

Centrum för solenergiforskning Solar Energy Research Center

TRÄBYGGANDE OCH ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE I TYSKLAND, ÖSTERRIKE OCH LICHTENSTEIN.

Rapport från Forum Holzbau09 och en studieresa i december 2009.

Mats Rönnelid och Tina Wik

SERC

School of Technology
and Business Studies
Högskolan Dalarna
SE 781 88 Borlänge

Tel: +46 23 778000
Fax: +46 23 778701

Besöksadressadress/
Street address:
Forskargatan 6



HÖGSKOLAN
Dalarna



ISSN 1401 - 7555
ISRN DU-SERC--94--SE
Januari 2010

Innehåll

Förord	3
Konferensen Holzbau09 (International Wood Construction Conference IHF 2009)	4
Föredrag	4
Sammanfattning av konferensen	10
Produkter	11
Kontakter	12
Studiebesök, trä- och lågenergibyggnader	14
Lördagen den 5/12	14
Söndag 6/12	20
Måndag 7/12	27
Tisdag 8/12	34
Träbyggande i Voralberg	36
Några allmänna slutsatser	39

Förord

1-8/12 2009 genomförde Mats Rönnelid och Tina Wik en resa till konferensen Holzbau09 i Garmisch-Partenkirchen samt en resa med bil i Österrike och Liechtenstein. Syftet var att studera modernt trä- och energieffektivt byggande i dessa regionen för att sedan kunna förmedla erfarenheterna och inspirera till ökat användande av trä i byggandet i Sverige och nytänkande vad gäller sättet att använda trä i lågenergibyggnader. Målgruppen för vår rapport är personer verksamma inom projektet Trästad 2012 och speciellt de personer och företag som är verksamma i de kommuner (Falun, Rättvik, Mora, Orsa, Älvdalen) som är aktiva i Dalarna, men vi vänder oss även till personer och företag intresserad av träbyggande och energieffektivt byggande i allmänhet. Resan har bekostats av Högskolan Dalarna.

Reserapporten är ett resultat av våra anteckningar efter föredrag och diskussioner vi mött under resan. Vi har inte gjort egen research utan har litat på våra uppgiftslämnare. Vi kan dessutom ha missuppfattat en del, varför rapporten säkert kan innehålla fel som vi ensamma är ansvariga för. Rapporten ska därför ses som anteckningar från en resa och är vissa sakuppgifter viktiga för ert fortsatta arbete bör ni själva kontrollera med förstahandskällor.

Konferensen Holzbau09 (International Wood Construction Conference IHF 2009)

Konferensen Holzbau09 är en årligen återkommande konferens om modernt träbyggande som hålls i konferenscentret i Garmisch-Partenkirchen. Årets konferens besöktes av över 1000 delegater som under tre dagar (en dags förkonferens och två huvuddagar) lyssnade på föredrag om modern träarkitektur, rapporter från olika byggprojekt och produkter och allmänt om utvecklingen inom träbyggnadssektorn i olika delar av världen. Även om konferensen är internationell har den ett klart fokus på de centraleuropeiska förhållandena; uppskattningsvis 90% av delegaterna kom från dessa två länder. Det fanns också rapporter från länder som Frankrike, Canada och Finland. Sverige hade en egen session den 4/12 då svenska erfarenheter och initiativ som Trästad 2012 presenterades. Då konferensen är att betrakta som den största internationella konferensen och sammankomsten om träbyggande samlades en rad olika kategorier, som träföretag, byggföretag, arkitekter, konsulter och forskare och speciella sessioner handlade om träbroar, skruvad och limmade sammanfogningar av träkonstruktioner, energieffektivt byggande, marknadsanalyser, prefabrisering och byggande med fria/organiska former.

Föredrag

Miljöaspekter på trähusbyggande

Miljö- och energi aspekter var ett centralt tema under hela konferensen som något intimt förknippat med trähusbyggande. *Holger Wolpensinger*, (Fachberater nachhaltiges Bauen, Bonn) presenterade en livscykelanalys kring trähus där han beräknade primärenergibalansen för byggandet av olika hus (massivträhus och betonghus) och där han samtidigt tog hänsyn till energiinnehållet i byggnadsstommen vid en framtida återvinning. Beräkningarna är gjorda på en 50-årig livscykel i enlighet med DGNBs beräkningsprocedur (German Sustainable Building Council). Dessa visar att ett mineralbaserat hus kräver 31,3 kWh/m², år för byggandet, medan massivträhuset kräver 14 kWh/m², år. Värmevärdet i byggnadsstommen är vidare 26 kWh/m², år i trähuset (och 0 i betongfallet), vilket gör en skillnad på upp till 43,3 kWh/m², år under en 50-årig livscykel. Holger menar att detta borde kunna användas i energibalansen för ett plusenergihus. Lite kontroversiell ståndpunkt då detta skulle minska kravet på egenproducerad energi och att man genom detta resonemang skulle få energin i byggnadsstommen gratis för att kunna räkna med i balansen senare, men ändå en intellektuellt spännande utmaning. Resultatet blir att ju mer trä man använder i huset, ju bättre blir primärenergibalansen för huset! En viss rimlighet finns det dock i denna syn om man beaktar att trä i byggnader binder kol som inte kommer ut i atmosfären som koldioxid, men då måste bindningstiden vara längre än 50 år om man ska kunna föra in detta i klimatsdiskussionen.

Flera föredragshållare kommer in på miljömärkning av byggnader, där det finns en uppsjö (åtminstone 60 olika system) runt om i världen. En stor del av certifieringssystemen (ca 40%) är baserad uteslutande på teknik, medan andra mer eller mindre tar med faktorer som arkitektur och design, material och konsumtionsaspekter. Internationellt talar man ofta om LEED-certifiering, men detta är något som byggts upp i USA och uppfattas vidare som ett mycket amerikanskt system som inte nödvändigtvis passar i Europeiska sammanhang, bl a för att byggnadsstandarden i USA från början varit mycket lägre än vad den är och har varit i Europa, vilket gör att nya hus i

Tyskland nästan per automatik kan bli LEED-certifierade. LEED- certifieringen uppfattas snarare som ett marknadsföringsknep än en högre teknisk nivå. En aspekt som föredragshållaren tog upp, som dock inte finns att läsa i LEED certifieringssystemet är värdet av god design, arkitektonisk kvalitet. Det framhölls som grunden för bärkraftigt byggande. Arkitektur av hög kvalitet vårdas och bevaras under en längre period än byggnader av sämre kvalitet eller slätstruken arkitektur. Ett problem med många certifieringssystem är också att de alla är frivilliga och inte bindande, vilket kan göra att de snabbt kan ändras (t ex från att flertalet byggnader i ett område certifieras kan detta svänga till att inga eller få väljer att bli certifierade beroende på opinionen och konjunkturen). Certifieringssystemen används främst för att visa omvärlden att man klarat av ett miljötänkande i byggandet och att man därmed "får en platta eller ett diplom att sätta i entrén som gör besökarna glada och positivt inställda då de går in i byggnaden". I Tyskland arbetar DGNB som den gemensamma organisation som försöker föra fram en gemensam hållning i denna fråga. *Holger Volpensinger* visade också att det går att "fuska" då man gör en miljöbalans av byggnader och visade ett exempel för ett stålhus (stålet tillverkat med vattenkraft) fick bättre primärenergi balans än ett trähus (där den tillförda energin är baserat på fossilt bränsle).

Dieter Leipholt (Ebner und Partner – Ingenieure, Nurnberg) hade en genomgång av olika certifieringssystem. Inom LEED-certifieringen kan en byggnad samla poäng (max 110) och beroende på antal poäng så når man olika certifieringsgrader (50-59 ger silver, 60-79 ger guld, >80 ger platinum). Systemet förändras hela tiden, och har också olika varianter i olika länder/världsdelar. I LEED 3.0 viktas olika faktorer så att platsen/byggnaden ger 26%, vattenanvändning 10%, energi och klimat ger 45%, material och renovering ger 10% samt komfort och rumskvalitet ger 10%. Exempel på hur LEED-certifieringen delar ut poäng för olika åtgärder är att massivträhus måste vara formaldehydfria och att användandet av regionala byggnadsmaterial ger poäng (10% regionala material som är hämtade inom en radie på ca 100 km ger 1p, 20% material ger 2 p etc). I den amerikanska certifieringen ger även "availability and access to public transport" extrapoäng.

Ekonomi och trähusbyggande

En stor del av konferensen präglades av den internationella lågkonjunkturen och vad detta betyder för det fortsatta byggandet. Träbyggnadsbranschen verkar ha haft kraftfullt offentligt stöd (bl a genom forskningsunderbyggnad), men detta verkar nu svikta i Tyskland (om vi förstod simultantolkningen rätt). Industrin verkar vara oroad över detta, men det är svårt att förutsäga (vilka följderna blir) vad detta kommer att betyda i praktiken. Samtidigt verkar marknaden för bostäder nu att öka i Tyskland, efter att stadigt ha sjunkit sedan 2005. Det är dock viktigt att inse att demografin har förändrats; tidigare var den största målgruppen för nybyggnation de mellan 25-44 år, men de minskar och istället kommer de mellan 45-66 år att vara den i särklass största gruppen de närmaste 10-15 åren. De är också starkare ekonomiskt och kommer att ha en vilja att investera i bra bostäder. *Mark Langen* från B+L Marktdaten GmbH som redovisade marknadsstudien, framhöll även att ett nybyggt hus skapar betydligt mer arbete inom byggindustrin än att bygga huset. Studier har visat att en flytt till ett hus i genomsnitt orsakar 4-5 andra flyttar (någon ny flyttar in i den lediga lägenheten, och den lägenhet som därmed blev tom får nya ägare etc.), samtidigt som ca 50% av de som flyttar till en lägenhet brukar genomföra renoveringar som skapar jobb i byggbranschen. Det största intresset för nya lägenheter i Tyskland

är i städerna, och då tillgängligheten av mark är begränsad kommer nybyggnation på befintliga tak att bli en av de stora nischerna framöver.

Franz Dolezal, från Wien visade statistik över det framtida bostadsbyggandet utifrån parametrarna antal invånare, befintligt byggnadsbestånd och befintlig tillgänglig tänkbar byggbar mark för bostäder. Hans slutsats är att det framtida bostadsbyggandet i Österrike kommer att i största utsträckningen vara flerbostadshus då 50% av dagens bostäder är småhus och idag finns ingen markyta tillgänglig för en expansion av småhusbyggandet. Det framtida bostadsbyggandet bör därför koncentrera sig på flerbostadssystem och de miljöfördelar det för med sig. Samtidigt innebär flerbostadshus i trä och stadsdelar i trä nya/andra brandrisker som Wiens tekniska universitets arkitekturskola, TU-Wien, bedriver forskning om i samarbete med andra europeiska universitet. *Martin Teibinger* presenterade skolans forskningsprogram som kommer att redovisas i mars i Berlin på den europeiska brandkonferensen där arbetet med harmonisering av brandbestämmelserna inom Europa diskuteras.

Johannes Kaufmann, verksam i Voralberg och Wien, med kontor i Dornbirn, presenterade sitt Muhlweg projekt i Wien som är ett låg-energi flerbostadskvarter med massivträstomme. Det 'kaufmannska' byggsystemet som är utarbetat efter förutsättningar i Voralberg tvingades anpassas till de lokala kraven i Wien. De akustiska kraven på mellanbjälklagen är uppfyllda men de kommer förmodligen att skärpas till i framtiden vilket tvingar fram nya lösningar i deras byggsystem. (De Österrikiska normerna ställer krav på ljuddämpning ner till 100 Hz medan de svenska går ner till 50 Hz, vilket kräver bättre ljusisolering i bjälklagen).

Trots spännande arkitektur och det självklara kravet på att alla normer ska vara uppfyllda klarade projektet av att även uppfylla de ekonomiska kraven på 1200 – 1400 € per kvm i byggkostnad. Johannes Kaufmann har efter detta första projekt fått fortsatta uppdrag i Wien, så stora att han öppnat en filial där. Hans största pågående projekt är en ny passiv stadsdel i trä i Wien, 'Eurogate Wien'. Det kommer att vara färdigställt 2010. Ett nyss avslutat projekt är Kulturateljéer i Wien. I detta projekt förenklade han typer av byggnadselement till en typ för varje situation. Exempelvis arbetade han endast med 6 olika väggelementtyper och använde 30 stycken av varje typ. På det viset fick han ner byggkostnaderna. Även balkongerna är en elementtyp i trä. Något att reflektera över från svenskt håll då misslyckandet på Limnologen verkar medföra en standard i Sverige att inte bygga balkonger i trä. Österrikiska exempel visar möjligheter och kunskap som saknas i Sverige. Det är farligt att dra för snabba slutsatser, speciellt om konsekvenserna blir stora! Han presenterade även en spännande industriombyggnad i Dornbirn av ett bageri.

Werner Nussmüller, från Graz visade sina trähusprojekt i ett område med en stenbyggnadstradition, enligt hans framställning. Hans företag heter SEEWOOD – Stywan Energieering for Ecology Wood. Han arbetar i Stayermark som är Österrikes rikaste trädistrikt. Hans koncept är att det traditionella byggandet är en del av sitt landskap, i harmoni med sin omgivning och har smält samman med den. Träbyggandet uppfattas ofta som ett billigt byggande, det används för tillfälliga bostäder till exempel för flyktingar. Han ser det som en utmaning att framhålla trä som ett exklusivt byggnadsmaterial, gärna i kombination med andra material. Han framhåller de ekologiska fördelarna med trä som avgörande i val av byggnadsmaterial. Han har valt att jobba med en byggnadstyp han lanserar som svensk –

byggglådan – the BOX – som en symbol för dagens konsumtion och livstempo där vi alltid är 'on the go'.

Många föredragshållare har presenterat byggkostnaderna för projekten de visat. Det verkar vara ett viktigt att redogöra för dessa. Både arkitekterna och konstruktörerna tar ansvar för och tar del av byggkostnaderna. Bostadshusen har i regel kostat mellan 1200 – 1600€ per kvm. Även skolor och en del offentliga byggnader redovisar dessa siffror!

Samtliga presentationer har visat exempel på träbyggandets industrialiserade möjligheter utan att standardisera arkitekturen till arkitektoniska typlösningar.

Det svenska blocket hade presentationer som uppfattades medföra sådana risker. Frågor som ställdes till de svenska föredragshållarna, *Erik Serrano, Magnus Silfverhielm och Charlotte Bengtsson (Niclas Svensson, Lars Stehn och Erland Ullstad som stod i programmet som föredragshållare hade uppgett förhinder)* gällde i första hand byggkostnader. Både Stefan Winter och Wolfgang Winter irriterades över att inte få svar på sina frågor gällande byggkostnader i Sverige. De 4 stora entreprenörerna lyftes ideligen fram i de svenska föredragen. Intrycket blev att forskarna och projektörerna inte får alla uppgifter från entreprenörerna vilket försvagar deras roll och möjligheter då de inte får en sann helhetsbild av byggsituationen. Det här är en nackdel med stora entreprenörer som deltar i forskning på egna villkor. Erland Ullstad ersattes av en presentation om Växjö stads satsning på träbyggandet. Det visade vad en ort kan åstadkomma med en medveten satsning! Växjö ensamt har byggt lika många höghus i trä som i Finland som helhet. Satsningen på arkitekturen saknas dock.

Jurgen Klaus presenterade den systemteknik för hantering av byggnadselement och väggar som hans företag Holzbausystemtechnik GmbH säljer. De lanserar hela systemkedjan i en "husbyggnadsfabrik, och bl a det "butterfly-table" som gör att man lätt kan hantera hela väggar. Fördelar med tekniken, jämfört med mer hantverksmässig hantering av byggnadselement, är kortare byggtider, ökad säkerhet, increased availability (mindre sårbar om nyckelpersonal blir sjuka), reducerat ytbehov för produktion och (naturligtvis!) minskade kostnader för byggandet.

Spännande arkitektoniska former

Många presentationer visade, från svenskt perspektiv, mer spektakulära byggnader där formen utmanade det klassiska tänkandet kring byggnader. Reinhard Kropf, Arkitektbyrå Helen & Hard i Stavanger, Norge, visade exempel på ett besökscentrum och hotell i Stavanger som byggdes till Stavanger blev europeisk kulturhuvudstad 2008, samt ett nybyggt bibliotek i Venessla där en spännande arkitektur byggts in i en redan tät stadskärna mellan två befintliga byggnader. Reinhard visade också Norges bidrag till Världsutställningen i Shanghai 2010 som består av ett 20-tal träd i limträ överdragna med duk, täckande en yta av 1700 m². Liknande utmanande projekt finns knappt i Sverige, om man bortser från antroposofernas arkitektur i Järna som dock är nästan helt betongbaserad (och därmed har en betydligt kallare känsla). En annan av många intressanta arkitekturprojekt i trä som i nästan samtliga fall även var passivhus eller lågenergihus var projekt utförda av arkitekten Andreas Cukrowicz. Han presenterade bland annat den i Österrike första offentliga byggnaden med passiv teknik, ett 'Gemeindezentrum' i St Gerold. Vi besökte byggnaden under vår studieresa i Voralberg.

Föredrag om organiska former (gavs i ett block den andra dagen. Inledningsanförandet hölls av *Hermann Blumer*, civil ingenjör och konstruktiv 'think thank' för Shigeru Ban's Centre Pompidou i Metz. Han jämförde konstruktioner med djur och menar att ur djurriket kan man lära sig förstå hur kraftspelet fungerar och hur man kan nå största möjliga effekt med minsta möjliga insats. Ett exempel han visade var kängurun, samspelet med deras långa språng och minimala muskelmassa. Han framhöll utifrån en lång praktik att det viktigaste i ingenjörens arbete är inte kunskapen utan erfarenheten och den magkänsla den medför.

Därefter presenterade *Richard Jussel*, från Blumer – Lehman konstruktionsfirma i Schweiz en membrankonstruktion i trä till en golfklubb i Sydkorea. Det är en takkonstruktion på få pelare där träribbor flätas ihop i ett organiskt skevt rutnätsmönster likt taket över Centre Pompidou Metz. Vi fick följa hur en modul från denna stora konstruktion först testades innan byggnaden färdigställdes.

Shigeru Ban's franska samarbetspartner *Jean de Gastines* presenterade arkitekturprojektet. Takkonstruktionen täcker hela museet som består av tre stycken betong boxar riktade mot olika fokuspunkter i staden. Det intressanta var att både arkitekturen och konstruktionen är av sådan art att de ger intressanta och spännande föredrag!

Ett av blocken på fredag förmiddag handlade om träbroar. Det första inlägget av *Andreas Hasenstab* berättade om ultraljudsundersökning av träkonstruktioner. I restaureringssammanhang är detta en teknik som kan innebära att skador i träkonstruktionen kan upptäckas utan att man tvingas våldföra sig på den historiska konstruktionen som normalt sker med borrhål. Föredragshållaren blev starkt kritiserad då svårigheten att tolka undersökningsresultatet framgick. Andra menade att en så exklusiv undersökningsmetod som endast kan utföras av ett fåtal inte är rimligt och att trovärdigheten kan ifrågasättas. Den laddade diskussion som uppstod resulterade i att en diskussionsgrupp tillsattes som skall undersöka metodens utvecklingsmöjligheter. En halvdagssession under fredagen hade temat energieffektivt byggande.

Energieffektivt byggande i trä

Kimmo Lylykangas från Helsinki University of Technology presenterade en teoretisk studie om "Shape factors", som används som ett mått på hur kompakt en byggnad är och som därmed kan utgöra ett (grovt) mått på energieffektiviteten genom att klimatskalets ytteryta minimeras. Han visade att den svenska modellen, att ange Shape factor som $A(\text{ytteryta})/A(\text{uppvärmd yta})$ bättre visar en byggnads energieffektiviseringspotential jämfört med den internationellt mer använda $A(\text{ytteryta})/V(\text{husvolym})$. Även om inslaget var ovanligt teoretiskt i en annars mycket praktisk konferens såg jag att den diskuterades flitigt efteråt, vilket kändes bra för den skandinaviska själen. I artikeln refererar han kort till det första finska passivhuset med timmerstomme som vi bör ta reda på mer om. Artikeln i 'proceeding' var ett av få som var på engelska.

Beat Kämpfen presenterade två projekt där man byggt om äldre hus (från 1985 med tre lägenheter resp 1954 med 6 lägenheter) där ombyggnationen gjort att energiförbrukningen (för uppvärmning) sjunkit dramatiskt till 1/6 resp. 1/9 av ursprungligt värde. I båda fallen har

ombyggnaden varit omfattande; förutom tilläggsisolering och byte av fönster har byggnaderna byggts på med en extravåning (fall 2), balkonger (i fall 2 med ett extrarum av den tidigare balkongen), förändring av taken (från sadeltak till platta tak). Även om det blev betydligt dyrare än att bara tilläggsisolera har detta skapat ett betydande mervärde av byggnaderna (extravåning, nya balkonger, utbyggnad som ökar bostadsytan, solfångare), vilket gjort det lättare att få lån för byggnationen än vad det skulle vara med en enklare renovering. Trots stora kostnader kommer detta att vara återbetalt på 7-10 år pga minskad energianvändning. I föredraget beskrev han att Zurich år 2050 ska vara en "2000W society", vars innebörd var oklar. Vi bör ta reda på mer om detta.

Claus Kahlert, ebök Institut für angewandte Effizienzforschung Tübingen, pratade om energieffektivt byggande av stora industriella och kommersiella byggnader och det eco²building system han varit med och utvecklat. Passivhuskriterierna, menar han, är utvecklade helt för bostadsbyggande och passar inte allt för industribyggnader, utan där måste man tänka på annat sätt. T ex är det inte speciellt vettigt att räkna energiåtgången i kWh/m², utan snarare bör man räkna på kWh/m³ då höjden i industribyggnader ofta är avgörande då man arbetar tredimensionellt i sådana byggnader. Det går lätt att räkna ut ett ekonomiskt optimalt isoleringstjocklek genom att rita ett diagram över kostnad (isolering och energi) på y-axeln och tjocklek på x-axeln och välja ett minimum för att få bäst ekonomisk standard (dvs en form av LCC-analys). Det är dock inte säkert att detta är det optimala ut miljöhänsyn, utan genom en LCC-analys får man antagligen andra värden på optimal isoleringsstandard (tjockare isolering). Claus Kahlert visade beräkningsmetodik hur man kan ta hänsyn till båda dessa faktorer för att välja lämplig isoleringsgrad. Vidare menar han, som vissa andra, att man bör ta hänsyn till den CO₂ som lagras i byggnadsstommen; en industribyggnad han projekterat innehöll 550 ton trä vilket motsvarar 1000 ton bundet CO₂.

Werner Setz, Setz Architectur, Rapperswil, presenterade en studie över uppmätta energivärden och luftkvalité i ett nybyggt plusenergihus (enfamiljshus). Energibalansen var positiv, hushållselförbrukningen var avsevärt mycket mindre än beräknat och solcellselproduktionen var större än förväntat. När det gällde luftkvalitémätningar (VOC-Volatile Organic Compounds och Formaldehyd samt partiklar i ett par olika klasser) fanns några problem som framförallt gällde mätmetodiken. VOC och Formaldehyd hölls inom gränserna, men kunde inte mätas förrän tidigast 60 dagar efter färdigställandet; enligt reglerna måste ventilationssystemet vara igång minst 59 dagar innan man kan mäta - annars mäter man för höga värden). Mätningar av partiklar av alldeles för stora värden vilket visade sig vara orsakat av att ventilationsaggregatet inte var rengjort. Det blir alltid damm vid byggande och ofta installerar man ventilationsaggregatet i ett tidigt skede i byggandet vilket gör att det blir kontaminerat av all byggdamm som alltid uppstår. Werner Setz slutsats av studien var att massivträstommen gick att kombinera med bra inomhusklimat och låg energiåtgång.

Norbert Fisch, Institute for building and Solar Technology (IGS), Technical University Braunschweig, berättade om den industribyggnad (production och administration) som hans grupp varit med och projekterat för solcellsföretaget SOLON. Byggnaden innehåller en hel del nyskapande tekniska system (t ex hur ventilation och konvektiv värme är inbyggd i väggelementen tillsammans med fönstren, och innovativt med detta projekt är att IGS driver byggnaden de första två åren som ett sätt att ta ansvar för installationerna och ge trygghet för

ägarna så att de inte behöver bekymra sig för inkörsproblem som alltid uppstår. Huset kräver ca 100 kWh/m², år (primärenergi), och el för att driva belysning, ventilation mm är den stora delen. Värdena ligger över passivhus-standard, som dock inte är tillämpliga i denna typ av byggnad. Norbert visade att energiförbrukningen i 20 st stora nya byggnader som alla ansetts vara innovative green buildings i Tyskland de senaste fem åren krävt 120-600 kWh/m², med ett medelvärde på 350 kWh/m². De stora nya byggnaderna i Abu Dhabi som också marknadsförs som green buildings drar 2000 kWh/m², år i primärenergi! Så med dessa mått är SOLONS byggnad mycket bra. En annan innovativ detalj med SOLONs byggnad är fönstren där de har olika egenskaper i olika väderstreck, något man ofta förbiser då man annars designar green buildings (fönster i olika väderstreck har olika grad av bidrag till uppvärmning och överhettning dagsljus och behöver optimeras olika). Stora delar av taket består av solceller. SOLON har dock valt att inte ha solceller på väggarna då detta inte fungerar särskilt bra enligt företaget.

I samband med sessionen om energieffektivt byggande samtalade vi med ett antal personer om deras erfarenhet av att bygga energieffektivt och speciellt passivhus i trä. De höll med om att massivträelementen i sig kan utgöra tätskikt och att det därför inte behövs plastfolier som övergripande tätskikt. Det går också utmärkt att använda lösullsisolering i byggnaden (något vi också stötte på under våra studiebesök efter konferensen). Man bör dock tejpa kritiska områden som t ex kring fönster och dörrar och i träskarvarna. Timmermän vi pratade med framförde vikten av att tryckprova byggnaden under själva byggprocessen, inte bara när huset är klart, för att man därigenom ska kunna gå in och täta kritiska delar innan huset är helt klart och ev. inre skikt blivit ditsatta. Tryckprovning av auktoriserade tryckprovare är dock ganska dyrt och det gör man i allmänhet inte förrän huset är klart pga kostnaden. Josef Struhkamp, timmerman från Köln, har byggt och utvecklat en enklare tryckprovningsutrustning (door blow test, ej certifierande) som han använder kontinuerligt under alla sina byggprojekt, ofta flera gånger under byggtiden (t ex efter att fönstren blivit ditsatta. Han och andra menade också att dörrens utformning är mycket viktig vid byggandet av passivhus och att en mycket stor del av värmen från huset försvinner denna väg. Därför bygger de alltid två ytterdörrar i ett burspråk så att man hinner stänga ytterdörren innan man öppnar den inre dörren och går in i själva huset. En vanlig tveksamhet när det gäller passivhus är luftfuktigheten och misstanken att luftfuktigheten blir för låg i passivhus pga den kontinuerliga ventilationen som gör att luftens normala luftfuktighet kondenserar i värmeväxlingsaggregatet och gör inomhusluften torrare än normalt, med hälsoproblem och lägre komfort som följd. Hur detta skulle vara möjligt rent fysikaliskt beskrevs inte (utomhusluften är ju vanligtvis kallare och den relativa luftfuktigheten sjunker ju då denna luft värms upp i värmeväxlaren!), men de påstår att de har erfarenhet av detta och frågeställningen bör följas upp. De rekommenderar istället att man ska ha möjlighet att öppna fönstrena, och om möjligt stänga av ventilationsaggregatet under kortare perioder (~en timme) och samtidigt kunna forcera ventilationen däremellan.

Sammanfattning av konferensen

Det kan konstateras att kunskapsnivån inom modernt träbyggande är mycket stor i Tyskland och Österrike och att vi har mycket att lära oss av erfarenheter från dessa länder. Här arbetar man med en rad olika tekniker, från massivträ till platsbyggnad och det verkar som om byggindustrin har en beredskap och intresse av att prova olika typer av byggnation för att lära sig mer och utveckla byggandet både för att hitta nya arkitektoniska former och för att göra byggandet mer

kostnadseffektivt. Kvaliteten på föredragen var i allmänhet mycket hög och det är definitivt så att träbyggandet är fast etablerat och kommer att vara en industrigren som kommer att kunna utvecklas vidare. Miljömedvetenheten på konferensen var också mycket hög, både vad gäller val av byggmaterial, energianvändning och det verkar som om de flesta nya byggen förhåller sig till någon av de miljö- eller energimärkningssystem som finns.

Produkter

Uppskattningsvis ett 80-tal utställare; mest träföretag (trästommar, massivträskivor, monteringsanordningar), bland övrigt material märks ett flertal isoleringsmaterialtillverkare. Tydligt att det är en grön linje som är viktig; i en monter ser jag traditionell mineralull, i övrigt är det isoleringsmaterial med betydligt starkare miljöprägel. Ingen utställare visade plastbaserad isolering. Enigt personer vi talade med under konferensen är den mer miljöanpassade isoleringen i minoritet i Tyskland där cellplastisolering enligt uppgift ska dominera. Det är dock slående att den klart miljöprofilerade byggmaterialtekniken dominerar på en konferens som har industrin och den större byggindustrin som kanske främsta målgrupp.

Bland de isoleringsmaterial som presenterades fanns;

- Knaufinsulation: ”Eko-märkt” Mineralull utan miljöskadliga bindemedel (vad och hur kunde de dock inte svara på)
- Isocell- cellulosafiberbaserad lösull,
- Gutex – cellulosafiberisolering, såväl lösull som skivor,
- Agepan- cellulosafiberisolering i skivor, används tydligen ofta vid prefabricering av byggnadselement.
- Homatherm- cellulosafiberisolering som lösull och skivor. Skivorna har de i två modeller med 6 % polyeten som bindemedel eller med 6% majs som bindemedel för att hålla ihop skivorna. Intressant är att skivorna, som finns såväl som lösa med densiteten 40 kg/m³ och hårda med 160 kg/m³ verkar ha samma λ -värde kring 0,038 [W/m,K] (0,040 enligt tysk byggnorm då de måste ta med en osäkerhetsfaktor på 0,02 om skivan innehåller större mängd fukt)
- Inthermo – cellulosafiberisolering som skivor. Här skiljer sig värmeledningsförmågan från $\lambda = 0,039$ [W/m,K] vid $\rho = 45$ kg/m³ till $\lambda = 0,05$ [W/m,K] vid $\rho = 250$ kg/m³.

En utställare (LPS GmbH i Handenberg) saluförde en isolering bestående av 3 cm flexibel (böjbar) isolering med bubbelplast och aluminiumfolie i lager (kallad Lu..po. Therm B2+8). Enligt deras data- och faktablad reduceras IR-strålningen genom isoleringen pga de ca 5 aluminiumskikten i isoleringen vilket gör att λ -värdet blir mycket lågt. Enligt deras uppgifter har produkten uppmätta laborativvärde på $\lambda = 0,012$ [W/m,K]. Det empiriska värdet är så lågt som $\lambda = 0,006$ [W/m,K], vilket innebär att 3 cm av denna isolering i stort sett motsvarar 20 cm mineralullsisolering (eller lösull från träfiber). Skillnaden i laborativmätning och empirisk mätning i fält förklarar de med felaktigheter i DIN-normen som inte korrekt tar hänsyn till strålningsbrytande skikt i isoleringen. I slutet av 2010 ska det komma en ny Europeisk norm (hEN) för IR-aktiva multifolie-isoleringar vilket ska råda bot på detta. Företaget redovisade mätningar på likartade byggnader där byggnaderna isolerats med 3 cm Lu..po respektive 20 cm mineralull (mätningar genomförda i Frankrike, England och Tyskland 2006-07). Mätningarna

visar att byggnaderna med Lu..po under testperioderna (december-mars) använt lika mycket eller mindre energi jämfört med byggnaderna som har mineralullsisolering. Kostnaden för isoleringen anges till 13€/m², att jämföra med ca 110-120€/m² (enligt LPS) för vakuumisolering (hårda isolerplattor som ligger inneslutna i folie och tömts på luft för att minska ledningen) som är det normala alternativet om man vill ha tunn isolering i byggnader.

Man måste ifrågasätta resultaten då de intuitivt strider mot fysiken då stillastående luft har en värmeledningsförmåga kring $\lambda = 0,02$ [W/m,K] och det anses att man inte kan gå under detta värde utan att tillgripa vakuumteknik. Finns det någon sanning i de mätningar som presenteras är det dock mycket intressant, både då denna isolering är mycket billig (jämfört med vakuumisolering), och att den är mycket mer flexibel då man kan skära till den i de storlekar som efterfrågas och att den inte är känslig för mekanisk påverkan som t ex oavsiktlig håltagning genom att man skruvar eller spikar i väggen. Tunn och högeffektiv isolering är intressant då transportvolymerna vid prefabricerade element minskar, den arkitektoniska friheten ökar (t ex burspråk mm i passivhus eller andra fall där man vill minimera väggjockleken), och att boytan kan öka om byggytan är begränsad. Materialet borde undersökas närmare genom att studera deras material (www.lps-gmbh.com) och följa upp projekt i framtiden. Det borde vara ett lämpligt studentprojekt att prova detta i praktiken genom att uppföra likartade referensbyggnader med olika isolering och jämföra energiförbrukningen för uppvärmning.

Kontakter

Några av de viktiga kontakter vi fick under konferensen var:

Marie Johansson, Institutionen för teknik och design vid Växjö Universitet,

marie.johansson@vxu.se. Utbildning i träteknik och design

Holger Volpensinger, (Fachberater nachhaltiges Bauen, Bonn). wolpensinger@nse-netz.de.

Energibalanser för trähus där hänsyn tas till stommaterialet

Martin Antemann, Blumer&Lehmann, martin.antemann@blumer-lehmann.ch. Konsult som arbetar med att realisera fri form i byggandet.

Matti Kairi, Professor i Wood products Technology, Helsinki University of Technology (TKK), matti.kari@tkk.fi.

Mattias Brännström, Stora Enso Timber, mattias.brannstrom@storaenso.com. Ansvarig för forskning och utveckling inom Stora Enso Timber i Sverige. Intresse av lågenergibyggande.

Janne Manninen, Stora Enso Timber, development Manager på Business Development

janne.manninen@storaenso.com

Axel Quaiser, Stora Enso Timber Deutschland

axel.quaiser@storaenso.com

Michael Flach, Univ Prof Institut für Konstruktion und Material – Holzbau

michael.flach@uibk.ac.at Leder avdelning för trä- och klimatneutralt byggande på Universitetet i Innsbruck.

Josef Struhkamp, Köln. jstruhkamp@gmail.com. Timmerman med intresse att bygga i Sverige.

Har erfarenhet från ca 120 byggprojekt, se www.picasaweb.google.de/jstruhkamp

Jörg Ehlers, Nordhastedt, info@ffhaus.de. Timmerman med synpunkter på svenskt modern träbyggande (har besökt flera av projekten i Växjö och har synpunkter på kvalitén bl a)

Stefan Winter, univ prof, Dr-ing, TU München samt gästprofessor på TKK i Helsingfors under nästa år. Initiativtagare till konferensen, projekterat flest passivhus i Tyskland.

winter@bv.tum.de

Hermann Blumer, Ing och konstruktör för Shigeru Bans fantastiska trätak över Centre Pompidou Metz. En konstruktör med spetskompetens som anlitas för de svåraste uppdragen.

mail@hermann-blumer.ch

Matthias Bischoff, arkitekt på Bischoff Kopp i Zurich med många fina projekt som presenterades på konferensen. bischoff@bischoffkopp.ch

Andreas Hasenstab, ung disputerad ingenjör som arbetar med att utveckla ultraljudsundersökning av träkonstruktioner. zfp@hasenstab.de

Studiebesök, trä- och lågenergibyggnader

Lördagen den 5/12

Denna dag besökte vi Hansjörg Hilti som är professor i arkitektur och träbyggnad vid institutionen för arkitektur vid Hochschule Liechtenstein i Vaduz. Hansjörg driver också en egen arkitektbyrå där han ritat framförallt bostäder (vanligtvis 1-2-familjshus). Han har en speciell kärlek till trä och experimenterar ofta med nya tekniker i sina byggnader. De objekt vi besökte ligger alla i Schaan eller Vaduz i Liechtenstein och finns närmare beskriva i en pdf-fil som kan laddas ner från hans hemsida på Hochschule Liechtenstein (filen är på tyska): (<http://www.hochschule.li/Portals/0/docs/ar/FINALwood%20constructions.pdf>)

De objekt vi besökte var:

1. Hansjörg Hiltis eget hus byggt 1987. Huset är byggt som ett lågenergihus med naturliga material (trä), passiv solenergi, hög taklutning mot norr för att lyfta den kalla vinden över taket och stora fönster mot söder. Huset är byggt som fyra bredvidliggande lägenheter och värms med en central vedspis i varje lägenhet. Huset ritades för att i stor utsträckning kunna byggas av självbyggare, där Hansjörg var drivkraften vid genomförandet.



2. Befintligt hus med påbyggd övervåning år 2003. Projektet var att bygga till en våning på en befintlig envåningsvilla med brutet tak där det gamla taket togs bort och en ny våning uppfördes. Väggar och innerväggar består av prefabricerade limträ element med upp till ca 8 meter längd med tjocklek/höjd på ca 8*30 cm. Väggarna monterades på fabrik och sattes på plats på en dag, inkl. tak. Väggmödelernas kanter var sågade i fyrkantig sick-sackform (som en hörnkedja eller särade knutar på ett timmerhus) som trädde in i varandra och monterades ihop med vertikala genomgående rostfria rör. Alla fria ytor inomhus var obehandlat trä, som därmed reducerade byggkostnaden då gips och tapeter etc inte behövdes. Huset är det enda bygget i sitt slag.



3. Tre-vånings flerbostadshus med betongstomme uppfört 2002. Utanpå stommen har man klätt in stommen med en trästomme och isolering och därmed kunnat dra nytta av den termiska massan i huskroppen för att utjämna temperaturer och lagra värme under kalla perioder. Fasaden är sedan klädd med eternitplåtar.



4. Tillbyggnad intill en äldre bostad 2002. Nybyggnaden är gjord med en lätt trästomme som är uppbyggd på två tvärgående murar på marken. Nybyggnationen ersätter den lada som tidigare hängde ihop med mangårdsbyggnaden då detta varit en jordbruksfastighet. Hilti har lämnat rester av ladan kvar som minne av den tidigare gården och dess jordbruksfunktion; bl a har fragment av den äldre grunden bevarats som insynsskydd vid entréerna, öppningar för fönster och dörr har placerats i samma lägen som den tidigare ladans, för att bevara kommunikationen och rörelsen kring byggnaden som en del av husets historia. Byggnaden är energieffektivt byggd med fönster med U-värde 0,5 (W/m²,K) och motordrivna trämarkiser på utsidan. Markiserna används framförallt för att minimera överhettningsproblemen sommartid, men kan även användas (men i praktiken inte så ofta) för att minska värmeutstrålningen nattetid.



5. Läkarklinik byggd kring 1997. Huvudbyggnaden mäter 8*20 m och hålls upp av fyra träpelare i hörnen (tillverkade av Pastalam... i Canada). Byggnaden får därmed ett fritt rum

på 8*20 m som kan liknas vid en industrihall där man har full flexibilitet att möblera efter behov. Idag inrymmer bottenvåningen mottagning, röntgen, kontor och väntrum med insynsskyddande med inte helt täckande avgränsningar. Mellanbjälklagen levererades i färdigmonterade block om 8*5 m (kl. 03.00 på natten eftersom hela vägfältet med båda filer måste användas!). Utanpå byggnaden, som är tre våningar, har ett hisschakt samt röntgenrum och laboratoriedelar byggts; dessa inkräktar därmed inte på den stora fria ytan och hjälper dessutom till att staga upp byggnaden. Delar av byggnadens innerväggar är lerklinade och sedan försedda med linneduk. Leran, som även ofta betecknas som "healing earth" i byggkretsar, hjälper till att hålla fuktbalansen och absorberar även lukter och emissioner och anses därför aktivt bidra till en bättre inomhusklimat.

Utsidan består av obehandlat trä vilket gör att byggnaden får en svart patina efter ett antal år (denna byggnad är nu 12 år). Den svarta nyansen består av svampangrepp, vilket dock inte skadar träet utan är en naturlig del av träets åldrande enligt Hansjörg.



6. Prefabriserat hus byggt av bärande stomme med vikbara väggar (2000). Väggarna är massiva (bestående av ihospikad plank om 42*150 mm), taket och mellanväggarna består av glesa brädor med samma mått. Väggarna och mellanbjälklaget sattes ihop på fabrik med ett genomgående stålrör vilket gjorde att väggarna var vikbara under leveransen. De två våningarna byggdes upp med element som vardera bestod av 3*8 meter tak (alt.

mellanbjälklag), ytterväggar och bärande mellanvägg. Ytterväggarna och mellanväggen föll ner då byggnadsdelens horisontella del lyftes på plats. Varje våningsplan består av ca 5 stycken likadana element, som monterades ihop i sidled genom att 15 m långa järnrör höll samman delarna (se detaljbild). Hela stommen resten på en dag, varefter ägaren själv monterade ytterpanel och isolering samt inomhussnickerierna. Byggnadssättet gjordes för att testa en ny teknik, och ytterligare ett hus har efteråt uppförts med denna metod.



7. Hus med bärande väggar av 6 cm massivt trä (2007). Huset värms med bergvärme och är Minergie-märkt; ett tyskt märksystem för lågenergihus.



8. Vi besökte också byn Werdenberg i Schweiz som har en gammal stadsdel med äldre trähusbebyggelse där de äldsta husen är 800 år gamla; de flesta husen har uppförts under 1300-talet och flera har varsamt restaurerats. Byggnaderna ligger i en medeltida stadsdelen nedanför slottet och fungerar som vanliga bostäder.



Söndag 6/12

Under dagen besökte vi ett antal nybyggda trähus, innovativa vad gäller såväl arkitektur som energilösningar i området Vorarlberg, Österrike.

1. Gemeindezentrum i St Gerold. Byggnaden är ritat av Cukrowicz-Nachbaur och har varit i drift sedan årsskiftet 2008/09. Byggnaden är ett "kommunhus" för byn St Gerold med ca 350 invånare och innehåller ett bibliotek, dagis, en liten butik samt två samlings- och mötessalar för ca 45 resp. 12 personer. Den totala ytan är 571 m² byggt i 4 våningar. Projektet har bekostats av offentliga medel, såväl "kommunal" medel som medel från kantonen Vorarlberg.

Byggnaden är ett passivhus, dvs det beräknade värmebehovet är mindre än 15 kWh/m². Den värme som behövs (för uppvärmning och tappvarmvatten) kommer från en bergvärmepump och två borrhål på 180 m under byggnaden där värmen tillfälligt kan lagras i en ackumulatortank på ca 1 m³. Då byggnaden behöver kylas under sommartid tas kallvatten från berget under huset. Ventilationsluften värmeåtervinns med en FTX-värmeväxlare med 80% verkningsgrad. Några mätningar av den reella energiåtgången har ännu inte gjorts då byggnaden varit i drift mindre än ett år. Ventilationsluften tillförs till rummen genom en tilluftsränna i golvet nära ytterväggarna och den utgående luften tas ut via taket. Då luften behöver kylas eller värmas så ändras luftens temperatur genom ett värmeväxlarbatteri (där antingen varmt eller kallt vatten leds in) i golvet, nära luftutsläppen vid fönstren. Alla tekniska installationer sker i vertikala schakt intill hisschaktet i mitten av byggnaden. Där leds också smältvattnet från taket ner; taket är i det närmaste plant med svag lutning inåt mitten så allt smältvatten leds ner genom byggnaden. För att undvika överhettning finns ett markissystem med utvändiga persienner som automatiskt fälls ut vid ljusstyrka över 40 000 lux.

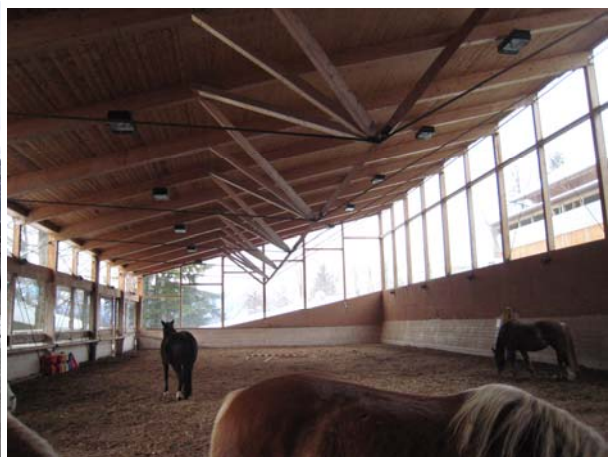


Byggnaden är det första offentliga passivhuset i Österrike och är isolerat med 30 cm träfiberisolering och fönstren, 3-glas, är drevade med fårullsisolering. Hela byggnaden, såväl invändigt som utvändigt, är byggd i "white wood" (dvs lärk) vilket gjorde interiören lättskött. Golven skurades 1-2 gånger om året; däremellan behövdes de bara dammsugas 1 gång per vecka.

Kostnaden för hela bygget var 2,2 MEuro, men då inkluderar detta vägarbeten och att man byggt stenmurar & parkering. Byggnaden sades kosta 1,8 MEuro att uppföra, men denna siffra är lite osäker.



2. I St Gerold fanns också ett ridhus ritat av Hermann Kaufmann med en lätt takkonstruktion bestående av massiva träplattor på underspända takstolar. Ridhuset användes både för ridträning och som rasthus för hästar mellan tävling/träning.



3. Gemeindezentrum i Ludech, ritat av Hermann Kaufmann. Huset var större än det i St Gerold och innehåller samlingssalar, kommunkontor och restauran/café. Det senare var det enda som var öppet när vi var där. Utmärkande för huset var den smakfulla

belysningen (lanterniner, lampor infällda i tak och ledstänger) samt att glastaket vid entrén på över 200 m² innehöll solceller. Flertalet av fönstren innehöll också vertikala fast monterade spaljeer i trä för solskydd. Träkänslan lyste igenom i alla detaljer som var raffinerade och skickligt utförda, t ex trappstegen som hade en infästning endast i ena ändan med 2 metallstag vilket gav en någon sviktande, men inte obehaglig, känsla. Det mesta av det synliga träet, förutom trappor, verkar vara av lärk. Konstruktionsvirket är av gran.





4. Gemeindezentrum i Ragall, ritat av Johannes Kaufmann. Liksom i föregående objekt var utomhusbeklädningen av obehandlad lärk, vilket gav de olika väggarna olika karaktär, beroende hur utsatta de varit för väder och vind. Innertaket bestod av djupa spaljeer av ca två tums stående plank med träullsplattor bakom för att reducera akustiken. Alla dörrar var höga, minst 2,40 m i höjd men ofta ännu högre vilket gav en generös känsla av rymd i huset. Träkänslan var genomgående och även utanför huset fanns lyktstolpar av trä.



5. Industribyggnad av med stomme av trä i Steuer i Andelsbuch ritad av Hermann Kaufmann. Byggnadens storlek är 1400 m². Enligt uppgift är byggnaden ritad som ett passivhus med energiförbrukning motsvarande 15-20 kWh/m².



6. Kvinnomuseet i Hittisau ritat av Cukrowicz-Nachbaur. Tyvärr var museet stängd denna dag p g a uppsättning av ny utställning, men vi blev insläppta i mellanvåningen där gemensamhetsrummen finns. Vi kunde titta in i Kvinnomuseet på övervåningen genom glasdörrar. Öppenheten och dagsljusbelysningen genom taklanterniner var slående och byggnaden är värd att besöka vid annat tillfälle. I undervåningen fanns en brandstation som är en betongkonstruktion som bär de två överliggande våningarna av massivträstomme.



Under resan såg vi den rika träarkitekturen i området och ett flertal intressanta objekt där trä var den dominerande känslan. Nedan visas olika prov på olika objekt. Utmärkande för de objekt vi såg, utan att veta mer om dem, är att de alla var klädda med obehandlat trä (ofta lärk) där färgen

på träet får skifta beroende på ålder och hur utsatt de olika byggnadsdelarna är för det omgivande klimatet.

Buskurer av bröderna Kaufmann



Industribyggnader (observera att det ena exemplet är en brandstation byggd i trä!):



Flerfamiljshus:



Enfamiljshus:



Måndag 7/12

Besök vid Secondary school i Klaus ritat av Dietrich/Untertrifaller. En tidigare skola byggd kring 1970, med för stort energibehovet, ca 120 kWh/m² och helt elberoende (även för uppvärmning) var den egentliga orsaken till att den nya skolan uppfördes. Planeringen av den nya skolan startade i oktober 2001 och den var färdig i augusti 2003. Från början ville inte kommunledningen att skolan skulle byggas som ett passivhus, men de övertygades av arkitekten. Den stora energiförbrukningen i den gamla skolan, med de höga driftskostnader detta innebar, fungerade också som ett motiv som kunde övertyga dem att satsa på ett passivhus. Det har diskuterats att sälja den gamla byggnaden, som i så fall måste renoveras och tilläggsisoleras av de nya ägarna, men troligtvis kommer den gamla skolan att rivas för att ge plats åt ett moderns hus med bättre standard

Den nya skolan har en stomme av trä, som även är ytskiktsmaterialet i väggar och tak förutom grunden och trapphuset som är av betong. Det fanns två skäl att man valde att bygga i trä. För det första var det arkitektens övertygelse att trä är ett naturligt material och som skulle användas. Men det fanns också ett tekniskt skäl på grund av dåliga grundläggningsförhållandet som motiverade en lätt konstruktion; dvs trä. Det finns ett sprinklersystem med sammanlagt 800 sprinklers.

Sydfasaden består av stora glaspartier som är täckta med dukar av koppartråd med 30%’s ljusgenomsläpplighet. På detta sätt behövs inga ytterligare markiser för att förhindra överhettning under soliga perioder. I övriga väderstreck är ytterfasaden av obehandlad silvergran (till skillnad från de flesta andra fasader vi sett som har obehandlad lärk som fasadmaterial). Det var en distinkt skillnad i fasadutseende i olika väderstreck, men med tiden kommer detta att jämnas ut och bli likartade. Utanför östfasaden finns en långsmal damm som smälter in i landskapet; de flesta vet inte om att den har det tekniska syftet att vara branddamm för att förse sprinklersystemet vilket måste finnas enligt lag.



Skolbyggnaden har en mycket öppen struktur med gångbroar genom ljusschakt som leder eleverna till klassrummen på den östra sidan av skolbyggnaden. Mot väster ligger alla specialsalar. De inre delarna av byggnaden, korridorerna, toaletter och förråd, har generösa dagsljusinsläpp från lanterniner i taket och öppna schakt som för ljuset ner till källarvåningen. Den öppna strukturen och ljusförhållandena var anledningen till att Dietrich/Untertrifaller vann den arkitekttävling som föregicks byggandet av skolan.

Byggkostnaden för den 15200 m² stora byggnaden var 8,3 M€, motsvarande en byggkostnad på 1600 €/m². Enligt uppgift är ökningen av byggkostnaden ca 3% pga att man valde att bygga byggnaden enligt passivhusstandard.

Byggnaden består egentligen av två delar; en södervänd offentlig del med aula och bibliotek som även är huvudingången för både skolan och biblioteket och en större del (uppskattningsvis 80% av arean) mot norr som innehåller den egentliga skolan. Endast skoldelen har passivhusstandard med en uppmätt energiförbrukning på 11,4 kWh/m², inkluderande alla energianvändning (beräknat till 14,3 kWh/m² vid projekteringen). Därmed ligger man klart under taket för passivhusstandard som är 15 kWh/m² för uppvärmning. Den offentliga delen har en energiförbrukning på ca 23 kWh/m².



Byggnaden har ett ventilationssystem där all ventilationsluft tas in genom ett ventilationsgaller på marknivå där luften sedan leds genom 30 st 26 m långa rör med diameter 400 mm varefter luften leds genom ett filter och sedan till en roterande värmeväxlare. (Det är nu förbjudet att ha ventilationsgaller i markplanet pga risken för sabotage och att brand kan ledas in denna väg. I framtida byggen måste inloppen placeras på minst tre meters höjd.) På detta sätt kan utomhusluften förvärmas av marken vintertid, och ”kylas något under sommartid, innan det leds till värmeväxlaren. Luften leds sedan till de olika klassrummen, som alla har individuell styrning av ventilationsluften, som regleras automatiskt med avseende på CO₂-halt, luftfuktighet och temperatur. Luftintagen i klassrummen sker genom 14-16 utloppsventiler i taket och den använda luften tas ut via en kanal i taket som sträcker sig längs hela långsidan av klassrummet. Extra tillsats av värme sker genom en gasdriven värmepanna. Fönstren i klassrummen skyddas av automatiska markiser som fälls ner då solljuset blir för starkt. Nedre delen av fönstren täcks dock aldrig, och de är dessutom öppningsbara. Man bör dock inte öppna fönstren då detta stör ventilationssystemet, med de finns där ”av psykologiska skäl”.

Enligt lag måste alla klassrum hålla en temperatur på minst 20 °C. När klassrummen fylls på dagen stiger temperaturen i klassrummen snabbt 3°C vilket gör rummen varmare. För att spara energi sänks temperaturen i hela skolan till 16 °C under loven.

Skolan har en egen solcells-anläggning om 20 kWh på taket. Pga det österrikiska tariffsystemet för inmatning av solcellsel får skolan 0,72 €/kWh då man säljer överskottsel. Den el som produceras räcker inte till skolans eget behov, men ekonomiskt är det en vinstaffär eftersom inkomsterna från den producerade elen är större än vad skolan betalar för sin förbrukning.



2. Ekologisk skola i Mäder (secondary school). Byggnaden beställdes av kommunledningen kring 1999 då den gamla skolan hade dåligt rykte och kommunledningen (konservativa) med borgmästaren i täten hade mycket starka drivkrafter att göra hela samhället inriktat mot ekologi och bärkraft. Man utlyste en arkitekttävling som vanns av Baumschlager-Eberle. Skolan har en ekologisk inriktning där alla lärare måste ha en ekologisk utbildning som genomsyrar undervisningen i alla ämnen. Byggnaden är byggd med naturanpassade material, t ex lösningsmedelsfria färger, PVC-fria ledningar mm. Byggnaden är ett lågenergihus med en energiåtgång understigande 50 kWh/m^2 för uppvärmning. Byggnaden värms av en fliseldad central gemensam för flera kommunalt ägda byggnader som samsas på samma område. Värmen från ventilationsluften återvinns med roterande värmeväxlare med 75% verkningsgrad där värmen leds in i rummen genom ventilationsspjäll i golvet nära fönstret och leds bort genom ett ventilationsgaller i ena hörnet av rummet. Likt Secondary School i Klaus har alla rummen individuell styrning av värme och kyla och men automatisk styrning av solavskärmningen. Byggnadsstommen är inte i trä, utan är en stål och betongkonstruktion. Ytterbeklädnaden är av glas främst av arkitektoniska skäl, men också för att skydda ytterpanelen av trä som därmed kan göras billigare. Bredvid skolan fanns en gymnastiksal med rödfärgad träfasad – en av de ytterst få nybyggda målade trähus vi såg.



3. Omicrons kontorsbyggnad i Klaus.



Byggnaden är ett passivhus ritat av tre arkitekter; Wolfgang Ritsch samt Nägele och Waibel. Besöket av detta objekt vart planerat i sista stund, så vi fick tyvärr inte träffa någon som kunde berätta så mycket om de tekniska systemen. Byggnaden, som är 4000 m² och inrymmer kontor och till mindre del laboratorier för ca 200 anställda, uppfördes i två etapper år 2000 och 2007 och har en stomme av stål och betong förankrad på pelare i marken. Tillförseln av extravärme verkar vara från markvärmepumpar, samt (naturligtvis) frånluftsvärmeväxlare. Byggnaden är kvadratisk i tre våningar, där alla kontor ligger mot ytersidan med fönster mot utsidan eller mot en öppen gård mot insidan. På nedre våningen finns ett öppet samlingsrum som även fungerar som matsal. Företagets personalprofil är att personalens initiativ premieras och man äter samtidigt och hjälps även åt att laga mat (ca 1 gång per månad). Alla kontorsrum har individuell ventilation där såväl ventilation som jalousier (sin egen samt de två närliggande kontorens eftersom jalousierna sitter på en balkong ca 2 m från fönstren) kan styras från kontorets PC. Att byggnaden blev ett passivhus var en direkt konsekvens av företagets ägare som har ett starkt miljötänkande och dessutom värnar om de anställdas välbefinnande (vilket gör att företaget är en mycket omtyckt arbetsplats och därmed lyckas värva mycket bra personal!).

4. Passivt parhus i trä i Bregenz.

Huset är ritat av Hermann Kaufmann och uppfördes kring 2007. Huset beställdes av två syskon som bor i var sin del av detta parhus, men som två skilda huskroppar endast är sammanbyggda genom fasaden). Ritningar till huset utvecklades under en kontinuerlig process mellan Hermann Kaufmann och ägarna och huvudfokuset var att uppnå en god inomhusmiljö och hög boendekvalité. För att hålla kostnaderna nere var inte det initiala målet att huset skulle vara ett passivhus, men att det skulle vara ett energisnålt hus med låga driftskostnader. Man gjorde hela tiden förbättringar för att minska energianvändningen och genom god planering hittade man med tiden lösningar vilket gjorde att huset slutligen fick en energistandard som passivhus. Båda husen har stora fönster från golv till tak mot söder (som kan avskärmas med jalousier) och den extra värmetillförsel som behövs sker genom en vattenburen golvvärmeslinga (1000 W) som endast finns i vardagsrummet på nedervåningen med en omfattning av ca 1 m från de stora fönstren. I det hus vi besökte (dvs en av lägenheterna i parhuset) kom värmen från 6 m² solfångare på taket som lutar 45 grader (vilka ger värme fram till mitten av November) samt en frånluftsvärmeväxlare kombinerad med luftvärmepump där tilluften förvärms genom ett 25 m långt jordrör 1-2 m under marken. Pga att huset ligger endast 1 m från tomtgränsen ligger jordröret i som ett liggande M i remsan mellan huset och tomtgränsen. Den totala energikostnaden för uppvärmning och varmvatten är 300 €, vilket med ett energipris på 0,19€ betyder ca 1500 kWh el/år. Övrig hushållsel kostar ca 500€/år (motsvarande ca 2500 kWh/år).

Fönstren, 3-glas, har ett U-värde på 0,8 [W/m²,°C]. Stommen är en träregelstomme med 35 cm isolering som klätts med 1 OSB-skiva invändigt och 2 skivor utvändigt. Mellan OSB-skivorna har cellulosaisolering som sprutats in. Innanför den inre OSB-skivan finns en ångspärr och därefter 5 cm hård cellulosaisolering ("Flacks") för att bryta köldbryggorna. Utanför de yttre OSB-skivor finns vindpapp och därefter regelverk och träfasad. Viktigt för husets funktion som passivhus är också att det fanns en generös farstu mellan ytterdörren och tre ytterligare innerdörrar (till kök/vardagsrum, förråd samt badrum) för att förhindra att innerluften kyls ner då ytterdörren öppnas under den kalla årstiden. På samma sätt fanns en invändig dörr i markplanet (från vardagsrummet) ner till källaren och ytterligare en dörr in till källaren på nedre planet för att förhindra onödiga lufterörelser och för stor ofrivillig uppvärmning av källarplanet. Detta kan tyckas onödigt då varm luft stiger uppåt och en kallare källare i vanliga fall inte kyler resten av huset i större utsträckning, men den låga energianvändningen i passivhus gör troligtvis att en viss avkylning pga kallare källare får större genomslag på husets totala energibalans jämfört med traditionella hus med högre energiförbrukning. Det kan också vara så att den kontrollerade ventilationen kan skapa lufterörelsemönster i huset som inte finns i hus med naturlig ventilation vilket gör att luft- och energiutbytet mellan källare och bottenvåningen lätt ökar p g a den forcerade lufterörelsen.

Ägaren till ett av husen, Martin Zauser (m.zauser@drexel-weiss.at) jobbar på ett företag som utvecklar luftvärmeväxlare kombinerat med luftvärmepump för kontrollerad ventilation i lågenergi- och passivhus. Det aggregat vi såg i huset lät en hel del (betydligt mer än en svensk värmepump) och måste därför befinna sig i ett rum med väggar för att minska ljudet med 20 dB. Deras nya produkter är dock optimerade på denna punkt och ska låta betydligt mindre. Det var intressant att höra att de har fungerande produkter i hus på upp till 2000 m höjd i Österrike, vilket betyder att de fungerar i mycket kalla klimat. Ett problem i Sverige kan annars vara att det sker

kondensation med isbildning i frånluftsvärmeväxlaren om det är mycket kallt ute, något som observerats i ett passivhus i Falun efter en period då det var ca -20°C under tre veckor.



Tisdag 8/12

Tisdagen var en hemresedag. Vi passade dock på att besöka ett par utmärkande byggnader i Munchen, då vi ändå var där, även om de inte hade något att göra med vare sig trä eller lågenergibyggnande.

Museum Brandhorst ritat av Sauerbruch Hutton architects i Berlin, utmärkande för sin färgsprakande exteriör dekorerad med 32000 vertikala keramikstavar i olika färger, och *BMW Welt*, en 16000 m² stor byggnad i stål och glas ritad av Wolf D. Prix och arkitektfirman Coop Himmelb(l)au i Wien.





Träbyggande i Voralberg

Provinsen Voralberg i NV Österrike är känd för sin arkitektur och anses vare en föregångsregion när det gäller modernt trähusbyggande. Voralberg är också känt för sitt passivhusbyggande då en stor del av dagens passivhusbyggnader i Europa är koncentrerat till denna region inkl. Tyskland och Schweiz. Ofta kombineras dessa två egenskaper och energisnålt byggande med träteknik verkar vara ett stadigt växande koncept. Under konferensen och resan frågade vi olika personer om varför just Voralberg lyckats så väl när det gäller att utveckla träbyggandet, och vi fick delvis olika svar.

Flera av konferensdeltagarna vi pratade med menade att yrkesstoltheten är den främsta anledningen till att just Voralberg utvecklats som föregångsregion när det gäller modernt träbyggande. Detta gör att man premierar god kvalité och gott hantverk. Ingen byggare vill lämna ifrån sig ett hus som inte är perfekt. De tyska och österrikiska timmermännen yrkesstolthet och traditioner (som man inte minst ser genom att de oftast bär sina traditionella arbetskläder, se bilden!) gavs som ett tydligt exempel. Timmermännen vi pratade med berättade också om hur viktigt det är att känna stolthet över det man gör och att få med sig alla som deltar i bygget; t ex poängterades vikten av att fira att byggnaderna är klara så att alla får del av stoltheten. Det är viktigt att man är ett team som fungerar bra, menade de också. När det gäller att välja rätt partner är det bland det viktigaste att ”först kolla om den framtida kollegan är vänlig innan du bestämmer dig för att arbeta med honom/henne. Har du inte fullt förtroende från början kommer det att bli problem och då är det lika bra att låta bli”.



En annan person menade att grunden till Voralbergs storhet som träbyggnadsdistrikt beror på släkten Kaufmann. Kaufmann äger idag flera träföretag, byggföretag och i släkten finns flera framstående arkitekter och snickare. Hermann Kaufmann, kanske den mest framstående arkitekten i Voralberg, beskrevs som den sammanhållande länken (han är också en av de två som tagit initiativ till konferensen Holzbau i Garmisch). Släkten är stor, men håller samman och detta har skapat en tradition att samarbeta yrkesgrupper emellan. Många projekt verkar ha engagerat ett

flertal personer/företag som alla känner varandra och som har förtroende för varandra. En timmerman vi träffade berättade att han kan omsätta upp till 1 M€/år som egen företagare – då är han ofta ansvarig för flera byggprojekt. Hans samlade bokföring ryms i en (tunn) pärm som endast innehåller ingående och utgående fakturor. Det är sällan han skriver kontrakt med dem han arbetar med, helt enkelt för att han väljer dem han har förtroende för och då behövs inte kontrakt; handslag räcker.

En annan förklaring gavs att Voralberg är en rik region där genomsnittsinkomsten är hög. Denna region av Österrike är tillsammans med norra Italien de mest utvecklade regionerna i EU. Under vår rundresa såg vi inte stora mängder stora företag, däremot ett flertal mindre fabriker (storleksordningen 1000-5000 m²). Området verkar ha en utvecklad företagsamhet och uppenbarligen en bra företagskultur där samarbete, kvalitet och stolthet är viktigt för utvecklingen och deras gemensamma styrka. En hög genomsnittsinkomst skapar förutsättningar för att man väljer byggnader med god kvalitet och att man därför ofta väljer byggnader av trä då dessa står för högre kvalitet än andra byggsätt. Det kan dock noteras att träbyggnader sällan var anmärkningsvärt dyra; i flera fall fick vi priser på byggkostnader som är jämförbara eller lägre än gängse byggkostnader i Sverige.

Brigitte Jussel, som var vår guide under måndagen i Voralberg, gav en mer komplex men ändå sammanhängande historieskrivning som visar att alla ovanstående förklaringar ryms.

Voralberg hade under 1900-talet en stark och traditionell träbyggnadskultur. Efter andra världskriget försvann i stort sett intresset för att bygga i trä och de allra flesta byggnaderna byggdes i andra material. Under 60- och 70-talet började dock olika arkitekter oberoende av varandra att intressera sig mer för träbyggandet. Det var framförallt fem arkitekter som utmärkte sig och blev pionjärerna i träbyggandet i Voralberg; Leopold Kaufmann (farbror till Hermann Kaufmann), Wolfgang Juen, Hans Poring och två till. Det finns inget universitet och därmed ingen arkitektutbildning i Voralberg, utan de studerade alla i Wien för att sedan återvända eller flytta till Voralberg. Varför de återvände till Voralberg är osäkert, men kanske var det uppsvinget i regionen efter kriget som gjorde att de återvände och sedan kom att bli de pionjärer som startade utvecklingen med modern träbyggnad i regionen.

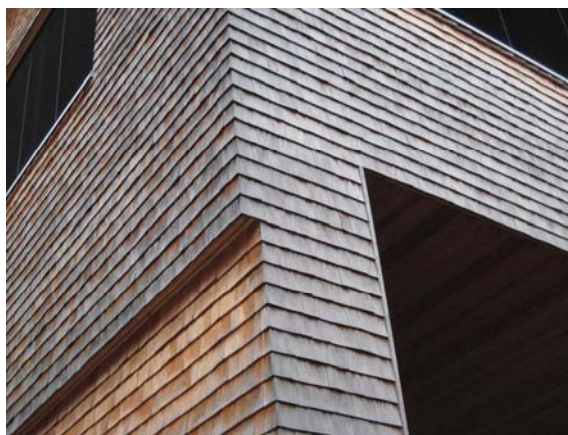
Voralberg är en landsdel som har mycket skog, och skogs- och träindustrin är välutvecklad med en lokal marknad. Voralberg var under 1900-talets början var en fattig region, men klarade sig lindrigt undan andra världskriget. Närheten till såväl Tyskland och Schweiz, samtidigt som gränserna var öppna, gjorde att regionen utvecklades snabbt och kom att utvecklas till en ovanligt



rik region, något som är en förutsättning för introduktionen av ny byggteknik då det krävs kunder med pengar som kan köpa nya hus. Idag är träbyggandet något som gärna lyfts fram som ett starkt signum för regionen, ungefär som järn och gruvdrift lyfts fram i Bergslagen i Sverige.

Det finns också en mentalitet hos befolkningen i Voralberg där man väljer och premierar hög kvalitet - något som vi ofta märker på detaljerna och exaktheten i utförandet av de byggnader vi besökte. Att låta bygga ett hus är en stor och dyr investering och det gör man bara en gång med avsikt att man ska bo där länge eller t o m hela livet. Det är därför viktigt att byggnaden bli bra och välgjord, vilket gör att man väljer att anlita en arkitekt som hjälper till att utforma byggnaden och se till att den blir bra gjord. I Österrike är det också oftast arkitekten som är byggansvarig och ser därmed till att idéerna blir förverkligade, till skillnad från Sverige där det ofta är en byggfirma som har byggansvaret.

Idag har utvecklingen för träbyggande i Voralberg kommit dithän att det finns många arkitekter som arbetar med samma målsättning; ekologi och kvalitet som bärande teman. Brigitte Jussel beskriver det som ett antal arkitekter som tillsammans genererat en dominoeffekt där man influerar varandra och inspirerade av utvecklingen hela tiden försöker hitta nya vägar att utveckla träbyggandet i regionen.



Några allmänna slutsatser

- Det i särklass vanligaste utvändiga ytskiktet var obehandlat trä, främst lärk men även i vissa fall silvergran. Det är en traditionell ytbeklädnad och det var mycket få av trähusen, såväl traditionella som nya som hade målade fasader. Då huset är nybyggt har det en ljus träfärg, men redan efter ett år börjar träet åldras och skiftar färg till grå eller svart eller t o m brun. Vilken färg man får beror på hur utsatt ytan är för fukt, men också hur utsatt den är för sol; ytskiktet på ett hus kan därför ha olika utseende beroende på väderstreck, men även på en vägg kan utseendet skifta, inte minst beroende på hur mycket regn som ytan utsätts för. Detta gav byggnaderna ett levande utseende, men sett ur traditionellt svenskt perspektiv kan de uppfattas som smutsiga. Med lärk eller silvergran som ytskikt finns det ingen anledning att måla husen, det kostar bara mer pengar och leder till onödigt arbete och onödiga framtida underhållskostnader. Åldrat trä uppfattas också som finare än åldrad färg. Slamfärger skadar kanske inte träet, men skyddar det inte heller enligt gängse synsätt. Fel färger kan däremot skada träet och göra att fasaden försämras mer än nödvändigt. Vi har antagligen en hel del att lära oss av detta; de flesta äldre trähus i Sverige har från börjat varit omålade (eller är det ännu idag, t ex många timmerstugor på fäbodrar) och här har inte träet tagit skada av detta, utan kanske t o m hållit längre.
- Miljömedvetenheten är mycket stor. Det gör att man oftast väljer naturliga material som trä och cellulosebaserad isolering, samt bygger hus med låg energiförbrukning. Våra besöksobjekt var valda för att vara lågenergihus eller byggnader med klar miljöprofil vilket gör urvalet speciellt, men vi fick ändå känslan att miljömärkning av byggnader (som Minergie eller LEED) är en allmänt accepterad företeelse och betraktas ofta som en kvalitetsnorm som man helt enkelt ska uppfylla. Detta gäller inte bara bostadshus, utan även offentliga och kommersiella byggnader. Miljötänkandet är också brett, och inget som är förbehållet en viss del av samhället. Vi noterade t ex att de politiskt drivande att göra skolan i Mäder till en ekologisk skola var CDU (de konservativa) som helt dominerar den politiska styrningen av kommunen.
- I alla lågenergihus/passivhus vi besökte fanns det kontrollerad ventilation och återvinning av luftvärmen. Luftkvaliteten kändes hög. Alla vi mötte visade på en mycket hög miljömedvetenhet kombinerad med kunskap, och kraven på komfort och god luftkvalité, såväl i bostäder som i offentliga byggnader och företagslokaler, var hög och ofta ett av huvudkraven vid projekteringen av byggnaderna. Vi hörde dock ingen nämna naturlig ventilation i sammanhangen, utan istället framfördes ”kontrollerad ventilation” och värmeåtervinning som en självklarhet och en förutsättning för framtidens lågenergibyggnader. Detta framhölls även i texter vi stötte på under konferensen och i skrifter vi såg under resan. Förutsättningen för denna kontrollerade ventilation är att bygga täta hus. Samtliga byggsystem har utvecklat metoder som ger god täthet! Massiva trästommar är särskilt gynnsamma då systemet i sig är tätt.
- De nybyggda trähus vi tittade på bar prägel av en modernistisk arkitektur som blandats med den traditionella lokala arkitekturen. Ofta var de nya husen insprängda i befintlig bebyggelse. Vår intryck är att den större delen av nybebyggelsen söker sig nya arkitektoniska former och

tilläggen kan uppfattas visa en bygd i utveckling där möte mellan den nya och den traditionella arkitekturen ger en mångfald.

- De trähus vi tittade på gav en mycket klar träkänsla. Den går igen såväl genom fasadernas utformning som interiört där t ex även trappor, väggar, tak och golv går i trä. Det mesta görs i lärk eller motsvarande material, men ibland med inslag av mörkare trä, t ex i golv eller trappor. Ytorna inomhus var ofta grova, där ramsågningen syntes, t o m i golvplankorna. Ibland användes olika grovlek på ytskikten för att markera skillnaden mellan innervägg och yttervägg som en del i den arkitektoniska gestaltningen.
- Förenklad inredning där lister och foder för dörrar inte behövs. Inslag som dörrar och fönster lyfts istället fram genom storleken; ofta var dörrhöjden 2,20 eller 2,40 eller ibland t o m högre, och fönster var stora och generösa. Det verkar ofta vara standard att använda mycket energieffektiva fönster med U-värden ner mot 0,5-0,8 [W/m²,K] för att kompensera energiförlusten p g a fönsterstorleken. Interiörerna blev därmed rena och vackra och rumsformerna framhävdes där ljusdistributionen förstärkte formen.
- Många av detaljerna inomhus var sparsamma. Förutom att lister och foder ofta saknades var t ex belysning, brandvarnare etc infällda i taket vilket gav en närmast minimalistisk känsla då man gick in i rummen.

