urbana miljöer. Gröna husytor kan även ha en betydande påverkan på övriga ekosystemtjänster, så som mänsklig rekreation och biologisk mångfald, vilket också redogörs för i kapitlet.

4.4.1 Gröna husytors inverkan på buller

I intervjustudien var flera respondenter överens om att växtlighet kan hjälpa mot buller, samtidigt som det fanns en oenighet kring just gröna husytors effektivitet gällande bullerreducering. Enligt grönatakspecialisten Malmberg kan gröna tak minska buller, men att det inte är dess huvudsakliga syfte. Projekt- och processledaren Johansson och markingenjören Elmsjö nämner att det finns en osäkerhet kring gröna taks förmåga att reducera buller. Johansson menar att gröna taks förmåga att minska buller är starkt beroende av växtval samt takets placering och höjd. Elmsjö bekräftar dessa påståenden, och belyser även utmaningen i att konkret mäta bullerreduceringen på marknivå. Även landskapsarkitekten af Ekenstam är osäker på om just gröna tak kan begränsa buller, men menar samtidigt att substrat och markmaterial kan dämpa buller. Enligt Connelly & Hodgson (2015) kan substrat ha bullerreducerande egenskaper. Absorptionskoefficienten (se ordlista) ökar med mängden organiskt material och därför är substratdjupet en viktig faktor vid reduktion av buller. Forskning visar även att substratets fuktighet spelar roll. Ett torrt tak har visats reducera bullernivån med 2 till 4 dBA, medan ett blött substrat som mest ger en reduktion på 1,5 dBA (Van Renterghem, 2018).

Utöver substratets påverkan på egenskaperna att absorbera och reducera ljud, finns det flera faktorer som påverkar takets förmåga att reducera buller. Formen på byggnaden, det gröna takets area samt omgivningens utformning är viktiga aspekter att ha i åtanke. I de fall då ljudvågorna inte passerar över det gröna taket och interagerar med växtligheten är bullerreduceringen marginell (Van Renterghem, 2018). Den tidigare beskrivna situationen kan uppstå på en öppen innergård, där ljudet som går runt byggnaden dominerar på innergården, istället för det ljud som passerar över det gröna taket. Vidare har takets form en stor inverkan på reduktionen av bullernivåer (Van Renterghem et al., 2013). I en studie kunde det påvisas att platta gröna tak ledde till en minskning av trafikbuller med 2,4 dBA, då fordon färdas i hastigheter mellan 30–70 km/h. Lutande gröna tak visades vidare kunna reducera över 7,5 dBA i samma undersökning. Ett lutande grönt tak anses alltså ha en större bullerreducering än platta gröna tak. Anledningen till att bullernivån reduceras mer av ett lutande tak beror på att takets vinkel bidrar till en större area för ljudvågor och växtlighet att interagera (Van Renterghem, 2018).

I en studie av Connelly och Hodgson (2013) studerades ljudisoleringsförmågan hos gröna tak på modellkonstruktioner av trä och stål. Modellen med en träkonstruktion visade att en reduktion på 5–13 dB i spannet 50–2000 Hz kunde erhållas, och upp till 8 dB över 2000 Hz. I modellen med en stålkonstruktion var reduktionen större: Redan vid låga frekvenser hjälpte det gröna taket att sänka ljudnivån med 10 dB och vid högre frekvenser erhöles en reduktion på 20 dB eller mer. Dock nämner

Connelly och Hodgson (2013) att viss försämring av ljudisoleringsförmågan sker efter en tid när växternas rotsystem har etablerat sig och spritts över en större yta.

Flera respondenter pekade även på att gröna väggar, likt gröna tak, kan bidra till bullerreducering. Dock med viss osäkerhet, då det finns begränsad kunskap inom ämnet. Att gröna väggar kan absorbera ljud stöds av litteraturen, som beskriver att gröna väggar kan hjälpa till att bryta och absorbera ljudvågor (Krimm, 2018). Enligt miljöplaneraren Eriksson kan en reduktion av buller i den urbana miljön leda till förbättrad mänsklig hälsa, vilket bekräftas av flera rapporter (Göteborgs Stad, 2019; WHO, 2011). Vidare beskriver Eriksson att minskning av buller i sin tur kan resultera i ekonomisk vinning för samhället. Landskapsarkitekten af Ekenstam nämner även hur grönska kan minska det upplevda bullret. Detta styrks även av forskning, som påvisar att grönska kan bidra till att ljudnivån uppfattas som lägre och mindre påfrestande när det finns befintlig grönska i närområdet (Li, Chau & Tang, 2010). Det krävs dock mer forskning för att verifiera och bättre definiera växters påverkan på människans uppfattning av buller.

I tätbebyggda städer är höghus med hårda reflekterande väggar i exempelvis glas, sten eller metall, en betydande anledning till förhöjda ljudnivåer (Wonyoung & Jeon, 2020). Vikten av en ytas sammansättning vid bullerspridning visas med materialens absorptionskoefficienter för ljud vid olika frekvenser, vilket redovisas i tabell 4 (Smyrнова et al., 2012; Sü & Caliskan, 2007). Tabellen visar att väggar av betong med grov yta och glas har högre absorptionsvärde vid 63 Hz, medan väggar med vegetation har ett betydligt högre absorptionsvärde vid 250 Hz, 500 Hz respektive 1000 Hz. Den höga absorptionskoefficienten visar att en grön vägg generellt sett lämpar sig bättre till att absorbera ljud vid högre frekvenser. Växtväggsföretagaren Höglund beskriver vidare att deras fullt uppväxta moduler med gröna väggar fungerar som en A-klassad absorber (se ordlista).

Tabell 4: Absorptionskoefficienten [-] för olika material vid olika frekvenser. Källa: Smyrнова et al., 2012; Sü & Caliskan, 2007.

Material/Frekvens	63 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
Betong, grov yta	0.36	0.44	0.31	0.29
Betong, målad yta	0.10	0.05	0.06	0.07
Glas	0.18	0.06	0.04	0.03
Ståldörr	0.05	0.05	0.05	0.06
Grön vägg	0.11	0.7	0.9	0.78

Växtväggsföretagaren Höglund beskriver även att det finns stora problem med buller i staden, och pekar på att bullerskärmar med växtlighet kan placeras i en stadsnära miljö för att motverka trafikbuller. Han nämner även hur gröna väggar kan placeras i befintliga miljöer gjorda av betong, exempelvis på brosidor och tunnelmynningar, vilket kan bidra till en bättre ljudmiljö. Projekt- och processledaren Johansson anser dock att gröna väggar framför allt bör hållas till kontorsbyggnader, där underhållet oftast sköts kontinuerligt av en kunnig fastighetsskötare. Dessutom beskriver översiktsplaneraren Knappe att växter har använts i kombination med bullerskärmar, för att bidra med ytterligare en

bullerdämpande effekt. Knape beskriver dock att försöken med växtklädda bullerskärmar var utmanande då kunskapen om uppbyggnaden av gröna väggar var bristande.

I en studie visade Van Renterghem (2018) att gröna väggar kunde bidra till att reducera buller när fasader vid innergårdar och trafikerade vägar bekläddes med växter. Resultatet visade på en reduktion från 2 till 4,4 dBA, beroende på fasadmaterialets hårdhet. Ett mjukt fasadmaterial har en lägre reflektionskoefficient jämfört med ett hårdare material, och reflekterar då mindre ljud. En grön vägg ansågs då ge mindre effekt på en redan mjuk vägg, jämfört med en hård. Van Renterghem (2018) analyserade även kombinerade fall av gröna väggar och gröna tak för att se om bättre resultat kunde uppnås. Även här genomfördes undersökningen med en analys av hårt och mjukt fasadmaterial, där respektive värde blev 8,1 dBA för hård och 4 dBA för mjuk fasad. Resultatet visade att reduktionen endast blir cirka 1 dBA mer, jämfört med om endast ett grönt tak används, vilket visar på att en kombination av gröna tak och väggar inte alltid är en ekonomiskt lönsam lösning.

4.4.2 Gröna husytors inverkan på luftkvalitet

I intervjustudien belyser flera respondenter, exempelvis Elmsjö och Welin på Lokalförvaltningen och miljöplaneraren Eriksson, att gröna husytor kan bidra till en förbättrad luftkvalitet genom att binda partiklar till bladen, vilket bekräftas av Tomsona et al. (2020). Även projekt- och processledaren Johansson lyfter fram att partiklar kan fastna på bladen. Dock förklarar Johansson att växtvalet har stor betydelse samt att höga partikelnivåer främst är ett problem på vintern, då många växter tappar sina blad eller vissnar. Dessutom är växtens karaktärsdrag viktiga för dess luftrenande förmåga (Ghazalli et al., 2018).

Flera respondenter, exempelvis processledaren Svensson, förvaltningschefen Siltberg och grönatakspecialisten Malmberg, lyfter även fram att gröna husytor kan förbättra luftkvaliteten i svenska städer. Däremot fördjupar sig inte någon av respondenterna i den teoretiska bakgrunden, vilket kan tyda på en generell kunskapsbrist inom ämnet. Forskaren Sasic Kalagasidis nämner att gröna husytor kan bidra till renare luft, men menar även att det inte finns tillräckligt med bevis, utan att det snarare är en hypotes. Sasic Kalagasidis beskriver exempelvis att gröna tak som är placerade bredvid ventilation kan leda till att partiklar och damm som tagits upp av det gröna taket leds in i byggnaden med hjälp av uteluften.

Vidare beskriver Eriksson, Knape och Svensson på Stadsbyggnadskontoret att dålig luftkvalitet är ett stort problem för den mänskliga hälsan, och någonting som branschen aktivt måste arbeta med. Grönatakspecialisten Malmberg menar dock att grönska inte kan kompensera för dålig luftkvalitet och att det i första hand är trafiken som bör minskas. Enligt Johnson (2011) är gröna tak och väggar inte mer effektiva än träd planterade i gaturum när det kommer till förbättring av luftkvalitet. Däremot är gröna husytor ett bra komplement, eftersom de kan utnyttja annars oanvända ytor. Markingenjören Elmsjö nämner även att gröna husytor kan binda partiklar som sedan följer med regnet ner till marken och på så sätt förbättra luftkvaliteten, vilket även Tomsona et al. (2020) bekräftar.

Det finns studier som talar tydligt för att gröna tak har en positiv påverkan på partikelhalt och luftkvalitet. I Chicago har gröna taks påverkan på luftkvalitet undersökts och resultaten är slående: 198 000 kvadratmeter gröna tak reducerade luftföroreningarna i staden med 1675 kilogram på ett år (Yang et al., 2008). Av den totala minskningen utgjordes 52 % av ozon, 27 % av kvävedioxid och 14 % av PM10. Om 20 % av Chicagos tak bestod av gröna tak skulle alltså kvävedioxiden kunna minska med

800–2770 ton, beroende på vilka typer av växter som används. Dessa uppskattningar är dock gjorda utifrån förutsättningen att upptagningen av kvävedioxid är konstant, vilket inte stämmer i praktiken. Upptagningsförmågan är beroende av väder, växtart och koncentration av kvävedioxid, vilket medför att minskningen luftföroreningar varierar över året. Trots en viss osäkerhet gällande exakt hur mycket gröna tak kan bidra till en minskning av luftföroreningar, finns det tydliga belägg för att gröna tak är gynnsamma och är ett bra verktyg för att förbättra luftkvaliteten i urbana miljöer.

Växtväggsföretagaren Höglund menar att gröna väggar kan vara luftrenande och därför lämpliga att placera vid tungt trafikerade vägar. Enligt litteratur är det dock viktigt att väggarna är placerade i rätt höjd för att kunna fånga upp luftföroreningarna (Göteborgs Stad, 2018a). Generellt anses gröna väggar bidra till en minskad koncentration partiklar i luften (Ysebaert et al., 2021). Som nämndes ovan spelar valet av växter en stor roll, eftersom det avgör hur mycket partiklar den gröna väggen kan ta upp. Enligt Ysebaert et al. (2021) har gröna väggars effektivitet ifrågasatts då forskare anser att det ännu inte finns tillräckligt med forskning inom ämnet. Flera studier pekar dock på att gröna väggar minskar antalet partiklar i luften. Forskaren Sasic Kalagasidis beskriver att kunskapen om just gröna väggar och luftkvalitet är bristfällig, och att det är viktigt med välgrundad forskning inom området och tydliga bevis innan dess styrkor påvisas. Sammantaget är fler studier nödvändiga för att nå samsyn om gröna väggar i branschen och dess förmåga att uppta partiklar och bidra till bättre luftkvalitet.

4.4.3 Gröna husytors inverkan på dagvattenhantering

Majoriteten av respondenterna lyfter fram att det finns stora fördelar med gröna tak utifrån dagvattenhantering. Arbetschefen Twedmark beskriver till exempel hur de på Veidekke i ett projekt i Kvillebäcken hade en stor utmaning med hur de skulle hantera dagvattnet. Enligt dem var gröna tak den mest lämpade lösningen på problemet, eftersom bristen på dagvattenlösningar var stora i marknivå. Twedmark redogör vidare för att en anläggning med sedumtak kan leda till att dagvattenmagasin inte behöver grävas ner, vilket i sin tur kan leda till ekonomisk vinning. Om kostnader för sedumtak understiger kostnader för dagvattenmagasin kan Twedmark dock inte bekräfta, då de ligger under olika budgetar.

Enligt litteraturen är gröna tak ett effektivt verktyg för att hantera dagvatten. Grönatakhåndboken (2021) beskriver en rad faktorer som påverkar ett taks förmåga att hantera dagvattenflöden, exempelvis det gröna takets tjocklek, val av växter samt uppbyggnaden av takets övriga komponenter. Substratets tjocklek är den faktor som har högst inverkan på takets förmåga att magasinera dagvatten, men val av växter är också en viktig aspekt. För att kunna hantera flöden av dagvatten bör växterna ha hög evapotranspiration vilket är kombinationen av vatten som transpireras av växter och vatten som evaporerar från jord- och växtytor. Däremot har vissa växter låg evapotranspiration, som exempelvis suckulenter, en hög fråga att överleva i stressade miljöer. Det kan därför vara fördelaktigt med en stor variation av växter, för att kombinera effektiv dagvattenhantering och hög chans till överlevnad.

För att fördröja dagvatten kan ett fukthållande lager inkluderas i takets uppbyggnad (Grönatakhåndboken, 2021). Det fukthållande lagret kan exempelvis vara gjort av stenullsmattor, filterdukar, geotextil, vegetation eller dräneringsmattor och har en förmåga att hålla kvar vatten, men även låta överskottsvatten rinna av. En viktig aspekt att ha i åtanke är den vanligt förekommande korrelationen mellan god vattenhållande förmåga samt dålig lufthållande förmåga, vilket behöver tas i beaktning när växtbäddar konstrueras. Vidare är det viktigt att en bedömning görs kring bjälklagets bärighet samt områdets behov av dagvattenfördröjning. Studier visar även att djup och substratmaterial

har stor inverkan på gröna taks förmåga att hålla kvar dagvatten (Liu, et al., 2019). Substratmaterialets förmåga att hålla kvar vatten beror till stor del på dess porstorleksfördelning, vilket i sin tur beror på hur kompakt materialet är, andelen organiskt material och andelen finkornigt material.

Gröna tak har hög kapacitet att hantera dagvattenflöden och detta ses ofta som en av de större anledningarna till att använda dem i urbana områden (Grönatakhandboken, 2021). Som nämnt ovan visar studier att takets tjocklek har stor inverkan på avrinningskoefficienten (se ordlista). Enligt Grönatakhandboken (2021) är avrinningskoefficienten 0,1 för tak med ett djup större än 500 mm, medan avrinningskoefficienten är 0,7 för gröna tak med djup mellan 20–40 mm. Även takets lutning har påverkan på avrinningskoefficienten. Ett tak med en lutning på 15 grader och en tjocklek på 100–150 mm har exempelvis en avrinningskoefficient på 0,4, medan ett lika tjockt tak fast med större lutning bara har en avrinningskoefficient på 0,5. Andra undersökningar tyder dock på att takets lutning inte har så stor påverkan på takets förmåga att bibehålla vatten. Enligt Liu et al. (2019) bör sambandet mellan taklutning och vattenavrinning även vägas mot andra faktorer, som exempelvis regnintensitet och substratets fysiska egenskaper.

För att kunna hantera ökande regnvolymer är gröna husytor ett bra alternativ, då de visar på god förmåga att fördröja dagvatten, samtidigt som redan befintliga ytor utnyttjas. Studier visar på att gröna tak kan magasinera över 50 % av den årliga avrinningen från tak (Berghage, et al., 2009). Under en studie som gjordes på ett sedumtak i Sheffield, England visades det gröna taket ha stor påverkan på avrinning vid nederbörd (Stovin, 2009). Ett tillfälle i februari med 9,2 mm nederbörd ledde endast till 3,55 mm avrinning. 61 % av regnvattnets volym fördröjdes alltså av det gröna taket. Under totalt sett 11 mätningar under en vår i Sheffield kunde det gröna taket i genomsnitt magasinera 34 % av den totala regnvolymer. En slutsats som kunde dras var att gröna tak är mycket lämpliga för dagvattenhantering i brittiskt klimat. Samtidigt utnyttjades redan existerande ytor, istället för att tillämpa komplicerade lösningar på tomma ytor eller under mark. Studien i Sheffield anses enligt författarna utgöra ett gott exempel då klimatet där har många likheter med klimatet i Göteborg.

Vidare har luftfuktigheten en roll i gröna taks förmåga att hantera vatten, då den reglerar evapotranspirationen (Grönatakhandboken, 2021). Växter bör ha hög transpiration för att snabbt kunna avlägsna vatten mellan regnskuror och därmed hantera dagvatten effektivt, eftersom jorden får en ökad förmåga att bibehålla vatten och reducera avrinning när den är torr (Liu et al., 2019). När gröna tak är fullt utvecklade och betäckta med vegetation, bidrar transpiration mer än evaporation till att avlägsna vatten och fukt (se ordlista) (Cascone et al., 2019). Dessutom styrs luftfuktigheten och därmed evapotranspirationen av vindförhållanden, nederbörd och temperatur. Ett torrt klimat med mycket vind, höga temperaturer och mycket solinstrålning ökar evapotranspirationen så länge det fortfarande finns vatten och fukt kvar att förbruka. Gröna tak i Sverige kan därmed antas prestera bäst utifrån dagvattenhantering under sommarmånaderna.

I framtiden förväntas klimatförändringar öka antalet kortvariga intensiva regn, med perioder av högre temperaturer och torrare klimat mellan regntillfällen (Davour, 2019). Dessa väderförhållanden ökar vikten av smart dagvattenhantering, då en större mängd nederbörd kommer på samma gång, men väderförhållandena kan till viss del även vara gynnsamma för gröna taks prestanda. Det torra klimatet mellan nederbördstillfällen tillåter då fukten från gröna tak att avlägsnas innan nästa regntillfälle inträffar. Däremot sammanfaller oftast inte väderförhållanden som gynnar gröna taks prestanda med de väderförhållanden som råder på platser med mest nederbörd, vilka antas vara i störst behov av effektiv och smart dagvattenhantering. I en studie där gröna taks magasinande förmåga jämfördes för tre olika klimatzoner, presterade gröna tak bäst på platsen med minst nederbörd. Resultatet antogs bero på längre

tid för evapotranspiration att verka mellan nederbördstillfällen (Sims et al., 2016). Även Liu et al. (2019) kom fram till liknande slutsatser. Viktigt att nämna är dock att även de gröna taken med minst gynnsamma förhållanden i båda studierna fortfarande bidrog till en signifikant reducerad vattenavrinning. Däremot fann Todorov, et al. (2018) i en studie att gröna taks förmåga att magasinera vatten inte påverkades särskilt negativt under icke växande säsonger, då evapotranspirationen är kraftigt reducerad. Den sistnämnda studien genomfördes i Syracuse, New York, vars klimat är snarligt Göteborgs.

Att gröna tak effektivt kan hantera dagvatten bekräftas även av intervjustudien. Enligt forskaren Sasic Kalagasidis är dock gröna tak inte den enda lösningen för en bättre dagvattenfördröjning, även om de är en del av lösningen. Hon beskriver vidare att jordlagrets tjocklek har betydelse när det kommer till dess kapacitet att fördröja dagvatten. Ju tjockare jordlagret är, desto större fördröjande kapacitet har taket. Även regnets intensitet har stor betydelse enligt Sasic Kalagasidis. Vid svagare och mindre ihållande regn har de gröna taken en betydande potential, men vid mer kraftiga regn har de snarare bara kapacitet att fördröja avrinningen med några minuter. Dock beskriver hon att dessa minuter i sin tur kan leda till att det inte blir någon kraftig översvämning i staden. Något som uppmärksammades under studien var att litteraturen ofta beskrev gröna taks reducerings- och magasineringsförmåga av dagvatten, medan respondenterna beskrev gröna taks magasineringsegenskaper som små. De framhöll istället främst gröna taks möjlighet att fördröja dagvatten.

Forskaren Sasic Kalagasidis belyser även att många gröna tak innehåller näringsämnen som vid stora skyfall följer med regnvattnet ner i dagvattensystemet, vilket kan bidra till övergödning. Hon beskriver vidare att det börjar forskas mer inom detta område, och att nya regler kring utsläpp av näringsämnen från gröna tak har utformats. De nya reglerna sätter i sin tur även krav på fastighetsägare att de måste ha vattenfilter som renar vattnet, innan det når dagvattensystemet. Då passiva tekniker enligt Sasic Kalagasidis är att föredra framför mekaniska filterpumpar, föreslår hon att en metod där särskilda materialfilter bör integreras med de gröna taken. På så sätt kan vattnet filtreras direkt.

I intervjustudien diskuterades inte gröna väggar som en dagvattenlösning i lika stor utsträckning som gröna tak, vars positiva effekter bekräftas av stora mängder forskning och verklig tillämpning. Anledningen till att gröna väggar inte diskuteras som en dagvattenlösning beror antagligen på deras lodräta utformning, som inte tillåter dem att samla upp dagvatten lika effektivt som gröna tak. Dessutom dräneras de vertikala gröna väggarna ofta mycket snabbare än de platta gröna taken (Kew et al., 2014). Dagvattenlösningar på väggar borde dock ses som en attraktiv lösning, speciellt med tanke på att väggytor sannolikt överstiger takets area i urbana miljöer. Energispecialisten Millinger beskriver dessutom att en stor del av takytan på nya byggnader ofta kan bli otillgängliga på grund av installationer som placeras där. Detta lyfter även Welin på Lokalförvaltningen upp som ett dilemma, särskilt när solceller placeras i söderläge och alla rörledningar, luftintag och skorstenar etcetera placeras på norrsidan.

Lau och Mah (2018) använde en digital dagvattenmodell för att teoretiskt undersöka och beräkna gröna väggars förmåga att hantera dagvatten, för regn med olika återkomsttid och för väggar med olika jordtyper. Beräkningarna utfördes vidare utifrån antagandet att dagvattnet kunde samlas upp från taket och sedan jämnt fördelas på ovansidan av den gröna väggen. Resultaten visade bland annat att avrinningen kunde minskas med 55 % för 5-minuters regn med 1-års återkomsttid. Studiens resultat, som togs fram med artificiella metoder, bör betraktas med försiktighet, men kan ge gröna väggar trovärdighet ur ett teoretiskt perspektiv.

Trots den mindre praktiska utformningen för att fånga upp vatten när det regnar, finns det sätt att göra även gröna väggar till en effektiv lösning för att hantera dagvatten. Växtväggsföretagaren Höglund beskriver hur deras bevattningssystem kan samla upp regnvatten från taket ovan via stuprör. Regnvattnet samlas sedan i en tank, och pumpas ut för att bevattna väggarna vid behov. Höglund beskriver även att de i nästan alla fall använder återcirkulation från vattnet som dräneras från den gröna väggen. På så vis skapas ett cirkulerande system där dagvatten kan användas så länge som möjligt, ofta i flera dagar utan nederbörd.

I en av de få studier som praktiskt undersöker gröna väggar utifrån dagvattenhantering, användes en lösning med tankar som samlade upp dagvatten för att bevattna väggarna (Kew et al., 2014), snarlik den som beskrevs av växtväggsföretagaren Höglund. Forskarna som utförde studien ansåg lösningen vara den bästa för att skapa en symbiotisk relation mellan gröna väggar och dagvatten. I studien användes ingen återcirkulation, men väggarnas magasinering förmåga var ändå jämförbar med extensiva gröna tak, såsom sedumtak. Både Höglund och Kew et al. (2014) medgav dock att det egentligen är uppsamlingstankarna som utför det mesta arbetet vad det gäller dagvattenhanteringen, vilket även bekräftas i PBL-kunskapsbanken (Boverket, 2019b). Detta är dock av liten betydelse, eftersom erkända och välanvända lösningar som fördröjningsmagasin fungerar på liknande sätt.

4.4.4 Gröna husytors inverkan på övriga ekosystemtjänster

Genom att anlägga gröna tak i urbana miljöer kan ekosystemtjänster skapas. Den lokala biodiversiteten kan exempelvis stärkas, då gröna tak kan bidra till att skapa nya naturliga habitat för insekter och fåglar (Cristiano et al., 2021; Grönatakhandboken, 2021). Enligt processledaren Svensson är säkerställandet av den biologiska mångfalden i städer en av dagens stora utmaningar, vilket både hon och övriga respondenter är överens om att gröna tak kan bidra till. Flera respondenter beskriver, likt litteraturen, hur gröna tak kan fungera som habitat för bland annat pollinerande insekter, som enligt översiktsplaneraren Knape börjar bli en bristvara i svenska städer. Projekt- och processledaren Johansson nämner även att gröna tak kan fungera som så kallade *stepping stones* för insekter, och på så sätt är det möjligt att undvika att staden blir en barriär mellan olika naturområden.

En viktig faktor för huruvida ett grönt tak kan bidra till stadens biodiversitet är valet och sammansättningen av växter (Cristiano et al., 2021; Grönatakhandboken, 2021). Dessa aspekter tas även upp av både miljöplaneraren Eriksson och landskapsarkitekten Didriksson. Eriksson framhåller specifikt att blommande växter som kan attrahera pollinerande insekter bör väljas för att uppnå en effekt på den biologiska mångfalden i staden. I Grönatakhandboken (2021) omnämns specifikt biotoptak som lämpliga att anlägga om en hög biologisk mångfald eftersträvas. Utemiljöchefen Wahlstedt belyser emellertid att gröna markytor i staden inte kan ersättas av gröna tak. Han beskriver att städer innefattar en biologisk mångfald som inte alltid finns i jordbruks- eller skogsbrukslandskap. Således utgör gamla parker, träd och stadsnära skogar viktiga miljöer för att bevara den biologiska mångfalden. Wahlstedt ställer sig därför kritiskt till den förtätning som sker på bekostnad av grönområden. Även landskapsarkitekten af Ekenstam belyser att gröna tak inte fullt kan kompensera för förlusten av grönområden på marken, vilket även beskrivs i Grönatakhandboken (2021). Det är därför viktigt att inte använda gröna tak som ersättning för naturliga grönområden, utan endast som ett komplement.

Ytterligare en positiv aspekt gällande gröna tak är att de beroende på utformning kan ha ett rekreativt syfte, likväl som att de kan bidra till stadens kulturella och estetiska värden (Grönatakhandboken, 2021).

Flera respondenter beskriver att gröna tak bidrar till en mer estetiskt tilltalande stadsmiljö, och som enligt utvecklingsledaren Eriksson bidrar till "att skapa mänskligare miljöer". Vidare beskriver landskapsarkitekten Didriksson hur gröna tak har positiva effekter på den mänskliga hälsan, vilket även bekräftas av litteraturen. Enligt Grönatakhandboken (2021) påverkas människors hälsa och välbefinnande positivt av närheten till grönska, vilket även beskrivs av Besir och Cuce (2018). Att gröna tak kan anläggas som en rekreations- eller vistelseyta för de boende eller arbetande i området, är en styrka enligt projekt- och processledaren Johansson och översiktsplaneraren Knape. Johansson understryker dock att gröna tak inte kan fylla samma rekreativa syfte som exempelvis parker, vilket även utemiljöchefen Wahlstedt överensstämmer om.

Litteraturstudien visar även på att fördelarna med gröna väggar är många, då även dem gynnar den biologiska mångfalden (Boverket, 2019c). En tät och frodig vägg bildar optimala platser för fåglar att häcka och finna skydd på. Många insekter attraheras dessutom av grönskan, vilket är positivt ur en pollineringsaspekt. Dessutom kan naturliga fiender till skadedjur gynnas så att behovet växtskyddsmedel minskar. Vidare dokumenterade fördelar är att väggarna ger upphov till ett skyddande lager mot slagregn och UV-ljus mot fasaden, vilket verifieras av grönatakspecialisten Malmberg. Forskaren Sasic Kalagasidis lyfter fram hur gröna väggar kan sänka temperaturen i städer och undvika värmeöeffekt, särskilt i innerstaden med mycket asfalt, betong och gatsten och utan träd, planteringar och övrig grönska. Korsvägen i Göteborg lyfts fram som ett bra exempel, där temperaturen nattetid efter varma somardagar ofta är flera grader varmare än i en stadsdel utanför centrum. De hårda materialen i staden lagrar värme under dagen som sedan avges nattetid, vilket höjer temperaturen. Sasic Kalagasidis belyser vikten av att gröna husytor minskar den lagrade värmen och gör innerstaden svalare, vilket även bekräftas av Shafique et al. (2018) och Vijayaraghavan (2016). En grön vägg skuggar dessutom den bakomliggande fasaden och stoppar solen från att värma upp den, vilket sänker kylbehovet inomhus (Ivanov & Wargren, 2014).

Gemensamt för flertalet intervjuer är att främjandet av den biologiska mångfalden lyfts fram som en stor fördel med gröna väggar. Landskapsarkitekten af Ekenstam beskriver hur insektslivet gynnas av grönska som ligger på en lägre nivå än taken. Detta påstående bekräftar även växtväggsföretagaren Höglund som en viktig aspekt, speciellt då biodiversiteten ökar genom att föda och boplatser skapas för pollinerande insekter. Naturskyddsföreningen (2018) bekräftar det som respondenterna nämner, och beskriver även hur viktiga växter är då de omvandlar koldioxid i luften till syre, och på så sätt minskar växthuseffekten.

Avslutningsvis är en fördel med gröna väggar att de syns och kan upplevas mer än gröna tak. Växtväggsföretagaren Höglund beskriver styrkan med att kunna känna dofterna och beskåda en grön vägg, och vilka stora positiva fördelar det har för det psykiska måendet. Detta bekräftas även av litteraturen, som visar att växtlighet påverkar den mentala hälsan positivt då det leder till minskad stress och ökat välbefinnande (Bertilsson, 2009; Görlin et al., 2017). Att befinna sig i ett rum med natur och växter som utsikt har visat sig sänka blodtrycket (Görlin et al., 2017). Sjukhuspatienter har visats återhämta sig snabbare om de ser grönska utanför sitt fönster, jämfört med de som inte har. Genom att strategiskt placera gröna väggar vid sjukhusområden, skolor och platser där många människor rör sig, kan grönska bidra till ett ökat mänskligt välbefinnande och därmed också till ekonomiska vinningar.

5. Förutsättningar för gröna husytor i urbana miljöer

Trots många positiva effekter som kommer av att öka mängden gröna tak och väggar i urbana områden, finns det fortfarande en viss skepticism gentemot teknikerna. Som beskrivet i kapitel 4 har flera respondenter tagit upp installations- och underhållskostnader som hinder till en ökad användning av gröna husytor. Även rädslan för eventuella skador och komplikationer kopplade till gröna husytor har beskrivits som en viktig faktor. Denna skepticism är inte unik för den svenska byggbranschen, utan har beskrivits som ett globalt hinder för en ökad implementering av gröna tak och väggar (Brudermann & Sangkakool, 2017; Liberalesso et al., 2020; Vijayaraghavan, 2016).

Om gröna tak och väggar anläggs på rätt sätt kan de bidra till en förbättrad ekonomisk situation för företag och kommuner. Byggchefen Schäfer och växtväggsföretagaren Höglund beskriver att genom anläggning av gröna tak och väggar på en byggnad, ökar värdet på fastigheten och företagets varumärke gynnas. Schäfer berättar vidare att gröna husytor, framförallt gröna väggar, kan göra en hyresvärd mer attraktiv, vilket kan bidra till ekonomisk vinning. Veistein et al., (2012) beskriver att en implementering av gröna tak och väggar på en fastighet i Toronto, Kanada generellt sett ger en värdeökning på 3–15 %. Även om procentandelen skiljer sig mellan olika källor och platser, har det kunnat visas att gröna husytor ökar värdet på fastigheter generellt. En intressant aspekt som Höglund lyfter fram är att en grön vägg “är mer en gåva till fastigheten bredvid än vad det är till din egen fastighet”. Med citatet menar Höglund att de estetiska värdena som uppkommer av att installera en grön vägg, främst bidrar till stadens offentliga rum snarare än till den enskilda byggnaden. De omkringliggande byggnaderna får dessutom ta del av fördelarna med minskat buller, förbättrad luftkvalitet och sänkt temperatur utan att själva ha investerat i väggen.

5.1 Subventioner och krav

För att uppmuntra till ett ökat användande av gröna husytor i urbana miljöer, använder sig flera länder av olika typer av subventioner, krav och reduktioner (Liberalesso et al., 2020). I München måste exempelvis gröna tak anläggas om platsen är lämpad för tekniken, samt om takytan är över 1000 m² (Brudermann & Sangkakool, 2017). Ett liknande krav ställs på nybyggnationer i Köpenhamn där samtliga tak med en lutning mindre än 30 grader måste vara gröna. Vidare subventionerar staden Esslingen, Tyskland, 50 % av installationskostnaderna kopplade till gröna tak, och i Wien, Österrike, garanteras ett finansiellt bidrag per kvadratmeter installerat grönt tak. I vissa städer reduceras även beskattningen kopplad till dagvatten om ett grönt tak installeras.

Idag används inte subventioner som incitament för att öka användandet av gröna husytor i Göteborg. De krav som är kopplade till mängden grönytor vid byggnation regleras av planeringsredskapet grönytefaktor. Genom detta redskap kan kommunen ställa krav på att en viss mängd grönyta måste anläggas vid exploatering (se kapitel 2.7.1). De kan dock inte specifikt bestämma vilken typ av grönyta som ska anläggas för att uppnå en viss grönytefaktor, vilket har beskrivits av projekt- och processledaren Johansson som en svaghet med planeringsredskapet. Hon berättar till exempel att ett sedumtak kan anläggas för att uppnå en viss grönytefaktor, men att lösningen nödvändigtvis inte alltid är den bästa för det aktuella området ur ett ekosystemtjänstperspektiv. Grönytefaktor kan dock i många fall vara ett bra och konkret verktyg för att öka mängden grönska i en förtätad stad, förutsatt att det

används på rätt sätt och följs upp. Johansson beskriver vidare hur de som markägare på Älvstranden Utveckling kan kräva att ett grönt tak ska anläggas på den mark som de säljer, men att det inte finns några ytterligare riktlinjer från kommunen angående mängden gröna husytor.

Liberalesso et. al. (2020) beskriver att direkta finansiella subventioner är ett populärt verktyg i europeiska städer och att de spelar en avgörande roll för att öka användandet av gröna tak och väggar. Ekonomiska incitament som exempelvis subventioner har efterfrågats av flera intervjurespondenter. Genom att subventionera de höga installationskostnaderna, som ofta är en anledning till varför gröna tak eller väggar inte anläggs, kan användandet av gröna husytor öka. Förvaltningschefen Siltberg beskriver till exempel hur kostnaderna kan vara avgörande för om en aktör väljer att installera gröna husytor eller inte, trots att det är väl känt att de kan bidra till att stärka flera ekosystemtjänster i området. Han ger som exempel att om ett grönt tak kostade lika mycket att installera som ett vanligt plåttak, eller om vanlig puts kostade lika mycket som att installera en grön vägg, skulle efterfrågan på gröna husytor troligen öka.

Genom att utforma kommunala krav på hur det gröna taket eller väggen ska utformas, är det möjligt att förse aktörer med ekonomiska bidrag om dessa krav uppfylls (Liberalesso et al., 2020). Exempel på sådana krav är ett minsta substratdjup, att taket måste kunna fördröja en viss mängd dagvatten, att det ska underhållas och bibehållas under ett visst antal år. I de tyska städerna Frankfurt, Hamburg och Stuttgart måste exempelvis substratdjupet vara mellan 8–12 cm för att ett företag ska kunna ta del av de kommunala subventionerna. Det är dock ytterst viktigt att de krav som ställs på utformningen av gröna husytor anpassas efter de lokala förutsättningarna. Förvaltningschefen Siltberg tycker att fler specifika kommunala och statliga krav utöver grönytefaktorn skulle kunna användas. Även grönatakspecialisten Malmberg uttrycker en liknande önskan om högre och mer detaljerade krav gällande anläggandet av gröna tak i svenska städer. Han anser även att inspiration med fördel kan hämtas från internationella krav och riktlinjer kopplade till gröna tak. Welin på Lokalförvaltningen lyfter dessutom fram Schweiz som exempel, där det är lag på att samtliga platta tak ska utföras som gröna. En liknande lag tror Welin med flera hade ökat andelen gröna tak i Göteborg. Vidare anser både projekt- och processledaren Johansson och översiktsplaneraren Knape att kommunen skulle kunna ställa högre krav vid exploatering för att öka användandet av gröna husytor.

Liberalesso et al. (2020) och Versini et al. (2020) beskriver båda att gröna tak och väggar med fördel kan appliceras på kommunala byggnader och projekt, för att på så sätt motivera och inspirera privata aktörer. Detta argument lyfts även fram av Welin på Lokalförvaltningen. Hon anser att det bör finnas krav på att använda gröna tak eller väggar vid uppförande av offentliga byggnader. Kommunen får således en viktig roll gällande utvecklingen av gröna husytor i urbana områden. Liberalesso et al. (2020) understryker dock vikten av ett samarbete mellan kommun och lokala aktörer vid framtagning av stimulerande åtgärder, för att på så sätt uppnå optimala och effektiva strategier. Vikten av effektivt samarbete betonas även av processledaren Svensson, som anser att ett samarbete mellan politiker, kommuner, forskare och privata aktörer är nödvändigt för att öka implementeringen av gröna husytor i svenska städer.

5.2 Certifieringar och kunskapsförmedling

Utöver krav och subventioner finns även andra verktyg att använda. Miljövetaren Wall arbetar med miljöcertifieringar och anser att de kan fungera som incitament för ett ökat användande av gröna tak och väggar, vilket även beskrivs av litteraturen (Liberalesso et al., 2020). Vid BREEAM- eller LEED

certifiering poängsätts en byggnad utifrån olika faktorer, vilket beskrivs i kapitel 2.7. Ett grönt tak kan göra att byggnaden tilldelas ytterligare poäng, vilket kan göra det möjligt att lättare uppfylla en viss certifieringsnivå. Eftersom miljöcertifiering möjliggör för internationella jämförelser, kan de användas för att stärka den enskilda byggnadens ekonomiska värde (SGBC, 2018). Då certifieringssystem som BREEAM och LEED värdesätter användandet av gröna tak och väggar, kan de således uppmuntra till och stimulera användandet av gröna husytor (Liberalesso et al., 2020).

Majoriteten av intervjurespondenterna tar även upp vikten av erfarenhetsutbyte och kunskapsförmedling gällande användandet av gröna tak och väggar. Liberalesso et al. (2020) beskriver att forskningsbaserade samarbeten mellan akademier, politiker och aktörer i branschen är viktigt för att förmedla information och kunskap gällande gröna tak och väggar. På så vis kan lämpliga metoder och strategier för ett ökat användande av gröna husytor i urbana miljöer tas fram både för den enskilda staden, men även regionalt. Forskaren Sasic Kalagasidis belyser även vikten av fortsatt forskning gällande gröna taks inverkan på ekosystemtjänster. Om dessa fördelar kan kvantifieras och bevisas på ett konkret sätt, skulle det kunna stärka och motivera användandet av gröna husytor. Dessa argument tas även upp av markingenjören Elmsjö. Hon anser att om forskningen på ett tydligt och förståeligt sätt kan bevisa fördelarna med gröna husytor, kan det påvisas att gröna tak och väggar bör användas för att uppnå en hållbar stad.

Liberalesso et al. (2020) beskriver vidare hur det är svårt att sätta ekonomiskt värde på de positiva socio-ekologiska effekterna som gröna husytor bidrar till, vilket gör att investerare endast ser de höga investeringskostnaderna och inte de långsiktiga effekterna av att installera ett grönt tak eller en grön vägg. Det är därför viktigt att på ett lättförståeligt och effektivt sätt åskådliggöra och framhålla de positiva effekterna som kommer av att installera exempelvis ett grönt tak (Brudermann & Sangkakool, 2017). Undervisnings- och marknadsföringskampanjer har därför beskrivits vara nödvändiga, och de bör speciellt riktas mot beslutsfattare för att på så vis övervinna eventuella politiska hinder. Även byggkoder, såsom standarder och föreskrifter, och regleringar kan klassas som stimulerande åtgärder med mål att öka användandet av gröna husytor (Liberalesso et al., 2020). Byggchefen Schäfer belyser vidare vikten av att aktörer vågar prova att anlägga gröna tak och mer specifikt gröna väggar, då det finns en markant kunskapsskillnad mellan de båda teknikerna. För att bygga erfarenhet och kunskap gällande användandet av gröna husytor måste de enligt honom användas i större utsträckning i svenska stadsmiljöer. På så sätt kan även de mervärden som genereras av gröna husytor åskådliggöras.

För att förmedla kunskap och belysa de positiva effekterna av gröna husytor, anser både landskapsarkitekten Didriksson och utvecklingsledaren Ivarsson att hållbarhetsanalyser bör inkluderas tidigt i projekteringsprocessen, och enligt Ivarsson bör de även vara styrande. Enligt gröntaksspecialisten Malmberg bör även sakkunniga involveras i granskningen av byggprojekts tidiga skeden. Didriksson anser även att hållbarhetsanalyser kan bidra till att förmedla kunskap gällande gröna husytor, vilket kan motivera och inspirera beställare till att använda gröna tak och väggar i större utsträckning. Vidare benämner hon Grönatakhandboken som ett bra verktyg för att öka kunskapen om gröna tak, då den på ett konkret sätt beskriver och åskådliggör de aspekter som måste tas i åtanke vid val och anläggande av ett grönt tak. Enligt Brudermann och Sangkakool (2017) är det viktigt att denna typ av informationsmaterial är lättförståeligt för att fylla önskad funktion.

6. Är gröna husytor en del av lösningen på dagens utmaningar i urbana miljöer?

Resultatet av den genomförda studien visar tydligt att det finns klara styrkor, men även vissa svagheter och hinder med att anlägga gröna tak och väggar i svenska städer. För det första anses inställningen till gröna tak och väggar generellt vara positiv då gröna husytor kan bidra till flera ekosystemtjänster. Både litteratur- och fallstudien visar på att gröna husytor kan minska buller, förbättra luftkvalitet och bidra till en bättre dagvattenhantering, men även stärka den lokala biodiversiteten och ha ett rekreativt värde. Dock har det kunnat identifieras ett behov av ytterligare forskning inom gröna husytors påverkan på framför allt luftkvalitet och minskning av buller i urbana miljöer. Det råder nämligen en viss oenighet mellan forskare kring hur stor inverkan gröna husytor har på luftkvalitet och buller, vilket anses bero på att det genomförts för få studier inom ämnet. Denna brist på konkreta fakta kan delvis förklara den okunskap som finns i den offentliga- och privata sektorn inom samhällsbyggnadsbranschen.

För det andra har det konstaterats att det finns större kunskap och erfarenhet gällande gröna tak än gröna väggar, men att båda teknikerna kan bidra till en mer hållbar urban miljö. Det är dock viktigt att de utformas på rätt sätt, utifrån den specifika platsen och dess utmaningar. Studien har exempelvis visat att intensiva gröna tak kan bidra till fler ekosystemtjänster jämfört med extensiva gröna tak. Trots dessa fördelar är extensiva gröna tak, såsom sedumtak, de vanligast förekommande i Sverige. Även de mer komplexa typerna av gröna väggar, som hydroponiska väggar och modulväggar, kan bidra till fler ekosystemtjänster jämfört med gröna fasader. Dock är de idag ett ovanligt inslag i dagens svenska städer. Således finns det en brist på mer omfattande kunskap gällande styrkorna med intensiva gröna tak, såväl som fördelarna med att anlägga gröna väggar. Det är dock viktigt att belysa att varken gröna tak eller väggar kan ersätta traditionella grönområden, utan bör ses som ett komplement till dessa. Studien visar även att de båda teknikerna med fördel kan kombineras med varandra, likväl som med solceller, och på så sätt bidra till att öka mängden grönytor i dagens allt tätare urbana miljöer.

En gemensam nämnare för de båda teknikerna är emellertid rädslan för gröna husytors negativa påverkan på byggnadens konstruktion. Till exempel lyfts rädslan för fuktskador orsakade av vattenläckage från gröna tak fram, samt huruvida en grön vägg kan skada den bakomliggande fasaden. Ytterligare ett hinder är de höga installations- och underhållskostnaderna som ofta associeras med gröna husytor. Det är dock viktigt att sätta dessa kostnader i perspektiv till de mervärden som genereras genom att anlägga ett grönt tak eller en grön vägg. Eftersom det idag saknas verktyg för att sätta ett ekonomiskt värde på exempelvis rekreation och en stärkt biodiversitet, kan det vara svårt att motivera aktörer till att installera fler gröna husytor.

För det tredje har ett behov av fler incitament identifierats. I dagsläget används endast grönytefaktorn för att reglera mängden grönytor i Göteborg, vilket anses vara ett bra verktyg om det används på rätt sätt. En nackdel med verktyget är att det inte möjligt att ställa krav på att specifikt gröna tak eller gröna väggar ska anläggas vid exploatering, förutsatt att det inte krävs av markägaren. Genom att införa tydligare krav och subventioner, likt de som går att finna i europeiska länder som exempelvis Tyskland och Schweiz, skulle användandet av gröna tak och väggar kunna öka i svenska urbana miljöer.

Avslutningsvis kan det konstateras att gröna tak och väggar inte är den enda lösningen på de problem kopplade till rådande klimatförändringar som dagens städer står inför. Gröna husytor är dock ett viktigt

verktyg till att uppnå en hållbar och resilient stad, eftersom de kan minska buller, förbättra luftkvalitet och bidra till en mer hållbar dagvattenhantering. Dessutom kan de stärka ytterligare ekosystemtjänster, vilka bara kortfattat nämnts i denna rapport. Gröna tak och väggar är således ett bra komplement till traditionella gröna ytor i svenska urbana miljöer, och bör därför användas i större utsträckning för att uppnå en mer hållbar stad.

6.1 Slutsats

Slutsatsen som kan dras utifrån den genomförda studien är att inställningen till gröna tak och väggar generellt är god, och att de kan bidra till mer resilienta och hållbara städer i Sverige. Dock är utformningen av gröna husytor viktig, och bör anpassas efter den specifika platsens förutsättningar och utmaningar. Baserat på författarnas bakgrundskunskap var studiens resultat väntat, men efter avslutat arbete kan slutsatsen dras att frågan gällande gröna husytors användning i svenska städer är komplex. Nedan besvaras studiens frågeställningar, vilka presenterades i kap 1.2.

- ***Vilka för- och nackdelar finns med gröna husytor?***

Gröna husytor har flera fördelar. De kan exempelvis minska buller, förbättra luftkvalitet och bidra till en mer hållbar dagvattenhantering i urbana miljöer. Dessutom kan de stärka den lokala biodiversiteten samt ha ett rekreativt värde. Vidare är de möjliga att anpassa efter lokala förutsättningar, och kan på så sätt anläggas på nya såväl som på befintliga byggnader. Gröna tak och väggar anses även ha ett estetiskt värde, och kan på så sätt bidra till ett mer attraktivt stadsrum.

De nackdelar som har identifierats är att gröna tak och väggar är dyra utifrån ett installations- och underhållsperspektiv. Branschen förklarar att det finns en rädsla för att gröna husytor kan orsaka skador på byggnadens konstruktion. Dock kan risken för skador förebyggas genom att tidigt inkludera sakkunniga i projekteringsprocessen, och planera utformningen av den gröna husytan utifrån platsens läge och utmaningar. Valet av växter anses även vara en utmaning, och är avgörande för hur goda resultat som genereras av att anlägga ett grönt tak eller en grön vägg. Gröna husytor kan vidare inte alltid ersätta traditionella grönytor på mark, utan ska endast ses som ett komplement till dessa.

- ***I vilken utsträckning används gröna husytor i svenska städer, som Göteborg, idag, och vilka incitament krävs för ökad användning av gröna husytor?***

Slutsatsen som kan dras är att gröna husytor i viss grad används i Göteborg idag, men att levande väggar, likväl som intensiva gröna tak, än så länge är ett ovanligt inslag i stadsrummet. Branschen är dock positivt inställd till gröna husytor och har märkt av en ökad efterfrågan i svenska städer. Resultatet visar även att incitament i form av subventioner och tydligare krav bör införas, för att uppmuntra till ett ökat användande av gröna tak och väggar i svenska städer som Göteborg.

- *Är gröna husytor, och i sådana fall vilka, lämpliga att använda för hantering av dagvatten, minskning av buller samt förbättring av luftkvalitet?*

Gröna husytor är lämpliga att använda utifrån ovanstående ekosystemtjänster, speciellt intensiva gröna tak och levande väggar. Från fallstudien samt litteraturstudien finns det tydliga belägg för att gröna husytor bidrar till en hållbar dagvattenhantering, likväl som att förbättra luftkvaliteten och bullermiljön i urbana miljöer. Dock behövs ytterligare forskning inom ämnet genomföras för att öka och stärka kunskapen om gröna husytors inverkan på dagvattenhantering, buller och luftkvalitet.

6.2 Rekommendationer

Följande delkapitel består av rekommendationer till offentliga respektive privata aktörer samt forskare. Syftet med kapitlet är att på ett konkret sätt förmedla vad respektive aktör anses kunna bidra med, för att öka användandet av gröna husytor i svenska städer.

6.2.1 Till offentliga aktörer

Offentliga aktörer har en viktig roll eftersom de kan vägleda branschen i rätt riktning mot ett ökat användande av gröna husytor. Nedan följer en sammanställning av de rekommendationer för offentliga aktörer som studien har resulterat i:

- Undersök möjligheten att införa ekonomiska incitament såsom subventioner för gröna husytor, likt de som finns i Europa idag. Dessa åtgärder skulle kunna minska de ekonomiska hindren som idag finns vid anläggning.
- Gör tidiga hållbarhetsanalyser vid anläggning av gröna husytor och låt sakkunniga vara delaktiga under hela projektet.
- Ställ krav på entreprenörer kring hur grönytefaktorn ska uppfyllas och uppmuntra till ett ökat användande av gröna husytor. Kommunen som markägare bör ställa specifika krav på gröna husytor vid exploatering.
- Utifrån ett ekosystemtjänstperspektiv kan gröna husytor inte alltid ersätta en gräsmatta eller träd på marken. Entreprenörens val av hur de väljer att uppfylla den bestämda grönytefaktorn bör därför noggrant granskas.
- Skapa fler pilotprojekt med goda exempel på gröna tak och väggar, som kan fungera som inspirationskälla till ökad användning av gröna husytor.
- Uppmuntra till ett ökat användande av mer intensiva tak och levande väggar för att tillmötesgå fler ekosystemtjänster.
- Utbilda branschen genom att skapa ett gemensamt nätverk där erfarenhets- och informationsutbyte kan ske mellan såväl offentliga- som privata aktörer.

- Grönatakhandboken är ett bra verktyg som måste nå ut till fler berörda aktörer. Det behövs även göras en liknande handbok för gröna väggar. Samla kompetens från hela branschen till handboken och dela både bra och dåliga exempel samt viktiga lärdomar.
- Gröna tak och solceller kan med stor fördel kombineras. Ekonomiska incitament ska inte bidra till konflikt mellan gröna tak och solceller.

6.2.2 Till privata aktörer

Privata aktörer har en stor möjlighet att bidra till ökad användning av gröna husytor, eftersom de själva kan bestämma vilka tekniker som ska användas i projekt. Nedan följer en sammanställning av de rekommendationer för privata aktörer som studien har resulterat i:

- Våga bryta mönster samt utmana branschen och den skepticism som idag finns gentemot gröna husytor.
- Var inte rädd för att testa nya lösningar och utveckla dem som redan finns. Våga anlägga mer komplexa gröna husytor, såsom intensiva tak och levande väggar.
- Sprid erfarenhet och lärdomar för att motverka att tidigare misstag upprepas. Utbildning av medarbetare om gröna husytor är viktigt för att motverka kunskapsbrist, rädsla och skepticism.
- Gröna husytor kan bidra till många ekosystemtjänster, men val av tak- och väggtyp måste noga utredas och anpassas efter den aktuella platsen och dess utmaningar och syfte.
- Se till det långsiktiga perspektivet med gröna husytor. Gröna tak och väggars positiva inverkan på mänsklig hälsa och rekreation leder till ekonomiska vinning för samhället i stort. Se därför inte bara till den direkta kostnaden av att anlägga gröna husytor.
- Anlägg inte gröna husytor endast för de estetiska fördelarna utan se till alla ekosystemtjänster som tillkommer. Våga använda gröna väggar som ett sätt att minska buller, förbättra luftkvalitet och hantera dagvatten.
- Använd inte sedumtak enbart som ett sätt för att uppfylla en viss grönytefaktor, vinna markanvisningar eller slippa anlägga grönytor på marken. Använd istället sedumtak som ett komplement till andra grönytor och kombinera dem med mer komplexa gröna tak och väggar.
- Gröna tak och solceller kan med fördel kombineras. Solcellernas effektivitet kan till och med öka genom att kombineras med gröna tak.

6.2.3 Till forskare

Forskare har en nyckelroll i att tydliggöra de styrkor och svagheter som finns med gröna husytor och kan på så sätt minska den okunskap och osäkerhet som idag råder inom branschen. Nedan följer en sammanställning av de rekommendationer för forskare som studien har resulterat i:

- Bedriv mer forskning inom gröna husytors påverkan på ekosystemtjänster. Ge tydliga och konkreta fakta kring hur gröna husytor kan förbättra luftkvalitet, buller och dagvattenhantering i urbana miljöer.
- Utför fler pilotprojekt, gärna i samarbete med offentliga och privata aktörer för ökad exponering för allmänheten.
- Sprid och förmedla kunskap och forskning gällande gröna husytor till berörda aktörer inom samhällsbyggnadsbranschen.
- Ta fram verktyg för att sätta ett ekonomiskt värde på ekosystemtjänster kopplade till gröna tak och väggar.

7. Källförteckning

Alraje, A., Fearfull, A., & Monk, E. (2012). *Qualitative Research Process Using Abductive Approach*.

Hämtad 2021-04-07

från <https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=4951040010020671260060700680171250811010690810610840310180050220280830920021120921010000030270260541160460030010261190290260821070480480800090690201131070800800000080510350871021151171130>

Barbosa, A.E., Fernandes, J.N., & David, L.M. (2012). Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water Research*, 46(20), 6787-6798. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.029>

Berghage, R. D., Beattie, D., Jarrett, A. R., Thuring, C., & Razaei, F. (2009). Green roofs for stormwater runoff control. *United States Environmental Protection Agency*.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=D17F2073A1F117061102AFA3E62041B7?doi=10.1.1.176.7646&rep=rep1&type=pdf>

Bertilsson, M. (2009). *Växtväggens framtid i staden – Ett hjälpmedel för planering av hållbara städer*.

Sveriges Lantbruksuniversitet. Hämtad 2021-03-26 från

https://stud.epsilon.slu.se/15142/1/bertilsson_m_190926.pdf

Besir, A. B., & Cuce, E. (2018). Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 915-939. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.106>

BMI Sverige. (u.å.). *Grönt och hållbart tak på Frölunda kulturhus*. Hämtad 2021-05-04

från <https://bmisverige.se/tips-inspiration/referenser/gront-och-hallbart-tak-pa-frolunda-kulturhus>

Boverket. (2019a). *Gröna tak*. Hämtad 2021-03-21 från [https://www.boverket.se/sv/PBL-](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/)

[kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/)

Boverket. (2019b). *Exempel på gröna tak*. Hämtad 2021-05-04 från [https://www.boverket.se/sv/PBL-](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/exempel-pa-grona-tak/)

[kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/exempel-pa-grona-tak/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/grona-tak/exempel-pa-grona-tak/)

Boverket. (2019c). *Gröna väggar*. Hämtad 2021-03-16 från [https://www.boverket.se/sv/PBL-](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/)

[kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/)

- Boverket. (2019d). *Exempel på gröna väggar*. Hämtad 2021-03-27 från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/ex_vaggar/
- Boverket. (2019e). *Mer grönska reducerar ljud*. Hämtad 2021-03-15 från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/ljud/>
- Boverket. (2019f). *Luftrening*. Hämtad 2021-03-23 från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/rakna/luftrening/>
- Boverket. (2019g). *Luftkvalitet*. Hämtad 2021-03-23 från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/halsa-sakerhet-och-risker/risker-riktvarden-och-underlag/luftkvalitet/>
- Boverket. (2020a). *Grönytefaktor – räkna med ekosystemtjänster*. Hämtad 2021-05-04 från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/gronytefaktor/>
- Boverket. (2020b). *Olika typer av buller*. Hämtad 2021-04-08 från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/buller-vid-detaljplanering/olika-typer-av-buller/>
- Brudermann, T., & Sangkakool, T. (2017). Green roofs in temperate climate cities in Europe - An analysis of key decision factors. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 224-234.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.12.008>
- Burnard, P., Gill, P., Stewart, K., Treasure, E., & Chadwick, B. (2008). Analysing and presenting qualitative data. *British Dental Journal*, 204(8), 429-432. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.292>
- Bustami, R. A., Belusko, M., Ward, J., & Beecham, S. (2018). Vertical greenery systems: A systematic review of research trends. *Building and Environment*, 146, S.227-237.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.045>
- Cascone, S., Coma, J., Gagliano, A., & Pérez, G. (2019). The evapotranspiration process in green roofs: A review. *Building and Environment*, 147, 337-355. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.024>
- Castor, D. (2014). Köpcentrumet Emporia i Malmö [digital bild]. Hämtad 2021-05-11 från https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Emporia%E2%80%93flygbild_06_september_2014-2.jpg.

- Centrum för arbets- och miljömedicin. (2018). *Luftföroreningar och hälsa*. Hämtad 2021-03-25 från http://www.amm.se/wp-content/uploads/2018/11/Faktablad_luftfo%CC%88roreningar_go%CC%88teborg_webb_korr.pdf
- Chalmers tekniska högskola. (2021). *Kursplan. Hydrologi och dagvatten, 7,5 hp*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola, Vatten Miljö Teknik.
- Connelly, M., & Hodgson, M. (2013) Experimental investigation of the sound transmission of vegetated roofs. *Applied Acoustics*, 74(10). 1136-1143. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.04.003>
- Connelly, M., & Hodgson, M. (2015). Experimental investigation of the sound absorption characteristics of vegetated roofs. *Building and Environment*, 92. 335-346. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.023>
- Cortês, A., Tadeu, A., Santos, M. I., De Brito, J., & Almeida, J. (2021). Innovative module of expanded cork agglomerate for green vertical systems. *Building and Environment*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107461>
- Cristiano, E., Deidda, R., & Viola, F. (2021). The role of green roofs in urban Water-Energy-Food-Ecosystem nexus: A review. *Science of the Total Environment*, 756, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143876>
- Dahl, C., Jergmo, F., Klein, H., Nilsson, G., Olsson, T., Rasmusson, A., ... Andersson, U. (2017). *Ekosystemtjänsternas bidrag till god urban livsmiljö*. Hämtad från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6778-6.pdf?pid=20831>
- Davour, D. (2019). *Present and Future Extreme Weather in Sweden According to the d4PDF*. (Master's thesis). Lund: Division of Water Resources Engineering, Lund University. Hämtad från <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8972214&fileId=8972215>
- Dellborg, M. (2014). *Klätterväxter – bra eller dåligt för våra hus?*. Hämtad 2021-03-26 från <https://byggnadsvard.se/klattervaxter-bra-eller-daligt-for-vara-hus/>
- Ejvegård, R. (2003). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.
- European Environment Agency. (2020). *Environmental noise in Europe - 2020*. Hämtad 2021-05-04 från <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>

- Fernández-Cañero, R., Pérez Urrestarazu, L., & Perini, K. (2018). Vertical Greening Systems: Classifications, Plant Species, Substrates. *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*, 45-54.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00004-5>
- Folkhälsomyndigheten. (2019). *Om ljud och buller*. Hämtad 2021-03-07 från
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/o/om-ljud-och-buller-/?pub=60517>
- Folkhälsomyndigheten. (2020). *Buller och höga ljudnivåer*. Hämtad 2021-03-07 från
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/buller/>
- Gandy, M. (2010). The Ecological Facades of Patrick Blanc. *Architectural Design*, 80, 28-33.
<https://doi.org/10.1002/ad.1071>
- Ghaljaie, F., Naderifar, M., & Goli, H. (2017). Snowball Sampling: A Purposeful Method of Sampling in Qualitative Research. *Strides in Development of Medical Education*, 14. doi:10.5812/sdme.67670
- Ghazalli, A. J., Brack, C., Bai, X., & Said, I. (2018). Alterations in use of space, air quality, temperature and humidity by the presence of vertical greenery system in a building corridor. *Urban Forestry & Urban Greening*, 32, 177-184. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.04.015>
- Grönatakhandboken. (2021). *Grönatakhandboken*. Hämtad från <https://handbook.greenroof.se/wp-content/uploads/GTH-2021-webbversion-lowres.pdf>
- Gustavsson, L. (u.å). *Slussen*. Hämtad 2021-05-11 från <https://greenroof.se/greenhouse/>.
- Görlin, K., Persson, A., Jönsson, U. B., Hansson, J., & Soutukorva, Å. (2017). *Argument för mer ekosystemtjänster*. Naturvårdsverket. Hämtad från Naturvårdsverket:
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6736-6.pdf?pid=19706>
- Göteborgs Stad. (u.å.a). *Stadsutveckling Göteborg*. Hämtad 2021-03-28 från
<https://stadsutveckling.goteborg.se/>
- Göteborgs Stad. (u.å.b). *Översiktsplan*. Hämtad 2021-03-28 från <https://oversiktsplan.goteborg.se/>
- Göteborgs Stad. (u.å.c). *Grönstrategi för en tät och grön stad*. Hämtad 2021-03-28 från
<https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens->

[organisation/forvaltningar/forvaltningar/park--och-naturforvaltningen/vara-verksamheter/gronstrategi-for-en-tat-och-gron-stad?uri=gbglnk%3A201632615153237](https://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/goteborgs-tolv-miljomal/om-god-bebyggd-miljo-organisation/forvaltningar/forvaltningar/park--och-naturforvaltningen/vara-verksamheter/gronstrategi-for-en-tat-och-gron-stad?uri=gbglnk%3A201632615153237)

Göteborgs Stad. (u.å.d). *Mål: God bebyggd miljö*. Hämtad 2021-03-28 från

<https://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/goteborgs-tolv-miljomal/om-god-bebyggd-miljo>

Göteborgs Stad. (u.å.e). *Grönytefaktorer och kompensationsåtgärder*. Hämtad 2021-05-04 från

<https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmateri-och-planarbete/kommunens-planarbete/verktyg-for-stadsplanering-2/miljo-och-klimat-i-stadsplaneringen/kompensationsatgarder?uri=gbglnk%3Agbg.page.1d060bfd-fab8-408f-880e-2758fb3bee32>

Göteborgs Stad. (u.å.f). *Luftkvaliteten i Göteborg*. Hämtad 2021-04-07 från

<https://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/miljolaget-i-goteborg/luft/luftkvaliteten-i-goteborg?uri=gbglnk%3Agbg.page.56aa8c7d-2d8a-437d-b889-e9190a0efd00>

Göteborgs Stad. (u.å.g). *Forsknings- och utvecklingsarbete i lokalförvaltningen*. Hämtad 2021-05-04 från

<https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/lokalforvaltningen/vara-verksamheter/forsknings--och-utvecklingsarbete?uri=gbglnk%3A2016326143536587>

Göteborgs Stad. (2010). *Dagvatten, så här gör vi!* Hämtad från Göteborgs Stad:

<https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/d52c992f-e263-4e67-9097-0ae1b2069e6e/Dagvattenhandbok+2010.pdf?MOD=AJPERES>

Göteborgs Stad. (2016). *Buller*. Hämtad 2021-04-09 från [https://tekniskhandbok.goteborg.se/Arkiv/2015-](https://tekniskhandbok.goteborg.se/Arkiv/2015-2/site/planering_planeringsf%C3%B6ruts%C3%A4ttningar_milj%C3%B6_buller.html)

[2/site/planering_planeringsf%C3%B6ruts%C3%A4ttningar_milj%C3%B6_buller.html](https://tekniskhandbok.goteborg.se/Arkiv/2015-2/site/planering_planeringsf%C3%B6ruts%C3%A4ttningar_milj%C3%B6_buller.html)

Göteborgs Stad. (2018a). *Grönytefaktorer i plan och exploateringsprojekt i Göteborgs Stad*. Hämtad från

Göteborgs Stad: https://tekniskhandbok.goteborg.se/Arkiv/2018-2/site/Content/File/1E_8_Gr%C3%B6nytefaktor%20i%20plan-%20och%20exploateringsprojekt_2018-10.pdf

Göteborgs Stad. (2018b). *Göteborgs Stads åtgärdsprogram mot buller 2019-2023*. Hämtad från Göteborgs

Stad: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/aa94c45e-81a5-4518-a338->

[d042491ad612/G%C3%B6teborgs+stads+%C3%A5tg%C3%A4rdsprogram+mot+buller+2019-2023.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/PA_Pabologshandlingar/file?id=16667)

Göteborgs Stad. (2019). *Åtgärdsplan Avlopp - Bräddning*. Hämtad från Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten:

https://goteborg.se/wps/PA_Pabologshandlingar/file?id=16667

Göteborgs Stad. (2020). *Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram 2021-2030*. Hämtad från Göteborgs Stad:

[https://goteborg.se/wps/wcm/connect/4578bcdd-0a21-4d90-98c5-](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/4578bcdd-0a21-4d90-98c5-8ec4e68b366b/G%C3%B6teborgs+Stads+milj%C3%B6-+och+klimatprogram+2021-2030.pdf?MOD=AJPERES)

[8ec4e68b366b/G%C3%B6teborgs+Stads+milj%C3%B6-+och+klimatprogram+2021-](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/4578bcdd-0a21-4d90-98c5-8ec4e68b366b/G%C3%B6teborgs+Stads+milj%C3%B6-+och+klimatprogram+2021-2030.pdf?MOD=AJPERES)

[2030.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/4578bcdd-0a21-4d90-98c5-8ec4e68b366b/G%C3%B6teborgs+Stads+milj%C3%B6-+och+klimatprogram+2021-2030.pdf?MOD=AJPERES)

Göteborgs Stad. (2021a). *Reningskrav för dagvatten*. Hämtad 2021-04-06

från [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES)

[c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES)

Heale, R., & Forbes, D. (2013). Understanding triangulation in research. *Research made simple*, 16(4), 98.

doi:10.1136/eb-2013-101494

Hellberg, S., Jonsson, P. B., Jäderberg, M., Sunnemar, M., & Arby, H. (2014). *Trafikstrategi för en nära*

storstad. Hämtad från Göteborgs Stad, Trafikverket: [https://goteborg.se/wps/wcm/connect/32f1301c-](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/32f1301c-7e10-4f6d-a0fa-ee4f1c2f3f3a/Trafikstrategi_Slutversion_swe_web_140402.pdf?MOD=AJPERES)

[7e10-4f6d-a0fa-ee4f1c2f3f3a/Trafikstrategi_Slutversion_swe_web_140402.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/32f1301c-7e10-4f6d-a0fa-ee4f1c2f3f3a/Trafikstrategi_Slutversion_swe_web_140402.pdf?MOD=AJPERES)

Helsingborg. (u.å.). *Vertikala trädgårdar*. Hämtad 2021-05-10 från [https://helsingborg.se/trafik-och-](https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/planering-och-utveckling/natur-och-kultur/vertikala-tradgardar/)

[stadsplanering/planering-och-utveckling/natur-och-kultur/vertikala-tradgardar/](https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/planering-och-utveckling/natur-och-kultur/vertikala-tradgardar/)

HSB Göteborg. (u.å.). *Nybyggnadsprojekt: Blanka*. Hämtad 2021-05-11 från

[https://www.hsb.se/goteborg/sok-boende/projekt/?projektlan=vastra-](https://www.hsb.se/goteborg/sok-boende/projekt/?projektlan=vastra-gotaland&projektkommun=goteborg&projektnamn=blanka)

[gotaland&projektkommun=goteborg&projektnamn=blanka](https://www.hsb.se/goteborg/sok-boende/projekt/?projektlan=vastra-gotaland&projektkommun=goteborg&projektnamn=blanka)

Hydrokultur. (u.å.). I *Nationalencyklopedin*. Hämtad 2021-03-09 från

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/hydrokultur>

Ivanov, A., & Wargren, K. (2014). *En studie av fuktpåverkan i den bakomliggande konstruktionen*.

(Kandidatuppsats). Helsingborg: Institutionen för Bygg- och miljöteknologi, Lunds Universitet.

Hämtad från

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=4585788&fileId=8961769>

- Johnson, H. (2011). *Vegetation som luftfilter i urban miljö* (Kandidatuppsats). Alnarp: Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Hämtad från https://stud.epsilon.slu.se/2534/1/johnson_h_110502.pdf
- Jorchr. (2006). Davidshallstorg, Malmö [digital bild]. Hämtad 2021-05-1 från https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Davidshallstorg,_Malm%C3%B6.jpg
- Kallio, M., Pietilä, A.-M., & Johnson, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Leading Global Nursing Research*.
<https://doi.org/10.1111/jan.13031>
- Karlsson, A., & Andersson, J. (2014). *Utmaningar och möjligheter med levande väggar i ett svenskt klimat*. Hämtad från IVL Svenska Miljöinstitutet:
<https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b770a/1445517833518/C45-P.pdf>
- Kazemi, F., Rabbani, M., & Jozay, M. (2020). Investigating the plant and air-quality performances of an internal green wall system under hydroponic conditions. *Journal of Environmental Management*, 275.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111230>
- Kew, B., Pennypacker, E., & Echols, S. (2014). Can greenwalls contribute to stormwater management? A study of cistern storage greenwalls first flush capture. *Journal of Green Building*, 9(3), 85-99.
<https://doi.org/10.3992/1943-4618-9.3.85>
- Krimm, J. (2018). *Acoustically effective façades*. Hämtad från
<https://journals.open.tudelft.nl/abe/article/view/2447/2743>
- Landskapsgruppen. (u.å.). *Takparken Emporia*. Hämtad den 2021-04-07 från
<https://www.landskapsgruppen.se/projekt/takpark-emporia>
- Lau, J. T., Mah, D. Y. S (2018) Green wall for retention of stormwater, *Pertanika Journal of Science and Technology*, 26(1), 283-298.
- Liberalesso, T., Cruz, C. O., Silva, C. M., & Manso, M. (2020). Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green wall incentives. *Land Use Policy*, 96.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104693>
- Li, H. N., Chau, C. K., & Tang, S. K. (2010). Can surrounding greenery reduce noise annoyance at home?. *Science of the Total Environment*. 408(20), 4376-4384. doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.06.025

- Lie, E. (u.å.). *Vertikala trädgårdar*. Hämtad 2021-05-11 från <https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/planering-och-utveckling/natur-och-kultur/vertikala-tradgardar/>.
- Liu, W., Feng, Q., Chen, W., Wei, W., & Deo, R. C. (2019). The influence of structural factors on stormwater runoff retention of extensive green roofs: new evidence från scale-based models and real experiments. *Journal of Hydrology*, 569. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.066>
- Luleå Tekniska Universitet. (2016). *Avancerad dagvattenbehandling*. Hämtad 2021-04-06 från <https://www.ltu.se/research/subjects/VA-teknik/Dag-Nat/Nyheter-och-aktuellt/Avancerad-dagvattenbehandling-1.154633>
- Lundström, P. (u.å.). *Exempel på gröna väggar*. Hämtad 2021-05-11 från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/ex_vaggar/.
- Lysell, R., & Rosenberg, E. (2019) *Beräkning av absorptionskoefficient för kompositmaterial*. (Kandidatuppsats). Stockholm: KTH, Hämtad från <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1335494/FULLTEXT01.pdf>
- Mailhot, A., Talbot, G., & Lavallée, B. (2015). Relationships between rainfall and Combined Sewer Overflow (CSO) occurrences. *Journal of Hydrology*, 523, 602-609. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.01.063>
- Malmberg, J. (u.å.). *Exempel på gröna väggar*. Hämtad 2021-05-11 från https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/vaggar/ex_vaggar/.
- Mangan, J., Lalwani, C., & Gardner, B. (2004). Combining quantitative and qualitative methodologies in logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(7), 565-578. <https://doi.org/10.1108/09600030410552258>
- Miljöförvaltningen. (2016). *Göteborgs stad - Miljöförvaltningen*. Hämtad 2021-04-09 från <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>
- Miljöförvaltningen. (2018). *Göteborgs stad - Miljöförvaltningen*. Hämtad 2021-04-09 från <https://karta.miljoforvaltningen.goteborg.se/>
- MKB Fastighets AB. (u.å.). *Greenhouse*. Hämtad 2021-04-07 från <https://www.mkbfastighet.se/webbsidor/ekostaden-augustenberg/greenhouse/>

- Månsson, M., & Persson, B. (2020). *Malmö, Sverige Ekostaden Augustenborg – erfarenheter och lärdomar*.
<https://www.mkbfastighet.se/contentassets/20133d868c244aad9d62cc2347f3ad7d/antologi-ekostaden-augustenborg.pdf>
- Mårtensson, L.-M., Fransson, A.-M., & Emilsson, T. (2015) Exploring the use of edible and evergreen perennials in living wallsystems in the Scandinavian climate. *Urban Forestry & Urban Greening*, 15, 84-88. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.12.001>
- Naturskyddsföreningen. (2018). *Faktablad: Ekosystemtjänster*. Hämtad 2021-03-16 från <https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/naturnytta/faktablad-ekosystemtjanster>
- Naturvårdsverket. (2020a). *Global utvärdering av biologisk mångfald och ekosystemtjänster - sammanfattning för beslutfattare*. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publ-filer/978-91-620-6917-9.pdf?pid=26197>
- Naturvårdsverket. (2020b). *Luftföroreningar och dess effekter*. Hämtad 2021-03-16 från <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/>
- Naturvårdsverket. (2020c). *Fakta om partiklar i luft*. Naturvårdsverket. Hämtad 2021-03-22 från <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/Partiklar/>
- Naturvårdsverket. (2020d). *Dagvatten*. Hämtad 2021-04-06 från <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Avloppsvatten/Dagvatten/>
- Newcomer, K. E., Hatry, H. P., & Wholey, J. S. (2015). *Handbook of Practical Program Evaluation*.
doi:10.1002/9781119171386.ch19
- Nilsson, E. (2013). *Levande vertikala växtväggar - om konsten att tänka utanför väggen*. Lunds Universitet.
Hämtad 2021-03-25 från <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/3911092>
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2007). On Becoming a Pragmatic Researcher: The Importance of Combining Quantitative and Qualitative Research Methodologies. *International Journal of Social Research Methodology*. <https://doi.org/10.1080/13645570500402447>
- Pérez, G., Coma, J., Barreneche, C., de Gracia, A., Urrestarazu, M., Burés, S., & Cabeza, L. F. (2016). Acoustic insulation capacity of Vertical Greenery Systems for buildings. *Applied Acoustics*, 110, 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.03.040>

- 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>
- Ramböll. (2020). *Vems ansvar är luften? Rambølls luftkvalitetsrapport 2020*. Hämtad 2021-03-19 från <https://se.ramboll.com/-/media/files/rse/sverige/rapporter/vems-ansvar-ar-luften-2020.pdf>
- Rolff, A. (2013). *Vertikal trädgård i kallt klimat - En undersökning av ståndort, växtval och vinteraspekt* (Kandidatuppsats). Alnarp: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Hämtad från https://stud.epsilon.slu.se/5766/1/rolff_a_130626.pdf
- Scandinavian Green Roofs Institute. (u.å.a). *Botaniska Trädgården*. Hämtad 2021-04-07 från <https://greenroof.se/botanisk-taktradgard/>
- Scandinavian Green Roof Institute AB. (u.å.b). *Upplev gröna tak i verkligheten – besök Augustenborgs takträdgård*. Hämtad 2021-05-11 från <https://www.tib.se/artiklar/augustenborgs-taktraedgaard/>
- SFS 2010:477. *Luftkvalitetsförordning*. Stockholm: Miljödepartementet
- Shafique, M., Kim, R., & Rafiq, M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 757-773. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.006>
- Sims, A. W., Robinson, C. E., Smart, C. C., Voogt, J. A., Hay, G. J., Lundholm, J. T., ... O'Carroll, D. M. (2016). Retention performance of green roofs in three different climate regions. *Journal of Hydrology*, 542, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.08.055>
- Skrivguiden, (u.å.). *Uppsatsens delar*. Hämtad 2021-02-18 från https://skrivguiden.se/skriva/upsatsens_delar/
- Smyrnova, Y., Kang, J., Hornikx, M., & Forssén, J. (2012). Effect of Vegetation on Noise Propagation in Streets and Squares. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 34(1), 1-10. <https://core.ac.uk/download/pdf/70597503.pdf>
- Stovin, V. (2009). The potential of green roofs to manage Urban Stormwater. *Water and Environment Journal*, 24(3), 192-199. doi:10.1111/j.1747-6593.2009.00174.x
- Sü, Z., & Caliskan, M. (2007). Acoustical Design and Noise Control in Metro Stations: Case Studies of the Ankara Metro System. *Building Acoustics*, 3(3), 231-249. doi:10.1260/135101007781998910
- Svenskt Vatten. (2007). *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem*. Hämtad från Svenskt Vatten: <https://www.svensktvatten.se/globalassets/dricksvatten/ravatten/m134.pdf>

- Sweden Green Building Council. (u.å). *Certifieringar - Nyckeln till hållbart samhällsbygge*. Hämtad 2021-03-17 från <https://www.sgbc.se/certifiering/>
- Sweden Green Building Council. (2018). *Vad är BREEAM-SE?*. Hämtad 2021-03-17 från <https://www.sgbc.se/certifiering/breeam-se/vad-ar-breeam-se/>
- Sweden Green Building Council. (2020). *LEED*. Hämtad 2021-03-21 från <https://www.sgbc.se/certifiering/leed/>
- Todorov, D., Drosch, C. T., & Todorova, S. (2018). Long-term and seasonal hydrologic performance of an extensive green roof. *Hydrological Processes*, 32(16), 2471-2482. <https://doi.org/10.1002/hyp.13175>
- Tomson, M., Kumar, P., Barwise, Y., Perez, P., Forehead, H., French, K., ... Watts, J. F. (2020). Green infrastructure for air quality improvement in street canyons. *Environment International*, 146(106288), 1-20. ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106288>
- UBA. (u.å.). *Emporia, Malmö*. Hämtad 2021-04-07 från <https://www.uba.se/projekt/emporia-shoppingcenter/#image-1>
- United Nations. (2018). *World Urbanization Prospects 2018*. Hämtad 2021-03-28 från <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>
- United Nations Development Programme. (u.å.). *Goal 11: Sustainable cities and communities*. Hämtad 2021-03-28 från <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>
- United Nations Development Programme. (2021). *Mål 11: Hållbara städer och samhällen*. Hämtad 2021-03-28 från <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-11-hallbara-stader-och-samhallen/>
- University of Melbourne. (u.å.). *Green Walls. Growing Green Guide*. Hämtad 2021-03-26 från <https://www.growinggreenguide.org/technical-guide/construction-and-installation/green-walls/>
- Van Renterghem, T., Hornikx, M., Forssen, J., & Botteldooren, D. (2013). The potential of building envelope greening to achieve quietness. *Building and Environment*, 61, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.12.001>
- Van Renterghem, T. (2018). Green Roofs for Acoustic Insulation and Noise Reduction. I G. Pérez & K. Perini (Red.), *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*, (S.167-179). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00016-1>

- Veg Tech. (2020). *Frölunda kulturhus*. Hämtad 2021-04-21 från <https://www.gronarestader.se/2020/06/04/frolunda-kulturhus/>
- Veistein, K., Smyrnova, Y., Klæboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M., & Kang, J. (2012). Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures: Including monetised amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards. *Int. J. Environmental Research and Public Health*. 9(11), 3770-3788. <https://doi.org/10.3390/ijerph9113770>
- Versini, P. A., Gires, A., Tchiguirinskaia, I., & Schertzer, D. (2020). Fractal analysis of green roof spatial implementation in European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49(126629). <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126629>
- Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 740-752. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>
- Walsh, C. J., Booth, D. B., Burns, M. J., Fletcher, T. D., Hale, R. L., Hoang, L. N., ... Wallace, A. (2016). Principles for urban stormwater management to protect stream ecosystems. *Freshwater Science*, 35(1), 398-411. <https://doi.org/10.1086/685284>
- Weinmaster, M. (2009). ARE GREEN WALLS AS “GREEN” AS THEY LOOK? An Introduction to the Various Technologies and Ecological Benefits of Green Walls. *Journal of Green Building*, 4(4), 3-18. <https://doi.org/10.3992/jgb.4.4.3>
- Wennberg, C., Nordlander, H., & Hernebring, C. (2017). *Omfattning av bräddning i svenska kommuner*. (SVU-rapport, 2017-16) Hämtad från Svenskt Vatten Utveckling: http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2017-16.pdf
- World Health Organization. (u.å.a). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Hämtad från World Health Organization Regional office for Europe: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf
- World Health Organization. (u.å.b). *Air quality*. Hämtad 2021-04-07 från <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/air-quality>
- World Health Organization. (2011). *Burden of disease från environmental noise*. Hämtad från World Health Organization Regional office for Europe:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326424/9789289002295-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Wonyoung, Y., & Jeon, J. Y. (2020). Design strategies and elements of building envelope for urban acoustic environment. *Building and Environment*, 182(1), 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107121>
- Yang, J., Yu, Q., & Gong, P. (2008). Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment*, 42(31), 7266-7273. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.07.003>
- Ysebaert, T., Koch, K., Samson, R., & Denys, S. (2021). Green walls for mitigating urban particulate matter pollution—A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 59, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127014>
- Östlind, J. (2012). *Sammanvägda avrinningskoefficienter i rationella metoden - en jämförelse mellan idag och 1970-talet* (Master's thesis). Uppsala: Institutionen för geovetenskaper; luft-, vatten-, och landskapslära, Uppsala universitet. Hämtad från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:536760/FULLTEXT01.pdf>

8. Bilagor

Nedan bifogas de intervjumallar som användes under fallstudien, uppdelade i en intervjumall för offentliga aktörer, en för privata aktörer och en för forskare. Även en sammanfattning i tabellform över intervjurespondenternas svar utifrån studiens frågeställningar återfinns nedan.

Bilaga 1 - Intervjumall offentliga aktörer

1. Beskriv dig själv och din arbetsroll
2. Arbetar ni med gröna husytor? Varför/varför inte?
3. I vårt projekt har vi som syfte att undersöka hur gröna husytor kan påverka hållbar stadsutveckling genom exempelvis minskning av buller, dagvattenhantering, förbättring av luftkvalitet och mänsklig rekreation. Hur arbetar ni på ert företag med dessa aspekter?
4. Vad är eran inställning till gröna husytor?
5. Vad stoppar företagen från att bygga mer gröna husytor? Vilka hinder finns?
6. Var hämtar ni kunskap och kompetens för att implementera gröna husytor?
7. Vad är fördelar/nackdelar med gröna väggar respektive tak?
8. Har ni några exempel på vart ni har använt gröna tak och/eller väggar? Vilka projekt och hur kommer det sig att ni valde att använda denna teknik i detta/dessa fall?
9. Vad är eran syn kring gröna husytor utifrån produktion och installationsskedet, samt gällande underhåll?
10. Hur bör användning av takytor prioriteras? Ger ett grönt tak eller solceller mest värde?
11. Hur ser ni på skillnaderna mellan gröna tak och gröna väggar? I vilka sammanhang passar det ena bättre än det andra?
12. Hur kan gröna husytor påverka ekosystemtjänster?
13. Har ni märkt av en ökande efterfrågan på gröna husytor?
14. Används incitament så som ekonomiska bidrag eller krav för att öka gröna husytor i Göteborg vid nybyggen? Om inte, varför?
15. Tror ni att gröna husytor kan vara användbart i Göteborg? Vilka delar av staden kan implementering vara möjlig?
16. Hur tror ni att framtiden kan komma att se ut för gröna husytor?
17. Är det något mer du vill lyfta fram inom ämnet?
18. Har du tips på någon annan person för oss att intervjua?

Bilaga 2 - Intervjumall privata aktörer

1. Beskriv dig själv och din arbetsroll
2. I vårt projekt har vi som syfte att undersöka hur gröna husytor kan påverka hållbar stadsutveckling genom exempelvis minskning av buller, dagvattenhantering, förbättring av luftkvalitet och mänsklig rekreation. Hur arbetar ni på ditt företag med dessa aspekter?
3. Arbetar ni med gröna husytor? Varför/varför inte?
4. Vad är eran syn kring gröna husytor utifrån produktion och installationsskedet, samt gällande underhåll?
5. Har ni märkt av en ökande efterfrågan på gröna husytor?
6. Har ni några exempel på vart ni har använt gröna tak och/eller väggar? Vilka projekt och hur kommer det sig att ni valde att använda denna teknik i detta/dessa fall?
7. Känner ni att ni har tillräckligt med kunskap och kompetens inom området och i så fall var hämtar ni den informationen från?
8. Vad tror ni stoppar företag från att bygga mer gröna husytor? Vilka hinder finns?
9. Vad är fördelar/nackdelar med gröna väggar respektive tak?
10. Hur ser ni på skillnaderna mellan gröna tak och gröna väggar? I vilka sammanhang passar det ena bättre än det andra?
11. Hur bör användning av takytor prioriteras? Ger ett grönt tak eller solceller mest värde?
12. Hur kan gröna husytor påverka ekosystemtjänster?
13. Tror ni att gröna husytor kan vara användbart i svenska städer?
14. Hur tror ni att framtiden kan komma att se ut för gröna husytor?
15. Är det något mer du vill lyfta fram inom ämnet?
16. Har du tips på någon annan person för oss att intervjua?

Bilaga 3 - Intervjumall forskare

1. Beskriv dig själv och din arbetsroll
2. Arbetar ni med gröna husytor? Varför/varför inte?
3. I vårt projekt har vi som syfte att undersöka hur gröna husytor kan påverka hållbar stadsutveckling genom exempelvis minskning av buller, dagvattenhantering, förbättring av luftkvalitet och mänsklig rekreation. På vilket sätt hanterar gröna tak och väggar dagvatten?
4. Hur kan gröna väggar hantera dagvatten?
5. Hur mycket vatten kan dessa gröna husytor hantera?
6. Kan du specificera skillnaden på gröna tak och gröna väggar utifrån dagvattenhantering?
7. Kan gröna tak/väggar påverka husets konstruktion? också isolera?
8. Har ni några exempel på vart ni har använt gröna tak och/eller väggar? Vilka projekt och hur kommer det sig att ni valde att använda denna teknik i detta/dessa fall?
9. Vad är eran syn kring gröna husytor gällande underhåll?
10. Hur kan gröna husytor påverka ekosystemtjänster?
11. Har ni märkt av en ökande efterfrågan på gröna husytor?
12. Tror ni att gröna husytor kan vara användbart i Göteborg? Vilka delar av staden är gröna tak och väggar särskilt viktigt? ur ett dagvattenperspektiv?
13. Hur tror ni att framtiden kan komma att se ut för gröna husytor?
14. Vilka områden behöver utvecklas?
15. Är det något mer du vill lyfta fram inom ämnet?

Bilaga 4 - Sammanställning av intervjustudie

Respondent	Vilka för- och nackdelar finns med gröna husutor?	I vilken utsträckning används gröna husutor i svenska städer, som Göteborg, idag, och vilka incitament krävs för ökad användning av gröna husutor?	Är gröna husutor, och i sådana fall vilka, lämpliga att använda för hantering av dagvatten, minskning av buller samt förbättring av luftkvalitet?
Anna Svensson Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad	- Fördelar: Biologisk mångfald, dagvattenhantering, mindre hårda ytor för hantering av översvämningar och kraftigt regn, luftkvalitet samt buller och minskar värmeöar. - Nackdelar: Viss risk att gröna tak kan konkurrera med solceller dock jättebra om det går att kombinera.	- SBK jobbar med gröna husutor om det är med i detaljplanen och har tillsammans med Fastighetskontoret fått ett uppdrag från kommunfullmäktige angående gröna tak och solceller. - För en utveckling krävs samarbete mellan politiker, kommun och privata aktörer. - Kunskap, ekonomi och tester kan vara nödvändigt för vidare utveckling. - Osäker på om ansvaret ligger hos SBK.	- Gröna husutor är inte platsberoende men behoven är större i de centrala delarna av staden, eftersom det är större del hårda ytor mer centralt.
Evelina Eriksson Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad	- Fördelar: Binder luftpartiklar, reducerar buller, bromsar dagvatten, sänker temperaturen, får plats på trånga utrymmen där andra gröna alternativ är svårt, positiva hälsofördelar och ger ekonomisk vinning i framtiden. - Nackdelar: Gamla traditioner, arkitekters inställning, skador på fasad och en svår ekonomisk diskussion.	- Politiker kan styra men behöver rätt budget och att det blir en motion för ämnet. - SBK kan ställa krav på viss kvalité men inte hur de ska uppnås. Kan kräva GYF men ej gröna husutor. - Finns brist inom kompetensförsörjning, inget gemensamt forum för ämnet. Svårt att dela med sig av erfarenheter.	- Kan till viss del minska bullerproblem som leder till hälsoproblem. Blir en ekonomisk vinning för samhället om miljörelaterade hälsoproblem minskas. - Gröna husutor är ej en huvudsaklig lösning men en del av flera lösningar.

Martin Knape Stadsbyggnads- kontoret Göteborgs Stad	- Fördelar: Biologisk mångfald, bullerreducering, pollinering, dagvattenhantering och rekreation. - Nackdelar: Eventuellt ökad brandrisk. Gröna väggar kan inte ersätta grönområden som går att vistas i.	- Fastighetskontoret som exploaterar marken kan ställa krav vid marktilldelningar. SBK kan inte tvinga någon att använda GYF eller bygga gröna tak. - Det finns mycket kunskap kring området och den mänskliga faktorn gör oss skeptiska. - Goda exempel behövs för att bevisa att det fungerar på Göteborgs klimat.	- Lämpligt att använda nära Göta Älv då det är svårt att hantera dagvatten under mark där. - En prioritering behövs göras efter vilka behov som finns på just den platsen. - Solceller kan vara försvarbart på platser med mycket grönytor på mark.
Joa Ivarsson Förvaltnings AB Framtiden	- Fördelar: Ekosystemtjänster, fler grönytor, estetiskt tilltalande och smidig förvaltning. - Nackdelar: Kräver mer förvaltning än tak utan grönska och problem med fuktgenomsläpp.	- Ett mål i Miljö- och klimatnämndens miljöprogram för Göteborg är att fler gröna tak ska anläggas på kommunens fastigheter. - Hinder som finns är kostnader kunskapsbrist, kortsiktigt tänkande och rädsla för att testa. - Ekologiska hållbarhetsanalyser behövs tidigt i projekten samt behöver vara styrande för att ge effekt.	- Diskuterades ej av respondenten.
Tomas Schäfer ByggVesta AB	- Fördelar: Nöjdare hyresgäster och grannar samt ökad attraktivitet som hyresvärd vilket leder till ekonomisk vinning. - Nackdelar: Konstruktionsaspekten, måste vara medräknat tidigt i projektet. - Gröna tak är mer beprovade med större kunskap och erfarenhet. Gröna väggar inte lika beprovat, svårt med växtval.	- Använder gröna husytor för att klara GYF. Sedumtak vanligt och finns bra kunskap inom området. - Behöver ske en förändring i branschen gällande miljöfrågor. Måste tas på allvar. - Måste våga testa och minimera osäkerheten. - Önskar mer standardisering, finansiering och informationsutbyte.	- Diskuterades ej av respondenten.

Evelina Johansson Älvstranden Utveckling AB	- Fördelar: Dagvattenfördröjning och biologisk mångfald som minskar barriären mellan staden och naturen. - Nackdelar: Stora underhållskostnader och rädsla för hur växterna ser ut på vintern. De tunna sedumtaken är för tunna för att kunna hålla mycket vatten.	- Gröna husytor används mycket på kontors- och bostadsprojekt, framförallt sedumtak. Exempelvis i Lindholmshamnen. - GYF är ett bra verktyg, Älvstranden är markägare så de kan ställa krav. - Kommunen behöver ställa krav i till exempel markanvisningsavtal.	- På för höga byggnader fyller gröna tak ingen funktion för ekosystemtjänster.
Oskar Twedmark Veidekke	- Fördelar med gröna tak: Dagvattenhantering och slipper gräva ner dagvattenmagasin - Nackdelar med gröna tak: Ekonomi, viss logistik kring plantering och anläggning	- Används mycket på Lindholmen, Masthugget och Kvillebäcken. - Går endast på tidigare erfarenheter, svårt att implementera nya metoder pga. kunskapsbrist, en trög byggbransch och ekonomiska hinder.	- Lämpligt i tätbebyggda områden utan större grönytor för dagvattenfördröjning.
Louise Didriksson White Arkitekter	- Fördelar: Rekreation, biologisk mångfald, kan binda CO2 och kan bidra till attraktivare arbetsplatser, stärka företagets "varumärke". Gröna tak kan skapa en visuellt skönare miljö och kan användas till urban odling. - Nackdelar: Kan inte installeras på alla befintliga konstruktioner, risk för "greenwashing" och gröna tak kan konkurrera om sociala utrymmen på markplan.	- Intresset har ökat gällande gröna husytor, men gröna väggar efterfrågas mindre. - Att göra tidiga hållbarhetsanalyser kan motivera och utbilda beställare om gröna husytors potential. - Finns ekonomiska hinder och en rädsla för eventuella risker kopplade till gröna tak och väggar samt en viss okunskap. - Gröna takhandboken lyfts fram som ett bra hjälpmedel. - Understryker vikten av att ha ett helhetstänk utanför den enskilda fastigheten.	- Växtmaterial kan absorbera en viss mängd buller. - Fördröja och magasinera dagvatten.

Lars Höglund VD Butong AB	- Fördelar med gröna väggar: Bidra till ekosystemtjänster och kan öka fastighetsvärdet. - Nackdelar med gröna väggar: Anses vara dyra och står i skuggan av gröna tak.	- Används i mindre utsträckning än gröna tak, men efterfrågan ökar kraftigt och tros gå om gröna takmarknaden inom 5–10 år. - Relativt nytt koncept i Sverige, viss osäkerhet att investera i tekniken. Anses vara dyrt. - Öka produktion för att kunna pressa priserna.	- Lämpliga att använda överallt där det är brist på grönska. - Vid högt trafikerade vägar för bullerreducering och luftförbättring. - Lämpligt att installera för hantering av dagvatten i städer.
Lennart Wahlstedt Bostads AB Poseidon	- Fördelar: Biologisk mångfald, fördröjning av dagvatten och isolerande förmåga - Nackdelar: Dyrt, kräver mycket underhåll och får inte ersätta parker.	- Används mycket på anslutande byggnader såsom miljöhus, miljörum och cykelrum. - Krävs mer kunskap inom ämnet. - Nästan bara sedumtak i Sverige, mer ängsliknande hade bidragit till större biologisk mångfald	- Det är användbart i Sverige men det krävs mer kunskap, många tror till exempel att gröna väggar kommer förstöra konstruktionen. - Gröna husytor används bäst som komplement på exempelvis köpcentrum, annars ska "marken vara på marken".
Andreas Siltberg ByggVesta AB	- Fördelar: Dagvattenhantering, rening av luft, ger tydligare gestaltning som kan attrahera hyresgäster, kan vinna markanvisningar och sänker temperaturen i städer. - Nackdelar: Bidrar till ökade kostnader. Svårt att se värdet som det tillför som en ren fastighetsinvestering. - Skillnaden är gröna väggar syns mer. Svårt att se ett grönt tak på ett högt hus. - Skillnaden mellan gröna tak och solceller är att solceller har en viss avkastning.	- Arbetsverksam i Stockholm. - Efterfrågan ökade i Stockholm när kommunen satte krav på gröna tak och GYF. Efterfrågan kommer inte så mycket från hyresgäster då de gröna taken placeras på ytor de inte kan se.	- Specifika kommunala krav genom exempelvis GYF har lett till ökad efterfrågan för att exempelvis vinna markanvisningar. - Subventioner hade kunnat leda till ökat användande. Om ett plåttak och sedumtak hade samma pris hade det kunnat leda till ökad efterfrågan.

Angela Sasic Kalagasidis Forskare på Chalmers tekniska högskola	- Fördelar: Taken kan fördröja och magasinera dagvatten, 5–10 min avgörande för översvämning. - Nackdelar: Måste anpassa konstruktionen för extra tyngd, svårt att finna hål i tätningslager vilket kan leda till vattenskador. Tunna tak kan blåsa bort. Näringsämnen i tak kan förorena dagvattnet. - Viktigt att lägga tjockare lager än sedumtak för bra effekt.	- Blir allt vanligare, börjar forskas mer om det. Finns nya regler kring utsläpp av näringsämnen från gröna tak, måste filtrera vattnet, gärna passivt i taken snarare än med en pump osv. - Krävs mer forskning och tryggare teknik. - Mer ekonomiska incitament.	- Behövs mer forskning kring om det är bra för luftkvalitet. Dåligt att sätta ventilationsinsug vid gröna tak då växterna suger åt sig damm, kan leda in i byggnaderna. - Gröna husytor bra för att sänka temperatur och ta hand om dagvatten. Behöver anläggas i områden med mycket hus och asfalt och lite grönska, ex Korsvägen.
Maria Welin Lokalförvaltningen Göteborgs stad	- Fördelar: Biologisk mångfald, ekosystemtjänster, sänka temperatur och nedbrytning av luftföroreningar. - Nackdel: Konkurrens med solceller, särskilt vid platt liggande solcellskonstruktioner. Brandrisk, ökar i kombination med solceller. Lätt till vattenskador om det blir hål i tätskikten, rädsla och risker kring konstruktioner. - Arkitekter inte alltid positiva till gröna väggar.	- Används mycket på komplementbyggnader och stor ökning på förskolor och kommunens byggnader. Ekonomi och okunskap stoppar företagen. - Se exempel från Schweiz med krav på gröna tak på köpcenter, hade varit nödvändigt med något incitament i Sverige.	- Användbart på platta tak som många skolor, shoppingcenter osv har.

Freja Elmsjö Lokalförvaltningen Göteborgs stad	- Fördelar: Fungerar som bullerdämpande och temperaturreglerande, bidrar till en hållbar stad, dagvattenhantering, visuellt snyggt och biologisk mångfald. Ger poäng för BREEAM- och LEED-certifiering. - Nackdelar: Behöver mycket vatten och näring för att bli snygga. Drift, underhåll och kostnader.	- Lokalförvaltningen använder gröna husytor på skolor, förskolor och andra byggnader de förvaltar. - Med stöd från forskningen kan de säga "det här är något vi måste göra för en hållbar stad".	- Till exempel Frölunda kulturhus, det befintliga taket var i dåligt skick, då lades det om till ett grönt tak. - Gröna husytor passar i hela Göteborg. Exempelvis passar gröna väggar bra på förskolegårdar i varma lägen och är temperatursänkande på de små asfalterade gårdarna.
Isabelle af Ekenstam NCC	- Fördelar: Gröna tak gör att dagvattnets avrinning fördröjs, men till viss del även infiltrerar och sugs upp. Estetiskt tilltalande. Biologiska värden, som insektsliv. Kan minska det upplevda bullret med placeboeffekt, om personen ser mycket grönska istället för bara trafik. Gröna väggar skulle kanske kunna minska bullret på riktigt om de var utformade för det syftet. Förbättrar luften i städer. - Nackdelar: Brandkonsulter är ibland skeptiska mot gröna tak som innehåller vissa gräsarter. Oro kring läckage i tätskikt, vilket kan få ekonomiska konsekvenser. Gröna väggar kan se tråkiga ut om de inte växer som de ska, och kräver en del skötsel. Gröna husytor kan ej ersätta naturliga grönytor.	- I Stockholm används gröna tak i ganska stor utsträckning vid nya projekt. - Det finns krav från kommunen, i form av GYF eller i själva planen. Det råder en ökande efterfrågan på gröna tak, men den är mindre märkbar för gröna väggar. - Kunskap finns, men den kan ibland vara bristande från kommunen (i Stockholm), vilket kan leda att det blir omständligt med olika och motsägelsefulla krav från olika håll i kommun och länsstyrelsen. - Höga krav är en anledning till att gröna tak inte används mer.	- Förutsättning för att fördröja dagvatten lokalt, då tomtgränsen i tät stadsmiljö sätts precis vid fasaden. - Det finns nästan alltid krav på fördröjning av dagvatten, vilket i princip gör att det då blir krav på att anlägga gröna tak. Gröna tak gör att avrinningen fördröjs, men till viss del även infiltrerar och sugs upp. - Gröna tak gör större nytta utifrån ekosystemtjänster på platser där det finns få övriga gröna miljöer.

Louise Wall NCC	- Fördelar: Gröna tak är en beprövad metod. Gröna tak är en förutsättning och ofta den enda möjliga lösningen för att hantera dagvatten lokalt, innanför tomtgränsen. - Nackdelar: Oro kring att placera bevattningssystem på gröna väggar. Kan inte skapa samma värden som naturlig grönska, i synnerhet när det kommer till rekreation.	- Vanligt med gröna tak på kontorshus. Gröna husytor passar bäst i stadsmiljöer där det inte finns mycket naturlig grönska. - Gröna tak har en ljus framtid om inte kostnader ökar. - Olika typer av miljöcertifieringar, exempelvis BREEAM och LEED, är incitament till att anlägga gröna tak. - Otydliga brandkrav kan ibland vara ett hinder, med vilka typer av gröna tak som får anläggas, hur taken ska anläggas osv.	- Gröna tak gör större nytta utifrån ekosystemtjänster på platser där det finns få övriga gröna miljöer. - När krav ställs på fördröjning av dagvatten. På NCC används då ofta gröna tak för fördröjning, med skelettjord för infiltration.
Mattias Millinger NCC	- Fördelar: Mildrar den urbana värmeöeffekten. Den avkylande effekten från gröna tak ökar effektiviteten hos solpaneler om de installeras tillsammans. Om krav finns för både solpaneler och gröna tak kan installation av solpaneler ovanpå det gröna taket betyda att ex andra installationer inte behöver utföras på vägg, vilket är dyrt. - Nackdelar: Svårt att felsöka samt åtgärda läckage i tätskikt under gröna tak och rädsla för krångel. - Solpaneler blir dyrare att installera ovanpå gröna tak, vilket inte betalar tillbaka sig självt i den ökade effektiviteten hos solcellerna. Solpaneler kan även minska det estetiska värdet om de blockerar det gröna taket.	- Hinder som finns är kostnader i form av underhåll och eventuella läckage.	- Diskuterades ej av respondenten.

Jonatan Malmberg Ecotopic	- Fördelar: Främst fördröjning, viss magasinering av vatten, minskar buller och luftpartiklar. Tak/vägg skyddas mot smuts och solinstrålning. Estetiskt tilltalande, ger uttryck och karaktär - Nackdelar: Behöver komma åt tätskiktet när dess livslängd tar slut. - Tätskiktet kan få längre livslängd om det omsluts av grönt tak/vägg, fortfarande problem vid byte. Gröna väggar mer exklusivt, lättare att investera i tak.	- Företag väljer gröna husytor pga. att de vill uppnå en miljöprofil, eller har krav på sig. - Utveckling sker hos marknaden med produkter som lätt kan återvinnas. - Gröna husytor ger allmännytta, värde för boende, ägare och byggherrar. - Kommunala styrmedel bör finnas. Vill ha högre/detaljerade krav och ekonomiskt stöd. - Svensk lagstiftning försvårar, kommunen kan inte sätta krav. - Tycker Göteborg behöver bli bättre på att involvera sakkunniga i granskning, likt i Basel.	- Pekar inte ut specifika platser där gröna husytor fungerar mer eller mindre bra att använda. - Incitament och krav kan ställas för att få företag att använda gröna ytor. - Nämner att europeiska städer får stöd, har krav och riktlinjer för att bygga viss mängd gröna tak. Liknande hade varit bra i Sverige.
---	---	---	---

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR MILJÖSYSTEMANALYS

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS