

## Trämässigt byggande - utveckling av den svenska trämekaniska industrin

### Bakgrund

Stiftelsen Vetenskapsstaden har sedan 1996 varit projektansvarig för ett projekt med syfte att stimulera utvecklingen till att bygga trämässiga bostadshus. Genom att prioritera bygg- och trätekniska innovationer parat med vetenskaplig kompetens är projektets ambitionen att kunna bidra till en ökad förädling och export av svensk trämekanisk industri.

Projektet startade med att Vetenskapsstaden, tillsammans med Assi Domän Timber, Träteknik och KTH gjorde en förstudie. Denna visade att trämässigt byggande bedömdes ha en stor potential i ett framtida byggande särskilt när byggprocessen betraktas från en ekologisk och driftekonomisk synvinkel.

Utgångspunkterna för det fortsatta utvecklingsprojektet var ett utökat industriellt engagemang. Detta erhöles genom AssiDomän, Flexator AB och Lindbäcks Bygg AB. Finansieringen stod medverkande industrier, Nutek, SBUF och Byggekostnadsdelegationen för.

Under hösten 1998 var arbetet inriktat mot projektering och teoretiska studier rörande konstruktioner med anpassning till industriellt byggsystem. Under våren 1999 byggde de medverkande industrierna enligt det utvecklade systemet fyra fullskaliga lägenhetsvolymmer som placerades på KTH. Därefter gjordes praktiska prover och experiment rörande ljud, fuktbuffering, värmelagring och fasadkonstruktioner.

Vetenskapsstaden hade erbjudit "projektet" att bygga ett trevånings bostadshus avsett för utländska gästforskare som ett pilotprojekt för trämässigt byggande om den inom projektet framtagna tekniken bedömdes hållbar. Projektets styrgrupp rekommenderade i december 1999 Vetenskapsstaden att bygga enligt utvecklingsprojektets idéer. Skanska Nya Hem valdes som byggtreprenör. Huset byggdes under sommaren/hösten 2000, volymerna monterades hos PlussHus AB i Arvidsjaur. Inflyttning skedde i mars 2001. Därmed hade första fasen av ett framgångsrikt utvecklingsprojekt i samarbete mellan högskola, näringsliv och samhälle slutförts.

### Ett trähus som inte liknar något annat

Vetenskapsstadens projekt har lett till

- Utveckling av ett byggnadssystem med bärande träelement i 3-skikt för både volymbyggda och elementbyggda bostadshus upp till fem våningar. Byggmetoden är patentskyddad.
- Utveckling av ljudspärrar som väl tillgodoser BBRs ljudnormer för flervånings bostadshus. Ljudspärrar är patentskyddad.
- Utveckling av sprinklersystem för bostadshus som är baserat på tappvatten. Systemet tillgodoser aktuella brandskyddsnormer.
- Utveckling av ett ventilationssystem som sker via golvbrunn med återvinning av värme från luft och tappvatten. Systemet innebär sänkta energikostnader för fastigheten.

Byggsystemets miljömässiga effekter

- Byggsystemet garanterar ett torrt byggande
- Byggsystemet är baserat på förnyelsebar råvara - värnar om jordens resurser
- Byggsystemet stimulerar till en regional tillverkning nära råvaran - skogen.

### **Den trämekaniska industrins strategiska miljö**

Den svenska skogsindustrin har av tradition utgjort en betydande del av svensk basindustri och står ensam för ca två tredjedelar av den svenska nettoexporten. Exportvärdet uppgår till drygt 90 miljarder kr, av vilka ca 70 miljarder kommer från massa- och pappersindustrin och ca 20 från den trämekaniska industrin. Bruttoavverkningen i svensk skog uppgår emellertid till bara ca 70 procent av den årliga tillväxten.

Den svenska trämekaniska industrin står också inför en omfattande strukturomvandling. Bl a ändrar nya och snabbväxande trädslag förutsättningarna på marknaden. Den globala handeln med trämekaniska produkter har också genomgått betydande förändringar under senare år. Svenska traditionella träprodukter efterfrågas allt mindre till ett allt lägre pris. Det finns emellertid positiva faktorer som kan påverka den framtida konsumtionen av svenska träbaserade produkter.

Den demografiska utvecklingen i Europa och världen i övrigt skapar ändrade förutsättningar för byggindustrin. Marknaden för ombyggnation ökar mycket snabbt i hela Västeuropa. Central- och Östeuropa är däremot stora potentiella tillväxtmarknader för nyproduktion. Dessa vilar emellertid i avvaktan på att tillförlitliga system för bostadsfinansiering skapas. Handel med ny teknologi ökar markant i hela världen och skapar förutsättningar för nya tänkanden och nya distributionskanaler.

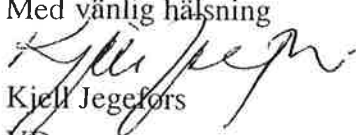
Den trämekaniska industrins framtid styrs i mycket stor utsträckning av kraven från tre marknadssektorer, bl a från byggindustrin och av distributionsleden. Byggföretagen genomgår en omstrukturering till stora och små aktörer. De medelstora företagen försvinner sannolikt. De stora byggföretagen kommer att uppträda som developers, dvs som utvecklare av husprojekt med köpta varor och tjänster. Byggproduktion för ett eget fastighetsägande kommer framdeles inte att utgöra kärnverksamheten utan tvärtom minska i omfattning. De små byggföretagen kommer att bli specialiserade underentreprenörer till de stora - produktspecialister med egen komponenttillverkning. Distributionsleden kommer att förändras i takt därmed. Byggindustrin är idag helt materialneutral - man bygger det som efterfrågas alternativt med lägsta kostnad för given funktion. Det blir träindustrin som måste ta ansvaret för att påverka byggindustrins kunder - att få kunderna - marknaden - att efterfråga trä. Trä kan och skall kommuniceras direkt till konsument som ett gott trivsel-, energi- och miljöval både globalt och i hemmiljön.

*Det blir därför träindustrins uppgift att skapa träbyggnadssystem som passar för byggindustrins nya struktur.*


### **Inbjudan till diskussion !!**

Det trämassivt byggda bostadshuset på Roslagstull är ett exempel på ett nytt träbyggnadssystem. Det har sprungit ur vetenskaplig forskning med två patenterade lösningar som resultat. Uppförandet har genererat ett betydande kompletterande know-how i byggnadsteknik för flervåningshus i trä. Vetenskapsstaden kommer att medverka till att ytterligare 2-3 projektbostadshus i trä färdigställs. Med en fortsatt systematisk dokumentation av resultat och erfarenheter bör tiden redan nu vara mogen för att planera en mer storskalig industriell satsning på "trämassivt" byggande.

Med vänlig hälsning

  
Kjell Jegefors

VD

  
Olle Jacobsson

Projektledare

**BYGGKOSTNADSFORUM**Sonny Modig  
ProjektledareOlle Jakobsson  
Vetenskapsstaden**TRÄHUS-PROJEKT I STOCKHOLM**

Noteringar från möte 5 december 2001, Trähuset vid Roslagstull, Vetenskapsstaden, Stockholm.

Närvarande: Olle Jakobsson, Vetenskapsstaden  
Tore Möller, Byggkonsult o konstruktionsansvarig  
Sonny Modig, Byggkostnadsforum

Syftet med dagens möte var att samtala kring förutsättningarna för ett gemensamt utvecklingsprojekt och att ge underlag för en ansökan om stöd till projektet från Byggkostnadsforum.

**Noteringar**

Förra gången parterna träffades (15 november 2001) lämnades en utförlig redovisning av det genomförda pilotprojektet (gästforskarbostäderna i kv Katrumpstullen) varför någon ytterligare genomgång av de tekniska utgångspunkterna för ett eventuellt gemensamt projekt inte krävdes. Mötet inleddes istället med att Sonny gjorde en detaljerad genomgång av förutsättningarna för olika typer av bidrag till en fortsatt produktion av bostäder, baserat på erfarenheter från pilotprojektet.

**1. Ekobidrag**

Bidrag kan medges enligt förordningen (2000:1389) om statligt investeringsbidrag som främjar ekologisk hållbarhet vid bostadsbyggande.

Bidraget lämnas till merkostnader för investeringar som främjar ekologisk hållbarhet vid ny- eller ombyggnad av hyres- och bostadsrättshus i sammanhållna bostadsområden och är maximerat till 2 000 kr/m<sup>2</sup> uppvärmd bruksarea för bostadsändamål ovan mark, dock för högst 35 kvadratmeter per bostadslägenhet (dvs. max 70 000 kr/lgh). Villkor i övrigt framgår av information som finns att hämta på Boverkets hemsida.

## **2. Investeringsbidrag**

Bidrag kan medges enligt förordningen (2001:531) om statligt investeringsbidrag för nybyggnad av bostäder som upplåts med hyresrätt i områden med bostadsbrist.

För att bidrag skall erhållas krävs att projektet avser nybyggnad av hyresbostäder och i övrigt anses erbjuda så förmånliga villkor för hyresgästerna att det prioriteras vid bidragsgivningen. Bidrag lämnas i Stockholmsregionen med högst 25% av bidragsunderlaget för räntebidrag (SFS 1992:986), dock högst 150 000 kronor per lägenhet. Villkor i övrigt framgår av information som finns att hämta på Boverkets hemsida.

Investeringsbidraget kan kombineras med Ekobidrag till max 220 000 kr/lgh.

## **3. Studentbostadsbidrag**

Bidrag kan medges enligt förordningen (2000:588) om bidrag för anordnande av studentbostäder.

För att bidrag skall erhållas krävs att projektet avser nybyggnad av studentbostäder. Bidrag lämnas med högst 15% av bidragsunderlaget för räntebidrag (SFS 1992:986), dock högst 40 000 kronor för varje nytt studentrum i lägenheter för en eller två studenter. Villkor i övrigt framgår av information som finns att hämta på Boverkets hemsida.

Studentbostadsbidraget kan kombineras med Eko-bidrag till max 110 000 kr/lgh. Studentbostadsbidraget kan däremot inte kombineras med investeringsbidrag enl. punkt 2 ovan.

## **4. Utvecklingsstöd**

Fr.o.m 1 januari 2002 har Boverkets Byggekostnadsforum möjlighet att aktivt stödja projekt som på ett nytt sätt söker minska boendekostnaderna vid nybyggnad av hyresbostäder, samtidigt som projekten främjar ekologisk hållbarhet. Stöd kan även lämnas för att i efterhand utvärdera, dokumentera och publicera kunskap om projekt som redan genomförts med motsvarande syfte och inriktning, så att dessa kan fungera som goda exempel (prop. 2001/02:1, utg.omr.18).

Efter genomgången vidtog en diskussion där Sonny underströk att Byggekostnadsforum var mycket intresserat av att medverka i kommande hyresrättsprojekt. Dels kan det handla om att ytterligare utveckla produktionstekniken, materialhanteringen och/eller produktionsprocessen (upphandling, logistik, inköp mm), dels stöd för att täcka merkostnader för produktionen som kan uppstå initialt vid utveckling av tekniken och som inte kan bäras av projektet ensamt, men som på sikt inte kommer att uppstå när tekniken är färdigutvecklad.

Från Byggekostnadsforums sida underströks att en förutsättning för att forumet skall kunna lämna utvecklingsstöd är att det handlar om projekt som syftar till att på nya sätt få ner boendekostnaderna vid nybyggnad av hyresbostäder samtidigt som projektet främjar ekologisk hållbarhet. Det får inte avse

kategoribostäder (typ studentbostäder) utan avse vanliga bostäder, dock med fördel en större andel bostäder avsedda för små hushåll. Dessa aspekter måste lyftas fram tydligt i ett projektprogram. Den ekologiska inriktningen, t.ex. att effektivisera energi- och övrigt resursutnyttjande, att minska total mängd avfall genom att bl.a. minska spillet, eller att möjligheterna till återvinning/återanvändning ökar bör, preciseras i programmet. Möjligheten att vidareutveckla tekniken med frånluft via avloppssystemet samt värmeåtervinning ur avloppsvattnet är viktiga frågor som bör göras till en del av kommande projekt.

Det trätunga byggandet har många fördelar ur ekologisk synvinkel med tanke på att det till så stor del utnyttjar förnyelsebara råvaror. Produktionen kan dock i vissa skeden vara mycket fukt känsligt, varför möjligheten att utveckla eller utnyttja teknik för produktion under tak (t.ex. monterat på byggnaden eller på ställning som följer med bygget uppåt under montagetiden) bör prövas i projektet.


### **Nästa steg**

Olle arbetar fram ett förslag till hyresrättsprojekt och förslag till ansökan om utvecklingsstöd i samråd med Sonny. Ansökan skickas till Byggkostnadsforum, Boverket, Box 534, 371 23 Karlskrona. Märk kuvertet Utvecklingsstöd, Vetenskapsstaden.

Till en ansökan bör fogas följande uppgifter.

- Uppgift om vem som är sökande, inklusive aktuellt registreringsbevis eller motsvarande behörighetshandling.
- Kortfattad redovisning av utvecklingsprojektet, inklusive projektkalkyl och budget, förslag till finansiering (egen finansiering samt det sökta stödets storlek) samt förslag till utbetalningsplan för sökt bidrag baserat på lämpliga steg och delredovisningar.
- Redovisning av planerat byggprojekt (stadsdel, kvarter, lägenheter, planer och fasader, utemiljö, ev. etapper och tidsplaner o.d.), inklusive redovisning av *produktionskostnader* uppdelade på tomtkostnader, kommunala taxor och avgifter, entreprenadkostnader, konsultkostnader, finansiella kostnader, övriga byggherrekostnader och moms samt *årskostnadskalkyl* redovisande kapital- och drift- och förvaltningskostnader (se bifogat förslag till redovisning).
- Uppgift om medverkande personer, bolag mm samt förslag till lednings- och styrgruppsammansättning.
- Tidplan för utvecklingsprojektet.
- Redovisning av hur återrapportering och uppföljning av utvecklingsprojektet avses att utföras.

Vid pennan



**Sonny Modig**  
Projektledare

## SAMARBETSAVTAL

Detta är ett avtal mellan Stiftelsen Vetenskapsstaden, nedan SV, och FamiljeBostäder, nedan FB, reglerar samverkan och delfinansiering av projekt "Livscykeleekonomi för trätunga byggnader". (Bilaga). Projektet är ett delprojekt inom ramen för ett utvecklingsprogram "Trämässigt byggande" enligt konsortieavtal mellan Stiftelsen Vetenskapsstaden, AssiDomän Timber AB och Skanska, Nya Hem med Stiftelsen Vetenskapsstaden som projektansvarig.

### **Delprojekt och insatser**

Delprojektet definieras i PM 2002-03-04, KTH, Livscykeleekonomi för trätunga byggnader - reviderad projektbeskrivning. Projektet skall genomföras av KTH. Projektledare är docent Håkan Bejrums och doktorand Niklas Östberg svarar för forskningsarbetet. Projektet är ett delprojekt inom utvecklingsprogrammet "Trämässigt byggande" och skall som sådant rapporteras till dess styrgrupp.

Löpande kontakter med delprojektet sker genom utvecklingsprogrammets "teknikgrupp".

FB äger, för sin medverkan inom delprojektet, utse en representant i utvecklingsprogrammets "Teknikgrupp".

FB bidrar som delfinansiär, utöver kostnader för egen arbetsinsats, med 130 000 kr per år under två år (2002 -2003) för delprojektets genomförande.

### **Informationsutbyte och rapportering**

Deltagare inom teknikgruppen förbinder sig att öppet informera och delge erfarenheter om förhållanden som är viktiga för delprojektets genomförande och resultatet.

### **Resultatspridning och publicering**

Delprojektets mål är att få livscykelekonomin för massiva träbyggnader kartlagd och att detta skall ingå i en komplett beskrivning av att bygga bostäder trämassigt såväl ekonomiskt som produktions- och miljömässigt. Detta skall ligga till grund för en ambition att stimulera ett trämassigt bostadsbyggande av hyreslägenheter.


### **Kontaktperson - Teknikgrupp**

SV projektledare och kontaktperson samt sammankallande för "Teknikgruppen" är Olle Jakobsson. I gruppen ingår dessutom representanter för Skanska, AssiDomän, Svenska Bostäder och TM Byggkonsult AB.

### **Giltighet**

Samarbetsavtalet gäller under delprojektets genomförande som beräknas pågå under 2 år och vara avslutat 2004-06-30.

Stockholm

  
Kjell Jegefors  
Stiftelsen Vetenskapsstaden

Hans Pettersson  
FamiljeBostäder



FAMILJE

BOSTÄDER

Verkställande  
direktören

Datum

2002-01-10

Kjell Jegefors  
Vetenskapsstaden  
Box 5915  
114 89 Stockholm

### Ang eventuell samverkan i nybyggnadsprojekt

Refererande till våra underhandskontakter får AB Familjebostäder bekräfta vårt intresse att fortsätta sonderingarna för ett samverkanprojekt för nyproduktion av bostäder/studentbostäder/forskarbostäder. Projektet skall ha som utgångspunkt de erfarenheter Vetenskapsstaden gjort i samband med trähusproduktionen på Roslagstulls Backe.

AB Familjebostäder har gjort ansökan om markanvisning hos staden för detta ändamål. Skulle markanvisning erhållas förutsätts att projektet på sedvanligt sätt visar sig ekonomiskt genomförbart och att avtal om blockförhyrning träffas före byggstart av de studentbostäder/forskarbostäder som skall ingå.

Med vänlig hälsning  
AB FAMILJEBOSTÄDER

  
Hans Pettersson

## SAMARBETSAVTAL

Detta är ett avtal mellan Stiftelsen Vetenskapsstaden, nedan SV, och Svenska Bostäder, nedan SvB, som reglerar samverkan och delfinansiering av projekt "Livscykeleekonomi för trätunga byggnader". (Bilaga). Projektet är ett delprojekt inom ramen för ett utvecklingsprogram "Trämässigt byggande" enligt konsortieavtal mellan Stiftelsen Vetenskapsstaden, AssiDomän Timber AB och Skanska, Nya Hem med stiftelsen Vetenskapsstaden som projektansvarig.

### **Delprojekt och insatser**

Delprojektet definieras i PM 2002-03-04, KTH, Livscykeleekonomi för trätunga byggnader - reviderad projektbeskrivning. Projektet skall genomföras av KTH. Projektledare är docent Håkan Bejrum och doktorand Niklas Östberg svarar för forskningsarbetet. Projektet är ett delprojekt inom utvecklingsprogrammet "Trämässigt byggande" och skall som sådant rapporteras till dess styrgrupp.

Löpande kontakter med delprojektet sker genom utvecklingsprogrammets "teknikgrupp".

SvB äger, för sin medverkan inom delprojektet, utse en representant i utvecklingsprogrammets "Teknikgrupp".

SvB bidrar som delfinansiär, utöver kostnader för egen arbetsinsats, med 130 000 kr per år under två år (2002 -2003) för delprojektets genomförande.

### **Informationsutbyte och rapportering**

Deltagare inom teknikgruppen förbinder sig att öppet informera och delge erfarenheter om förhållanden som är viktiga för delprojektets genomförande och resultatet.

### **Resultatspridning och publicering**

Delprojektets mål är att få livscykelekonomin för massiva träbyggnader kartlagd och att detta skall ingå i en komplett beskrivning av att bygga bostäder trämassigt såväl ekonomiskt som produktions- och miljömässigt. Detta skall ligga till grund för en ambition att stimulera ett trämassigt bostadsbyggande av hyreslägenheter.

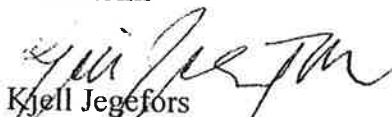
### **Kontaktperson - Teknikgrupp**

SV projektledare och kontaktperson samt sammankallande för "Teknikgruppen" är Olle Jakobsson. I gruppen ingår dessutom representanter för Skanska, AssiDomän, Familjebostäder och TM Byggkonsult AB.

### **Giltighet**

Samarbetsavtalet gäller under delprojektets genomförande som beräknas pågå under 2 år och vara avslutat 2004-06-30.

Stockholm

  
Kjell Jegefors  
Stiftelsen Vetenskapsstaden

Svenska Bostäder



Vetenskapsstaden  
Kjell Jegefors  
Box 5915  
114 89 STOCKHOLM

Vetenskapsstaden har tillskrivit vår VD, Charlotte Axelsson gällande några frågor av gemensamma intressen. Jag har fått i uppdrag att besvara brevet. Jag börjar med att beklaga att vi dröjt med svaret. Vi har dock haft en hel del underhandskontakter gällande frågor som tas upp i brevet.

Tyvärr lyckades vi inte hitta former, som båda parter kunde acceptera i Konradsberg. Jag vill betona att Konradsberg är ett särskilt kostnadskrävande projekt, varför vi måste få en hyresnivå, som ligger i paritet med investeringar och kostnader. Vi lyckades dock åstadkomma förhyrningar till utbytesstudenter och forskare i ett tjugotal lägenheter. Det motsvarar den tredjedel av bostäderna, som avsågs gå till forskare, gästforskare i marktilldelningen.

Vår ambition är att arbeta vidare, och vi är övertygade om att vi ska kunna former för ett konstruktivt samarbete för båda parter och att vi ska kunna komma överens i framtida projekt. Vi hoppas finna former för blockförhyrningar, så att vi båda kan medverka i att lösa bostäder för utländska studenter, forskare och gästforskare i Stockholm.

Beträffande ett samarbete gällande utvecklingsprojektet "Trämässigt byggande" önskar företrädare för vår teknikstab ett möte för information om projektet. Vi kan diskutera tidpunkt och former för ett sådant möte när vi ses på måndag den 18 februari kl 14.00.

Mötet på måndag är påkallat med anledning av planering för nyproduktion i kv. Katrumpstullen 6 i Roslagstull. Vi vill efterhöra ert intresse för en medverkan i projektet. Likaså att diskutera hur vi kan hitta former för en tidig samverkan inför den nyproduktion, som kommer i flera andra projekt.

Stockholm den 13 februari 2002

Med vänliga hälsningar

  
Ingela Sedin-Nilsson



Olle Jacobsson  
Stiftelsen Vetenskapsstaden

### **GÄSTFORSKARBOSTÄDER, MEDVERKAN I UPPFÖLJNINGSPROJEKT**

Länsförsäkringar är intresserade av att medverka i uppföljning av projektet  
”Gästforskarbostäder av massivt trä” under följande förutsättningar:

- Vi kan i första hand medverka med vårt namn samt med personella resurser inom de aktuella uppföljningsområdena.
- Vi kan efter prövning och mot faktura sponsra konkreta arbeten inom uppföljningsområdena.
- Vi ser det angeläget att Bertil Eriksson och Anders Nyquist få delta aktivt i uppföljningsarbetet inom sina specialistområden.
- Vi ser det också angeläget att uppföljningsresultaten får allmän spridning inom branschen och inte är förbehållet enskilda deltagare.

### **Aktuella uppföljningsområden**

Vi vill i första hand medverka till en uppföljning och vidareutveckling av installationstekniken med tonvikt på Split Vision.

Andra områden som är av stort intresse för oss är miljöfrågor kring inomhusklimat, energiförbrukning och fuktlagring samt försäkringsfrågor som brandklassning och inbrottsäkerhet.

Med vänlig hälsning

Länsförsäkringar

  
Bengt Johansson

2002-08-15

Boverket  
Byggekostnadsforum  
Box 534  
371 23 Karlskrona

## **Ansökan om medel för utveckling av "Trämässigt byggande" för att inom ramen för ett ekologiskt byggande finna en rationell produktion av hyresbostäder som kan sänka boendekostnaderna**

Stiftelsen Vetenskapsstaden har vid ett flertal tillfällen fått möjlighet att presentera och diskutera med företrädare för Boverket, avd cheferna Fredrik von Platen och Sonny Modig projektet "Trämässigt byggande". Kontakterna har delvis dokumenterats genom Boverkets skrivelse till Vetenskapsstaden 11 januari 2002 dnr 508-144/2002. Vetenskapsstaden önskar med denna ansökan om utvecklingsbidrag fullfölja dessa kontakter.

### **Trämässigt byggande - utveckling av den svenska trämekaniska industrin**

#### **Bakgrund**

Stiftelsen Vetenskapsstaden har sedan 1996 varit projektansvarig för ett projekt med syfte att stimulera utvecklingen till att bygga trämässiga bostadshus. Genom att prioritera bygg- och trätekniska innovationer parad med vetenskaplig kompetens är projektets ambitionen att genom ett rationellt byggande av hyresbostäder kunna bidra till en ökad förädling av svensk trämekanisk industri.

Projektet startade med att Vetenskapsstaden, tillsammans med Assi Domän Timber, Träteck och KTH gjorde en förstudie. Denna visade att trämässigt byggande bedömdes ha en stor potential i ett framtida byggande särskilt när byggprocessen betraktas från en ekologisk och driftekonomisk synvinkel.

Utgångspunkterna för det fortsatta utvecklingsprojektet var ett utökat industriellt engagemang. Detta erhöles genom AssiDomän, Flexator AB och Lindbäck's Bygg AB. Finansieringen stod medverkande industrier, Nutek, SBUF och Byggekostnadsdelegationen för.

Under hösten 1998 var arbetet inriktat mot projektering och teoretiska studier rörande konstruktioner med anpassning till industriellt byggsystem. Under våren 1999 byggde de medverkande industrierna enligt det utvecklade systemet fyra fullskaliga lägenhetsvolymmer som placerades på KTH. Därefter gjordes praktiska prover och experiment rörande ljud, fuktbuffering, värmelagring och fasadkonstruktioner.

Vetenskapsstaden hade erbjudit "projektet" att bygga ett trevånings bostadshus avsett för utländska gästforskare som ett pilotprojekt för trämässigt byggande om den inom projektet framtagna tekniken bedömdes hållbar. Projektets styrgrupp rekommenderade i december 1999 Vetenskapsstaden att bygga enligt utvecklingsprojektets idéer. Skanska Nya Hem valdes som byggentreprenör. Huset byggdes under sommaren/hösten 2000, volymerna monterades hos PlussHus AB i Arvidsjaur. Inflyttning skedde i mars 2001. Därmed hade första fasen av ett framgångsrikt utvecklingsprojekt i samarbete mellan högskola, näringsliv och samhälle slutförts.

#### **Ett trähus som inte liknar något annat**

De övergripande målen med utvecklingsprojektet "Trämässigt byggande" är att

- Öka användningen av trä i byggandet
- Minska byggandets negativa inverkan på miljö och öka byggandets kretsloppsanpassning
- Åstadkomma en förbättrad inomhus boendemiljö
- Minska byggandets effektbehov och energianvändning

- Sänka den totala byggkostnaden inkl kostnader för fastighetens drift och därmed begränsa boendekostnaderna.

Vetenskapsstadens projekt har lett fram till

- Utveckling av ett byggnadssystem med bärande träelement i 3-skikt för både volymbyggda och elementbyggda bostadshus upp till fem våningar. Byggmetoden är patentskyddad.
- Utveckling av ljudspärrar som väl tillgodoser BBRs ljudnormer för flervånings bostadshus. Ljudspärren är patentskyddad.
- Utveckling av sprinklersystem för bostadshus som är baserat på tappvatten. Systemet tillgodoser aktuella brandskyddsnormer.
- Utveckling av ett ventilationssystem som sker via golvbrunn med återvinning av värme från luft och tappvatten. Systemet innebär sänkta energikostnader för fastigheten.

Byggsystemet ger miljömässiga effekter

- Byggsystemet garanterar ett torrt byggande
- Byggsystemet är baserat på förnyelsebar råvara - värnar om jordens resurser
- Byggsystemet stimulerar till en regional tillverkning nära råvaran - skogen.

Förutom att projektet att dessa mål har nåtts har det resulterat i ett utvecklat systemkunnande kring konsten att bygga massiva flervånings trähus samt skapat kunskap om ny projekterings- och produktionsteknik för modul- och volymtillverkning.

### **Den trämekaniska industrins strategiska miljö**

Den svenska skogsindustrin har av tradition utgjort en betydande del av svensk basindustri och står ensam för ca två tredjedelar av den svenska nettoexporten. Exportvärdet uppgår till drygt 90 miljarder kr, av vilka ca 70 miljarder kommer från massa- och pappersindustrin och ca 20 från den trämekaniska industrin. Bruttoavverkningen i svensk skog uppgår emellertid till bara ca 70 procent av den årliga tillväxten.

Den svenska trämekaniska industrin står också inför en omfattande strukturomvandling. Bl a ändrar nya och snabbväxande trädslag förutsättningarna på marknaden. Den globala handeln med trämekaniska produkter har också genomgått betydande förändringar under senare år. Svenska traditionella träprodukter efterfrågas allt mindre till ett allt lägre pris. Det finns emellertid positiva faktorer som kan påverka den framtida konsumtionen av svenska träbaserade produkter.

Den demografiska utvecklingen i Europa och världen i övrigt skapar ändrade förutsättningar för byggindustrin. Marknaden för ombyggnation ökar mycket snabbt i hela Västeuropa. Central- och Östeuropa är däremot stora potentiella tillväxtmarknader för nyproduktion. Dessa vilar emellertid i avvaktan på att tillförlitliga system för bostadsfinansiering skapas. Handel med ny teknologi ökar markant i hela världen och skapar förutsättningar för nya tänkanden och nya distributionskanaler.

Den trämekaniska industrins framtid styrs i mycket stor utsträckning av kraven från tre marknadssektorer, bl a från byggindustrin och av distributionsleden. Byggföretagen genomgår en omstrukturering till stora och små aktörer. De medelstora företagen försvinner sannolikt. De stora byggföretagen kommer att uppträda som developers, dvs som utvecklare av husprojekt med köpta varor och tjänster. Byggproduktion för ett eget fastighetsägande kommer framdeles inte att utgöra kärnverksamheten utan tvärtom minska i omfattning. De små byggföretagen kommer att bli specialiserade underentreprenörer till de stora - produktspecialister med egen komponenttillverkning. Distributionsleden kommer att förändras i takt därmed. Byggindustrin är idag helt materialneutral - man bygger det som efterfrågas alternativt med lägsta kostnad för given funktion. Det blir träindustrin som måste ta ansvaret för att påverka byggindustrins kunder - att få kunderna - marknaden - att efterfråga trä. Trä kan och skall kommuniceras direkt till konsument som ett gott trivsel-, energi- och miljöval både globalt och i hemmiljön. Det blir därför träindustrins uppgift att skapa träbyggnadssystem som passar för byggindustrins nya struktur.

## Utvecklingsstöd till fortsatt projektutveckling - samverkan med Byggkostnadsforum

Det trämassivt byggda bostadshuset på Roslagstull är ett exempel på ett nytt träbyggnadssystem. Det har sprungit ur vetenskaplig forskning med två patenterade lösningar som resultat. Uppförandet har genererat ett betydande kompletterande know-how i byggnadsteknik för flervåningshus i trä.

Projektet "Trämassivt byggande" drivs vidare av Vetenskapsstaden, AssiDomän och Skanska med syfte att dokumentera de kunskaper och den erfarenhet som upparbetats i projektet. Detta skall ske genom dels dokumentation av det utförda arbetet med gästforskarbostadshuset, dels genom vidareutveckling och dokumentation från medverkan vid uppförandet av ytterligare två till tre bostadshus i massivträeteknik i Stor- Stockholmsområdet. Stiftelsen Vetenskapsstaden svarar för att organisera och genomföra den fortsatta projektutvecklingen.

I det fortsatta arbetet med att föra erfarenheter från "pilotbygget" av de 36 lägenheterna på Roslagstullsbacken till nya objekt har följande områden som kräver ett fortsatt utvecklings- eller utredningsarbete identifierats. Stiftelsen Vetenskapsstaden söker som projektansvarig utvecklingsstöd från Boverket som bidrag till detta arbete enligt följande:

- **Vidareutveckling, test av femskiktsvägg – statik och ljud** (500 000 kr)

"Pilothuset" är uppfört med treskikt trämassiva väggelement med en skittjocklek på 35 mm. Erfarenheterna från dessa element visar att det är svårt att klara träets naturliga rörelser utan att sprickbildningar uppstår. En utvecklad väggkonstruktion med femskikt (18 mm träskikt) har tagits fram. För att använda dessa väggar i ny produktion måste de testas beträffande såväl statik som akustik. Tester som kommer att följas och utvärderas enligt tidigare program och ske i samverkan med träindustri och KTH.

Vetenskapsstaden söker bidrag till dessa tester med 500 000 kr för tillverkning av nya väggelement för statisk test via Träteknik, samt uppriggning av två lägenhetsvolymer för akustiska tester genom KTH.

- **Fasadsystem – från femskikts innervägg till fasadklädd yttervägg** (500 000 kr)

För att säkra det trämassiva byggsystemet mot fukt bla genom val av isolering och puts- samt träfasadmaterial som klarar en lång livslängd 100 år. Denna systemutveckling kommer att ske i samverkan med KTH och Optiroc AB. I denna del av projektet sker också en samverkan med Zapp AB. I samband med ett nytt boendeprojekt –24 lägenheter, som kommer att byggas i Täby, avser vi att utprova tre olika väggssystem med puts och träfasad. Det skall följas upp med en flerårig analys utvärdering. För att kunna göra detta krävs att ett testprogram tas fram. Det kommer att ske i KTH laboratorium med olika typer av testväggar. Vetenskapsstaden söker bidrag till denna projektdel med 500 000 kr.

- **Ytbehandling av femskikts träväggar** (250 000 kr)

En av huvudprinciperna med massiva träväggar är att använda träet som slutligt yttskikt på innervägg. För att bibehålla träets hygroskopiska och värmelagrande egenskaper måste studier ske för att utvinna kunskap om vilka ytbehandlingsmetoder som kan användas i dessa fall. Det saknas fn all kunskap inom detta område. För att få en uppfattning om denna frågas betydelse måste en grundläggande studie göras med underlag från den pågående studien rörande klimat och energi i "pilothuset". Ambitionen är att med denna kunskap och bakgrund söka samverkan med ytbehandlingsindustrin. Studien kräver också praktiska moment med laborativa tester för att kunna användas i kommande byggobjekt. Även denna projektdel förutsätter testprogram med långsiktig utvärdering.

Vetenskapsstaden söker bidrag till denna projektdel med 250 000 kr.

- **Energi – klimatuppföljning;** (300 000 kr)

Ett fortsatt arbete på tidigare program i "pilotprojektet" rörande träets egenskaper i energi och klimatfrågor som utförts av KTH inom Nordic Wood är angeläget. En rapport från Nordic Wood som presenteras den 30 juni 2002 kommer att indikera både stora energibesparingar som god luftkvalitet i trämassivt byggande. Fortsatta studier med den redan inmonterade utrustningen i fyra lägenheter i pilothuset är angelägna för att verifiera dessa positiva resultat som rapporten visar. Det är särskilt intressant då det visar på effekter som direkt påverkar de

totala boendekostnaderna. Ett uppföljningsprogram under minst två år bör därför ske. Detta avses att upphandlas av KTH.

Vetenskapsstaden söker bidrag till denna projektdel med 3000 000 kr.

• **Livscykeleekonomi för trätunga byggnader** (360 000 kr)

Syftet med detta delprojekt är att utvärdera och beskriva livscykelekonomin för ett Trämässigt byggande med ovannämnda metodik samt att jämföra funktioner, prestanda och ekonomi med likartade byggprojekt med annorlunda tekniska lösningar. I en första etapp koncentreras delprojektet på utvecklingen av livscykelekonomiska modeller som beaktar risk och osäkerhet samt använder dessa för att utvärdera utvecklingsprojektets livscykelekonomi. En översiktlig jämförelse kan ske med tillgång av data för sådana projekt. Bilaga "KTH Livscykelekonomi för trätunga byggnader 2002-03-04".

Vetenskapsstaden söker bidrag till denna projektdel med 360 000 kr.

• **Dokumentation** (250 000 kr)

Det hittills genomförda trämässiga projektet har under sin utveckling och framväxt kommit att beröra ett flertal områden som initialt inte var tänkta att ingå i konceptet. De har successivt tillkommit under projektets gång och starkt bidragit till olika lösningar som har bäring på det trämässiga tänkandet. Det gäller förutom väggelementens konstruktion och akustikfrågorna även träets miljömässiga konsekvenser för energi och luftkvaliteter, ventilationsegenskaper, värmeåtervinning och egenskaper vid möte med annat material. En samlad dokumentation från pilotobjektet efter olika manualer behöver ställas samman. Det är också angeläget att den fortsatta utvecklingen och de nya byggobjekten blir dokumenterade efter samma mallar. Därmed kan en allmän information, i digital form, erbjudas kring vunna erfarenheter från det "Trämässiga byggandet".

Vetenskapsstaden söker bidrag till denna projektdel med 250 000 kr.

Sammanfattningsvis ansöker Vetenskapsstaden om 2 160 000 kr till den ovan beskrivna utvecklingen och dokumentationen av Trämässigt byggande med syfte att erbjuda ett miljömässigt långsiktigt byggsystem som sammantaget med en ny installationsteknik erbjuder lägre bostadskostnader.

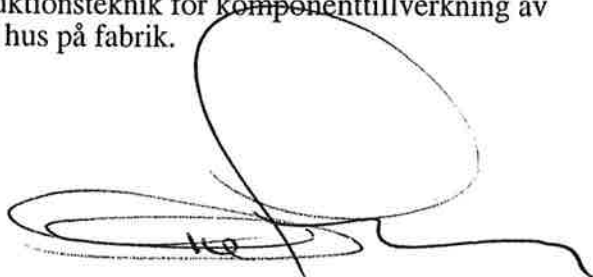
Programmet utvecklas inom ramen för ett konsortium med stiftelsen Vetenskapsstaden som projektansvarig inom ett konsortium med Skanska och AssiDomän Timber. Projektets olika delområden förutsätter en nära samverkan med en rad aktörer såväl från den vetenskapliga världen som från industrin. Inom projektet är ambitionen att finna samarbeten som gör det möjligt att på ett så öppet sätt som möjligt kunna delge alla olika intressenter inom en byggprocess de resultat som emanerar från projektet. Det är en förutsättning för att kunna få gehör för ett nytt tänkande kring att bygga trämässigt med målet att skapa en ny produktion av hyreslägenheter till, för de boende, en rimlig hyreskostnad.

Att bygga Trämässigt i en element- och volymtillverkning innebär att gå från en hantverksmässig produktion till en rationell industriell produktion då det idag inte finns någon sådan industriell fabrikation. Vetenskapsstaden avser därför att senare inkomma med en ansökan om bidrag för utveckling av ny produktionsteknik för komponenttillverkning av element och montering av volymer till färdiga hus på fabrik.

Stockholm som ovan



Kjell Jegefors  
Vd Stiftelsen Vetenskapsstaden



Olle Jakobsson  
Projektledare

Exempel på

utv. bidrag för  
att utveckla produktion  
industriellt till ration-  
nell tillverkning

(Arbete pågår hos oss  
för vidare satsning)

Lunds Tekniska Högskola  
Centrum för Teknolotion  
Arkitekt m.a.a./SAR, professor Peter Broberg

Lunds Universitet  
Box 118  
221 00 LUND

### **Ansökan av Lunds Tekniska Högskola om utvecklingsstöd till bostadsinvesteringar som kan leda till sänkta boendekostnader och som främjar ekologisk hållbarhet**

#### **Boverkets beslut**

Boverket beviljar Lunds Tekniska Högskola, genom Centrum för Teknolotion, bidrag med sammanlagt högst 2 675 000 kronor (exkl. mervärdesskatt) för utveckling av ny produktionsteknik att prefabricera lättbyggnadstekniska strukturer för bl.a. bostadsändamål, i syfte att ge långsiktigt sänkta boendekostnader vid produktion av större hyreshusprojekt. Bidragsbeslutet omfattar även utveckling av erforderliga verktygs- eller maskinprototyper, t.ex. vändbord, lyftdon o.d.

Bidrag lämnas, baserat på uppgifter lämnade i ansökan dat. 2001-12-28, i ett första steg, med högst 1 275 000 kronor (exkl. mervärdesskatt) för täckande av följande kostnader.

<b>Projektsammanhållning</b>	
Peter Broberg o Skotte Mårtensson	100 000 kr
<b>Teknisk-ekonomisk utredning</b>	
Lars Nylén	550 000 kr
Tekniskt stöd (expertutredningar)	250 000 kr
<b>Resor</b>	50 000 kr
<b>Diverse material</b>	20 000 kr
	<b>DELSUMMA</b>
	1 020 000 kr
Universitetsadministrativt påslag 25 %	255 000 kr
<b>TOTALT för steg 1</b>	<b>1 275 000 kr</b>

Efterhand som ytterligare projektdelar formuleras och specificeras kan resterande utvecklingsstöd beviljas inom rambeloppet 2 675 000 kronor.

Angivna belopp inkluderar arbetsgivaravgifter såsom ersättning för socialförsäkringsavgifter till sjukförsäkringen, folkpensioneringen m.m.

Bidragsbeloppet skall belasta utgiftsområde 18, anslaget 31:11 Bidrag till bostadsinvesteringar som främjar ekologisk hållbarhet, anslagspost 3, Genomförande av pilotprojekt.

### **Villkor och förutsättningar för utvecklingsstödet**

Som villkor och förutsättningar för stödet gäller följande.

1. Projektet skall dokumenteras i sin helhet och denna dokumentation får genom Boverket publiceras och spridas fritt.

Dokumentationen skall minst omfatta en eller flera skriftliga rapporter som sammanfattar projektet och som redovisar resultaten på ett sådant sätt att det kan spridas och användas i andra liknande sammanhang, för att möjliggöra sänkta produktions- och boendekostnaderna även i andra projekt än det för vilket stödet beviljats. Dokumentationen skall ha sådan utformning och innehåll att den lämpar sig för publicering och spridning även i digital form.

Komplett dokumentation enligt ovan, för de arbeten som omfattas av detta beslut om stöd, skall överlämnas till Boverket senast den 30 juni 2003, eller den senare tidpunkt som parterna skriftligen överenskommer om i annan ordning.

2. Fuktgruppen vid LTH, eller annan likvärdig expertis, skall engageras för att studera projektet med hänsyn till ev. risker för att *skadlig fukt* skall kunna uppstå i tillverkning, transport, montage eller drift. Ev. risker kopplade till användningen av dubbel gips (motliggande pappskikt) bör särskilt studeras bl.a. med hänsyn till att husvolymerna kommer att mellanlagras utomhus innan montage.

3. Handlingar som visar att samhällets krav avseende bostädernas *utformning*, och *användbarhet*, baserat på kommentarer från Byggekostnadsforums tidigare genomgångar av bostadsfunktioner och tillgänglighet, skall redovisas för Boverket innan stödet utbetalas. Med hänsyn till det stora antal lägenheter som avses produceras med detta system, är det av största vikt att beakta att samhällets krav är *minimikrav* och att "ribban" med hänsyn till den långsiktiga användningen ofta bör läggas högre än så. Särskild vikt skall läggas vid att utveckla goda bostadslösningar med hänsyn till tillgänglighet och användbarhet för personer med olika typer av funktionshinder.

4. Den eller de som mot betalning utför bygguppdrag skall ha F-skattebevis eller, i fråga om utländska företagare eller företag, visa upp intyg eller annan handling som visar att företagaren eller företaget i sitt hemland genom registrering eller på annat sätt genomgår motsvarande kontroll i fråga om skatter och avgifter som den som här i landet har F-skattebevis.

5. Det skall för projektet finnas en av Boverket godkänd plan för återrapportering, uppföljning och utvärdering.



### **Återkallelse av beslut om utvecklingsstöd**

Beslutet om utvecklingsstöd kan komma att återkallas helt eller delvis om projektet inte uppfyller de villkor för stödet som angetts i detta beslut eller om stödet används för annat ändamål eller på annat sätt än som framgår av de handlingar som lagts till grund för beslutet.

### **Utbetalning av utvecklingsstöd**

Stödet betalas ut av Boverket efter särskild ansökan från mottagaren av stödet.

Till ansökan om utbetalning av beviljat stöd skall fogas följande handlingar.

– Uppgift om vem som representerar mottagaren av stödet, inklusive aktuellt registreringsbevis, fullmakt (i original) eller motsvarande gällande behörighetshandling. Uppgifterna skall lämnas av och vara undertecknade av den som enligt behörighetshandlingarna har rätt att företräda firman.

– Uppgift om till vem stödet skall utbetalas samt var pengarna skall sättas in.

– Plan för återrapportering, uppföljning och utvärdering av utvecklingsprojektet.

### **Ärendet**

Lunds Tekniska Högskola har genom Centrum för Teknolution ansökt om utvecklingsstöd för utveckling av ny produktionsteknik att prefabricera lättbyggnadstekniska strukturer för bl.a. bostadsändamål, i syfte att ge långsiktigt sänkta boendekostnader vid produktion av större hyreshusprojekt. Produktionen är i ett i första steg främst avsedd att försörja ett av Malmö Stad initierat hyresrättsprojekt i *Bunkeflostrand* med husvolym för produktion av ca 1 200 bostadslägenheter upplåtna med hyresrätt. Byggherre och kommande ägare av projektet är ett av det norska investmentbolaget Krone Invest AS helägt dotterbolag, Hyreshem i Malmö AB.

Centrum för Teknolution avser därvid att i samverkan med produktionsbolaget Open House Production AB anlita Lars Nylén (tidigare bl.a. produktionschef på Modulent i Hässleholm) för att på heltid utreda hur en optimal produktionsapparat för att prefabricera lättbyggnadstekniska strukturer för bl.a. bostadsändamål bör se ut. Frågor som Lars Nylén skall studera är bl.a.:

Materialflöden.

Arbetsadministration.

Bemanning.

Inköpsfunktioner.

Produktionskapacitet.

Ergonomi.

Utbyggnadsmöjligheter.

Detaljerad genomförandeplan (fabriken) och produktionstidplaner (Bunkeflo).

Dokumentation av utvecklingsprojektet samt uppföljning av resultaten i produktion.

---

Uppdraget skall syfta till att säkerställa att en nya produktionsanläggningen i Malmö utvecklas och dimensioneras för att initialt kunna producera 120 bostadslägenheter (3 kvarter med 40 lgh/kvarter) till det av Malmö Stad initierade s.k. Bunkefloprojektet under senare delen av år 2002. Därefter skall anläggningen kunna producera minst 350 lägenheter/år under en treårsperiod.

Lars Nylén engageras i ett första steg under år 2002 för ovanstående projektuppdrag. Uppdragsgivare blir Centrum för Teknolution vid Lunds Tekniska Högskola och finansieringen skall i första hand ske via stödet från Boverket.

I den slutliga handläggningen av detta ärende har förutom Sonny Modig (föredragande) även Annika von Scheele, Ulf Troedson samt Gunnevi Petersson medverkat.

Ines Uusmann

Kopia till

Finansdepartementet  
Miljödepartementet  
Näringsdepartementet  
Länsstyrelsen i Skåne Län  
Stadsbyggnadskontoret, Malmö Stad

---



KUNGL  
TEKNISKA  
HÖGSKOLAN

Bygg- och fastighetsekonomi

2002-02-07

Stiftelsen Vetenskapsstaden  
Att: Olle Jakobsson  
Box 5915  
114 89 Stockholm

Vi har nöjet att översända bifogade projektbeskrivning för projektet "Livscykeleekonomi för trätunga byggnader".

Med vänliga hälsningar

Håkan Bejrum  
Projektledare



## LIVSCYKELEKONOMI FÖR TRÄTUNGA BYGGNADER – Reviderad projektbeskrivning

### Kort bakgrund och syfte

I utvecklingsprojektet "Gästforskarbostäder – Trätunga Byggutveckling" har utvecklats ett byggsystem med mycket ny bygg- och installationsteknik. I projektuppläggningsen ingår en utvärdering av projektets livscykeleekonomi. I denna projektbeskrivning redovisas ett förslag till uppläggning av en sådan studie.

Syftet är att utvärdera och beskriva livscykelekonomin för ovannämnda utvecklingsprojekt samt att jämföra funktioner, prestanda och ekonomi med likartade byggprojekt med annorlunda tekniska lösningar. I denna första etapp koncentrerar vi oss på utveckling av livscykeleekonomiska modeller som beaktar risk och osäkerhet samt använder dessa för att utvärdera utvecklingsprojektets livscykeleekonomi. En översiktlig jämförelse med annorlunda byggtkniska lösningar görs. Mera detaljerade jämförelser kan ske med tillgång av data för dylika projekt. Det är i dagläget dock osäkert med tillgången till sådan information.

### Livscykeleekonomi – vad är det?

Den process som gör att byggnader över tiden blir inoptimala brukar kallas **föråldring** och orsakas dels av **fysisk förslitning** och dels av **omodernitet**. Ett sätt att beskriva processen är att den yttrar sig som en försämring av de förväntade avkastningarna (sjunkande driftnetton) i den aktuella byggnaden relativt en annan byggnad (mera modern och i nyskick). Omoderniteten är ofta den mest intressanta faktorn ur livscykeleekonomisk synvinkel. Samtidigt är det en svårgripbar process. Omodernitet är i grunden en subjektiv företeelse som grundar sig på bedömningar av enskilda individer. Den fysiska förslitningen är ofta lättare att förutsäga, även om sambanden mellan t ex nyttjande och slitage är komplexa. I vissa fall kan statistiska analyser ge underlag för bedömningar av förslitning och haveririsker, främst för elektrisk och maskinell utrustning.

Förslitningen kan motverkas genom underhållsåtgärder. Underhåll är i strikt betydelse åtgärder som syftar till att bevara den ursprungliga standarden. Däremot påverkas inte omoderniteten genom underhåll i dess strikta betydelse. Omodernitet kan bara motverkas genom standardhöjande investeringar, t ex modernisering av den aktuella byggnaden. Ett mera dramatiskt sätt är att riva byggnaden och bygga en ny som är anpassad till moderna krav. Om

man lyckas i sina strävanden att anpassa byggnaden till förändrade krav kommer den ekonomiska livslängden att förlängas.

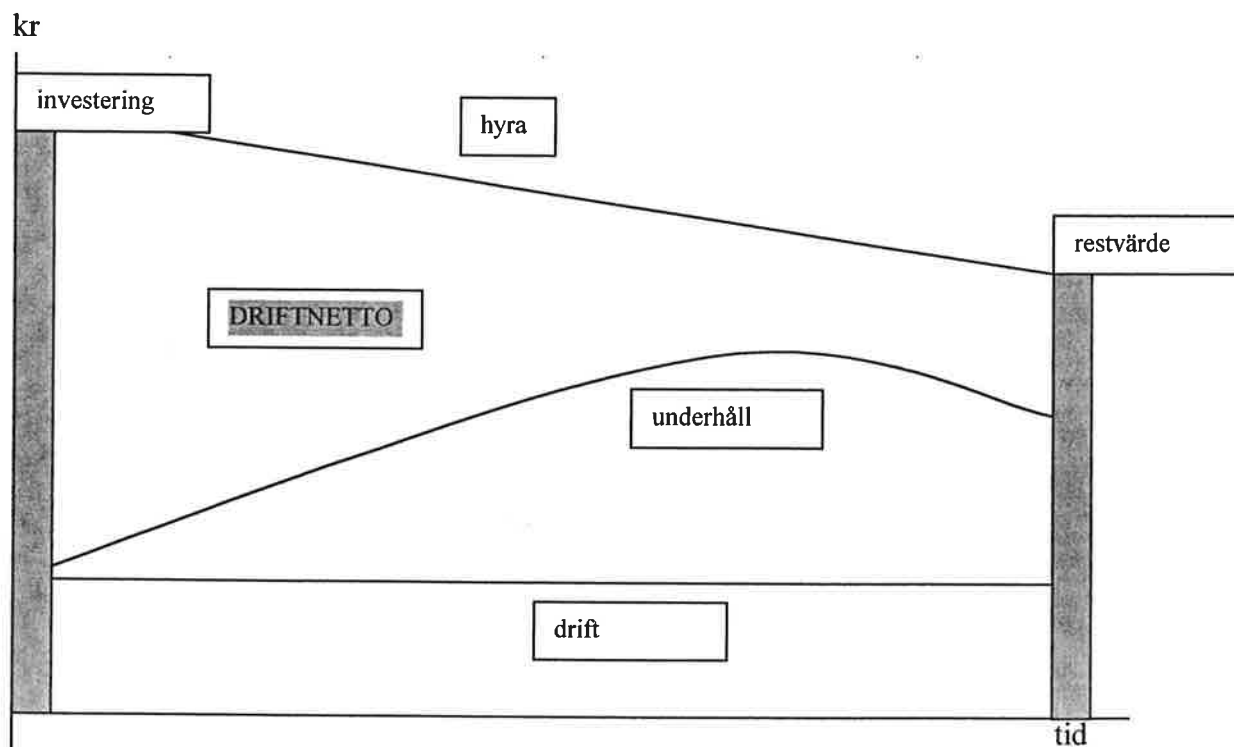
Underhållsåtgärder bör dock betraktas som ersättningsinvesteringar utan skarp gräns mot de åtgärder som brukar benämnas standardhöjande. Med ett betraktelsesätt som utgår från betalningsflöden blir detta synsätt enklare att omsätta i praktiken. Reparationer och utbyten blir då jämställda - båda betyder utgifter.

Livscykelvinstmodeller (LCP = Life Cycle Profit) har både intäkts- och kostnadssida. En LCP-modell kan t ex uttryckas på följande sätt:

$$\text{Livscykelvinsten} = \text{nuvärde (hyra - drift - underhåll)} + \text{nuvärde restvärde} - \text{grundinvestering}$$

De flesta långtidskalkyler är reala, dvs görs i fast penningvärde. Anledningen är att inflationens urholkning av köpkraften ganska snart gör att de flesta ekonomiska förlopp blir mycket svårtolkade. "Växelkursen" för pengar som utfaller olika i tiden förändras ständigt. Modellernas robusthet är beroende av relativprisutvecklingen. Med denna avses att hyra, drift, underhåll och fastighetsvärde utvecklas normalt i vissa förhållanden till (relativt) varann.

I figuren nedan visas betalningsflödena i livscykelvinstmodellen (LCP) schematiskt.



Figur 1 Betalningsflöden i livscykelvinstmodellen.

LCC-modellen (Life Cycle Cost) är också en nuvärdesmodell. Det är dock vanligt att den omformas till en årskostnadsmodell. Grundfrågeställningen är dock densamma i alla beslutssituationer: Hur kan den totala livscykelkostnaden bli så låg som möjligt? Sker det

genom att lägga ned mycket pengar på grundinvesteringen i syfte att uppnå låga drift- och underhållskostnader eller tvärtom?

LCC-modeller används främst när man inte kan bedöma intäkterna av en underhållsåtgärd, t ex när man byter takbeläggning eller rörstammar. Dessutom saknar ofta enskilda byggnadssystem restvärden som går att realisera. Dock bör nämnas att en frekvent marknadsföring av begagnade byggnadsdelar finns på Internet. Detta kan skapa högre restvärden vilket påverkar livscykelkostnaderna. På samma sätt bör olika byggnadsdelars miljökostnader vägas in i kalkylen. Problemet är att vi i dagsläget inte har något större grepp om vare sig miljöeffekterna av byggmaterial eller vilka kostnader som kan vara förenade med en ombyggnad av ett äldre hus.

*Livscykelkostnaden = nuvärde drift+underhåll +grundinvestering*

Ett alternativt sätt är att räkna fram det alternativ som har den lägsta årskostnaden. Detta sker genom följande beräkningsmodell:

*Årskostnaden = årliga drift- och underhållsutgifter + årlig kapitalkostnad (annuitet)*

En dylik beräkningsmodell kan t ex användas för att räkna fram nödvändigt hyresbehov eller hur underhållsstrategin ska läggas upp.

Det centrala momentet i alla livscykeekonomiska kalkyler är avvägningen mellan investeringen och de intäkter och kostnader som uppstår under den förväntade brukstiden.

## **Projektoppläggning**

Utvärderingen kommer att baseras på projektinformation i form av byggkostnader och prestanda för olika byggsystem, dvs en komponentmodell där byggnaden delas upp i olika system med olika funktion samt livslängder. Med bakgrund av våra erfarenheter är detta inte helt lätt i vanliga entreprenad- och förvaltningsformer. Därför kommer sannolikt en hel del arbete krävas för att utforma en användbar analysmodell med utgångspunkt från tillgängliga data. En simuleringsmodell kommer att utformas som medger analys av olika alternativa byggnadstyper samt risk och osäkerhet i betalningsflödena.

Den första utvärderingen avser kv Kattrumpstullen i Stockholm. Utvärderingsperioden med faktiska driftsdata är kort. Vi kommer därför att komplettera dessa data med erfarenhetsdata på basis av statistik. Denna metod användes bland annat i utvärderingen av Byggkostnadsdelegationens projekt. De mätningar som utförs av Inst för byggvetenskap KTH kommer att utnyttjas för beräkningar av energikostnader m m. På basis av dessa kan vi analysera funktioner och ekonomiska data, vilket ger ökat underlag för funktionsupphandlingar<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Funktionsupphandling av bostäder studeras i ett parallellt projekt – BOT, funktionsupphandling och livscykeekonomi.

I en andra etapp studeras andra typer av byggsystem – t ex stålstomme, betongstomme m fl. Vi kommer att jämföra resultaten för likartade byggnader med olika byggsystem för att därav dra slutsatser om livscykelekonomin. För närvarande är dessa tillkommande projekt ej bestämda.

Projektledare är docent Håkan Bejrums. Doktorand Niklas Österberg kommer att utföra det huvudsakliga forskningsarbetet. Niklas är civ ing KTH - V med kompletteringar inom fastighetsekonomi samt är antagen som doktorand i Bygg- och fastighetsekonomi med inriktning av avhandlingen på livscykelekonomiska kalkyler för olika byggnadssystem med beaktande av risk och osäkerhet, dvs simuleringsmodeller.

### **Nyttiggörande**

Projektresultaten kommer att publiceras i forskningsrapporter från enheten för Bygg- och fastighetsekonomi samt i form av seminarier med deltagande från aktörer i bygg – och förvaltningsföretag. Vi kommer också att skiva artiklar i fack – och dagspress.. En annan men inte minst viktig kanal är grund- och forskarutbildningen vid KTH. Vi planerar t ex en forskarutbildningskurs i Livscykelekonomiska analysmetoder på basis av bland annat resultaten från detta projekt.

### **Projektbudget**

#### **Etapp 1**

Lönekostnader inkl lönekostnadspålägg 100 % x 24 månader	600.000
Högskolegemensamma kostnader inkl lokaler och administration	140.000
<b>Summa etapp 1</b>	<b>740.000 kr</b>

Stiftelsen Vetenskapsstaden bidrar med 700.000 kr. Resterande kostnader finansieras tills vidare av enheten för Bygg.- och fastighetsekonomi.

För etapp 2 kommer ytterligare finansiering att sökas. Detta sker i samråd med intressenterna i dessa projekt och Stiftelsen Vetenskapsstaden.

Svenska Dagbladets debattsida. Vik redaktör: Peter Carlberg  
Telefon 08-13 51 49 e-post: brannpunkt@svd.se

# BRÄNNPUNKT

**OM STATEN INTE** längre står för risken kan bostadskrisen bara lösas genom nytänkande och möjligheten att tjäna pengar. Även kommunerna måste ges tydliga ekonomiska incitament att medverka till byggande av bostäder, skriver Stellan Lundström.

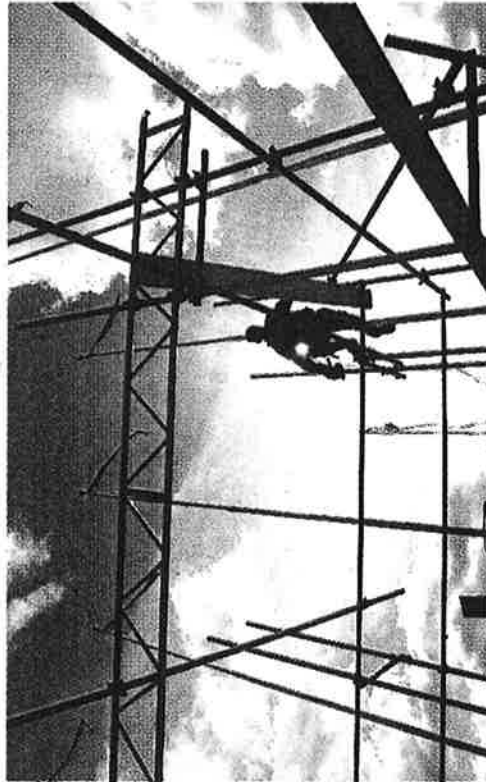
## Bostäder kräver riskkapital

Under flera år har den svenska bostadsproduktionen - oberoende hur vi räknar - legat på europeisk bottennivå. På toppen av en högkonjunktur bygger vi 20 000 nya lägenheter per år när det skulle behövas minst det dubbla.

Förklaringarna och åtgärderna är många. För dyrt att bygga tycker staten och tillsätter en byggkostnadsdelegation. Inte särskilt dyrt säger professor Rune Wigren när han jämför europeiska kostnadsnivåer och korrigerat kostnaderna för valuta och köpkraft. För höga skatter säger Sveriges Bygginstitut. Byggföretagen bygger dyrt och gör stora vinster säger andra. Någonstans måste det dock finnas en annan förklaring till att vi i Sverige just nu bygger så få nya bostäder.

**Den stora skillnaden mot tidigare är att staten och samhället i vid mening inte längre är riskbärrare.**

Lite förenklat kan vi säga att det under tiden fram till 1990 upplevdes vara riskfritt att bygga bostäder. Byggherrarna kunde genom subventioner, borgensåtaganden, räntegarantier och statlig finansiering



Bostadsbyggandet kan komma igång med en ny spelplan med delvis nya spelregler, skriver författaren.  
FOTO: BJÖRN LARSSON ASK

genhet på 100 kvadratmeter kostar 12 500 kronor per kvadratmeter. Detta ger ett totalt årligt finansieringsbehov på 50 miljarder kronor. I runda tal kan 30 procent av detta utgöra riskkapital, det vill säga 15 miljarder per år. Siffran 15 miljarder är densamma som de svenska riskkapitalbolagen årligen investerar i data, telecom, bioteknik etc.

**Resterande två tredjedelar av byggproduktionen utgörs av ägda småhus och bostadsrätter. De måste finansieras med riskkapital som tillhandahålls direkt av hushållen**

bare och mera förutsägbar plan- och byggprocess.

✓ Lagförslagen om tredimensi-  
nell fastighetsbildning och ägarlägenheter utformas med tanke på att locka nya former av riskkapital till byggande och förvaltning.

✓ Kommunerna ges tydliga ekonomiska incitament att medverka till byggande av bostäder, till exempel genom att fastighetsskatten åter blir kommunal. Utbudet av byggrätter måste mångdubblas för att skapa en prispress.

✓ Villägare med nedamorterade lån kan i nyproducerade hyresrätter få hyreskontrakt på 5-10 år med fast hyra och dessutom placera delar av kapitalet från villan i bostadsföretaget mot en bra ränta. Systemet för hyressättning måste medge individuella kontrakt.

✓ Hyresnivåerna i beståndet marknadsanpassas successivt. Det ger vägledning för prissättningen i nyproduktion och minskar risken.

**Slutsatsen är att kapital måste lockas till byggandet av bostäder samtidigt som vi skapar en konkurrensmarknad med många aktörer i**



Replik

### Stormarknad kan minska bilåkandet

Jens Forsmark hävdar på Brännpunkt 26 juni att framväxten av externhandeln bidrar till en försämrad miljö. För att hindra denna utveckling förespråkar han ett stopp för fortsatt utbyggnad.

Det är dock oklart om externhandeln bidrar till en försämrad miljö. Många som åker till en stormarknad är på väg till och från jobbet eller någon annanstans, vilket innebär att de skulle åkt bil ändå. På stormarknader storhandlar kunderna vilket innebär färre inköpsresor. Levaranser av varor till externa köpcentrum är betydligt miljövänligare än leveranser av varor till mindre butiker inne i stadskärnorna.

**Jämfört med mycket annat torde de eventuella miljöproblemen som externa köpcentrum kan ge upphov till vara marginella och det är tveksamt om de är så pass stora att de motri-**



# Konkretiserar det andra inte kan

## Professor Lundströms utsagor betraktas som frälsarord

Vars han kommer drar han fulla hus. Denna fastighets- och byggbranschens ståupp-komiker. Och när han efter 34 minuters hastig audiens på kvällens seminarium halvspringer ut ur den fullsatta salen för att hinna med flighten från Malmö till "Stóckolm", hinns han likväl ikapp av en åldrig kvinna, som mitt i marschen stillsamt hinner fråga "nock är du från Västerbotten, vars från?" Hon är mäktigt imponerad av hans insatser, det är inte tu tal om den saken. En Västerbottensgrabb dessutom!

FOTO: HAKAN LINDGREN/PRESENS BILD



Stellan Lundströms forskning och engagemang är brett och hans utsagor betraktas som frälsarord i fastighetsbranschen. Möjligen för att han förmedlar det många vill höra.

### PROFILEN

När Stellan Lundström, professor på anrika Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm, sprider sina teorier och sakliga argument för branschens utveckling, och just denna kväll för bostadsrätten på en avreglerad marknad, nickar åhörarna från SBC i Malmö instämmande.

Stellan Lundström lyckas nämligen med konststycket att på ett begripligt sätt förmedla den forskning som bedrivs på KTH, till den bransch som vanligtvis inte riktigt sukter efter vetenskapliga rön.

#### Far runt på turné

Till skillnad från sina kollegor, svart- och skinnklädda parhästar från Handelshögskolan, som far på turné i show-biz-branschen världen runt, utan att riktigt seriöst dokumentera var påståenden har sitt ursprung, är Stellan Lundström noga med att betona var citaten hör hemma. Det är dokumenterade vetenskapliga undersökningar.

– Just nu håller vi på med en stor undersökning om den tredimensionella fastighetsbildningen och ägarlägenheter", berättar Stellan Lundström och ger hoppfulla svar på frågor om när ägarlägenheter kan beräknas införas i Sverige.

Kanske är KTH-professorn en av högskolans främsta PR-produkter.

Och han är inte rädd att säga sin sanning. Gärna i konflikt med gängse uppfattningar,

men aldrig i konflikt med etablissemang. Tvärtom. Han förmedlar vad många vill höra, men vad politiker och andra "experter" inte lyckas konkretisera.

Bland branschfolk betraktas Stellan Lundströms utsagor som frälsarord. Flera fastighetsföretag, inte minst bland den så kallade "allriännytan" har fått stöd i sina framgångar av Lundström och hans kollegor på KTH. Och därmed har utvecklingen sanktionerats, även av fenomen som tidigare stött på patrull.

Hans engagemang och forskning berör allt från Svenskt Fastighetsindex, avgiftsbelagda uppdragsutbildningar på högskolan, fastighetsprisernas utveckling, bostadsbyggandet i Sverige – eller snarare avsaknaden av bostadsbyggandet och dess orsaker – till engagemang för den avfolkningsbygd där han har sina rötter.

Hans formuleringar har blivit klassiker.

– Den svenska bostadssektorn befinner sig i ett dimmornas trask mellan planekonomi och marknad där det inte är lönt att bygga bostäder", är ett av dem. I nästa andetag förundrar han sig över "hur man i Sverige kan tillåta att den dyraste upplåtelseformen, hyresrätten, upplåts till folk med de sämsta inkomsterna".

I fokus står som sagt just nu ett stort forskningsprojekt som handlar om tredimensionell fastighetsbildning och ägarlägenheter.

Det handlar om nya boendeformer för en ny tid.

"Som att ställa radhussamfälligheter på höjden" är den enkla förklaringen.

Snart får branschen nya slutsatser att fundera över.

För inte lär Stellan Lundström sitta och nicka till på professorstiteln.

När man ska profilera Stellan Lundström frestas man nästan citera ett känt elföretag. Han följer inte utvecklingen, han leder den.

Och numera behöver nog inte sonen i familjen oroa sig.

#### "Gretzky kommer inte runt buren"

Vi är nämligen många som minns Stellan Lundströms sjungande Västerbottensdialekt, när han på ett seminarium i Lund för ett antal år sedan påtalade datorernas snabba utveckling. Sonen hade nämligen erhållit ett sprillans nytt ishockeyspel till datorn. Problemet var bara att datorn inte hängde med. När mobilen ringde var det en bekymrad son som meddelade:

– Farsan, farsan, datorn är för gammal, Gretzky kommer inte runt buren!

Grabben kan vara lugn. Framförhållningen på KTH är god. "Farsan" är ständigt uppdaterad.

Och visst är han från Västerbotten. Från Norsjö närmare bestämt.

KARIN WESTERMAN

pömit 201

• prögn  
• behk ehmi:

070 6871305

8630

790 ~~8360~~

↔

790 9114

elsk 1812

070-696 0138

Doc komnad Nicholas Esierbera

Hilma Beina

# UTVECKLING AV SYSTEM FÖR FASADER OCH BJÄLKLAG FÖR FLERBOSTADSHUS I MASSIVTRÄKONSTRUKTION

## **Bakgrund**

Projekt Vetenskapsstaden är har blivit mycket uppmärksammat vad gäller konstruktions- och produktionsteknik. Inför nästa etapp finns det ett par utvecklingsfrågor som söker bättre lösningar än de som nu tillämpats. Det är dels utveckling av system för träfasad som lämpar sig för denna typ av volymkomponentbyggande och dels utveckling av lägenhetsskiljande bjälklag som är tunnare än de som nu finns och som uppfyller alla de krav som måste ställas vad avser luft- och stegljud, bärförmåga och svikt, stabilitet, möjlighet till enkel installationsförläggning, produktion mm.

Projekt Vetenskapsstaden är speciellt i flera hänseenden. Det byggs med fabrikstillverkade volymkomponenter som är uppbyggda av massiva träskivor/plattor. Bjälklagen består av massiva träplattor som har spikats samman av parallellställda brädor. Dessa plattor utgör golv i en övre modul och taket på en undre modul har utformats och isolerats för att högt ställda krav på ljudisolering, speciellt stegljud, skall uppfyllas. Problemet med ett sådant bjälklag är att det blir så tjockt, 55 – 60 cm Detta kan innebära ett problem med hänsyn till begränsningar av hus- och våningshöjder som ofta finns i planer och att konstruktionen därmed blir mindre konkurrenskraftig mot system av andra material, främst då av betong. Den spikade träplattan blir också känslig för fuktvariationer.

Väggarna består av 9 cm tjocka bärande limmade träskivor som på utsidan har isolerats och försetts med fasad. I Vetenskapsstadens fall består fasaden av puts, ett krav från Stockholms stad. För sådana fasader finns det system utvecklade. Putsen appliceras på hårda mineralullsskivor och detta system har redan under lång tid tillämpats för extraisolering i ombyggnadsprojekt. I hus med sprinkelsystem är det annars inte nödvändigt med obrännbart fasadmaterial. För träfasader finns dock inget fungerande system som inte samtidigt är träkrävande.

## **Mål med för utveckling av två delprojekt**

### *Delprojekt 1.*

Att utveckla system för bjälklag av trä som uppfyller högt ställda funktionskrav på ett ekonomiskt sätt. Det skall utformas så att det får mindre total tjocklek och skall byggas upp av dimensionsstabila limmade plattor som antingen direkt kan utgöra golv eller som kan förses med ytskikt. Minst ljudkalss B vid största konstruktionshöjd av 350 mm vid spännvidd 5500 – 6000 bör uppnås.

För detta projekt har en inledande fas genomförts och provningsutrustning framtagits för provning av ljudisolering i mellanbjälklag. Inom detta nya projekt avser vi att fortsätta utveckling och optimering av bjälklag baserade på massivträteknik.

#### *Delprojekt 2.*

Att utveckla ett system för träfasader på isolerade väggar med bärande konstruktion av massivträ. Systemet skall fylla stora krav på flexibilitet – olika typer av fasadutformningar skall kunna appliceras. Fasader skall kunna sättas upp på fabrik eller på plats och skall fungera på såväl volymbyggda som traditionellt byggda hus.

#### **Delprojekt 1. Utveckling av lägenhetsskiljande bjälklag**

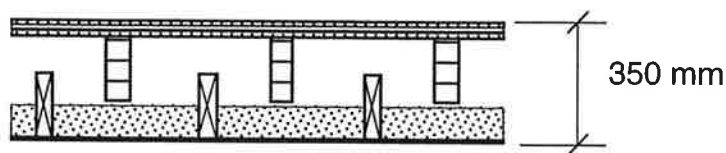
Det finns två grundtyper av lägenhetsskiljande träbjälklag. Det ena typen bygger på balk- och skivsystem med lätta komponenter. Dessa bjälklag blir ganska tjocka och har svårigheter att klara de låga ljudfrekvenser som härrör från stegljud. Denna typ har hitintills varit det vanligaste i Sverige.

En ny typ som bygger på tyngre massiva träskivor/plattor har prövats i flera olika varianter i Mellaneuropa (Samuelsson, 2000, bil. 8). I Vetenskapsstadens hus användes en enkel variant hopfogad genom spikning. Tanken med massiva träkonstruktioner är att de skall byggas med billigt trämaterial som utnyttjas i större mängd men mindre effektivt i konstruktionerna. Konstruktionen blir mindre känslig, den större materialmängden bidrar till ett jämnare klimat, de kan användas utan ytterligare golvbeläggning etc. Även bjälklag baserade på massiva plattor, t ex Vetenskapsstadens, har hittills fått en relativt stor tjocklek, större än den för betongbjälklag med motsvarande funktion.

I ett projekt som vår avdelning, Konstruktionslära på KTH Arkitekturskola, nu arbetar med utvecklas ett massivträbjälklag som skall kunna uppfylla högt ställda funktionskrav med en betydligt mindre total tjocklek. Ett golvement bildas av en massivträplatta med optimal tjocklek som sammanfogas med balkar till en T-sektion (se fig.1). På det sättet får massivträplattan, som är tillverkad av material av låg kvalitet, låga påkänningar medan balken, som kan ha högre kvalitet, kan ta högre påkänningar. Därigenom uppnås större materialeffektivitet och mindre virkesåtgång samtidigt som massivbjälklagets fördelar finns kvar. Vid stora spännvidder som kräver ytterligare upplag kan bjälklaget kompletteras med balkar över detta stöd.

Genom att kombinera ett sådant golvbjälklag med ett undertak, som hängs på tillräckligt avstånd och som ges nödvändig tyngd, kan tillräcklig isolering mot både luftljud och stegljud erhållas. För att bjälklagets tjocklek skall pressas hängs det på så sätt att "balkarna" förskjuts i förhållande till varandra. Bjälklagets två delar hängs in mellan ytterväggarna och är

oberoende av dessas konstruktion. Upplaget fungerar lika bra om väggarna är utförda som regelkonstruktion eller som massiv träkonstruktion.



För att minska ljudöverföring vid upplagen läggs de båda bjälklagsdelarna upp på en eller flera lister med elastiska egenskaper och monterade på sådant sätt att lämplig deformation medges. Som elastiskt material kan även "compressed" asp vara lämpligt att använda. Behov av viss upplagsyta inverkar på dimensionerna och kan kräva utveckling av speciella beslag.

Att montera bjälklaget i två delar har flera fördelar så väl för volymentelementbyggnad som för vanligt byggande. Det är lätt att efter montering av den undre delen komplettera elementet med material, sand, lera, mineralull eller annat, för att ge det högre vikt. Komplettering av tätning kan göras och installationer kan förläggas till denna del innan golvbjälklaget placeras på plats. Den undre delen, som endast skall bära sin egen vikt, kan utföras med enklare material som medger håltagning då reparationer och utbyte av installationer måste göras.

Bjälklagets övre del, som har en massivträplatta överst, kan slipas och behandlas på sätt som gör att det direkt kan användas som golv. Alternativt kan det förses med lämplig beläggning vars inverkan på ljudegenskaperna dock måste utvärderas. Genom att kraftiga material används utgör bearbetning och håltagning inget problem.

Ett inledande projekt, finansierat av Nutek, genomförs för närvarande vid KTH. Inom detta har byggts ett speciellt "provhus" i två våningar utfört så att bjälklaget mellan våningarna kan bytas ut och olika konstruktioner provas. Limmade träplattor i tjocklekarna 9 och 6 cm har levererats från KLH i Österrike och för övrigt trämaterial har erhållits från Långshyttans limträ.

Vår uppfattning är att den nu uppförda provningsanläggningen har ett så stort värde att den bör utnyttjas för fortsatt utveckling och optimering av bjälklagskonstruktioner.

### **Genomförande av bjälklagsprojektet**

Projektet genomförs i samarbete mellan KTH Konstruktionslära och KTH- Byggteknik samt med material-/elementtillverkare, husfabriker/byggare. Det är en fortsättning på det tidigare inledande projektet och bedrivs i följande steg

- 1 Flyttning av provningsanordning från KTH till lämplig lokal
- 2 Utarbetande av förslag baserade på tidigare gjorda provningserfarenheter
- 3 Byggande av bjälklag i laboratorium . Provning av ljud, svikt, täthet mm
- 4 Utredning av övriga systemfrågor
- 5 Revidering och utarbetande av slutgiltigt förslag
- 6 Sammanfattande rapport

### *1 Flyttning av provningsanordning från KTH till lämplig lokal*

På grund av omorganisationer på KTH kan inte längre samma lokal utnyttjas som tidigare. En ny lokal, tillräckligt hög och med lyftanordning sökes f n.

### *2 Utarbetande av förslag baserade på tidigare gjorda provningserfarenheter*

De alternativ som provas inom den första provserien skall modifieras och optimeras genom att nya typer av över- och underelement kombineras. Konstruktionerna skall noggrant granskas m a p produktion, laster, deformationer, svikt, klimat etc.

Speciellt viktigt är att de föreslagna limmade tre- eller flerskiktsplattor ägnas stor uppmärksamhet eftersom denna produkt kan ha stor potential även i andra sammanhang. Platttypen tillverkas ännu inte i Sverige och därför är erfarenheterna begränsade. Det krävs därför att alternativa uppbyggnader av golvplattan, utifrån tekniska och funktionella krav, noggrant utvärderas m a p, tillgängligt material, kostnader, produktionsmöjligheter, tekniska egenskaper etc.

Det inhängda undertaket kan också utföras på olika sätt. En variant innebär att balkarna limmas samman med en ca 30 mm tjock massivträskiva, som bildar undertak. På denna kan läggas en extra last av t ex lerblock. En annan variant är att undertakskonstruktionen utförs på enklast möjliga sätt med balkar, reglar och gipsskivor.

### *3 Byggande av bjälklag i laboratorium*

Prov av ljudisolering genomförs i de nämnda volymerna som monteras upp inomhus. Prov av svikt, täthet mm, kan också genomföras. Detta genomförs av experter från Ingemanssons Ingenjörbyrå.

### *4 Utredning av övriga systemfrågor*

Arbete måste läggas ned på att utforma upplag, fogar och anslutningar så att täthet, stabilitet mm, löses på ett tillfredsställande sätt. System för transport, montering och fuktskydd under byggtiden kan lösas men måste studeras ytterligare.

Förläggning av installationer sker, som nämnts, så att de skall kunna monteras och vara åtkomliga från bjälklagets undersidan. Utrymme i bjälklagens längdriktning finns mellan balkar. Dragning i tvärriktningen och detaljutformning måste studeras ytterligare.

Att produktion och produkt skall uppfyller kvalitets- och miljökrav garanteras av att deltagande företag följer gällande standard (ISO 9001 och 14001). Systemet skall utformas så att även byggande med plana element med fördel kan genomföras.

### 5 Revidering och utarbetande av slutgiltigt förslag

När provningar genomförts utarbetas ett slutgiltigt förslag som baseras på de erfarenheter som uppnåtts. Detta kan anpassas till ett fullskalebyggande i vilket uppföljande ljudprov genomförs. Detta ingår dock ej i detta projekt.

### 6 Sammanfattande rapport

Under hela arbetet skall teknik och metoder utvärderas och noggrann kostnadsuppföljning göras. Allt skall sammanställas till en rapport som dels skall tjäna som skall tjäna som underlag för tillämpning och ortsatt utveckling inom området.

#### *Preliminär produktkostnad*

Här ges en preliminär uppskattning av produktkostnad. Planerat utvecklingsarbetet kan ge annat underlag som förändrar uppgifterna kraftigt. Exemplet från Österrike visar att i en rationell tillverkning massivträplattor kan produceras till en kostnad som ligger ca 35 % lägre än den som fn gäller för motsvarande produkt i Sverige.

Kostnad för golvelement, enligt bilaga 3	690 kr/kvm
<u>Kostnad för underelement, bilaga 4</u>	<u>200 kr/kvm</u>
<u>Total kostnad</u>	<u>890 kr/kvm</u>

Dessa priser gäller vid en volym av 1000 kvm och fritt Stockholm. Vid en produktion av 10000 kvm är det sannolikt att kostnaden kan sänkas med minst 20 %. Vid rationell, specialiserad tillverkning bör kostnadsnivå kunna sänkas ytterligare.

### **Kostnad för genomförande av delprojekt 1 Bjälklag**

Flyttning av provningsanordning från KTH till lämplig lokal

Flyttkostnad 50 kkr

Hyra av lokal 3 mån à 15 kkr 45 kkr

Utarbetande av förslag baserade på tidigare gjorda provningserfarenheter

Ingenjörsarbete 1 månad 60 kkr

Byggande av bjälklag i laboratorium . Provning av ljud, svikt, täthet mm

Uppbyggnad av 5 varianter av bjl à 15 kkr 75 kkr

Provningskostnad 5 varianter à 12 kkr 60 kkr

Utredning av övriga systemfrågor

Ingenjörsarbete 1 mån `à 60 kkr 60 kkr

Revidering och utarbetande av slutgiltigt förslag	
Ingenjörarbete 1/2 mån à 60 kkr	30 kkr
Sammanfattande rapport	
Ingenjörarbete 1/2 mån à 60 kkr	30 kkr
<u>Oförutsett resor, datorarbete, litteratur etc</u>	<u>90 kkr</u>
Summa	500 kkr

### **Delprojekt 2. Utveckling av träfasad på massivträkonstruktion**

De bärande träskivorna är dimensionerade att klara uppkommande belastningar, vertikalt och horisontellt. De bidrar också till värmeisoleringen och har en värmelagrande funktion. De kompletteras på utsidan av en värmeisolering. För att sätta upp en fasad krävs en konstruktion för att fästa den i. Det ligger nära till hands att detta blir en träkonstruktion som av praktiska skäl måste ha dimensioner som skulle kunna bära hela huset ensamt. Den bryter också isolerskiktet och ger ökat värmeläckage.

Målet är att utveckla ett fasadsystem som ger ett obrutet isolerskikt och som kan vara underlag för fasader av olika utformning. Systemet skall kunna klara horisontella och vertikala träpaneler, skivpaneler och andra tänkbara typer av fasader. Det skall kunna appliceras på plats eller på fabrik och i det senare fallet skall fogar kunna utföras på estetiskt acceptabelt sätt. Anslutningar till andra byggdelar och fasadsnickerier samt hörnlösningar skall utvecklas.

Inom ett examensarbete påbörjades utvecklingen av ett system för upphängning av fasad på en någorlunda styv mineralullsisolering. De försök som genomfördes visar att detta är en framkomlig väg. Vad som krävs är en utveckling av upphängningsbeslag för att fungera för olika typer av fasader. Det krävs också att lämpligt underlag, isoler- och skivmaterial, tas fram.

Arbetet kräver samverkan med tillverkare av isolermaterial. Ett sådant har etablerats med Isover/Gullfiber som är mycket intresserade av att medverka i utvecklingsarbetet. Andra skivformade isolermaterial, t ex sådana av pappersmaterial, kan också bli aktuella.

### **Genomförande av fasadprojektet**

Projektet genomförs i samarbete mellan KTH Konstruktionslära och i första hand med materialtillverkare. Det kan ses som en fortsättning på det tidigare inledande projektet – examensarbetet - och bedrivs i följande steg:

- 1 Utveckling av idéer till principlösningar
- 2 Urval av varianter att prova, materialval och upprättande av provningsmetod
- 3 Framtagning av prototyplösningar
- 4 Provning i laboratorieskala med utvärdering och modifikation
- 5 Provning i full skala med utvärdering
- 6 Sammanfattande rapport med kostnadsutvärdering

### 1 *Utveckling av idéer till principlösningar*

Förutsättningen är att den bärande massivträskivan skall isoleras på utsidan med styv isolering på vilken fasadskivan på något sätt skall hängas. Idéer till lösningar finns men de bör utvärderas och utvecklas.

### 2 *Urval av varianter att prova, materialval och upprättande av provningsmetod*

Urvalet görs genom en värdeanalys och beslut fattas om varianter att prova. Materialval görs med utgångspunkt från belastningar från fasad. Provnings sätt anges utifrån förväntade belastningar.

### 3 *Framtagning av prototyplösningar*

I första hand är det beslag som måste tas fram men även lämpligt isolermaterial måste väljas med hänsyn till förväntade tryck från fasadskivan

### 4 *Provning i laboratorieskala med utvärdering och modifikation*

Provning kan genomföras på en ganska liten testvägg i laboratorium. Olika fasadtyper måste tas vertikal och horisontell panel, skivmaterial etc

### 5 *Provning i full skala med utvärdering*

Fullskaleprov görs förslagsvis på Vetenskapsstadens nya hus på KTH området

### 6 *Sammanfattande rapport med kostnadsutvärdering*

Efter utvärdering och revidering av förslagen upprättas en slutrapport som också tar upp kostnadsaspekter.

## **Kostnad för genomförande av delprojekt 1 Fasad**

Utveckling av idéer till principlösningar

Ingenjörarbete 1/2 mån à 60 kkr 30 kkr

Urval av varianter att prova, materialval och upprättande av provningsmetod

Ingenjörarbete 1/2 mån à 60 kkr 30 kkr

Framtagning av prototyplösningar

Verkstadsarbete 10 kkr

Provning i laboratorieskala med utvärdering och modifikation

Provvägg med isolering 10 kkr

Ingenjörarbete 1 mån à 60 kkr 60 kkr

Provning i full skala med utvärdering

Ingenjörarbete 1 mån à 60 kkr 60 kkr

Sammanfattande rapport med kostnadsutvärdering

Ingenjörarbete 1/2 mån à 60 kkr 30 kkr

Oförutsett resor, litteratur, transporter, material mm 50 kkr

Summa 350 kkr

## **Sammanlagd projektkostnad för delprojekt 1 och 2**

Delprojekt 1 500 kkr



**Projektorganisation (Obs! Alla här nedan är inte tillfrågade)**

Följande parter deltar preliminärt på olika sätt i utvecklingsarbetet

- KTH, Stockholm, Konstruktionslära (K, Andreas Falk)
- Fristående konsulter Sture Samuelsson Sthlm, Lennart Karlsson Uppsala
- KTH, Stockholm, Byggnader och Installationer (BIM, Sten Ljunggren)
- Gullfiber (Bertil Fredlund)
- Vetenskapsstaden (Olle Jakobsson)
- Skanska (Bengt Adolphi)
- Flexator AB, Lidingö och Smålands Anneberg (Claes Sjöberg)
- Långshytte Limträ AB, Långshyttan (Rune Karlsson)
- 

Stockholm 2002-03-07

Sture Samuelsson

## Ljud och massivträ

I denna PM redovisas idéer till fortsatt arbete beträffande ljud i samband med massivträkonstruktioner. Arbetet kan naturligt delas upp i tre delar med olika tidsperspektiv. Den första delen handlar om optimering av vissa lösningar inför stiftelsen Vetenskapsstadens nästa byggprojekt, den andra delen handlar om att ta fram en standard så att ljudisoleringen enkelt kan beräknas för det fall att bjälklag och väggar leveraras från olika tillverkare (detta är ej möjligt i dag). Denna del bedöms vara mycket viktig för att massivträprodukter skall kunna få en större marknad inom Norden. Den tredje delen handlar om den forskning som behövs på ljudsidan för att massivträprodukter effektivt skall kunna marknadsföras inom EU.

### 1. Utveckling av optimerade lösningar för god ljudisolering

I samband med utvecklingsarbetet för stiftelsen Vetenskapsstadens forskarbostäder i Ruddammen utvecklades nya typer av lösningar. Flera av dessa lösningar är helt nya. Några av dem testades i ett exemplar före bygget, men något arbete för att ta fram konstruktioner som är optimala med avseende på funktion och ekonomi fanns det naturligt nog inte utrymme för. Andra lösningar togs fram först under projekteringen och kunde därigenom ej testas. I samband med andra projekt har det blivit klart att åtminstone en av dessa lösningar är klart underdimensionerad med avseende på sin funktion.

Inför nästa stiftelsens nästa bostadsprojekt är det därför angeläget med ett fortsatt utvecklingsarbete för att optimera konstruktioner och finna säkra lösningar. De viktigaste arbetsuppgifterna av detta slag bedöms vara

#### A. Optimering av rullagret.

- Test av betydelsen av lagrets längd och diameter (kortare lager med mindre diameter kan tänkas ge bättre resultat)
- Test av inverkan av antalet lager,
- Test av sfäriskt lager nära hushörn (för att ta upp krafter och moment i två riktningar)
- Test av inverkan av excentrisitet.

#### B. Optimering av den statiska säkringen mot lyftkrafter.

- Test av olika typer av säkringar, exempelvis kedja, kätting, kamrem, stång utan momentöverföring.

- C. Optimering av bjälklaget. Nuvarande konstruktion fungerar bra akustiskt sett men betraktas som dyr. Det bör vara möjligt att minska mängden trä utan att försämra funktionen.
- Test av konstruktioner med tyngre undertak. Olika infästningar av undertaket: elastiskt, modifierat rullager? Med ett undertak av denna typ kan förmodligen bygghöjden också minskas.
  - Test av lätta konstruktioner med större spalt och mer mineralull.

Vi ser gärna att ett utvecklingsarbete av detta slag drivs i intimt samarbete med projektledare, konstruktörer (gärna inklusive prof Samuelsson) och producenter.

## 2. Metod för ingenjörsmässig beräkning av ljudisolering och egenskapsredovisning av komponenter

I det arbete som utförts hittills har kombinationen av bjälklag, vägg och flanktransmissionsspärr varit given. Det är i sådant fall möjligt att mäta upp ljudegenskaperna hos hela systemet. Däremot saknas underlag för hur ljudisoleringen kan beräknas vid en godtycklig kombination av bjälklag, vägg och ljudspärr. Denna fråga bedöms vara mycket viktig för branschens framtid.

En idéskiss till hur en standard kan tänkas vara uppbyggd har tagits fram inom arbetet för Industrikonsortiet Massivträ för fallet massiva bjälklag och väggar. Det arbete som nu behövs är att testa denna hypotes för aktuella konstruktioner (inklusive regelväggar) och utarbeta behövliga korrigeringar och ändringar. Arbetet måste utföras som praktiska prov i speciella riggar.

## 3. Vetenskapliga modeller för ljudisoleringen

Vetenskapligt sett är dagens kunnande mycket klen. De viktigaste brister finns just nu på följande områden

- isoleringen hos enkelväggar
- isoleringen hos olika typer av dubbelkonstruktioner
- koppling mellan olika element
- funktionen hos och egenskapsredovisning för flanktransmissionsspärrar
- ljudutstrålning från vibrerande massivträ- och regelkonstruktioner

Det är här instruktivt att jämföra läget med det som råder för homogena betongkonstruktioner. Där finns sedan några år en europeisk standard (EN 12354) för beräkning av ljudisolering (luft- och stegljud). Denna standard är av stor kommersiell betydelse eftersom den knyter samman ljudvärden för väggar, bjälklag och andra element med den totala isoleringen i en byggnad.

Enligt min mening är det uppenbart att en motsvarande standard för massiva träkonstruktioner skulle kraftigt underlätta marknadsföringen utanför Norden av massivträprodukter. Det är nu omöjligt att direkt ta fram en sådan standard på grund av de ovan nämnda bristerna i kunnandet.

## 4. Arbetsätt, tidsåtgång, kostnader och finansiering

Det ovan skisserade arbetet består till stor del av mätningar i olika mätriggar; det vetenskapliga projektet innehåller dessutom en stor del teoriutveckling. Vid institutionen för Bygghvetenskap finns en sådan mätrigg. Denna är lämplig för undersökningar av flanktransmission. Institutionen förfogar tillsammans med prof Sture Samuelsson också över en större rigg där övriga mätningar lämpligen sker. Just nu (2002-03-15) saknas lokal för denna rigg, men problemet kan eventuellt lösas genom samarbete med industrin.

För projektet "Utveckling av optimerade lösningar för god ljudisolering" bedöms tidsåtgången till 6 – 12 månader  
kostnaden till 400 – 1000 kkr  
Tänkbar finansiering: Stiftelsen Vetenskapsstaden

För projektet "Metod för ingenjörsmässig beräkning av ljudisolering och egenskapsredovisning av komponenter" bedöms tidsåtgången till 24 månader  
kostnaden till 2000 kkr.  
Tänkbar finansiering: Sbuf, industrin

Projektet "Vetenskapliga modeller för ljudisoleringen" drivs lämpligen som ett doktorandprojekt. En minimiinsats blir därigenom tidsåtgång: 5 år  
kostnad: 4000 kkr  
Tänkbar finansiering: Formas.

Det skall observeras att det är osannolikt att alla frågor och problem kan lösas inom ett enda projekt. Frågeställningarna är så omfattande att ett större projekt av det slag som nu drivs vid LTH beträffande regelkonstruktioner egentligen skulle behövas (LTH-projektet omfattar projektledare och åtta doktorander). Dock kan en avsevärd höjning av kompetensnivån erhållas även med en doktorand i detta fall eftersom så litet är gjort i dagens läge.

Samtliga delar av projektet kan drivas parallellt. Ett parallellt och samordnat arbete skulle säkert också förbättra resultaten resultatet.