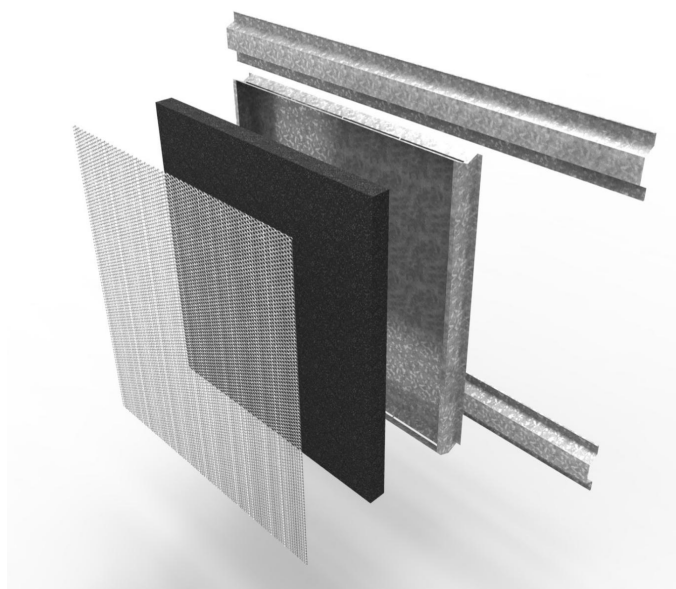


# Utveckling och kvalitetssäkring av nytt grönt fasadmateriäl



Per Berglund och Sixten Lundqvist

Greenworks AB

2022-01-18

# FÖRORD

Projektet har utförts av Greenworks AB tillsammans med Peab AB och Briab AB. Projektet har dessutom fått support genom mindre inspel och utlåtanden från K-Lab AB och Akustikbyron AB. Deltagare har varit olika ingenjörer, industridesigners, hortonomer och affärsutvecklare. Greenworks har lett projektet och är behovsägare av produkten/innovationen under undersökning. Projektet pågick över en 6 månadersperiod och avslutades 2022-01-18.

Projektet har gynnat Greenworks verksamhet då det bidragit med byggtekniska aspekter. Greenworks har kunnat ta del av spetskompetens av konsulter från de medverkande företagen. Greenworks är allt närmare en produkt i form av ett nytt fasadmaterial som är enkelt för underentreprenörer att montera och installera. Dessutom kommer produkten gynna städer genom ekosystemtjänster och bli ett unikt fasadmaterial på marknaden.

Greenworks vill tacka alla medverkande parter samt SBUF för finansiellt stöd.

# SAMMANFATTNING

Greenworks har samlat data för att utveckla ett nytt typ av fasadmaterial. Greenworks vill skapa ett levande fasadmaterial bestående av specifika komponenter som tillåter att fröer gror på vertikala ytor. Genom litteraturstudier , workshops och utlåtande har Greenworks tagit fram ritningar för ett panelsystem som möter byggtekniska krav från byggindustrin samt är en enkel produkt för underentreprenörer att montera.

# INNEHÅLL

<b>1. INTRODUKTION</b>	<b>4</b>
<b>2. BAKGRUND</b>	<b>4</b>
<b>3. PROJEKTERING</b>	<b>4</b>
3.1 TIDPLAN	5
<b>4. METODIK</b>	<b>5</b>
<b>5. RESULTAT</b>	<b>5</b>
5.1 DESIGN	5
5.2 MONTERING OCH INSTALLATION	6
5.3 PRODUKTIONSKEDJA	7
5.4 BYGGTEKNISKA EGENSKAPER, UTLÅTANDE OCH CASE STUDY	7
<b>6. SLUTSATSER</b>	<b>10</b>
6.1 FÖRESLAGEN FORSKNING	10
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b>	<b>10</b>
<b>BILAGOR</b>	<b>11</b>

# 1. Introduktion

Greenworks mål med studien och projektet har varit att skapa ett nytt typ av grönt fasadmateriale som är enkelt för underentreprenörer att installera. Vanligtvis krävs det att växtväggar installeras av specialister växtväggar agerar ofta endast som yttre skal för byggnader utan att äga byggfysiska egenskaper. Syftet av projektet och studien är därför att skapa en ny typ av växtvägg, ett fasadmateriale bestående av paneler, som äger byggfysiska egenskaper, är enkelt att installera på nyproduktion samt äldre byggnader, och är estetiskt tilltalande.

## 2. Bakgrund

Majoriteten av dagens växtväggar består av en sandwich-konstruktion. Greenworks produkt består av regelverk där tätskikt monteras på, vilket lämnar en luftspalt mellan tätskikt och fasad. Ett filtsystem, med kapilära egenskaper och försydda fickor för att plantera växter i fästs på tätskiktet. Droppslangar fästs i filten och vatten kopplas på. Bevattning sker automatisk vid specifika tillfällen. Växter planteras i fickorna. Överflödigt vatten leds till dagvattenbrunnar eller samlas upp i tank för återanvändning.

Greenworks är helleverantörer av växtväggar. Greenworks monterar sandwich-systemet, installerar bevattningsautomatiken, planterar växter och har hand om skötsel.

Att skapa en växtvägg som också är ett fasadmateriale bidrar inte enbart med byggfysiska egenskaper för byggnaden men minimerar arbetsinsatser och gör det möjligt för andra byggföretag än, i detta fall, Greenworks att montera och installera.

Växtväggar är ett nytt sätt att få in grönska i städer. Växter har positiva egenskaper för urbana miljöer och gynnar de i form av ekosystemtjänster (Blomqvist, 2014). Detta inkluderar temperaturreglering, dagvattenfördröjning och bullerdämpning. Att skapa denna produkt ökar tillgängligheten för växtväggar och möjliggör enklare installation för byggföretag.

Detta SBUF-projekt har lett till kunskap gällande skapandet, designen och produktion av fasadmaterialet. En panel består av ram, substrat, fröer och tätskikt, och flera paneler bildar det nya fasadmaterialet med skyddande egenskaper för byggnader och är estetiskt tilltalande.

## 3. Projektering

Greenworks har lett projektet och är behovsägare av produkten. Peab och Briab har agerat partners genom projektets gång och bidragit med workshops och byggspecifika detaljritningar samt utlåtanden. K-Lab och Akustikbyron har varit delaktiga som konsulter och bidragit med utlåtanden.

Projektet har pågått över en sex månaders period. All datainsamling, information, exempel och slutsatser från workshops samt utlåtanden har lett till att Greenworks är närmre en slutgiltig produkt.

### 3.1 Tidplan

Beskrivning av aktivitet inkl mål	Ansvarig	Period/datum
Projektering och litteraturstudier samt nulägesanalys	Peab, Greenworks	juni-sep
Konsultation gällande certifiering, skall-krav och bör-krav	Peab Teknik, Briab, Greenworks	sep-okt
Konsultation gällande utformning av panel (logistik, installation, service)	Peab, Greenworks, K-lab	okt-nov
Sammanställning av resultat samt FoU rapport	Peab, Greenworks	Dec

Figur 1. Tidplan

## 4. Metodik

Projektet är baserat på litteraturstudier, workshops, utlåanden och fysiska tester. Litteraturstudien består av artiklar om byggfysik. Workshop har genomförts med delaktiga parter där byggspecifika aspekter gällande panelen har diskuterats. Utlåanden har kommit från externa konsulter. Greenworks har skapat ritningar och prototyper baserat på insamlad data och utför fysiska tester av paneler i slutna miljö (Se bilaga 2 och 3).

## 5. Resultat

Resultaten

### 5.1 Design

För att skapa enskilda paneler som är enkla att hantera samt montera har paneler fått följande design:

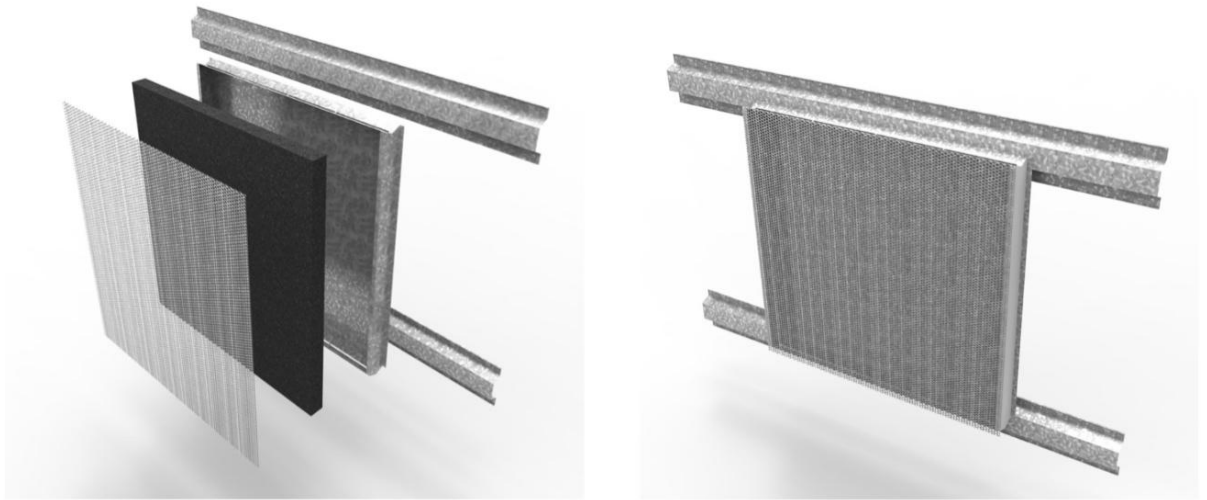
Mått: 600x600x60mm.

Vikt: Ca 8kg i torrt tillstånd och utan tillväxt av växter.

Material:

- Tätskikt: Rostfritt stål
- Ytskikt: Sträckmetall (i galvaniserat stål)
- Substrat: Pimpsten, biokol och fröer

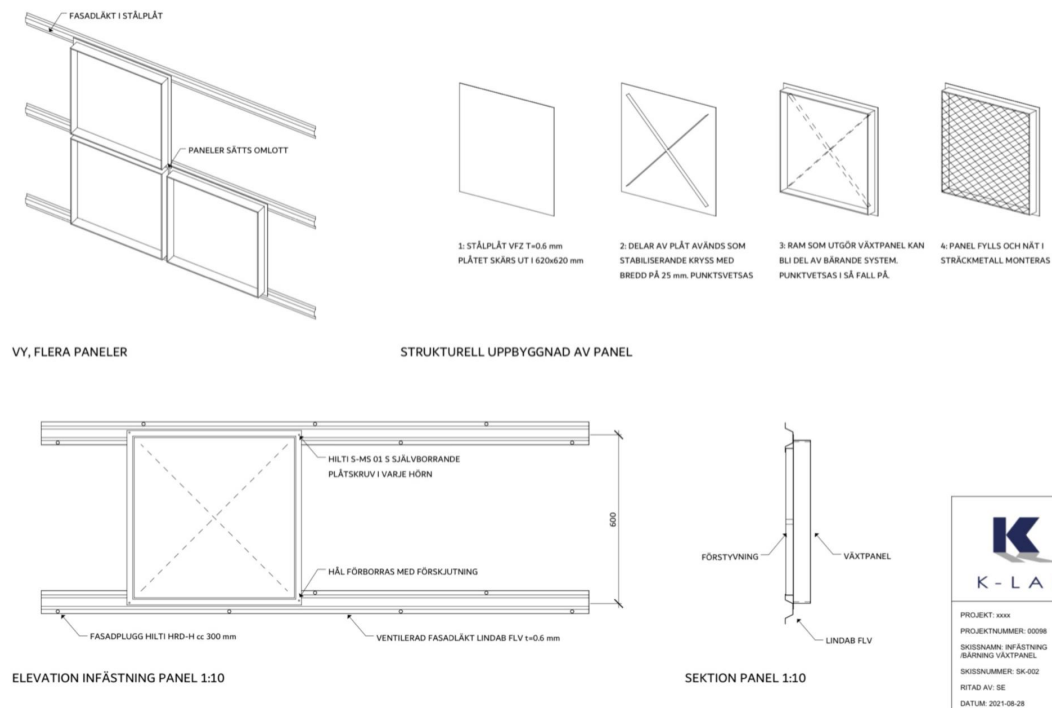
Designen tillåter droppslang att föras in i övre delen. Dräneringshål finns i varje panel. Sträckmetallen hindrar substratet från att falla ur. Tätskiktet tillåter montering på skena och möjliggör luftspalt. Tätskiktet hindrar vatten och växter, inklusive rötter, att tränga igenom mot byggnaden.



Figur 2. Paneldesign

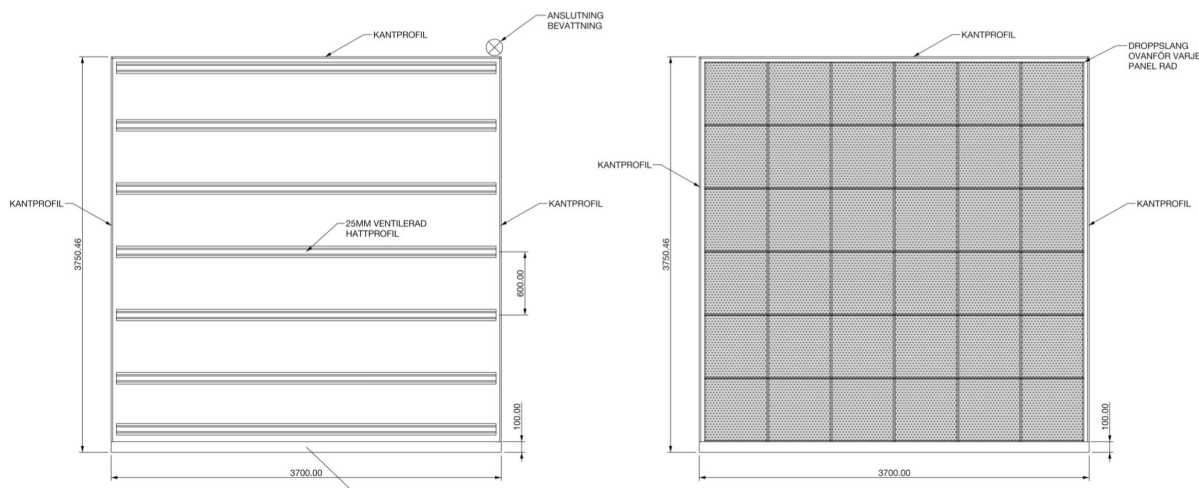
## 5.2 Montering och installation

Monteringen och installation sker i tre steg. Först monteras infästningsskena på existerande vägg. Sedan skruvas individuella paneler på skenan. Sist förs droppslangar igenom panelerna och vatten kopplas på.



Figur 3. Infästning och bäring

Tillsammans skapar panelerna ett fasadsystem. För att täcka hela väggar, och ledas kring fönster och dörrar, och andra avvikelser från väggen, kommer platsspecifika paneler med avvikande mått att behöva produceras samt uppsamlingsrännor vid avvikelser för dränering. Detta är också lämpligt för att säkerställa att ingen fukt tränger igenom (Pettersson & Olsson, 2019).



Figur 4. Fasadsystem

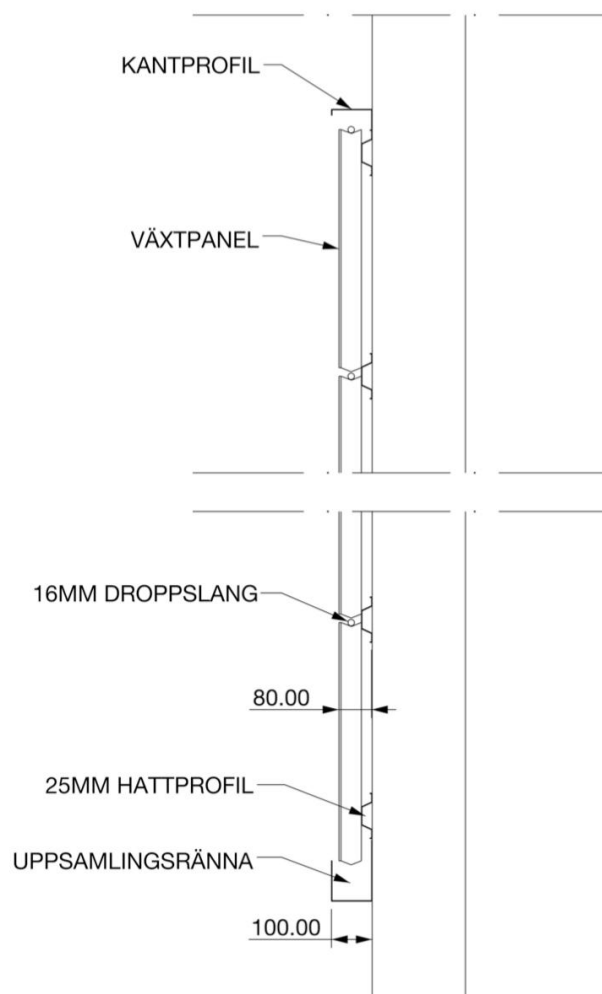
### 5.3 Produktionskedja

Greenworks har gjort studiebesök hos Häfla Bruks AB. Ritningar för enskilda paneler har presenterats och diskuterats. Det är fullt möjligt att panelerna producerade enligt Greenworks krav.

### 5.4 Byggtekniska egenskaper, utlåtanden och case study

Design och sammansättningen av paneler gör fasadmaterialet till ett vattenavledande ytskikt. Luftspalten bidrar till att minska tryckskillnaden mellan fasaden och bärande vägg, alltså att vatten ej trycks in (Falk, 2010)(Persson & Silén, 2012).





Figur 5. Luftspalt

#### Utlåtande gällande brandrisk från Briab AB

- För att kunna använda systemet oberoende av byggnadens övriga utformning (ev. sprinkler, begränsad brandcellsindelning, endast på delar av ytterväggen och liknande) behövs fullskaletest som visar att föreskrifterna i Boverkets byggregler uppfylls (brandspridning längs fasadytan, brandspridning inne i konstruktionen och att större delar inte faller ner från fasaden)
- Fasaden är ett levande material som genomgår olika skeden, det är viktigt att identifiera vilka skeden som är kritiska och vad som behöver testas (från direkt efter bygget med rent substrat innan något börjat växa, till fullt utväxt under en torrperiod)
- Brandegenskaperna för odlingssubstratet är intressant (hur inverkar t.ex. biokol?), men borde gå att testa i mindre skala till att börja med
- Hur utvecklas odlingssubstratet över tid? Ökar mängden organiskt material med hänsyn till att rötter växer in?
- Kan vi med säkerhet säga att vi inte får någon inväxning i luftspalten?

- *Utformningen av själva odlingskaret kan ge möjligtvis en positiv effekt sett till vertikal brandspridning, i alla fall i själva odlingssubstratet.*

- *Det finns två huvudspår gällande testning:*

*1. Utgå från ett worst case-scenario där växtväggen är uttorkad (Vad är då rimlig fukthalt? Hur lång tid tar det?). Klaras detta testet är brandegenskaperna oberoende av att bevattningssystem och liknande fungerar och är redundant, vilket såklart är fördelaktigt ur ett kostnadsperspektiv.*

*2. Utgå från att växtväggen alltid har tillgång till bevattning som med hög sannolikhet och god redundans fungerar och istället testa en vägg som är med en högre fukthalt (vad är då rimlig fukthalt? Är det vintern som blir dimensionerande då, när växterna är i dvala och ingen bevattning sker?). Detta spår kommer kräva mer omfattande övervakning av bevattningssystem och fukthalter samt sannolikt någon form av redundans i vattentillgången, t.ex. tank med regnvatten eller liknande för att hantera torrperioder.*

### **Utlåtande gällande akustiska egenskaper från Akustikbyron AB**

- *Hattprofil som ritningarna inkluderar är positivt.*
- *Hattprofil betyder att det finns bra ljudförlust.*
- *Fysiska tester krävs för att skapa en mer precis uppfattning av hur panelerna och växterna kan påverka akustik.*

### **Case study STENI (Försett av Peab)**

- *Enhetstiden för att montera en fasadskiva är 0,5tim/m<sup>2</sup> (inkl EPD-gummi).*
  - *Ca 0,1tim/m<sup>2</sup> med hattprofiler, oavsett horisontellt eller vertikalt montage.*
- *Montage av foglister och ytterhörnsprofiler ingår inte i enhetstiderna.*
  - *Klätterställning har inget höjdtillägg, att föredra vid montaget.*
- *Prisbild för cementbaserade skivor, priser under perioden 2020-05-01 till 2021-04-30.*
  - *Ytbeläggning, kulör och material kan skilja vilket påverkar kostnaden. Sammanställningen innehåller mix av olika cementbaserade fasadskivor så ser ni vad kostnadsspannet ligger på.*
    - *Leverantör 1 = 230-340kr/m<sup>2</sup>*
    - *Leverantör 2 = 330-520kr/m<sup>2</sup>*
    - *Leverantör 3 = 550-590kr/m<sup>2</sup>*
    - *Leverantör 4 = 330-490kr/m<sup>2</sup>*
    - *Leverantör 5 = 420-550kr/m<sup>2</sup>*
- *Tillkommande kostnader:*
  - *EPDM band 70 eller 100m = 15-25kr/löpm*
  - *Förborrning = 7-8kr/hål*
  - *Skruv kulöranpassad = 2-3kr/st*
  - *Kapning skiva = 18-25kr/löpm = projektanpassning*

Med hjälp av utlåtandena från Briab och Akustikbyron kan Greenworks fortsätta arbeta med förbättringar av produkten. Case study från STENI har gett en inblick i arbetskostnader för ett enkelt att montera fasadmaterial.

## 6. Slutsatser

Greenworks har med hjälp av alla deltagande parter och SBUF skapat ritningar av moduler i ett fasadsystem som möter krav från byggindustrin och är anpassat för att vara så enkelt som möjligt för underentreprenörer att installera och montera. Byggtekniska och byggspecifika aspekter som mått, vikt, fukt och brand har undersökts. Med datan har Greenworks kunnat bygga prototyper som testas i slutna miljöer. Med litteraturstudier, workshops och utlåtande kommer Greenworks förbättra sina prototyper och till våren 2022 tillverka ett antal för att installera som fasadsystem och ytterligare utvärdera dess konstruktion samt funktion.

### 6.1 Föreslagen forskning

Greenworks vill fortsätta att förbättra sitt levande fasadmaterial och kommer därför utvärdera kompositionen i substratet för att få en optimal nivå av fröer som gror. Mer utförliga brandutlåtande och brandtester, samt akustiska tester, bör i framtiden utföras.

Greenworks undersöker också möjligheterna att förenkla produkten ytterligare. Detta inkluderar att undersöka under vilka omständigheter och vilka underlag (se bilaga 1) panelerna kan monteras direkt på vägg istället för på skena.

Greenworks undersöker också möjligheterna att använda regnvatten från tak direkt i panelerna.

#### Litteraturförteckning:

Falk, J. (2010). Ventilerad luftspalt i yttervägg : luftomsättningar och konvektiv fukttransport. Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Persson, J., & Silén, J. (2012). Fuktkvalitetssäkring vid byggande av småhus: Framtagande av checklistor.

Pettersson, B., & Olsson, C. (2019). Underlag för projektering av ytterväggar: Kvalitativ analys av ytterväggar ur ett livslängdsperspektiv med fokus på fuktsäkerhet, robusthet och kostnad.

Blomqvist, I. (2014). Ekosystemtjänster som planeringsverktyg.

Svensk Byggtjänst (<https://byggtjanst.se>)

# Bilagor

**YV101**  
Yttervägg tegelfasad  
stälreglar

- 108 Kramlad tegelfasad
- 40 Luftspalt
- 30-50 Mineralullsboard\*
- 9 Vindskiva typ Weatherboard eller likvärdigt. Skivskarvar tätas (tejpas) enligt leverantörens anvisningar.
- Mineralull + stående stälreglar
- 0.2 Plastfolie
- 45 Installationsspalt, mineralull + stälreglar
- 12.5 Gips\*

**YV102**  
Yttervägg putsfasad  
stälreglar\*\*

- 12.5 Fasadputs
- Aquapanel
- 25 Ventilerad fasadläkt\*
- 30-50 Mineralullsboard\*
- 9 Vindskiva typ Weatherboard\* eller likvärdigt. Skivskarvar tätas (tejpas) enligt leverantörens anvisningar.
- Mineralull + stående stälreglar
- 0.2 Plastfolie
- 45 Installationsspalt, mineralull + stälreglar
- 12.5 Gips\*

**YV03**  
Yttervägg tegelfasad  
träreglar

- 108 Kramlad tegelfasad
- 40 Luftspalt
- 50 Mineralullsboard\*
- 9 Vindskiva typ Weatherboard eller likvärdigt. Skivskarvar tätas (tejpas) enligt leverantörens anvisningar.
- Mineralull + stående träreglar som ska stå på plastdistans i underkant samt stålsyfl.
- 0.2 Plastfolie
- 45 Installationsspalt, mineralull + träreglar
- 12.5 Gips\*

**YV04**  
Yttervägg putsfasad  
träreglar\*\*\*

- 12.5 Fasadputs
- Aquapanel
- 25 Ventilerad fasadläkt\*
- 50 Mineralullsboard\*
- 9 Vindskiva typ Weatherboard\* eller likvärdigt. Skivskarvar tätas (tejpas) enligt leverantörens anvisningar.
- Mineralull + stående träreglar som ska stå på plastdistans i underkant samt stålsyfl.
- 0.2 Plastfolie
- 45 Installationsspalt, mineralull + träreglar
- 12.5 Gips\*

**YV05**  
Yttervägg putsfasad  
stälreglar\*\*

- 12.5 Fasadputs
- Aquapanel
- 25 Ventilerad fasadläkt
- 9 Vindskiva typ Weatherboard eller likvärdigt. Skivskarvar tätas (tejpas) enligt leverantörens anvisningar.
- Mineralull + stående stälreglar
- 0.2 Plastfolie
- 45 Installationsspalt, mineralull + stälreglar
- 12.5 Gips\*

Beroende på energikrav kan denna väggtyp anses otillräcklig. I dessa fall föreslås YV102

**Förklaringar**  
Information om vilka byggprodukter och material som är klassade i BVB, Basta, och Svanen återfinns i dokumentet "Miljöinformation BTL"

Gips\*  
Dubbla skivor gips kan behövas beroende på ljudkrav

Ventilerad fasadläkt\*  
Fästs in via plåtbeslag Europrofil eller likvärdigt. alt. med med Z-profiler.

Mineralullsboard\*  
Typ Paroc WAS 50 eller likvärdig

Weatherboard\*  
alt. vindduk Tyvek eller likvärdig.

\*\* Tvåstegstätad ventilerad prefabricerad utfackning med stälreglar ofta med valvstångare monterad på elementet. Konstruktionen efterisolerar efter tät tak.

\*\*\* Tvåstegstätad ventilerad vägg med träreglar, kräver att taket är tät och väderskyddad ställning från takfoten och ned före igångsättning.

**Hänvisningar**  
Se även anslutningsdetaljer vid sockel, tröskel, bjälklag, balkong, takfot och fönster m.m som redovisas på separata ritningar.

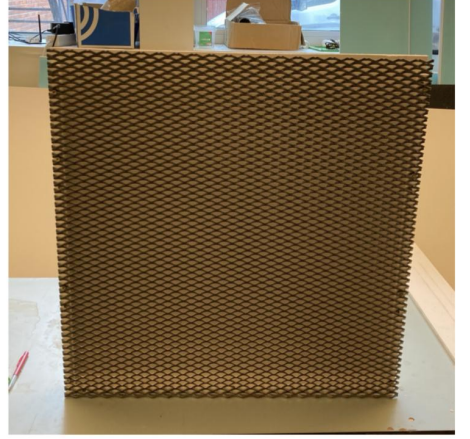
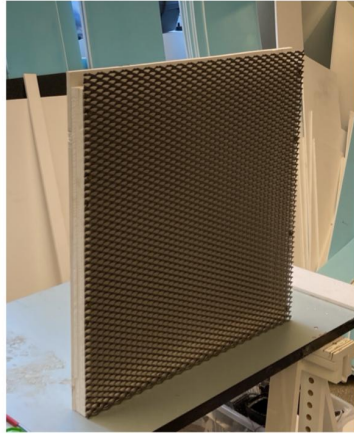
Denna ritning är en s.k. typritning som utvisar principlösningar. Lösningarna är ej dimensionerade eller arkitektoniskt utformade. Lösningarna skall i samtliga fall kontrolleras av för projektet ansvarig konstruktör som därigenom tar ansvar för lösningens riktighet.

<b>PEAB</b>		
Datum	Kontaktperson	Granskad
2021-03-30	Clas Dalman	Clas Dalman
Innehåll		
Typritning - ytterväggar		
Skala	Nummer	IBet
Ej skalenlig	BE-42-4-001	

## Bilaga 1.



*Bilaga 2.*



*Bilaga 3.*