

Levande vertikala växtväggar

- om konsten att tänka utanför väggen



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för Arkitektur och byggd miljö

Examensarbete:
Emilia Nilsson

© Copyright Emilia Nilsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2013

Sammanfattning

Gröna växtväggar har blivit alltmer intressant för byggbranschen på senare tid. Allt fler har fått upp ögonen för de många fördelarna som gröna väggar för med sig. Fördelar som exempelvis att de bidrar till att rena vår stadsluft och öka den biologiska mångfalden i staden.

Det finns många olika varianter av gröna växtväggar. Detta arbete behandlar levande vertikala växtväggar med fokus på levande hydroponiska växtväggar. Konstruktion, material och underhåll av levande vertikala växtväggar presenteras. Den arkitektoniska betydelsen av gröna växtväggar genomsyrar arbetet. Framtidsmöjligheter, hinder och eventuella problem för levande vertikala växtväggars implementering i Sverige diskuteras. Utöver detta presenteras ett eget förslag på en framtida tillämpning och förslaget för- och nackdelar diskuteras.

Nyckelord: Gröna växtväggar. Gröna fasader. Levande hydroponiska växtväggar. Levande vertikala växtväggar. Levande växtväggar. Vertikala trädgårdar.

Abstract

Green walls have increased in popularity over the last couple of years. The many benefits of green walls have attracted the attention. Benefits such as the fact that they help cleaning the air from damaging particles as well as them help to increase the biodiversity.

There are many different variants of green walls. The paper talks over living vertical walls and focuses upon living hydroponic walls. Construction, material and maintenance of the living wall are presented. The architectural significance of green walls is examined throughout the essay. The future of the living wall in Sweden is discussed in the paper. A suggestion for a future application is also presented and its advantages and disadvantages are discussed.

Keywords: Green walls. Green facades. Living hydroponic walls. Living vertical walls. Living walls. Vertical gardens.

Förord

Detta examensarbete behandlar fenomenet levande vertikala växtväggar och dess framtid i Sverige. Arbetet har utförts vid institutionen för Arkitektur och byggd miljö vid Lunds Tekniska Högskola. Intervjun med White Arkitekter AB har ägt rum på deras kontor på Södermalm i Stockholm.

Jag vill tacka min handledare Maria Rasmussen och min examinator Erik Johansson, vid institutionen för Arkitektur och byggd miljö vid Lunds Tekniska Högskola, för god vägledning och värdefulla tips.

Jag vill också tacka Kristina Philipson, arkitekt på White Arkitekter AB i Stockholm, som tagit sig tid att ställa upp på intervju och varit behjälplig på alla sätt i denna arbetsprocess. Jag vill även rikta ett tack till Mattias Gustafsson, landskapsarkitekt på Urbio AB i Stockholm, samt Lina Pettersson, odlingspecialist på Veg Tech AB i Vislanda, för Era otroligt värdefulla svar.

Lund, juni 2013

Emilia Nilsson

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och problemformulering	1
1.3 Metod	2
1.4 Avgränsningar	4
2. Olika varianter av grön beklädnad på fasader	5
2.1 Gröna fasader	5
2.2 Levande hydroponiska växtväggar	6
2.2.1 Levande hydroponiska växtväggar med träreglar	7
2.2.2 Levande hydroponiska växtväggar, modulära	9
2.2.3 Levande hydroponiska växtväggar, inomhusbruk	11
2.2.4 Underhåll av växtväggen	12
3. Levande vertikala växtväggar och byggnaden	13
3.1 Inomhustemperaturen	13
3.2 Vindskydd	13
3.3 Skuggning	14
3.4 Skydd mot regn och UV - strålning	15
4. Levande vertikala växtväggar och det offentliga rummet	16
4.1 Den omgivande luften	16
4.2 Utomhustemperaturen	16
4.3 Biologisk mångfald	17
4.4 Estetiken i åtanke!	17
5. Exempel på levande vertikala växtväggar i Sverige idag	19
5.1 White Arkitekter – Fallstudie	20
5.1.1 Resultat	23
5.2 Urbio – Fallstudie	24
5.2.1 Resultat	25
5.3 Veg Tech – Fallstudie	25
5.3.1 Resultat	26
6. Förslag på solavskärmning med växtväggar	27
7. Diskussion	33
8. Slutsats	35
9. Källförteckning	36
9.1 Litteratur	36
9.2 Tidskriftsartiklar	36
9.3 Elektroniska dokument	36

9.4 Muntliga källor	37
9.5 Bildkällor	37
Bilaga 1	40
Bilaga 2	41

1. Inledning

1.1 Bakgrund

En förändrad stadsmiljö har under det senaste århundradet vuxit fram. En stadsmiljö där det spirande och gröna har fått ge vika för det enkla och rationella. Då allt fler och fler valt att flytta till städer har utrymme för att hysa alla invånare prioriterats högre än nyttan av gröna stråk och områden. Gröna områden i staden har många gånger bytts ut mot nya moderna byggnader i en alltmer tätbebyggd stad. En stad där många olika aktörer samsas om en liten yta. Cykelvägar och vägar har kommit att behöva breddas vilket har gjort att växtlighet många gånger har ersatts av vägar.

Utöver detta så har växtlighet på fasader inte getts en alltför stor plats i arkitekternas eller planerarnas arbete. Men trenden håller på att vända. I takt med att gröna tak blivit mer etablerat och de positiva effekterna av grönska på människa och miljö har klarlagts har också viljan att grönska våra fasader vuxit sig starkare. Fler och fler har fått upp ögonen för fenomenet levande vertikala växtväggar och möjligheterna med denna sortens fasad. En del olika projekt pågår runt om i Sverige för att utveckla olika varianter av grönskande fasader som kan fungera väl i vårt klimat och som i framtiden kan tillämpas i byggbranschen. Övervägande del av forskningen kring levande växtväggar är gjord utanför Sverige varför det är viktigt att öka kunskapen kring denna sortens växtvägg i Sverige om vi ska få se fler gröna växtväggar. De många fördelarna som växtlighet har på människans hälsa och vår urbana miljö talar för levande vertikala växtväggars etablering som ett alternativ i en tätbebyggd stad med lite utrymme för grönska.

1.2 Syfte och problemformulering

Syftet med examensarbetet är att öka kunskapen kring fenomenet levande vertikala växtväggar. Detta med en önskan om att denna typ av fasad ska kunna utvecklas och bli ett alternativ inom byggbranschen.

En litteratursammanställning av den kunskap som finns idag kring levande vertikal växtväggar presenteras. Framtidsutsikter, eventuella hinder och svårigheter för levande väggars implementering i Sverige undersöks. Arbetet riktar sig till de med ett intresse för denna typ av grön vägg och dess framtida utveckling i Sverige.

Kunskapsinhämtningen har också mynnat ut i ett eget förslag kring hur man kan använda levande vertikala växtväggar i framtidens byggande. En möjlig utveckling för växtväggar kan vara i form av solavskärmning och jag har valt

att i resultatavsnittet visa hur detta kan se ut samt peka på eventuella för- och nackdelar.

I mitt arbete har jag utgått från följande frågor:

- Vilken kunskap finns idag kring levande vertikala växtväggar?
- Vilken kunskap finns idag kring levande hydroponiska växtväggar?
- Vilken påverkan har levande vertikala växtväggar på inomhusmiljö, byggnaden samt på utomhusmiljön?
- Hur kan ett projekt som syftar till att utveckla levande vertikala växtväggar se ut?
- Hur ser framtidsutsikterna ut för denna typ av fasad i Sverige?
- På vilket sätt kan man tillämpa levande hydroponiska växtväggar som solavskärmning?

1.3 Metod

Arbetet är upplagt som en deskriptiv undersökning, det vill säga att jag har inriktat mig på att förstå och beskriva fenomenet levande vertikala växtväggar. Deskriptiva undersökningar används vanligen då man avser att beskriva ett område inom vilket det finns relativt lite kunskap. Vanligtvis undersöker man vissa utvalda delar inom valt ämne och beskriver dessa mer ingående (Patel & Davidson, 1994, s. 11).

Inom min deskriptiva undersökning förekommer en större fallstudie och två mindre. Fallstudie innebär att ett eller flera mindre ”fall” undersöks - i detta avseende ett mindre projekt. Inom fallstudier avser man att förstå ”fallet” och ge läsaren en helhetsbild över det som studeras. Fallstudier används ofta i samband med att man vill beskriva en process eller en förändring av något slag (Patel & Davidson, 1994, s. 44). Inom den större fallstudien genomfördes en kvalitativ intervju. Inom de två mindre fallstudierna har de två medverkande aktörerna fått svara på ett par frågor kring levande vertikala växtväggar.

Fallstudien som är mest omfattande berör ett projekt som påbörjades i slutet av 2012 och som behandlar levande vertikala växtväggar. Projektet är ett samarbete mellan NCC och White Arkitekter där målet för dem är att utveckla levande vertikala växtväggar anpassade till svenskt klimat. Inom denna fallstudie har jag genomfört en intervju med Kristina Philipson, arkitekt på White och en av initiativtagarna till projektet.

Vid intervjun arbetade jag utifrån följande frågeguide:

- På vilket sätt arbetar Ni med levande vertikala växtväggar?
- Vad finns det för svårigheter och problem då det gäller att bygga med levande vertikala växtväggar i Sverige?
- Hur ser framtidsutsikterna ut för denna typ av fasad i Sverige?

De två mindre fallstudierna berör företag som på ett eller annat sätt har anknytning till levande vertikala växtväggar. För att få en så bred bild som möjligt över hur möjligheterna för levande vertikala växtväggar framtid i Sverige ser ut och deras förekomst idag har jag valt att ta kontakt med två olika aktörer som på ett eller annat sätt är verksamma inom byggbranschen. Dels har Veg Tech tillfrågats som är återförsäljare av bland annat gröna fasadlösningar och sedan har Urbio tillfrågats, ett företag som sysslar med ”grön” landskapsplanering. Jag har kontaktat företagen och ställt ett par frågor kring levande vertikala växtväggar. Det förekom inga följdfrågor i detta fall utan jag höll mig till de frågor som återfinns i bilaga 2.

Kvantitativ och kvalitativ intervjuteknik

Kvantitativ intervjuteknik är lämpligt då man vill räkna eller mäta något. I sådana undersökningar inriktar man sig på att samla in data för att sedan statistiskt sammanställa materialet varpå man analyserar detta. Oftast utgår man från ett antagande, en hypotes, och prövar om hypotesen kan antas stämma eller ej (Nationalencyklopedin, 2009). Vid kvalitativa intervjuer ställer man relativt enkla frågor till den intervjuade. Denne responderar i sin tur med beskrivande och väl utförliga svar. Under intervjun är man inriktad på att försöka förstå och tolka vad den intervjuade säger för att sedan kunna analysera detta (Trost, 1997, s. 7). Vid en kvalitativ intervju har man inga färdigkonstruerade frågor utan vad jag gjorde innan intervjuerna var att konstruera en frågeguide. I denna stolpade jag upp inom vilka områden jag avsåg att fråga kring. På så sätt blir intervjun mer levande och man får möjlighet att lyssna och ställa följdfrågor istället för att strikt hålla sig till i förväg uttänkta frågor (Trost, 1997, s. 47). Under intervjun med White Arkitekter gavs mina åsikter eller värderingar inget utrymme. Fokus låg på att få den intervjuade att känna sig så trygg som möjligt under samtalet så att resultatet blev så givande som möjligt för mig som intervjuar.

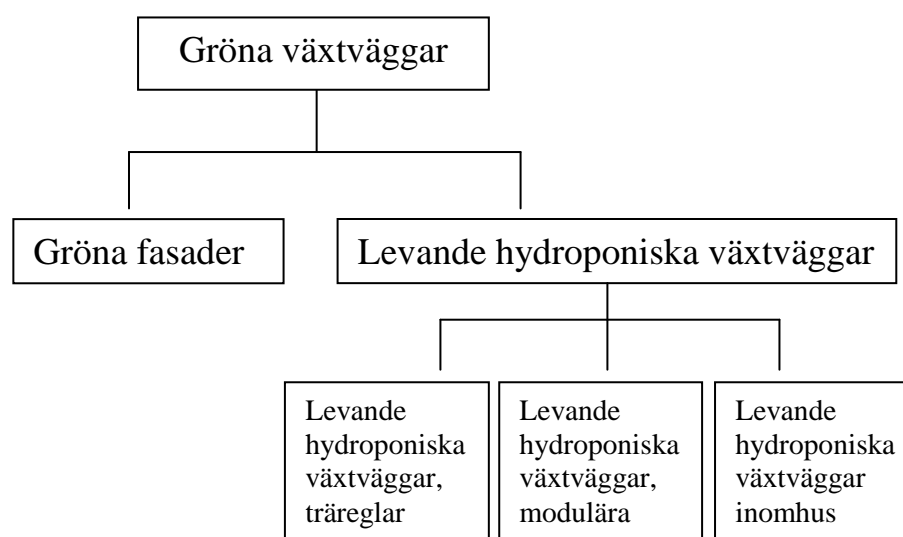
1.4 Avgränsningar

Jag har valt att endast behandla levande vertikala växtväggar utomhus. Det finns många varianter av gröna växtväggar inomhus men i detta arbete beskrivs endast en variant i ett kort stycke. Arbetet behandlar fenomenet levande växtväggar med fokus på levande hydroponiska växtväggar avsedda för utomhusbruk. Jag kommer inte att gå in på vilka växtarter som är passande i en levande växtvägg då jag anser att det ligger för långt ifrån mitt utbildningsspår.

2. Olika varianter av grön beklädnad på fasader

Det finns många olika typer av grön beklädnad på fasader. Vanligtvis delar man in dessa så kallade gröna växtväggar i två olika kategorier: gröna fasader och levande hydroponiska växtväggar. Inom varje kategori finns sedan olika varianter på hur fasaden är konstruerad och vilka växter som används.

Tre varianter beskrivs ingående i arbetet: levande hydroponisk växtvägg som fixeras med hjälp av träreglar, levande hydroponisk växtvägg som fixeras med hjälp av moduler samt levande hydroponisk växtvägg avsedd för inomhusbruk. Arbetet fokuserar på fenomenet levande hydroponiska växtväggar varför denna kategori beskrivs mer ingående.



Figur 1: Olika varianter av gröna växtväggar. Källa: Emilia Nilsson

2.1 Gröna fasader

Växter som klänger sig fast på en fasad eller på ett stödjande material utanpå fasaden tillhör kategorin gröna fasader. Dessa växter håller sig fast i fasaden antingen med hjälp av sin växtkraft eller med hjälp av stödjande vajrar, nät eller stängsel. Växterna har oftast sina rötter i marken, men kan också ha sina rötter i mellanliggande rotskikt eller i rotskikt på taket. En vanligt förekommande variant av en grön fasad i Sverige är murgröna som växer sig fast i den befintliga fasaden med hjälp av sin växtkraft (Green roofs for healthy cities 2008, s. 5).

En nackdel med gröna fasader är att de i vissa fall kan förstöra fasaden. Vid underhållsarbeten av väggens befintliga fasad kan de vålla problem då det kan vara svårt att få loss växterna från fasaden (Kontoleon & Eumorfopoulou 2010, s.1288).



Murgröna som växer fast i tegelfasaden med hjälp av sin växtkraft

Figur 2: Grön fasad i Västra hamnen, Malmö. Källa: Emilia Nilsson

2.2 Levande hydroponiska växtväggar

Denna kategori är en form av grön beklädnad på fasaden där växterna sitter fast vertikalt i mindre moduler, alternativt på träreglar, som tillsammans utgör en växtvägg. Dessa moduler fästs i väggens befintliga fasad. Vid mindre väggar kan man använda träreglar istället för moduler för att fästa växtväggen i den befintliga fasaden. Varianten med träreglar beskrivs mer ingående nedan. Levande vertikala växtväggar benämns också vertikala trädgårdar eftersom växter sätts fast i moduler så att dessa växer rakt ut från väggen sett, dvs. växterna sitter med en 90° – vinkel sett från den befintliga fasaden. Då växterna sitter väldigt tätt liknar växtväggen på många sätt en vertikal trädgård (Green roofs for healthy cities 2008, ss. 4-8). Hydroponisk odling innebär att växten odlas helt utan jord, endast med tillgång till en blandning av vatten och näring (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 241). Det finns många olika varianter av levande växtväggar. Gemensamma faktorer är att de alla måste ha något slags odlingssubstrat, regelbunden tillgång till vatten och näring samt en konstruktion som är fungerande och som växterna kan frodas i (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 241). Nedan beskrivs tre olika varianter av levande hydroponiska växtväggar.



Figur 3: Levande hydroponisk växtvägg i Vancouver, Canada. Källa: Dunnett & Kingsbury, 2008, s. 247.

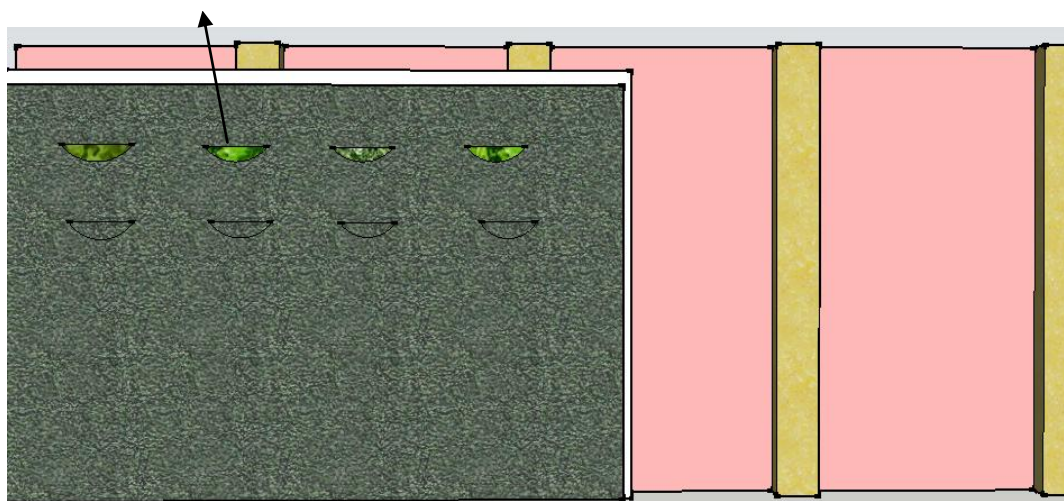
2.2.1 Levande hydroponiska växtväggar med träreglar

Den mest kända varianten av en levande växtvägg är den skapad av den franske botanisten Patrick Blanc. Inspirerad av grönska som växer på klippor och i bergformationer utan tillgång till jord konstruerade han en levande växtvägg med växter som sitter fast i filtväv utan tillgång till jord. Enligt Blanc så finns det många växtarter som lever endast på vatten och de näringsämnen som vatten innehåller samt på ljus och koldioxid. Jorden är bara till som ett stöd för växten att gro i (Blanc, s.2).

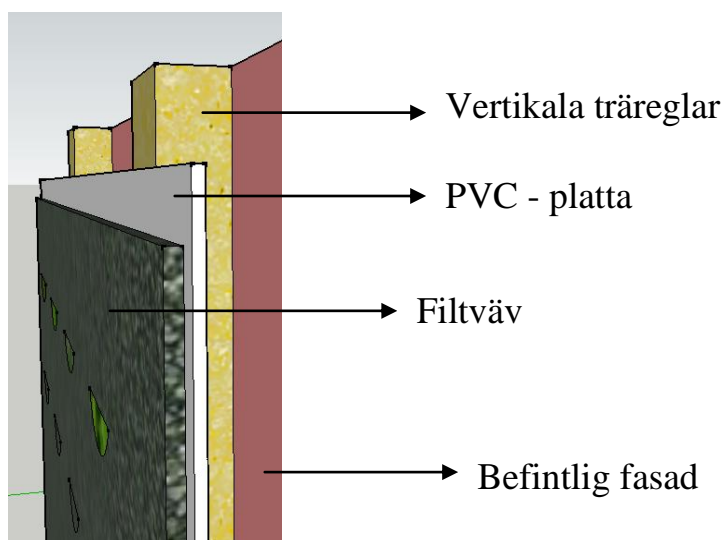
2.2.1.1 Konstruktionen

En hydroponisk växtvägg avsedd för en mindre väggyta byggs upp av vertikala träreglar som sätts fast i den befintliga fasaden. Avståndet mellan träreglarna får högst uppgå till 0,5 m, dvs. c/c- avståndet ska vara högst 0,5 m. På träreglarna fästs en styv platta tillverkad av pvc som är en form av hård plast. Pvc - plattan fästs i träreglarna med rostfria skruvar och brickor. Vid skruvhål och mellan pvc - plattorna där det kan finnas otätheter (exempelvis där två paneler möts) använder man silikon för tätning. Silikonen täcks med vattentätt silvertejp. Ovanpå pvc - plattan är två lager av filtväv fasthäftade, varav det ena lagret är anpassat med hål så att växterna kan sättas in där. Även klamrarna är av rostfritt stål eftersom de utsätts för mycket vätska. Rötterna växer fast i filtväven och växten håller sig på detta sätt på plats (Vialard, 2012, ss. 30-34). Hela konstruktionen med pvc – platta och filtväv är ungefär 13 mm tjock (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 246).

Hål i filtväven anpassade för växter



Figur 4: Visuell bild av en levande hydroponisk växtvägg fixerad med träreglar. Källa: Emilia Nilsson.



Figur 5: Visuell bild av de olika lagren i en levande hydroponisk växtvägg. Källa: Emilia Nilsson

2.2.1.2 Lagrens olika uppgifter

Förutom att träreglarna fixerar växtväggen i den befintliga fasaden så bildas en luftspalt på några millimeter mellan pvc- lagret och den befintliga fasaden. Luftspalten hindrar eventuell fukt från växtväggen att tränga in i den befintliga väggen. Luftspalten gör också att regn eller snö som tar sig in bakom växtväggen har möjlighet att torka bort (Vialard, 2012, s. 33). Pvc - plattan ger

en styvhet till konstruktionen samtidigt som det är ett vattentätt material. Det måste inte vara en platta av pvc men det är utav stor vikt att plattan är gjord av ett material som har förmågan att stå emot vatten. Detta eftersom filtväven suger åt sig mycket vatten och är därför ständigt fuktig (Vialard, 2012, s. 18). Man brukar prata om att ett material har en hög kapillaritet och vad som då avses är att materialet har en hög förmåga att suga upp vatten (Sandin, 2010, s. 91). Filtväv har en hög kapillaritet vilket gör att alla växter har möjlighet att nås av vattnet från bevattningssystemet (Blanc, s.2).

2.2.1.3 Bevattningssystemet

Ett bevattningssystem för en mindre hydroponisk växtvägg fungerar genom att vattnet tas från en utvändig kran. Kranen är kopplad till en pump som pumpar in näringsämnen i vattnet. Blandningen förs ut genom ett bevattningsrör som sitter längs växtväggens övre del. Bevattningen sköts med hjälp av en timer vilket gör att man kan justera och anpassa växtväggens vatten- och näringstillgång (Vialard, 2012, s. 35).

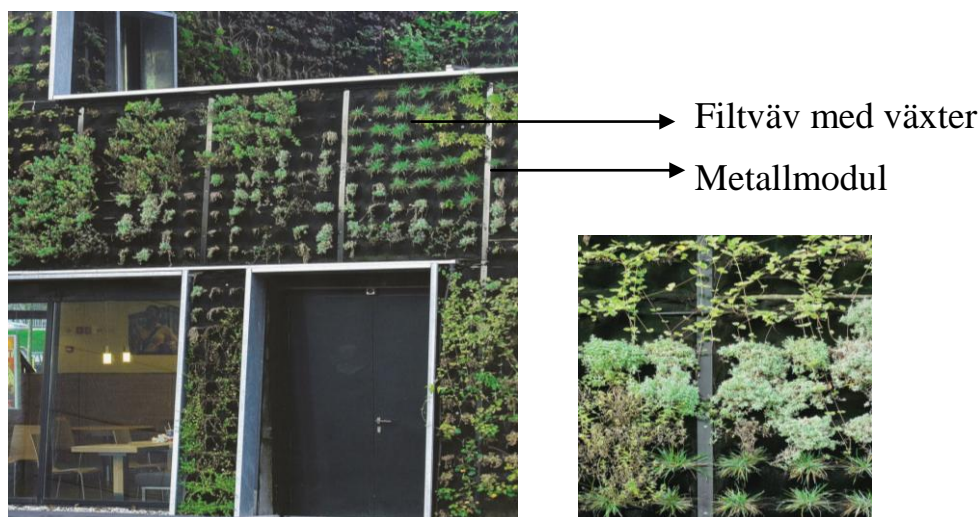
2.2.2 Levande hydroponiska växtväggar, modulära

Vid större växtväggar (väggar högre än 2 m) används istället för träreglar moduler i aluminium eller rostfritt stål för att bära upp växtväggen. Denna variant av en levande växtvägg består av fyrkantiga eller rektangulära moduler med växter i. Här är det modulerna som står för fixeringen i den befintliga väggen. Konstruktionen är vanligtvis uppbyggd på samma sätt som träregelkonstruktionen, dvs. med en vattenavstötande platta som grund och sedan lager av filtväv som växterna placeras i. Den modulära växtväggen kan vara hydroponisk, dvs. växterna odlas utan jord. Den kan också vara ”halv-hydroponisk” vilket innebär att det finns en form av näringsblandning i filtväven som växten växer i. Bevattningssystemet är baserat på liknande konstruktion som för en levande hydroponisk växtvägg som fixeras med träreglar. Växterna förgros ofta i växthus vilket gör att väggen får det estetiska utseende som eftersträvas direkt efter den har monterats. (Green roofs for healthy cities 2008, s. 9).

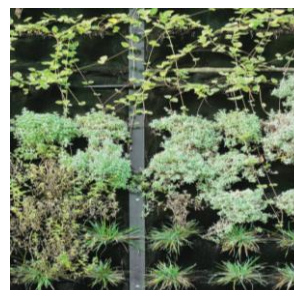


Figur 6: Montering av en modulär hydroponisk växtvägg i Vancouver, Canada. Källa: Dunnett & Kingsbury, 2008, s. 247.

I Amsterdam, Nederländerna återfinns en byggnad som nästan är helt täckt av en levande hydroponisk växtvägg uppbyggd m.h.a. moduler (se Figur 7 och 8). Det är en gym- och badanläggning som är täckt av totalt cirka 50 000 växter. Allt utom fönster och dörrar är täckt av en levande växtvägg. Fasadväggens konstruktion består av ett antal metallmoduler som är uppbyggda utav tre lager. Det första lagret består av ett armeringsnät som sitter fast i byggnadens takkonstruktion. Bakom armeringsnätet sitter en form av skärmplatta. Utanpå armeringsnätet sitter en avskiljande platta eftersom nästa lager består av en metallmodul. Modulen är i sin tur förankrad i armeringsnätet. I modulen sitter en plastskiva och allra ytterst en filtväv i vilken växterna sitter fast. Denna variant av en levande växtvägg är hydroponisk med ett inbyggt bevattnings- och näringssystem (Lambertini & Leenhardt, 2007, ss. 207-208).



Figur 7: Sportplaza Mercator
Amsterdam Källa: Lambertini &
Leenhardt, 2007, s. 212



Figur 8: Sportplaza
Mercator Amsterdam
Källa: Lambertini &
Leenhardt, 2007, s.
214

2.2.3 Levande hydroponiska växtväggar, inomhusbruk

Det finns en del olika slags levande växtväggar avsedda att ha inomhus. Då mitt arbete fokuserar på hydroponiska levande växtväggar för *utomhusbruk* väljer jag att beskriva endast en variant av en levande växtvägg avsedd att inomhus.

Denna variant är uppbyggd på liknande sätt som en hydroponisk växtvägg, dvs. med ett pvc-lager, filtväv och växter. Den har även ett inbyggt bevattningssystem och en fläkt. Fläkten ser till så att smutsig inomhusluft sugas mot väggen och tas om hand av växterna som renar luften. Växterna tar bland annat hand om koldioxid och kolmonoxid för att nämna några ämnen som behöver filtreras bort för att luften ska bli ren och syrerik. Den rena luften kyls sedan och återförs till rummet. På detta sätt behöver man inte ta in ren luft utifrån då systemet fungerar som husets ventilationssystem (Green roofs for healthy cities 2008, s. 11).

2.2.4 Underhåll av växtväggen

Vilket underhåll som krävs och i hur stor utsträckning beror på vilken variant av levande växtvägg som man väljer att uppföra. Det beror även på vilka sorters växter man har då olika sorters växter kräver olika mycket underhåll. En del växter behöver klippas för att inte hänga ner framför fönster eller liknande. En del växter vissnar och behöver bytas ut med jämna mellanrum. Vissa växter kräver mer näring än andra varför det är enklare ur underhållsynpunkt om växtväggen består av växter som kräver ungefär lika stor andel näring. Till skillnad från gröna fasader som klarar sig utan bevattningssystem kan det uppkomma skador på bevattningssystemet hos en vertikal växtvägg vilket kan komma att kräva reparation (Green roofs for healthy cities 2008, s. 24).

3. Levande vertikala växtväggar och byggnaden

Forskning har visat att levande vertikala växtväggar påverkar byggnadens inomhustemperatur. Det har även framkommit att växtväggen verkar som ett yttre vindskydd åt byggnaden samt bidrar till att skydda byggnaden från skadlig UV – strålning. Utöver detta så har det visat sig att växtväggar framför fönster utgör väldigt bra solavskärmning. En levande växtvägg skyddar även byggnadens fasad från slagregn och kan hjälpa till med dagvattenhantering.

3.1 Inomhustemperaturen

Forskning har gjorts kring gröna fasaders och levande växtväggars påverkan på en byggnads inomhustemperatur. Enligt Dunnett & Kingsbury (2008, s. 195) skuggar gröna fasader byggnadens vägg vilket reducerar mängden solljus som når väggen. I varma länder med många soldagar leder denna skuggning till att byggnadens maximala inomhustemperatur sänks eftersom väggen inte släpper igenom lika mycket värme in till byggnaden. (Dunnett & Kingsbury, 2008, s.195). N.H. Wong et al.(2009) har i en simuleringsstudie för en betongvägg visat att vertikala växtväggar hindrar värme från solens strålar att nå in i en byggnad. I samma studie framkom också att desto tjockare lager av blad växtväggen har desto mer skuggar bladverken väggen och färre solstrålar når byggnadens vägg. Följaktligen bör man satsa på ett tjockt bladverk om man avser att minska värmetransporten in genom väggen (Wong et al., 2009, s. 1407).

3.2 Vindskydd

Enligt Pérez et al. (2011, s. 4857) skyddar levande växtväggar byggnadens yta från vind och blåst. Växtväggens skydd beror av hur kompakt växterna och framförallt bladen sitter, desto tätare bladverk desto mer skyddar växtväggen den befintliga fasaden från vindpåverkan. Även vindriktningen och hastigheten hos vinden avgör hur mycket växtväggen skyddar väggen. Kall vind medverkar till att under vintern sänka inomhustemperaturen och göra det kallare inomhus. Det finns studier som visar på att genom att klä in en byggnad i vertikal grönska och gröna tak kan man skydda väggen från att den kalla vinden tar sig in i byggnaden och då minska uppvärmningsbehovet i byggnaden med upp till 25 % under vintertid. På detta sätt kan levande växtväggar bidra till att göra en byggnad mer energieffektiv (Pérez et al., 2011, s. 4857).

Enligt en studie som gjorts av Hans Rosenlund, professor vid Malmö Högskola, i samarbete med ISU (Institutet för Stadsutveckling, Malmö) finns det inga energieffektiva fördelar med gröna väggar. Åtminstone inte för en kontorsbyggnad i vårt sydsvenska klimat. Enligt denna studie minskar

växtväggen däremot värmeflödet ut från byggnaden vilket skapar ett ökat behov av kylning. Detta borde göra att uppvärmningsbehovet under vinterhalvåret blir reducerat men i relation till behovet av kylning under sommarhalvåret har det liten inverkan enligt Rosenlund (2010, s. 47).

3.3 Skuggning

Levande växtväggar skuggar byggnaden och hindrar solstrålningen från att nå den befintliga väggens yta. Detsamma gäller vid grön växtbeklädnad framför fönster. En undersökning som gjorts vid universitetet i Brighton, England visar att en levande växtvägg framför fönstret bidrar som skydd för solens strålar. I studien täcktes kontorsfönster med en levande växtvägg varpå inomhustemperaturen uppmättes. Temperaturen jämfördes sedan med kontorsfönster i en byggnad där fönstren inte var täckta med något. Det kontor där fönstren var täckta med grönska visade mellan 3.5 – 5.6°C lägre inomhustemperatur än det kontor där fönstren inte täcktes med något medium. I studien drogs slutsatsen att gröna växtväggar framför fönster bidrar till att hindra solens strålar från att värma upp byggnadens innemiljö. Detta gör att inomhustemperaturen enklare kan hållas på den nivå den är avsedd för. En levande växtvägg framför fönstret kan därför vara ett alternativ till olika former av solskärmar vid stark solinstrålning (Pérez et al., 2011, s. 4856).

Då solstrålning faller mot en glasruta kommer en viss del att reflekteras, dvs. studsas tillbaka och en viss del kommer att absorberas av glaset. En tredje del kommer att transmittas, vilket innebär att den delen av strålningen transporteras genom rutan och in i byggnaden (Sandin, 2010, ss. 25-28). I samma studie, som beskrevs ovan, från Brighton, England uppmättes även solstrålningens transmittans för olika antal lövlager. Desto fler lövlager desto mindre blev transmittansen, dvs. solstrålningen in genom fönstret. Med ett lager av löv kunde man se en minskning av den transmitterade strålningen med 37 % och med fem lövlager kunde man se så mycket som upp till 86 % minskning (Pérez et al., 2011, s. 4856).

3.4 Skydd mot regn och UV - strålning

Då vinden och regnet samverkar uppstår något som brukar benämnas för slagregn. Regnet kommer då att ”falla snett” och träffa ytor som är vertikala, exv. en husfasad. Mängden regn som träffar en yta kan bli mycket större vid slagregn än vid vanligt regn som faller på en horisontell yta. Byggnadens hörn och den övre delen av ytterväggen är mest utsatt för fasadregnet. På sikt bidrar för mycket slagregn till att fasadmaterialet bryts ner och försämras (Sandin, 2010, ss. 78-80). Levande växtväggar bidrar till att skydda väggen från både hagel och kraftiga slagregn genom att växterna samlar upp och tar hand om vattnet. Växtväggen kan också hjälpa till med dagvattenhanteringen vid kraftiga regnmängder (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 197).

Eftersom växterna i en levande växtvägg tar upp mycket av solstrålningen resulterar det i att en mindre andel UV-ljus (ultraviolett ljus) når väggen. UV-ljuset från solen bidrar till att försämra de mekaniska egenskaperna hos ett organiskt material. Detta kan göra att materialet blir mer sprött eller tappar sin kulör - vid strålningsangrepp kan exempelvis trä tappa sin färg och bli mörkare (Burström, 2007, s. 164). Grönskan skyddar från detta och kan därför ses ha en positiv inverkan på den befintliga fasadens underhållskostnad samt på dess livslängd (Ottel  et al., 2011, s. 3420).

Utöver detta skyddas den befintliga fasaden från klotter och annan vandalism då man har en växtvägg som helt enkelt täcker fasaden.

4. Levande vertikala växtväggar och det offentliga rummet

4.1 Den omgivande luften

Sverige har satt upp 16 miljömål som ska uppnås till 2020. Dessa behandlar bland annat frisk luft och ett rikt växt- och djurliv. Den biologiska mångfalden ska tas väl om hand för vår generation och för framtida generationers skull (Naturvårdsverket, 2013). Likaså ska luften vi andas inte skada människors eller djurs hälsa (Naturvårdsverket, 2012). Levande växtväggar kan med växternas hjälp fånga upp partiklar i luften och därmed bidra till att sänka halterna av farliga partiklar som släpps ut från bland annat biltrafik och industri. Desto mer löv som finns på väggen desto fler partiklar i luften kan fångas upp. Det finns också ett samband mellan växtart och förmågan att fånga upp partiklar vilket kallas för lövets area index. En växtart med ett högt index är bättre på att fånga upp skadliga partiklar än en växtart med ett lågt index (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 197). Likaså ansvarar växterna för att ta upp koldioxid i luften och omvandla det till syre (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 63).

4.2 Utomhustemperaturen

Något som har uppmärksammats på senare år i många städer är att temperaturen i den urbana miljön har blivit påtagligt högre än i den rurala delen av landskapet. Detta fenomen benämns *Urban heat island effect*, UHI, eller *den urbana värmeön* på svenska. Speciellt påtagligt blir detta fenomen i länder med redan varma och heta somrar. Där blir risker som sjukdomar och dödlighet till följd av hetta betydligt större. Orsakerna till att temperaturen i urbana områden är påtagligt högre är en kombination av olika faktorer och några av dem är att vi idag bygger väldigt tätt och med mycket litet inslag av grönska i stadsbilden. Forskning har gjorts kring hur man med hjälp av vertikal grönska på byggnader kan sänka den urbana temperaturen.

Alexandri och Jones (2008) testade i sitt forskningsprojekt genom simuleringsmodeller olika grönbeklädnader på väggar och tak för att se om dessa kan bidra till att sänka stadstemperaturen i olika urbana geometrier och klimat. De olika grönbeklädnaderna provades i nio olika städer och i nio olika typer av klimat. Studien utfördes under den varmaste månaden för respektive klimat. Resultatet visade att när både väggar och tak täcktes med grönska sänktes temperaturen i det givna området för alla typer av klimat som studerades. Det framkom också att när en vägg är klädd med grönska gäller att desto större solstrålning en vägg utsätts för desto större temperatursänkning

kan uppnås i uteluften som omger väggen (Alexandri & Jones, 2008, ss. 481-493).

Växternas avdunstningsprocess, den så kallade evapotranspirationen, är den största orsaken till att temperaturen i växternas omgivning sänks. Växtens förmåga att avdunsta vatten beror både på hur mycket solstrålning den utsätts för och vilken växtart det är. För de varianter av levande växtväggar som innehåller jord eller någon form av näringssubstrat har andelen fukt i jorden eller i substratet stor betydelse för den kylande avdunstningsprocessen (Pérez et al., 2011, s. 4856).

4.3 Biologisk mångfald

Grönbeklädda fasader bidrar på många sätt till att skapa förutsättningar för ett rikare djurliv i staden. Gröna strukturer kan förse fjärilar och andra insekter med någon form av bosättning. Likaså ger grönskan möjligheter för fåglar att bygga bo i och kanske till och med att övervintra i. Olika sorters växter kan dessutom förse insekter med näring och nektar (Dunnett & Kingsbury 2008, s. 198).

4.4 Estetiken i åtanke!

Genom att klä väggar i grönska länkar man på något sätt samman naturen med staden. Det gröna, det levande och det oförutsägbara ges en plats i den gråa, hårdkantade och strukturerade urbana miljön.

”The Vertical garden becomes a second skin of the building and this is a living skin...Plants and architecture can thus cope with harmony.” (Blanc, s. 2).

Levande växtväggar har möjlighet att ge fasaden en mängd olika utformningar. Till skillnad från traditionella fasadmateriell som tegel och puts har växtväggar långt fler varianter på utformningen. Det ger en större variation när det kommer till det estetiska intrycket av byggnaden. De flesta byggnader har någon form av ”baksida” som inte är lika tilltalande som dess framsida. Det kan vara en stormarknad med ett lagerintag på baksidan eller det kan vara nödutgången i ett stort kontorshus. Ofta vetter den delen av byggnaden ut mot någon form av buskage eller trädplantering. Med vertikala växtväggar finns möjligheten att göra denna ”baksida” av byggnadens fasad mer tilltalande genom att klä in den i vertikal grönska. Många gånger finns det lager eller soprum i nära anslutning till denna yta, byggnader som man ofta försöker gömma. Med levande växtväggar finns möjligheten att klä in dessa byggnader eller fasader.

Genom att integrera en levande växtvägg med övrig fasad, utan att täcka hela fasaden, kan man skapa en variation i det estetiska uttrycket. Valet av växtarter kan anpassas efter byggnadsmaterial i fasaden så att det blir en naturlig övergång mellan fasad och växtvägg. Genom olika former på växtväggen kan man åstadkomma en variation i estetiken. Man bör fundera över hur valet av växtarter kommer att påverka väggens estetiska utformning under olika årstider då väggen kommer att se betydligt annorlunda ut då växterna inte blommar (Green roofs for healthy cities 2008, ss. 16-18).

I Avignon i sydöstra Frankrike återfinns en levande hydroponisk växtvägg på stadens historiska center. Denna är skapad av botanisten Patric Blanc och är framtagen för att öka byggnadens popularitet och få fler människor att besöka centret. Byggnaden i sig har en relativt enkel arkitektur men med växtväggen ger man betraktaren en bild av att en mer avancerad arkitektur har använts vid utformningen av centret. Dagsljuset varierar vilket gör att betraktaren uppfattar väggen som skiftande i färg och form under dagen. Detta bidrar till att fånga uppmärksamheten hos betraktaren. Växtväggen ger ett intryck av böljande grönska, nästan som ett konstverk. Dessa mjuka linjer i växtväggen får hela byggnadens estetiska utformning att se mer inbjudande och vänlig ut (Lambertini & Leenhardt, 2007, ss.117-118). Blanc har kombinerat olika växtarter så att det för betraktaren ser ut som en tavla. Se Figur 9.



Figur 9: Marché des Halles Plant wall i Avignon, Frankrike. Patrick Blanc. Källa: Lambertini & Leenhardt, (2007), s.116

5. Exempel på levande vertikala växtväggar i Sverige idag

Levande vertikala hydroponiska växtväggar avsedda för utomhusbruk är ovanligt i Sverige idag. Till stor del beror detta på att växterna inte klarar den hårda och kalla vintern och inte heller de snabba temperaturförändringar som våren innebär. Men det finns en vilja bland yrkesverksamma människor i byggbranschen att bygga mer grönt och miljövänligt. Därför pågår det en del projekt runt om i landet för att utveckla levande vertikala växtväggar som klarar svenska förhållanden och som på sikt kan bli ett alternativ vid ny- och ombyggnadsprojekt.

I Varvsstaden i Malmö har Malmö Högskola, Sveriges Lantbruksuniversitet SLU och Peab startat ett projekt kring gröna växtväggar för att utröna hur dessa påverkas i vårt nordiska klimat. I projektet har man konstruerat två levande vertikala växtväggar och en grön fasad. Förutom att undersöka hur växterna klarar den svenska vintern undersöker man olika faktorer som t.ex. hur fukthalten i väggen påverkas av en växtvägg. Projektet startade sommaren 2012 och pågår fram till 2014. Förutsatt att allt löper väl ut vill man konstruera en handbok för de som vill uppföra levande vertikala växtväggar i vilken man får tips och inspiration på hur man ska gå tillväga (Rosenlund, 2013).

På Sundstorget i Helsingborg planerar man att uppföra en grön växtvägg längs med pumphusets fasad. Man planerar att sätta upp en levande hydroponisk växtvägg bestående av ett modulsystem. Växterna kommer att placeras i små hål i filtväven i modulsystemet och det ska vara möjligt att byta ut växterna vid behov. Bevattning kommer att ske med ett automatiskt bevattningssystem som stängs av vid minusgrader. Montering av väggen kommer att ske någon gång under sommaren 2013 (Nerhagen, 2013).

White Arkitekter i Stockholm är just nu mitt uppe i att utveckla en variant av en levande växtvägg anpassad för svenskt klimat. Mer om detta projekt i fallstudien nedan.

5.1 White Arkitekter – Fallstudie

White Arkitekter är ett arkitektkontor som ligger i framkant i Sverige. Med 700 medarbetare och kontor i Sverige, Danmark, Norge och England är företaget ledande i branschen. White erbjuder tjänster inom arkitektur, design, projektledning, inredning, landskapsarkitektur m.m. White arbetar mycket med hållbarhet och antar sig inte uppdrag såvida de inte avser att uppfylla hållbarhetskraven. Bland projekt där White är involverade kan nämnas nya Kiruna, där företaget vann med sitt förslag för den nya staden när Kiruna ska flyttas, och nya Karolinska i Solna som är ett av Sveriges största sjukhusprojekt. Oftast agerar man som arkitekter i olika projekt men vissa projekt äger White själva, dvs. de är både byggherre och arkitekt. Ett exempel på detta är Koggens gränd i Västra hamnen i Malmö. Ett bostadshus med ägarlägenheter som är miljöcertifierat enligt Miljöbyggnad GULD, dvs. enligt den högsta standarden inom certifieringen Miljöbyggnad. Som ett ytterligare bidrag till hållbarhet satsade man mycket på gröna ytor i projektet såsom gröna fasader och gröna tak.

En regnig och mulen tisdag anlände jag till Whites kontor vid Hammarby Sjöstad i Stockholm. Med den hårt trafikerade Skanstullsbron i bakgrunden och stora byggarbetsplatser vid Hammarby Sjöstad var bullernivån märkbar. Plötsligt blev det väldigt uppenbart att vi behöver investera mycket mer grönska i våra städer. En gråaktig nyans genomsyrade utomhusmiljön vid denna plats men inne på Whites kontor var det liv och kreativitet. Kristina Philipson, arkitekt på White och en av initiativtagarna till projektet med levande vertikala växtväggar, tog med mig ut på taket till kontoret. På taket står fyra stycken prototypväggar, alla riktade åt respektive väderstreck. Väggarna installerades under hösten 2012 så växterna har ännu inte fått en chans att grönska. Kristina berättade att många gånger när man sitter och skissar på byggprojekt så landar man i att man vill ha en grön fasad på byggnaden men att det då uppstår en frustration över att det inte finns något system som fungerar i svenskt klimat. Det finns gröna fasadlösningar med vajrar eller nät där man låter växterna slingra sig upp längs väggen men sådana fasader ger oftast ett tanigt intryck där växterna ser allmänt vindpinade ut. Kristina menar att den stora utmaningen är att hitta växter som fungerar väl i vårt svenska klimat (Philipson, 2013). En frustration över att det inte finns någon lösning som fungerar i Sverige gav upphov till projektet som är ett samarbete mellan White och NCC.

Tanken bakom denna variant av levande vertikal växtvägg som White och NCC provar är att växterna ska kunna vissna men att det ska vara en del av helhetsintrycket av väggen. Om man tittar på berghällar och sluttningar består de av både levande och vissna växter. Vi ville få växtväggen att likna en vertikal berghäll, med både levande och vissna växter, men som ändå ger ett

fint helhetsintryck, säger Kristina. Som utgångspunkt för projektet formulerade man tre kriterier för den vertikala växtväggen. Först och främst ville man använda sig av växter som finns i Sverige och som växer fritt i naturen. Man ville också konstruera en vägg som var relativt underhållsfri. Man ska inte behöva byta ut växterna så fort de vissnar för då blir underhållskostnaden större än investeringskostnaden och en sådan lösning kommer inte att vinna mark, enligt Kristina. Sist ville man ha något slags skydd för växterna. Dels för att kunna bevara dem längre men också för att estetiskt ”rädda” fasaden under vinterhalvåret när de inte blommar lika mycket. Lösningen blev en form av växtvägg där växterna kan sticka fram ur små hål i en betongplatta. De växter som är vissna under vinterhalvåret kan då gömma sig i hålet och på så sätt övervintra lättare.



Figur 10: Provbit fasad. Foto: White

Betongmodulerna som växterna sitter fast i hänger på en stålkonstruktion. En modul har måtten 1,2 x 1,2 m. Modulerna har olika tjocklek men Kristina uppskattar att de har en maxvikt på 100 kg då de är vattenmättade. De vertikala växtväggarna bygger på ett material som kallas för Butong. Den så kallade butongen gjuts med hjälp av en sorts bubbelplast som form, vilken ger betongen de små hålen för växterna att växa ur.



Figur 11: Gjutning av betong. Foto: White

Bakom betongplattan finns en substratblandning som bland annat innehåller pimpsten och kokosfiber. Man kan därför säga att fasaden är ”halvhydroponisk”. Bakom detta sitter en fibercementskiva (Philipson, 2013). Bevattningssystemet är anordnat med droppslangar som ligger längst upp på växtväggen. Kristina säger att målet är att i framtiden kunna använda sig av uppsamlad regnvatten till bevattningen av väggen, på så sätt kan växtväggen hjälpa till med dagvattenhanteringen.



Figur 12: Kristina vid fasad. Foto: White

Enligt Kristina Philipson, arkitekt på White i Stockholm är det bara en tidsfråga innan det finns en lösning på den svenska marknaden, då det pågår många experiment runt om i Sverige. Hon framhåller att gröna tak är något som bara har blivit större och större på senare tid och gröna fasader är väldigt lika gröna tak på många punkter. Exempelvis när det gäller dagvattenhantering och att öka den biologiska mångfalden i staden. Dessutom kan man *se* gröna fasader eftersom de sitter på den vertikala delen av en byggnad. Till skillnad från gröna tak så syns de och är estetiskt tilltalande, menar Kristina. Hon framhåller också att desto mer urbant och tätbebyggt ett område är desto större är behovet av grönskande väggar. Ett urbant område är ofta trångt och det finns en liten andel horisontell yta. Det är just i sådana områden som gröna väggar kan få fäste och exempelvis ersätta en park, säger Kristina (Philipson, 2013).

Målsättningen med projektet är att växtväggen i framtiden ska kunna användas i byggbranschen. Kristina menar att för att hon som arkitekt ska vilja använda växtväggen i verkliga projekt är det viktigt att man lyckas konstruera en växtvägg som har ett brett spektrum i form av växt- och materialval. Därför vill hon gärna prova med andra material utöver butong innan en slutgiltig lösning nås. White har huvudansvaret för den arkitektoniska utformningen i projektet och NCC kommer att hantera den tekniska biten, dvs. undersöka hur växtväggen påverkar den befintliga byggnaden och dess fasad m.m.

5.1.1 Resultat

Projektet som White och NCC har startat är ett av några projekt i Sverige som behandlar levande hydroponiska växtväggar. Projektet startade hösten 2012 och var relativt nystartat vid intervjutillfället. Det finns inte många genomförda projekt i Sverige som behandlar den här typen av fasad så man har därför inget svenskt exempel att jämföra med utan man får titta på projekt och forskning som har gjorts utomlands för inspiration och kunskap. I de fallen har man oftast jobbat med helt andra klimatförutsättningar än vi har i Sverige vilket gör att allt från växtval till underhåll kommer att se annorlunda ut.

Att konstruera en levande vertikal växtvägg som ser grön ut hela året är en av de största utmaningarna vid utvecklingen av den här typen av grön växtvägg. Det är också nästintill omöjligt i vårt klimat. White har därför tvingats slå bort tanken att fasaden ska vara grön året runt och istället acceptera att fasaden får ett skiftande uttryck i takt med att årstiderna skiftar. Man har istället dragit fördel av att växter både grönskar och är vissna och liknat konstruktionen vid en vertikal berghäll där växterna tillåts skifta och ändra karaktär under året.

En annan utmaning för projektet var att skapa en fasad som är hyfsat underhållsfri. Underhållskostnaden får inte bli större än investeringskostnaden eftersom konstruktionen då aldrig kommer att bli ett fungerande alternativ ute i branschen. Förutsatt att projektet som White och NCC dragit igång blir lyckat så har denna fasadkonstruktion stora möjligheter att bli en del av byggbranschen. De många fördelarna som gröna väggar har på klimat, miljö och estetik uppväger även om det finns en del frågor som måste besvaras innan vi kan se den här typen av fasad på byggnader i Sverige.

5.2 Urbio – Fallstudie

Urbio är ett landskapsarkitektkontor med säte i Stockholm som har profilerat sig med att integrera nya former av natur i det urbana landskapet. Företaget har som målsättning att vara ett av Nordens mest drivande landskapskontor inom hållbar stadsutveckling. Urbio har många visioner kring hur urban grönska kan se ut. Skisser och projektering av fjärilstak, ängsmarker och sumpskog i urbana miljöer är några exempel på projekt hos Urbio. I Norra Djurgårdsstaden i Stockholm har företaget exempelvis ritat ett bostadsområde med bland annat fågelholkar på fasader och växthus med solceller uppe på taket.



Figur 13: Skiss över fjärilstak på P-däck. Bild: Urbio

Mattias Gustafsson, landskapsarkitekt på Urbio, menar att de ofta har gröna fasader med som en del i ett projekt, då oftast i form av vajer eller nät med växter som klättrar upp längs fasaden. Gröna fasader och speciellt klätterväxter är den sortens fasad som kräver minst underhåll. De använder

inte levande vertikala växtväggar i projekt då det saknas en fungerande och tillfredsställande lösning på marknaden.

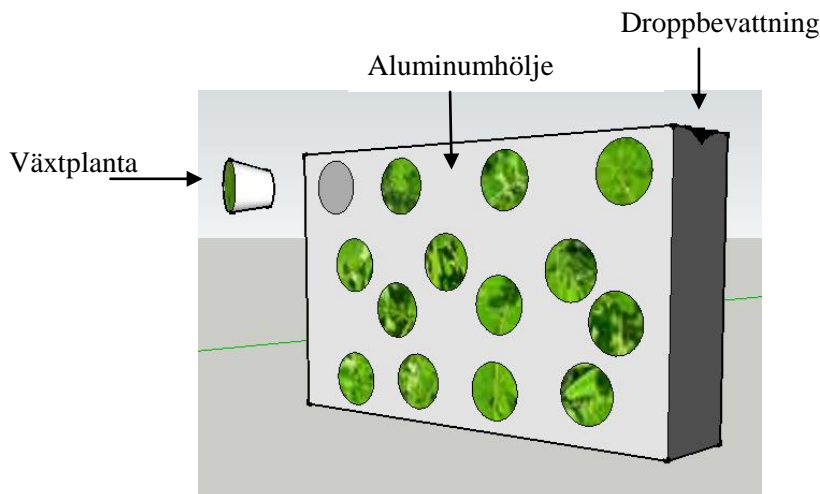
Mattias menar att det vore roligt om det kom mer kommersiellt gångbara produkter på marknaden. Produkter med ett mindre underhållsbehov och med växter som tål vår svenska vinter. Det är de två stora frågorna som talar emot levande vertikala växtväggar. Enligt honom finns det många positiva saker med gröna växtväggar som exempelvis att de skapar ett bra mikroklimat, hjälper till med dagvattenhantering och renar luften från farliga partiklar. Utöver detta framhåller han att de är vackra att se på och hyser fauna (Gustafsson, 2013).

5.2.1 Resultat

Så fort det finns en fungerande konstruktion på marknaden så har denna typ av fasad alla möjligheter att få ett rejält uppsving. Efterfrågan och viljan finns hos arkitekterna men det är frågor kring bl.a. underhållsbehov och växtval som först måste lösas. Då det inte finns en fungerande lösning blir det ett naturligt val för dem att välja gröna fasader i form av exempelvis klättrväxter när man vill ha en grönskande vägg på en byggnad. Då väljer man oftast den varianten som kräver minst underhåll då det många gånger är mest ekonomiskt försvarbart.

5.3 Veg Tech – Fallstudie

För att få en uppfattning om vilka produkter inom vertikal odling som finns på marknaden idag tog jag kontakt med Veg Tech, ett företag som säljer olika lösningar för bla. tak- och fasadvegetation. Veg Tech är ledande inom vegetationsteknik och erbjuder även rådgivning gällande deras produkter samt entreprenadtjänster i form av montering av bl.a. fasadvegetation. Veg Tech erbjuder ett antal lösningar för gröna fasader i form av spaljéer, vajer och fasadnät. De säljer ingen levande vertikal växtvägg avsedd för utomhusbruk men dock en variant som är avsedd att ha inomhus (Pettersson, 2013). Denna variant byggs upp av kassetter med färdigplanterade växter i. Kassetterna har ett hölje av aluminium och inuti växtväggen finns ett vattenhållande oorganiskt material. Växtväggen har ett automatiskt bevattningssystem där man fyller på vatten vid behov och ansluter systemet till en timer. Växtväggens användningsområden är allt från avskärmning och bullerdämpare i kontorsmiljöer till dekoration i offentliga miljöer (Vegtech, 2013, ss. 140-141). Enligt Lina Pettersson, odlingspecialist på Veg Tech, är denna växtvägg en fungerande vegetationslösning så länge man har belysning och bevattningssystem till växterna. Hon säger dock att det hydroponiska materialet inuti väggen är relativt dyrt vilket gör det svårt att hålla nere priset på växtväggen.



Figur 14: Visuell bild av företaget Veg Techs växtvägg avsedd för inomhusbruk.
Bild: Emilia Nilsson

Enligt Lina är det väldigt svårt att idag hitta ett system för vertikal odling avsedd för utomhusbruk. Svårigheten ligger i att hitta ett system där både växter och bevattningssystem klarar det nordiska klimatet. Hon understryker dock att Veg Tech följer utvecklingen inom området med intresse (Pettersson, 2013).

5.3.1 Resultat

Veg Tech erbjuder idag endast en variant av en levande vertikal växtvägg, och denna variant är avsedd för inomhusanvändning. Däremot har de olika varianter av s.k. gröna fasader i form av fasadnät, spaljéer och vajrar. Det finns helt enkelt ingen fungerande lösning på marknaden idag och de stora frågorna som talar emot det är vårt kalla klimat i Norden. Klimat som både växter och bevattningssystem måste klara. Växterna måste kunna övervintra utan att frysa ihjäl. Det gäller också att vattnet i bevattningssystemet inte ges möjlighet att frysa då det är minusgrader ute.

6. Förslag på solavskärmning med växtväggar

Den kunskap som jag har erinrat mig kring levande vertikala växtväggar har resulterat i ett förslag på en möjlig framtida tillämpning. Forskning har visat att levande växtväggar hindrar solstrålning från att ta sig genom fönster och in i byggnaden, dvs. solstrålningen transmitteras inte genom fönstret om man placerar en växtvägg framför det. Genom att tillämpa levande hydroponiska växtväggar i form av solavskärmning på byggnader kan man stänga ute solens strålar samtidigt som man drar nytta av de fördelar som finns med levande växtväggar. Det finns ett stort utbud av solavskärmning för byggnader på marknaden idag, alltifrån olika sorters lameller till solskärmar som är uppbyggda av solceller. Solavskärmning uppbyggd av levande växtväggar kan bli ytterligare ett alternativ på marknaden.

Själva konstruktionen kan förslagsvis vara uppbyggd av moduler i aluminium alternativt rostfritt stål som sätts fast i en stålram. Stålramen sitter fast i väggen så att man kan lyfta av modulen med växter från ramen vid underhållsbehov eller vid byte av växter.

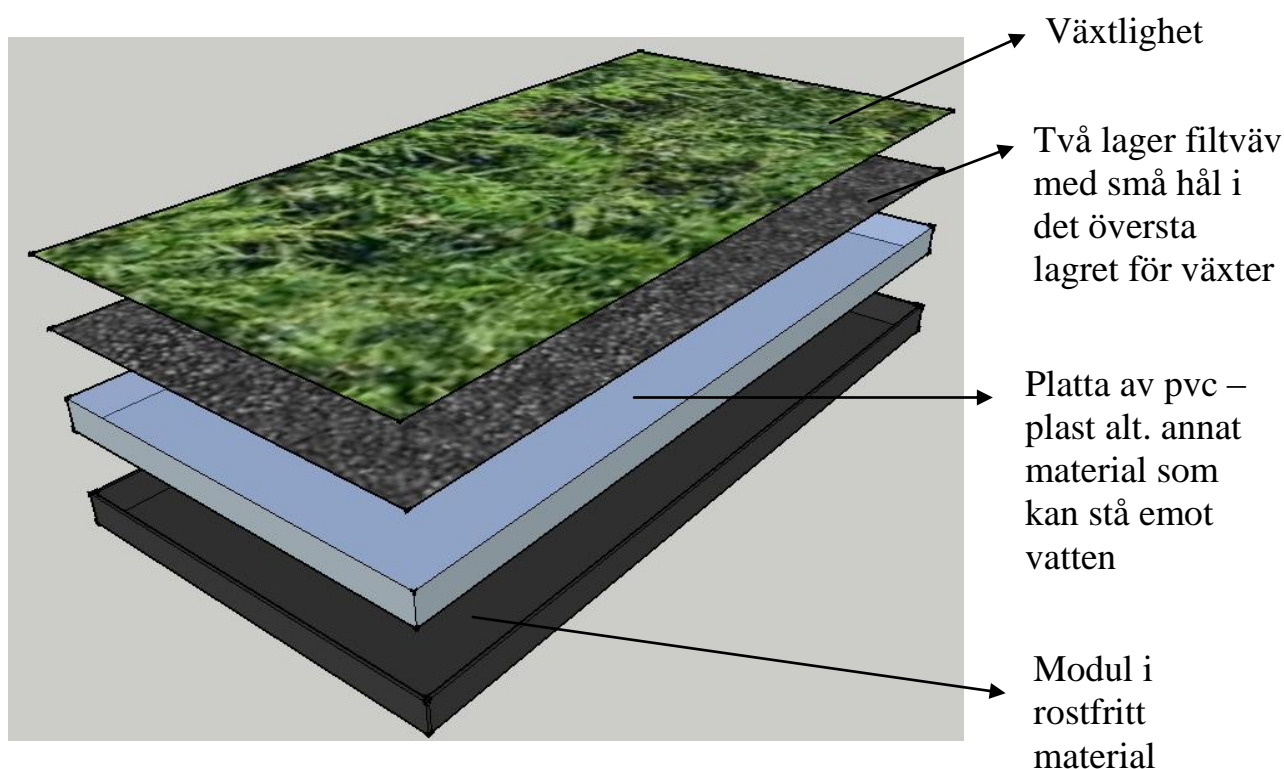
Modulen kan förslagsvis vara uppbyggd på liknande sätt som en levande hydroponisk växtvägg, dvs. med en vattenmotståndig hårdplast underst och två lager utav filtväv överst som man kan placera växter i.



Figur 15: Visuellt tillämpning av växtväggar som solavskärmning. Källa: Emilia Nilsson

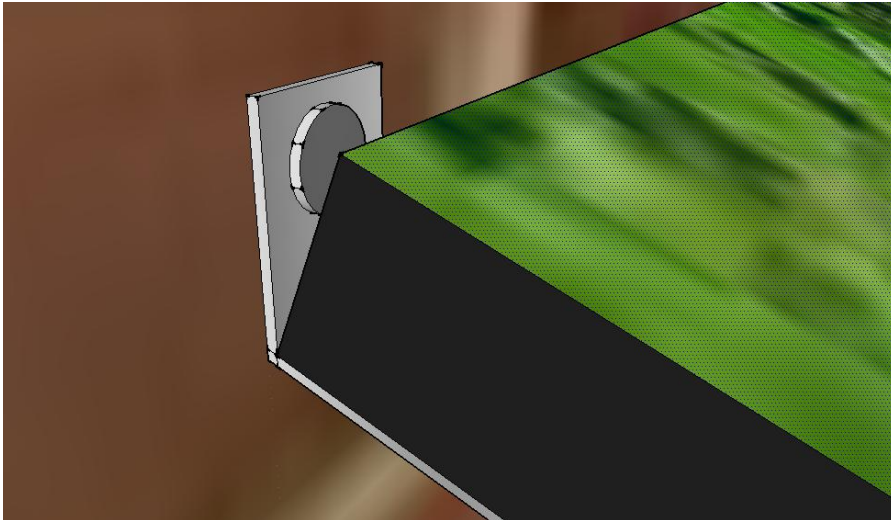
Man kan också tänka sig en variant där stålramen är rörlig så att man kan justera solavskärmningen i vertikalled. På så sätt kan man anpassa solavskärmningen efter hur högt solen står under dagen.

Vid underhåll av solskärmarna, exempelvis vid byte av växt, så lyfter man av modulen från den yttre ramen. Men för att åstadkomma detta kan det komma att krävas någon form av lyftningsanordning eller stege beroende på hur högt upp på fasaden solskärmarna är placerade. Vid montering av solskärmen kan det också komma att krävas lyftanordning och det är av stor vikt att monteringen genomförs av professionella aktörer.

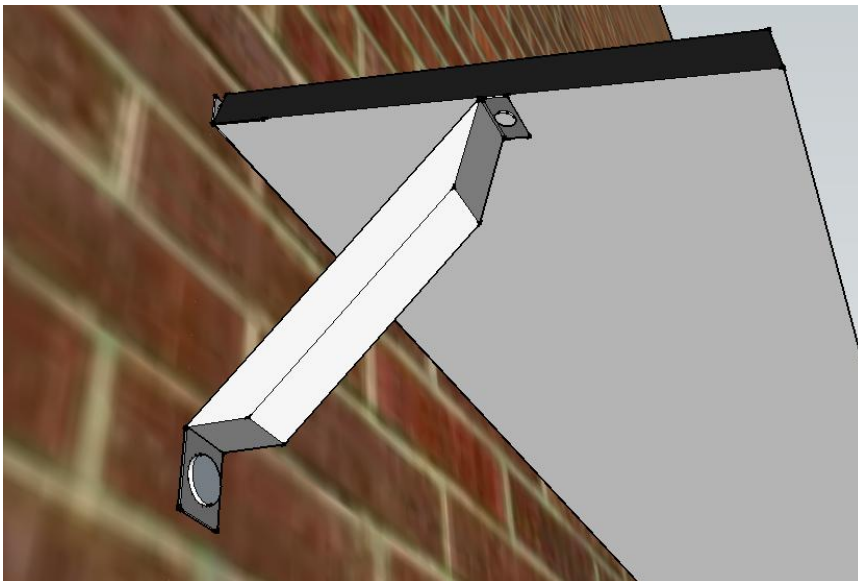


Figur 16: Bild över de olika lagren i solavskärmningsmodulen. Källa: Emilia Nilsson

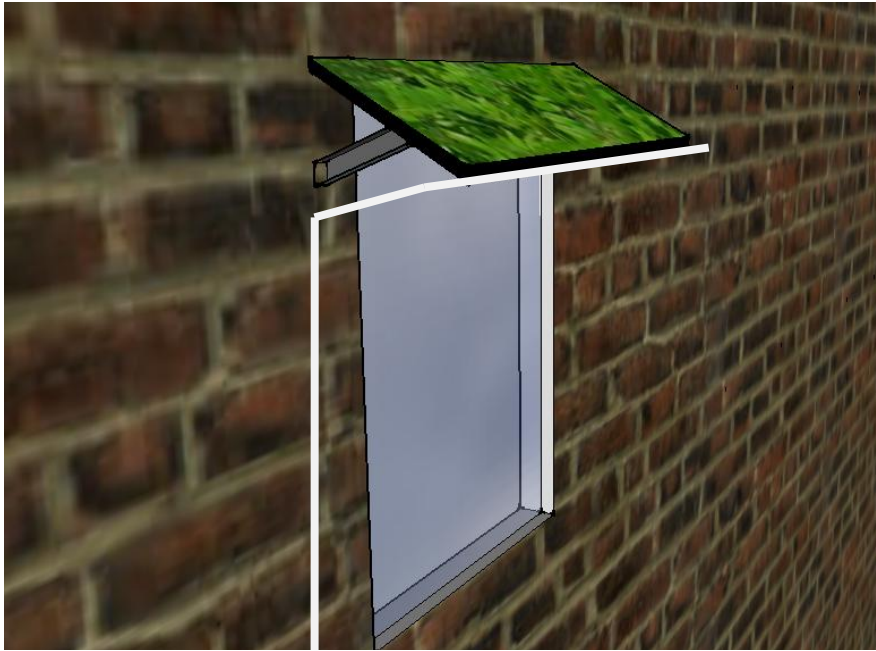
Det finns olika lösningar då det gäller infästningen i den befintliga fasaden, en lösning är att använda sig av vinkeljärn. Exakt vilken infästning som krävs bör man komma fram till med hjälp av beräkningar då det är viktigt att ramen kan bära upp modulen med växter i. Man bör också kontrollera så att den befintliga väggen tål lasten från solavskärmningskonstruktionen. Se Figur 17 och 18 för förslag på infästning i den befintliga fasaden.



Figur 17: Detaljbild över infästningen av solskärmens ram i fasaden. Här infäst med en variant av vinkeljärn. Källa: Emilia Nilsson

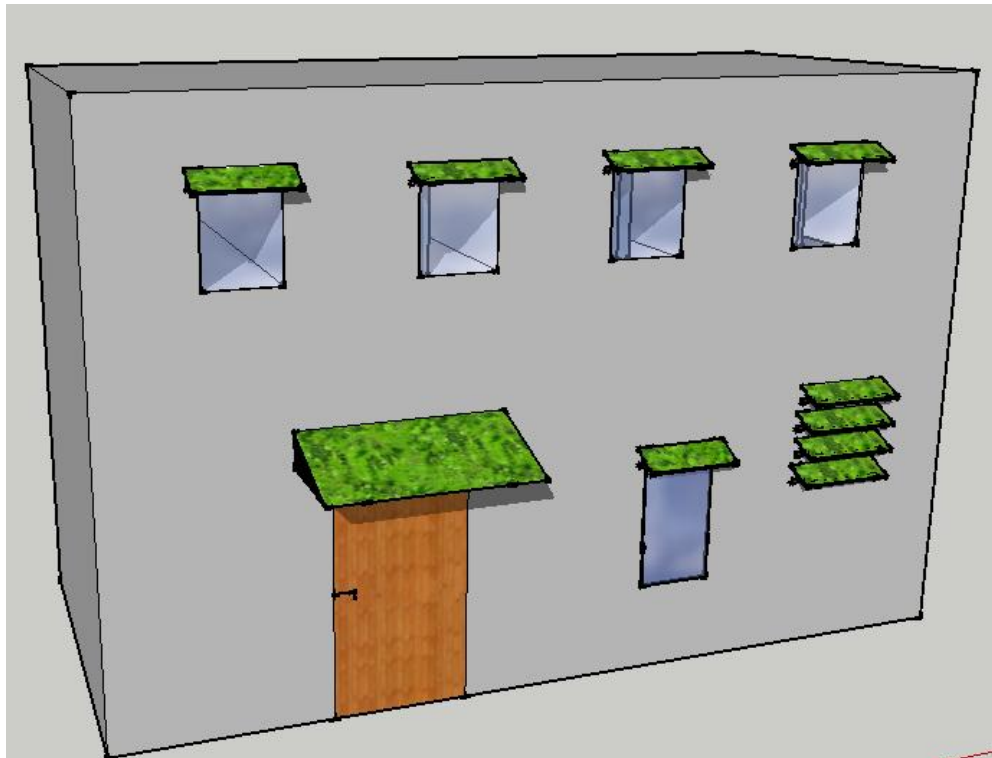


Figur 18: Detaljbild över möjlig infästning av solskärmens yttre ram. Källa: Emilia Nilsson



Figur 19: Idealiserad bild över en hängrännas möjliga väg. Källa: Emilia Nilsson.

Solskärmen kommer inte bara att utsättas för slagregn utan även regn som faller på en horisontell yta kommer att träffa solavskärmningen. På detta sätt kommer konstruktionen förmodligen att utsättas för mer regn än en vertikal växtvägg vilket gör att man eventuellt inte behöver koppla in ett bevattningssystem till konstruktionen. Förslagsvis kan någon form av hängränna som fångar upp överblivet vatten installeras vid nedre delen av solskärmen. Se Figur 19 för en hängrännas möjliga väg.



Figur 20: Fasad med solavskärmning. Källa: Emilia Nilsson

Figur 20 visar en vy över en fasad med levande hydroponiska växtväggar som solavskärmning. Över entrédörren syns en större variant av en solskärm. Denna fungerar även som regnskydd över entrén. Om entrédörren är glasad uppnår man både solavskärmning och regnskydd med hjälp av solskärmen. Längst ner i högra hörnet i figur 20 syns några solskärmar som sitter fast på fasaden som en spännande detalj i arkitekturen.

Fördelar

- Fasaden får ett estetiskt mer levande uttryck än med traditionella markiser och solskärmar.
- Man får effektiv solavskärmning som kan ta upp mycket av solstrålningen.
- Den omgivande luften kan renas från skadliga partiklar och koldioxid.
- Möjligheter skapas för ökad biologisk mångfald.
- Vissa växter i modulen kommer att vila under vinterhalvåret. Det behöver inte vara negativt. Om modulen är lika grönskande under vinterhalvåret som under sommaren kan det finnas risk för att det bara ser onaturligt och konstlat ut. Övriga växter och träd i staden grönskar inte under vinterhalvåret.

Nackdelar/oklarheter

- Konstruktion och växtval bör nog utredas innan denna variant av solavskärmning har möjlighet att bli en del av marknaden.
- Ökad rengöring av fönstret kan bli aktuellt.
- Man bör nog utreda de kostnader som solavskärmningen kommer att innebära. Både investeringskostnad och underhållskostnad bör undersökas.

7. Diskussion

I mitt arbete har jag utgått från följande frågor:

- Vilken kunskap finns idag kring levande vertikala växtväggar?
- Vilken kunskap finns idag kring levande hydroponiska växtväggar?
- Vilken påverkan har levande vertikala växtväggar på inomhusmiljö, byggnaden samt på utomhusmiljön?
- Hur kan ett projekt som syftar till att utveckla levande vertikala växtväggar se ut?
- Hur ser framtidsutsikterna ut för denna typ av fasad i Sverige?
- På vilket sätt kan man tillämpa levande hydroponiska växtväggar som solavskärmning?

Levande vertikala växtväggar och framförallt levande hydroponiska växtväggar är ingen vanlig syn i Sverige. Jag vågar påstå att de är i utvecklingsfasen men att vi en dag i framtiden kommer att få se mer av dessa runt om i landet. På flera ställen i Europa finns sådana här växtväggar vilket i mångt och mycket beror på det varmare klimatet i dessa länder. Det gör bland annat att väggen får ett grönare utseende under en längre period än i Sverige.

Mer grönska kan bidra till att uppfylla de miljömål som har satts upp till 2020 i Sverige. I en alltmer tätbebyggd stad är det många gånger svårt att få utrymme över till grönska och grönområden. Genom att anlägga vertikala trädgårdar undkommer man denna problematik. Levande hydroponiska växtväggar kan därför vara lösningen på många av de ytproblem som finns i stadsmiljön.

De många fördelarna anser jag talar för dess framtida utveckling i Sverige. Fördelar som att växtväggen skyddar den befintliga väggen från bland annat slagregn och UV – ljus. Fördelar som att växtväggen hjälper till att rena utomhusluften från skadliga partiklar och koldioxid. Fördelar som att växtväggen skapar en ökad biologisk mångfald i staden. Alla dessa faktorer är så otroligt viktiga för att vi ska kunna se en hållbar utveckling i våra städer. Fördelarna anser jag uppväger för de nackdelar som i dagens läge finns med denna sortens växtvägg. Då syftar jag specifikt på nackdelar som exempelvis att växtväggen kräver återkommande skötsel och att växterna inte är gröna året runt. De många fördelarna kan ses som incitament till vidare utveckling av levande hydroponiska växtväggar i Sverige.

En anledning till att denna sortens växtvägg inte utvecklats i Sverige är att växterna inte klarar den svenska vintern och vårens temperaturförändringar.

En del växter klarar det men en del överlever inte och måste bytas ut. Här gäller det att man vågar tänka utanför boxen. Man får inte vara rädd för att växterna inte grönskar året runt utan istället se möjligheterna med detta. Min fallstudie hos White Arkitekter visar att detta är något som de har tagit till sig. Deras projekt går ut på att utveckla en levande växtvägg där växterna tillåts vara vissna och inte grönska under vissa perioder av året. Det blir en del av helhetsintrycket av väggen. På så sätt undkommer man också underhållskostnader i form av att växterna måste bytas ut med jämna mellanrum och hela konstruktionen blir mer ekonomiskt försvarbar.

Resultaten från de olika fallstudierna visar att framtidens levande hydroponiska växtvägg måste uppfylla följande kriterier för att få genomslag i branschen:

- Växterna behöver kunna överleva under vinterhalvåret så att dessa inte måste bytas ut efter varje säsong. Man bör därför satsa på växter som kan övervintra och grönska igen under följande säsong.
- Växtväggen behöver vara relativt underhållsfri. Det ska inte kosta mer att underhålla växtväggen än vad det kostar att installera den eftersom den då inte blir ekonomiskt försvarbar.
- Bevattningssystemet måste klara av det svenska klimatet och vattnet i systemet får inte frysa vid låga temperaturer.
- Växtväggen behöver vara estetiskt tilltalande även då växterna inte grönskar.
- Byggnadsfysikaliskt bör man undersöka hur den befintliga väggen samt byggnadens helhet påverkas. Man bör bl.a. undersöka hur den tänkta konstruktionen påverkar fukthalten i den befintliga väggen.
- Byggtekniskt bör man undersöka så att den befintliga väggen och stommen i byggnaden klarar av tyngden från växtväggen.
- Vissa växter i växtväggen kommer att vila under vinterhalvåret vilket inte behöver vara något negativt. Om växtväggen är lika grönskande under vinterhalvåret som under sommaren kan det finnas risk för att det ser onaturligt och konstlat ut. Övriga växter och träd i staden grönskar inte under vinterhalvåret.

8. Slutsats

Levande vertikala växtväggar skapar förutsättning för ett större inslag av grönska i våra städer. I detta arbete har fördelar som exempelvis ökad biologisk mångfald och förutsättningar för renare stadsluft konstaterats. Bland de aktörer i byggbranschen som jag har kontaktat under arbetets gång kan man urskilja en nyfikenhet och en positiv attityd gentemot denna sortens växtvägg. Enligt de tillfrågade kommer levande vertikala växtväggar att få en allt större del av morgondagens byggande så fort det finns en lösning som är relativt underhållsfri och ekonomiskt försvarbar. Det har konstaterats att en av de största anledningarna till att levande vertikala växtväggar inte har vunnit genomslag i Sverige är på grund av att växterna inte har möjlighet att grönska året runt i vårt hårda klimat. En viktig tanke att framhålla är att övrig grönska som finns i stadens rum inte grönskar året runt, därför torde det inte finnas något konstigt med att en levande vertikal växtvägg inte heller är helt grönskande under vinterhalvåret.

9. Källförteckning

9.1 Litteratur

Burström, P. G. (2007). *Byggnadsmaterial*. Lund: Studentlitteratur.

Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2008). *Planting Green Roofs and Living Walls*. Oregon: Timber Press, Inc.

Lambertini, A. & Leenhardt, J. (2007). *Vertical Gardens – Bringing the City to Life*. London: Thames & Hudson Ltd.

Patel, R. & Davidson, B. (1994). *Forskningsmetodikens grunder. Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Andra uppl. Lund: Studentlitteratur.

Sandin, K. (2010). *Praktisk byggnadsfysik*. Lund: Studentlitteratur.

Trost, J. (1997). *Kvalitativa intervjuer*. Andra uppl. Lund: Studentlitteratur.

9.2 Tidskriftsartiklar

Kontoleon K.J., Eumorfopoulou E.A. (2010). The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. *Building and Environment*, vol. 45, s. 1288

Wong N.H., Tan A.Y.K., Tan P.Y., Wong N.C., (2009). Energy simulation of vertical greenery systems. *Energy and Buildings*, vol. 41, ss. 1401-1408

Alexandri E., Jones P., (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment*, vol. 43, ss.480-493.

9.3 Elektroniska dokument

Green roofs for healthy cities (2008). *Introduction to Green Walls: Technology, Benefits & Design*. Tillgänglig:
<http://www.greenscreen.com/home.html> / Education+Research [2013-03-19]

Blanc, Patrick. *The Vertical Garden – A Scientific and Artistic approach by Patrick Blanc*. Tillgänglig:
<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/documents> [2013-03-21]

Naturvårdsverket (2013). *Ett rikt växt- och djurliv*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Ett-rikt-vaxt--och-djurliv/> [2013-04-26]

Naturvårdsverket (2012). *Frisk luft*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Frisk-luft/> [2013-04-26]

Rosenlund, Hans (2010). *Gröna parametrar*. Tillgänglig: <http://www.cecdesign.se/downloads/GronaParametrar.pdf> [2013-06-02]

Veg Tech (2013). Tillgänglig: <http://np.netpublicator.com/netpublication/n57034809> [2013-05-09]

Nationalencyklopedin (2009). *Kvantitativ metod*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/kvantitativ-metod> [2013-05-01]

9.4 Muntliga källor

Gustafsson, Mattias. (2013). Landskapsarkitekt på Urbio, Stockholm. *Konversation angående levande vertikala växtväggar*. [e-post 2013-04-25]

Pettersson, Lina. (2013). Odlingsspecialist på Veg Tech, Vislanda. *Konversation angående levande vertikala växtväggar*. [e-post 2013-04-18]

Philipson, Kristina. (2013). Arkitekt på White Arkitekter, Stockholm. *Intervju angående levande vertikala växtväggar*. [Platsbesök 2013-04-16]

Rosenlund, Hans. (2013). Professor, Malmö Högskola. *Konversation angående levande vertikala växtväggar*. [Platsbesök 2013-04-22]

Nerhagen, Alfred. (2013). Landskapsarkitekt på Stadsbyggnadsförvaltningen, Helsingborg. *Konversation angående levande vertikala växtväggar*. [e-post 2013-05-16]

9.5 Bildkällor

Figur 1. Olika varianter av gröna växtväggar. Källa: Emilia Nilsson

Figur 2. Grön fasad i Västra hamnen, Malmö. Källa: Emilia Nilsson

Figur 3. Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. s. 247

Figur 4. Visuell bild av en levande hydroponisk växtvägg fixerad med träreglar. Källa: Emilia Nilsson.

Figur 5. Visuell bild av de olika lagren i en levande hydroponisk växtvägg. Källa: Emilia Nilsson

Figur 6. Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. s. 247
Gjutning av butong. Foto: White

Figur 7. Lambertini, A. & Leenhardt, J. (2007). *Vertical Gardens – Bringing the City to Life*.s. 212.

Figur 8. Lambertini, A. & Leenhardt, J. (2007). *Vertical Gardens – Bringing the City to Life*.s. 214.

Figur 9. Lambertini, A. & Leenhardt, J. (2007). *Vertical Gardens – Bringing the City to Life*.s. 116.

Figur 10. Provbit fasad. Foto: White

Figur 11. Gjutning av butong. Foto: White

Figur 12. Kristina vid fasad. Foto: White

Figur 13. Skiss över fjärlstak på P-däck. Bild: Urbio. Tillgänglig: <http://www.urbio.se/portfolio-items/fjarilstak-och-nektarrestaurang-vid-p-dack/> [2013-06-06]

Figur 14. Visuell bild av företaget Veg Techs växtvägg avsedd för inomhusbruk. Källa: Emilia Nilsson

Figur 15. Visuell tillämpning av växtväggar som solavskärmning i form av fixerade solskärmar. Källa: Emilia Nilsson

Figur 16. Bild över de olika lagren i solavskärningsmodulen. Källa: Emilia Nilsson

Figur 17. Detaljbild över infästningen av solskärmens yttre ram i fasaden. Här infäst med en variant av vinkeljärn. Källa: Emilia Nilsson

Figur 18. Detaljbild över infästningen av solskärmens yttre ram. Källa: Emilia Nilsson

Figur 19. Idealiserad bild över en möjlig hängrännas väg. Källa: Emilia Nilsson

Figur 20. Fasad med solavskärmning. Källa: Emilia Nilsson

Bilaga 1

Frågeguide vid intervju med Kristina Philipson, arkitekt på White Arkitekter i Stockholm:

Beskrivning av projektet

- Hur föddes idén till projektet?
- När startade projektet och hur länge kommer det att pågå?
- Kan du beskriva de olika faserna i projektet? Vilken fas pågår just nu?
- Var hämtade Ni inspiration till projektets utformning?
- Har Du hört talas om någon byggnad i Sverige som har en levande vertikal växtvägg på fasaden?
- Hur är Er växtvägg konstruerad? Hydroponisk eller ej?
- Hur fungerar bevattningen?
- Varför valde Ni inte att utveckla en grön fasadlösning istället för en levande vertikal växtvägg?
- Vad hoppas Ni att projektet ska få för resultat?
- Vilken roll har NCC i projektet?

Med estetiken i åtanke

- Vilka arkitektoniska överväganden har Ni gjort vid skapandet av Er växtvägg?
- Ser Du några fördelar/nackdelar med levande vertikala växtväggar ur en estetisk/arkitektonisk synvinkel? (jmf. gröna fasader)
- Var i stadens rum ser Du störst potential för denna typ av växtvägg?

Framtidsutsikter för levande vertikala växtväggar i Sverige

- Hur ser Du på framtiden för levande vertikala växtväggar anpassade för utomhusbruk i Sverige?
- Har Ni stött på något motstånd eller negativitet gentemot Ert projekt kring växtväggar?
- Vilka tror Du är de största hindren för att denna sortens växtvägg ska kunna bli en del av byggandet idag?

Bilaga 2

Frågor till Mattias Gustafsson, landskapsarkitekt på Urbio, Stockholm:

- Använder Ni er av levande vertikala växtväggar vid skissning och projektering av byggnader?
- Hur ser Du på framtiden för levande vertikala växtväggar anpassade för utomhusbruk i Sverige?

Frågor till Lina Pettersson, odlingspecialist på Veg Tech, Vislanda:

- Säljer Veg Tech någon levande vertikal växtvägg avsedd för utomhusbruk?
- Hur ser Du på framtiden för levande vertikala växtväggar anpassade för utomhusbruk i Sverige?