

Rapport till SBUF Kv Hyttkammaren, Falun

Rapportens mål och omfattning

Från SBUF har HMB Construction AB i Falun fått ett anslag för att ge möjlighet för utveckling och utvärdering av den byggteknik som tillämpas i det flervåningshus med massivträstomme som under åren 2007 -08 byggs i Kv Hyttkammaren i Falun. Samtidigt har Luleå Tekniska Universitet, inom ett annat projekt utfört en studie av projektet (Stehn L, Rask L-O, Nygren I och Östman B, 2008, Bilaga 1). Även SP Träteknik har studerat projektet ingående och en kopia av den rapporten bifogas också (Janols H, Lagergren J, Östman B, 2008, Bilaga 2). För att inte göra dubbelarbete gör vi här en förkortad rapportering och hänvisar till dessa rapporter för kompletterande information.

Projektets bakgrund

Inom den Nationella Träbyggnadsstrategin har tre orter utsetts som huvudorter för byggande av flerbostads trähus, nämligen Falun, Växjö och Skellefteå. I Falun antog det kommunala bostadsbolaget Koppastaden denna utmaning. En tävling genomfördes vilken vanns av byggföretaget HMB Construction AB i samarbete med Mondo Arkitekter AB. Stomme, i form av korslimmade massivträplattor, har levererats av KLH solid wood Scandinavia AB i Orsa. Projektet används som utbildningsprojekt och har blivit mycket uppmärksammat.

I kvarteret Hyttkammaren vid Yxhammarsgatan i centrala Falun har nu byggherren Koppastaden AB med sin samarbetspartner HMB Construction AB byggt två hus innehållande tillsammans 46 lägenheter. Lägenheterna varierar i storlek från 1 rok på 50 m² till 4 rok på 104 m². Målgruppen för husen var en välbeställd äldre medelklass. Husen har därför hög standard, är försedda med fyra trapphus med hiss ner till parkering, har golvvärme och är försedda med balkong. Vissa lägenheter har två balkonger. Husen, det ena med fyra våningar och det andra med fem, är byggda med stomme av massivt trä. För att ge en bild av denna stomme har i lägenheterna en fondvägg utförts av trä.

Kvarteret Hyttkammaren har ända fram till mitten av 1800-talet innehållit hyttor för järntillverkning. Av detta finns inom kvarteret spår i form av högar med slagg. Genom kvarteret rann också tidigare Hyttbäcken och här fanns också en damm. Marken var också kontaminerad med dieselolja och annan olja så att sanering var nödvändig att genomföra innan grundarbetena kunde sätta igång.

Dessa dåliga markförhållanden med hög grundvattennivå har försvårat grundläggningen och fördyrat projektet bl a genom att det krävdes pålning. Grunden utfördes som en vattentät konstruktion och utnyttjas för bilparkering. För säkring mot för högt grundvatten finns en pumpgröp som hittills dock inte har behövt utnyttjas.

Beskrivning av projektet

I närheten av de nya husen finns ett stort område med äldre trähus och i samma kvarter som de byggts ligger finns ett mycket stort äldre trähus. Det har varit viktigt att de nya husen gavs en arkitektonisk utformning som väl ansluter till denna äldre bebyggelse. Fasaderna har delvis klätts med träpanel och delvis med Minerit 8 mm, ett brandsäkert skivmaterial.

Bjälklag ovanför den underjordiska parkeringen är utfört i betong. I övrigt har husen stomme av massiva träskivor i stora format uppbyggda av flera skikt korsvis sammanlimmade brädor. Dessa har tillverkats i KLH:s fabrik i Österrike. Det lim som använts är ett polyuretanlim som härdat genom att vatten tas upp ur omgivningen, främst från det trämaterial skivorna är gjorda av. Fuktkvoten på ingående material är från fabriken satt till ca 12 %. Det är ett beständigt lim som helt uthärdat är det fritt från emissioner och materialet blir mycket formstabil.

För bostadshus med trästomme är det framförallt problem med brandspridning, ljud mellan lägenheter och att säkra konstruktionen mot fukt under byggtiden som kräver speciella åtgärder. Den i projektet tillämpade konstruktionens huvudprinciper visas i figur 1.

Bostadshus med upp till fyra våningar måste uppfylla kraven enligt REI 60 dvs stommen måste under 60 minuter kunna motstå en brand utan att kollapsa. För bostadshus med mer än fyra våningar gäller kravet REI 90, dvs skall kunna klara en brand under 90 minuter. Kraven uppnås dels genom att massivträskivor i mellanväggar och bjälklag getts tillräcklig tjocklek och dels genom beklädnad med gipsskivor. Detta innebär att olika krav gäller för de två husen beroende på att det ena är fyra våningar och det andra fem.

Lägenhetsskiljande väggar byggdes på platsen. De består av dubbla 94 mm tjocka massivträskivor som placerats på ett visst avstånd från varandra. Mellanrummet mellan dem är fyllt med mineralullsisolering med volymvikt 35 kg/m^3 i två skikt mellan vilka en gipsskiva placerats. Mot rummen har väggen försetts med gipsskivor. Den sammanlagda tjockleken är 334 mm.

KLH har sedan tidigare stor erfarenhet av att bygga bjälklag som uppfyller de ljudkrav som ställs i Österrike. I Sverige har vi strängare krav mot ljud med låga frekvenser alstrade främst av stegljud. För husen i Kv Hyttkammaren gällde dessutom det speciella kravet att lägenheterna skulle ha golvvärme. En helt ny konstruktion måste därför tas fram.

Den till byggplatsen levererade sammansatta enheten består av en dubbelkonstruktion med en bärande golvskena av massivträ och en innertakskena, även den av massivträ, som huvudsakligen har ljudisolerande funktion. Dessa skivor hålls isär av en syllighet av trä på vilken golvskenan är monterad med ett mellanlägg av elastomer som skall tjäna som isolering mot stomljud. I utrymmet mellan skivorna finns en lätt mineralullsisolering med en ovanpå liggande gipsskiva placerad på den undre skivan.

Efter montage av denna sammansatta enhet försågs den på ovasidan av en 30 mm tjock stegljudsplatta av mineralull. Avsikten var att på denna lägga golvvärmerören i en spårad spånskiva och ovanpå den golvbeläggningen, lamellparkett, på ett foamskikt. Den spårade skivan byttes dock, beroende av leveransproblem, ut mot en skiva av cellplast ovanpå vilken, för att kompensera vikten, en gipsskiva lades. På bjälklagets undersida monterades en gipsskiva på reglar 45x45 mm så att ett utrymme för ledningsdragnings anordnades. Den sammanlagda tjockleken är 500 mm.

För Kopparstaden var byggande av flervåningshus helt nytt. För att säkerställa att inte konstruktionerna skulle skadas av fukt hyrdes väderskydd i form av speciella tält som flyttades efter behov. Tälten kompletterades med lösa presenningar på valv och vissa väggar. De sammansatta bjälklagskomponenterna var från fabrik skyddade med pålimmad gummiduk. Kontroll av fuktnivåer i materialet utfördes efter ett speciellt program. Som extern kontrollant engagerades Mikael Persson inom företaget Ocab (bilaga 2). Innan leverans gjorde KLH

fuktmätningar på de massiva skivorna, leverantörer mätte på lösvirke och HMB på trämaterial i lager på byggsplatsen.

Utvecklingsarbete av ljudisolerande bjälklag

I offertstadiet baserades priset på de konstruktioner som KLH tidigare levererat till projekt i Österrike. För bjälklagen var det en enkelkonstruktion bestående av en bärande golvskena på vilken placerats en 30 mm tjock stegljudsplatta av mineralull. Ovanpå denna skulle gjutas betong med tjockleken 60 - 80 mm. I Österrike har den pågjutna betongen kunnat vara ännu tunnare med den skulle nu göras extra tjock för att kunna innefatta golvvärmen.

Utvecklingsarbetet utfördes av KLH tillsammans med Technische Universität i Graz (Bilagor 3, 4). Preliminära beräkningar och tester visade dock att konstruktionen inte helt skulle kunna uppfylla de speciella krav som gällde för konstruktionen i Falun. Speciellt svårt var det att uppfylla kravet för de låga frekvenserna. I Sverige mäts ända ner till 50 Hz medan det i Österrike hittills räckt att mäta ner till 100 Hz. Konstruktionen gjordes om till en dubbelkonstruktion enligt den beskrivning som ges ovan och i figur Bilaga 5.

Mätningar av ljudisolering för flera varianter av konstruktioner utfördes i den speciella byggnad för ljudprov som byggts i anslutning till KLH:s fabrik i Katsch an der Mur. Testerna genomfördes av forskare från universitetet i Graz. De konstruktioner som var avsedda för husen i Falun ansågs med god marginal kunna uppfylla de krav som ställdes.

Redovisning av ljudprov för lägenhetsskiljande vägg finns i Bilaga 1. Värdet för luftljudsisolering blev $R'_w(C_{50-3150}, C_{tr50-3150}) = 66_{(-8,-19)}$ dB.

Redovisning av ljudprov för lägenhetsskiljande bjälklag ges i Bilaga 2. Värdet på stegljudsisoleringen blev $L'_{nT,w}(C_{1,50-2500}) = 43(5)$ dB.

I den inte färdiga byggnaden genomfördes ljudprov. Hela stommen var monterad men byggnaden saknade entrédörrar och bjälklagen var endast i begränsad utsträckning kompletta med övergolv och innertak enligt den beskrivning som getts ovan. Som nämnts tidigare gjordes, på grund av produktionstekniska problem, en del förändringar av bjälklagskonstruktionen. Ljudmätningarna gjordes vertikalt mellan två rum i vilket det övre saknade parkett och det foamskikt som parketten skulle vara lagd på. Även vikten var lägre genom att det inte heller fanns det vatten i golvvärmerören.

Mätningarna utfördes av Ingemanssons Ingenjörbyrå AB på uppdrag av KLH. Under ett avsnitt av mätningarna var också professor Sten Ljunggren, KTH, närvarande. Mätningarna visade att bjälklagens ljudisolering inte helt nådde upp till de i försöksbyggnaden i Österrike uppmätta värdena. Enligt Ingemanssons och professor Ljunggren kan detta ha flera orsaker. Dels att huset inte var färdigt och att golvet saknade den slutliga beläggningen. Att konstruktionen förändrats var också en del av förklaringen. Den sammanlagda utvärderingen av husets ljudisolering visar dock att de av Kopparstaden uppställda kraven uppnåts.

Energi

De mycket precisa måtten på de massiva skivorna har gett extremt täta hus. Ytterväggarna var av två typer, dels sådana som var byggda med massiva skivor med utanpåliggande isolering och dels utfackningsväggar med regelstomme isolerade med mineralull och beklädda med gipsskivor. Utanpå de massiva skivorna isolerades med 170 mm mineralull och utfackningsväggarna har 170+ 45 mm isolering. Detta ger mycket god värmeisolering.

Massivträ har mycket goda värmelagringsegenskaper som verkar utjämnande på rumsklimatet och därmed också ger energibesparing. Det visas i fler vetenskapliga undersökningar (1, 2, 3). Detta går inte att redovisa i en vanlig energibalansberäkning utan det krävs en s k "dynamisk" simulering med t ex energisimuleringsprogrammet IDA. Den innebär att huset måste modelleras med de aktuella vägg-, bjälklags- och takkonstruktioner, ett ganska omfattande arbete.

Inom projektet hade vi för avsikt att utföra beräkningar av isolerförmågan genom att tillämpa en dynamiska beräkningsmetod. Diskussioner har förts med konsulter som skulle kunna genomföra arbetet samt med KTH och SP/Trätec. Enligt professor Ove Söderström på KTH är bestämningen av träs egenskaper, t ex specifika värmekapacitet, inte tillräckligt noggrant bestämda. Enligt honom är en beräkning baserad på nuvarande underlag meningslös. Professor Carl Johan Johansson, chef för SP/Trätec, har tillfrågats om det finns någon ny undersökning eller om det planeras någon sådan. Svaret blev nekande.

Då en fullständig och tillförlitlig dynamisk beräkning inte kan göras inom den ekonomiska ram som SBUF-projektet ger har vi bestämt oss för att nu avstå från detta. Eftersom frågan är av yttersta vikt då nu lågenergi- och passivhus har blivit mycket aktuella har vi istället beslutat verka för att forskning, stödd av industri och stat, genomförs i annat sammanhang. Tidigare beräkningar har pekat på att en väsentlig energibesparing kan uppnås och därför är resultatet av ett sådant arbete av stort värde för husprojekt i allmänhet och specifikt för massivträbyggnad.

Byggarbeten på platsen

Som nämnts var det besvärliga grundförhållanden vilket gjorde grundläggningen extra kostsam.

Monteringen av de massiva stomelementen gick överraskande snabbt. Hela stommen för de två husen monterades på ca 5,5 veckor mot beräknat 8 veckor. Om detta varit känt från början hade arbetena kunnat planeras på ett bättre sätt. Som det nu var måste monteringsarbetet avbrytas då och då för att andra arbeten skulle kunna hinnas med. En översiktlig beräkning i efterhand visar att monteringstiden inklusive isolering av lägenhetsskiljande mellanvägg och montage av balkonger var ca 0,3 t/m² och ca 0,2 t/m² exklusive dessa arbeten.

Förtillverkningsgraden var väl vald med hänsyn till hantering, fuktproblematik mm. Det finns dock några saker som bör göras bättre. Urtag för ledningsdragningskanaler är tidsödande att göra på byggplatsen och det bör göras på fabrik. För framtida projekt bör man också undersöka möjligheterna att i högre grad prefabricera våtutrymmen t ex genom att använda på fabrik våtrumsgolv eller våtrum i form av volymelement. I detta fall var det kraven på golvvärme som omöjliggjorde sådana lösningar.

Att väderskydda med tält är en metod som kostar mer än den ger i utbyte. HMB beräknar kostnaden för tälten till ca 350' - 400' kr dvs ca 3,5% av stomkostnaden. De fuktmätningar som genomförts visar att de massiva träskivorna inte är särskilt känsliga för nederbörd. Det tar tid för fukt att tränga in i en träyta och efter ett kortare regn torkar de snabbt. Sammansatta konstruktioner bör dock skyddas och eftersom så nu var fallet kunde kostnaden för tälten ha sparats. Andra utsatta delar t ex ändträ kan skyddas med presenningar.

Kostnadsaspekter

Byggsystemet går att bygga till kostnader som är jämförbara med traditionellt byggsystem med betong trots att bygganden inte var idealiskt optimerad för byggmetoden. Så t ex medförde den extra våningen på femvåningshuset stora extrakostnader eftersom takkonstruktionen blev krånglig. Eftersom fem våningar också kräver brandklass REI90 krävs att alla väggar i hela huset på insidan kläs med en extra gipsskiva.

Det finns också påtagliga fördelar med byggsystemet. Den korta monterings tiden och att det inte krävs någon uttorkningstid leder till snabbare total byggtid. Detta projekt uppskattas ha tagit ca 2 månader kortare tid än ett konventionellt. Omräknat i pengar innebär det en besparing på ca 1,5 milj kr utöver de intäkter som byggherren kan få i tidigare inflyttning.

Sammanfattande synpunkter

Konstruktionerna fungerade väl. För att uppnå bästa ljudkrav bör dock den konstruktionen som utvecklats av KLH i framtiden tillämpas mer fullständigt vilket nu omöjliggjordes genom problem med montage av golvvärmen. Vibrationsdämpande materialet elastomer bör helst bytas ut mot materialet sylomer.

Det går att bygga denna typ av hus med golvvärme då det efterfrågas på marknaden men det ger lite extra problem. Trä i sig självt har dock sådana egenskaper att det upplevs varmt under foten och det är synd att isolera bort denna fördelaktiga egenskap. I efterhand har hyresgäster anmärkt på att golv under hösten 2008 kändes kalla. Det kan förklaras med att husen är så välisolerade att inte golvvärmen var i funktion. Skiktet med rördragning, på det sätt det var utfört här, ger vissa ljudisoleringsproblem och minskar möjligheterna till rationell prefabricering av t ex badrum och toaletter. Över huvud taget bör installationssystem i hus med massiv trästomme utredas bättre för att man skall komma fram till de bästa lösningarna.

Arkitektur och planlösningar kan vara bättre anpassade till massivträbyggandets speciella förutsättningar. Om hus skall vara högre är fyra våningar bör man överväga om man inte skall använda lägenhetssprinkler i hela huset. På det sättet är man, förutsett att kraven på genombränningstid uppfylls, fri att använda vilka ytskikt som helst på både rummens insidor och på fasader.

Sammanfattningsvis kan sägas att byggsystemet fungerade utmärkt. Det finns dock delar som bör studeras och utvecklas inför kommande projekt.

Redovisning av projektet utåt

Inom ramen för Nationella träbyggnadsstrategin har projektet redovisats vid två stora seminarier:

Att bygga höga hus i trä. Kompetensutveckling för yrekesverksamma. Falun 27 september -07

Att bygga höga hus i trä. Tema: Förvaltning och ljud. Falun 28 oktober -08

Den 27 mars -08 hölls ett seminarium för speciellt inbjudna representanter för byggindustri och fackpress.


Projektet har beskrivits i ett flertal artiklar i såväl facktidningar som i lokal press.

Projektet har rönt stort intresse bland fackfolk, byggare och beställare från hela landet, försäkringsbolag mm har under byggtiden varit på studiebesök. Antalet besökare uppskattas till ca 1000 personer.

Falun 2008-02-13


Håkan Helling


Tommy Lövenvik


Sture Samuelsson

Referenser

Stehn L, Rask L-O, Nygren I och Östman B, 2008. Byggandet av flervåningshus i trä – Erfarenheter efter tre års observation av träbyggandets utveckling. LTU

Janols H, Lagergren J, Östman B, 2008. Tekniska data för byggprojekt – Kv Hyttkammaren i Falun, SP Rapport 2008:25

Websidor. www.kopparstaden.se, www.hmbcon.com, www.klh.at

Bilagor

1 Slutdokument: Kv Hyttkammaren i Falun. Utdrag ur Stehn L, Rask L-O, Nygren I och Östman B, 2008. Byggandet av flervåningshus i trä – Erfarenheter efter tre års observation av träbyggandets utveckling. LTU

2 Janols H, Lagergren J, Östman B, 2008. Tekniska data för byggprojekt – Kv Hyttkammaren i Falun, SP Rapport 2008:25

3 Technische Universität Graz, 2007. Prüfbericht Nr B07.851.029.320.

4 Technische Universität Graz, 2007. Prüfbericht Nr B07.851.029.321.

5 Inland. Snitt genom fungerande lösning på golvbjälklag

6 PM Värmekapacitetens inverkan på energiförbrukningen

7 Koldioxidlagring i husen i Kv Hyttkammaren

SLUTDOKUMENTATION: KV. HYTTKAMMAREN I FALUN

Slutdokumentationen av flerbostadsprojektet Hyttkammaren i Falun struktureras efter byggprocessens skeden i form av *programskede*, *projektering* och *produktion*. Avrapporteringen påbörjas dock med en *sammanfattning* av projektet och avslutas med en kortare *analys och summering*.

1. Sammanfattning

Det råder inget tvivel om att kvarteret Hyttkammaren i Falun har varit ett banbrytande och inspirerande projekt för alla inblandade parter. Ingen av de inblandande aktörerna hade större erfarenhet av flerbostadshus byggda med massiv trästomme. Skepsis rådde hos vissa tongivande aktörer, inte minst från ledningen i byggföretaget. Med facit i hand, uttalar sig dock denna ledning nu, som förespråkare för trä vilket kan ses som en helomvändning till träs fördel.

Under projektets gång har flera oväntade problem dykt upp. Ljud- och brandproblematiken har krävt stora insatser av både beställare, konstruktörer, leverantörer, entreprenörer och myndigheter. Lösningar har tvingat fram revideringar av hushöjder och ytbeklädnader. Framst har skillnader i ljudkrav mellan olika länder utformat en omfattande bjälklagsrevidering. Alla invändiga träytter har vidare brandskyddats med gips och för att behålla en invändig träkänsla har en vägg i vardagsrummen klätts med en träskiva. Träpartier i fasaden har brandskyddsimpregnerats samt målats med flamskyddad färg. Ur fuktsynpunkt har den massiva träkonstruktionen varit föredömlig. Eventuellt regn under väggmontaget har inte medfört någon förhöjd fukthalt. Bjälklagets utformning med fabriksmonterad gummiduk på översidan har också visats sig vara ett utmärkt komplement till fuktskydd. Som yttre skydd använde sig entreprenören av tält och presenningar, 15 x 15 meter. Tälten lyftes av och på med byggkran. Arbetsledningens erfarenhet och bestämda uppfattning var att stommontaget gott kunnat utföras utan tält. Som uppvärmningssystem används golvvärme. Montaget av detta system innebar dock många moment och håltagningar genom massiva träinnerväggar, vilket krävde stort utrymme i tidplanen.

Arbetsplatsens arbetsledning har genomfört veckovisa arbetsplatsmöten med alla yrkesgrupper representerade. Samverkan och samarbete har, tillsammans med en arbetsplats präglad av trästommen, utgjort en utmärkt arbetsmiljö, prisad av alla på arbetsplatsen.

2. Programskede

Utformning av detaljplanen för kv. Hyttkammaren ^[1]

I början av 2000-talet blev Kopparstaden, Faluns kommunala bostadsbolag, ägare till kv. Hyttkammaren 9. Det fanns då inget konkret byggprojekt i åtanke, men Kopparstaden ville expandera i innerstaden då en större del av deras befintliga fastighetsbestånd i Falun ligger i periferin av staden. Den detaljplan som fanns vid tidpunkten för Kopparstadens övertagande av fastigheten var detaljerad och i enlighet med hur detaljplaner normalt utformades i Falun där faktorer som t ex byggrätt, taklutning och byggnadshöjd redovisades. De första konkreta

tankarna kring att bygga flerbostadshus i trä kom först under 2004 då styrelsen för Kopparstaden började diskutera träbyggnad. Argumenten som framfördes var att ” Vi bor ju i trästaden – ska vi då inte bygga i trä?” Vid årsskiftet 2004/05 började planerna på att bebygga fastigheten ta form och en första diskussion inleddes mellan Stadsbyggnadskontoret i Falun och Kopparstaden. En oro fanns att detaljeringsgraden i gällande detaljplan skulle låsa exploatören till vissa byggsystem medan andra skulle försvåras. Båda parter var överens om att en mindre detaljerad plan däremot skulle underlätta byggande av t.ex. hus med trästomme.

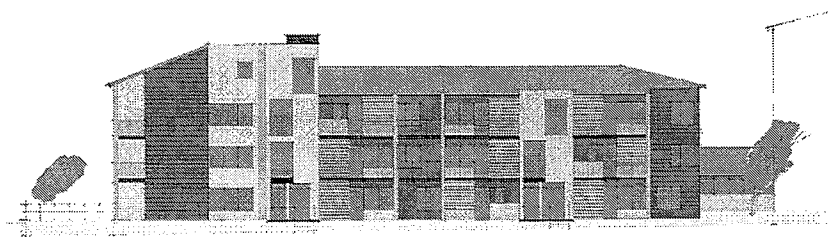
Den nya detaljplanen upprättades av SWECO, på uppdrag av Kopparstaden. Arbetet gjordes under 2005-2006 och tog ca 1 år. I detta fall var Stadsbyggnadskontoret till viss del med i slutet av detaljplanarbetet, dock utan att ta extra betalt för detta. En anledning var att man ville att detaljplanen skulle bli klar i tid så att processen med initiativprojektet Hyttkammaren inte skulle försenas. Från Stadsbyggnadskontorets sida kunde detta också motiveras av att man hade ett egenintresse av att prova på att arbeta på ett nytt sätt, med mindre styrande detaljplaner. Resultatet blev en mer flexibel detaljplan än tidigare som möjliggör olika tolkningar som kan komma att underlätta trähusbyggande. T.ex. har tidigare krav om taklutning tagits bort och angiven byggnadshöjd har ersatts av antal våningar som får byggas.

Kopparstadens initiativ ^[2]

I maj 2006 utlyste Kopparstaden en entreprenörstävling för uppförandet av träbyggnadsprojektet kv. Hyttkammaren. Totalt anmälde 4 entreprenörer intresse att delta i projektet varav slutligen 3 lämnade in förslag i slutet av oktober. Under drygt en månad utvärderade Kopparstaden anbuden och presenterade i anslutning till träbyggnadsseminariet i Falun den 7 december det vinnande förslaget. Kopparstaden valde ett förslag från HMB Construction, i Falun. Förslaget är ritat av Mondo Arkitekter och som stomleverantör presenterades KLH Inland Wood i Orsa.

Vinnande förslag ^[3]

Det vinnande förslaget ritades av Mondo Arkitekter och Jüri Raudsepp. Enligt Mondo Arkitekter var ambitionen att skapa ett hus som smälte in med de kringliggande gamla husen, men som samtidigt är modernt.



HUS 1 FASAD MOT YXHAMMARGATAN

Figur 1: Vinnande förslag i arkitektävlingen ritat av Mondo Arkitekter

Arkitekturen är inte riktad mot en särskild målgrupp, utan det är komforten som ska locka hyresgäster. En grundtanke i projektet är att erbjuda en hög komfort i boendet. Vattenburen golvvärme i alla lägenheter är en viktig komfortfaktor. Andra faktorer är hög luftkvalitet, bra möblerbarhet samt ljusa lägenheter och trapphus. Alla trapphushissar går ända ner i det underjordiska garaget. De flesta av lägenheterna har dubbla balkonger – en på varje sida av huset. Husen byggs med trästomme bestående av KLH:s massiva träblock men innehåller även i övrigt mycket trä. Det finns dock inget egenvärde i att bygga allt i trä, utan material väljs med förnuft efter principen, rätt material på rätt plats. Därför väljer Kopparstaden t.ex. klinkergolv i bad samt parkett i alla andra rum.

3. Projektering

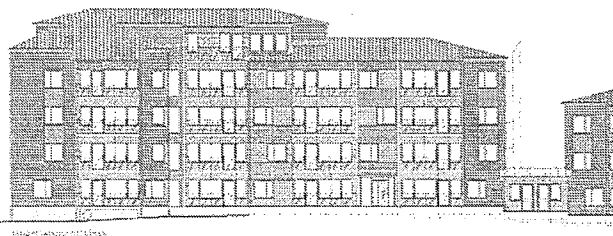
Områden som brand, ljud, och tillgänglighet har ofta varit uppe för diskussion under projekteringsprocessen och även varit huvudtema under de samrådsmöten som hållits. I flera fall har projekteringsarbetet resulterat i nya tekniska lösningar och utföranden jämfört med vad som var förväntat under programskedet. De mest påtagliga förändringarna härrör av reviderade lösningar för att uppnå satta brand- och ljudkrav. När det gäller tillgänglighet har ”Bygg ikapp handikapp” varit det styrande dokumentet.

Projekteringsprocessen – brand^[4,5]

Tidigt i projektet togs en brandskyddsdocumentation fram, men denna har under projekteringsgången kompletterats med krav från brandmyndigheten. Brandmyndigheten har under projektets gång också granskat handlingarna och kommit med åsikter. Överlag har granskningen upplevts som extra hård när detaljer som t.ex. att luftspalten bakom fasadpanelen granskats och ifrågasatts som en brandrisk. Den hårda granskningen tros dock bero på en viss osäkerhet och ovana att behandla byggnader av denna typ, och därför antas granskningen ha utförts med en viss säkerhetsmarginal.

Från början var ambitionen att använda vanligt trä i kombination med cementbaserade skivor, där skivorna fungerar som brandförhindrande avstängningar i vertikalled. Efter de första samrådsmötena och kontakterna med brandmyndigheten var flera frågor angående fasadutförningen oklara och bland annat fördelningen mellan trä och cementbaserade skivor. För att snabba på processen och komma vidare i projektet undersöktes en ny väg där träpanelen skulle vara brandskyddsimpregnerad vilket innebär att den är typgodkänd för placering i fasad på en Br1 byggnad. Alternativet till detta var att utföra lägenheterna med boendesprinkler, vilket emellertid aldrig var något alternativ från Kopparstadens sida. Önskemål om att använda en större mängd trä än vad kraven angav i kombination med förutsättningen att sprinkler inte skulle användas, bidrog därför till valet av brandskyddsimpregnerat trä på utsatta delar av fasaden. Jämfört med ursprungsförslaget fick fasaden nu en betydligt större andel trä, men består också av stora ytor skivor för att på så sätt framhäva träpartierna.

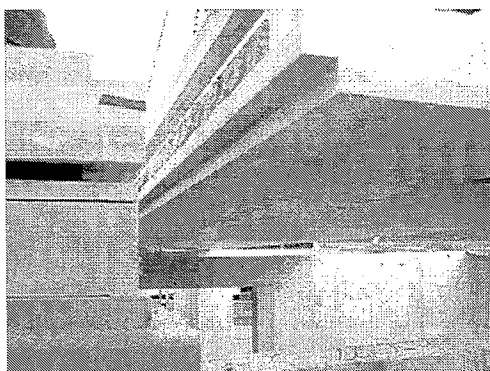
Trapphusen betraktas som utrymningsvägar och det råder därför strängare krav på ytskikt, vilket inneburit att samtliga väggar bekläts med brandgips. I lägenheterna råder inte samma ytskiktsskrav på obrännbart material som i trapphusen, vilket medfört att varje lägenhet har en vägg som bekläs med KLH:s ytskiktspanel. På nedanstående bild kan den slutliga fasadupbyggnaden ses, där cementbaserade skivor färglagts med röd färg, brandskyddsimpregnerat trä med orange och vanligt trä med gult.



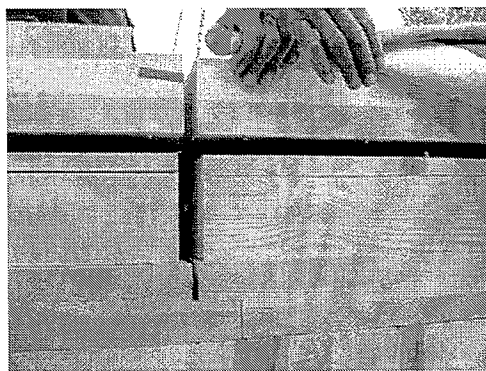
Figur 2: Fördelning av cementbaserade skivor, brandskyddsimpregnerat trä samt vanligt trä.

Projekteringsprocessen – ljud ^[4,5]

I anbudet från HMB fanns ett första teoretiskt framräknat bjälklag uppbyggt av 60 mm nätarmerad betong i bjälklagets överkant, vilket gjorde att bjälklaget både blev tyngre samt gav plats för ingjuten golvvärme. Under betongen fanns i tur och ordning tätskikt, stegljudsisolering, KLH-skiva, ljudprofil, isolering och taggips. Totalt slutade denna konstruktion på en tjocklek av ca 320 mm. Denna konstruktion valdes dock bort beroende av att de teoretiska värdena helt enkelt inte motsvarade de praktiskt uppmätta. I konstellationen HMB, KLH och Mondo stod KLH för projektering och montage av stommen vilket gjorde att de ville säkerhetsställa att den teoretiskt beräknade bjälklagskonstruktionen även praktiskt klarade ljudkraven. Hade projektet genomförts i Österrike hade KLH redan ett stort urval av typgodkända bjälklagslösningar, men då andra ljudkrav förelåg tog KLH initiativ till att testa vald bjälklagskonstruktion. Genom att bygga upp ett 40 m² stort bjälklag och testa detta fick de möjlighet att se vad bjälklaget klarade i praktiken. Föreslagen bjälklagslösning klarade då inte kraven och det största problemet fanns i det lägre frekvensområdet mellan 50-100 Hz. Genom att bygga och testa flera olika bjälklagslösningar arbetade sig KLH fram, men ändringar i bjälklaget gjorde enbart att "problemet" flyttade sig. Först när de hade uppnått en tjocklek på ca 500 mm hittade de en bjälklagskonstruktion som både klarade en teoretisk beräkning samt en praktisk mätning.



Figur 3: Bjälklagsselement lyfts på plats



Figur 4: Bjälklagsselement på plats

De svenska kraven är generellt högre jämfört med de österrikiska, vilket var en av orsakerna till att KLH ville verifiera sina bjälklagskonstruktioner under verkliga förutsättningar i deras labb. Med tanke på husets totala höjdändring till följd av den ökade bjälklagshöjden var det både tur och skicklighet att Kopparstaden redan i ett tidigt skede styrde utformningen av detaljplanen till att begränsa antalet våningar och inte bygghöjden.

Projekteringsprocessen – fukt ^[5]

Som väderskydd valdes fabrikkatet SMIRECO. Konceptet är lätt att arbeta med då byggplatsen har en kran, och väderskyddet kan då snabbt följa med våningarna upp. Efter tillverkning av massivträblocken, som för övrigt endast tog tre dagar för hela projektet, plastas samtliga moduler in för att klara transport och den första tiden på byggarbetsplatsen. Vid montaget öppnas sedan inkapslingen enbart vid anslutningarna för att på så sätt inte riskera onödig väta. Som ett komplement till väderskyddet har samtliga bjälklagsselement försetts med en fabriksmonterad gummiduk på översidan, som både klarar slitage och ihållande regn.

KLH garanterar att deras block har en fuktkvot på 12 % med en variation på högst plus/minus 2 %. Kopparstaden kände ingen oro för att detta skulle avvika, men ville säkerhetsställa att övrigt lösvirke som byggs in kontrollerades så att även det hade godkänd fukthalt. Detta har kontinuerligt utförts av entreprenören genom en omfattande kontrollplan.

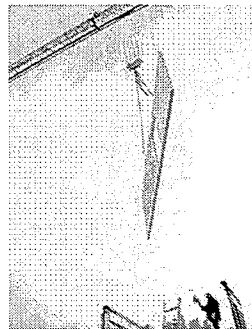
4. PRODUKTION

Produktionskedet^[6]

Byggnadsarbetena påbörjades officiellt i december 2006, men först under hösten 2007 började huset ta form. Stora delar av våren 2007 gick åt till projekteringsarbete och när det var dags för grundläggning var detta ett omfattande arbete delvis beroende av besvärliga markförutsättningar med pålning som följd, men också önskemål om ett stort garage i källaren. Källarbjälklagen färdigställdes under september och början av oktober, och den 24 september anlände den första lastbilen med väggelement från KLH:s fabrik i Österrike.



Figur 5: Leverans av de första väggblocken



Figur 6: Första blocket i luften

Enligt tidplanen förväntades montaget pågå under totalt 8 veckor. Stommontaget påbörjades i vecka 39 och pågick fram till och med slutet av vecka 47. Under denna tid låg arbetet med stommen nere under två veckor, så den verkliga tiden för stommontaget ligger på ca 7 veckor. Montaget av stommen inleddes med att KLH skickade upp en montageledare och två montörer medan totalentreprenören fick avsätta tre man som skulle assistera KLH:s montagepersonal. Samarbetet mellan HMB och KLH har fungerat mycket bra och redan innan stommen var färdigmonterad kunde KLH lämna över det kvarvarande montaget till HMB som avslutade stommontaget med sin egen arbetsstyrka. Totalt har ca 8000 m² vägg levererats och monterats under projektets gång och sammanlagt har det anlänt ca 30 lastbilar med vägg och bjälklagselement under byggtiden. Kontinuerligt under montaget av stommen har utfackningsväggar, fönster och tak monterats. Direkt när stommen på hus 2 var monterad påbörjades arbetet med att tätta huset genom att då färdigställa väggar och tak och i månadsskiftet november/december var även detta arbete till största del utfört på hus 1. Under våren 2008 har arbetena i huvudsak varit koncentrerade på att färdigställa installationer och ytskikt, med mål att släppa in de första hyresgästerna under sommaren 2008.

5. Analys och summering

Under våren och försommaren 2008 har beställare, entreprenör och underentreprenörer fått ge sin syn på projektet, i samband med att deras åtagande gått mot sitt slut. I stora drag omnämns speciellt den bärande stommen med tillhörande stomkomplettering men också synen på framtida träbyggnadsprojekt. En summering av dessa intervjuer följer nedan.

Massiva träväggar^[7,8]

Infästningar i de massiva träväggarna har varit enkelt. Dock har ett omfattande spårningsarbete för elinstallationer i väggarna utförts. Spår för rör och utrymme för dosor har gjorts i efterhand. Arbetet hade avsevärt förenklats om spårning varit utfört från fabrik i så

stor omfattning som möjligt. Typlösning för genomföringar ur brandsäkerhetssynpunkt för ventilationsdragningar saknades från början. Lösningar på plats hade kunnat undvikas genom tidigare engagemang från projektören. Håltagning för el-dragning och även för dragning av golvvärmerör kunde ha varit utförda från väggleverantören. Det hade sparat mycken tid och utgjort en stor arbetsmiljöförbättring.

Träbjälklag och bjälklagskomplettering ^[7,8]

Träbjälklaget har varit bra ur håltagningssynpunkt. Ur brandsynpunkt var inte principerna för brandtätning klargjorda i tid. Lösning på plats medförde en problematisk start på installationsarbetet. Underentreprenörer efterlyser bättre kunskap, samarbete och framförhållning från projektörerna i dessa frågor. Installationsutrymmet för elinstallationer på bjälklagets undersida, 45mm, var snävt tilltaget. Regeln, 45x45, borde ha varit nerkortlad 25 mm. Detta för att ge plats åt en fri rördragning. Nu har rören förlagts i stråk, där regeln kapats bort. Det har medfört längre rör och därmed dyrare installation. Förläggning av golvvärmerör med principen som på Hyttkammaren, tar dubbelt så lång tid som traditionell najning på överkantssarmeringen i ett betongbjälklag. Det har medfört en avsevärt högre arbetsinsats än planerat. Cellplasten, som värmerören förläggs i, skulle kunnat ha en högre prefabgrad. Spår i två riktningar hade kunnat förenkla installationen något.

Framtida projekt ^[7,8]

Problematiken kring trästommen är ny för alla inblandade, bortsett från KLH. Detta har medfört sena lösningar med följande förseningseffekter vilket också gjort det svårt att dimensionera arbetsstyrkan. UE efterlyser, trots veckovisa planeringsmöten, bättre engagemang från totalentreprenören för att undvika komprimerade och stressade kompletteringsinsatserna i projektets slutskede. De samlade erfarenheterna från projektet är dock goda. Kommentarer som ” Vi kommer gärna med i ett liknande objekt” och ”Om ett nytt trästommeobjekt byggs på orten, kan vi komma med alternativa, bättre, lösningar baserade på erfarenheten från detta objekt” är inte ovanliga. För flera underentreprenörer har trästommen på Hyttkammaren medfört nya arbetssätt och därmed nya lösningar. Stommen har inneburit både för- och nackdelar. En väderskyddad arbetsplats har också inneburit fördelar ur arbetsmiljö- och kvalitetssynpunkt. UE har många idéer om alternativa arbetssätt och utföranden inför kommande objekt som kan tillvaratas av en beställare. En höjd prefabriceringsgrad med förberedelse för installationer är högt rangordnat på den listan. Det medför en tidig och precis projektering och planering baserad på erfarenheter från Hyttkammaren och liknande projekt i Sverige. Den erfarenheten finns både lokalt, där objekten genomförts, och centralt samlat hos Träbyggnadsstrategin.

6. Referensdokument:

- [1] Hyttkammaren – Stadsbyggnadskontoret i Faluns initiala engagemang, september 2006.
- [2] Samtal med kopparstaden, september 2006.
- [3] Informationstext till hemsidan, januari 2007.
- [4] Avstämning under projekteringen med Tommy Lövenvik, HMB, den 17 september 2007.
- [5] Avstämning projekteringsfasen: Lägesrapportering och tillbakablick efter samtal med Christer Borgström, Kopparstaden, den 11 september 2007.
- [6] Nedslag i produktionen 1 – Statusbeskrivning och tillbakablick, december 2007.
- [7] Intervjuer med entreprenörer, våren 2008.
- [8] Sammanfattning av intervjuer med underentreprenörerna Hiss, Vent, VS och EL i objektet Hyttkammaren, våren 2008.



Tekniska data för byggprojekt – Kv Hyttkammaren i Falun

Henrik Janols, Janerik Lagergren, Birgit Östman

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut



Tekniska data för byggprojekt - Kv Hyttkammaren i Falun

Henrik Janols, Janerik Lagergren, Birgit Östman

Abstract

Technical information from the building of multi-storey timber buildings has been compiled. Four building objects have been followed, one in north Sweden, one in middle Sweden and two in south Sweden. This report covers Hyttkammaren, a four storey residential building in Falun, middle Sweden.

The information includes documents on the building design and several technical functions: stability, fire safety, acoustics and vibrations, durability, buildability, moisture protection, deformations, air tightness, thermal insulation, energy demand and indoor climate. Illustrations are also included.

The work has been performed within the Swedish national timber building strategy running 2006-2008 and in cooperation between Luleå University of Technology, Växjö University, Högskolan Dalarna and SP Träteknik.

Key words:

Building design, follow up, information, multi-storey timber buildings, technical data.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2008:25
ISBN 978-91-85829-41-5
ISSN 0284-5172
Stockholm 2008

Innehållsförteckning

A Dokument och information om byggnaden

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Bygghandlingar | 7 |
| 2. Information om byggnaden | 9 |

B Tekniska funktioner

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1. Stabilitet | 12 |
| 2. Brand | 13 |
| 3. Ljud, vibrationer | 15 |
| 4. Beständighet, röta, mögel | 16 |
| 5. Byggbarhet | 16 |
| 6. Fuktsäkring | 17 |
| 7. Deformationer | 17 |
| 8. Lufttäthet, värmeisolering | 18 |
| 9. Energi | 18 |
| 10. Inomhusmiljö | 18 |

Bilder 19

Referenser 21

Förord

Denna rapport har tagits fram inom ramen för den Nationella träbyggnadsstrategiens fortbildningsprogram, som genomförts i samverkan mellan Luleå tekniska universitet, Växjö universitet, Högskolan Dalarna och SP Träteknik.

Fortbildningsprogrammet har bedrivits i nära samverkan med ett antal stora träbyggprojekt på tre orter Skellefteå, Falun och Växjö. Det har haft som uppgift att

- följa och dokumentera träbyggnadsprojekten med avseende på en rad aspekter (boendekvalitet, planerings- och beslutsprocessen, tekniska/funktionella lösningar, estetiska aspekter, miljö och livscykelmål, förvaltnings- och livscykelekonomi samt träsystemleverantörer)
- presentera och dra slutsatser på större seminarier i anslutning till byggprojekten och på mindre specialiserade workshops
- säkerställa att dokumentation och information finns tillgänglig
- ge en naturlig återkoppling till utbildning och forskning på högskolor och institut
- skapa underlag för utveckling av starka leverantörsgrepp inom träbyggnadssektorn

Fortbildningsprogrammet har lett av Lars Stehn, Luleå tekniska universitet. SP Trätekniks uppgift har främst varit att dokumentera byggnadernas tekniska egenskaper. För detta ändamål har vi tagit fram checklistor för tekniska data för byggprocessernas olika skeden. Denna rapport redovisar resultaten för Kvarteret Hyttkammaren i Falun, som är ett fyråvåningshus.

Arbetet har utförts i nära samverkan med Byggprojekten. Vi vill tacka alla aktörer för deras insatser och engagemang och för förtroendet att få delta, vilket varit förutsättningen för att kunna genomföra detta arbete. Vi vill också tacka våra kollegor vid Luleå tekniska universitet, Växjö universitet och Högskolan Dalarna samt ledningen av Nationella träbyggnadsstrategin.

Vi hoppas att de vunna erfarenheterna hos alla involverade aktörer ska komma till nytta i kommande större byggprojekt med trästomme.

Birgit Östman
SP Träteknik

Sammanfattning

Tekniska data för byggandet av Kvarteret Hyttkammaren i Falun har dokumenterats och redovisas i form av en checklista för tekniska data för byggprocessernas olika skeden. Kvarteret Hyttkammaren i Falun är ett fyrvåningshus.

Checklistan omfattar följande punkter

A. Dokument och information om byggnaden

A.1 Bygghandlingar

A-ritning, K-ritning, Situationsplan

Geoteknisk undersökning

Kvalitetsplan, Projektmötesprotokoll, Branddokumentation

A.2 Information om byggnaden

Grund, Stomme/väggar, Hisschakt, Trapphus

Yttertak, Fasad, Stomkomplettering, Invändiga ytskikt

Hiss, VS, El, Sprinkler

B. Tekniska funktioner

B.1 Stabilitet

Övergripande, Grund, Stomme, Okulär besiktning

B.2 Brand

Branddokumentation, Ritningar/ byggbeskrivning, Okulär besiktning

B.3 Ljud, vibrationer

Krav, Ritningar/ byggbeskrivning, Beräkningar, Mätningar, Okulär besiktning

B.4 Beständighet, röta, mögel

–

B.5 Byggbarhet

Ritningar/ byggbeskrivning

B.6 Fuktsäkring

Ritningar/ byggbeskrivning, Mätningar, Okulär besiktning

B.7 Deformationer

Ritningar/ byggbeskrivning, Mätningar

B.8 Lufttäthet, värmeisolering

Ritningar/ byggbeskrivning

B.9 Energi

Ritningar/ byggbeskrivning

B.10 Inomhusmiljö

Ritningar/ byggbeskrivning

**Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun**

SP Träteck
Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

A. Dokument och information om byggnaden			
A.1 Bygghandlingar	Tillgång	Beskrivning	Observation
Ritningsförslag/ Byggbeskrivning	Ja		
A-ritning	Tillgängliga i högskolans projektmap	Det vinnande förslaget ritades av Mondo Arkitekter och Jüri Raudsepp. Enligt Mondo Arkitekter var ambitionen att skapa ett hus som smälte in med de kringliggande gamla husen, men som samtidigt är modernt. Arkitekturen är inte riktad mot en särskild målgrupp, utan det är komforten som ska locka hyresgäster. De flesta lägenheterna kommer utföras som genomgående lägenheter med en balkong på var sida om huskroppen. Fasaderna kläs med ljust trä och fäloröda fasadskivor	Totalt 46 lägenheter varav 4 st 1:or, 19 st. 2:or, 14 st. 3:or samt 9 st 4:or. Till dessa lägenheter finns det lägenhetsförråd på vinden samt gemensam tvättstuga, garage och gårdshus. Aktuellt förslag har en total bruttoarea på ca 4600 m2 (exkl garagevåning), vilket innebär att med gällande parkeringsnorm ger detta ett behov av 51 bilplatser. I förslaget är detta behov täckt med 57 bilplatser. Planlösningen är väl anpassad till stommsystemet med genomgående massivträelement. Ritningsframställning i vanlig ordning med måttstatta planer, sektion och detaljlösningar av takfot, gavelsprång, fönster, balkong, trappräcken mm.
K-ritning	Tillgängliga i högskolans projektmap	Konstruktör i projektet är Bjerking i Uppsala. Arbetet har utförts av två olika avdelningar fördelat på källaren i betong och stommen i massivträ. Redovisning på traditionellt sätt med planer, sektioner och detaljer.	Ritningarna har upprättats av två olika avdelningar där grunden och källarvåningen har gjorts av en och stommen i trä av en avdelning med inriktning mot träkonstruktioner. Det vore mycket intressant att utreda om grund och källare anpassats efter stommens lägre last, eller om det förutsatts traditionell betongstomme.
Situationsplan	Ja	Traditionellt utförande.	Byggnadskropparnas storlek och placering på tomten var till största del låsta av den tidigare utarbetade detaljplanen. Enligt detaljplanen planeras inom planområdet två flerbostadshus uppföras längs Yxhammargatan i tre respektive fyra våningar samt inredd vindsvåning. Antalet lägenheter planeras efter full utbyggnad uppgå till cirka 40-45 lägenheter, varav 14 st 2 rok, 21 st 3 rok. Se observation av "A-ritning" för slutligt antal och fördelning.
Geoteknisk undersökning	Tillgängliga i högskolans projektmap	Geoteknisk undersökning utförd av Sweco VBB. Enligt utredningen utgörs jorden överst av 2 till 4 m fyllning som	När markarbetena påbörjats visade det sig att marken även innehöll lämningar av äldre bebyggelse samt oljespill från tidigare verksamhet på fastigheten. Detta föranledde en

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Träteknik
 Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

A. Dokument och information om byggnaden			
A.1 Bygghandlingar	Tillgång	Beskrivning	Observation
		<p>underlagras av 1 till 3 m lerig silt. Därunder följer morän som vilar på berg. Marken klassas vidare som normalradonmark. Grundvattentytan har observerats på 1.4 till 2.1 m under markytan. Dimensionering av geokonstruktioner kan i beaktande av nedanstående rekommendationer ske enligt geoteknisk klass 2. Grundläggning av planerad byggnad bör med hänsyn till den höga grundvattennivån och siltens låga relativa fästhet ske med stödpålar i fast morän eller på berg. Golv görs fribärande.</p>	<p>arkeologisk undersökning samt sanering av ojerester.</p>
Kvalitetsplan	Nej		Finns.
Projektmötesprotokoll	Ja	Mötesprotokoll från samtliga möten	Totalt har det genomförts 9 st projekteringsmöten där dokumentationsgruppen deltagit vid ca hälften av dessa. Samtliga protokoll finns tillgängliga i högskolans projektmapp.
Branddokumentation	Ja	<p>Brandskyddsdokumentationen har utförts av Brandkonsulterna AB i Eskilstuna. Syftet med denna brandskyddsbeskrivning är att redovisa hur byggnadens brandskydd ska säkerställas i enlighet med Byggnadsverkslagen och dess förordning (BVL och BVF) samt gällande utgåva av Boverkets byggregler (BBR).</p>	Brandskyddsdokumentationen har reviderats under projektets gång. Gällande dokumentation finns i högskolans projektmapp.

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet

Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Trätek

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

A.2 Information om byggnaden	Källa	Beskrivning	Observation	Anm/sign
Grund	K-ritningar samt allmänna föreskrifter	Konstruktionshandlingar från Bjerking AB	Platsgjutna källarvåning på pålar	
Stomme/väggar	Ritningsdetaljer från K-ritningar för stomme	<u>Bärande ytterväggar:</u> Utvändigt beklädnad, 150 min ull, 94 KLH 3s, 2x15 protect F alternativt med ett lager gips. <u>Lägenhetsskivande vägg:</u> 15 Protect F, 94 KLH 3s, 50 Heralan, 13 gips, 50 Heralan, 94 KLH 3s, 15 Protect F (Brandklass R60). För brandklass R90 sätts 2x15 Protect F på vardera sidan om väggen. <u>Bärande innervägg:</u> 2x15 Protect F, 94 KLH 3s, 2x15 Protect F.	Stommen levereras i KLH-block med utsågade fönster, dörrar samt i vissa fall urtag för installationer. Stommen kompletteras därefter med isolering och ytskikt. Möjlighet fanns att beställa massivträelement med en högre prefabnivå där t.ex. urfärsning gjorts för elledningar och dosor. Detta blev dock inte aktuellt då stombeställning gjordes innan elen var färdigprojekterad. Inför nya projekt kommer sannolikt detta planeras in i projekteringen för att åstadkomma element med en högre prefabgrad.	
Hisschakt	K-ritning	Massiva träelement med ytbeklädnad av protect F		
Trapphus	K-ritning	Bärande massiva träväggar med protect F. Inget synligt trä trots tidiga önskemål från beställare och arkitekt.	Trappor utförda prefabricerade i betong	
Yttertak	Färgsättningsritning från Mondo	Taktegel, vittinge	Rött	
Fasad	A-ritningar	Fasaden består i huvudsak av liggande träpanel men har också försetts med liggande fasadskiva av minerit. I de fall trä av brandtekniska skäl inte får användas har träpanelen brandskyddsimpregnerats eller ersatts med minerit. Entrépartier utförs i ek.	Fasadskivorna färgsätts i S 5040-Y80R, medan träpanelen målas med S 2040-Y10R. Samtliga plåtdetaljer blir svarta. När det gäller placering av trä, minerit och brandskyddsimpregnerat trä har brandskyddsdocumentationen till stor del styrt placeringen. Vanlig träpanel används till stor del på långsidorna där balkongerna avgränsar eventuell brand. Impregnerad panel används på trapphus, under fönster där trä önskas samt vid takfoten. Mineriten har används på vissa partier för att bryta större träpartier.	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet

Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Trätek

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

Stomkomplettering	Platsbesök.	Utfackningsväggar byggdes på arbetsplatsen och monterades med kran. Utfördes med traditionell träregelstomme . I vissa invändiga utrymmen byggdes avgränsande innerväggar av stålreglar och gips.	
Invändiga ytskikt, utrustning	Mötesbeslut, byggmöte	I regel har alla bärande och lägenhetsavskiljande väggar utförts med ett eller två lager 15 Protect F. Golv utförs med Ekparkett och badrum utförs med klinker och kakel. I varje lägenhets vardagsrum har man låtit uppföra en vägg med ytskiktspanel från KLH. Bakom denna panel ligger dock ett lager gips.	Samtliga utrymmen utförs med vattenburen golvvärm. Önskan fanns länge om att låta en massiv trävägg vara synlig i varje lägenhet. Detta blev dock inte möjligt med hänsyn till gällande brandkrav och förutsättningen att inte installera sprinkler. Skulle man rent hypotetiskt valt att frilägga en vägg är det viktigt att denna vägg redan under projekteringen beställts med en högra kvalitet på ytskiktet. Gör ej detta får man komplettera med lös ytskiktspanel, likvärdig den som sattes upp på de gipsade innerväggarna.
Hiss	HMB	Totalt finns det 4 st hissar och trapphus i byggnaden. Varje enskilt trapphus utförs i EI60 alternativt EI90. Varje hiss byggs längs med en lägenhetsavskiljande vägg med dubbla KLH-element enligt tidigare beskrivning. Övrig avgränsning av hissen görs med enkla KLH-element och Protect F	I projektet används en hissmodell där de konventionella linorna är utbytta mot polyuretanbeklädda stålbalten för att minimera störande ljud. Hisschaktet är också helt fristående mot lägenheterna så ev. vibrationer kan inte överföras.
VS		Uppvärmning med fjärrvärme. Vattenburen golvvärm. Värmemängdsmätare i varje lägenhet. Mätning av både kallt och varmt tappvatten samt vatten till golvvärm.	Huset ligger placerat så de kan använda sig av värmeverkets returvatten, vilket möjliggör en billig uppvärmning. Vattenburen golvvärm finns i alla lägenheter. Övanpå KLHs bjälklagselement ligger en 30 mm tjock stenullisolerings följt av 30 mm fördelningsplåtar och golvvärmeslingor samt parkett eller klinker
EI	Byggmöten	I detta projekt fräses spår i stomblocken för e-installationer med en handfräs som provats ut i en av lägenheterna.	Elentreprenör är Carlgrens El AB och för projekteringen står Sweco Theorells AB.

**Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun**

SP Träteck
Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

Sprinkler		Huset har inte försetts med boendesprinkler utan fasadmaterialet har anpassats och placerats så att byggnaden skall klara sig utan sprinkler.	Mycket tid har lagts på detta!
------------------	--	---	--------------------------------

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet

Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Träteknik

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

B. Tekniska funktioner			Anm/sign
B.1. Stabilitet	Metod/data	Observationer/data	
1.1 Övergripande	Utvärdering ritningar	Källarvåningen/garaget och bottenbjälklaget är utförda i betong. Övriga våningar är utförda med stomme av massivträ. Stabiliteten i stommen fås genom skjuvstyva väggar placerade i båda riktningar. Vinkelbyggnaderna på respektive huskropp utförs med massiva KLH-element runt om hela byggnaden medan långsidan mot Yxhammargatan förses med utfackningsselement.	
	Planlösning	Planlösningen är anpassad till byggsystemet då byggnaden har genomgående bärande och lägenhetsavskiljande väggar som även fungerar som upplag för bjälklaget. Detta ger i flera fall möjlighet till genomgående lägenheter med en balkong på vardera sida.	
1.2 Grund	Typ av grundläggning Grundundersökning	Saknas relationshandlingar Geoteknisk undersökning utförd av Sweco VBB. Enligt utredningen utförs jorden överst av 2 till 4 m fyllning som underlagras av 1 till 3 m lerig silt. Därunder följer morän som vilar på berg. Marken klassas vidare som normalradonmark. Grundvattenytan har observerats på 1.4 till 2.1 m under markytan. Dimensionering av geokonstruktioner kan i beaktande av nedanstående rekommendationer ske enligt geoteknisk klass 2. Grundläggning av planerad byggnad bör med hänsyn till den höga grundvattennivån och siltens låga relativa fästhet ske med stödpålar i fast morän eller på berg. Golv görs fribärande.	
	Betong/ytenhet	Saknas relationshandlingar	
1.3 Stomme	Infästningar i grund	På betongbjälklaget på bottenvåningen sätts en syl 45x95 fast med Hilti M=10,5, l=120 och s=500. På denna syl ställs respektive massivträelement och fästas in med spikplåt 100x260x2 s1500. Längre upp i byggnaden där bjälklagen är av trä fästes massivträväggarna med BMF vinkelbeslag 90265 s1000.	
	Övriga infästningar	I ytterväggshörn förankras stomelementen i varandra med träskruvar som har en diameter på 8mm, längd på 150mm samt c/c avstånd på 300. Sidöverlapp görs på två olika sätt beroende på om överlappet är synligt eller ej. Är det synligt görs en fas som överlappas med följande element och sedan sätts ihop med träskruv av d=6, l=80 och s=300. I de fall mötet är dolt fälls en nedsänkt plywood remsa på 100x19 in i skarven och skruvas med träskruv d=6, l=80 och s=300. Infästning av ök vägg och U.K. bjälklag utförs med snedskruvade träskruvar d=8, l=160 och s=400.	
	Mängd stabiliserande väggpartier	Svårt att uppskatta	
	Vägglängder	Olika längder förekommer. I stora drag begränsas vägglängderna av transportens	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet

SP Träteknik

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

Byggnad: Hyttkammaren, Falun

B. Tekniska funktioner

B 1. Stabilitet	Metod/data	Observationer/data	Anm/sign
		kapacitet mellan Österrike och Sverige.	
	Placering av stabiliserande väggar	Saknas relationshandlingar	
1.4 Beräkningar	Upplagsreaktioner max/min/totalt	-	
1.5 Mätningar	Krafter	inga mätningar utförda	
1.6 Okulär besiktning	Bilder och anteckningar	Stommen ser bra ut efter syn på plats. I något fall har verkligheten inte varit likvärdig med de levererade blocken, men detta har varit lätt åtgärdat då det är tämligen enkelt att göra urtag eller att kapa befintliga element.	
	Risk för fel	Syllen mellan källarbjälklag i betong och de första massivträväggarna kommer att bära hela husets last. En risk finns att denna deformeras då den påförda lasten angriper parallellt mot syllens träfibreriktning.	

B 2. Brand	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
2.1 Branddokumentation	Krav	Byggnaden ska vara utförd i lägst byggnadsklass Br1. Dimensionerande brandbelastning är 200 MJ/m ² enligt schablon för verksamheten. Byggnaden ska vara belägen minst 4 meter från fastighetsgräns som ej är gata och vara belägen minst 8 meter från byggnad på annan fastighet. Byggnaden ska vidare vara belägen mer än 5 meter från annan byggnad på samma fastighet. Brandcellskiljande byggnadsdelar ska i allmänhet vara utförda i lägst brandteknisk klass EI 60. För 5 våningshuset ska vertikalt bärverk samt stomstabiliserande horisontellt bärverk vara utfört i lägst brandteknisk klass R 90. Då 5 våningsdelens konstruktioner inte är beroende av 4 våningshusets bärverk kan övriga konstruktioner i båda byggnaderna utföras i brandteknisk klass R 60.	se BSD daterad 070808
	Brandcellsindelning	Utrymmen som trapphus, lägenheter, lägenhetsförråd, fläkttrum, ventilationsschakt, uppdelningar av vindsutrymmen, garage, brandsluss till garaget samt elcentral utförs som egna brandceller. Dessa ytor avgränsas av bjälklag som utförs som brandcellsgräns samt brandcells avgränsande ytter- och innerväggar.	
	Utrymningsvägar inkl ytskikt	Garage har utrymning via brandtekniskt avskilda trapphus. Lägenheter har utrymning via trapphus och via räddningstjänstens stegutrustning. Lägenhet 432-002-4-006, 432-002-4-010 har utrymning via loftgång och räddningstjänstens stegar från loftgången. Tvättstugan och boendeförråd har en enda utrymningsväg vilket tillåts p.g.a. det korta avståndet till det fria. Tak- och väggtytor i trapphus, garage och brandsluss ska vara	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Träteck

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

B 2. Brand	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
		utförda med ytsikt av lägst klass I (B-s1,d0) fäst på obrännbart material (A2-s1,d0) eller täandskyddande beklädnad. Golvbeklädnad ska vara utförd i klass G (Cfl-s1).	
	Tekniska byten	Valet föll tidigt på att inte använda boendesprinkler i projektet. För att klara gällande brandkrav har detta kompenserats med att man i trapphus använt gipsbeklädnad på alla tråytor samt på fasader använt mineritskivor och brandimpregnerad träpanel där krav på obrännbarhet finns.	
	Detaljlösningar	Önskemål fanns tidigt om en frilagd vägg i varje lägenhet. För att klara gällande brandkrav på stommen kommer dock alla invändiga väggar att gipsas, men för att bibehålla den efterfrågade träkänslan kommer man använda sig av en KLH-panel som ligger utanpå gipset. Kravet i lägenheterna är ytsikt klass 2 och med impregnering på plats av KLHs panel uppnås klass 1.	
	Utfåtande brandmyndighet	Två lägenheter har utrymning via lofång och räddningstjänstens stegar från lofångaren. Denna avvikelse har diskuterats med räddningstjänsten.	
	Brandtätningar i brandcellsgränser	Framgår inte hur detta praktiskt görs, bara att dessa tätningar skall klara brandcellsgränsens klass	
	Brandstopp inuti konstruktioner	Brandstopp finns i alla vertikala och horisontella luftspalter i träkonstruktionerna. Brandstopp ska vara utförda i enlighet med Brandsäkra Trähus, Nordisk kunskapsöversikt och Vägledning, Träteck Publikation 0210034, 2002.	
	Bedömning	Branddokumentationen ställer upp vilka krav som gäller, men inte alltid hur detta praktiskt skall utföras.	
2.2 Ritningar/ byggbeskrivning	Fasadsystem	Saknas i vårt material	
	Brandskyddsbehandlingar	Utsatta delar av fasaden samt träpanel i lägenheterna skall brandskyddsimpregneras. Det pågår även en utredning om vissa delar i trapphusen skall bekläs med brandskyddsimpregnerad panel.	
	Placering av ev sprinkler	Sprinkler används ej.	
	Luftning yfvertak, takfot	Saknas i vårt material	
	Brandavskiljning på vindar	De brandavskiljande väggarna går upp till råsponen i taket, vilket betyder att vinden ovanför varje brandcell utgör en egen brandcell.	Se vidare K-ritningar
	Mängd oskyddat synligt trä i relation till total omgivande yta	En vägg i lägenheten utförs med KLH:s ytsiktspanel men är brandskyddad med bakomliggande gips. Stommen utförs inte oskyddad med hänsyn till brand på något ställe i byggnaden.	
2.3 Okulär besiktning	Bilder och anteckningar	Se högskolan dokumentationsmapp och sist i denna rapport.	
	Risk för fel	Hur påverkas brandskyddsimpregneringen av långvarig påverkan av sol, vind och regn.	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Träteknik
 Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

B 2. Brand	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
		Det är oklart om det finns någon risk att effekten av impregneringen klingar av med tiden.	

B 3. Ljud, vibrationer	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
3.1 Krav	Luftljud Stegljud Bedömning	Bostad/bostad: $R'_{w+C50-3150} = 57$ dB Bostad/bostad: $L'_{n,w} = L'_{n,v} + C50-2500 = 52$ dB Generellt gäller ljudklass B för projektet. Ljudklass B är en ljudklass högre än vad som krävs för byggnader av den här typen. Detta innebär att projektering av väggar, bjälklag och genomföringar måste utföras synnerligen noggrant.	
3.2 Ritningar/byggbeskrivning	Luftljud / Stegljud Flanktransmission Installationer	Inga speciella ljudåtgärder i utrymmen inom lägenheten annat än normenligt (tex. mellan bad och sov). Flanktransmissionen ska minskas med hjälp av ett mellanlägg. Bjälklaget består av två KLH-element varvid det nedre vilar direkt på väggen och det övre är upplagt på en distansklot samt ovan nämnda mellanlägg för att erhålla en luftspalt på ca 140 mm mellan elementen. Denna spalt fylls delvis med isolering (ca 50 mm). HMB har handlat upp en av marknadens tyngsta hissar där bland annat de konventionella linorna är utbytta mot polyuretanbeklädda stålbalten. Hisschaktet är också helt fristående mot lägenheterna så att ev. vibrationer inte kan överföras. Vad beträffar ljudkrav på ventilationen i lägenheterna så skall denna uppfylla 30 dBA, vilket är kravet enligt normen.	
3.3 Beräkningar	Luftljud Stegljud Flanktransmission Kommentar	Det är oklart om några beräkningar gjorts för luftljud. Fokus under projekteringen har inte varit på väggarnas utformning utan på bjälklaget, se vidare flanktransmission. Se ovan Olika bjälklagslösningar har både testats och beräknats av KLH i arbetet med att ta fram en godkänd bjälklagskonstruktion som klarar svenska krav och normer. Under arbetets gång visade det sig bland annat att de teoretiska beräkningarna inte alltid överrensstämde med de praktiska försöken. En av anledningarna till att KLH fick projektera en ny bjälklagslösning var att ljudkraven skilde sig mellan Österrike och Sverige. Den stora skillnaden var C-reduktionen där de svenska kraven går ner till 50Hz medan KLHs produkter var anpassade efter en C-reduktion som går ned till frekvenstal på 100 Hz.	
3.4 Mätningar	Allmänt	KLH har genomfört flera fullskaleförsök på det aktuella bjälklaget. Bland annat	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Träteck

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

B 3. Ljud, vibrationer	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
3.5 Okulär besiktning	Risk för fel	byggs en lägenhet i full skala som i sin tur belastades med motsvarande last som kommer verka i Kopparstadens fyra- och femvåningshus. Dessa mätningar borgar för att projektet skall klara uppsatta ljudkrav.	
	Bedömning	Mellanlägget mellan de två bjälklagselementen medverkar till att bjälklaget klarar dagens ljudkrav, men hur denna konstruktion påverkas av långvarig drift är dock oklart. Fara för störande ljud och vibrationer bedöms inte vara stor då just ljudfrågorna varit en nyckelfråga under hela projekteringen, vilket medfört en noggrann och väl studerad bjälklagslösning resp. vägglösning.	

B 4. Beständighet, röta, mögel	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
4.1 Ritningar/byggbeskrivning		Underlag saknas i vårt material	

B 5. Byggbarhet	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
5.1 Ritningar/byggbeskrivning	Bedömning	Svårt att uttala sig om detta, men i stora drag har stomsystemet varit snabbt och enkelt att montera. Fördelar som t.ex. enkla och snabba infästningar av ställningar har gjort arbetet enkelt, men även stomkompletteringar och dragning av installationer är tämligen enkelt och snabbt med väggelement i trä.	
	Prefabgrad	Vid stomleverans var vägg- och bjälklagselementen förberedda med uttag för fönster, dörrar, schakt och rörinstallationer. Väggar är inte försedda med panel och läkt vilket gör att det är en del arbete kvar trots att stommen är rest och klar. När det gäller balkongerna så är bjälklagen till dessa också förberedda, men kan inte sättas upp förrän vissa stomkompletteringar har utförts. På långsidorna av byggnaden där man inte har bärande massivträväggar används färdiga utfackningsväggar försedda med utegips, men ej isolerade.	
	Montagetid	Montaget för stommen tog totalt 9 veckor, men av dessa stod bygget stilla under 2, så den verkliga montageiden slutade på 7 veckor. Inräknat i denna tid är då stommontage, utfackningsväggar samt platsbyggt tak.	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet
Byggnad: Hyttkammaren, Falun

SP Träteck
 Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

B 6. Fuktsäkring	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
6.1 Ritningar/ byggbeskrivning	Materialval Utförande Väderskydd	Massivträskivorna i fabrik har en kontrollerad fuktkvot som ligger på 12 % med en variation på högst 2 %. Fuktkvoten kontrolleras även efter leverans och det har inte uppkommit några kända avvikelser på skivorna under projektet. Väggar och bjälklag är väl skyddade under transport. Bjälklagen är försedda med en skyddande gummimatta på ovansidan för att inte utsätts för fukt. I projektet används ett väderskydd från Smireko. Dessa skydd består av ett bågformat tält som lyfts upp och placeras på var sida om huset stående på byggställningarna. Där täkten inte har möjlighet att skydda byggnaden används presenningar med fall så att vattnet leds ut från bygget. Väderskyddet fungerar bättre om byggnaden är rektangulär utan vinkelbyggnader. Hyttkammaren består av två L-formade hus vilket medförde att det blev svårt att i vissa fall skydda hörnen från regn. Utförs enligt nya krav från 2007	
6.2 Mätningar	Fuktkvot	Under projektet har det gjorts kontinuerliga mätningar på levererat trä. Massivträelementen har i regel haft en fuktkvot på ca 12 %. I de fall vatten trots väderskydd och presenningar kommit in har OCAB utfört en fuktteknisk kontroll innan materialet byggs in.	
6.3 Okulär besiktning	Risk för fel Bedömning	Väderskyddets konstruktion medför en risk att vatten skall komma in. Väggelementen klarar dock en del fuktpåfrestning då dessa i största fall enbart utsätts för regn från sidan som snabbt rinner av. Bjälklagelementen har i sin tur en skyddande gummiduk som skall skydda dem under montaget. Den största risken är därför kopplad till hur eventuellt regnvatten leds bort från bygget, så att det inte får möjlighet att rinna ner genom något förtillverkat schakt i bjälklaget. Bygget stog under oktober stilla i en vecka för att det kommit in vatten i byggnaden. I stort rörde det sig om att vatten kommit in i några av husets schakt. Detta åtgärdades med att i första fasen täcka bygget bättre och få på tak på utsatta delar. Innan berörda schakt byggdes igen besiktade även OCAB dessa så att inte fuktkvoten var för hög.	

B 7. Deformationer	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
7.1 Ritningar/ byggbeskrivning	Väderskydd Utförande Bedömning	se 6.1	
7.2 Mätningar	Fuktkvot	OCAB har genomfört kontinuerliga mätningar. Fuktkvoterna har varit låga.	

Checklista för tekniska data om byggprojektet inom Fortbildningsprogrammet

SP Träteck

Datum: 2008-12-12 Sign: HJ, JL

Byggnad: Hyttkammaren, Falun

B 8. Lufttätthet, värmeisolering	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
8.1 Ritningar/byggbeskrivning	U-värden	Har inga siffror på detta, men yttrevägg består av: 2x15 Protect F, 94 K LH 3s, 150 min ull, utv. Beräkning för hand ger ca 0.232 W/m ² K för väggen.	
	Utförande	På insidan av massivträelementen sätts ingen ångspärr, utan denna ersätts av en vindskyddsduk som fäst på elementets utsida mot isoleringen. Utfackningsväggarna förses dock med ångspärr på traditionellt vis.	
	Bedömning	En viktig faktor för att huset skall bli tätt är att tätningarna mellan block och block samt mellan block och utfackningsvägg utförs noggrant.	

B 9. Energi	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
9.1 Ritningar/byggbeskrivning	U-värden	I anbudet beräknades den totala årliga energianvändningen till 336414 kWh/år exkluderat hushållsel, vilket omräknat skulle ge en kvadratmeterkostnad på ca 64 kWh/m ² och är förutsatt att total bruksarea på 5232 m ² räknas med.	
	Utförande	För att begränsa energianvändningen i bostäderna har byggherren valt att i varje lägenhet installera mätare för kall- och varmvatten, värme och el. Anledningen är att man anser att viljan att spara energi lättare motiveras om man själv styr energikostnaden. Byggnaden kommer nyttja returvärmesystem som är på väg tillbaka till fjärrvärmeverket vilket ger en billigare energikostnad.	

B 10. Inomhusmiljö	Metod/data	Observationer / data	Anm/sign
10.1 Ritningar/byggbeskrivning	Materialval	Gipsväggar har målad glasfiberväv.	

Hyttkammaren i Falun i bilder. Flervåningshus med trästomme i fyra våningar.

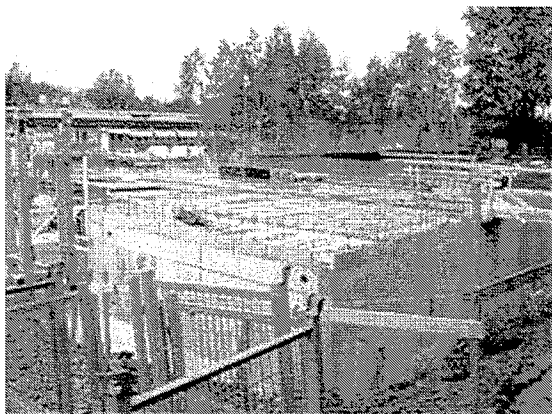


Bild 1. Grunden gjuten.

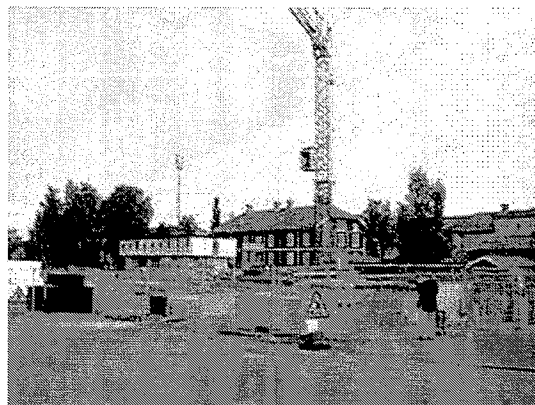


Bild 2. Trämontaget har börjat.



Bild 3. Stomresning

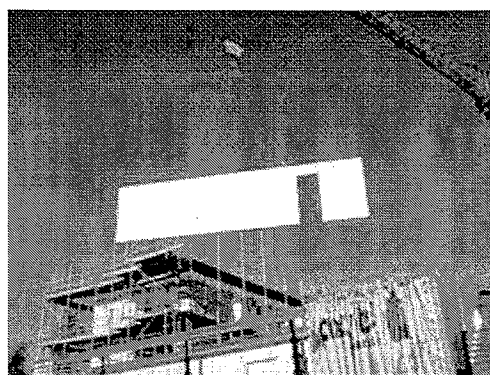


Bild 4. Väggelement på väg

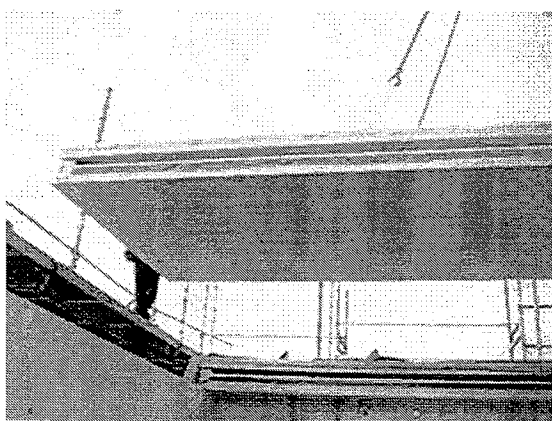


Bild 5. Bjälklag på väg

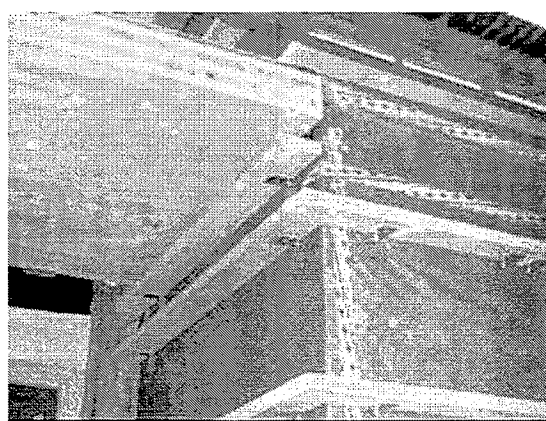


Bild 6. Infästning av bjälklag

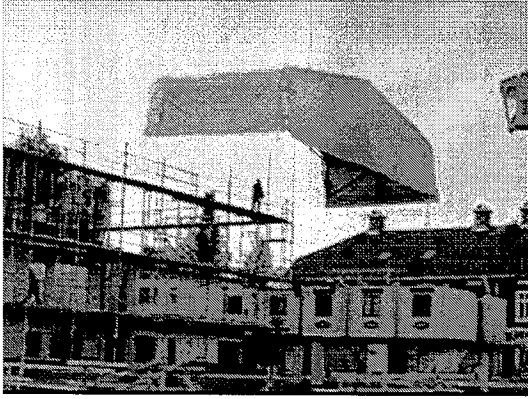


Bild 7. Mobilt väderskydd

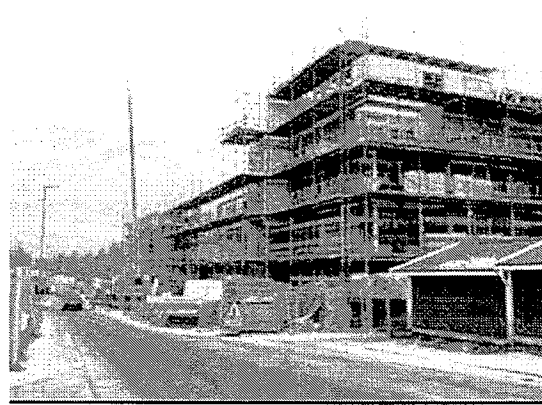


Bild 8. Stommen klar



Bild 9. Infälld installation

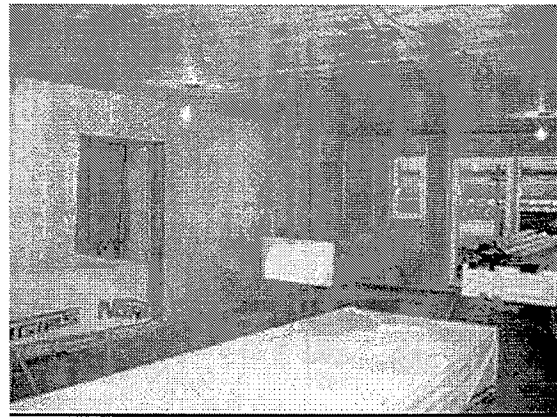


Bild 10. Stomme före montage av gips



Bild 11. Färdig byggnad från gården



Bild 12. Färdig byggnad från gatan

Referenser

Slutrapport för fortbildningsprogrammet

1. Stehn L, Rask L-O, Nygren I och Östman B: *Byggandet av flervåningshus i trä – Erfarenheter efter tre års observation av träbyggandets utveckling. Ett samverkansprojekt inom nationella träbyggnadsstrategins fortbildningsprogram mellan Luleå tekniska universitet, Växjö universitet, Högskolan Dalarna och SP Träteknik*. Luleå tekniska universitet, Rapport 2008:18.

Uppföljning av byggprojekt

2. Axelson M: *Tekniska data för byggprojekt - Kv Rydebäck i Helsingborg*. SP Rapport 2008:20
3. Berglund A, Eklöf M: *Applicering av konceptet Passivhus på ett industriellt byggt flerbostadshus i trä*. Examensarbete Luleå tekniska universitet, Avd för träteknik, 2008:105 CIV
4. Bystedt A. *Industriellt träbyggande i samverkan – En studie av det strategiska nätverket Bygg i Trä*. Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet, Avd för träteknik, 2007:55
5. Daerga P-A, Gustafsson A: *Tekniska data för byggprojekt - Älvsbacka strand i Skellefteå*. SP Rapport 2008:25
6. Frantz Å: *Limnologen – Inblick i svenskt träbyggande*. Examensarbete, Växjö universitet. TD 009/2008
7. Gustafsson Å, Vessby J, Rask L-O: *Erfarenheter av logistik- och montageprocessen vid byggande av flerbostadshus med trästomme. Del 2: Faktorer som påverkat tidseffektiviteten vid projekt Limnologen*. Rapport 46/2008. Institutionen för Teknik och Design, Växjö universitet, 2008
8. Janols H, Lagergren J, Östman B: *Tekniska data för byggprojekt - Kv Hyttkammaren i Falun*. SP Rapport 2008:24
9. Jarnehammar A, Nilsson I, Englund F: *Trästad ett uthålligt koncept - Erfarenheter från 10 års drift av Välludden*. IVL rapport B1799, 2008
10. Jarnerö K: *Tekniska data för byggprojekt - Kv Limnologen i Växjö*. SP Rapport 2008:19
11. Jarnerö K, Vessby J, Gustafsson Å, Rask L-O: *Erfarenheter av logistik- och montageprocessen vid byggande av flerbostadshus med trästomme. Del 1: Probleminventering vid projekt Limnologen*. Rapport 43/2008. Institutionen för Teknik och Design, Växjö universitet, 2008
12. Rosenkilde A, Axelson M, Jarnerö K: *Flervåningshus med trästomme - Uppföljning av Kv Limnologen och Kv Rya, Rydebäck*. SP Rapport 2008:18
13. Serrano E (red): *Uppföljnings- och dokumentationsprojektet Limnologen. Översikt och delprojektrapporter*. Rapport nr 47/2008. Institutionen för Teknik och Design, Växjö universitet, 2008
14. Stehn L, Björnfot A: *Temperaturen på det industriella trähusbyggandet*. Väg- och Vattenbyggaren nr 5, 2008
15. Sundkvist J, Johnsson H: *Tre bygger i trä*. Väg- och Vattenbyggaren nr 5, 2008
16. *Sundsvalls Inre Hamn – Ett utvecklings- och informationsprojekt för trähusbyggande i massivträ*. Boverket, maj 2005
17. Vessby J och Salmela K: *Limnologen i Växjö, Sveriges högsta moderna bostadshus i trä*. Bygg& teknik nr 2/07

Referenser för Hyttkammaren

18. Hyttkammaren – Stadsbyggnadskontoret i Faluns initiala engagemang, september 2006.
19. Samtal med kopparstaden, september 2006.
20. Informationstext till hemsidan, januari 2007.
21. Avstämning under projekteringen med Tommy Lövenvik, HMB, den 17 september 2007.
22. Avstämning projekteringsfasen: Lägesrapportering och tillbakablick efter samtal med Christer Borgström, Kopparstaden, den 11 september 2007.
23. Nedslag i produktionen 1 – Statusbeskrivning och tillbakablick, december 2007.
24. Intervjuer med entreprenörer, våren 2008.
25. Sammanfattning av intervjuer med underentreprenörerna Hiss, Vent, VS och EL i objektet Hyttkammaren, våren 2008.

Övrigt

26. *Acoustics in wooden buildings*. State of the art 2008. SP Rapport 2008:16
27. *Akustik i träbyggnader*. Bygg & teknik, nr 04/08, 2008
28. *Byggprojekt inom Nationella träbyggnadsstrategin*. SP Trätek Kontenta 2008:60

Hemsidor

www.trabyggnadskansliet.se
www.regeringen.se/nationellatrabyggnadsstrategin
www.ltu.se/lwe
www.travolymbbyggnad.se
www.du.se/trabyggnad
www.vxu.se/td/bygg/trabyggstrategi/limnologen



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
 Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 08-411 83 35
 E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

SP Träteknik
 SP Rapport 2008:25
 ISBN 978-91-85829-41-5
 ISSN 0284-5172



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kollegor. Vi är ca 870 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.

Beilage 3



Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann-Universität

Institut für Hoch- und Industriebau | Inffeldgasse 24
LABOR FÜR BAUPHYSIK | A-8010 GRAZ

Akkreditierte | Tel.: ++43 (0) 316 873 1301
Prüf- und Überwachungsstelle | Fax: ++43 (0) 316 873 1320

Mail: bauphysik@TUGraz.at
Web: bauphysik.TUGraz.at

PRÜFBERICHT NR. B07.851.029.320

Erstellt im Rahmen des Akkreditierungsumfanges

Erstellt außerhalb des Akkreditierungsumfanges

ANTRAGSTELLER: KLH
Massivholz GmbH.

8842 Katsch an der Mur

ANTRAG: Messung der Luftschalldämmung einer Wohnungstrennwand in Gebäuden.

GEGENSTAND: Zweischalige Wohnungstrennwand im Modulhaus in Katsch an der Mur.
Wohnungstrennwand vom Antragsteller benannt als:
KLH_SE_WTW_01
Aufbau der Wohnungstrennwand siehe Seite 2

MESSDATUM: 27 03 2007

INHALT DES PRÜFBERICHTES:

- 1 Antrag
- 2 Grundlagen
- 3 Gegenstand
- 4 Messung
- 5 Messergebnis
- 6 Geltung des Prüfberichtes

BEILAGE 1 Schnitt und Aufbau der WTW
BEILAGE 2 Messprotokoll

RE

UMFANG DES PRÜFBERICHTES: 6 Seiten DIN A4, einschließlich Beilagen

- 1 ANTRAG:** Messung der Luftschalldämmung einer Decke in Gebäuden.
- 2 GRUNDLAGEN:** ÖNORM EN ISO 140-4 (01 07 1999)
Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden
ÖNORM EN ISO 717-1 (01 12 2006)
Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung
- 3 GEGENSTAND:** Zweischalige Wohnungstrennwand im Modulhaus in Katsch an der Mur.
Wohnungstrennwand vom Antragsteller benannt als: KLH_SE_WTW_01
Aufbau gemäß Angabe des Antragstellers:
- 12.5 mm Gipskartonplatte GKB
 - 94 mm KLH 3-s
 - 50 mm Mineralfaserplatte Heralan FPL
 - 12.5 mm Gipskartonplatte GKB
 - ~ 7.5 mm Luft
 - 50 mm Mineralfaserplatte Heralan FPL
 - 94 mm KLH 3-s
 - 12.5 mm Gipskartonplatte GKB
- Prüffläche: 6.9 m x 4.5 m - 13 m²
- 3.1 UMFASSUNGS-BAUTEILE:** Aufbau gemäß Angabe des Antragstellers:
- Decke:
- 12.5 mm Gipskartonplatte GKB
 - 120 mm Mineralfaserplatte
 - 94 mm KLH 3-s
 - 30 mm Lattung, dazwischen Luft
 - 12,5 mm GKB
- Böden:
- 12.5 mm Gipskartonplatte GKB
 - 30 mm Mineralfaserplatte
 - 94 mm KLH 3-s auf Hallenboden
- Seitenbauteile:
- 12.5 mm Gipskartonplatte GKB
 - 150 mm Mineralfaserplatte
 - 94 mm KLH 3-s auf Hallenboden
 - 12.5 mm Gipskartonplatte GKB

4 MESSUNG

4.1 INSTRUMENTE

Zweikanaliger Echtzeitanalysator, Typ Norsonic RTA 840 mit eingebautem Rauschgenerator, Verstärker und Lautsprecher Norsonic Tippkemper Type 229 und Typ Nortronic 811 L, Mikrofonvorverstärker Norsonic 1201, Mikrofone Norsonic Type 1220.

4.2 MESSUNG

Im Senderraum wurde mittels Rauschgenerator und Rundstrahl Lautsprecher ein diffuses Schallfeld in Terzbandbreiten erzeugt und gleichzeitig im Senderraum und Empfangsraum durch kreisförmig bewegte Mikrofone als mittlere Schallpegel in Terzbandbreiten gemessen.

4.3 ABSORPTION

Die äquivalenten Absorptionsflächen werden aus den in Terzbandbreiten gemessenen Nachhallzeiten nach Sabine errechnet.

5 MESSERGEBNIS

Die Messung ergab für die Wohnungstrenndecke das

bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_w(C_{50-3150}, C_{tr50-3150}) = 66 (-8; -19) \text{ dB}$



7 GELTUNG DES PRÜFBERICHTES

Der Prüfbericht gilt für den geprüften Gegenstand und für die Bedingungen, unter denen die Prüfungen durchgeführt wurden.

Da sich die Prüfvorschriften und Beurteilungsgrundlagen - dem Stand der Technik folgend - ändern können, ist nach Ablauf von 3 Jahren ab Prüfdatum zu klären, ob die Konformität mit den zu diesem Zeitpunkt gültigen Prüf- und Beurteilungsgrundlagen noch sichergestellt ist.

Der Prüfbericht darf nur in vollem Umfang vervielfältigt werden, eine gekürzte Form, bzw. Auszüge aus diesem Prüfbericht müssen vor der Vervielfältigung schriftlich vom Labor für Bauphysik am Institut für Hochbau & Industriebau der TU Graz, genehmigt werden.

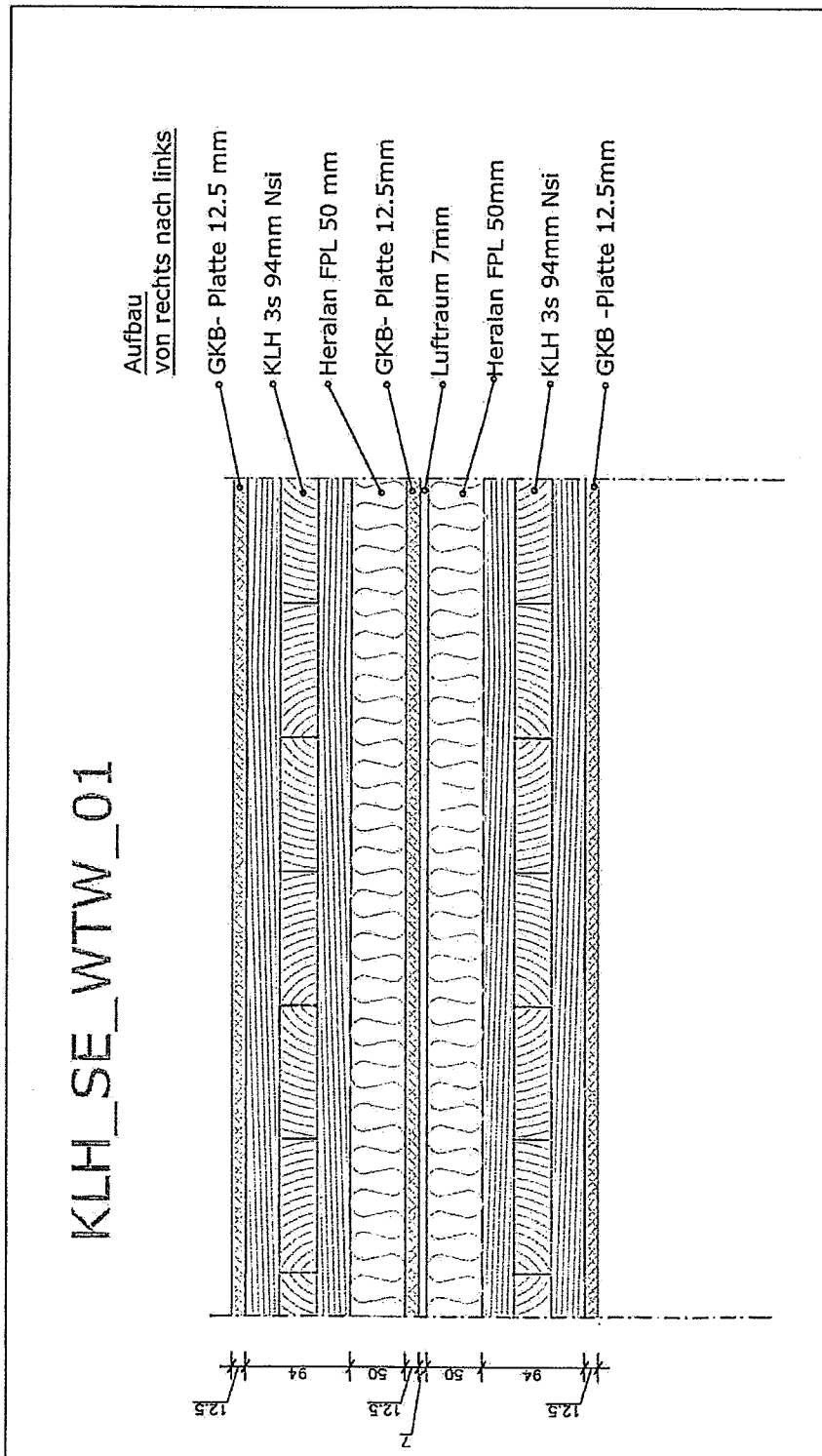
E. M. Reiterer
Zeichnungsberechtigter



Dipl.- Ing. Heinz Ferk
Laborleiter

BEILAGE 1:

Schnitt und Aufbau der Decke



(Vom Antragsteller beigestellte Zeichnung)
 (Prüfung ohne PVC-Boden)

Antragsteller: KLH
 Massivholz GmbH.
 8842 Katsch an der Mur

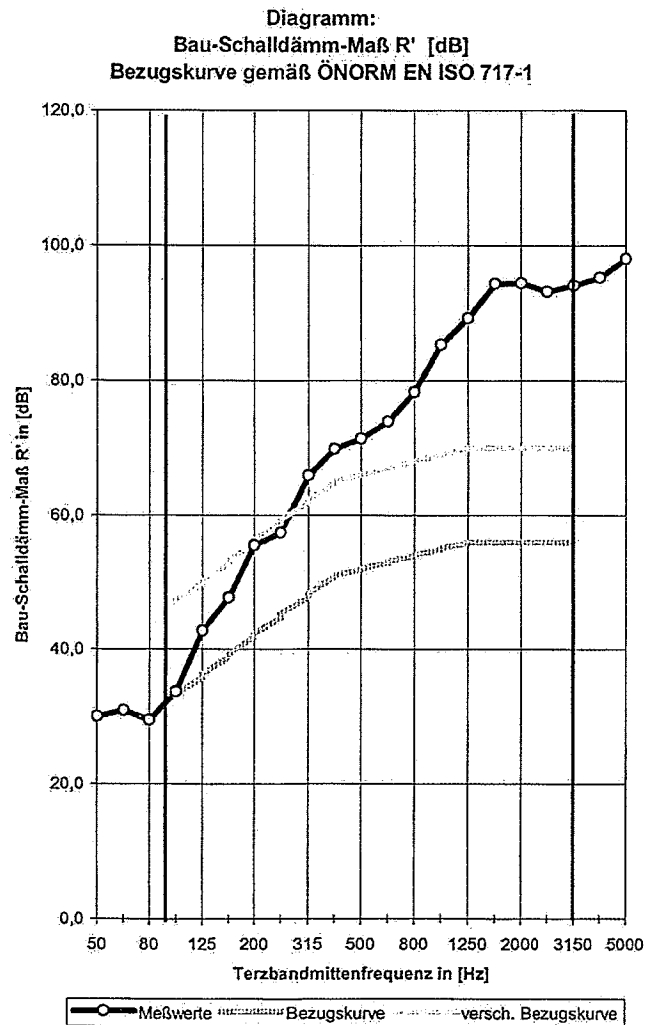
Beilage 2

Gegenstand: Wohnungstrennwand "KLH_SE_WTW_01"
 Aufbau siehe Seite 2 "Prüfgegenstand"

Prüfzustand: 1. = vor Ort Messung

Prüfdatum: 27.03.2007

Tabelle: Bau-Schalldämm-Maß R'			
Frequenz [Hz]	Prüfzustand 1	Bezugs-kurve	versch. Bezugsk.
50	30,0		
63	30,9		
80	29,4		
100	33,6	33	47
125	42,8	36	50
160	47,7	39	53
200	55,4	42	56
250	57,3	45	59
315	65,9	48	62
400	69,8	51	65
500	71,3	52	66
630	73,8	53	67
800	78,2	54	68
1000	85,3	55	69
1250	89,2	56	70
1600	94,3	56	70
2000	94,5	56	70
2500	93,2	56	70
3150	94,1	56	70
4000	95,2		
5000	98,0		



Prüfergebnis:

bewertetes Bau-Schalldämm-Maß:

$R'_w(C_{50-315}; C_{tr50-315}) = 66 (-8; -19) [dB]$

Schallmessung R_w gemäß ÖNORM EN ISO 140-4; Bewertung gemäß ÖNORM EN ISO 717-1; (Baustellenmessung); gültig ab 01.04.2007

Projekt Nr.:	B07.851.029.320	Bezeichnung:	KLH_SE_WTW_01
Antragsteller:	KLH	Prüfzustand:	gemäß Plan 3. Messung
Messdatum:	27.03.2007	Umfassungsbauteile:	
		Decke:	12,5 GKB, 120 mm Steinwolle, 94 mm KLH 3-s, 30 mm Distanz (Luft), 12,5 GKB
		Boden:	12,5 GKB, 30 mm Steinwolle, 94 mm KLH 3-s gestellt auf Hallenboden
		Seitenbauteile:	12,5 GKB, 150 mm Steinwolle, 94 mm KLH 3-s, 12,5 mm GKB

Prüfobjekt: beide Türen abgeschottet

Prüfobjekt:	13,01 m ²	Volumen:	32,05 m ³	Lufttemp.:		12 rel. Luftf.:	62,0
-------------	----------------------	----------	----------------------	------------	--	-----------------	------

Frequenz Hz	Schallp. L ₁	Schallp. L ₂	Fremdgeräusch ER	L ₂ -FG	korrig. Pegel L ₂ [dB]	Nachhallzeit T [s]	Schalldämmmaß R' [dB]	Bezugsk. Add. R' [dB]
-------------	-------------------------	-------------------------	------------------	--------------------	-----------------------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------

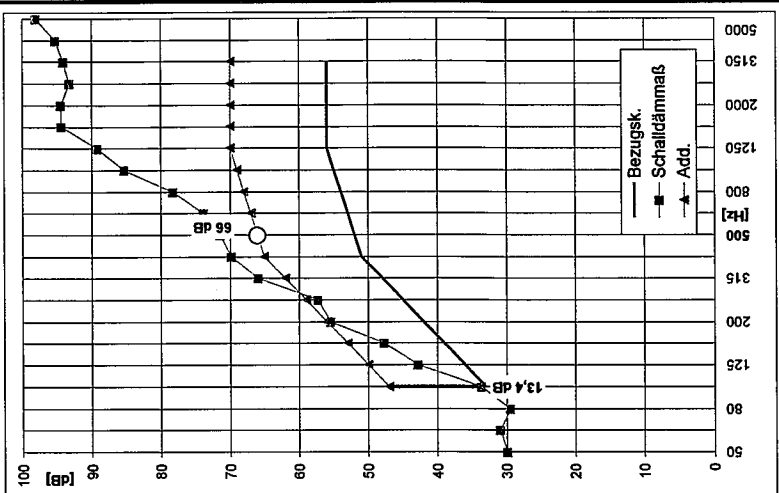
50	92,2	63,6		27,4	63,6	0,55	30,0	
63	100,5	74,9		38,3	74,9	1,35	30,9	
80	96,9	71,5		47,6	71,5	1,02	29,4	
100	100,2	68,6		42,5	68,6	0,64	33,6	33
125	107,0	65,6		42,7	65,6	0,55	42,8	36
160	112,4	67,7		47,6	67,7	0,80	47,7	39
200	110,3	57,9		41,0	57,9	0,81	55,4	42
250	107,3	54,0		40,6	54,0	1,02	57,3	45
315	104,9	43,0		28,9	43,0	1,01	65,9	48
400	104,0	37,8		25,3	37,8	0,92	69,8	51
500	102,1	34,8		23,8	34,8	1,02	71,3	52
630	100,8	30,8		20,5	30,8	0,97	73,8	53
800	99,3	24,9		14,9	24,8	0,94	78,2	54
1000	98,5	18,5		6,7	17,5	1,06	85,3	55
1250	101,2	17,8		4,9	16,5	1,13	89,2	56
1600	103,5	15,1		2,6	13,8	1,17	94,3	56
2000	101,7	13,0		1,2	11,7	1,12	94,5	56
2500	100,9	13,1		1,2	11,8	1,03	93,2	56
3150	100,6	11,8		0,7	10,5	1,01	94,1	56
4000	102,6	12,5		0,5	11,2	0,97	95,2	
5000	103,5	10,4		1,2	9,1	0,93	98,0	

Maximale ungünstigste Abweichung: 13,4 dB bei 100 Hz

Vorhandenes Bau-Schalldämm-Maß: R'_w(C;C_{tr}), 100-3150 = 66,0 (-5;-13) [dB]

Vorhandenes Bau-Schalldämm-Maß: R'_w(C;C_{tr}), 50-3150 = 66,0 (-8;-19) [dB]

Bezugsk. Add. R' [dB] 14,0



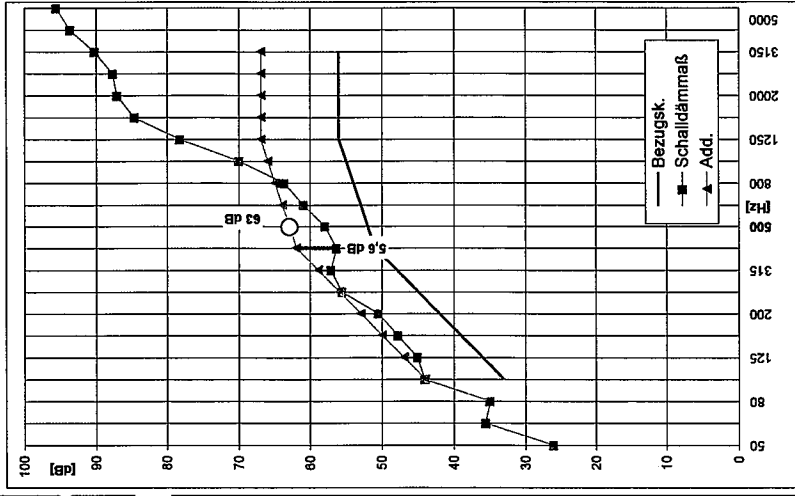
Schallmessung R_w gemäß ÖNORM EN ISO 140-4; Bewertung gemäß ÖNORM EN ISO 717-1. (Baustellennmessung); gültig ab 01.04.2007

Projekt Nr.:	B07.951.034.320	Bezeichnung:	KLH_SE_WTD_01
Antragsteller:	KLH	Prüfzustand:	Forschungshaus
Messdatum:	27.03.2007	(1) 20 mm Neoprenlager punktuell 100x60x2 (12 Stk je Längsseite, 3 Stk je Querseite, insgesamt 30 Stk) aufgelegt auf 100 mm hohes, durchlaufendes Randholz S 10/10	
15 mm Fermacellplatte		ER- Wand beplankt mit 12,5 GKB	
15 mm Fermacellplatte		MP1 und MP2 gemittelt	
30 mm Trittschalldämmplatte Floorrock 31/30		Aufbau: Hinten	
4 mm selbstk. Unterlagsbahn Villaseif E-4SK wf		Fermacellplattenverschraubung ~ 10 Stück/m ² , 110 Schrauben auf 10,74 m ²	
128 mm KLH 5-s			
47,5 mm (1) Luft			
12,5 mm (1) Gipskartonplatte GKB			
60 mm (1) Heralan TW 60			
87 mm KLH-3s, Isi			
45 mm Lattung mit Unterlagsstreifen z. KLH, e = 480 mm			
12,5 mm GKB			

Prüffl.:	30,85 m ²	Volumen:	79,4 m ³	Lufttemp.:	~7°C	rel. Luftf.:	~55%
Freiquanz	Schallp. L ₁	Schallp. L ₂	Fremdgeräusch L ₂	Schallpegel L ₂	Nachhallz. T [s]	Schalldämmmaß Bezugsq. R' [dB]	Add. [dB]

Hz	Schallp. L ₁	Schallp. L ₂	Fremdgeräusch L ₂	Schallpegel L ₂	Nachhallz. T [s]	Schalldämmmaß Bezugsq. R' [dB]	Add. [dB]
50	80,1	59,5	37,8	21,7	21,7	59,5	20,6
63	90,5	62,3	28,5	33,8	33,8	62,3	28,2
80	99,2	70,4	25,9	44,5	44,5	70,4	28,8
100	109,3	72,5	23,3	49,2	49,2	72,5	36,8
125	109,3	69,9	17,8	52,1	52,1	69,9	39,4
160	112,4	69,4	20,4	49,0	49,0	69,4	43,0
200	108,7	64,4	21,7	42,7	42,7	64,4	44,3
250	105,9	56,6	16,5	40,1	40,1	56,6	49,3
315	101,7	50,8	15,7	35,1	35,1	50,8	50,9
400	99,3	48,5	12,0	36,5	36,5	48,5	50,8
500	97,6	44,8	9,3	35,5	35,5	44,8	52,8
630	95,5	39,0	8,1	30,9	30,9	39,0	56,5
800	93,8	34,5	6,6	27,9	27,9	34,5	59,3
1000	92,9	27,9	6,7	21,2	21,2	27,9	65,0
1250	95,1	22,3	9,2	13,1	13,1	22,1	73,0
1600	97,2	18,6	9,3	9,3	9,3	18,1	79,1
2000	94,7	14,2	8,9	5,3	5,3	12,9	81,8
2500	94,5	12,8	9,5	3,3	3,3	11,5	83,0
3150	94,4	9,9	8,4	1,5	1,5	8,6	85,8
4000	97,2	9,0	9,4	-0,4	-0,4	7,7	89,5
5000	97,2	6,7	6,9	-0,2	-0,2	5,4	91,8

Maximale ungünstigste Abweichung:		5,6 dB bei 400 Hz	
Vorhandenes Bau-Schalldämm-Maß:		$R'_w(C;C_{tr})_{100-3150} = 63,0 (-1;-5)$ [dB]	
Vorhandenes Bau-Schalldämm-Maß:		$R'_w(C;C_{tr})_{50-3150} = 63,0 (-3;-14)$ [dB]	
		23,4	
		1,5	
		0,0	





Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann-Universität

Institut für Hoch- und Industriebau | Inffeldgasse 24
LABOR FÜR BAUPHYSIK | A-8010 GRAZ

Akkreditierte | Tel.: ++43 (0) 316 873 1301
Prüf- und Überwachungsstelle | Fax: ++43 (0) 316 873 1320

Mail: bauphysik@TUGraz.at
Web: bauphysik.TUGraz.at

PRÜFBERICHT NR. B07.851.033.321

Erstellt im Rahmen des Akkreditierungsumfanges

Erstellt außerhalb des Akkreditierungsumfanges

ANTRAGSTELLER: KLH
Massivholz GmbH.

8842 Katsch an der Mur

ANTRAG: Messung der Trittschalldämmung einer Decke in Gebäuden.

GEGENSTAND: Wohnungstrenndecke im Forschungshaus in Katsch an der Mur.
Senderraum: OG.
Empfangsraum: EG.
Deckenaufbau vom Antragsteller benannt als:
KLH_SE_WTD_01a
Deckenaufbau siehe Seite 2

MESSDATUM: 27 03 2007

- INHALT DES PRÜFBERICHTES:**
- 1 Antrag
 - 2 Grundlagen
 - 3 Gegenstand
 - 4 Messung
 - 5 Messergebnis
 - 6 Geltung des Gutachtens

BEILAGE 1 Schnitt durch die Decke
BEILAGE 2 Messprotokoll

RE

UMFANG DES PRÜFBERICHTES: 5 Seiten DIN A4, einschließlich Beilagen

- 2
- 1 ANTRAG:** Messung der Trittschalldämmung einer Decke in Gebäuden.
- 2 GRUNDLAGEN:** ÖNORM EN ISO 140-7 (01 07 1999)
Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden
ÖNORM EN ISO 717-2 (01 12 2006)
Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 2: Trittschalldämmung
- 3 GEGENSTAND:** Wohnungstrennendecke im Forschungshaus in Katsch an der Mur.
Senderraum: OG.
Empfangsraum: EG.
Deckenaufbau vom Antragsteller benannt als:
KLH_SE_WTD_01a
Aufbau vom Senderraum beginnend
- 15 mm Gipsfaserplatte (Fermacell)
 - 15 mm Gipsfaserplatte (Fermacell)
 - 30 mm Trittschalldämmplatte Floorrock 31/30 (Rockwool) (100 kg/m³)
 - 4 mm selbstklebende Unterlagsbahn Villaself E-4SK wf
 - 128 mm KLH-5s, Nsi (Deckenelement)
 - 47,5 mm Luft
 - 12,5 mm Gipskartonplatte GKB
 - 60 mm Mineralfaserplatte Heralan TW 60
 - 87 mm KLH-3s, Isi (Deckenelement)
 - 45 mm Lattung 45/45 mit Unterlagsstreifen zur KLH, e ~ 400 mm, dazwischen Luft
 - 12,5 mm Gipskartonplatte GKB
- Auflager im Randbereich zwischen KLH-3s und KLH-5s:
20 mm hohes Neoprenlager - 100x50x20 – (12 Stück je Längsseite und 3 Stück je Querseite) aufgelegt auf 100 mm hohes durchlaufendes Randholz S10/10.
KLH-3s aufgelegt auf 94 mm KLH-5s Wandelement, raumseitig beplankt mit 12,5 mm Gipskartonplatte GKB.
Lichte Prüffläche: 6.9 m x 4.5 m - 31.05 m²

4 MESSUNG

4.1 INSTRUMENTE

Zweikanaliger Echtzeitanalysator, Typ Norsonic RTA 840 mit eingebautem Rauschgenerator, Verstärker und Lautsprecher Norsonic Tippkemper Type 229 und Typ Nortronic 811 L, Mikrofonvorverstärker Norsonic 1201, Mikrofone Norsonic Type 1220.

4.2 MESSUNG

Das Normhammerwerk wurde im Raum OG. gemäß Prüfnorm aufgestellt und gleichzeitig im darunter liegenden Empfangsraum EG. durch kreisförmig bewegte Mikrofone als mittlere Schallpegel – nach Einschalten des Normhammerwerkes - in Terzbandbreiten gemessen.

4.3 ABSORPTION

Die äquivalenten Absorptionsflächen werden aus den in Terzbandbreiten gemessenen Nachhallzeiten nach Sabine errechnet.

5 MESSERGEBNIS

Die Messung ergab für die Decke den

bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w} (C_{1,50-2500}) = 43 (5) \text{ dB}$

6 GELTUNG DES PRÜFBERICHTES

Der Prüfbericht gilt für die geprüfte Decke und für die Bedingungen, unter denen die Prüfung durchgeführt wurde.

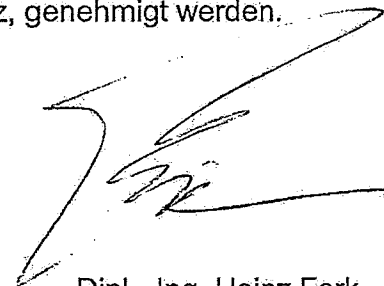
Da sich die Prüfvorschriften und Beurteilungsgrundlagen - dem Stand der Technik folgend - ändern können, ist nach Ablauf von 3 Jahren ab Prüfdatum zu klären, ob die Konformität mit den zu diesem Zeitpunkt gültigen Prüf- und Beurteilungsgrundlagen noch sichergestellt ist.

Der Prüfbericht darf nur in vollem Umfang vervielfältigt werden, eine gekürzte Form, bzw. Auszüge aus diesem Prüfbericht müssen vor der Vervielfältigung schriftlich vom Labor für Bauphysik am Institut für Hochbau & Industriebau der TU Graz, genehmigt werden.



E. M. Reiterer
Zeichnungsberechtigter

Graz, 24.04.2007

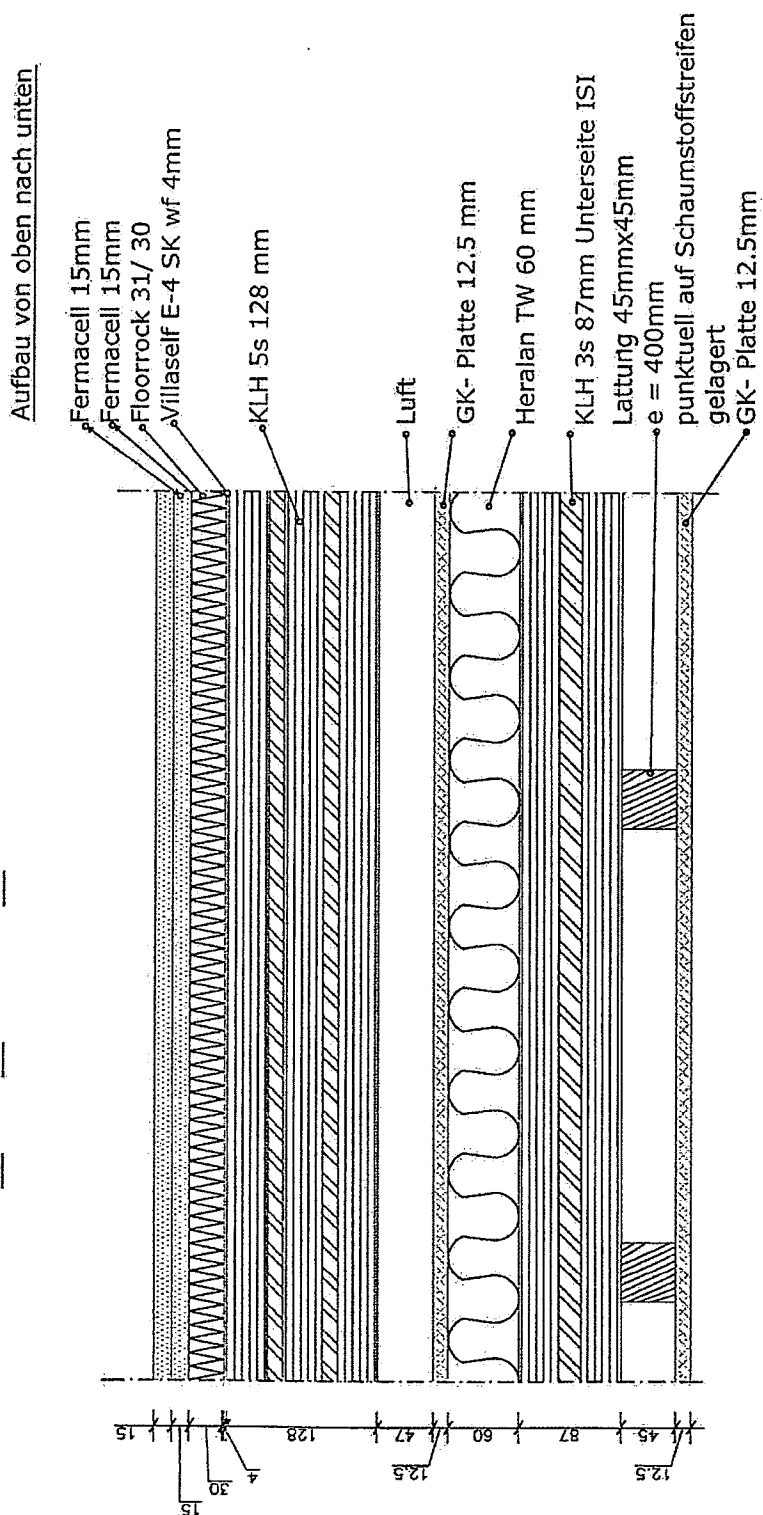


Dipl.- Ing. Heinz Ferk
Laborleiter

BEILAGE 1:

Schnitt durch die Decke und Aufbau

KLH_SE_WTD_01a



(Vom Antragsteller beigestellte Zeichnung)

Antragsteller: KLH Beilage 2
 Massivholz GmbH.
 8842 Katsch an der Mur

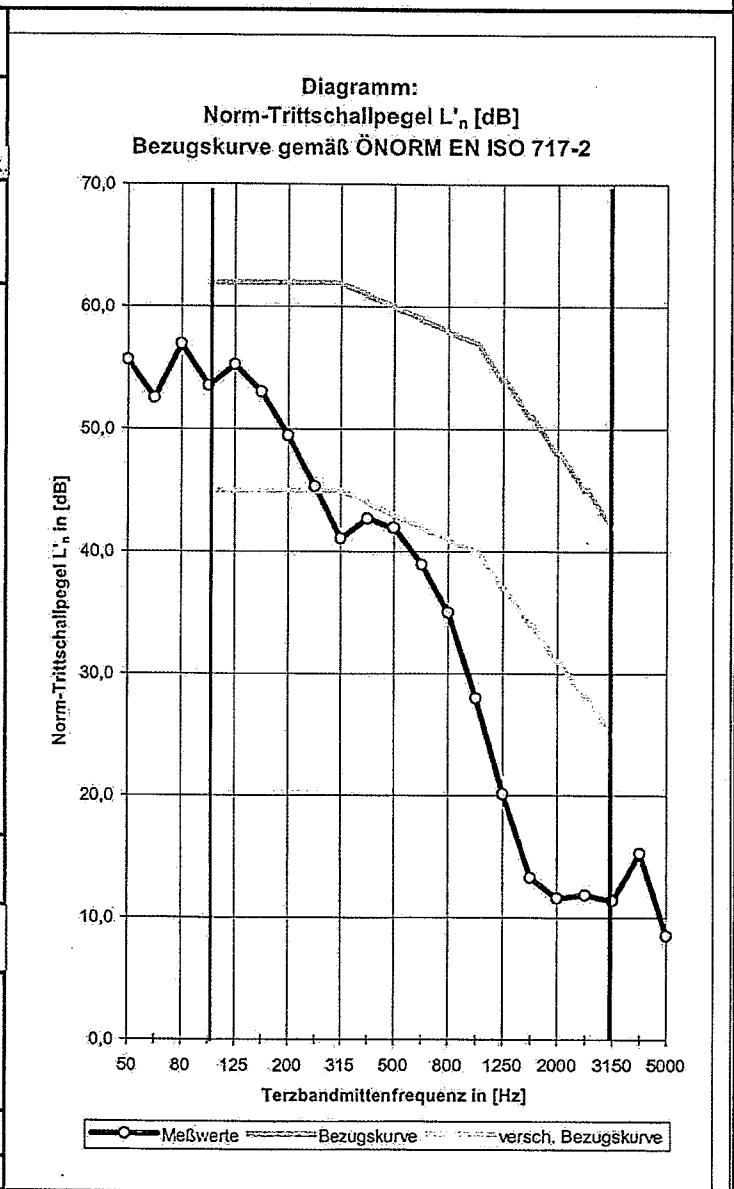
 Gegenstand: Wohnungstrennendecke "KLH_SE_WTD_01a"
 Aufbau siehe Seite 2 "Prüfgegenstand"

 Prüfzustand: 1 = vor Ort Messung

 Prüfdatum: 27.03.2007

Tabelle: Norm-Trittschallpegel L'_{n}

Frequenz [Hz]	Prüfzustand 1	Bezugs-kurve	versch. Bezugsk.
50	55,6		
63	52,5		
80	56,9		
100	53,5	62	45
125	55,2	62	45
160	53,0	62	45
200	49,5	62	45
250	45,3	62	45
315	41,1	62	45
400	42,6	61	44
500	41,9	60	43
630	38,9	59	42
800	35,0	58	41
1000	28,0	57	40
1250	20,1	54	37
1600	13,3	51	34
2000	11,6	48	31
2500	11,8	45	28
3150	11,4	42	25
4000	15,2		
5000	8,5		

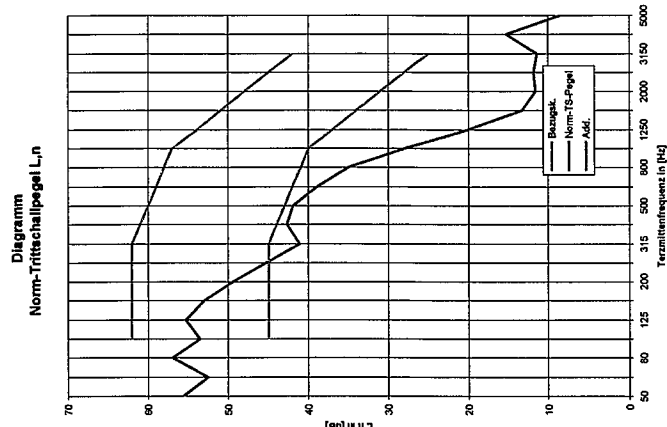


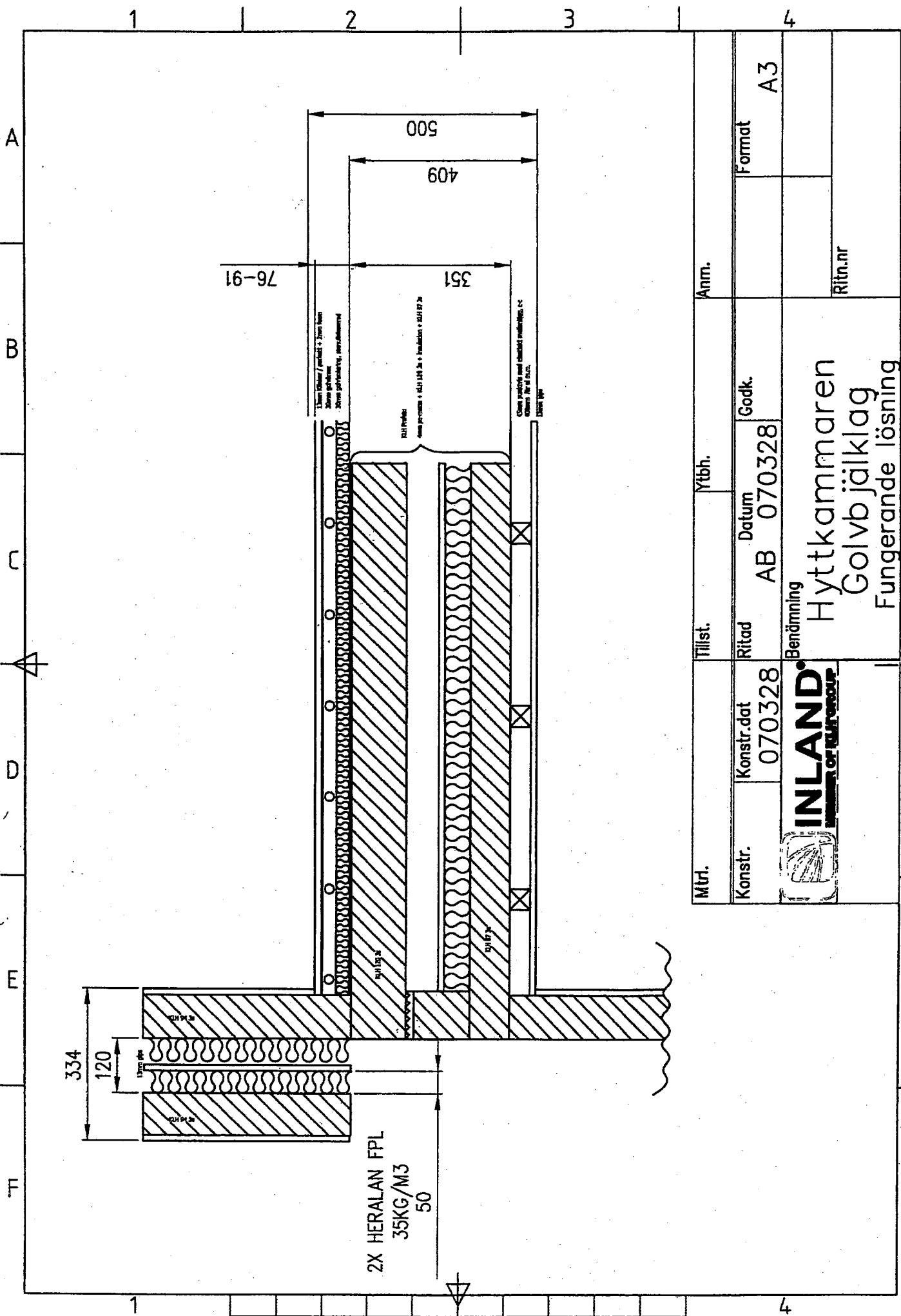
Prüfergebnis:
 bewerteter Norm-Trittschallpegel:
 $L'_{n,w}(C_{l, 50-2500}) = 43 (5) \text{ [dB]}$


Trittschallmessung L_n gemäß ÖNORM EN ISO 140-7; Bewertung gemäß ÖNORM EN ISO 717-2 (Baustellennormung), gültig ab 01.02.2005

Projekt Nr.:	B07.851.033.321	Bezeichnung:	KLH_SE_WTD_01
Antragsteller:	KLH	Prüfzustand:	Forschungshaus
Messdatum:	27.03.2007	(1) 20 mm Neoprenlager punktuell 100x50x2 (12 Sik je Längsseite, 3 Sik je Querseite, insgesamt 30 Sik) aufgelegt auf 100 mm hohes, durchlaufendes Randholz S 10/10	
15 mm Fermacellplatte		ER- Wand beplankt mit 12,5 GKB	
15 mm Fermacellplatte		MP1 und MP2 gemittelt	
30 mm Trittschalldämmplatte Floorrock 31/30		Aufbau: Hinten	
4 mm selbstk. UnterlagsbahnVillaself E-4SK wf		Fermacellplattenverschraubung ~ 10 Stück/m ² , 110 Schrauben auf 10.74 m ²	
128 mm KLH 5-s			
47.5 mm (1) Luft			
12.5 mm (1) Gipskartonplatte GKB			
60 mm (1) Heralan TW 60			
87 mm KLH-3s, Isi			
45 mm Lattung mit Unterlagsstreifen z. KLH, e = 480			
12.5 mm mm			
GKB			
Prüfl.	30,85 m ²	Ao (m ²)	10
		Volumen:	79,4 m ³
		Lufttemp.:	-7°C
		rel. Luftf.:	~ 55%

Frequenz Hz	Trittschallp.		Fremdgeräusch		Nachhallz.		Norm-TS-Pegel Bezugsk. Add.	
	L ₂	ER.	L ₂ -FG	ER.	T [s]	Ln [dB]		
50	56,3	37,8	18,5	56,3	1,48	55,6		
63	55,1	28,5	26,6	55,1	2,29	52,5		
80	58,3	25,9	32,4	58,3	1,74	56,9		
100	56,0	23,3	32,7	56,0	2,24	53,5	62	
125	56,1	17,8	38,3	56,1	1,55	55,2	62	
160	53,0	20,4	32,6	53,0	1,27	53,0	62	
200	50,9	21,7	29,2	50,9	1,77	49,5	62	
250	46,8	16,5	30,3	46,8	1,79	45,3	62	
315	42,5	15,7	26,8	42,5	1,77	41,1	62	
400	43,4	12,0	31,4	43,4	1,51	42,6	61	
500	42,3	9,3	33,0	42,3	1,38	41,9	60	
630	38,6	8,1	30,5	38,6	1,18	38,9	59	
800	34,6	6,6	28,0	34,6	1,16	35,0	58	
1000	28,1	6,7	21,4	28,1	1,31	28,0	57	
1250	20,8	9,2	11,6	20,5	1,39	20,1	54	
1600	15,2	9,3	5,9	13,9	1,47	13,3	51	
2000	13,3	8,9	4,4	12,0	1,40	11,6	48	
2500	13,0	9,5	3,5	11,7	1,23	11,8	45	
3150	12,3	8,4	3,9	11,0	1,16	11,4	42	
4000	15,7	9,4	6,3	14,5	1,08	15,2		
5000	8,8	6,9	1,9	7,5	1,00	8,5		
Maximale ungünstigste Abweichung:							31,8	
Vorhandener bewerteter Norm-Trittschallpegel:							L' n,w(C₁), 100-2500	= 43 (2)
Vorhandener bewerteter Norm-Trittschallpegel:							L' n,w(C₁), 50-2500	= 43 (5)





Mtrl.	Tillst.	Ytbh.	Anm.
Konstr.	Konstr.dat	Datum	Format
	070328	AB 070328	A3
 INLAND <small>BYGG- & TRÄGÅR</small>		Godk. Ritad AB 070328 Godk.	
Bändning Hyttkammaren Golvbjälklag Fungerande lösning		Ritn.nr	

PM Värmekapacitetens inverkan på energiförbrukningen

Hur en byggnads värmekapacitet inverkar på energiförbrukningen diskuteras alltmer intensivt. Tyvärr är det ännu inte fullständigt utrett. Den enda svenska uppsats som jag känner till är en tidskriftsartikel av Norén, Akander, Isfält och Söderström från 1999. (Den fullständiga publikationen finns på www.kth.se) I den redovisas tre beräkningar med olika metoder av tre väggtyper som betecknas som lätt, massiv och tung.

Studien utgår från att alla väggar skall ha samma U-värde. Den lätta väggen är en traditionell träregelvägg isolerad med 175 mm mineralull, den massiva har en 95 mm bärande massivträskiva isolerad med 150 mm mineralull och den tredje har en bärande 180 mm tjock betongskiva isolerad med 173 mm mineralull. Husen med träväggar har fasad av träpanel och betongväggen av 120 mm tegel. Tjocklekarna på respektive väggar är 240 mm, 301 mm och 496 mm. Förhållandena mellan brukbar lägenhetsyta blir då 100%, 98 % resp. 92 %.

Resultatet av beräkningen med Bris visar att om kostnaden för köpt energi kWh/m² är 100% för lättväggen är den 95% för massivträväggen och 94% för betongväggen. Med en metod kallad EN 832 är siffrorna 100 %, 88 -89 % och 82 - 83% beroende på om husen är tre- eller tvåglasade. Med en metod kallad TSB13 är siffrorna 100 %, 91 - 95 % och 86 - 92 % beroende på glasningen. Om man endast går efter skillnaden i energiförbrukning för hus med fasadvägg av massivträ och med betong, dimensionerade för samma U-värde, tycks den enligt beräkningen kunna vara någonting mellan 1 och 10 % till betongväggens fördel men det finns fler faktorer som måste med i bedömningen.

Forskarna reserverar sig mot osäkerheter i beräkningarna och att de inte täcker in allt. Så t ex är inte fuktinnehållet i materialet medtaget, vilket också kan påverka resultatet. Inga hänsyn har tagits till möblering som påverkar mer i lätta än tunga byggnader. Forskarna vill fortsätta att göra nya mer precisa beräkningar med nya metoder men det har, mig veterligt, inte gjorts under de ca 10 år som gått.

Störst är skillnaden i energiförbrukning mellan lätt och massiv och den är mindre mellan massivträväggen och betongväggen. I bästa fall är skillnaden helt försumbar och den är max 10%. Det frapperande är skillnaderna i väggarnas uppbyggnad och tjocklek.

Här måste påpekas att hus med betongstomme sällan eller aldrig har betong i fasadväggen och inte heller tegelmurverk som fasad på det sätt som visas i exemplet. Möjligen kan gavelväggar utföras så. I vanliga fall är det endast mellanväggar och bjälklag som utförs i betong medan fasadväggen utförs i lättkonstruktion, t ex som en träregelkonstruktion. Då blir ju resultatet mer jämförbart med den lätta konstruktionen dvs betydligt sämre än för massivträväggen.

Betongväggen är mycket tjock, nästan 20 cm tjockare än motsvarande massivträvägg och därmed blir lägenhetsytan blir ca 11 % mindre. Det är förmodligen också ett betydligt dyrare alternativ än träkonstruktionerna.

Massivträväggen har den tunnaste isoleringen beroende på att träets isolerförmåga är så mycket bättre än betongs. Med lika tjock isolering på massivträväggen skulle skillnaden helt ha utjämnats och energiförbrukningen skulle t o m, mycket överslagsmässigt räknat, kunnat bli ca 5 % lägre än för alternativet med betongväggar.

Ett samtal med Jan Akander, Högskolan i Gävle, bekräftar det som jag noterat. Han bekräftar att värdena på värmekapacitivitet för olika material är osäkra. Han påpekar också att av en byggnads totala värmebehov är det ca 1/3-del som går till uppvärmning och att därför eventuell energivinst med värmelagring också står i relation till det. Han nämner också att materialet i innerväggarna har större betydelse för en byggnads förmåga att lagra värme eftersom de har större exponerad yta mot rummen och att de också bör vara massiva.

Nyttan av värmekapaciteten begränsas egentligen till en månad på hösten och en månad på våren då det dels är kallt ute och dels solen står lågt. Nyttan är också störst då man har stora fönster eftersom god värmekapacitet kan hindra överhettning. På kontinenten har god värmekapacitet större betydelse för energibehovet eftersom solinfallet där är mycket större vintertid. Största nyttan av god värmekapacitet är att man får ett jämnare och behagligare rumsklimat.

Slutsatser

Väggarna har mycket olika uppbyggnad och därmed tjocklek. Det betongalternativ som beräknats förekommer nästan inte alls i praktiken.

Hittills är beräkningsmetoderna osäkra men det tycks dock tydligt att energiförbrukningen för hus med en lätt regelkonstruktion är högre än för de med de tyngre alternativen massivträ och betong.

Om man endast går efter skillnaden i energiförbrukning för hus med fasadvägg av massivträ och med betong, dimensionerade för samma U-värde, tycks beräkningen kunna visa att betongväggen ger lägre energiförbrukning. **Med lika tjock isolering blir dock energiförbrukningen minst 5 % lägre för massivträväggen.**

Enligt min uppfattning, som bekräftas av Jan Akander, kan man inte ta väggarnas värmekapacitet som avgörande urvalskriterium för konstruktionen. Det enda som går att visa är att hus med väggar av massivträ och betong, vid samma U-värde, har lägre energiförbrukning än hus med lätta träväggar. Beräkningarna är dock alltför osäkra och de konstruktiva alternativen alltför dåligt definierade för att det skall vara möjligt att skilja massivträ och betong åt.

Det är massivträalternativets alla andra fördelar, snabb byggtid, torrt byggande, inget uttorkningsbehov, bra boendemiljö, koldioxidsänka mm, som bör vara utslagsgivande.

2008 11 25

Sture Samuelsson

Beräkning av koldioxidlagringen i husen Kv Hyttkammaren

Följande allmänna data gäller:

- Fotosyntesen:
 $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- Varje kubikmeter trä som ersätter andra material minskar utsläpp med 1,1 t CO₂
- Varje kubikmeter lagrar 0,9 t CO₂
- Om antalet trähus ökar med 10% lagrar de 25% av rekommenderade värden på sänkning av CO₂ enligt Kyotoavtalet

Hur mycket koldioxid lagras i det massivträvirke som finns i väggar och bjälklag för husen i Kv Hyttkammaren?

Förutsätt 46 lgh med en genomsnittlig yta av 79 m²

- Golvbjälklag $t=12,8$ cm, $Y=79$ m², $V= 10$ m³
- Undertak $t=8,7$ cm, $Y=79$ m², $V=6,8$ m³
- Ytter-och mellanväggar ca 50 m², $t=9,4$, $V=4,7$ m³

- Tot.volym massivträ 21,5 = m³/lgh
- Tot. volym massivträ för 46 lgh = 989 m³

- Totalt lagras CO₂ = 0,9 x 989 = 890 t CO₂

- Motsvarar vad 270 miljöbilar (130 g/km) släpper ut per år vid en körsträcka av 2500 mil.

Falun 2009 02 13
Sture Samuelsson