



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

**Faculty of Landscape Architecture, Horticulture  
and Crop Production Science**

# Växter uppåt väggarna

– Myter och fakta om väggbunden  
växtlighet

*Katrin Jansson*

Independent Project • 30 credits  
Landscape Architecture – Master's Programme  
Alnarp 2019

## **Against the wall – Myths and facts about living walls**

Katrin Jansson

**Supervisor:** Bengt Persson, SLU, Department of Landscape Architecture, Planning and Management

**Examiner:** Thomas Randrup, SLU, Department of Landscape Architecture, Planning and Management

**Co-examiner:** Hanna Fors, SLU, Department of Landscape Architecture, Planning and Management

**Credits:** 30

**Project Level:** A2E

**Course title:** Independent Project in Landscape Architecture

**Course code:** EX0852

**Programme:** Landscape Architecture – Master´s Programme

**Place of publication:** Alnarp

**Year of publication:** 2019

**Online publication:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Keywords:** Växtväggar, gröna väggar, vertikala vegetationssystem, förtätning, hållbarhet

# SAMMANFATTNING

I takt med att förtätningen av städer utgör en allt större del av klimatdebatten, har intresset för en mer effektiv resursanvändning vuxit sig större. Att investera i lösningar som kan anpassas till den urbana miljöns förändring och samtidigt mildra människans klimatavtryck, anses vara av stor betydelse. Denna strävan mot en mer hållbar stadsutveckling har skapat intresse för en annan typ av grönska i staden – väggbunden växtlighet.

När staden växer inåt blir stadsgrönskan inte sällan bortprioriterad av insatser som leder till att grönytor blir bebyggda. Konflikten mellan bristen på utrymme och människors behov av grönska blir alltmer märkbar. Väggbunden växtlighet är ett verktyg som utvecklats i syfte att integrera vegetation i ytor som traditionellt sett inte kan rymma grönska. Metoden framhålls kunna uppfylla många av de behov som uppstår i samband med städernas förtätning samtidigt som de inte tar någon mark i anspråk.

Väggbunden växtlighet framhålls som ett viktigt verktyg i strävan mot en hållbar stadsutveckling (Boverket 2016). Samtidigt är användningen anmärkningsvärt begränsad i Sverige. Dokumentationen kring ämnet har visat sig vara ofullständig och fragmentarisk där litteraturen sällan framhäver några problem eller svårigheter. Genom att enbart lyfta fram nyttor tycks författarna i många fall tala för användningen av vertikala vegetationssystem. Ur litteraturgranskningen framgår däremot ett antal problem i form av höga investeringskostnader, tekniska utmaningar och förväntningar som inte är förenliga med svenska förhållanden. Arbetet granskar den väggbundna växtlighetens funktioner, utmaningar samt de positiva effekter som omnämns i litteraturen. Vidare behandlas även systemets förmåga att ersätta eller kompensera för bristen av grönska på traditionella ytor i städerna.

Resultatet från studien visar att det finns stora brister i hur den väggbundna växtlighetens effekter framställs. Studier där fördelarna bekräftas är fortfarande bristfälliga och stor del av litteraturen nämner istället tänkbara fördelar med vertikala vegetationssystem. Somliga författare väljer att hänvisa till allmänt kända fördelar med vegetation eller till källor som enbart styrker deras hypotes. Litteraturgranskningen pekar på att de positiva effekterna av väggbunden växtlighet inte är så självklara som många vill hävda. I syfte att få in mer grönska på platser där det inte finns mycket markyta att tillgå kan väggbunden växtlighet användas som ett komplement till vanlig stadsgrönska. Systemet kan däremot inte ersätta de traditionella grönytorerna samt deras funktioner och bör i det avseendet inte användas som ett argument för att bebygga befintliga grönområden.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING.....</b>	<b>4</b>
1.1. <i>Introduktion.....</i>	4
1.2. <i>Bakgrund.....</i>	4
1.3. <i>Problembeskrivning.....</i>	5
1.4. <i>Syfte och mål.....</i>	5
1.5. <i>Frågeställningar.....</i>	6
1.6. <i>Avgränsning.....</i>	6
<b>2. METOD OCH GENOMFÖRANDE.....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Tillvägagångssätt .....</i>	7
2.2. <i>Disposition .....</i>	7
2.3. <i>Litteraturgranskning.....</i>	7
2.3.1. <i>Tillämpning av metod.....</i>	8
2.4. <i>Intervju.....</i>	8
2.4.1. <i>Tillämpning av metod.....</i>	8
<b>3. DEFINITIONER OCH BEGREPP.....</b>	<b>9</b>
3.1. <i>Vertikala vegetationssystem .....</i>	9
3.1.1. <i>Begrepp som används i arbetet.....</i>	10
3.2. <i>Markbunden fasadväxtlighet respektive väggbunden växtlighet.....</i>	10
3.2.1. <i>Markbunden fasadväxtlighet: med eller utan stöd.....</i>	10
3.2.2. <i>Väggbunden växtlighet: modul- eller duksystem.....</i>	11
<b>4. SYFTET MED VÄGGBUNDEN VÄXTLIGHET.....</b>	<b>12</b>
<b>5. DOKUMENTERADE PROBLEM OCH SVÅRIGHETER.....</b>	<b>14</b>
5.1. <i>Växter, ståndort och stress.....</i>	14
5.2. <i>Tekniska utmaningar.....</i>	16
5.3. <i>Kostnader för konstruktion och skötsel.....</i>	18
<b>6. OKLARHETER KRING NYTTORNA .....</b>	<b>19</b>
6.1. <i>Lägre energiförbrukning i byggnader.....</i>	19
6.2. <i>Svalare stadsklimat.....</i>	20
6.3. <i>Renare luft.....</i>	21
6.4. <i>Ett hållbart verktyg.....</i>	22
6.5. <i>Ökad biologisk mångfald.....</i>	23
6.6. <i>Fördröjer regnvattnet.....</i>	25
6.7. <i>Reducerar vindhastigheten.....</i>	25

<b>7. DISKUSSION</b> .....	<b>27</b>
7.1. Vilka problem ligger till grund för den begränsade användningen av väggbunden växtlighet i Sverige?.....	27
7.2. Vad har studier och forskning visat för resultat beträffande den väggbundna växtlighetens faktiska effekter?.....	28
7.3. Hur ser förutsättningarna ut för väggbunden växtlighet i förhållande till de förväntningar och mål som eftersträvas?.....	31
7.4. Kan väggbunden växtlighet ersätta andra typer av utemiljöer? .....	32
7.5. Förslag till fortsatta studier .....	33
<b>8. REFERENSER</b> .....	<b>34</b>

# 1. INLEDNING

Avsnittet introducerar uppsatsens bakgrund och problembeskrivning. Vidare presenteras arbetets syfte, frågeformulering samt avgränsning.

## 1.1. Introduktion

Att förtätningen spelar en allt större roll i stadsutvecklingen bottnar huvudsakligen i att befolkningen i Sverige ökar snabbt (Boverket, 2016). Samtidigt råder det brist på bostäder i tätorterna, något som lett till att många kommuner expanderat och byggt utåt. Det har lett till att värdefulla naturområden och jordbruksmark försvunnit. Att bygga tätare anses vara ett bättre tillvägagångssätt för att hantera den rådande bostadsbristen samtidigt som exploatering av mark undviks. Förtätning framhålls kunna gynna en hållbar stadsutveckling genom att bland annat reseavstånden blir kortare och tillgången till kollektivtrafik blir bättre (Boverket, 2016).

Det finns en del utmaningar och problem när den tätbebyggda staden även ska utgöra en god levnadsmiljö och tillvaro för invånarna. När staden växer inåt konkurrerar grönskan ofta med mer prioriterade åtgärder som leder till att olika typer av grönytor blir bebyggda. Konflikten mellan bristen på utrymme och människors behov av grönska blir alltmer påtaglig. Inom stadsplaneringen ställs man inför en skenbart orimlig uppgift av att skapa både täta och gröna städer. Den traditionella grönskan, såsom parker eller andra utemiljöer att vistas i, kräver större utrymmen än vad förtätningen tillåter. Istället uppmanas det till att ytor, i horisontellt och vertikalt plan, ska omvandlas till mångfunktionella vegetationssystem för att behovet av grönska ska tillgodoses (Boverket, 2010).

Vertikala vegetationssystem är ett verktyg som utvecklats för att integrera vegetation i ytor som traditionellt sett inte kan rymma grönska, som t.ex. husfasader eller andra vertikala ytor. Metoden framhålls kunna uppfylla många av de behov som uppstår i samband med städernas förtätning samtidigt som de inte tar någon mark i anspråk. Väggbunden växtlighet kan användas som ett komplement till vanliga grönytor genom att den möjliggör användningen av växtlighet på hårdgjorda ytor och på platser med begränsat utrymme i staden. Men kan grönska på väggar ersätta grönska på marken?

## 1.2. Bakgrund

För min egen del har jag haft en positiv inställning till väggbunden växtlighet och den ursprungliga avsikten med detta arbete var att försöka utarbeta ett planeringsinstrument för att

öka den väggbundna växtlighetens tillämpning. Användningen är anmärkningsvärt begränsad i Sverige och det ursprungliga målet var att öka den. Arbetsprocessen inleddes med att personer med erfarenhet kring väggbunden växtlighet intervjuades. Ett antal förvaltare kontaktades i syfte att klarlägga vilka invändningarna kunde tänkas vara. Respondenterna uppmärksammade ett flertal svårigheter och utmaningar i samband med växter, bevattning, klimat och skötsel.

I nästa steg gjordes en litteraturgenomgång för att undersöka om problemen även fanns dokumenterade. Dessvärre var informationen kring utmaningar väldigt sparsam och fokus låg istället på att framhäva de potentiella fördelarna. Litteraturen gav intrycket av att skildra en annan bild av förutsättningarna kring väggbunden växtlighet än vad respondenterna återgett. Vid granskningen observerades även att många av de positiva effekterna saknade koppling till relevanta studier eller forskning inom området. I många fall refererade litteraturen till allmänt kända fördelar med att ha vegetation i urbana miljöer. Det finns en tendens till att nyttorna ständigt återupprepas och litteraturen tycks inte inta en analyserande eller kritisk ställning.

I takt med att granskningen av litteraturen har fortskridit har min mycket positiva inställning till väggbunden växtlighet ersatts av en allt större tveksamhet. Arbetets infallsvinkel som ursprungligen var att öka den väggbundna växtlighetens användning, har följaktligen övergått till att istället kritiskt granska ämnet.

### 1.3. Problembeskrivning

Intrycket kring dokumentationen som berör väggbunden växtlighet är att den är ofullständig och fragmenterad. Litteraturen framhäver sällan några problem eller eventuella sidoeffekter av den väggbundna växtlighetens användning. Samtidigt lyfts de potentiella nyttorna fram, vilket inte ger en nyanserad bild av de rådande förutsättningarna. Väggbunden växtlighet framställs som ett viktigt verktyg i strävan mot en hållbar stadsutveckling. Information som belyser i vilken mån den väggbundna växtligheten kan förväntas ersätta eller kompensera för bristen av grönska på traditionella ytor i städerna saknas.

### 1.4. Syfte och mål

Målet med arbetet är att förstå den väggbundna växtlighetens betydelse för utemiljöer och vilken roll den kan spela i framtidens urbana miljöer. En viktig del av arbetet blir att undersöka vad den begränsade användningen av väggbunden växtlighet beror på och vilka dokumenterade respektive upplevda svårigheter som iakttagits. Syftet är vidare att förstå

vidden av nyttorna som tas upp i litteraturen och utvärdera om de positiva effekterna ger argument för ett större användande av väggbunden växtlighet. Att granska den väggbundna växtlighetens funktioner, mål och uttalade fördelar är av stor vikt i arbetet. Målet är att ge en mer nyanserad och faktabaserad bild av förutsättningarna samt de effekter som kan förväntas i samband med en ökad användning.

## 1.5. Frågeställningar

- Vilka problem ligger till grund för den begränsade användningen av väggbunden växtlighet i Sverige?
- Vad har studier och forskning visat för resultat beträffande den väggbundna grönskans faktiska effekter?
- Hur ser förutsättningarna ut för väggbunden växtlighet i förhållande till de förväntningar och mål som eftersträvas?
- Kan väggbunden växtlighet ersätta andra typer av grönytor?

## 1.6. Avgränsning

Uppsatsen avgränsas till att huvudsakligen behandla vertikala vegetationssystem i form av väggbunden växtlighet i utomhusmiljö. Markbunden fasadväxtlighet kommer att beröras då det bedöms vara relevant för arbetets resultat. Däremot kommer det inte göras någon skillnad på de olika typerna av markbunden fasadväxtlighet mer än då begreppen introduceras. Gröna tak presenteras inte i arbetet men kan komma att nämnas då det anses lämpligt i sammanhanget. För de svårigheter som finns i samband med väggbunden växtlighet avgränsas problematiken till att endast beröra det skandinaviska klimatet.



## 2. METOD OCH GENOMFÖRANDE

Avsnittet presenterar valda metoder, tillvägagångssätt samt arbetets disposition.

### 2.1. Tillvägagångssätt

Eftersom det ursprungliga syftet med detta arbete var att utarbeta ett planeringsinstrument för att öka den väggbundna växtlighetens användning började arbetsprocessen med intervjuer av personer med erfarenhet kring ämnet i Sverige. Att arbetet inleddes med intervjuer har resulterat i att frågorna i huvudsak berört problem och tänkbara invändningar mot väggbunden växtlighet. Intervjuer genomförda i ett senare skede av arbetsprocessen hade troligtvis inneburit andra frågor med större fokus på vilka effekter som observerats och hur personerna förhåller sig till vissa aspekter. Det valda tillvägagångssättet har lett till att brister i litteraturen har kunnat uppmärksammas och granskas.

### 2.2. Disposition

Arbetet inleds med ett avsnitt som redogör och behandlar olika begrepp samt definitioner av vertikala vegetationssystem som framkommit genom litteraturstudien. Därefter sammanförs material från litteraturstudien och intervjuerna som berör den väggbundna växtlighetens syfte, problem och nyttor. Avslutningsvis diskuteras resultatet i en reflekterande del där frågeställningarna metodiskt besvaras.

### 2.3. Litteraturgranskning

En litteraturstudie är en metodisk och kritisk granskning av publikationer från ett vetenskapligt perspektiv. Litteraturstudien innebär en systematisk sökning och bearbetning av data. Publikationerna bör utgöras av primärkällor och uppgå till vetenskapliga artiklar eller avhandlingar relevanta för det valda ämnet (Lunds universitet 2019).

### 2.3.1. Tillämpning av metod

Litteraturstudien har i huvudsak baserats på vetenskapliga artiklar från Sveriges Lantbruksuniversitets databaser. Den så kallade snöbollsmetoden har sedan använts för att finna nya relevanta källor inom ämnet. Även andra typer av publikationer såsom examensarbeten och rapporter som hittats genom sedvanliga internetsökningar har granskats.

## 2.4. Intervju

Att tillämpa en kvalitativ metod i form av en intervju är passande vid tillfällen då det finns ett intresse av att erhålla en djupare förståelse för ett ämnesområde (Blomqvist & Hallin, 2015). Då kvalitativa studier baseras på människors upplevelser och erfarenheter, anses somliga frågor bara kunna besvaras genom denna metod (Hedin, 2011). Samtidigt innebär det också att metoden är mer subjektiv. Kvalitativa metoder omfattar vanligen ett begränsat antal personer där målet är att undersöka ämnet lite djupare. Resultatet från den kvalitativa studien sammanställs inte som siffror eller tabeller utan redogörs istället som beskrivningar (Hedin, 2011).

### 2.4.1. Tillämpning av metod

Den ursprungliga ambitionen för detta arbete var att utveckla ett redskap för att öka användningen av väggbunden växtlighet. För att få en bild av de invändningar och erfarenheter som finns inleddes arbetsprocessen med intervjuer. Intervjuerna var semistrukturerade och genomfördes per telefon. Urvalet baserades på personer med någon typ av erfarenhet av system med väggbunden växtlighet i Sverige. Totalt intervjuades åtta olika aktörer bestående av förvaltare, planerare, arkitekter och fastighetsägare med praktisk kunskap eller annan erfarenhet av väggbunden växtlighet. Intervjuerna genomfördes mellan den 22 november och 5 december 2018 och behandlar projekt i Malmö, Helsingborg, Stockholm och Göteborg. Samtliga intervjuer utgick ifrån samma frågor beträffande den väggbundna växtlighetens syfte, underhåll, skötsel samt eventuella problem eller komplikationer som observerats. I övrigt bjöds respondenten in till att tala om det som ansågs vara av betydelse för att få en djupare förståelse för ämnet. Informationen som erhållits från intervjuerna kommer inte att presenteras i ett separat avsnitt. Istället kommer den framförallt behandlas i avsnitt 5 och där det är relevant för sammanhanget.

## 3. DEFINITIONER OCH BEGREPP

För att kunna sammanställa information och återge vad som hittills är känt om väggbunden växtlighet, är det viktigt att inledningsvis förstå skillnaden mellan olika typer av vertikala vegetationssystem. Vid en närmare granskning av litteraturen noteras att en universell terminologi inom området tycks saknas. I litteraturen används en rad olika definitioner och samma typ av system benämns ofta med en mängd olika begrepp. Somliga författare gör ingen skillnad på begreppen trots att deras uppbyggnad, förutsättningar, kostnad och funktion skiljer sig avsevärt (t.ex. Perini et al. 2011a; Solera Jimenez 2018). Termer blandas ofta samman, vilket tycks orsaka en del förvirring och missförstånd när systemen ska definieras eller komponenter avgränsas. Framförallt försvårar det jämförelsen mellan olika rapporter, studier och vetenskapliga artiklar.

### 3.1. Vertikala vegetationssystem

Begreppet *gröna väggar* (eng. *green walls*) innefattar alla system som möjliggör en vegetativ beklädnad av en vertikal yta (Manso & Castro-Gomes 2015; Mayrand & Clergeau 2018). Termen *vertikala vegetationssystem* eller engelskans *vertical greening systems* används ofta som samlingsnamn i syfte att beskriva alla typer av gröna väggar (Pérez-Urrestarazu et al. 2015; Medl, Stangl & Florineth 2017; Perini et al. 2011b; Perini & Rosasco 2013). Vidare används även *green vertical systems* (Pérez et al. 2011) och *vertical greenery systems* (Wong et al. 2010) för att beskriva samma företeelse.

Vertikala vegetationssystem delas vanligen in i två huvudgrupper men termerna tycks dessvärre förväxlas mellan olika publikationer. För att lättare förstå skillnaden mellan de två grupperna är det behjälpligt att titta på de tyska termerna: *bodengebundene Begrünung* och *fassadengebundene Begrünung*. Orden kan översättas till markbunden grönska respektive väggbunden grönska och baseras på huruvida växterna är planterade i marken eller i väggen (Medl, Stangl & Florineth 2017; Dunnet & Kingsbury 2008).

I litteraturen benämns ofta den markbundna fasadgrönskan som *gröna fasader* eller *green facades* (Manso & Castro-Gomes, 2015; Medl, Stangl & Florineth 2017). De delas i sin tur upp i *direkt fasadgrönska* respektive *indirekt fasadgrönska* (Manso & Castro-Gomes 2015; Perini & Rosasco 2013; Ottéle et al. 2011; Perini et al. 2011b). Motsvarande begrepp på engelska är *direct green facade* eller *direct greening system* respektive *indirect greening system* eller *double-skin green facade* (Medl, Stangl & Florineth 2017; Perini et al. 2011a).

Den väggbundna grönskan är uppbyggd av vertikala moduler eller planteringsfickor. Det här systemet möjliggör växtodling på en vertikal yta utan att växten kräver förankring med marken (Medl, Stangl & Florineth 2017; Francis & Lorimer 2011). Systemen benämns ofta

som *levande väggar* eller *living walls* men även andra begrepp så som *green walls* (Medl, Stangl & Florineth 2017), *gröna väggar* (Fransson et al. 2013) och *vertical gardens* förekommer i litteraturen (Perini et al. 2011a; Perini & Rosasco 2013).

Likt gröna fasader görs det även skillnad på olika typer av väggbunden grönska utifrån deras konstruktion. De två vanligast grupperna är modul- respektive ficksystem (Manso & Castro-Gomes 2015). Väggbunden grönska som är uppbyggd av moduler benämns oftast som *modulsystem* eller *modular green wall* (Medl, Stangl & Florineth 2017) men även *substrate module facades* (Madre et al. 2015) och *panel system* förekommer som begrepp (Pérez-Urrestarazu et al. 2015). Väggar som är uppbyggda av planteringsfickor kallas vanligtvis för *ficksystem* (Fransson et al. 2013), *continous green walls* (Medl, Stangl & Florineth 2017; Manso & Castro-Gomes 2015) eller *cloth system* (Pérez-Urrestarazu et al. 2015).

### 3.1.1. Begrepp som används i arbetet

Hädanefter kommer begreppet *vertikala vegetationssystem* att användas för att benämna alla typer av växtväggar. Vidare kommer begreppen *markbunden fasadväxtlighet* respektive *väggbunden växtlighet* användas för att benämna de två huvudgrupperna. Ordet "fasad" tillämpas i syfte att skilja markbunden fasadväxtlighet från annan markbunden vegetation. Ordet "växtlighet" har valts eftersom "grönska" leder till missvisande associationer (mer om det senare i arbetet). De två typerna av markbunden fasadväxtlighet (direkt och indirekta gröna fasader) kommer att beskrivas som *markbunden fasadväxtlighet med* eller *utan stöd*. Väggbunden växtlighet kommer att benämnas som *modul-* respektive *duksystem*.

## 3.2. Markbunden fasadväxtlighet respektive väggbunden växtlighet

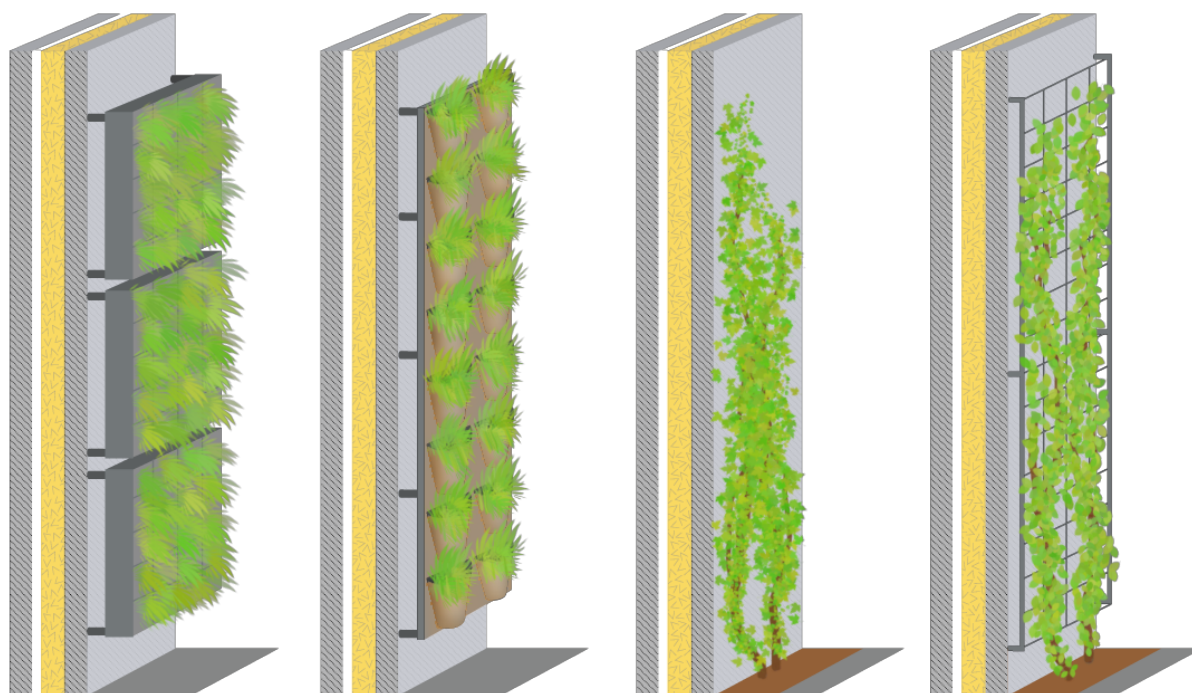
### 3.2.1. Markbunden fasadväxtlighet: med eller utan stöd

Principen för markbunden fasadväxtlighet *utan* stöd bygger på att självklättrande växter planteras i marken och tillåts växa uppför en vägg eller fasad. Det är med andra ord den typ av växtvägg som är vanligast förekommande i traditionell arkitektur och har funnits med sedan lång tid tillbaka (Perini et al. 2011a). Den markbundna fasadväxtligheten *med* stöd får hjälp av vajrar, spaljéer eller nät, vilket i sin tur innebär att andra typer av klätterväxter än de med sugfötter kan användas (Perini & Rosasco 2013; Perini et al. 2011a; Perini et al. 2011b; Manso & Castro-Gomes 2015; Pérez et al. 2011).

### 3.2.2. Väggbunden växtlighet: modul- eller duksystem

Väggbunden växtlighet kan vara konstruerad på olika sätt och benämns därefter. De vanligaste varianterna är uppbyggda av antingen ett modul- eller duksystem som fästs på en vertikal yta (Medl, Stangl & Florineth 2017; Manso & Castro-Gomes 2015). Ett duksystem är uppbyggt av en enda struktur medan modulsystemet monteras ihop av flera beståndsdelar. Duksystemet är vanligtvis uppbyggt av en ram som håller systemet på plats och är tänkt att skydda väggen mot fukt och väta. Det består av ett filtskikt med fickor som kan användas som odlingssubstrat i sig eller också fyllas med substrat eller jord (Medl, Stangl & Florineth 2017).

I modulsystemet är varje enhet konstruerad för att hålla jord eller substrat på plats. Varje modul fästs vid en strukturram som sitter på fasaden eller väggen och utrustas med jord eller substrat samt närings- och vattentillförsel (Medl, Stangl & Florineth 2017). Detta gör att växterna utan att vara förankrade i marken ändå har lämpliga förutsättningar för en god tillväxt (Perini et al. 2011a; Medl, Stangl & Florineth 2017; Manso & Castro-Gomes 2015).



**Figur 1. Olika typer av vertikala vegetationssystem.**

Från vänster, Typ 1. Väggbunden växtlighet i modulsystem. Typ 2. Väggbunden växtlighet i duksystem. Typ 3. Markbunden fasadväxtlighet utan stöd. Typ 4. Markbunden fasadväxtlighet med stöd (Illustration: Katrin Jansson)

## 4. SYFTET MED VÄGGBUNDEN VÄXTLIGHET

Att förstå det verkliga syftet med väggbunden växtlighet är centralt för att förväntningarna och utfallet ska stämma överens. Det är viktigt att förstå vilka behov som ska uppfyllas och huruvida skälet till att de uppförs är estetiskt, ekologiskt, tekniskt eller något annat. Det faktum som tycks vara avgörande i frågan är att väggbunden växtlighet är mer synlig och i viss mån även mer åtkomlig för allmänheten jämfört med t.ex. gröna tak. Förväntningarna på att grönskan ska ge byggnaden ett stort estetiskt värde och ett uppseendeväckande uttryck leder till att den estetiska aspekten ofta prioriteras. Den bedöms vara den främsta drivkraften till varför väggbunden växtlighet uppförs idag. I kombination med de höga installationskostnaderna resulterar det ofta i att väggbunden växtlighet installeras på högupplagade byggnader i syfte att försköna den bebyggda miljön (Madre et al. 2015; Mårtensson et al. 2016). Förväntningarna på den väggbundna växtligheten blir att den ska ha ett tilltalande utseende året om, något som inte alltid är förenligt med de förutsättningar växterna ställs inför.

Väggbunden växtlighet utsätts av betydligt fler stressfaktorer än växter i ett horisontellt plan, vilket kan leda till att färre arter överlever i denna typen av miljö (Rolff 2013). I system med väggbunden växtlighet används dessutom ofta växter som naturligt inte växer vertikalt (Perini et al. 2011a) men som istället väljs i syfte att försköna de vertikala ytorna i stadslandskapet genom växternas variation i färg, höjd och textur (Manso & Castro-Gomez 2015). Under vintern anpassar sig många växter till kallare klimatförhållanden genom att ingå en vilande fas, vilket återigen är en faktor som påverkar det visuella uttrycket. Att trotsa naturens lag och istället använda vintergröna växter kan av estetiska skäl verka tilltalande. Däremot är en vintergrön växt inte bättre rustad för vintern. Istället ställs den inför andra svårigheter som vintervilande perenner slipper (mer i avsnitt 5.1.).

Den väggbundna växtligheten är högst beroende av konstbevattning och är därmed även känslig för plötslig torka som kan uppstå till följd av funktionsbrister i bevattningen. Detta är ytterligare en faktor som kan påverka grönskans visuella uttryck samt allmänhetens uppfattning om dess värde (Mårtensson et al. 2016). Att däremot använda mer torktåliga växter i system med väggbunden växtlighet innebär att konsekvenser vid utebliven eller felaktig bevattning inte blir lika förödande. Växterna som naturligt kräver mindre vatten och skötsel minskar dessutom vattenförbrukningen, vilket i sin tur gör att systemet inte blir alltför tungt (Manso & Castro-Gomez 2015). Vad som däremot blir problematiskt är att de torktåliga växternas utseende inte stämmer överens med de förväntningar och föreställningar som associeras med namnet ”gröna väggar” (Manso & Castro-Gomez 2015). Det gör att vi ställs inför stora utmaningar som trotsar förutsättningarna som vi själva skapat.

Trots människors generellt positiva inställning till gröna tak och väggbunden växtlighet, styrs vi i stor utsträckning av förutbestämda uppfattningar om hur vegetation i staden bör se ut (Francis & Lorimer 2011). Gröna tak, som det ursprungligen benämndes, har exempelvis fått tonas ner till levande tak eller biotop tak på grund av att människor svarade negativt på deras

faktiska utseende. I sin extensiva, friväxande form gynnar de som mest den biologiska mångfalden. Däremot har de inte det gröna och frodiga utseende som namnet insinuerar. Den stora skillnaden mellan gröna tak och väggbunden växtlighet är dock synlighetsgraden och tillgängligheten för allmänheten. I enlighet med allmänhetens förväntningar av stadsnatur, finns det en risk för att denna typen av stadsgrönska används i ett grönmålnings syfte (Francis & Lorimer 2011). Grönmålning innebär att en verksamhet eller företag försöker skapa en bild av att vara miljövänliga genom att belysa insatser som associeras med hållbarhet och miljö. I själva verket överstiger miljöbelastningen ofta miljönyttan.

## 5. DOKUMENTERADE PROBLEM OCH SVÅRIGHETER

### 5.1. Växter, ståndort och stress

En del litteratur påstår att förutsättningarna för väggbunden växtlighet kan likställas med de förutsättningar som finns för gröna tak. Dunnet & Kingsbury (2004) hävdar att det rör sig om samma premisser för såväl konstruktion som underhåll. Viktigt att framhålla är dock att det finns betydande skillnader och kanske framförallt svårigheter med att odla växter i ett vertikalt plan jämfört med ett horisontellt. Gravitation är en viktig aspekt som försvårar odlingsförutsättningarna i det vertikala planet (Nohrstedt 2012), ändå är det något som förvånansvärt sällan omnämns i litteraturen. I ett system med väggbunden växtlighet drar tyngdkraften ner vattnet, vilket leder till att stora delar av substratet eller jorden torkar ut (Nohrstedt 2012). Den naturliga vattentillförseln har överlag en mycket liten effekt på en vertikalt orienterad yta, varför automatiserad bevattning är ett måste för att säkra växternas överlevnad (Magnusson 2009 se Rolff 2013; Nohrstedt 2012). På gröna tak kan nederbörd samlas upp och magasineras bättre vilket gör att växterna har tillgång till vatten även under vintern (Magnusson 2009 se Rolff 2013). I system med väggbunden växtlighet anses bevattningen därför utgöra den mest känsliga och kritiska faktorn som är direkt avgörande för växternas överlevnad (Fransson et al. 2013). Viktigt att beakta är att vattenfördelningen, trots bevattning, kommer att vara ojämn på grund av det vertikala läget. Det innebär därför att fuktkrävande växter bör placeras i väggens nedre del medan mer torktåliga växter placeras upp till (Francis 2010; Dunnet & Kingsbury 2004).

Alla växter oavsett habitat, kämpar outhärligen med att anpassa sig till den miljö de befinner sig i (Capon 2010). I system med väggbunden växtlighet finns det däremot fler faktorer växterna måste rätta sig efter än normalt. Hög bestrålning, stora temperaturskillnader och perioder av torka är några av faktorerna som skapar tuffa förhållanden för växterna (Mårtensson et al. 2014). Väggens vertikala orientering där vegetationen växer vinkelrätt från substratet skiljer sig från de flesta naturliga habitat och är ytterligare en faktor som försvårar situationen för växterna (Jørgensen, Thorup-Kristensen & Bodil Dresbøll, 2018). En enda bristande beståndsdel kan ha en stor inverkan på växtens tillväxt. Ju fler ogynnsamma faktorer som växten utsätts för desto svårare kan följderna bli (Capon 2010).

Ett återkommande problem som nämns i litteraturen är att väggbunden växtlighet kan drabbas av tjäl- eller frystorka (Rolff 2013; Aggebrandt 2014; Wilsmark 2018;). Ett direkt samband mellan system med väggbunden växtlighet och frystorka har dock inte bekräftats i någon studie. Påståendet tycks istället grunda sig på det enkla faktum att växter i Sverige i regel utsätts för tjäl- och frystorka. Under vårvintern när värmeväxlingarna är stora mellan dag och natt, blir påfrestningarna stora för den väggbundna växtligheten (Nohrstedt 2012). Värmen



under soliga vinterdagar leder till att transpirationen i bladen startar (Rolff 2013; Aggebrandt 2014; Wilsmark 2018). Detta fenomen innebär att växten kyler av sig genom att andas ut vattenånga, vilket vanligtvis sker genom bladvävnaden (Capon 2010). Problemet med tjäl- och frystorka bottnar i att rötterna fortfarande ligger inaktiva i det frusna substratet och kan inte kompensera för vattenförlusten (Capon 2010). En viktig detalj som sällan omnämns i detta sammanhang är dock att detta tillstånd inte drabbar alla växttyper. Vårvintern är tuffast för vinter- och städsegröna växter eftersom de inte kan ersätta det som avdunstar från växtens gröna blad och barr så länge marken eller substratet är fruset (Kvant & Palmstierna 2014).

En del växter har tvingats utveckla ett skydd mot denna typen av väder- och temperaturförhållanden för att säkra sin överlevnad. Genom att tillföra en högre sockerkoncentration till protoplasman (cellens levande substans, inklusive cytoplasman och kärnan) sänks vattnets fryspunkt i cellerna. Lösta sockerarter och andra cellulära substanser fungerar nämligen som ett antifrysmedel i växtens vävnad som gör att den bättre kan stå emot köld och frost (Capon 2010). Perenner som går in i vintervila, förbereder sig för en period då väder- och klimatförhållanden kan påverka växtens tillväxt eller hota dess överlevnad. Vintervilan innebär att de fysiologiska aktiviteterna i växten skruvas ner till ett minimum och växten väljer därmed att avlägsna blad eller andra delar som riskerar att få köldskador (Capon 2010). I ett klimat med kalla vintrar kan frost även förekomma under tidig vår när perennerna redan har börjat bilda nya skott inför kommande växtsäsong (Eklund 2012). För att växtvävnaden ska stå emot frosten bättre och inte drabbas av köldskador lagrar även de vintervilande perennerna socker i cellerna. Perenner från ett tempererat klimat är, trots sitt karga utseende under vintern, väl anpassade till att klara av de mest långvariga och tuffa perioderna av kyla och torka (Capon 2010). Denna typ av frostbeständighet används även av alpina och arktiska perenner som lever i ett klimat med kortare växtsäsong. För att kunna lägga all energi och tid på att producera blommor för fortplantning, behåller majoriteten av de alpina och arktiska perennerna sina blad under vintern (Capon 2010). Att växterna är vintergröna innebär givetvis också att de utsätts för fler påfrestningar än perenner i vila (Eklund 2012). Inga andra växter utsätts och prövas av så potentiellt destruktiva faktorer som de alpina perennerna. Troligtvis är det just deras anpassning till att överleva jordens tuffaste klimatförhållanden som gör de till härdiga och relativt lättanvända växter i vårt tempererade klimat. Detta bygger naturligtvis på förutsättningen att de grundläggande villkoren för deras naturliga habitat med kalla vintrar, mycket regn och långa sommardagar uppfylls (Capon 2010).

Perennernas härdighet är direkt kopplat till hur väl de skyddar sina övervintringsknoppar (Arora och Rowland 2011). Hos alpina perenner ligger knopparna tryggt skyddade under den vintergröna och kompakta tuvan. Genom sitt växtsätt kan de stå emot tyngden från snömassor och skydda knopparna från hårda vindar när snön smält bort (Capon 2010). Perenner som har sina övervintringsknoppar placerade i eller nära markytan anses vara bättre rustade för att klara av tuffa väder- och klimatförhållanden (Arora och Rowland 2011). Genom att titta på växternas överlevnadsstrategier och därigenom deras förmåga att utveckla frosttolerans kan man få en förståelse för växternas ursprungshabitat, växtsätt och placering av övervintringsknoppar (Capon 2010; Arora och Rowland 2011). I litteraturen framhålls dessa

faktorer vara de viktigaste att ta hänsyn till för att förstå vilka växter som lämpar sig i ett system med väggbunden växtlighet (Karlén 2018 se Wilsmark 2018). Växter med god hårdighet härstammar vanligtvis från fjällen eller längst kuster där de måste kunna förankra sig till underlaget trots att substratet ofta är begränsat, vilket är ytterst aktuellt för den väggbundna växtligheten. För att klara av snabba temperaturskiftningar samt starka vindar i dessa miljöer, är växtsättet ofta lågt och kompakt (Capon 2010; Karlén 2018 se Wilsmark 2018). Att försöka finna ett habitat där förutsättningarna i miljön påminner om de som gäller för väggbunden växtlighet gör att chansen för ett lyckat resultat blir större (Höglund, 2010).

Det förefaller vara alpina och vinterhårdiga perenner som lämpar sig bäst för system med väggbunden växtlighet (Dunnet & Kingsbury, 2004; Rolff 2013; Wilsmark 2018; Fransson et al. 2013). Gemensamt för de växterna är att de härstammar från alpina- eller kalltempererade bergsområden där de växer på tämligen utsatta klipplandskap. Växtsättet är ofta lågt och matt- eller tuvbildande. Bladen är ofta silvergrå, vaxartade eller suckulenta vilket tyder på att växterna är anpassade till att klara av perioder med torka (Dunnet & Kingsbury, 2004; Rolff 2013; Fransson et al. 2013). Många av egenskaperna och faktorerna ovan kan användas som riktlinjer för att finna växter som lämpar sig för system med väggbunden växtlighet. Dock bör andra faktorer som kan ha stor betydelse för växtens överlevnad inte glömmas, såsom väggens geografiska placering och vilka klimatförhållanden som råder på platsen (Aggebrandt 2014).

## 5.2. Tekniska utmaningar

Det finns tekniska utmaningar för system med väggbunden växtlighet. En av svårigheterna som lyfts fram i litteraturen är att bevattningstekniken inte är optimerad för kalla klimat. Det hävdas att minusgrader kan få de olika delarna att frysa sönder när kvarstående vatten i slangarna expanderar. I en sammanställning av erfarenheter kring befintliga system med väggbunden växtlighet, framför Andersson & Karlsson (2014) att ett av fem studerade projekt identifierat detta problem. De övriga projekten har rutiner som förhindrar att anordningen fryser sönder (Andersson & Karlsson 2014). Oftast handlar det om att sensorer registrerar när temperaturen närmar sig nollstrecket och blåser därefter ut det vattnen som är i slangarna för att förhindra skador på utrustningen (Nerhagen 2016, se Block 2016). En sammanställning av erfarenheter kring bevattning av väggbunden växtlighet i Norden har redovisats av Block (2016). Författaren hävdar att bevattningen under vintern inte upplevts som ett problem bland de studerade fallen (Block 2016).

Det är möjligt att det som tidigare ansågs vara ett stort problem, idag blivit åtgärdat med hjälp av nya tekniska lösningar. Men denna teknologiska framgång leder också till att många bevattningssystem blir komplexa i samband med att de automatiseras och effektiviseras. När systemen fungerar korrekt upplevs de förenkla både drift och underhåll av den väggbundna

växtligheten (Andersson & Karlsson 2014). Samtidigt krävs det mycket initialt arbete och kompetent personal i samband med underhållet av systemen (Andersson & Karlsson 2014). Detta bekräftas av flertalet respondenter i intervjuerna. Många uppmärksammade problem med att bevattningsanordningen vattnade fel, orsakade läckage eller också slutade vattna helt. I samtliga fall nämnde de tillfrågade att det uppstått problem med bevattningen i början av projektet vilket resulterat i att bevattningsanordningen fick justeras. För vissa blev konsekvenserna så stora att växtmaterialen fick bytas ut. Många gånger var systemen så avancerade att det var svårt att hitta någon som kunde sköta det. Särskilt bekymmersamt upplevdes detta problem vara vid de tillfällen en fastighet med väggbunden växtlighet bytte ägare. När bevattningsanordningen var rätt inställd upplevdes den i många fall underlätta skötseln av den väggbundna växtligheten, mycket tack vare sensorer som känner av fukt samt temperatur och anpassar bevattningen därefter. Ett lyckat resultat av system med väggbunden växtlighet tycks vara högst beroende av att tekniken fungerar korrekt. Utan rätt kunskap och lämplig kompetens kring bevattningen kan konsekvenserna bli omfattande och i somliga fall förödande.

En annan tekniskt utmaning som nämns i samband med väggbunden växtlighet är den potentiella fuktpåverkan på bakomliggande vägg (Dunnet & Kingsbury 2008; Andersson & Karlsson 2014). Det tycks däremot inte finnas särskilt många studier som specifikt tittar på den väggbundna växtlighetens fuktpåverkan. Fransson et al. (2013) är en av de få som valt att titta på denna aspekt. Författarna konstaterar att det finns en förhöjd risk för fukt bakom väggbunden växtlighet. I studien observerades att duksystemet har en högre fuktpåverkan på bakomliggande konstruktion än modulsystemet (Fransson et al. 2013). Problemet förmodas bero på felaktig sammansättning av komponenter eller montering (Andersson & Karlsson 2014; Fransson et al. 2013).

Ivanov & Wargren (2014) har också studerat fuktutvecklingen hos samma projekt med väggbunden växtlighet som Fransson et al. (2013). Resultaten tyder på att fuktnivån bakom väggbunden växtlighet periodvis kan bli väldigt hög vilket kan ha en stor inverkan på väggen. Författarna menar därför att fuktnivåerna närmast fasaden bör uppmätas innan ett system monteras på väggen och bör vidare ställas i relation till vilka material väggen består av. Oberoende av vilket system och vilka väggmaterial som väljs, bör det däremot alltid finnas ett diffusionstätt skikt på baksidan av system med väggbunden växtlighet (Ivanov & Wargren 2014). Ett sådant skikt hindrar fukten från att ta sig till materialet bakom. Författarna framhåller att val av system i hög grad påverkar vilka fuktförhållanden som uppkommer på bakomliggande konstruktion. Modulsystemet uppvisade nämligen oskadliga fuktnivåer på bakomliggande vägg medan nivåerna för duksystemet bedömdes vara i riskzonen för fuktskador (Ivanov & Wargren 2014).

Andersson & Karlsson (2014) framhåller att endast ett av de fem studerade projekten upplevt fuktproblem. Projektet i fråga är samma som studerats av både Ivanov & Wargren (2014) samt Fransson et al. (2013). Sammantaget har samma system med väggbunden växtlighet används för ett antal studier (Fransson et al. 2013; Andersson & Karlsson 2014; Ivanov & Wargren 2014). Detta trots att man tidigt observerat att duksystemet var felkonstruerat. De övriga projekten som Andersson & Karlsson (2014) refererar till har däremot inte upplevt

några fuktproblem. Respondenterna som kontaktades tidigt i arbetsprocessen har heller inte anmärkt på fukt som ett problem.

### 5.3. Kostnader för konstruktion och skötsel

Kostnaderna för vertikala vegetationssystem, och framförallt för system med väggbunden växtlighet, är en ekonomisk utmaning. Trots det är det förvånansvärt få källor som tar upp den ekonomiska aspekten. Vad litteraturen ändå pekar på, är att priset är beroende av en rad faktorer som gör kostnaderna svåra att uppskatta. Överlag bedöms den väggbundna växtligheten vara betydligt mer kostsam än den markbundna fasadväxtligheten med anledning av materialen som tillkommer, konstruktionens komplexitet och underhållet som krävs (Perini & Rosasco 2013). Ofta är priset för den markbundna fasadväxtligheten endast en bråkdel av kostnaden för den väggbundna växtligheten (Andersson & Karlsson 2014; Perini & Rosasco 2013), varför vikten av att beakta kostnaderna och skötseln redan i planeringsstadiet framhålls (Solera Jimenez 2018)

Vad gäller den väggbundna växtligheten är valet av system (modul- respektive duksystem) av särskilt betydelse för den totala kostnaden. Priset för ett modulsystem ofta är dubbelt så högt som ett dukssystem (Perini & Rosasco 2013; Perini et al. 2011a; Pérez-Urrestarazu et al. 2015). Därefter är det faktorer som storlek, placering och material som är av betydelse (Andersson & Simu, 2015). Växtmaterialet anses däremot inte vara kostsamt i sammanhanget (Philipson 2015 se Andersson & Simu 2015). Det blir en högre underhållskostnad för väggbunden växtlighet (Perini & Rosasco 2013) särskilt om systemen förväntas vara tilltalande året om (Andersson & Simu 2015).

En studie av Perini & Rosasco (2013) visar att installations- och underhållskostnaderna spelar en avgörande roll för hur ekonomiskt hållbart ett vertikalt vegetationssystem anses vara. Från studien drogs slutsatsen att fördelarna inte kan väga upp för de stora kostnaderna (Perini & Rosasco 2013) varvid priset kan överstiga förväntningarna (Karlberg 2010 se Höglund 2010). Den höga investeringskostnaden tros vara anledningen till varför väggbunden växtlighet inte används i högre utsträckning och uppfattas utgöra ett hinder för implementeringen av nya system (Andersson & Karlsson 2014). Många gånger är beställaren omedveten om de faktiska kostnaderna kopplade till system med väggbunden växtlighet (Fransson et al. 2017). Den bristande insikten och förståelsen för hur systemen bör skötas samt arbetsinsatsen som krävs, gör att budgeten för skötseln ofta undervärderas eller försummas. Om de initiala etableringsåtgärderna inte görs i början av projektet kommer kostnaden för skötsel och nytt växtmaterial att bli mycket större i slutändan (Fransson et al. 2017). Bland respondenterna bekräftades att både investerings- och skötselkostnaderna är mycket höga och tros vara en aspekt som kan verka avskräckande.

## 6. OKLARHETER KRING NYTTORNA

En övervägande del av litteraturen framhåller de vertikala vegetationssystemens nyttor (se t.ex. Perini et al. 2011a; Sharp et al. 2008; Dunnet & Kingsbury 2008; Manso & Castro-Gomes 2015; Solera Jimenez 2018; Perini & Rosasco 2013). I huvudsak omnämns sociala, ekonomiska och miljörelaterade fördelar. Några av de positiva effekter som omnämns är bl.a. luftförbättring, sänkt energiförbrukning i byggnader, förbättrad dagvattenhantering, svalare stadsklimat, reducerad vindstyrka kring byggnader, ökad biologisk mångfald och hållbar stadsutveckling.

En del nyttor blir påtagliga redan i mycket liten skala, andra blir märkbara först i en skala som avser ett område eller en hel stad (Perini & Rosasco 2013). Det är viktigt att vara medveten om att en del nyttor (t.ex. biologisk mångfald, estetiskt värde, svalare stadsklimat) är fördelar som anses vara svåra att uppskatta eller kvantifiera på grund av att det antingen saknas tillförlitlig data eller också är det omöjligt att värdera denna effekt genom att studera enskilda exempel (Perini & Rosasco 2013). Följaktligen behövs kompletterande vetenskapliga studier om nyttorna (Medl, Stangl & Florineth 2017).

De vanligaste nyttorna och vad som hittills är känt om deras positiva effekter kommer att tas upp nedan.

### 6.1. Lägre energiförbrukning i byggnader

Litteraturen framhåller gärna att vertikala vegetationssystem kan ge energivinster genom förbättrad isoleringsförmåga och mindre värmeväxlingar närmast fasaden (Andersson & Karlsson 2014). Den isolerande förmågan beror i huvudsak på stillastående luft bakom systemet som verkar skyddande (Perini et al. 2011a). Enligt litteraturen förefaller den värmeisolerande förmågan hos vertikala vegetationssystem ha en större effekt i kalla klimat, medan den kylande effekten är mer tillämplig i varmare klimat (Ottelé, Perini & Haas 2014). Medl, Stangl & Florineth (2017) framhåller dock att den värmeisolerade effekten endast har observerats i studier med markbunden fasadväxtlighet. Litteratur som behandlar det vertikala vegetationssystemets värmeisolerande effekt  r således begränsad.

Litteraturen framhåller att vertikala vegetationssystem kan hindra solstrålningen från att transporteras in i byggnaden under soliga och varma dagar. På så vis kyles den bakomliggande väggen (Solera Jimenez 2018; Perini et al. 2011b) vilket i sin tur sänker behovet av luftkonditionering och energianvändning i byggnaden (Ottelé et al. 2011).

Majoriteten av studierna som granskats har utvärderat det vertikala vegetationssystemets inverkan på byggnaders energiförbrukning i varmare klimat medan studier i kallare klimat fortfarande  r få. Det samlade resultatet från ett antal studier tyder på att energibesparing och därmed nyttan av vertikala vegetationssystem blir större i länder med varmare klimat (Perini

et al. 2011b; Ottelé et al. 2011; Solera Jimenez 2018). Ett samband mellan solstrålning och det vertikala vegetationssystemets energibesparande effekt har iakttagits (Solera Jimenez 2018) varför energivinsterna anses vara mer gynnsamma vid kylning än vid uppvärmning av en byggnad (Perini & Rosasco 2013).

För kallare klimat är resultaten tvetydiga. Fransson et al. (2013) menar att den skuggande effekten från det vertikala vegetationssystemet kan vara positivt under sommaren. Däremot skuggas husfasaden även under vintern vilket resulterar i ett ökat uppvärmningsbehov men samtidigt skyddas fasaden mot kylande vind, så den samlade effekten är oklar. Rosenlund (2010) framhåller att vertikala vegetationssystem endast uppvisat en energibesparande effekt hos äldre byggnader med mycket liten eller ingen isolering. Detta har även bekräftats av Tilley et al (2012). I de fallen kan energibesparingen ligga omkring 10% med värme, kyla och fläktsystem inkluderat (Rosenlund 2010). I välisolerade byggnader har vertikala vegetationssystem däremot inte uppvisat någon positiv effekt på energianvändningen. Istället menar Rosenlund (2010) att värmen stängs in under årets varma perioder vilket ökar kylbehovet inomhus. Detta motsägs av andra som visat att växtligheten skuggar och kyler fasaden. Det extra isoleringsskiktet gör förvisso att uppvärmningsbehovet under vintern reduceras men effekten är tämligen liten (Rosenlund 2010).

## 6.2. Svalare stadsklimat

Värmeeffekten eller ”urban heat island effect”, är ett fenomen som ofta omnämns i samband med vertikala vegetationssystem. Värmeeffekten innebär att staden genom sin uppbyggnad och sammansättning av hårdgjorda ytor, genererar högre temperaturer jämfört med omgivande icke urbana områden (Persson & Wern 2011). Hårdgjorda ytor har högre reflektionsförmåga (även kallat albedo) jämfört med naturlig marktäckning (Perini & Rosasco 2013) och detta är upphovet till tanken att vertikala vegetationssystem kan mildra värmeeffekten (Perini et al. 2011a). Perini et al. (2011a) hävdar att vertikal grönska absorberar stora mängder solstrålning som annars hade reflekterats av fasaderna och gett ett varmare stadsklimat.

I litteraturen framhålls det även att vertikala vegetationssystem kan kyla byggnader och framförallt den omgivande luften genom skuggning (se avsnitt 6.1.) och transpiration (se avsnitt 5.1.) (Andersson & Karlsson 2014). Studier som utvärderat lufttemperaturen omkring vertikala vegetationssystem, har visat på tvetydiga resultat. Perini et al. (2011b) noterade ingen temperaturskillnad framför de vertikala vegetationssystemen som ingick i deras försök. Tilley et al. (2012) hävdar däremot att resultatet från deras studie visar att markbunden fasadväxtlighet kan sänka temperaturen i den omgivande luften. Effekten var mest märkbar under varma och soliga dagar, medan den under kallare, molniga dagar var nästintill obefintlig. Författarna hävdar att resultatet stödjer hypotesen om att vertikala

vegetationssystem kan skapa ett svalare stadsklimat och därmed minska värmeöeffekten. Effektens omfattning anses dock vara oklar (Tilley et al. 2012).

Perini & Rosasco (2013) framhåller i sin studie att nyttan inte har kunnat kvantifieras på grund av att det är omöjligt att uppskatta effekten av temperaturminskningen i staden genom att studera enskilda exempel. Författarna menar att systemets positiva inverkan på värmeöeffekten endast kan bli uppenbar om en stor del av staden bekläs med grönska. I en studie genomförd av Rosenlund (2010) har olika typer av stadsgrönska (gröna tak, vertikala vegetationssystem, trädplantering och grön gatubeläggning) simulerats och deras effekt på stadsklimatet studerats. Studien indikerade att maximitemperaturen i staden kan sänkas om de olika vegetationssystemen kombineras. Individuellt hade trädplanteringen den största temperatursänkningen medan vertikala vegetationssystem låg sämst till (Rosenlund, 2010).

### 6.3. Renare luft

I litteraturen påstås vertikala vegetationssystem ha en förmåga att minska luftföroreningar genom att fånga upp och filtrera luftburna partiklar (Andersson & Karlsson 2014; Sharp et al. 2008; Dunnet & Kingsbury 2008). Framförallt gäller det höga koncentrationer av partiklar som har en negativ effekt på människans andningsorgan (Stenberg et al. 2010; Ottelé, van Bohemen & Fraaij 2010). Nyttan är direkt relaterad till växters allmänna förmåga att absorbera luftföroreningar som koldioxid (CO<sub>2</sub>), kolmonoxid (CO), kvävedioxider (NO<sub>x</sub>) och svaveldioxider (SO<sub>x</sub>) (Ottelé, van Bohemen & Fraaij 2010).

Ottelé, van Bohemen & Fraaij (2010) och Stenberg et al. (2010) har tittat på den markbundna fasadväxtlighetens förmåga att fånga upp luftburna partiklar. Mer specifikt har författarna utvärderat murgrönans (*Hedera helix*) luftrenande egenskaper på sin omgivning. Studierna visade en god luftrenande effekt, ett resultat som man menar tyder på att vegetation kan reducera luftföroreningars inverkan på människor och den byggda miljön (Stenberg et al. 2010; Ottelé, van Bohemen & Fraaij 2010).

Det finns många studier som behandlar den luftrenande effekten hos träd i stadsrummet (t.ex. Maher et al. 2008). Däremot finns det endast ett fåtal studier som specifikt tittar närmare på relationen mellan väggbunden växtlighet och dess inverkan på luftkvalitén. Inte sällan antas det att vertikala vegetationssystem kan ha samma positiva effekt på luftkvalitén som gröna tak (Perini & Rosasco 2013). Currie & Bass (2008) har dock utvärderat den luftrenande förmågan hos olika typer av vegetation (bl.a. träd, buskar, gröna tak, vertikala vegetationssystem) och resultatet från studien visade att träd har bäst förmåga att filtrera bort luftföroreningar följt utav buskar. Författarna förmodar att detta beror på att antalet bladtytor som kan fånga upp partiklar skiljer sig åt mellan träd och buskar. Vidare visades att vertikala vegetationssystem hade lägre luftrenande effekt än gröna tak (Currie & Bass 2008).

Perini et al. (2017) har studerat huruvida effekten skiljer sig mellan olika typer av växter eller om all vegetation visar på samma luftrenande förmåga. Resultatet tyder på att effekten varierar mycket mellan olika växtarter (Perini et al. 2017). Valet av växter till system med väggbunden växtlighet kan med andra ord vara av betydelse för luftkvalitén. Hur väl växter kan filtrera och adsorbera partiklar beror enligt litteraturen på faktorer som bladform, bladstorlek, behåring, om bladytan är slät eller grov samt avståndet från utsläppskällan (Stenberg et al. 2010; Ottelé, van Bohemen & Fraaij 2010; Jänhäll 2015). Vaxartade blad har observerats ha en mycket god förmåga att adsorbera partiklar (Perini et al. 2017; Jänhäll 2015). Däremot tycks håriga blad ha något sämre filtreringsegenskaper (Perini et al. 2017). Även egenskaper som slätare blad hos växterna tycks ge en bättre förmåga att samla upp partiklar än blad med grövre ytor (Jänhäll 2015).

I litteraturen talas sällan om hur växter bearbetar föroreningar eller hur denna process ser ut. Vid närmare granskning finns det flera olika sätt genom vilka växter kan bearbeta luftburna partiklar. Studierna av Stenberg et al. (2010) och Ottelé, van Bohemen & Fraaij (2010) har endast tagit hänsyn till den markbundna fasadgrönskans förmåga att ta upp föroreningar genom bladets klyvöppningar. Men i system med väggbunden växtlighet kan jord och substrat ha en betydande roll för luftreningen eftersom växters rötter och mikroorganismer i jorden har en förmåga att bryta ner olika typer av partiklar (Soreanu, Dixon & Darlington 2013). Eftersom jorden i system med väggbunden växtlighet är mer exponerad än hos den markbundna fasadväxtligheten, kan mikroorganismerna och rötterna få en annan kontakt med luften (Soreanu, Dixon & Darlington 2013).

Litteraturen framhåller att vegetation kan vara ett bra sätt att reducera mängden luftburna partiklar, framförallt om den placeras nära utsläppskällan (Ottelé, van Bohemen & Fraaij 2010). Perini & Rosasco (2013) menar att de luftrenande fördelarna är mycket små om vegetationsskiktet är tunt.

## 6.4. Ett hållbart verktyg

Litteratur som behandlar det vertikala vegetationssystemets hållbarhet ur ett ekonomiskt och miljörelaterat perspektiv, är väldigt knapp. De få studier som finns uppvisar likartade resultat, vilket kan ge en indikation på vertikala vegetationssystemens inverkan på miljön (Ottelé et al 2011; Perini & Rosasco 2013).

I en av studierna som genomfördes av Ottelé et al (2011) var målet att utvärdera de faktiska och potentiella miljöaspekterna för vertikala vegetationssystem i samband med konstruktion och underhåll. Författarna sökte svar på om systemen kan anses vara hållbara beträffande material, underhåll, näringsanvändning och vattenförbrukning. De tittade även på lönsamheten i relation till klimat (medelhavsklimat respektive tempererat klimat).

I syfte att avgöra hur hållbara olika typer av vertikala vegetationssystem är jämfördes miljönyttan mot miljöbelastningen. Den markbundna fasadväxtligheten utan stöd bedöms



vara det enda system som är hållbart i ett tempererat klimat, det vill säga miljönyttan överstiger miljöbelastningen. I ett medelhavsklimat anses system med markbunden fasadväxtlighet (utan stöd) och väggbunden växtlighet (i moduler) vara hållbara system. Att resultaten mellan de två klimaten skiljer sig åt beror på att kylningseffekten av ett vertikalt vegetationssystem är mycket större och därmed mer lönsamt i ett varmare klimat än i ett kallt (Ottelé et al. 2011).

Fransson et al. (2013) framhåller att ett framgångsrikt system med väggbunden växtlighet kan komma att kräva mycket resurser i form av bevattning, näringstillförsel och skötsel. Att hitta en balans mellan insatta resurser och ett lyckat resultat av växtväggen är därför mycket viktigt. För att säkerställa att väggbunden växtlighet används på ett miljömässigt hållbart sätt är det viktigt att hålla användningen av vatten och näring på en låg nivå och att systemen är uthålliga och beständiga (Fransson et al. 2013).

Perini & Rosasco (2013) genomförde en studie där man utvärderade hur ekonomiskt hållbara olika typer av vertikala vegetationssystem är. Även i denna studie visade resultatet att den markbundna fasadväxtligheten (utan stöd) är det enda system som kan anses vara ekonomiskt hållbart och försvarbart. Resultatet grundas på det faktum att markbunden fasadväxtlighet (utan stöd) kräver mycket låga installationskostnader, lite underhåll och låga avfallskostnader (återvinning). Den väggbundna växtligheten ansågs vara ekonomiskt ohållbar på grund av höga installations- och underhållskostnader för systemet (Perini & Rosasco 2013). Att väggbunden växtlighet kräver stort underhåll och är kostsam att uppföra menar författarna är en viktig aspekt i sammanhanget. Att minimera den ekonomiska aspekten och möjliggöra en bredare användning av miljövänliga alternativ är av stor betydelse (Perini & Rosasco 2013).

## 6.5. Ökad biologisk mångfald

Att vertikala vegetationssystem gynnar den biologiska mångfalden i städer är en nytta som omnämns flitigt i litteraturen. Enligt Pérez-Urrestarazu et al. (2015) verkar det finnas en föreställning om att vertikala vegetationssystem har samma positiva effekt på den biologiska mångfalden som gröna tak. Medl, Stangl & Florineth (2017) har iakttagit att litteraturen ofta tycks referera till den generella förbättringen av den biologiska mångfalden i städer genom vegetation. Studier som specifikt tittar på relationen mellan biologisk mångfald och vertikala vegetationssystem är få (Medl, Stangl & Florineth 2017) varför en del författare anser att belägg som stödjer nyttan är otillräckliga (Pérez-Urrestarazu et al. 2015).

I litteraturen sägs att vertikala vegetationssystem kan gynna den biologiska mångfalden genom att skapa habitat för mikroorganismer och mindre djur som bin, fladdermöss och fåglar. Detta påstående verkar baseras på det faktum att vegetation överlag försörjer djur med föda, skydd och häckningsmöjligheter (Perini & Rosasco, 2013; Dunnet & Kingsbury 2008). I en studie av Madre et al. (2015) observerades en variation av spindlar och skalbaggar i den

väggbundna växtligheten. Författarna anser dock att markbunden fasadväxtlighet är ett bättre alternativ då den kan gynna ett urval av spindlar samtidigt som systemet är mer försvarbart ur miljösynpunkt (se avsnitt 4.5).

Mayrand & Clergeau (2018) har nyligen tittat närmare på relationen mellan biologisk mångfald och olika grönytor i städer. Författarna framhåller att ytan av ett habitat har visat sig vara en mycket viktig faktor i frågan om biologisk mångfald. Olika artbestånd kräver olika stora utrymmen för att trivas, författarna menar dock att en grönyta på 4,4 ha kan anses som tillräckligt stor för att gynna den biologiska mångfalden. Detta konstaterande väcker en rad frågor om vilken roll vertikala vegetationssystem spelar i bevarandet av den biologiska mångfalden eftersom de ofta har en ytterst begränsad yta. Författarna menar att de av den anledningen inte kan betraktas som effektiva verktyg i sammanhanget. Gröna tak skulle potentiellt kunna stödja ett par arter genom att de i vissa fall uppfyller det teoretiska tröskelvärdet, men det är marginellt. Vertikala vegetationssystem ligger däremot långt under tröskelvärdet, varför deras betydelse för den biologiska mångfalden ifrågasätts (Mayrand & Clergeau 2018). Var författarna tycks se ett användningsområde för vertikala vegetationssystem är på platser där det saknas markyta för att skapa gröna korridorer. Det innebär att grönytor som är isolerade eller skyddade länkas samman för att främja olika artbestånd (Röhne 2012) och anses vara ett bra alternativ för att gynna den biologiska mångfalden i städer (Mayrand & Clergeau 2018). I de fall där gröna korridorer inte är möjliga att uppföra, kan vertikala vegetationssystem och gröna tak istället fungera som sammanlänkade habitat och skapa vertikala korridorer i urbana landskap. Mayrand & Clergeau (2018) ifrågasätter dock om arter som identifierats på gröna tak även kan använda vertikala habitat eftersom väggar inte hör till naturliga ekosystem.

Francis & Lorimer (2011) menar att vertikala vegetationssystem inte bör ses som ett försök till att efterlikna eller återskapa naturliga biotoper och bör därför särskiljas från när mark avsätts i syfte att gynna den biologiska mångfalden. Istället bör de betraktas som en anpassning eller komplement till den mänskliga miljön, tänkt att främja arter från jämförbara naturliga miljöer (som klippor och bergssluttningar) utan att för den delen ta någon mark i anspråk (Francis & Lorimer 2011). Samtidigt framhåller Mayrand & Clergeau (2018) att vertikala vegetationssystem ofta betraktas som en motsvarighet till naturligt vertikala miljöer men att man hittills inte identifierat några jämförliga livsmiljöer i det tempererade landskapet, vilket väcker frågor om deras roll i bevarandet av den biologiska mångfalden.

Francis (2010) hävdar att vertikala vegetationssystem kan förena och länka samman olika typer av grönytor för att gynna den biologiska mångfalden i städer. En del ytor så som gröna tak och parker, blir dessvärre ofta isolerade och förbinds inte med andra grönområden vilket begränsar antalet arter som kan utnyttja ekosystemen. Vertikala vegetationssystem kan potentiellt fungera som ett anslutande habitat som kopplar samman gröna tak med grönytor i marknivå. På så vis kan man skapa något av ett tredimensionellt stadslandskap som bättre gynnar bevarandet av olika artbestånd (Francis 2010).

Den biologiska mångfalden för gröna tak, har visat sig påverkas av dess omgivning och höjden den befinner sig på. Mayrand & Clergeau (2018) menar att vertikala korridorer i teorin bör kunna minska isoleringen av gröna tak och även minska barriäreffekterna av gator och byggnader. Däremot framhåller de att det behövs mer kunskap för att fastställa om väggarna kan fungera som vertikala korridorer mellan marknivå och gröna tak för växter och framförallt djur (Mayrand & Clergeau 2018).

Inga studier har hittills granskat det vertikala vegetationssystemets faktiska roll eller förmåga att främja den biologiska mångfalden. Inte heller har någon studie undersökt om höjden av det vertikala vegetationssystemet påverkar den biologiska mångfalden. Mayrand & Clergeau (2018) ifrågasätter deras betydelse för den biologiska mångfalden på grund av deras mycket begränsade yta. Förutom att habitatet är skarpt avgränsat har tillgången på bra vertikala ytor i stadslandskapet visat sig vara mindre än vad man tidigare trott. Bristen på grönområden kan nämligen inte alltid kompenseras med gröna tak eller väggar då alla ytor inte lämpar sig för denna teknik (Mayrand & Clergeau 2018).

Grönytor som främjar den biologiska mångfalden är mest gynnsamma om de är extensiva. Det är viktigt att ta hänsyn till att karaktären på växtligheten kan ge ett annat uttryck än förväntat. Biologiskt främjande grönytor kan upplevas som vildvuxna eller naturlika och kan periodvis även uppfattas som skräpiga. För denna typen av grönytor är det ytterst viktigt med kompetent personal som kan utveckla en korrekt skötselplan som på sikt kan leda till att onödiga kostnader och felaktiga insatser undviks (Fransson et al. 2017).

## 6.6. Fördröjer regnvattnet

Vertikala vegetationssystem och gröna tak ställs ofta i relation till varandra, troligtvis på grund av att båda ses som ett alternativ till den mer traditionella stadsgrönskan. Forskningen om gröna tak i Sverige är längre gången och metoderna mer beprövade än forskningen kring väggbunden växtlighet. Detta kan vara anledningen till att man gärna applicerar takvegetationens positiva effekter på vertikala vegetationssystem, trots att förutsättningarna mellan systemen skiljer sig åt. Ett exempel är den positiva effekt gröna tak har på dagvattenhanteringen i stadslandskapet (Aggebrandt 2014). Gröna tak har visat sig fördröja avrinningen och underlätta dagvattenhanteringen i städerna. Utan tillräckliga belägg antar man att väggbunden växtlighet borde kunna ge samma eller liknande resultat.

## 6.7. Reducerar vindhastigheten

Vertikala vegetationssystem framhålls kunna reducera vindstyrkan kring fasaden och därmed minska avkylningseffekten på byggnaden (Andersson & Karlsson 2014; Wong et al. 2010).

Perini et al (2011b) menar att en byggnads isolerande förmåga påverkas av vindhastigheten som passerar fasadens yta. Genom att det skapas ett lager stillastående luft i bladskiktet (för markbunden fasadväxtlighet) eller bakom konstruktionen (för väggbunden växtlighet) minskar värmeflödet genom byggnadens yta vilket ökar byggandens yttre värmebeständighet. Somliga hävdar därför att vertikala vegetationssystem förbättrar byggnadens värmeegenskaper genom att reducera vindstyrkan (Perini et al 2011a; Perini et al 2011b) vilket i sin tur kan resultera i energibesparing (Perini et al. 2011b; Ottelé 2011).

Studier inom området bekräftar att vertikala vegetationssystem har en förmåga att minska vindhastigheten kring byggnader (Perini et al. 2011b; Solera Jimenez 2018; Wong et al. 2010). Dock finns det en del faktorer som kan vara av stor betydelse för vilken effekt ett vertikalt vegetationssystem kan ha på vindhastigheten. Förutom valet av system, spelar även konstruktionsegenskaper såsom material, bladskikt och porositet en viktig roll (Perini et al 2011b). Solera Jimenez (2018) har tittat på den väggbundna växtlighetens förmåga att reducera vindstyrkan kring byggnaden. I försöket jämfördes vindhastigheten på fem centimeters avstånd från den systemet respektive två meters avstånd. Denna data jämfördes i sin tur med fasader utan grönska. Resultatet tyder på att vindhastigheten som lägst låg på 0,7 m/s två meter från väggen och reducerades ner till närmare 0 m/s närmast väggen (Solera Jimenez 2018).

Perini et al (2011b) har i sin studie jämfört vindreduceringsf rm gan hos markbunden fasadväxtlighet (med och utan stöd) samt väggbunden växtlighet (modulsystem). Mätningarna visade att vindhastigheten i den markbundna fasadv xtlighetens bladskikt var väldigt låg (0,08m/s f r markbunden fasadväxtlighet utan stöd respektive 0,1m/s f r markbunden fasadväxtlighet med stöd). Effekten av den väggbundna växtligheten var däremot knappt märkbart i bladskiktet. Däremot uppmättes en stor vindreducering i luftspalten bakom den väggbundna växtligheten (närmare 0m/s), något som troligtvis beror på den solida konstruktionen. Författarna framhåller att denna vindreducering kan komma att påverka fasadens totala värmebeständighet och resultera i energibesparingar. En meter ifrån de vertikala vegetationssystemen noterades däremot ingen reducereing i vindstyrka (Perini et al. 2011b).

## 7. DISKUSSION

I följande avsnitt besvaras frågeställningarna systematiskt utifrån de resultat som erhållits från litteraturstudien och intervjuerna. Att utveckla metoder som bidrar till ökad användning av väggbunden växtlighet anses i dagsläget inte vara relevant varför syftet istället är att presentera en nyanserad bild av väggbunden växtlighet.

### 7.1. Vilka problem ligger till grund för den begränsade användningen av väggbunden växtlighet i Sverige?

De utmaningar och svårigheter som har observerats i samband med väggbunden växtlighet uppfattas framförallt vara kopplade till växterna, konstruktionen och kostnaderna. Utifrån litteraturgranskningen kan slutsatsen dras att svårigheterna med växternas överlevnad troligtvis beror på felprioriteringar. Valet av växter styrs ofta utifrån den estetiska aspekten som förväntas av den väggbundna växtligheten. Valet bör istället baseras på de förutsättningar som finns i system med väggbunden växtlighet. Att tjäl- och frystorka ofta nämns som ett problem är i hösta grad relevant för valet av växter eftersom detta tillstånd inte drabbar alla typer av vegetation utan de vinter- och städsegröna arterna. Många av de problem som har att göra med växternas stress kan undvikas genom att man väljer växter som utvecklats ett skydd eller anpassning mot svåra väder- och klimatförhållanden. De växter som är anpassade till utsatta lägen har av samma anledning ofta ett kompakt utseende. Med andra ord är det ett helt annat utseende än det som efterfrågas och vanligen associeras med väggbunden växtlighet.

Granskningen visar vidare att risken för att bevattningsanordningen fryser sönder inte upplevs som ett problem. Med tanke på att några av publikationerna skrevs för några år sedan är det möjligt att det kan ha upplevts som ett problem tidigare men att det i dagsläget är åtgärdat. Att det krävs mycket initialt arbete och kunnig personal för att hantera och sköta den automatiserade bevattningen i system med väggbunden växtlighet, har däremot nämnts som ett problem. Det har upplevts vara till stor hjälp när den fungerar som den ska men eventuella felaktigheter i tekniken kan få stora konsekvenser för den väggbundna växtlighetens utseende.

En annan teknisk utmaning som nämns i litteraturen är risken för fuktpåverkan i den bakomliggande väggen. Denna aspekt har inte studerats i någon större utsträckning. De observationer som finns är alla gjorda på samma system med väggbunden växtlighet. Inga andra projekt har iakttagit att detta skulle vara ett problem. Det kan däremot vara viktigt att tänka på att, oavsett vilket system som uppförs, bör det finnas ett diffusionstätt skikt bakom som kan reducera risken för fuktpåverkan av bakomliggande vägg.

Ur litteraturen och intervjuerna framgår att installations- och underhållskostnaderna för väggbunden växtlighet är stor. Forskningen pekar på att fördelarna inte kan väga upp kostnaderna, vilket innebär att väggbunden växtlighet inte anses vara ekonomisk försvarbart. De höga investeringskostnaderna upplevs även utgöra ett hinder för implementeringen av nya system då många beställare är omedvetna om de faktiska kostnaderna och arbetsinsatsen som är kopplad till system med väggbunden växtlighet.

Ett annat problem är att budgeten för skötsel och drift ofta undervärderas eller rent av förbises. Att inte vidta de initiala åtgärder som behövs vid etableringsfasen gör att kostnaderna snabbt blir större än vad de hade behövt vara. Rätt kompetens är avgörande för ett lyckat resultat men det innebär också en högre kostnad för att det ska bli rätt från början. Dessvärre saknar ofta beställarna kunskap och förståelse för hur växter utvecklas och svårighetsgraden kring vad som krävs för att ett system med väggbunden växtlighet ska utvecklas rätt. Skötselåtgärderna kopplas ofta in i ett senare skede vilket leder till att kostnaderna blir ännu mer omfattande.

## 7.2. Vad har studier och forskning visat för resultat beträffande den väggbundna växtlighetens faktiska effekter?

En närmare granskning av litteraturen visar att det finns en del brister i hur nyttorna framställs. Många gånger är effekterna inte så givna som litteraturen vill hävda. Studier där fördelarna faktiskt bekräftas är fortfarande ofullständiga och en stor del av litteraturen nämner istället tänkbara fördelar med vertikala vegetationssystem. Vissa författare väljer att hänvisa till allmänt kända fördelar med vegetation som exempelvis luftförbättring och svalare stadsklimat. Andra hänvisar till fördelar som observerats i samband med gröna tak, utan att ha bevis på om detta också är möjligt att tillämpa i fall med vertikala vegetationssystem. Genom att enbart lyfta fram nyttor tycks författarna i många fall tala för användningen av vertikala vegetationssystem. Ofta hänvisar författare till källor som styrker deras påstående istället för att referera till relevanta studier inom området. En stor del av litteraturen gör dessutom sällan skillnad på olika typer av vertikala vegetationssystem när det kommer till nyttor, man talar istället om ”växtväggar” i stort trots att studier tydligt visar att resultaten mellan de olika typerna skiljer sig åt.

Studier bekräftar att energiflödet i en vägg påverkas av att det sitter ett vertikalt vegetationssystem på utsidan av fasaden. Ur litteraturen framgår att energivinsterna är mer gynnsamma vid kylning än vid isolering av en byggnad. I Sverige är kylbehovet av vanliga bostäder nästintill obefintligt tack vare god isolering. Det bekräftas att den energibesparande effekten är uppenbar i länder med varmare klimat och hög solstrålning. Genom att vertikala vegetationssystem skuggar den bakomliggande fasaden, hindras solstrålningen från att transporteras in i byggnaden vilket i sin tur innebär att behovet av luftkonditionering minskar

och därmed även energianvändningen. Att väggbunden växtlighet däremot ger bättre isoleringsförmåga stämmer endast in på äldre byggnader med liten eller ingen isolering. I välisolerade byggnader framhålls det att kylbehovet istället ökar under sommaren om det sitter väggbunden växtlighet på utsidan. Resonemangen om energiaspekten hos t.ex. Rosenlund (2010) och Fransson et al. (2013) är lite motsägelsefulla vad gäller konsekvenserna av skuggning, vindskydd etc. och det är svårt att få en bra bild av vad som gäller.

En byggnads isolering tycks spela en större roll än väntat för energivinster i samband med vertikala vegetationssystem. Huruvida väggarna som används i försöken har varit isolerade eller ej framkommer sällan i rapporterna. Däremot är majoriteten av de studier som granskats genomförda i områden med varmare breddgrader där behovet av att isolera husen inte är så stort. Detta gör att resultaten är mycket svåra att jämföra och översätta till svenska förhållanden.

Anledningen till förmodan att vertikala vegetationssystem kan mildra temperaturhöjningarna av stadsklimatet tycks vara relaterat till att grönytor har lägre reflektionsförmåga än hårdgjorda ytor. Grönskan absorberar mycket av den solstrålning som annars hade reflekterats och växtligheten kan också sänka den omgivande luftens temperatur genom skuggning och transpiration. Med andra ord hänvisas det till allmänt kända fördelar med vegetationen i staden, effekter som är uppnåbara med alla typer av vegetation och inte bara väggbunden växtlighet. Somliga forskare anser att det är omöjligt att uppskatta den faktiska effekten av vertikala vegetationssystem på stadsklimatet genom att studera enskilda exempel. Det kan vara anledningen till att resultatet från studierna som granskats varit ytterst oklara.

I dagsläget finns det väldigt få studier som har utvärderat den väggbundna växtlighetens förmåga att rena luft. Istället hänvisas det återigen till växters allmänt kända potential. Ofta antyds det dessutom att väggbunden växtlighet i praktiken bör ha samma luftrenande egenskaper som gröna tak. I studier där effekten jämförts mellan olika grönytor har den väggbundna växtligheten visat sig ha lägst effekt på luftkvalitén. Författarna tror att faktorer såsom bladmassa samt antal bladytor kan vara avgörande. Nya studier visar även att den luftrenande effekten kan variera mellan olika växtarter men några tydliga tendenser har ännu inte kunnat bekräftas.

Många studier har tillämpats på markbunden fasadväxtlighet där författarna tittat på växternas förmåga att ta upp föroreningar genom bladets klyvöppningar. Däremot saknas det studier där man tar hänsyn till att substrat och jord också kan ha en luftrenande effekt, vilket för väggbunden växtlighet kan vara mycket väsentlig information.

Många gånger ifrågasätts den väggbundna växtlighetens roll för bevarandet av den biologiska mångfalden eftersom någon jämförbar miljö i det tempererade klimatet inte har kunnat identifierats. Eftersom forskningen pekar på att ytans storlek spelar en stor roll för bevarandet av arter, betvivlas den väggbundna växtlighetens potential i sammanhanget. Att vegetation ger skydd och föda till olika djur och insekter är inget unikt för väggbunden växtlighet, det är en fördel som är given för all vegetation. Studier som specifikt tittar på relationen mellan väggbunden växtlighet och biologisk mångfald har inte hittats under litteraturgranskningen.

Ur hållbarhetssynpunkt är den markbundna fasadväxtligheten utan stöd det enda vertikala vegetationssystem som bedömts vara både miljömässigt och ekonomiskt försvarbart i ett tempererat klimat. För väggbunden växtlighet är nämligen miljöbelastningen större än miljövinster, vilket innebär att systemen inte kan anses vara hållbara i Sverige.

Väggbundens växtlighet kräver mycket resurser i form av bevattning, näringstillförsel och skötsel. Man får räkna med höga installationskostnader såväl som kostsamma skötselinsatser. Dessutom ingår många beståndsdelar i konstruktionen som kan behöva ersättas eller bytas ut.

Uppmätningar från studier gällande den väggbundna växtlighetens förmåga att reducera vind är oklara. Däremot tycks resultatet ändå peka på att den väggbundna växtligheten hindrar vinden från att röra sig närmast fasaden genom sin solida konstruktion. Huruvida detta kan ha en effekt på byggnadens energiförbrukning framgår dessvärre inte från de studier som undersökts. Frågan är hur mycket en fasad med väggbunden växtlighet faktiskt kan påverka byggnaden om övriga väggar inte är beklädda med grönska.

Ur litteraturen framgår att det inte finns någon forskning som bekräftar den väggbundna växtlighetens förmåga att fördröja regnvattnet. Studier som har tittat på den markbundna fasadväxtligheten tycks heller inte finnas. I dagsläget antas det att samma effekt som man observerat i samband med gröna tak även kan förväntas av system med väggbunden växtlighet. Information om hur systemen skulle kunna fördröja regnvattnet framkommer inte.

I litteraturen gör man sällan skillnad på nyttorna när det kommer till de olika typerna av vertikala vegetationssystem. I flera av studierna har den markbundna fasadväxtligheten däremot uppvisat samma potential (ibland bättre) som den väggbundna växtligheten. Ibland är det svårt att utvärdera resultaten eftersom författarna inte specifikt har tittat på relationen mellan väggbunden växtlighet och en viss nytta eller aspekt. Men när det kommer till positiva effekter gällande energianvändning, vindreducering, svalare stadsklimat och luftrening är effekterna mellan de två typerna av vertikala vegetationssystem väldigt snarlika. Det är möjligt att den väggbundna växtligheten kan främja fler djur- och insektsbestånd genom att fler växtarter kan användas i dessa system men det är fortfarande oklart. När valet står mellan de två varianterna har flera författare valt att rekommendera användningen av markbunden fasadväxtlighet utan stöd med hänsyn till att den har lägre miljöbelastning än den väggbundna växtligheten.



### 7.3. Hur ser förutsättningarna ut för väggbunden växtlighet i förhållande till de förväntningar och mål som eftersträvas?

Det främsta skälet till varför man väljer att uppföra väggbunden växtlighet tycks bottna i estetiska motiv. När allt kommer omkring tycks de positiva biologiska och tekniska effekterna inte vara lika prioriterade som att utseendet ska tilltala allmänheten.

Förväntningarna på att stadsgrönskan har ett förskönande syfte i stadslandskapet är en central aspekt. Framförallt gäller det för väggbunden växtlighet där systemen så uppenbart blir föremål för allmänhetens beskådan. Vad som är anmärkningsvärt är att besluten för uppförandet av väggbunden växtlighet tycks bli tagna på felaktiga grunder. Det argumenteras för ett större användande genom alla dessa nyttor, däremot påtalas det inte att de positiva effekterna endast är uppnåbara nyttor som kan kräva särskilda anpassningar. Istället beskrivs den väggbundna växtligheten kunna erbjuda ett stort estetiskt värde *samtidigt* som alla positiva effekter tillkommer. Litteraturgranskningen har dessutom visat att många av de uttalat positiva effekterna är svåra att överföra till svenska förhållanden genom att studierna genomförts på varmare breddgrader. Att jämföra aspekter som t.ex. energiförbrukning blir svårt när fundamentala faktorer såsom väggisolering inte tas med.

Att mycket av inspirationen kring väggbunden växtlighet dessutom kommer från länder som Italien, Frankrike och Japan gör att den väggbundna växtligheten i Sverige förväntas ha samma frodiga och gröna uttryck. Någonstans på vägen tycks det falla i glömska att andra breddgrader också ger helt andra förutsättningar. Med andra ord kan växtlighetens karaktär i svenskt klimat inte förväntas överensstämja med det från t.ex. Italien. Däremot kan det mycket väl ge ett estetiskt värde till den urbana miljön, om än lite annorlunda än förebildernas.

Det är möjligt att en stor del av problematiken ligger i förväntningarna på väggbunden växtlighet. Systemen förväntas ge en rad positiva effekter men huruvida de erhålls eller inte är det ingen riktigt som vet. Det som bedöms är det som syns vilket blir den väggbundna växtlighetens yttre. Bilder av väggbunden växtlighet från andra världsdelar skapar föreställningar om hur ”gröna väggar” ska se ut. Däremot tycks allt peka på att förutsättningarna i en vertikal yta i svenskt klimat dessvärre inte är förenliga med det förväntade utseendet. Det finns också regionala skillnader i Sverige som kan ha en viktig roll för förutsättningarna. Litteraturgranskningen visar att en vertikal yta är ett ytterligt utsatt läge som också kräver ytterligt anpassade växter. Att välja perenner som går in i vintervila men som inte vissnar ner helt kan vara ett alternativ för nordligare breddgrader. Många gånger har de intressanta fröställningar som ger ett estetiskt värde även under vintern. Men risken finns ändå att de torra växtdelarna kan få den väggbundna växtligheten att uppfattas som skräpig. Trots att vintervilande perenner är mycket vanligt förekommande i de flesta planteringar behöver det inte innebära att allmänheten betraktar dem på samma sätt när de ingår i väggbunden växtlighet. På en fasad har den väggbundna växtligheten en uppgift att försköna byggnaden, vilket innebär att allmänheten kan ha sämre överseende med att vegetationen

vissnar ner under vinterhalvåret. Ofta medför detta att vinter- eller städsegrönt växtmaterial väljs i syfte att ge ett estetiskt värde även under de kallaste och mest färglösa årstiderna. Vad som däremot är problematiskt är det faktum att majoriteten av de vinter- och städsegröna växterna inte är särskilt lämpade i system med väggbunden växtlighet. Med ett tunnare lager av jord eller substrat än i traditionella planteringar är risken större för att rötterna fortfarande ligger inaktiva i det frusna substratet samtidigt som de ovanjordiska växtdelarna börjar transpirera. Tjäl- och frystorka kan ha förödande konsekvenser för den väggbundna växtligheten. Kraven som ställs på att växterna ska vara attraktiva året om blir nära omöjliga att uppfylla eftersom det strider mot de strategier som växterna utvecklat för att säkra sin överlevnad. Med hänsyn till förutsättningarna som finns i system med väggbunden växtlighet har de växter som egentligen tycks vara bäst lämpade för levnadsmiljön en annan karaktär än förväntat. Alpina perenner och perenner från kalltempererade klimat har däremot artgenskaper och morfologiska anpassningar som är utvecklade i syfte att överleva mycket tuffa och utsatta ståndorter. Men trots somliga växters otroliga anpassningsförmåga efterfrågas krav som är skenbart orimliga.

#### 7.4. Kan väggbunden växtlighet ersätta andra typer av utemiljöer?

Grönytor i form av parker och gårdsmiljöer förknippas vanligtvis med en plats som kan besökas där rekreation kan ske i form av lek eller avkoppling. En plats som vanligtvis är avskild och där många upplever att de kan komma bort från stress. Grönytor kan också utgöras av stråk, planteringar eller trädalléer. Ofta har de ett förskönande värde men används också för att dämpa buller, fördröja regnvatten, skydda mot vind i öppna lägen samt främja djurlivet i staden. Ur litteraturgranskningen framgår att väggbunden växtlighet dessvärre inte uppfyller många av funktionerna. Väggbunden växtlighet kan inte erbjuda en möjlighet till paus eller uppehåll i en grön miljö som till exempel en park. Inte heller kan den erbjuda lekmöjligheter för barn. Den kan inte användas som läplantering likt en häck eller trädallé. Den tycks inte kunna gynna den biologiska mångfalden lika effektivt som gröna tak så länge den väggbundna växtligheten måste vara välansad och prydlig.

Att väggbunden växtlighet skulle kunna ersätta de mer traditionella grönytorna och deras funktioner är inte rimligt. Väggbunden växtlighet är därför inte ett argument för att byggare tätare och bebygga redan befintliga grönområden. Däremot kan den användas som ett komplement till vanliga grönytor i syfte att få in mer grönska på platser där det inte finns mycket markyta att tillgå. På platser där det inte finns utrymme för gröna korridorer i markplan kan vertikala vegetationssystem länka ihop olika typer av habitat. Detta hade potentiellt kunnat öka den biologiska mångfalden i urbana miljöer genom att vägar och byggnader inte utgör stora barriärer som isolerar olika typer av artbestånd. Däremot

ifrågasätts om arter som identifierats i olika typer av horisontella ytor även kan finnas i vertikala habitat eftersom väggar inte hör till naturliga system.

I syfte att komplettera den traditionella stadsgrönskan med vertikala vegetationssystem finns det inget som direkt antyder att väggbunden växtlighet skulle vara ett bättre alternativ än markbunden fasadväxtlighet. Den väggbundna växtligheten kan förvisso ge ett högre prydnadsvärde genom att det finns ett större växtmaterial av tillgå. Många gånger är de positiva effekterna som nämns i samband med väggbunden växtlighet även aktuella för den markbundna fasadväxtligheten. Resultat från studier framhåller även att den markbundna fasadväxtligheten tycks vara bättre lämpad för kallt klimat än vad den väggbundna växtligheten är. Ur hållbarhetssynpunkt tycks den markbundna fasadväxtligheten vara att föredra. Eftersom de positiva effekterna för väggbunden växtlighet ofta verkar vara förenade med allmänt kända fördelar med vegetation i urbana miljöer kan markbunden fasadväxtlighet vara ett mindre riskfyllt och kostsamt alternativ som i stort ger samma nyttor.

## 7.5. Förslag till fortsatta studier

Ur litteraturgranskningen framgår att det finns ett stort behov av studier som specifikt tittar på relationen mellan väggbunden växtlighet och de positiva effekter som nämns i samband med denna. Fler studier kan framförallt behövas angående den väggbundna växtlighetens förmåga att fördröja regnvatten eftersom information om detta saknas helt. Kompletterande studier om den väggbundna växtlighetens effekt på den biologiska mångfalden, stadsklimatet och huruvida den kan fungera som vertikala korridorer är av stor vikt. Särskilt viktigt kan det vara att utreda och klargöra vilken effekt den väggbundna växtligheten faktiskt har på en byggnad. Hittills är det endast känt att energiflödet i en vägg påverkas av att det sitter ett vertikalt vegetationssystem på utsidan av fasaden, på vilket sätt är däremot fortfarande oklart.

Vidare behövs mer forskning om väggbunden växtlighet i svenskt klimat eftersom många av de befintliga studierna är gjorda i länder med varmare temperaturer. Det gör att resultaten många gånger är svåra att jämföra och översätta till svenska förhållanden. Studier som tittar närmare på substratets eller jordens förmåga att rena luft hade varit mycket intressant att följa upp. För väggbunden växtlighet där jorden är mer exponerad kan detta vara ytterst relevant.

## 8. REFERENSER

- Aggebrandt M. (2014) *Växtväggar i nordiskt stadsklimat*, Sveriges Lantbruksuniversitet
- Andersson, J. & Karlsson, A. (2014) *Utmaningar och möjligheter med levande väggar i ett svenskt klimat*, IVL nr C 45
- Block, J. (2016) *Nordiska växtväggar med fokus på konstruktion och bevattning*, Sveriges Lantbruksuniversitet
- Blomqvist, P. & Hallin, A. (2015) *Method for engineering students*, Lund studentlitteratur 1:a upplagan
- Boverket (2010) *Mångfunktionella ytor. Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*  
Tillgänglig: [https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella\\_ytor.pdf](https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf)
- Boverket (2016) *Rätt tätt- en idéskrift om förtätning*  
Tillgänglig: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/ratt-tatt-en-ideskrift-om-fortatning-av-stader-orter.pdf>
- Capon, B. (2010) *Botany for Gardeners*, Timber Press, 3rd edition
- Currie, B.A. & Bass, B. (2008) *Estimates of Air Pollution Mitigation with Green Plants and Green Roofs using the UFORE Model*, Urban Ecosyst 11:409-422
- Dunnet, N. & Kingsbury, N. (2004) *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press
- Eklund, F. (2012) *Det svenska hårdighetssystemet för perenner – utredning och förslag på förändring*, Sveriges Lantbruksuniversitet
- Francis, R.A. (2010) *Wall ecology: A frontier for urban biodiversity and ecological engineering*, Progress in Physical Geography 35 43–63
- Francis, R.A. & Lorimer, J. (2011) *Urban Reconciliation Ecology: The Potential of Living Roofs and Walls*, Journal of Environmental Management 92 1429-1437
- Fransson, A.M., Emilsson, T., Mårtensson, L.M., Rosenlund, H., Månsson, K. och Kronvall, J. (2013) *Gröna väggar i skandinavisk klimat*, Movium Fakta 6 1-8
- Ivanov, A. & Wargren, K. (2014) *Gröna Väggar – En studie av fuktpåverkan i den bakomliggande konstruktionen*, Lunds Tekniska Högskola
- Janhäll, S. (2015) *Vegetationens inverkan på miljön*, VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, rapport 876

Lunds universitet (2019) *Göra litteraturstudie*

Tillgänglig: <https://libguides.lub.lu.se/c.php?g=297461&p=4112444> [2019-03-13]

Medl, A., Stangl, R. & Florineth, F. (2017) *A Review on Recent Technologies and Research Advancement*, Building and Environment 125 227-239

Madre, F., Clergeau, P., Machon, N. and Vergnes, A. (2015) *Building Biodiversity: Vegetated Facades as Habitats for Spider and Beetle Assemblages*, Global Ecology and Conservation 3 222–233

Manso, M. and Castro Gomes, J. (2015) *Green Wall Systems: A Review of their Characteristics*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 41 863–871

Mayrand, F. & Clergeau, P. (2018) *Green Roofs and Green Walls for Biodiversity Conservation: A Contribution to Urban Connectivity?*, Sustainability, MDPI 10 (4) 985

Mårtensson, L.M., Fransson, A.M. and Emilsson, T. (2016) *Exploring the use of edible and evergreen perennials in living wall systems in the Scandinavian climate*, Urban Forestry & Urban Greening 15 84-88

Mårtensson, L.M., Wuolo, A., Fransson, A.M. and Emilsson, T. (2014) *Plant Performance in Living Wall Systems in the Scandinavian Climate*, Ecological Engineering 71 610–614

Nohrstedt, L., (2012) *SLU-forskare: Gröna väggar har en wow-effekt*

Tillgänglig: <https://www.nyteknik.se/bygg/slu-forskare-grona-vaggar-har-en-wow-effekt-6405582> [2019-01-19]

Ottelé, M., van Bohemen, H.H. and Fraaij, A.L. (2010) *Quantifying the Deposition of Particulate Matter on Climber Vegetation on Living Walls*, Ecological Engineering 36: 2 154-162

Ottelé, M., Perini, K., Fraaij, A.L.A., Haas, E.M. and Raiteri, R. (2011) *Comparative Life Cycle Analysis for Green Facades and Living Wall Systems*, Energy and Buildings 43: 12 3419–3429

Pérez-Urrestarazu, L., Fernández-Ca ero, R., Franco-Salas, A. & Egea, G. (2015) *Vertical Greening Systems and Sustainable Cities*, Journal of Urban Technology, 22:4 65-85

Pérez, G., Rinc n, L., Vila, A., González, J. and Cabeza, L. (2011) *Green Vertical Systems for Buildings as Passive Systems for Energy Savings*, Appl Energy 88:4854-9

Perini, K., Ottelé, M., Fraaij, A.L.A., Haas, E.M. and Raiteri, R. (2011a) *Greening the Building Envelope, Facade Greening and Living Wall Systems*, Open Journal of Ecology 1: 1, 1–8

Perini, K., Ottelé, M., Fraaij, A.L.A., Haas, E.M. and Raiteri, R. (2011b) *Vertical Greening Systems and the Effect on air Flow and Temperature on the Building Envelope*, Building and Environment 46: 11 2287 – 2294

Perini, K., Ottelé, M., Giulini, S., Magliocco, A. & Roccotiello, E. (2017) *Quantification of Fine Dust Deposition on Different Plant Species in a Vertical Greening System*, *Ecological Engineering* 100 268-276

Perini, K. and Rosasco, P. (2013) *Cost-benefit Analysis for Green Facades and Living Wall Systems*, *Building and Environment* 70 110–121

Persson, G. och Wern, L. (2011) *V rmeb lkor i Sverige*, SMHI faktablad nr. 49  
Tillgänglig: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.16889!webbFaktablad\\_49.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.16889!webbFaktablad_49.pdf)

Rolff, A. (2013) *Vertikal tr dg rd i kallt klimat – En unders kning av ståndort, v xtval och vinteraspekt*, Sveriges Lantbruksuniversitet

Rosenlund, H. (2010) *Gröna Parametrar*, Institutet f r Stadsutveckling

Sharp, R., Sable, R., Bertram, F., Mohan, E. and Peck, S. (2008) *Introduction to Green Walls Technology, Benefits and Design, Green Roofs for Healthy Cities*  
Tillgänglig: [https://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen\\_Introduction%20to%20Green%20Walls.pdf](https://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Introduction%20to%20Green%20Walls.pdf)

Solera Jimenez, M. (2018) *Green Walls: a Sustainable Approach to Climate Change - A Case Study of London*, *Architectural Science Review* 61:1-2 48-57

Soreanu, G., Dixon, M. & Darlington, A. (2013) *Botanical Biofiltration of Indoor Gaseous Pollutants*, *Chemical Engineering Journal* 229 589-594

Sternberg, T., Viles, H., Cathersides, A. & Edwards, M. (2010) *Dust Particulate Absorption by Ivy (Hedera helix) on Historic Walls in Urban Environments*, *Science of the Total Environment* 409 162-168.

Tilley, D., Price, J., Matt, S. and Marrow, B. (2012) *Vegetated Walls: Thermal and Growth Properties of Structured Green Facades, Green Roofs for Healthy Cities*  
Tillgänglig: [https://www.researchgate.net/profile/David\\_Tilley/publication/328267296\\_Vegetated\\_Walls\\_Thermal\\_and\\_Growth\\_Properties\\_of\\_Structured\\_Green\\_Facades/links/5bc224d6458515a7a9e72512/Vegetated-Walls-Thermal-and-Growth-Properties-of-Structured-Green-Facades.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/David_Tilley/publication/328267296_Vegetated_Walls_Thermal_and_Growth_Properties_of_Structured_Green_Facades/links/5bc224d6458515a7a9e72512/Vegetated-Walls-Thermal-and-Growth-Properties-of-Structured-Green-Facades.pdf?origin=publication_detail)

Wilsmark, P. (2018) *Vertikala tr dg rdar i sydsvenskt klimat – en unders kningsstudie av v xtval*, Sveriges Lantbruksuniversitet

Wong, N.H., Kwang Tan, A. Y., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., Chiang, K., Wong, N.C. (2010) *Thermal Evaluation of Vertical Greenery Systems for Building Walls*, *Building and Environment* 45 663-672