

Delrapport "Fuktsäkra utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad"

Anders Gustafsson, SP Trätek
Rolf Jonsson, CPM

Förord

Föreliggande slutrapport presenterar resultat från projektet ”Fuktsäkra utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad”. Slutrapporten utgör ett samlat resultat om användningen av utfackningsväggar i Sverige och vilka möjligheter det finns att förbättra befintlig teknik.

Finansiärer i detta förstudieprojekt var Södra skogsägarna och SBUF via Wästbygg. I projektarbetet har följande företag och organisationer deltagit, SP Trätek, SP byggnadsfysik, Sveriges Byggindustrier/FoU-väst, JM, Skanska, PEAB, Wästbygg, Attacus Jämtlandshus och Isover.

Vi vill rikta ett varmt tack till alla deltagare för entusiasm och mycket gott samarbete. Förhoppningsvis har vi bidragit för att utveckla byggandet i Sverige.

Skellefteå 2008

Anders Gustafsson
SP TRätek

Göteborg 2008

Rolf Jonsson
CPM

Innehållsförteckning

1	Utfackningsväggar i Sverige	5
2	Utfackningsväggar i Europa	5
3	Slutsatser/Diskussion	6
	Appendix A: Delrapport 1	9
	Appendix B: Delrapport 2	9

Sammanfattning

Föreliggande förstudie hade till syfte att undersöka förutsättningarna för att väsentligt förbättra fuktsäkerheten i utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad. Inledningsvis skulle erfarenheter och kunskap inhämtas från litteratur, forskare, entreprenörer och dess underleverantörer för att ge en samlad bild av utvecklingen och de problem som varit förknippade med utfackningsväggar beträffande fuktsäkerhet. Utvecklingen har sedan början av 2000-talet gått mot minskad prefabricering och därmed ökade produktionskostnader. Detta har dock genomförts för att man på ett snabbt och relativt enkelt sätt skall få fuktsäkerheten under kontroll.

Arbetet i projektet har till stora delar genomförts genom att studera vad som tidigare har utförts i olika forsknings- och utvecklingsprojekt. Utöver detta har intervjuer och studiebesök genomförts hos leverantörer av utfackningsväggar och på byggarbetsplatser där montagearbete pågick.

Sammantaget visar resultaten av förstudien att det finns en klar potential till förbättringar av fuktsäkerheten i utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad. Genom standardiserade lösningar i tillverkning och process bör högre kvalitet uppnås. Nya material till ut- och invändiga ytskikt skapar ytterligare möjligheter.

Potential finns även vid anpassning av system för montage och infästning av väggarna som kan ge betydligt ökad täthet för väggelementen.

Dokumentation och spridning av kunskap till projektörer och tillverkare har också identifierats som en viktig del för att uppnå bättre funktion under byggtiden men även för att säkerställa kvalitén under hela byggnadens livstid.

1 Utfackningsväggar i Sverige

Denna del av förstudien innehåller en bakgrund till varför det råder en tveksamhet till att använda utfackningsväggar i Sverige. Arbetet har till stora delar genomförts genom att studera vad som tidigare har utförts i olika forsknings- och utvecklingsprojekt. Detta tillsammans med kontakter med leverantörer av utfackningsväggar och besök på byggarbetsplatser har gett en bild av vad som upplevs som problem med utfackningsväggar. Svaga delar ur täthets- och fuktsynpunkt har genomlysts och förslag till potentiella förbättringar har angivits.

Störst förbättringspotential ligger bland annat i att förbättra montaget och förbättra tätheten kring utfackningselementet till stommen. Lösningen med tryckta tätningar som man använder i Holland är mycket intressant eftersom den både löser problem med täthet och även delvis problemet med utfackningselementets passform i stommen. Störst framgång får man om man utvecklar ett system som omfattar utfackningsvägg, montageelement och stommens utformning där väggarna skall monteras. I övrigt är det givetvis viktigt att tänka på fuktsäkerheten i hela produktionsprocessen, detta är dock inget specifikt för arbetet med utfackningsväggar. Man skall dock framhålla att stora delar av de problem med fuktsäkerheten i prefabricerade utfackningsväggar som beskrivits i denna rapport löses om ett ordentligt väderskydd används. Väderskydd medför givetvis ökade kostnader men samtidigt en rad fördelar och besparingar i form av tex. ökad produktivitet vid dålig väderlek.

Ytterligare information om utfackningsväggar presenteras i appendix A

2 Utfackningsväggar i Europa

Inom projektet har kontakt tagits med företrädare för träbranschen med kännedom om tillverkare och tillverkningsmetoder i ett antal länder. Med beaktande av kontaktnät och var träbyggande är vanligast förekommande förutom i Norden kontaktades följande länder, England, Skottland, Tyskland, Holland och Österrike. Dokumentation och information från konkreta studier om metoder, utföranden för utfackningsväggar är få. Enbart i Holland respektive Österrike har vi funnit att ett mera genomgripande arbete utförts.

Holland använder utfackningsväggar relativt frekvent. Statistik av andelen utfackningsväggar i relation till antalet nybyggda lägenheter saknas. En god uppskattning efter kontakt med en av Hollands större byggentreprenörer är att andelen lätta utfackningsväggar använts i 40-60 % i de byggen där bärande betong utnyttjas till stomme för byggnaden. Speciellt för högre byggnader över fyra våningar används utfackningsväggar. Övervägande andelen utfackningsväggar är med färdig insida, isolering och utvändigt fukt- och vindskydd.

Utformning, tillverkning samt montage baseras på väl dokumenterade ”standardiserade” lösningar. Projektörer, tillverkare och byggare känner väl till de lösningar som används.

I Österrike och Tyskland används konstruktioner med likartad utformning som vi använder i Sverige. Österrike har dock tagit fram dokumentation för dimensionering, utformning m.m. som kan vara till hjälp för projektörer, tillverkare och byggare.

Ytterligare information om tillverkning, utformning och montage i Holland respektive Österrike presenteras i Appendix B.

3 Slutsatser/Diskussion

3.1 Varför har man hög förtillverkning av utfackningsväggar i Holland men inte i Sverige?

I Holland bygger man prefabricerade utfackningsväggar med hög färdigställandegrad, med inre och yttre beklädnadsskiva på reglar och med mellanliggande isolering. Man säger sig inte ha några fuktproblem om bygget har normal framdrift och väggarna exponeras mot väder och vind i måttlig omfattning. I Sverige däremot, har prefabricerade väggar normalt låg färdigställandegrad, med endast utvändig skiva på reglar. Varför klarar man så högt färdigställande i Holland och inte i Sverige?

- I Holland har man en annan teknisk lösning än i Sverige med:
 - Fibergips istället för kartonggips invändigt. Fibergipsskivorna är betydligt tåligare mot fukt och väta än kartonggipsen. Invändigt regnvatten mot väggen under byggtiden vållar mindre eller inga skador.
 - En vattentät men diffusionsöppen duk utvändigt istället för skivbeklädnad. Ifall vatten kommer in i väggen kan det enkelt torka ut. Duken appliceras med övermått så att tätning enkelt kan åstadkommas mot angränsande väggar eller stomme.
- I Holland har man standardiserat gränssnittet mellan utfackningsväggselementen och mellan utfackningsvägg och stomme. Denna ”defacto”-standard omfattas av hela branschen, från konstruktörer till leverantörer och entreprenörer. Alla vet vad som gäller och hjulet behöver inte uppfinnas för varje nytt projekt. Det får till följd att:
 - De utprovade lösningarna är testade och har bättre kvalitet och man får mindre fel genom hela leveranskedjan.
 - Kopplingsdetaljer etc. tillverkas i stora serier vilket gör att materialkostnaden blir låg.
 - Arbetskostnaden blir lägre i alla led. Den standardiserade lösningen blir billigare att utföra för konstruktörer, vägg tillverkare och byggentreprenör.
- Genom standardiseringen har återupprepning i tillverkningen kunnat åstadkommas och väggarna därför kunnat tillverkas med industriella metoder.
 - Genom industriell tillverkning har kostnaden minskat och kvaliteten ökat
 - Med god konkurrenskraft för produkten har flera företag etablerat sig och utvecklingen har drivits vidare samtidigt som konkurrensen ökat.

Det finns meteorologiska skillnader mellan Holland och Sverige. Det torde dock regna och blåsa ungefär lika mycket i Holland som i västra Sverige, men temperaturen på vintrarna är högre. Det borde alltså inte vara gynnsammare klimat i Holland än i Sverige. Bland annat på grund av det mildare klimatet har man i Holland mindre

isolering i väggarna än i Sverige. Uppfuktad isolering tar naturligtvis kortare tid att torka än tjockare, men eftersom man inte säger sig uppleva fuktproblem borde inte heller detta vara en relevant fråga.

3.2 Vad krävs för att vi i Sverige ska använda prefabricerade utfackningsväggar med hög förtillverkning?

Det är uppenbart att en ökad förtillverkning, baserad på de standardlösningar som används i Holland, är mer ekonomiska än de vi huvudsakligen använder i Sverige idag.

Ingående material, större tillverkning i fabrik istället för på byggarbetsplats samt montagearbetet på bygget är alla faktorer som talar för en lägre kostnad. Dessutom kan en snabbare framdrift med snabbare tätt hus dessutom förkorta byggtiden och därför få positiva ekonomiska konsekvenser.

Varför har man inte anammat den ”Holländska metoden” i Sverige? Det finns som vi ser det några angörande skäl till detta:

Väggkonstruktion

Av tradition bygger vi i Sverige väggar med insida av kartonggipsskivor och utsida av gips eller annat skivmaterial. Med dessa lösningar väl etablerade hos projektörer, byggare och beställare, har andra lösningar haft svårt att hävda sig. Tillverkare av andra material har också varit dåliga att marknadsföra andra lösningar ur ett helhetsperspektiv.

Standardisering av knutpunkter

Idag används inga standardiserade lösningar som är väl kända av alla parter i byggprocessen.

Industriell tillverkning

Elementen tillverkas idag ofta med låg förtillverkningsgrad och med en låg grad av industrialisering vare sig de tillverkas på fältfabrik eller på fabrik off-site.

3.3 Förslag till fortsatt arbete

Införande av ”ny” teknik innehåller alltid ett antal riskmoment. Byggare och byggande är av tradition relativt konservativa i sitt bruk av nya material och metoder. Val av fel metod eller produkt inom byggandet får ofta stora ekonomiska konsekvenser. Det är komplicerat och kostsamt att göra provserier, testa och invänta resultat. En ny metod innebär alltid en viss risk och bör därför föregås av noggranna överväganden.

Innan introduktion av utfackningsväggar enligt holländskt modell kan utföras bör risker avseende teknik och material utredas. Dessutom bör ledande företrädare för branschen frågas om de tror på en ”defactostandard” för dessa produkter och om så är fallet ta fram ett förslag till genomförande av detta.

Vad skulle då krävas?

Genom förändring av konstruktion och genomförande av standardisering skapas lägre kostnader för såväl produkt som process. Det uppstår en efterfrågan på denna produkt. Det skapas alltså en marknad för att förtillverka elementen på ett mer industriellt sätt. Genom automation och användande av moderna IT-hjälpmiddel kan produktionen göras effektivare och produkterna än mera konkurrenskraftiga.

För att uppnå högre kvalitet och säkerställa användningen av utfackningsväggar krävs därför insatser inom tre huvudområden:

- Klarläggande av ett antal tekniska frågeställningar.
- Utarbetande av standardiserade lösningar som är väl förankrade hos byggprocessens parter.
- Förbättrad information.

Klarläggande av ett antal tekniska frågeställningar

Utvändig vattentät diffusionsöppen duk

Utvändig duk som är vatten- och vindtät men diffusionsöppen används i stor utsträckning i Europa och Nordamerika. Duken fungerar väl och funktionen är väl dokumenterad. För svenska förhållanden med större isoleringstjocklekar kan eventuellt problem uppstå då yttre delarna av väggen eventuellt innehåller luft med relativ fuktighet, RF, på 75% under en längre tid eftersom duken inte har någon nämnvärd termisk isolerande förmåga. Det kan innebära påväxt av svamp i yttre delarna av väggen såväl på regler som nedsmutsad isolering, duk eller skivor. Motsvarande problematik gäller troligen för alla typer av vindskydd med liten termisk isolerande förmåga.

Ökade luftrörelser bakom en utvändig duk har under åren diskuterats vara en av nackdelarna vid användande av icke styva material. Luftrörelserna ger en försämring av den termiska isoleringens funktion. Hur stor och om det är ett problem bör belysas.

Invändig gips

Till skillnad från Sverige används uppenbart fibergipsskivor i större omfattning. Invändig kartonggips är inget problem under brukstiden om den inte uppfuktas vid montage. Fibergipsskivans uppbyggnad talar för att den bör tåla mer fukt än kartonggips. Medel och metoder som används för att sanera invändigt uppfuktade fibergipsskivor kan också vara till fibergipsskivans fördel. Det saknas dock verifierat underlag att så är fallet. Kostnaden för fibergips är troligen något högre än för kartonggips.

Utarbetande av standardiserade lösningar som är väl förankrade hos byggprocessens parter

Med beprövade, standardiserade lösningar avseende knutpunkter i anslutning mot stommen, rationaliseras hela processen. Alla i kedjan känner lösningarna och det blir inga kommunikationsmissar och rätt från början. Dessa detaljer kan tillverkas i större serier med lägre kostnader som följd.

Förbättrad information.

För att uppnå ökad användning och industrialisering av utfackningsväggar är det vår uppfattning att det krävs bra information som innehåller väl utarbetade detaljlösningar. Informationen bör vara väl förankrad i hela kedjan, projektörer, tillverkare, entreprenörer och beställare. Implementeringen måste förankras i branschen och planeras väl.

Appendix A: Delrapport 1

Appendix B: Delrapport 2

Appendix A: Delrapport "Fuktsäkra utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad"

Anders Rosenkilde
Anders Gustafsson
Kristina Mjörnell

Delrapporten finns även utgiven som SP Rapport
P602169-1

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	4
2	Utveckling och erfarenheter	5
3	Förslag till utveckling av nya lösningar	7
4	Fuktsäkerhet	12
5	Slutsatser och diskussion	15
6	Referenslista	16

1 Bakgrund

Utfackningsväggar av trä för flerbostadshus med stomme huvudsakligen av betong har till stor del prefabricerats i olika grader på fabrik. Fuktp Problemen i denna väggtyp under byggskedet har dock medfört att prefabriceringsgraden minskat väsentligt sedan de uppmärksammade fuktproblemen i Hammarbysjöstad hösten 2002, [1]. Innan 2000 levererades utfackningsväggarna ofta med utvändig skiva av gips, isolering, eventuella fönster och dörrar, invändig ångspärr i form av 0,2 mm byggfolie i polyeten och ibland med invändig skiva av gips. Det fanns dock många varianter på prefabriceringsgraden men generellt var den högre än idag. I dagsläget prefabriceras utfackningsväggarna i fabrik eller fältfabrik dock utan isolering, ångspärr och invändig skiva. På flera större byggen förekommer även att man bygger partierna på plats i stommen vilket är en mycket flexibel lösning, *Figur 1*. Det finns dock byggare och platschefer som anser att den ökade flexibiliteten avseende främst anpassningen till stommen och möjlighet till att styra fuktsäkerheten överväger de högre produktionskostnaderna.



Figur 1. Utfackningsvägg med plåtreglar och träreglar som byggs på plats med utvändig skiva typ Glasroc som monterats kontinuerligt över bjälklagsgränserna och utan håltagning för fönster för att snabbt erhålla ett tåligt väderskydd.

Gemensamt för flertalet aktörer är dock att man gärna vill se en utveckling av robusta fuktsäkra utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad med ett väl genomtänkt system för montage och tätning. Detta är redan verklighet i tex. Holland varför det inte är en omöjlig utveckling, se *Figur 2*. Stor möda måste dock läggas på att utveckla och visa en robust fuktsäkerhet samt den totala lösningens kostnadseffektivitet.



Figur 2. Utfackningsvägg med hög prefabriceringsgrad som tillverkas på fabrik i Holland

2 Utveckling och erfarenheter

Flertalet byggare med underentreprenörer har tagit fuktproblematiken i utfackningsväggarna på allvar efter de uppmärksammade händelserna i Hammarby Sjöstad. Flera projekt och examensarbeten har genomförts i samverkan med olika aktörer i sektorn. En större och bredare studie genomfördes på nordisk och delvis europisk basis avseende utfackningsväggar med stomme av trä, [2]. En handbok har tagits fram för lätta ytterväggar i stål där bland annat utfackningsväggar behandlas, [3]. I ett utvecklingsprojekt studerade man möjligheten att utföra utfackningspartier av EPS-betong, [4]. En annan handbok har tagits fram i Tyskland med inriktning på utfackningsväggar med stomme i trä, [5]. Vid Tekniska Högskolan i Jönköping har fyra examensarbeten genomförts med inriktning på utfackningsväggar, i dessa behandlas fuktsäkerhet, materialval, prefabriceringsgrad mm, [6, 7, 8, 9]. Ett examensarbete vid Chalmers behandlade generellt fuktsäkerhet där man bland annat behandlar utfackningsväggar. Generellt kan man säga efter att studerat samtliga dessa arbeten att de beskriver fuktproblematiken med utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad. De lösningar som presenteras avser huvudsakligen byggprocessen alternativt utbyte av material till mer fukttåliga. Den lösningen som flertalet entreprenörer valt är utfackningspartier med stomme av trä eller stål som levereras från fabrik eller fältfabrik med utvändig skiva och eventuella fönster och dörrar. Fördelen med denna lösning är att den lätt kan torka ut om fukt kommer in samt att det är lätt att kontrollera fuktpåverkan visuellt och med mätinstrument. Nackdelen är mer materialhantering på byggarbetsplatsen och längre byggtid.



Figur 3. Utfackningsväggar med stomme av trä och stål balk som prefabricerats på fabrik med ett väl utfört fuktskydd med armerad plast, plåtbleck för vattenavledning och lister för god förankring av den fuktskyddande plastfilmen

Erfarenheter från de byggtreprenörer som intervjuats är att fuktproblemen med utfackningsväggarna uppstår normalt efter montage och innan fasaden är tät och klar. Vanligast är läckage där vatten tränger in i fogarna runt om utfackningsväggarna och sedan in i väggen. Ett viktigt område för utveckling är därför montage och tätning längs kanterna på utfackningsväggarna. Perioden då utfackningsväggarna utsetts för väder och vind i stommen kan variera mellan någon månad till ett halvår. Vid byggnation av småhus levereras väggarna ofta med färdig fasad och tid till tät fasad och klimatskärm är därför mycket kort vilket medför mycket små problem med hög prefabriceringsgrad i dessa väggelement. Utvecklingen av lösningar för ökad fuktsäkerhet bör alltså koncentreras till ett robust fuktskydd som skall fungera efter det att utfackningsväggarna monterats i stommen.

3 Förslag till utveckling av nya lösningar

3.1 Funktion och befintliga lösningar hos utfackningsväggar

Utfackningsväggar har ett antal funktionskrav som måste uppfyllas. Väggen skall fungera som skydd mot väder och vind samt vara rationell vid tillverkning och montage. Väggen skall ha tillräcklig styvhet och styrka för att motstå transporter, lyft och yttre påverkan. Materialet i en utfackningsvägg består av vindskydd (utvändig gips eller vindtät papp), bärande ramverk, ångspärr och invändig beklädnad (gips, spånskiva).

Infästningar av planelementen kan ske enligt ett antal alternativ. Vanliga förfaranden är att fästa partierna med bultar genom träreglar, se *Figur 4*, eller med specialbeslag. Efter monteringen av planelementet är nästa steg att täta mot anslutande väggar. Tätningen görs genom drevning med isoleringsmaterial eller fogsikum, se *Figur 5*.



Figur 4. Infästning av utfackningsparti med bultar



Figur 5. Tätning med isolering mot stål Stolpe

3.2 Påverkbara faktorer

Utfackningsväggar levereras till byggarbetsplatsen med olika prefabriceringsgrad. En så hög prefabriceringsgrad som möjligt bör eftersträvas då montering av isolering, skivor mm kan göras mera kostnadseffektivt i fabrik. Leveranstider, infästningar, risk för byggfukt och tekniska lösningar är några platsspecifika faktorer som påverkar valet av prefabriceringsgrad. Generellt ingår följande steg i tillverkning och montage av en utfackningsvägg; projektering, tillverkning i fabrik, transport till byggarbetsplatsen, lagring på byggarbetsplatsen, montage, komplettering och färdigställande.

3.2.1 Projektering

Projekteringen av utfackningsväggar består av dimensionering och kontroll av infästningar, dimensionering av stolpar, design av fuktskydd, täthet samt uppritning av tillverkningsritningar. Väggens uppbyggnad har i de flesta fall fastlagts tidigt i projekteringskedan. Laster som påverkar utfackningsväggar är vind, temperatur och mindre statiska laster (transporter, lyft). Vindlast är den lastfaktor som har störst påverkan vid dimensionering av infästningarna. Vindlasten påverkar ytterväggen med ett yttre tryck på planelementen och kan uppgå till 0,6-1,2 kN/m². Utfackningsväggarna skall även dimensioneras för en inre ytkraft som uppgår till 0,2-0,4 kN/m².

Förekommande infästningar och tätningar på marknaden uppfyller kraven vid ett bra utförande. Det kan därför vara en utgångspunkt vid utveckling av utfackningsväggar att försöka finna lösningar som säkerställer utförandet m.a.o. förlåtande konstruktioner. I *Tabell 1* har ett antal av utfackningselementens ingående delar och delarnas funktion specificerats.

Tabell 1. Utfackningsväggens ingående delar och önskvärda funktioner

	Funktion	Exempel på produkter
Infästningar	Överföra laster till stommen Montagevänliga (montage inifrån) Kostnadseffektiva Minimera köldbryggor	Expander Skjutspik Specialanpassade beslag
Tätningar kring element	God täthet Montagevänliga (montage inifrån) Kostnadseffektiva	Fogskum Tättningslist Drev
Vind och fuktskydd	Motstå vind och fukt under byggtid Motstå vind under brukstid Bidra till elementets stabilitet	Utvändig gips Fibercementskivor Vindtät, diffusionsöppen duk
Bärande struktur/hela elementet	Motstå krafter vinkelrätt ytan Bidra till elementets stabilitet	Träreglar Ståreglar Lättreglar
Isolering	Termisk isolering	Mineralull/stenull
Ångspärr	Motstå fukt från insida	PE-folie
Invärdig beklädnad	Motstå krafter inifrån Bidra till elementets stabilitet	Gipsskivor Spånskivor

3.2.2 Tillverkning

Tillverkning av utfackningsväggar sker med likartade principer men med olika grad av automatisering. Processen att tillverka utfackningsväggar tas ej upp specifikt men bör beaktas vid utformning av nya lösningar.

3.2.3 Transport, lagring och montage

Transportställ och transportskydd skall motstå väder och yttre påverkan vid transporter samt eventuell lagring på byggarbetsplatsen. Transportställen kan vara speciellt anpassade för planelement eller enbart sammansatta för det enskilda objektet. Transportskyddet kan exempelvis vara krymplast kombinerat med specialanpassade pressningshuvar. Montaget bör ske med anpassade lyftok för att underlätta montaget. Används lyftstroppar vid montaget skall elementen vara anpassade för montageförfarandet.



Figur 6. Projekteringsfel eller transportskada?



Figur 7. Lyft av planelement för montage i stommen.

3.2.4 Komplettering och färdigställande

Utvändig och invändig komplettering på arbetsplatsen bör vara så liten som möjligt. Det innebär att utfackningspartiet skall vara förberett med kompletteringar. Kompletteringarna skall vara lätt att identifierade och färdiganpassade för avsedd plats. Kompletteringarna skall om möjligt medfölja partiet vid transport och lyft, se *Figur 8*.

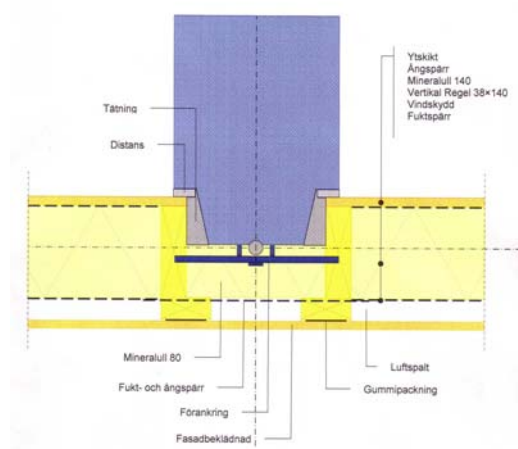


Figur 8. Prefabricerat väggelement med temporärt fastsatta kompletteringar

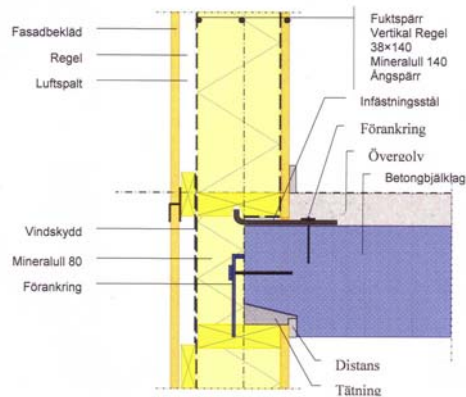
3.2.5 Utveckling av utfackningsväggar

En genomgång av arbetsgången kring utfackningsväggar ger två specifika skillnader i relation till övriga lätta väggar, nämligen infästning och tätningar.

Utformningen och placeringen av infästningar beror av ett antal faktorer. Infästningen bör vara dold. Vid montage av utfackningspartiet bör infästningen utföras inifrån. Om det inte är möjligt skall infästningen av utfackningspartiet ske temporärt inifrån tills kompletteringar från utsidan kan utföras. Optimalt för montaget är om tätningarna kan vara förmonterade på utfackningselementen. Tätningen skall motstå de vindlaster som kan förekomma. Det medför att tryckta tätningar har en fördel vid ökande vindlast. I Holland används en metod där valvkanter och väggändar utformas på ett specifikt sätt, se *Figur 9* och *Figur 10*. Med denna metod fås "självätande" lister vilket är fördelaktigt. Metoden medför även att tätningslistorna kan monteras vid tillverkning av elementen. Den slutgiltiga infästningen av utfackningselementen sker utifrån.



Figur 9. Horisontell sektion, metod med tryckta tätningar



Figur 10. Vertikal sektion, metod med tryckta tätningar

De flesta utfackningsväggarna används tillsammans med bärande betongväggar. Det ger möjligheten att i betongformen montera anpassade anslutningslister. Utvecklingen av nya metoder för utfackningsväggar bör inriktas mot utfackningselementets specifika delar;

- infästningens utformning
- bjälklags- och väggkantens utformning
- anpassade valvkant- och väggkantformar
- användande av expanderande tätningslister eller "självätande" lister
- detaljlösningar kring fuktskydd vid montage och under betongens uttorkningstid
- övrig komplettering

Övriga utvecklingsfrågor kring utfackningsväggens uppbyggnad gäller generellt för uppbyggnad av ytterväggar gjorda med träreglar.

- alternativt material som vindskydd och ångspärr
- användning av limmade skivor
- optimalt tvärsnitt för olika väggjocklekar och fönsterstorlekar

4 Fuktsäkerhet

Fuktsäkerhet i byggskedet

Ett heltäckande väderskydd är givetvis att föredra ur fuktsäkerhetssynpunkt. Det finns många fördelar med väderskydd av hela bygget men det är svårt att beräkna vinsterna i kr [10]. Det finns dock en studie som klart visar att produktiviteten minskar kraftigt vid dålig väderlek om inte väderskydd används, [11]. I en del fall, där det inte tar mer än en dag att få tätt hus, kan det dock vara svårt att motivera kostnaden för ett heltäckande väderskydd. I vissa byggnader kan det vara komplicerat att utforma ett heltäckande väderskydd. I dessa fall är det viktigt att se till att varje utfackningselement är fuktsäkert liksom skarvarna emellan elementen.

En fördel med utfackningselementen är att de kan monteras ihop under väderskydd. Det är enkelt att sätta upp ett tält över den del av arbetsplatsen där elementen monteras ihop. Det ger en bättre arbetsmiljö och ett effektivare montage. Det är viktigt att även hanteringen och mellanlagring av material kan ske väderskyddat så att materialen inte är fuktiga och smutsiga när de monteras.



Figur 11. Utfackningselement byggs ihop i ene fältfabrik.

Materialen kan innehålla ansevärliga mängder fukt när de byggs in. För att undvika det kan t ex trä beställas med en lägre fuktkvot. Man bör även kontrollera fuktigheten i materialet och att emballaget är helt och rent vid mottagning av varje leverans. Ju högre prefabriceringsgrad desto viktigare är det att materialen som byggs in är torra eftersom möjligheten till uttorkning minskar ju tätare väggen är. Det är även viktigt att det finns lämpliga lagringsplatser för färdiga element så att de inte utsätts för nederbörd, jord och smuts. Om materialen är smutsiga, speciellt av jord, är risken större att det uppstår mikrobiell påväxt och lukt.



Figur 11 Montage av ett smutsigt utfacknings-element. Träreglarna hade vid montage redan synlig påväxt

Det kan vara svårt att skydda elementen mot nederbörd under tiden de lyfts och monteras i stommen. Elementen kommer att utsättas för nederbörd även efter montage. Det är därför viktigt att välja ett material till vindsyddet som tål en hög, varaktig fuktbelastning. Det är även viktigt att vattnet som rinner på utsidan leds ut och inte in genom skarvar i utfackningselementen, *Figur 13*.



Figur 12. Utfackningselement monterade i stomme av stål och betong. Öppningar för fönster tas upp efter hand.



Figur 13. För att undvika att vatten kommer in har plastfolieringsor monterats i skarvarna mellan utegips-slivorna för att leda bort regnvatten som rinner på fasaden.

Utfackningselementen har ofta sämre passform än platsbyggt. Elementen måste byggas lite mindre för att passa in i stommen. Anslutning till stomme av stål och betong blir sämre. Glipor måste tätas i efterhand för att säkerställa lufttätethet. Det finns även risk för att det regnar in genom sådana otätheter under byggtiden.



Figur 14. Utvändigt gipsskiva har fuktats upp och missfärgats av regnvatten som trängt in genom otätheter mellan betongstomme och utfackningselement.

Fukttillskott under byggtiden

Om utfackningselementen monteras oisolerade och isoleras efter montage är det viktigt att plastfolien monteras och tätas omedelbart efter att isoleringen sätts in. I annat fall kan fukt transporteras ut i väggen och kondensera på insidan av det kalla vindskyddet. Vid temperaturer under noll kan det även förekomma isbildning. Det är även viktigt att försöka minska fukttillskottet i luften under byggtiden. Stora mängder fukt avges från materialerna, t ex betong under uttorkningstiden. Fukttillskottet kan minskas genom avfuktning eller ventilation.

Lufttätethet

Konstruktionens lufttätethet är beroende av materialens lufttätethet samt av tätheten på skarvar, anslutningar och genomföringar. Infästning av syll, regel och hammarband mot betong förekommer i stor omfattning i utfackningsväggar. Provningar i laboratorium där tre olika tätningsremsor testats visar att tätheten dels beror på tätningsmaterialet men att betongens ytstruktur också har betydelse för anslutningens täthet oberoende av vilken typ av tätningsremsa man har under syllen. Man bör alltså eftersträva så jämna betongytter som möjligt. Även valet av infästning av syll, hammarband, väggregel har betydelse för tätheten. Infästning med skruv ger 2-3 gånger större läckage än infästning med expanderbult vid 50 Pa tryckskillnad. [12].

Om elementen färdigställs med isolering och plastfolie måste denna tejpas/klämmas med överlapp efter att elementen monterats och före den invändiga skivan sätts upp.

Fuktsäkerhet i våtrum

Det är lika viktigt som vid projektering av alla ytterväggar att man beaktar olika fuktkällor som kommer att belasta den prefabricerade utfackningsväggen. Senare års forskning har visat att tätskikten som används bakom kakel i våtrum har alldeles för lågt ånggenomgångsmotstånd för att skydda mot den höga fuktbelastning som en vägg i ett duschutrymme utsätts för, [13]. Är tätskiktet inte tillräckligt tätt kommer fukt att transporteras in och fukta upp den bakomliggande skivan. Tas plastfolien bort i väggen utanför våtrummet finns det dessutom risk att fukten transporteras vidare in i väggen och kondenserar på kalla ytor på regler och vindskydd. Några viktiga saker att tänka på vid fuktsäkerhetsprojektering av våtrumsväggar är att välja ett tillräckligt tätt tätskikt $\geq 1\ 500\ 000$ s/m enligt [13]. Skivan bakom tätskiktet skall vara fukttålig. Plastfolien i väggen bör vara kvar inte minst för att säkerställa lufttätheten i väggen.

5 Slutsatser och diskussion

Förstudien har klart visat att det finns lösningar för att förbättra fuktsäkerheten i prefabricerade utfackningsväggar. Störst förbättringspotential ligger i att förbättra montaget och förbättra tätheten kring utfackningselementet i stommen. Lösningen med tryckta tätningar som man använder i Holland är mycket intressant eftersom den både löser problem med täthet och även delvis problemet med utfackningselementets passform i stommen. Störst framgång får man om man utvecklar ett system som omfattar utfackningsvägg, montageelement och stommens utformning där väggarna skall monteras. I övrigt är det givetvis viktigt att tänka på fuktsäkerheten i hela produktionsprocessen, detta är dock inget specifikt för arbetet med utfackningsväggar. Man skall dock framhålla att stora delar av de problem med fuktsäkerheten i prefabricerade utfackningsväggar som beskrivits i denna rapport löses om ett ordentligt väderskydd används. Väderskydd medför givetvis ökade kostnader men samtidigt en rad fördelar och besparingar i form av t.ex. ökad produktivitet vid dålig väderlek.

Identifierade områden där ytterligare forsknings- och utvecklingsarbete kan anses behövas är;

- infästningens utformning
- säkra fuktskyddet under byggskedet
- bjälklags- och väggkantens utformning
- anpassade valvkant- och väggkantformar
- användande av expanderande tätningslistor eller ”självtätande” lister
- detaljlösningar kring fuktskydd vid montage och under betongens uttorkningstid
- övrig komplettering

Utvecklingsarbetet sker förslagsvis i ett konsortium bestående av en huvudsaklig utförare av utvecklingsarbete, byggentreprenör och en tillverkare av utfackningsväggar. Det är önskvärt att lösningarna slutligen provas i fullskala i minst ett byggprojekt. Avslutningsvis bör även en dokumentation tas fram kring systemet som även inbegriper en instruktion för hur systemet monteras.

6 Referenslista

- [1] Samuelsson, I. och B. Wånggren. 2002: Fukt och mögelskador Hammarby Sjöstad. SP Rapport 2002:15.
- [2] Eriksson, P-E. 2003. Wood components in steel and concrete buildings – In-fill exterior wall panels. Nordic Timber Council 02077
- [3] Svensson Tengberg, C. 2004. Handbok för ytterväggar – Lättbyggnad med stål. Stålbyggnadsinstitutet, publ. 180.
- [4] Dalman, C. 2004. Utfackningspartier av EPS-betong. Peab Projektrapport 2004.
- [5] Dederich, L. 2006. Holzkonstruktionen in Mischbauweise. Informationsdienst Holz Reihe 1, Teil 1, Folge 5.
- [6] Johansson, D. 1993. Platsfabriksbyggda utfackningsväggar. Examensarbete Högskolan Jönköping Ing B:12 V2 930828
- [7] Hildorzon, T och R. Wingren. 1995. Utfackningsväggar. Examensarbete Högskolan i Jönköping Ing B:68
- [8] Andersson, M och J. Kernell. 2001. Fuktproblem i utfackningsväggar. Examensarbete Högskolan i Jönköping Ing BC:133.
- [9] Lönnbark, E. 2007. Materialval till utfackningsväggar. Examensarbete Högskolan i Jönköping.
- [10] FoU-väst rapport om vädskydd.
- [11] Norsk studie om vädrets inverkan på produktiviteten vid byggnation utan vädskydd.
- [12] Sandberg, PI, Sikander, E., 2004. Lufttäthetsfrågorna i byggprocessen – Kunskapsinventering, laboriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska lösningar och utbildning. SP rapport 2004:22.
- [13] Jansson, A., 2005, Dubbla tätskikt i våtrumsvägg med keramiska plattor
- [14] Andersson S., Karlsson E., Karlsson N., Tillverkningsmetoder för utfackningsväggar, CTH, Examensarbete 2007:57

Appendix B: Delrapport "Fuktsäkra utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad, Europisk utblick "

Anders Gustafsson, SP Trätek

Delrapporten planeras även ges ut som
SP rapport P602169-2

Innehållsförteckning

1	Utformning av utfackningsväggar i andra länder	3
2	Holland	3
3	Österrike	10
4	Slutsatser/Diskussion	11
5	Referenser	12

1 Utformning av utfackningsväggar i andra länder

Information som presenteras i denna rapport baseras på besök hos fem olika tillverkare av utfackningsväggar i Holland. Informationsmaterial har även inhämtats från Österrike och norra Tyskland.

1.1 Allmänt

Användning av utfackningsväggar är en byggmetod som används i de europeiska länder där metoden med kombinationen av lätta ytterväggar och bärande stommar utgör en väsentlig del av det totala byggandet. Anmärkningsvärt är att även länder med liten andel skog har utvecklat en egen teknik för infästningar, material, uppbyggnad för utfackningsväggar. Holland har till exempel en lång tradition att använda trä för både bärande och isolerande konstruktioner. Det på grund av att trä har varit en naturlig del för takkonstruktioner och speciellt för prefabricerade takkonstruktioner. Även delar av norra Tyskland och Österrike använder en likartad teknik.

Både Holland och Österrike har arbetat fram "handböcker" som används av tillverkare av utfackningsväggar. I Holland har även ett antal tillverkare certifierade sina produkter (KOMO-certifiering).

2 Holland

Holland har ett relativt stort antal företag som prefabricerar vägg- och takelement. Utvecklingen under de senaste åren har varit mycket god för tillverkare av utfackningsväggar. Markandsandelen för utfackningsväggar i Holland är svårbedömd då statistik saknas. Kontakter med större entreprenörer visar på att för högre byggnader är utfackningsväggar med hög prefabriceringsgrad det första alternativet vid val av byggmetod.

2.1 De Groot Vroomshoop BV



Bolagsfakta

De Groot Vroomshoop BV
Zwolsekanaal 36
NL-7680 AA Vroomshoop

Kontaktperson:

Utvecklingschef A. Bert
Brinks

Fakta: Tillverkar takelement,
väggelement, gårdshus,
precut limträprodukter

Antal anställda: ca 260
personer

De Groot Vroomshoop, DGV, är en av de större tillverkarna av prefabricerade element i Holland. De har tillverkning av både vägg- och takelement.

Uppbyggnaden av väggarna görs enligt kundens önskemål och efter de typdetaljer som allmänt används i Holland [1]. Företaget driver utveckling genom att kontinuerligt anpassa ingående material i elementen. Det har medfört att invändig kartonggips används enbart undantagsvis. I stället nyttjas i stor omfattning fibergips (Fermacell), se *Figur 1*.

Utvändigt använder DGV oftast vattentät, vindtät diffusionsöppen duk som även kan vara aluminiumklädd, fibercementskivor kan även förekomma. Genom överlappning av utvändig duk anses fås godtagbart fuktskydd under byggtiden, se *Figur 2*.

Levereras element utan yttre beklädnad bör duken skyddas från UV-strålningen om elementen är utsatta för solljus under en längre period. Det eftersom dukens funktion försämras på grund av UV-strålning. Duken finns med olika tjocklekar beroende på användningsområde.

Generellt har DGV få klagomål på hur deras lösningar för utfackningsväggar har utförts. DGVs utvecklingschef Brinks anser att med god logistik och anpassning av byggmetoder samt god utformning minskas väsentligt riskerna för fuktskador under byggtiden.



Figur 1 Fogar invändigt



Figur 2 Överlappning av utvändig duk

Efter färdigställande av elementen, lagras de inplastade ute på fabriksområdet, se *Figur 3*. Några veckors lagring utomhus medfört ej några skador på de färdiga produkterna.



Figur 3 Lagring av element

2.2 Praktiska lösningar på byggplats

Byggföretaget Van Wijnen uppför ett bostadsobjekt i närheten av Lelystad. I detta projekt används utfackningsväggar tillverkade av De Groot Vroomshoop. Fasaderna kläs med tegel och träpanel.



Utfackningsväggarna är från utsidan beklädda med aluminiumbelagd diffusionsöppen duk. Invändigt användes fibergips typ Fermacell. Väggar är infästa enligt de typmodeller som används generellt i Holland. Underkant element står på ett vinkelbeslag, se *Figur 4* som justeras i höjd med underläggsbrickor. Infästningen i sida sker med beslag enligt *Figur 5* och ovasidan är infäst med vinkelbeslag enligt *Figur 6*.



Figur 4 Infästning av utfackningsvägg mot golv



Figur 5 Infästning av utfackningsvägg mot betongvägg



Figur 6 Infästning av utfackningsvägg till överkant bjälklag

Tätning utvändigt mellan utfackningsväggar sker genom överlappning av duk, se *Figur 7*. Komplettering av utvändigt vindskydd görs vid anslutningar mot balkonger, loftgångar och öppningar. Vid anslutningar mot betongväggar kompletteras på betongväggens ändar med isolering och duken läggs dubbel. Fogar mellan betong och utfackningsväggar isoleras med expanderande fogskum.



Figur 7 Överlappning av utvärdig duk



Figur 8 Anslutning mot loftgång

Svampangrepp på invändiga ytor förekommer, se *Figur 9*, men avhjälpes enkel med att ytan rengörs med en blandning av vatten och klorin.



Figur 9 Svamp på invändiga ytor

2.3 Nijhuis Toelevering BV



Bolagsfakta

Nijhuis Toelevering BV
Molendjink Noord 86d
7461 JE Rijseen

Kontaktperson:
VD W.H. Olthof

Fakta: Tillverkar
väggelement, fönster,
fönsterpartier

Antal anställda: ca 20
personer

Företaget tillverkar utfackningsväggar, fönster, fönsterdörrar och större fönsterpartier. Tillverkningen sker för kundanpassade objekt och företaget fungerar i de flesta fall som renodlade underentreprenörer. Det innebär att de oftast inte tar ansvar för projektering eller montage. De har kännedom om mindre skador som uppkommit i form av fukt- och mögelskador.

De flesta element som de tillverkar förses med gips (Fermacell) på insidan och diffusions-öppen duk på utsidan, se *Figur 11*. Utvändig tätning mot fönster sker med bitumenduk, se *Figur 10*.



Figur 10 Utfackningselement med aluminiumklädd duk kompletterad med tätningar kring fönster



Figur 11 Utvändig beklädnad av duk av typen Minofol

2.4 KINGMA BOUW



Bolagsfakta

KINGMA BOUW
Staalstraat 1
8211 AH Lelystad
Kontaktperson: VD Jan Bergsma

Fakta: Tillverkar väggelement, takelement, samt har egen entreprenadverksamhet och fastigheter

Företaget har egen tillverkning av vägg- och takelement. Elementen används till egna byggprojekt men säljs även till andra entreprenörer. Uppbyggnaden av elementen sker efter kundens önskemål.

2.5 TZN Houtconstructies



Bolagsfakta

TZN Houtconstructies BV

Kontaktperson: VD Hans Kruissen
Fakta: Tillverkar vägg- och takelement

Antal anställda: ca 20 personer

TZN Houtconstructies BV är ett ung företag som har under enbart några år väsentligt ökat sin produktion och fyrdubblat antalet anställda. TZN är underleverantörer och tillverkar elementen enligt beställarens önskemål. Det innebär i de flesta fall en invändig fibergips och utvändigt vattentät men diffusionsöppen duk. Utförande görs i övrigt enligt gängse typritningar. Fönsterdörrars tröskel och del av karm utförs i betong, se *Figur 12*. Väggar levereras stående och inplastade.



Figur 12 Tröskel till dörr av betong



Figur 13 Färdiga väggpartier för leverans

3 Österrike

I Österrike bedrevs inom ramen för industriellt kompetenscentrum ”Holztechnologie” under åren 2003-2005 ett projekt med inriktning mot utfackningsväggar i trä. Resultatet från projektet blev ett antal rapporter där en av rapporterna visar i detalj hur utfackningsväggar bör dimensioneras och utföras. De flesta av detaljlösningar som redovisas från projektet har likheter med svenska lösningar, se *Figur 14*.

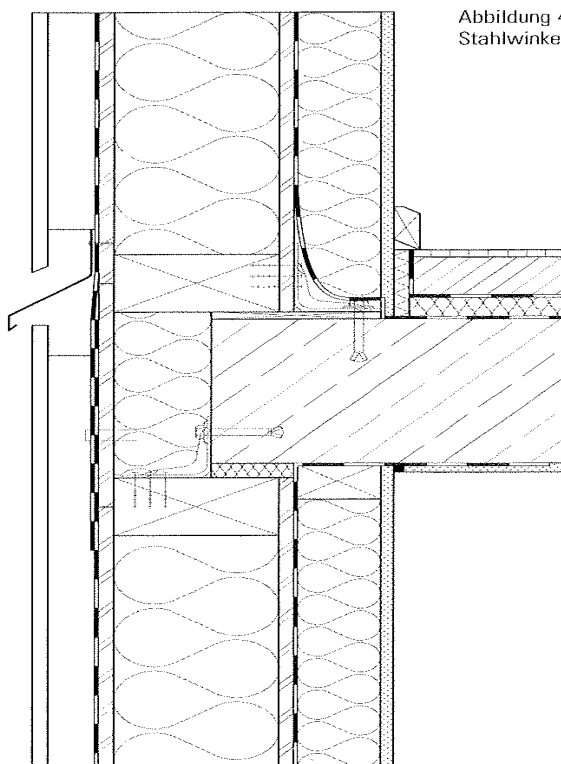


Abbildung 47: Deckenanschluss –
Stahlwinkelbefestigung

Figur 14 Utförande av infästning av utfackningsvägg, figur från Holz Forschung, Österrike

Någon klar ställning till vilken uppbyggnad en utfackningsvägg bör ha framgår inte utan möjligheten att för beställare, projektör och byggare själv välja uppbyggnad och metod framhävs. Redovisade typlösningar visar på en moderat prefabriceringsgrad då de flesta lösningar kräver stora kompletterande arbeten på plats.

Information om eventuella fuktproblem undre bygg- eller brukstiden har ej framkommit.

4 Slutsatser/Diskussion

Tillverkare av utfackningsväggar i Holland använder sig av likartad produktion med väl utarbetade lösningar för utförande av detaljer och val av material. En flexibilitet finns i form av beställaren kan få egna lösningar men eftersom lösningarna är väl inarbetade i hela kedjan från beställare, projektör, byggare och tillverkare görs det sällan avsteg från inarbetade lösningar.

Utfackningsväggarna levereras i så hög prefabriceringsgrad som möjligt med färdig gipsad insida och isolering.

För utvändigt fuktskydd används till stor del diffusionsöppna fuktavvisande dukar. Anslutningar, överlappskarvar, kompletteringar kring fönster och infästningar finns väl dokumenterade. Tillverkarna kan även få sina produkter certifierade (KOMO-certifikat).

Invändigt används kartonggips eller fiberbaserade gipsskivor. Från de besök vi genomförde hos ovan angivna tillverkare var det genomgående att de fördrog fibergips trots att kostnaden är högre.

Holland har under en stor del av året ett fuktigt klimat och kan jämföras med klimatet på svenska västkusten. Temperaturen utomhus under året är något högre vilket medför att mindre isoleringstjocklekar och därmed högre temperaturer i väggen vilket kan vara en fördel för en eventuell uttorkningen av väggarna.

De holländska företagen ansåg generellt att några direkta problem med fukt i väggar eller utanpåliggande svampangrepp ej förelåg. De gånger det inträffat har det åtgärdats enkelt på arbetsplatsen. Uppbyggnaden av elementen skiljer sig något i relation till svensktillverkade element.

Utifrån de företag som besöktes uppfattades att följande skillnaderna föreligger mellan tillgänglig information, utformning och monterade av utfackningsväggar i Holland respektive Sverige:

- Fibergips används i större omfattning
- Flera specialanpassade varianter för infästningar
- Mindre isoleringstjocklekar
- Stor användning av vattentät och diffusionsöppen duk
- Mer standardiserade lösningar
- Bättre dokumentation av detaljer
- Bättre spridning av dokumentation

Resultatet skall dock betraktas med beaktande av ett relativt litet urval av tillverkare i Holland. Österrike har genom att ge ut en väl genomarbetad handbok skapat en grund för att underlätta för projektörer och entreprenörer att använda lätta utfackningsväggar.

5 Referenser

- [1] SBR Typdetalj
- [2] SKH; Niet-dragende binnenspouwbladen en gevelvullende elementen, KOMO attest met productcertificaat
- [3] Eriksson, P-E.; 2003. Wood components in steel and concrete buildings – In-fill exterior wall panels. Nordic Timber Council 02077
- [4] Teibinger, M. Edl T.; Holz-Mischbau, Detailkatalog, Holzforschung, Austria,2005.
- [5] Teibinger, M. Edl T.; Holz-Mischbau, im urbanen Hochbau, Holzforschung, Austria,2003.

Hemsidor

www.degrootvroomshoop.nl

www.kingmabouw.com

www.tzn-houtconstructies.nl

www.nijhuistoelevering.nl

www.bataviahavenwonen.nl