

# Sverige bygger högt i trä

- Myter som påverkar branschen



**LUNDS  
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Bygghälsa / Byggproduktion**

Examensarbete:  
Viktor Hansson  
Olle Hervén

© Copyright Viktor Hansson, Olle Hervén

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2011

## Sammanfattning

I Sverige har det i över 100 år varit förbjudet att bygga hus i trä högre än två våningar. Lagen upphävdes 1994 då byggnormen ändrades och trähus återigen fick byggas högt då lagen ändrades från att begränsa materialval till att kräva de funktionskrav som skall uppfyllas. Dock byggs det inte så mycket höga trähus i Sverige trots den stora skogsproduktion som faktiskt producerar 120 stycken normalstora femvåningshus varje timme. Det kan ha att göra med att forskning och utveckling av träbyggnation är något eftersatt på grund av det förbud som länge fanns mot att bygga höga hus i trä. Det finns två stora problem som är en stor del till att inte fler flervåningshus byggs i trä, problemen är brand och akustik.

Brandproblematiken är något som i stor del redan är löst och man klarar ganska lätt uppsatta brandkrav. Dock är brand något som konkurrenter med mer konventionella material, såsom betong fortfarande använder som argument för att deras material skall användas istället. Det skall även tilläggas att hus i trä är känsliga för felmontering och alla inblandade hantverkare måste veta de kritiska monteringsmomenten som måste följas för att korrekt brandskydd skall uppnås.

Akustikproblematiken i höga hus av trä beror främst på att stegljud fortplantar sig lätt i en trästomme. Problemet finns i alla lätta konstruktioner och är svåra att bli av med. Man har gjort stora framsteg inom detta område och gör det fortfarande då det forskas en hel del på detta fortfarande. Det akustiska klimatet i ett trähus är betydligt sämre vid jämförelse med ett hus i betong. I dagens läge finns inte tekniken att skapa trähus med bättre eller samma ljudprestanda som ett betonghus till rimlig kostnad.

En fallstudie är gjord på kvarteret Skonaren i Västra hamnen i Malmö där ett flervåningshus med trästomme byggs med ett helt nytt byggsystem som är dimensionerat för 4-8 våningar. Byggsystemet är utvecklat av Derome och Tyréns. Det finansieras till stor del av CBBT (Centrum för byggande och boende i trä). I fallstudien har vi studerat de tekniska lösningar som är gjorda ur brand- och akustiksynvinkel, vi har även intervjuat konstruktörer och arkitekter som är involverade i projektet i Malmö för att höra hur de ser på byggnation med trä och hur det är att arbeta med ett byggsystem.

Slutsatsen till arbetet är att som det ser ut i nuläget så är trähus är mer lyhörda och vid fel montering är de även mer brandfarliga. Dock finns det utrymme för förbättringar och i framtiden är det mycket möjligt att flervåningshus i trä kan mäta sig med betong.

Nyckelord: Flervåningshus, CBBT, Akustik, Brand, Trä, Trästomme



## Abstract

In Sweden it has for over 100 years been forbidden to build houses of timber more than two stories high. The law was repealed in 1994 when building codes were amended and timbered framed houses again were allowed to be built high. The law was changed from limiting the choice of materials to demanding the minimal functional requirements. However, there have not been built so much high-rise buildings in Sweden, despite our forest actually produce 120 full-sized five-story building every hour. It may have to do with science and development of timber construction is somewhat neglected because of the ban that has long existed against building high houses of timber. There are two major problems that are a big part to why not so many high-rise buildings have being built in timber, the problems are related to fire and acoustics.

The problem with fire is something that in large part is already solved and you can pretty easily meet the fire requirements. However, the competitors with more conventional framing materials have still the fire issue as main arguments for choosing a different materiel such as concrete instead. It should be added that the House of timber are more venerable to incorrect fitting and all the artisans involved must know the critical assembly operations which are necessary to ensure proper fire protection to be achieved.

The acoustics problem in a timber building is mostly impacted by footsteps sounds that transmit very easily in a timbered frame. The problem exists in all lightweight construction and is difficult to get rid of. It has been made great strides in this area and it still does because it's still researched a lot. The acoustic environment in a timber house is much worse when compared to a house made of concrete. Today the technology to create timber houses with better or the same acoustic performance as a concrete building at a reasonable cost is not possible.

A case study is made of a new house in the block Skonaren in the Western Harbour in Malmö, where a multi-storey timbered frame building with a completely new build system which is suitable for the 4-8 floors. The build system is developed by Derome and Tyréns and is largely funded by the CBBT (Center for Construction and Living in Timber). In the case study we have studied the technical solutions that are made out of a fire and acoustic point of view, we have also interviewed the structural engineers and architects involved in the project in Malmö to hear their view of buildings with timber and how it is working with a building system.

The conclusion that we made is that as things stand in present wooden houses is more sensitive too wrong assembly due to the impact sound complications and more flammable than a house of concrete. However, there is room for improvement and in the future, it is very possible that the multi-storey wood can compete with concrete.

Keywords: Multi-storey building, CBBT, Acoustics, Fire, Timber, Timbered frame

## Förord

Detta examensarbete skrevs våren 2011 vid Lunds Tekniska Högskola på Campus i Helsingborg. Arbetet avslutar vår utbildning Byggt teknik med arkitektur och omfattar 22,5 högskolepoäng. Handledare har Fredrik Karlsson på Tyréns varit och examinator är Bodil Fritzon.

Vi vill främst ge ett stort tack till vår handledare Fredrik Karlsson som tagit sig tid att svara på frågor som uppkommit under arbetets gång och gett oss bra tips och idéer. Vi vill även tacka vår examinator Bodil Fritzon som gett oss inspiration och hjälpt oss komma på rätt spår vid flertalet tillfällen. Sist men inte minst vill vi tacka alla övriga som tagit sig tid till intervjuer, tagit emot oss på studiebesök och svarat på våra frågor.

Mycket av arbetet har vi skrivit tillsammans men en uppdelningen mellan brand och akustik är gjord där Viktor har skrivit det mesta om brand och Olle mest om akustik. Dock har vi båda väl inlästa på hela arbetet.

Helsingborg, Maj 2011





# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Syfte</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Metod</b> .....	<b>3</b>
1.3.1 Litteraturstudier .....	3
1.3.2 Intervjuer .....	3
1.3.3 Fallstudie .....	4
1.3.4 Seminarie.....	4
<b>1.4 Avgränsningar</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Grundläggande fakta</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Materialfakta</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Trä .....	5
2.1.2 Uppbyggnad.....	5
2.1.3 Kvalité och hållfasthet .....	6
2.1.4 Betong .....	7
2.1.5 Uppbyggnad.....	7
2.1.6 Kvalité och hållfasthet .....	7
<b>2.2 Stomsystem i trä</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Pelar-balksystem.....	8
2.2.2 Massivträteknik .....	9
2.2.3 Lättbyggnadsteknik .....	9
<b>2.3 Byggmetod</b> .....	<b>10</b>
2.3.1 Platsbygge .....	10
2.3.2 Prefabricerade plattelement .....	10
2.3.3 Volymelement .....	10
<b>3 Akustik</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Ljudegenskaper i trä</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Luftljudisolering</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3 Stegljudsisolering</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 Flanktransmission</b> .....	<b>14</b>
<b>3.5 Installationer</b> .....	<b>15</b>
<b>3.6 Akulite</b> .....	<b>15</b>
3.6.1 Förstudie .....	16
3.6.2 Akulite resultat .....	17
<b>4 Brand</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1 Brandkrav</b> .....	<b>19</b>
<b>4.2 Brandegenskaper i trä</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3 Betongens brandegenskaper</b> .....	<b>21</b>
<b>4.4 Hur uppfylls brandkraven i ett flervåningshus av trä?</b> .....	<b>22</b>
<b>4.5 Brandproblematiken för träkonstruktioner</b> .....	<b>22</b>

<b>5 Trästädsriksdagen .....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Reflektion av trästädsriksdagen .....</b>	<b>26</b>
<b>6 Fallstudie; CBBT &amp; Skonaren .....</b>	<b>27</b>
<b>6.1 Byggsystemet CBBT .....</b>	<b>27</b>
6.1.1 Tekniska lösningar .....	28
6.1.2 Akustik.....	28
6.1.3 Brand .....	29
<b>6.2 Skonaren .....</b>	<b>30</b>
6.2.1 Arkitektonisk utformning .....	30
6.2.2 Kvarterets uppbyggnad .....	31
6.2.3 Detaljplan .....	31
6.2.4 Arkitektens lösningar med det rådande byggsystemet.....	32
<b>7 Diskussion .....</b>	<b>33</b>
<b>8 Slutsats .....</b>	<b>37</b>
<b>9 Referenser .....</b>	<b>39</b>
<b>9.1 Litteratur .....</b>	<b>39</b>
<b>9.2 Internetsidor .....</b>	<b>40</b>
<b>9.3 Muntliga källor .....</b>	<b>42</b>
<b>10 Bilagor .....</b>	<b>43</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I Sverige har det varit förbjudet att bygga hus i trä högre än två våningar i över hundra år. Anledningen till förbudet var flera stora stadsbränder, främst under 1700 - 1800-talet då allt fler människor flyttade in till städerna då befolkningen ökade väldigt mycket. Städerna var från början bebyggda med låg bebyggelse och smala gator, nu byggdes istället högre hus fortfarande med trästomme och detta resulterade i flera stora stadsbränder då branden lätt spreds mellan de smala gatorna. Det var efter en stor stadsbrand i Sundsvall 1888 då i princip hela staden brann och närmre 9000 personer blev av med sina hem som en ny lag infördes om att förbjuda hus högre än två våningar med trästomme.

Det var först 1994 i samband med att Sverige gick med i EU som lagen upphävdes. Det som ändrades var att man istället för lagar som begränsade materialval istället införde funktionskrav, dvs. att så länge konstruktionen klarar de funktionskrav som ställs så kan man bygga med vilket material som helst och hur högt som helst. I praktiken begränsas antalet våningar till 6-8 men 3-4 är vanligast.

Det finns som bekant väldigt mycket skog i Sverige så det naturliga valet kan man tycka borde vara att bygga så mycket som möjligt i trä. Men det pågår nu en kamp mellan betongindustrin och träindustrin om vilket material som egentligen är bäst att bygga med. Träindustrin påstår att det är miljöfarligt och dyrare att bygga i betong och betongindustrin påstår att det är rent av farligt att bo i trähus på grund av brand och att det är mer lyhört i dessa hus. Problemen med lyhördhet sägs vara att främst stegljud isoleras mycket sämre i trähus än betonghus. Vi har hört att man i teorin klarar ljudkraven men att det i praktiken inte blir lika bra och de boende upplever trähusen som mer lyhörda vilket redovisas i en artikel som publicerats i Bygg & Teknik med titeln *Akustik i träbyggnader*<sup>1</sup>.

Betongindustrin skriver gärna artiklar om just brandaspekten och ofta med slagkraftiga rubriker. Nedan finns tre exempel.

*Granskat: Storbränder vanligare i trähus!*<sup>2</sup> Där har Roger Andersson undersökt storbränder i flervåningshus mellan 2006-2008 och hävdar att 77 % av byggnaderna som brann var konstruerade med trästomme. Siffrorna grundar sig på ett urval av 150 storbränder av de totalt 1149 stycken som skedde under perioden. Anledningen till att inte alla byggnader var med är att stommaterialet inte alltid var specificerat i brandrapporten. För att en brand skall klassas som storbrand måste den orsaka kostnader som överstiger 1,5 miljoner, exklusive lösöret.

---

<sup>1</sup> Östman (2008)

<sup>2</sup> Andersson (2010)

*Förbjud stommar av trä i flervåningshus i städerna*<sup>3</sup>. Den brittiska betongvaruindustrin kräver här att stomkonstruktioner av trä omedelbart slutas användas. Detta på grund av att flera bränder på byggarbetsplatser med just trästomme ägt rum de senaste åren. Martin Clarke säger att flervåningshus i trä är ett misslyckat experiment och att måttet nu definitivt är rågat.

*Elva gånger säkrare att bo i betonghus än i trähus*<sup>4</sup>. Margareta Redlund hävdar att risken för en storbrand är elva gånger större i ett flerbostadshus i trä vid jämförelse med ett liknande hus i betong. Redlund säger även att renoveringskostnaderna för lägenheterna är nästan fem gånger så stora. Det är säkrare att bo i hus av betong eftersom varje individuell lägenhet fungerar som en brandcell hävdar Redlund.

Men vem har rätt? Att betong är obrännbart och att trä brinner är ett välkänt fenomen, men är det verkligen så farligt att bygga i trä som betongindustrin vill framhäva, eller går det bygga moderna, säkra och väl ljudisolerade trähus?

---

<sup>3</sup> Betongvaruindustrin (2009)

<sup>4</sup> Redlund (2005)

## 1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka hus med fler än två våningar med trästomme ur brand- och akustiksynpunkt. Det gör vi för att få en uppfattning om hur mycket sanning det ligger i vissa generellt negativa uppfattningar om byggande av flervåningshus i trä. Vi kommer inte att komma fram till något exakt svar men hoppas att få en bättre uppfattning om hur mycket sanning det ligger i några av de påstående som finns angående höga trähus.

Det pratas mycket om att flervåningshus i trä är mer lyhörda och att trähus skulle vara mycket sämre ur brandsynpunkt än mer konventionella stommaterial såsom betong. Är det så att ljud från grannar hörs tydligare och att det skulle vara farligare vid en eventuell brand? Denna rapport syftar till att försöka svara på om så verkligen är fallet eller om påståendena bara bygger på gamla myter, kanske är det så att forskningen är så pass eftersatt inom träbyggande att tekniska lösningar inte ännu kommit ifatt de mer konventionella metoderna?

Hur ser framtiden ut för flervåningshus av trä i Sverige?

## 1.3 Metod

Genom litteraturstudier, intervjuer, fallstudie, studiebesök och seminariebesök har vi samlat information för att få en uppfattning i våra frågeställningar inom brand och akustik för att kunna dra generella slutsatser om hur framtiden för trähus ser ut i det svenska samhället.

### 1.3.1 Litteraturstudier

För att kunna belysa den problematik som förknippas med trähus var det viktigt för oss att söka efter forskningsresultat och artiklar inom detta område. Vi har även läst mängder med olika faktatexter för att kunna få en god bild om hur trästommar skiljer sig från mer konventionella stommar. Problematiken med en stor del av den tillgängliga litteraturen är att intresseorganisationer ofta publicerar vinklade artiklar och forskningsresultat. Källkritik var därför extra viktigt när man stöter på källor som Sveriges träbyggnadskansli och Svenskbetong som ofta enbart publicerar resultat som gynnar den egna branschen.

### 1.3.2 Intervjuer

Genom att intervjua bransch-kunniga inom byggbranschen har vi fått en uppfattning om hur branschen ställer sig till de myter och problem som är förknippade med flervåningshus i trä. Intervjuer av experter inom brand och akustik har gett oss en god bild om den nuvarande forskningen och vilka framsteg som hela tiden görs inom detta område.

### 1.3.3 Fallstudie

För att anknyta rapporten till ett konkret exempel har vi utfört en fallstudie på ett nyutvecklat byggsystem för att se hur de har löst akustik och brandproblematiken. Pilotprojektet för detta byggsystem är kvarteret Skonaren i Västra hamnen i Malmö. Kvarteret upprättas av Derome Mark & Bostad i samarbete med Tyréns som varit med och utvecklat detta nya byggsystem. Byggstart för projektet var 2010-05-24.

### 1.3.4 Seminarie

För att få en god bild av träbranschen deltog vi på Trästädsriksdagen den 9 mars 2011 där hela intresseorganisationen för träbyggande i Sverige var närvarande. En heldag var avsatt för att diskutera träbyggandets framtid i Sverige.

## 1.4 Avgränsningar

Arbetet avser endast att utreda hus med fler än två våningar som byggts för att fungera som flerbostadshus. Vi har undersökt de två vanligaste problemen i flervåningshus med trästomme, akustik och brand. Kvarteret Skonaren har vi behandlat med dess lösningar angående akustik och brand men även en del projektspecifika problem och lösningar. Vissa jämförelser har gjorts med betong, dock ingen djupare undersökning då byggnation med betong är långt mer studerad och dokumenterad i jämförelse med byggnation i trä. Vi har försökt få en bild av vad arkitekter, konstruktörer, forskare och övriga inblandade i ämnet anser om flervåningshus med trästomme och hur det är att arbeta med byggsystemet CBBT som används i kvarteret Skonaren. En utredning om olika konstruktionslösningars för- och nackdelar och hur de klarar ljud- och brandkrav har gjorts för att fastställa om de presterar sämre eller bättre än flervåningshus med betongstomme.

## 2 Grundläggande fakta

För att få en grundläggande fakta angående trä och det mest konventionella stommaterialet betong så finns i följande kapitel och lite bakgrund om dessa material. Det finns även information om vilka olika stomsystem och byggmetoder som finns.

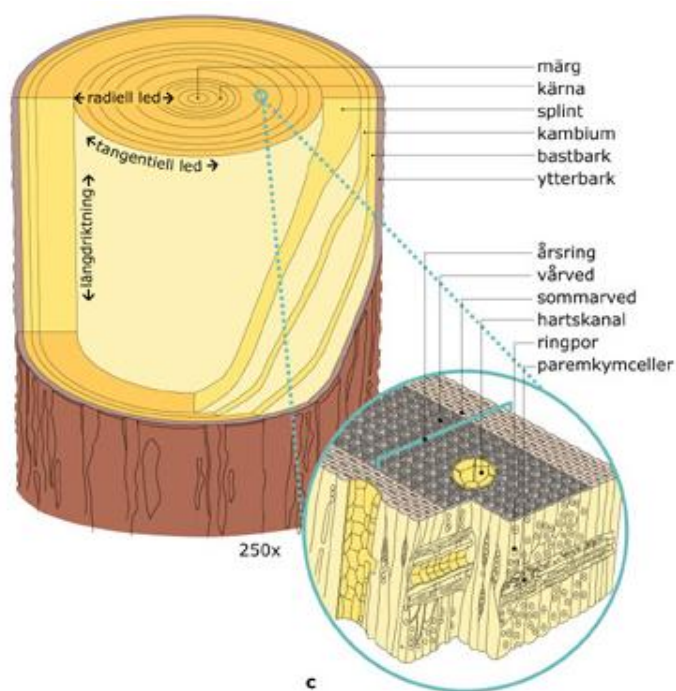
### 2.1 Materialfakta

#### 2.1.1 Trä

Trä är ett levande material som har gamla traditioner i Sverige. Lite mer än hälften av Sveriges yta är idag täckt med skog och landets virkesförråd har aldrig tidigare varit så stort. Den svenska skogen består av 42 procent gran, 39 procent tall, 11 procent björk och de resterande 8 procenten består av övriga sorters lövträd. Geografiskt skiljer sig skogen betydligt ur omloppstidsperspektiv där Skåne har en avverkningstid på ca 60 år medan skogen i norr har en avverkningstid på ca 150 år. Endast 21 % av det avverkade virket används till sågade trävaror, ändå utgör dessa 21 % två tredjedelar av skogsägarnas vinst vilket gör denna till den mest lukrativa marknaden.<sup>5</sup>

#### 2.1.2 Uppbyggnad

Eftersom trä är ett levande material finns här begränsningar vad gäller hur långa och stora virkesbitar till byggnation kan vara, även begränsning och variation inom hållfastheten måste tas i beaktning. Längst in i stammen som har en symmetrisk struktur finns mörgen, efter kommer kärnveden följt av splinten. Dessa är de delar av trädet som används vid tillverkning av byggvirke.



*Stammens uppbyggnad ser ut på detta sätt<sup>6</sup>*

<sup>5</sup> Träguiden 7

<sup>6</sup> Träguiden 8

### 2.1.3 Kvalité och hållfasthet

I en avsågad stam kan man se ljusa och mörka ringar som ligger efter varandra. Dessa kallas årsringar och bildas vid olika tidpunkter på året som en följd av att trädet växer. Alla ljusa ringar bildas på våren och försommaren och kallas vårved. Denna ved har inte särskilt goda hållfasthetsegenskaper utan svaga fibrer, låg densitet samt hög vätskepermabilitet. De mörkare ringarna bildas under sommar och tidig höst och kallas sommarved. Dessa har tjocka och starka fiberväggar men även tre gånger högre densitet än vårveden och låg vätskepermabilitet.

Virke från Sydsverige skiljer sig avsevärt från virke som kommer från de norrländska skogarna. Skillnaden är framförallt årsringarnas utbredning vilket beror på varierande växtklimat. I Sydsveriges mildare klimat växer träden snabbare, det gör att årsringarna blir bredare. I de norrländska skogarna växer träden mer långsamt vilket resulterar i tunnare årsringar. Hållfastheten i virket kan dock inte bestämmas enbart genom att bedöma tjockleken av årsringarna.<sup>7</sup> Virke från Sydsverige kan vara minst lika bra som virke från de norrländska skogarna. Det är faktiskt så att den största variationen på hållfasthet hittar man inom det egna trädet. Normala variationer hos ett trä är densitet, hållfasthet och elasticitetmodul även kvistar och andra fibrer kan ha en negativ inverkan. Vid dimensionering måste därför hållfastheten räknas lågt med hänsyn till den varierande virkeskvalitén.<sup>8</sup>

Eftersom trä är ett anisotropt material har det olika egenskaper i olika riktningar. Trä är till exempel betydligt starkare vinkelrät mot fibrerna än längs med. Den anisotropa strukturen medför dock att man inte kan anta att alla fibrer ligger parallellt vilket medför en osäkerhet i virkets hållfasthetsvärden. En annan dimensionerande faktor är även tid, temperatur och fukt. Ett kallare virkesstycke är starkare än ett varmt och ett torrare är starkare än ett fuktigt. Tid ger upphov till en krypdeformation som i vissa fall kan synas i byggnader i form av bågande mellanbjälklag. Vid brott i konstruktioner föredrar man oftast sega brott framför spröda. Med ett sprött brott menas att brottet sker plötsligt utan förvarning och med sega brott menas att brottet tar längre tid och man kan få en förvarning om att ett brott ska ske. Generellt kan man säga att brott i trä är sega, felet kan då oftast åtgärdas innan en eventuell allvarlig olycka sker.

---

<sup>7</sup> Träguiden 9

<sup>8</sup> Skogsindustrierna, (2004)



## **Fysikaliska egenskaper, gran/furu**<sup>9</sup>

Densitet ca 420 kg/m<sup>3</sup>

Tryckhållfasthet 50 MPa i fiberriktningen

Tryckhållfasthet 7 MPa tvärs fiberriktningen

Draghållfasthet 100 MPa i fiberriktningen

Draghållfasthet 3 MPa tvärs fiberriktningen

### **2.1.4 Betong**

Betong är ett material som har använts väldigt länge. Redan 500 år e.kr. användes materialet av etrusker i Italien. Materialet användes till i princip alla typer av byggen så som broar, hus och hamnar. Betongen hade sin storhetstid ett par århundraden kring år 0. Omkring 500 e.kr började betonganvändningen försvinna mer och mer och det var inte förrän kring 1700-talet som betongen började användas igen. Då experimenterade man en del med materialet med olika blandningar för att få olika egenskaper. Idag används betong i näst intill allt och ofta prefabriceras byggdelar av betong på fabrik.<sup>10</sup>

### **2.1.5 Uppbyggnad**

Betong består till mesta del av sten, grus, sand eller berg blandat med vatten, cement och eventuella tillsatsmedel. Beroende på vilka tillsatser som tillsätts och genom olika förhållande mellan cement och vatten, får man olika egenskaper på materialet så som hållfasthet, härdningstid, konsistens och densitet.<sup>11</sup> Betong har en mycket hög tryckhållfasthet men draghållfastheten är inte alls lika hög. För att klara dragspänningar och förhindra sprickbildning i betong så måste den därför armeras, det gör man med armeringsstänger eller armeringsnät.<sup>12</sup>

### **2.1.6 Kvalité och hållfasthet**

Betong är ett väldigt tåligt material och har en slitstark yta. Betong tål högt tryck, är tät, brinner och möglar inte och har väldigt lång livstid.<sup>13</sup>

Egenskaper på betong kan variera beroende på en mängd olika faktorer bl.a. vattencementtalet (dvs. förhållandet mellan vatten och cement), tillsatsmedel och dimension på ballasten.<sup>14</sup> Beroende på dessa faktorer får betongen dessa egenskaper<sup>15</sup>:

---

<sup>9</sup> Träguiden 10

<sup>10</sup> Svensk betong

<sup>11</sup> Betongvaror

<sup>12</sup> Isaksson, Mårtensson, Thelandersson. (2005).

<sup>13</sup> Veingebetong

<sup>14</sup> Betongvaror

<sup>15</sup> Betongbanken

## **Fysikaliska egenskaper, betong**

Densitet 2300 - 2400 kg/m<sup>3</sup>

Tryckhållfasthet 10 - 130 MPa

Draghållfasthet 1 - 10 MPa

## **2.2 Stomsystem i trä**

Det finns generellt tre olika trästomsystem, pelar-balksystem, massivträteknik och lättbyggnadsteknik. Massivträteknik och lättbyggnadsteknik är de två stomsystemen som är vanligast vid byggnation av flervåningshus, dock finns det även byggnader utformade som flervåningshus med pelar-balksystem men de är mer sällsynta.

Vid val av stomsystem skall flera olika aspekter tas i beaktning. Det är väldigt viktigt att man tar hänsyn till installationer och dess systemprinciper. Detta är underlag som kan påverka valet av stomme avsevärt då bjälklagstjocklekar och väggstjocklekar kan variera med olika system. Då trä är ett naturligt material som inte kan manipuleras i samma utsträckning som betong har det också helt andra begränsningar. För att kunna använda mer standardiserade mått på regler och dylikt måste ramar upprättas och friheten vid konstruktionen begränsas om kostnaden för huset skall hållas nere. Ett bjälklag som sträcker sig över 6 meter begränsar t.ex. valmöjligheterna markant då denna spännvidd inte klarar att bäras upp av de vanligaste standardbjälklagen. Att bygga i trä underlättar dock möjligheterna att installera de olika installationerna som ett modernt hus kräver. Håltagning i bjälklag och väggar är inga problem och modifikationer kan lätt göras i efterhand, det krävs dock kunskap om de akustiska och brandtekniska konsekvenser som ändringar kan ge då skilda bjälklag länkas ihop på ett sätt som skiljer sig från den ursprungliga lösningen.<sup>16</sup>

### **2.2.1 Pelar-balksystem**

Ett pelar-balksystem är ett byggsystem där man utnyttjar pelare och balkar till de vertikala lasterna. Systemet används oftast då man vill ha stora öppna ytor.

Pelare och balkar används alltså för de vertikala lasterna, för de horisontella lasterna används oftast skivor och strävor. Dessa skivor och strävor placeras oftast i trapphus eller fasader för att minimera störningar i planlösningen. Ett annat alternativ är att ha momentstyva knutpunkter som stabiliserar byggnaden med hjälp av ramverkan.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Träguiden 1

<sup>17</sup> Träguiden 2

### 2.2.2 Massivträteknik

Massivträ är en träskiva som består av hyvlade brädor som korslimmas i tre eller fem skikt. Storleken på skivorna varierar upp till 18 meter och tjockleken är mellan 60-240mm.<sup>18</sup> Med dessa träskivor kan man bygga väggelement, självbärande tak- och bjälklagselement, ofta sammansatt med liv och flänsar i limträ. I väggelementen tar man sedan ut hål för dörrar och fönster utan att behöva ta hänsyn till regler eller balkar.<sup>19</sup>

Denna teknik är ganska vanlig då de är lätta att prefabricera och har låg egenvikt som ger monterings- och transportfördelar.<sup>20</sup>

### 2.2.3 Lättbyggnadsteknik

Lättbyggnadsteknik är en lätt konstruktion som är uppbyggd av regler eller bjälkar i kombination med mineralull, skivmaterial och tätskikt. Denna teknik är vanlig vid byggnation av mindre hus men används även vid byggnationer av hus med flera våningar men skiljer sig då något för att klara brandsäkerhet, ljudisolering och hållfasthet. Brandkravet klarar man oftast genom att använda fler antal gipsskivor eller använda sig av speciella gipsskivor med högre brandmotstånd. För att klara de ökade skjuvkrafterna (pga. högre hus ökar horisontalkrafterna av vinden) kan man sätta in t.ex. en plywoodskiva bakom gipsen och på detta sätt öka skjuvhållfastheten och då ökas samtidigt brandmotståndet.<sup>21</sup>

---

<sup>18</sup> Massivträhus

<sup>19</sup> Träguiden 3

<sup>20</sup> Svensk byggtjänst - AMA

<sup>21</sup> Träguiden 4

## 2.3 Byggmetod

Det finns idag tre olika byggmetoder för att bygga ett hus, det mest traditionella är platsbygge där man bygger allt på plats. De andra två metoderna är en industrialiserande metod där väggelement, bjälklag och tak tillverkas på fabrik, antingen varje element för sig eller sammansatta i volymer.

### 2.3.1 Platsbygge

Platsbygge är en metod som innebär att allt byggs på plats. Lösverkshus som platsbyggda trähus kallas innebär att virke och annat byggmaterial kapas och passas in på arbetsplatsen.<sup>22</sup> Med denna metod innebär det en hel del väntetider och är därför inte särskilt effektiv. Exempel på olika väntetider kan vara förflyttningar, pauser, leta, sortera, hämta, täcka, avtäcka, vänta, lossa, lasta, bevaka och kontrollera. Denna metod är den mest flexibla men också den minst produktiva.<sup>23</sup>

### 2.3.2 Prefabricerade plattelement

Motsatsen till platsbygge är prefabricering av konstruktionsdelarna. Det vanligaste är att man prefabricerar vägg- tak- och bjälklagselement på fabrik. Oftast levereras de med färdiga ledningar för el, vatten och avlopp och endast mindre kompletteringar krävs. Elementen kan vara näst intill helt färdiga från fabrik men vanligast är att väggelement behöver kompletteras med platsbyggt isolerat installationsskikt och bjälklag med platsbyggt undertak. Då elementen innehåller isolering drar de lätt åt sig fukt, därför är det extra viktigt att bygget väderskyddas under byggtiden så fuktskador undviks.<sup>24</sup> I och med att elementen tillverkas på fabrik skyddas byggmaterialet där för väder och vind och resning och färdigställning av huset går betydligt fortare än att platsbygga. Detta kan anses vara de största fördelarna med att bygga prefabricerade hus.

### 2.3.3 Volymelement

Den stora mängd bostäder som byggdes under 60-70 talet i det så kallade miljonprogrammet var den första gången i Sverige som bostadsbyggandet verkligen började effektiviseras för att få fram billiga bostäder. Resultatet var i efterhand inte vad man hade önskat sig. De tråkiga bostadskomplexen tillsammans med den usla livslängden på byggnaderna har gjort miljonprogrammet till ett mindre lyckat projekt.

Lite av det misslyckandet försöker nu många bostadstillverkare utreda för att göra en liknande men mer hållbar lösning som kan producera billiga bostäder

---

<sup>22</sup> Nationalencyklopedin

<sup>23</sup> Elwing och Sjögren (2006)

<sup>24</sup> Träguiden 5

med god kvalité. De byggnader som upprättats efter miljonprogrammet har varit alltför dyra och försök med att dra ner byggkostnaderna är en viktig samhällsfråga.

Ett sätt som många lättbyggnadstillverkare försökt utveckla för att minska byggkostnaden är introduktionen av volymelement. Dessa är en utveckling av prefabsystemet. Istället för att tillverka väggar och bjälklag i fabrik produceras nu istället hela rum och lägenhetsbostäder i fabrik för att sedan skeppas till byggplatsen där de lyfts på plats med lyftkran och bildar en byggnad. Vanligtvis används dessa volymelement enbart till mindre hus med max två våningar. Men på senare tid har man även börjat bygga på höjden, så kallade flerbostadshus med ca 6-8 våningar. Detta utmanar den klassiska platsbyggnadsmetoden. Produktionskostnaderna kan reduceras avsevärt då byggprocessen blir mer industrialiserad. Ett problem är dock den arkitektoniska begränsningen som uppstår då alla volymelement skall transporteras på vägar från respektive fabriker vilket begränsar dess storlek samt möjligheterna att göra ändringar på volymelementen. Resultat visar även att kvalitén på dessa volymelement överlag är något sämre. Det är dock ett problem som kan minskas med en ökad produktion då utveckling av volymelementen kan göras mer noggrant.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Boverket. (2005)



### 3 Akustik

Att ta hänsyn till akustik är en viktig aspekt när man konstruerar ett flervåningshus i trä. Forskningen inom detta område är dock något eftersatt vilket kan bero på att man för bara för några år sedan enbart byggde mindre konstruktioner såsom villor där oftast bara en familj vistas, ljudkraven var då inte särskilt hårda och det ekonomiska intresset av att forska inom området var inte särskilt stort. När man istället ska ha flertalet familjer i samma hus och enbart avskilja lägenheterna med bjälklag och väggar ställs det helt andra ljudkrav då människor generellt inte mår bra av att vistas i bullriga miljöer vilket lätt uppstår då grannarna inte alltid har samma vanor och dygnsrytm. Forskningen har nu tagit fart och man försöker ta ikapp förlorad mark. Till viss del kan forskning om akustik i betonghus användas för att göra jämförelser. Dock är betong och träkonstruktioner mycket olika när det gäller ljudets transport vilket leder till att olika aspekter måste beaktas.<sup>26</sup>

#### 3.1 Ljudegenskaper i trä

Ljud och vibrationsegenskaper ingår båda inom akustik och transporten inom lätta konstruktioner skiljer sig från de tyngre konstruktionerna. Generellt sägs det att lätta konstruktioner klarar ljudkrav sämre än tyngre. Detta har lett till att de tyngre konstruktionerna oftare används i byggnader med högt ställda ljudkrav. När man nu vill använda lättare konstruktioner till flervåningshus där ljudkraven är ganska strikta måste ljudets transport kartläggas för att sedan reduceras till en acceptabel nivå.

Med acceptabel nivå menas att minst klass C uppnås vilket är minimikravet vid nybyggnation. De klasser som finns är Klass A, B, C och D. Klass A innebär det högsta kravet och klass D är det krav som ställer lägst ljudkrav. Klass D accepteras enbart vid renoveringar där klass C inte går att uppnå. För att kunna kontrollera akustiken i träväggar måste dessa delas upp i olika kategorier då en trä vägg kan utformas på flera olika sätt.

Dessa är de generella kategorierna:

- Regelkonstruktioner (Dessa beaktas som dubbelväggskonstruktioner)
- Homogena träkonstruktioner (Dessa beaktas som enkelväggar när endast en skiva används och som dubbelväggar när större krav på ljudisolering behövs.)
- Hybridsystem (Består av kombinationer av olika konstruktioner och material)<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> 1 Östman (2008)

<sup>27</sup> 2 Östman (2008)

## 3.2 Luftljudisolering

Man kan beskriva luftljudisolering som det hinder ljudet möter när det skall transporteras från ett utrymme till ett annat. De byggdelar som har stor betydelse ur denna aspekt är väggar och bjälklag men även andra komponenter som är lägenhetsavskiljande har betydelse. Man mäter luftljudisolering med ljudreduktionstal. Skalan fungerar så att ju högre ljudreduktionstal desto bättre är ljudisoleringen.

En avgörande faktor gällande ljudisoleringsegenskaper är materialets täthet, eller vikt per yta. Detta har särskilt betydelse vid lägre frekvenser som mellan 20- 200 Hz. Regelkonstruktioner är inte särskilt effektiva vid dessa låga frekvenser då de inte är särskilt tunga, homogena väggar har i detta fall ett högre ljudreduktionstal och är att föredra vid dessa frekvenser. Ökar man istället frekvensen till över 200 Hz är regelkonstruktioner mer effektiva medan homogena väggar har ett lägre ljudreduktionstal.<sup>28</sup>

## 3.3 Stegljudisolering

För att mäta stegljudsnivån använder man sig av en ISO stegljudsapparat som slår på ett bjälklag med ett hammarliknande föremål. Man mäter sedan ljudnivån skapad av hammarslaget. Denna skall vara så låg som möjligt. Denna metod är inte en simulering av de verkliga fotsteg som uppstår på ett bjälklag. Dock är informationen man kan få av denna mätning värdefull för att bestämma golvet dynamiska egenskaper. Även här är det stor skillnad på lätta och tunga konstruktioner. Med lätta menas bjälklag konstruerade av t.ex. trä medan betong anses vara en tung konstruktion.

Vid mätningar av lätta bjälklag uppstår ofta komplikationer vid låga frekvenser (20- 200 Hz). Vid mätningar där ljudklass A eller B uppnåtts har de boende ändå klagat på allt för höga stegljud. Problemet har visats sig att vara just vid dessa låga frekvenser. Det finns dock konstruktionslösningar som kan ge goda stegljudsegenskaper. En lämplig lösning är att skilja undertaket från bjälklaget och att dessa sammanbinds i sedan i kanterna med vibrationsdämpande isolering.<sup>29</sup>

## 3.4 Flanktransmission

Ljud färdas inte bara den närmsta vägen utan sprider sig och transporteras indirekta vägar mellan lägenheter. Flanktransmission är benämningen på just detta. Denna transport påverkas och ändras betydligt mellan olika konstruktionslösningar och kan vara väldigt svår att lösa med generella lösningar. Det enklaste sättet att undvika flanktransmission är att ordna väggar

---

<sup>28</sup> 2 Östman (2008)

<sup>29</sup> 2 Östman (2008)



och bjälklag så att de enbart sitter ihop med ljuddämpande material eller är avskilda från varandra. Detta kan dock vara en lösning som är svår eller rent otänkbar då nödvändiga hållfasthetsvärden blir svåra att uppnå. Inte minst i fasaden där vindlasten åstadkommer en hög belastning. Stegljud är en ljudkälla som kan minskas genom att konstruera hus med låg flanktransmission. Just flanktransmission är svår att mäta och metoder för att minska denna är inte tillräckligt utvecklade i detta skede. Branschen är i stort behov av att få ökad förståelse inom detta ämne.<sup>30</sup>

### 3.5 Installationer

Installationsbuller benämns oftast som det buller som uppstår när installationer i byggnader avger ljud eller vibrationer. I takt med att kravet på energieffektivisering ökat har även klagomål på buller från installationer ökat. Detta samband beror delvis på att klimatskalet stänger ute mer ljud i takt med att isoleringstjocklekar ökat, minskar bullret från t.ex. bilar och rörelse i omgivningen uppfattar de boende bullren från installationerna som mer störande. Men även nyare system som FTX-ventilation kan vara en förklaring till att de boende störs mer av buller.

Installationsbuller ligger oftast under 200 Hz. Då trästomme har visats prestera dåligt vid dessa frekvenser är det en ökad risk för installationsbuller i denna typ av byggnad. Även vibrationsutveckling är ett problem i träbyggnader. Till de flesta system skickas det med vibrationsdämpning som är anpassad för att monteras på styva underliggande material. Trä är ett mer vekt underlag och risken för att vibrationerna skall vandra genom träkonstruktionen är därför stor. Installationer bör därför anpassas efter det aktuella underlaget.<sup>31</sup>

### 3.6 Akulite

Ljudproblem med flervåningshus i trä ledde till att ett nationellt nätverk bildades den första december 2009. Projektet ”Akulite – Akustik och vibrationer i lätta konstruktioner” är resultatet av en 12 miljoner stor satsning gjord av staten, samtidigt skall lika mycket pengar komma från näringslivet. Både i form av arbete men även i form av kontanta medel. Projektet styrs av SP trätek i konsortium men det är flera olika aktörer som kommer att delta i samarbetet.<sup>32</sup>

---

<sup>30</sup> 2 Östman (2008)

<sup>31</sup> 2 Östman (2008)

<sup>32</sup> Hagberg (2010)

### 3.6.1 Förstudie

För att starta Akulite gjordes en behovsanalys som blev klar den siste mars 2009<sup>33</sup>. Författaren av denna är Klas Hagberg (WSP Akustik) som också är projektledare för Akuliteprojektet.

Den sammanfattande rapporten visar på flertalet problem och frågeställningar som skall beaktas i projektet.

1. Det måste fastställas en metod för att kunna utvärdera stegljudsisolering så att de olika ljudklasserna (A, B och C) kan jämföras på ett rimligt vis med ljudklasserna för tunga stomsystem.

- Ta hänsyn till olika boendeformer
- Koppla samman stegljud med luftljudsisolering för att optimera konstruktionen
- Beakta kraftkällan vilket bland annat är stegljudsmaskinen

2. Vibrationer måste utvärderas ur upplevelsesynpunkt för att kunna avgöra om dessa kan kopplas samman till de olika ljudkraven (A, B och C) eller om en individuell bedömning bör göras i det fall att sambandet mellan vibrationer och ljud visar sig vara för låg.

- Påverkas de boendes beteende av stommaterialet?
- Kontrollera hur vanliga installationer kan orsaka vibrationsproblem

3. Undersöka metoder för stomljudsisolering samt beakta dess långtidseffekter och möjligheten att minimera flanktransmission.

- Hur påverkar materialvalet ljudisoleringen?
- Optimering av vindförankring för optimering av flanktransmission
- Kontroll av att BBR 2.1 uppnås

4. Utveckla en beräkningsmetod som fungerar för lätta konstruktioner. Denna utveckling skall även innehålla en känd säkerhetsmarginal.

- Skapa en ökad förståelse för lätta anisotropa material och dess ljudegenskaper
- Skapa en ökad kunskap kring knutpunkters funktion och hur dessa påverkar flanktransmissionen

---

<sup>33</sup> Hagberg, K. (2009)

Dessa åtgärder är listade i prioriteringsbehov och utredningen ska leda till att lätta bjälklag bli mer konkurrenskraftiga gentemot tunga konstruktioner. Det upplevda bullret skiljer sig mycket beroende på om det är en lätt eller tung konstruktion fastän den uppmätta ljudklassen är densamma. I dagens läge finns det stor risk för allvarliga fel och brister inom lättbyggnadstekniken. En viktig faktor som måste utredas är den stora mängd mellanlägg som ofta används när man bygger med volymelement. Dessa skall minska flanktransmissionen mellan lägenheterna. Dock är dessa material ofta inte dokumenterade och dessa egenskaper varierar mycket. Hur dessa presterar ur långtidsaspekt är också ofta oklart. Vanliga problem med dessa mellanlägg är:

- Feldimensionerade.
- Livslängdsbestämning av materialet då det inte går att byta ut under byggnadens livstid.
- Belastningsvariationen som beror på vilken våning mellanlägget befinner sig. Detta gör att samma material inte går att använda på samtliga våningar vilket inte alltid byggnader dimensioneras för.

Vid användning av ett korrekt utformat styrsystem kan lättbyggnadskonstruktioner utvecklas så att de kan mäta sig med de tyngre konstruktionerna. Skulle detta förarbete inte göras finns det en stor risk att man utvecklar en standardisering av lättbyggande som vilar på felaktiga grunder och inte är anpassat för att klara av de förändringar som kan krävas att klara olika ljudkrav. Konstruktörer uttrycker ett starkt behov av ändrade utvärderingsmetoder då de upplever att deras lösningar alltför ofta blir dyra utan att prestera långt över minimikravet.

Problem vid låga frekvenser uppstår speciellt vid stötar och slag. Detta kan också kallas för buller och vibrationer. När dessa ljud når över den mänskliga hörseltröskeln krävs det inte särskilt stor ökning i decibel för vi skall uppleva denna som en stor ökning i störande ljud. En skillnad mellan 8-10 dB anges som en fördubbling respektive halvering av det upplevda ljudet. Detta gör att utvecklingen av beräkningsmodeller är oerhört viktig, denna bör göras tillgänglig för konsulter och övrig industri. Jämförelsemöjligheterna för tunga konstruktionerna är mycket större då de inte är lika känsliga för förändringar mellan byggdelar. Färdiga system finns inom lättbyggnadstekniken men förändringar inom denna förändrar resultaten på ett mer betydande sätt vilket gör att studien måste ske i nära samarbete med standardiseringen.<sup>34</sup>

### 3.6.2 Akulite resultat

För tillfället befinner sig projektet i mittenskedet och än så länge har projektet varit lyckat och kommunikationen är god. Det har inte framkommit några

---

<sup>34</sup> Hagberg (2009)

resultat att presentera men många av frågeställningarna är påbörjade och arbetet fortskrider med positiv andå.

På LTH finns det för tillfället åtta stycken mellanbjälklag som näringslivet bidragit med, dessa skall testas med hjälp av akustiska instrument. Resultatet kommer sedan att användas i Akuliteprojektet.

Ett problem som är vanligt förekommande är slarv på byggplatsen vilket kan resultera i drastiskt försämrade ljudegenskaper med upp till 60db. Slarvet beror dels på okunskap men även tidspress. De komplexa Akustiklösningarna som projekteras kan helt förlora sin funktion om man vid platslösningar väljer en felaktig lösning som innebär att delar som skall vara fria från varandra blir stumt monterade. Ett vanligt problem från projektörernas sida är att det ofta väljs mellanläggklossar av alldeles för låg kvalité. Dessa klossar har en central roll för byggnadens akustiska egenskaper och besparingar här skall göras med försiktighet.

Anledningen till att det arbetas så hårt för att skapa träbyggnader av hög ljudstandard är att detta är ett eftersatt område där det finns många problem att lösa innan trähus presterar önskvärt till rimliga kostnader. Det som kallas gröna byggnader är ett centralt ämne inom byggande i Sverige och ett hus i trä är ett av de bättre sätten att minska miljöpåverkan.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Bard

## 4 Brand

En av anledningarna till att flervåningshus mest byggs i betong och inte trä är på grund av brandaspekten. I Sverige har det länge varit förbjudet att bygga hus högre än två våningar i trä. Det var efter en stor brand i trähusstaden Sundsvall år 1888 som ett förbud infördes. Men år 1994, 104 år senare i samband med EU-inträdet upphävdes lagen. I och med de nya EU-reglerna så fick vi mer funktionsbaserade brandkrav vilket betyder att så länge brandkravet kan upprätthållas så finns inget max antal våningar för respektive material.<sup>36</sup>

### 4.1 Brandkrav

Boverkets byggregler anger att en byggnad ska utföras i byggnadsklass Br1, Br2 eller Br3. Hänsyn ska tas till faktorer som påverkar utrymningsmöjligheter och risken för personskador vid sammanstörtning av byggnaden. Byggnadsklasserna delas in på följande sätt och avgör vilka brandkrav som ställs på respektive byggnad.<sup>37</sup>

#### **Br1:**

Allmänt gäller att byggnader där brand medför stor risk för personskador skall klassas som Br1.

Allmänna råd från boverket:

- Byggnader med tre eller flera våningsplan bör utföras i klass Br1.
- Byggnader avsedda för sovande som inte förväntas ha god lokalkännedom.
- Byggnader avsedda för personer som har små förutsättningar att själva sätta sig i säkerhet.
- Byggnader med samlingslokal på andra våningsplanet.

---

<sup>36</sup> Forskning & framsteg

<sup>37</sup> Boverket byggregler. (2008)

## **Br2:**

Allmänt gäller att byggnader där brand kan medföra måttlig risk för personskador skall klassas som Br2.

Allmänna råd från boverket:

Följande byggnader med två våningsplan bör utföras i lägst klass Br2:

- Byggnader avsedda för fler än två bostadslägenheter och där bostads- eller arbetsrum finns i vindsplanet.
- Byggnader med samlingslokaler i markplanet.
- Byggnader som har en byggnadsarea större än 200 m<sup>2</sup> och som inte delas i enheter av högst denna storlek genom brandväggar i lägst klass REI 60-M

Byggnader med ett våningsplan bör utföras i lägst klass Br2 om de inrymmer:

- samlingslokaler i eller under markplanet
- särskilt boende för personer med vårdbehov
- vårdanläggning, utom förskola och liknande.

## **Br3:**

Övriga byggnader

### **Brandklass**

Beroende på vilken klass byggnaden får så finns ett antal krav som ska vara uppfyllda. Bland annat ställs krav på vilka brandklasser ytskikten får ha som används och krav på bärighet vid brand.

Brandkraven som ställs är ofta utformade som en bokstavs- och sifferkombination t.ex. REI60 där "R" betyder bärförmåga, "E" betyder rökavskiljning, "I" betyder isolering och det efterföljande siffrorna är ett tidskrav på 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 eller 360 minuter. REI60 betyder alltså att byggdelen som klassats med denna beteckning hållfasthetsmässigt ska klara av att frångilja rök och isolera branden i minst 60 minuter.

Hus med tre eller fler våningar ska klassas som Br1. Enligt Boverkets byggregler (BBR) skall bl.a. dessa krav då uppfyllas:

- Brandspridning längs fasadytan ska begränsas
- Brandspridning i fasadkonstruktionen ska begränsas
- Nedfallande delar får inte förekomma
- Ytterväggen skall ha en brandavskiljande funktion gentemot andra brandceller

- Bärande konstruktioner skall ha ett krav på bärighet på minst R60 beroende på antal våningar och hur stor belastning som ligger på konstruktionen.

Det finns mer krav på bl.a. bärighet, brandceller etc. men många av reglerna beror på olika faktorer så som vilken typ av byggnad det är eller vilken belastning det är på konstruktionen.<sup>38</sup>

## 4.2 Brandegenskaper i trä

Trähus byggs med samma krav på brandmotstånd som gäller för alla andra byggmaterial. Ur brandsynpunkt är trä ett dubbelsidigt material med en negativ och en positiv sida. Den negativa sidan är att det tillför bränsle till branden och den positiva sidan så förkolnar träets ytskikt och isolerar det innersta virket vilket gör att konstruktionen behåller sin bärighet längre. Trä har t.ex. bättre bärförmåga än stål vid brand då stål blir mjukt och förlorar sin bärighet långt tidigare.<sup>39</sup>

Man kan brandimpregnera trä som gör att det inte antänder lika snabbt, dock förhindrar detta inte virket från att förkolna. Trä antänds vid 300- 600°C beroende på olika omständigheter såsom densitet, med eller utan låga och virkets fuktkvot.<sup>40</sup> När det väl antänds förkolnar virket med en konstant hastighet på 0,6-1 mm/minut.<sup>41</sup>

## 4.3 Betongens brandegenskaper

I den europeiska brandklassificeringsstandarden är betong klassat som A1- icke antändligt material. När betong upphettas skapas rörelser i betongen och hållfastheten minskar vid 500°C till 800°C beroende på vilken sorts betong det är. Spjälkning är ett vanligt fenomen och innebär att betongbitar sprängs loss från ytskiktet, det orsakar dock ingen allvarlig försämring på bärigheten men kan påskynda skadorna om armeringen friläggs. Armering är betongens svaga länk då det är armeringen som tar upp i stort sätt all draghållfasthet. Ifall armeringen tappar hållfasthet försvinner därmed också hela konstruktionens draghållfasthet.<sup>42</sup> Men även betongen i sig kan tappa hållfasthet vid upphettning och för att avgöra om konstruktionen ska lagas eller rivs så måste prover tas i form av borrhållfasthet för att på så sätt fastställa resthållfastheten. Dock är värmekapaciteten i betong hög och för att temperaturen påtagligt ska öka så krävs därför att den utsätts för en mycket intensiv och långvarig brand.

---

<sup>38</sup> Boverkets byggregler. (2008)

<sup>39</sup> Multisol träfiber

<sup>40</sup> Träguiden 6

<sup>41</sup> Uneram (2009)

<sup>42</sup> Uneram (2009)

#### 4.4 Hur uppfylls brandkraven i ett flervåningshus av trä?

I betonghus krävs oftast inga särskilda åtgärder för att klara brandkravet då betongen i sig är tillräckligt motståndskraftig. Vid byggnation med trä krävs fler åtgärder för att bl.a. klara kravet med brandspridning. Normalt tillåts inte synligt trä på fasader eller bjälkar etc. utan det byggs eller kläs oftast in i gips eller annat material som står emot brand bra och fördröjer antändningen av virket. Sprinkler gör att huset blir betydligt mer brandsäkert då det löser ut vid ca 70°C och förhindrar övertändning av rummen vilket medför att sannolikheten för eldflammar ut genom fönstren är liten, därför tillåter man då normalt synligt trä i fasader om byggnaden är utrustad med sprinklersystem.<sup>43</sup>

Branden sprider sig ofta från fasaden och letar sig in genom ventilationshål i takfoten och sprider då sig vidare in i vindsutrymmet. Ett alternativ till en lösning på det problemet kan vara att bygga en tät takfot och istället flytta ventilationshålen till yttertaket. Man kan också undvika att placera ventilationshålen på de sidor där det finns fönster under och istället placera dem på de områden där det inte finns några fönster under. Ett annat alternativ kan vara att sektionera vindsutrymmet och säkerställa att branden inte tar sig in i brandcellen genom taket.<sup>44</sup>

Hållfasthetsmässigt så dimensioneras träkonstruktioner efter hur lång tid konstruktionen håller vid en brand. Det finns två alternativ på hur man uppfyller detta, antingen brandisolerar man konstruktionen genom att bygga in eller klä in konstruktionen i t.ex. gips. Det andra alternativet är att man tar hänsyn till träets minskade dimension vid en brand.<sup>45</sup>

#### 4.5 Brandproblematiken för träkonstruktioner

Det största problemet med bränder i träkonstruktioner är brandspridningen mellan brandceller och till andra byggnader samt kostnaden för skadorna som uppstår. Materialen som används i konstruktionen är klassade att motstå brand en viss tid, men ofta håller inte den färdiga konstruktionen. Vanliga problem är glipor mellan gipsskivor eller takstolar som är hopsatta med spikplåtar dessa är väldigt starka vid vanlig belastning men vid en brand håller det bara 10-15 minuter och då spelar det ingen roll hur länge virket motstår branden. Även om man vid byggnation av huset är väldigt noggrann med att få allt rätt så kan senare installationer ställa till problem. Installerar man t.ex. bredband eller annan ny installation som kräver att man tar hål i brandskyddet så glömmer hantverkare ofta att täta hålen korrekt vilket leder till att en eventuell brand sprider sig in i väggar och bjälklag. Brand kan även starta inne i en vägg vid t.ex. ett elöverslag, då är branden redan innanför brandskyddet och kan sprida sig mycket snabbt vilket leder till förödande konsekvenser.

---

<sup>43</sup> Trätek, Boendesprinkler

<sup>44</sup> Träinformation. (1999)

<sup>45</sup> Knauf Danogips



Kostnaden för en stor brand i flerbostadshus skiljer sig markant beroende på om det är byggt i trä eller betong. I en rapport från 2006 gjordes en undersökning som visade att den genomsnittliga kostnaden för renovering per lägenhet uppgick till 101 000 kr för ett betonghus och hela 494 000 kr för ett trähus. Detta påverkar även försäkringspremien som blir väsentligt högre för ett trähus jämfört med ett hus med stomme i obrännbart material såsom betong. Kostnadsskillnaden för försäkring uppgår i genomsnitt till ca 50 % högre för ett trähus, men det beror mycket på att många betonghus har ett tak i trä, utan trätak hade skillnaden varit 70 till 100 % högre för trähus.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Betongforum. (2006)



## 5 Trästädsriksdagen

Vi deltog på trästädsriksdagen där man arbetar för att utöka användandet av trä i svenska byggbranschen. Varje år samlas många intressenter för att delta i en trästädsriksdag. Samordnare är Sveriges träbyggnadskansli som är finansierat till fullo av träbranschen, årets seminarium var beläget på Svenska mässan 2011-03-09.

Bostadsministern som deltog på mässan talade om den stora bostadsbrist som råder samt de höga bostadspriserna som minskar mängden nybyggen. Sverige bygger lika många bostäder per år som våra grannländer men vi har dubbelt så många invånare. Bostadsministern anser att den låga byggnationen och de höga priserna beror på en stor kompetensförlust som beror på att bostadsbolagen inte tar tillvara på den lärdom tidigare projekt gett utan börjar om från grunden varje gång. Även överproduktionen i form av miljonprojektet har haft en negativ inverkan på byggbranschen då det byggts väldigt lite de senaste åren. Även kommunerna är ansvariga för de höga priserna, deras sätt att utforma detaljplaner är inkonsekvent och långsam vilket leder till långsamtgående projekt och kostsamma processer. Den ökande kostnaden för bostäder är fyra gånger så stor som inflationstakten, detta är ett stort problem.

Åtgärder som bostadsministern anser nödvändiga är:

- Ny lagstiftning som gör det lättare att genomdriva ett byggprojekt
- Nya regler för allmännyttan för att ge en bättre konkurrensnivå
- Ny PBL för att möjliggöra billigare byggande

Bostadsministern är positiv till träbyggande som en förnyelsebar process och vill skapa en nationell enhetlighet för att minska kommunernas individuella regler och möjliggöra ett billigare byggande.

Niclas Svensson som är kanslichef på Sveriges träbyggnadskansli berättar följande:

- 120st femvåningshus produceras varje timme i den svenska skogen
- Byggtiden minskar med 70 % jämfört med klassiskt betongbyggande vid användande av volymelement
- Att industrialisera byggprocessen är ett effektivt sätt att minska byggkostnaden och produktionstiden, ett nytt byggande för en ny tid
- Miljöberäkningar idag innehåller enbart driftstadiet vilket är skandalöst, det är i rivningsprocessen man kan göra den stora miljövinsten om denna görs på rätt sätt.

- Förändring av attityd är av vikt och att skapa ett konservativt tänkande vid skapande processen är viktigt för att minska byggkostnaderna.

## 5.1 Reflektion av trästadsriksdagen

Under denna dag fick vi bra inblick i hur bostadsbyggandet ser ut i Sverige just nu. Det var tydligt att det största problemet är att bostäderna kostar för mycket att bygga. En lösning på det problemet kan vara just att använda sig av byggsystem och industrialisera byggandet. Då förkortar man byggtiden och effektiviserar byggprocessen eftersom det inte behöver projekteras lika detaljerat varje gång med ett byggsystem. En intressant siffra som Niclas Svensson tog upp var att byggtiden skulle minska med 70 % vid byggnation i trä jämfört med betongbyggande. Denna fråga ställde vi då även till Fredrik Karlsson och Patrik Jensen som båda är konstruktörer, Jensen är en av utvecklarna till CBBT-byggsystemet. Båda säger att den siffran inte stämmer.

Under dagen pratade vi med en hel del personer med inblick i träbyggnation, en del var rädda för att ett för industrialiserad byggnation skulle bli miljonprogrammet en gång till med tråkiga och oattraktiva bostäder som ingen vill ha och en del var positiva till det.

Slutsatsen vi kan dra av dagen är att flerbostadshus i trä säkert har en framtid i Sverige men att det behöver industrialiseras och användas byggsystem för att få ekonomin att gå ihop.

## 6 Fallstudie; CBBT & Skonaren

För att utveckla träbyggandet i Sverige har ett nytt byggsystem utvecklats vilket skall kunna användas till framtida flervåningshus. Fallstudien är gjord på byggsystemets pilotprojekt Skonaren. Detta är ett nytt kvarter i västra hamnen i Malmö. Byggsystemet har vi valt att benämna ”CBBT-systemet” då det är den generella benämningen i branschen.

### 6.1 Byggsystemet CBBT

Jerker Lessings publicerade 2006 en rapport med titeln ”*Industrialised House-Building*” som behandlar industriellt byggande och dess framtidsutveckling. Med denna rapport som underlag startade Derome och Tyréns arbetet med att utveckla ett byggsystem som skulle bygga på rapportens slutsatser. Dessa två företag lämnade in en ansökan till CBBT (Centrum för Byggande och Boende med Trä) med förfrågan att få bidrag för att utveckla ett öppet byggsystem 4-8 våningar i trä som kan användas av hela branschen. Denna ansökan blev beviljad och man fick 2,8 miljoner för att utveckla teknik och processdel till ett färdigt byggsystem.

Arbetet startade och det bildades en arbetsgrupp samt en styrgrupp för att genomföra projektet. Arbetsgruppen som skall utföra teknik och processdel bestod av Patrik Jensen, Emile Hamon och Martin Karlsson från Tyréns. Från A-hus som ägs av Deromekoncernen var det Anders Karlsson och Carl-Gustav Pettersson som deltog. Även entreprenörer var delaktiga, dessa var Veidekke samt Byggmästar’n i Skåne. För att även beakta arkitektoniska problem deltog Fredrik Wikberg som är arkitekt från LTH.

Man träffades en gång i veckan och diskuterade detaljer samt idéer för att sedan jobba vidare på enskilt. Under processens gång upplevde Patrik Jensen att man till allt för stor del gick tillbaka åt gamla lösningar som redan hade testats med dåliga resultat. Han införde därför ett system som inkluderade utvärderingsblanketter där man ganska snabbt kunde urskilja de äldre lösningarna från de mer nytänkande genom att skriva vad man ansåg var positivt kontra negativt med just den specifika detaljen. Tillsammans arbetades det fram en lösning som provbyggdes för att sedan gå tillbaka till ritbordet för att göra vissa förändringar. När man kände att systemet var nära färdigställandet byggde man en modell för att utföra ljudtester. Dessa tester gav först ganska dåligt ljudklimat men efter att vissa finjusteringar gjorts lyckades man uppmäta ljudklass B vilket man ansåg vara godkänt.

Arbetsgruppen är idag inte aktiv och detta beror till stor del på att många som var delaktiga har bytt företag men arbetet har kommit så långt att de fasta parametrarna är satta och man arbetar nu bara med att förfina detaljer.<sup>47</sup>

---

<sup>47</sup> Jensen

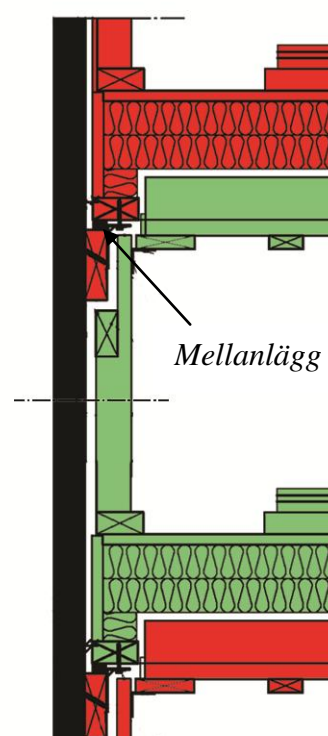
För att säkerställa funktionaliteten på byggsystemet gjordes det provmontering där Derome, Tyréns och Veidekke samarbetade för att testa hur monteringen skulle gå tillväga samt att utbilda personalen. Vissa montageändringar gjordes för att effektivisera monteringen vilket leder till en kortare byggtid.<sup>48</sup>

För att montera byggsystemet krävs det kunnig personal som har god kunskap om systemets begränsningar. Ett kritiskt moment är mellanlägggen som inte får pressas samman utan bjälklaget skall enbart vila på dessa.<sup>49</sup>

### 6.1.1 Tekniska lösningar

Väggarna blir ganska tjocka ca 345 mm berättar Fredrik Karlsson<sup>50</sup> en av de inblandade konstruktörerna. Detta blir en mindre begränsning i projekteringen då väggarna tar upp en stor yta. I övrigt anser han att det inte finns mycket mer begränsningar i CBBT-systemet än likvärdiga betongsystem som t ex. Peabs PGS-system. Den största skillnaden menar han är spännvidderna på bjälklagen som är större i ett betongsystem.

Mellanlägggen som bjälklagen vilar på är gjorda av ett svenskt företag som heter Cristian Berner AB. Mellanlägggen som används i CBBT byggsystemet är gjorda av ett material som kallas ”sylomer” och används vid vibrations- och stomljudsisolering. Materialet finns i flera olika utförande och används inte bara inom bygg utan också inom industri och järnväg. Materialet behåller full funktion under lång tid och ska därför inte behöva bytas ut under byggnadens livstid.<sup>51</sup> Det används mycket av dessa klossar i byggsystemet och kostnaden för dessa är påtaglig. Vad det hela kostar i kvarteret Skonaren vet inte Patrik Jensen men han säger att det rör sig om miljonbelopp.



### 6.1.2 Akustik

För att få en behaglig ljudnivå i byggnaden har man laborerat med flertalet olika lösningar innan man bestämde sig för en där man var överens om en metod som skulle ge en bra ljudstandard.

<sup>48</sup> Jensen

<sup>49</sup> Studiebesök

<sup>50</sup> Karlsson

<sup>51</sup> Christian Berner AB

Den lösning man valde innebär att man prefabricerar ett bjälklag som kommer att vila på väggelementen med sylomerklossar som mellanlägg. Bjälklaget har alltså bara i uppgift att bära sig själv och det underliggande innertaket samt innerväggen i lägenheten. Lösningen innebär att innertaket och bjälklaget inte kommer att vara stumt monterade mot varandra utan innertaket kommer hänga med hållband och i kanterna kommer det vara uppstöttat av innerväggen som sitter innanför den bärande stommen. Tanken med denna lösning är att bjälklaget och innertaket skall vara så åtskilda som möjligt. Denna något komplexa lösning finns enbart för att minska störande stegljud mellan lägenheterna (se detaljritning i bilaga).

Resultatet man fått från den slutgiltiga lösningen är att systemet ligger på gränsen mellan ljudklass B och ljudklass C. Vid korrekt montering hoppas man på att huset skall klara ljudklass B och att detta skall kunna uppmätas efter det att huset är klart. En eventuell felmontering kan drastiskt försämra ljudisoleringen och då komma i ljudklass C istället. Detta är ett kritiskt moment där ett stort ansvar vilar på hantverkarna som inte får ta genvägar för att förenkla monteringen säger Patrik Jensen.

Produktionen av elementen är industrialiserad och därför är passformen viktig. Fabriken måste hålla sig inom givna toleranser och det perfekta scenariot är att differenserna skall kompensera ut varandra. Skulle det istället vara så att många väggelement kommer att vara några millimeter för långa kan detta innebära att en lösning måste göras på plats för att inte de ljuddämpande klossarna trycks ihop eller andra konsekvenser sker och på så sätt akustiken försämras. Vad som inte får ske är att bjälklaget spänns ner för hårt för att kompensera den extra höjden. De ljuddämpande klossarna kommer då att förlora sin funktion och ljudklass B kanske inte gäller.<sup>52</sup>

### 6.1.3 Brand

Byggsystemet är dimensionerat för att klara R90 (förklaring till brandkravsbeteckningar finns på kapitel 4.1) och det har man löst med traditionella lösningar enligt Patrik Jensen som är en av grundarna av CBBT-systemet. Han menar också på att det inte finns några unika eller speciella lösningar ur brandsynpunkt utan allt är löst på traditionellt sätt. Det fanns dock en kritisk punkt där det var svårare att lösa brandproblematiken, det var infästningen av bjälklaget men till slut fann man en bra lösning även för det. I övrigt klarar man brandkraven genom att använda dubbla gipsskivor och brandtäta skarvar och springor. Ett problem med dubbla skivor är att det tar lång tid att montera och det går inte göra det på fabrik, istället har man löst det med att det första lagret skivor är monterat på fabrik och det andra lagret monteras på plats.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Studiebesök

<sup>53</sup> Jensen

## 6.2 Skonaren

Skonaren är ett bostadsprojekt i Västra hamnen i Malmö som uppförs av Derome Mark & bostad tillsammans med bl.a. Henrik Jais-Nielsen & Mats White Arkitekter. Konstruktionsritningarna görs av Tyréns och byggnationen utförs av Veidekke. Kv. Skonaren består av både betong- och trähus, den högsta delen på nio våningar är konstruerad i betong och de lägre husen på fem våningar är konstruerade i trä. Bostäderna som ska byggas är uppdelade i 37 bostadsrätter och 32 hyresrätter. Vi kommer att göra vår fallstudie främst på ett av husen med hyresrätter (hus A), det huset ska bli 5 våningar högt med trästomme och dessutom vara ett passivhus. De delar av husen som konstrueras med trästomme är gjorda med det nya byggsystemet.

### 6.2.1 Arkitektonisk utformning

För att skapa ett område med attraktiva boendeformer byggs det lägenheter som kommer att passa många olika målgrupper. Allt från mindre tvåor till större flerfamiljslägenheter vilket skall skapa mångfald och rörelse. Det viktigaste vid utformningen av bostäderna var att skapa ett behagligt boende med mycket ljus och en vacker utsikt. Tornet som blir nio våningar högt kommer att vara den näst högsta byggnaden i västra hamnen då endast Turning Torso är högre berättar Landén<sup>54</sup>.



Bild: Landén

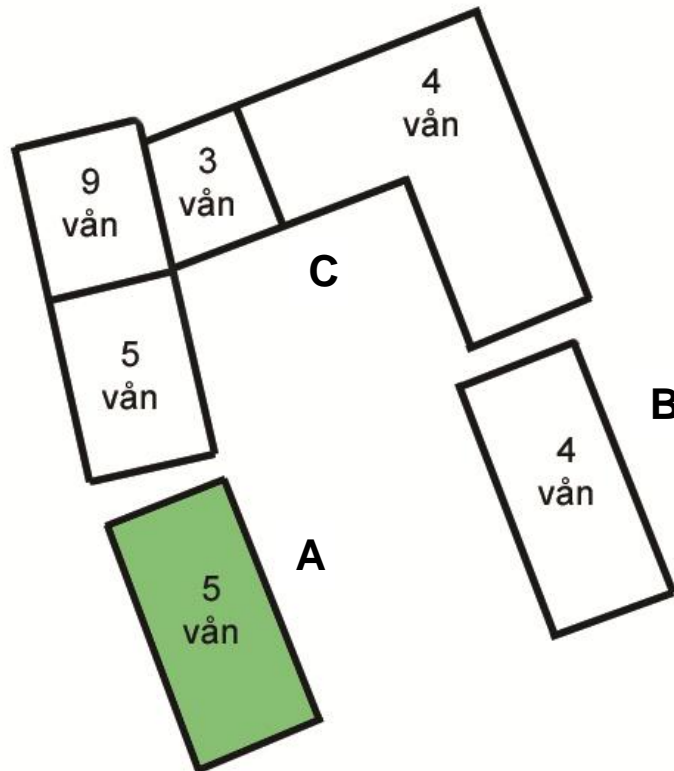
---

<sup>54</sup> Landén



### 6.2.2 Kvarterets uppbyggnad

Skonaren är ett kvarter som består av tre stycken bostadshus som gjorts i enhetligt utförande. A, B och C.



Under husen är det anlagt ett gemensamt källarplan som hushåller parkeringsplatser samt tekniska installationer. Detta plan är under marknivå i hela kvarteret och parken som skall vara i mitten har anlagts ovanpå detta. Hus C är en kombination av betong samt trä där niovåningshuset är konstruerat med betongstomme. Den lägre delen har betongstomme på plan ett med överliggande bjälklag i betong. Efter detta reser sig en trästomme resterande våningar. Detta hus är upprättat enligt minienergistandard.

Hus A och B har även dessa en betongstomme med överliggande betongbjälklag på plan ett där sedan resterande våningar har trästomme. Dessa är upprättade enligt passivhusstandard berättar Landén.

### 6.2.3 Detaljplan

En förutsättning samt begränsande faktor är den mycket stränga detaljplan som utformats av Malmö stad redan innan projekteringen av huset startat. Nisse Landén som är ansvarig arkitekt anser att denna detaljplan är något sträng och begränsar alla inblandade aktörer från att välja de bästa lösningarna. Nisse Landén föredrar en utformning av detaljplan i samband med tidig projektering för att kompromissa och skapa bästa möjliga resultat.

Detaljplanen föreskriver bland annat att en stegbil skall nå femte våningen från gatan vilket senare visar sig bli omöjligt då utformning av trottoaren hindrade detta. Ändringen ledde i sin tur till att byggnadens utformning var tvungen att ändras i efterhand vilket är kostsamt. Även hårda ljudkrav mot den omgivande gatan visade sig vara ett problem. Det fanns även krav på att första våningen skulle kunna användas till butikslokaler med möjlighet till ombyggnad.

#### 6.2.4 Arkitektens lösningar med det rådande byggsystemet

För att skapa ett hus med attraktiva lägenheter måste den arkitektoniska utformningen vara tilltalande för de boende. Att arbeta med ett byggsystem i trä skiljer sig avsevärt i jämförelse med ett betongsystem. Man försöker skapa frångilda lägenheter för att minimera ljudtransport mellan lägenheterna. Även förändringar efter byggnadens upprättande kan skapa problem då dessa kan göra att lägenheter inte är frångilda på ett korrekt sett. En välgjord projektering som räknar med byggnadens eventuella förändringar är därför ett måste.

Landén menar på att det går att skapa häftiga lägenheter med byggsystemet och att detta inte hindrar häftiga lösningar i större utsträckning. Man måste bara hitta nya lösningar och kompromisser samt arbeta nära konstruktörerna för att utarbeta möjliga lösningar. En sak som Landén var lite missnöjd med var att byggsystemet inte tillåter möjligheten att göra en extra våning med indragna ytterväggar, ett så kallat ”penthouse”. En sådan våning är svår att göra då lasterna måste fördelas ut i ytterväggen eftersom bjälklagen inte klarar av den lasten som ett penthouse innebär. Dock säger sig Fredrik Karlsson, en av konstruktörerna att det visst är möjligt då byggsystemet är anpassat till åtta våningar och då finns det lite marginaler för att det skulle kunna vara möjligt med vissa modifikationer och givetvis en ökad kostnad.

Då kv. Skonaren kan anses vara ett pilotprojekt för detta nya byggsystem är Landén mycket nöjd med samarbetet och de lösningar som diskuterats fram. De ändringar som gjorts i byggsystemet under projekteringen av huset har gynnat resultatet och kan användas i framtida projekt. Landén är positiv till arbete som inkluderar trä då han anser att det är ett bra material att arbeta med och även ett material som ger en god arbetsmiljö. Att bygga i trä är en bra alternativ metod.

## 7 Diskussion

Trä är ett naturligt material med lång tradition inom mindre hus i svenska byggbranschen. Kunskapen om att bygga högt i trä är dock långt eftersatt i jämförelse med betongbyggandets. En stor anledning till att svenska byggbranschen inte besitter så stor kunskap när det gäller att bygga högt i trä är just till följd av det förbud som funnits i Sverige de senaste 100 åren vilket innebar att det inte var tillåtet att bygga högre än två våningar i trä.

Att införa ett sådant förbud under 1800-talet var en rimlig åtgärd för att minska de stora stadsbränderna. Det kan dock upplevas lite sent att vänta enda tills 1994 för att upphäva denna lag vilket skedde i samband med att Sverige gick med i EU.

Den rådande lagen säger inte vad som inte får användas för att ett hus skall vara godkänt ur brandperspektiv utan ställer krav på den brandklass huset skall uppnå för att vara godkänt. Detta regelverk är också mycket bättre för byggbranschens utveckling då det finns utrymme för att hitta nya lösningar som kan uppnå de rådande kraven. I samband med lagändringen som skedde 1994 började byggbranschen sakta men säkert fundera på möjligheterna med att bygga högre i trä och framförallt träbranschen funderade på om det öppnats en ny marknad för dem och funderade på vilka svårigheter detta innebar.

Brand var väldigt viktigt att lösa på ett korrekt sätt då man inte ville råka ut för brandproblem vilket riskerade att återigen skapa ett förbud mot att bygga högt i trä. Tekniken som finns på 2000-talet skiljer sig mycket från den som var tillgänglig när förbudet först infördes.

Vad byggsystemet CBBT visar är att man på ett bra sätt löst de brandkrav R90 som lagstiftningen efterfrågar. Med en väl beprövad lösning som använder dubbla gipsskivor och välutformade genomtänkta lösningar är det inga problem att få en brandstandard som kan mäta sig kravmässigt med ett hus i betong. Dock är det mycket mer komplicerat att uppnå brandkraven i ett hus med trästomme. Det finns många kritiska moment och svårigheter som lätt kan skapa en brandfarlig konstruktion, det räcker med att någon inte tänker på att täta ett hål i väggen efter exempelvis en installation av något slag, då kan branden lätt sprida sig in bakom gipsskivorna och få förödande konsekvenser. Dessa problem har man inte på alls samma sätt i en betongkonstruktion. En annan negativ aspekt ur brandsynpunkt är de skador som en brand kan orsaka på trähusets stomme. Vid renovering av ett brandskadat trähus krävs det att stommen i många fall måste bytas ut då dess förkollnade yta och minskade bärighet inte kan användas som byggnadsmaterial. Detta är en stor kostnad och en renovering blir kostsam.

Att trähus är mer brandfarliga är inget som de bransch-kunniga vi pratat med håller med om utan de artiklar som påstår detta saknar ofta ordentligt underlag eller bortser från viktiga aspekter. Vad som dock kan vara förödande för ett hus i trä är om hantverkare inte är medvetna om materialens funktion och

missar viktiga bitar vad gäller springor mellan gips vilket kan göra att brandegenskaperna blir mycket sämre än de projekterade. Trähus är mycket mer känsliga för sådana fel än betonghus. Detta beror till stor del på den komplexa lösning som krävs vid inklädnad med gips och även hål för diverse installationer som även kan tillkomma i efterhand.

Angående artiklarna som togs upp i inledningen som starkt hävdar att träbyggnader brinner oftare och är farligare att bo i anser vi på många sätt saknar ordentlig grund. Det som kan ifrågasättas är att bara 150 bränder utav 1149 stycken har granskats och det skrivs heller inte hur gamla husen där bränderna ägt rum i är. Det kan mycket väl vara äldre byggnader där brandkraven inte har varit lika stora och som med dagens krav och kunskaper aldrig skulle bli någon brand. Det som däremot stämmer och tas upp i en av artiklarna är att bränder i trähus kostar betydligt mer än bränder i betonghus.

Akustik i trähus är ett ämne som diskuteras mycket i både tidsskrifter och forskningsprojekt. Att detta är ett stort ämne just för tillfället beror till stor del på den undermånlige ljudprestationen av lätta konstruktioner de senaste åren och även på att samhället idag ställer mycket högre krav på att inte störas av grannar samt omgivande trafik.

Tyngden har stor betydelse för hur bra en byggnadsdel står emot genomsläpplighet av ljud. Betongkonstruktioner som är betydligt tyngre än en trästomme klarar ljudkrav mycket bättre än träkonstruktioner som har lättare för att föra vidare vibrationer och leda dessa mellan lägenheter. Det krävs alltså en mycket mer komplex projektering för att ett hus i trä skall ha samma ljudklass som ett hus i betong.

Akulite är ett nationellt projekt som har som mål att samla kunskap och resultat inom akustikproblem för att det skall kunna göras trähus som presterar lika bra som betonghus. Många akustikexperter är inblandade och det går bra för projektet som är halvvägs färdigt. Det resultat som förväntas skall göra det lättare för vidareutveckling av tekniska detalj- och konstruktionslösningar samt ena branschen och förenkla utbyte av information. En viktig aspekt som Akulite innehåller är utvecklingen av en mätmetod som skiljer sig mellan trähus och betonghus. Det är inte rimligt att de skall ha samma utvärderingsmetod då en betongstomme och trästomme beter sig helt olika när man ser till akustiska aspekter.

Platsbygge som är den vanligaste metoden att bygga hus på utmanas genom prefabriceringen av plattelement och användandet av byggsystem. Om dessa börjar tillverkas i större skala hoppas branschen på att det skall leda till billigare byggnader. Vid byggnation med byggsystem sparar man även monterings tid samt minskar risken för fuktskador då monteringen på plats skall ske under väderskydd. Att prefabricera har alltså många fördelar så länge man klarar av att effektivisera processen så pass mycket att kostnaderna blir

låga. Betongbranschen har länge arbetat med en kombination av prefabricerat samt platsgjutning där man väljer det bästa från de två metoderna och utnyttjar deras styrkor. Kan en liknande kombination göras vid byggnation av trähus kan mycket pengar sparas och möjlighet till ökade produktionsmöjligheter ger lägre priser då ett element kan användas på många olika sätt och kombineras i flertalet olika hus utan begränsningar.

Problemet med prefabricerade väggelement i trä är den låga grad av flexibilitet som inte tillåter elementen att användas på ett enkelt sätt i olika byggnader. Anledningen till att det är ganska så svårt att kombinera en prefabricerad vägg eller bjälklag är den komplexa infästning som krävs vilket skiljer sig mycket åt i jämförelse med betong. Vid träbyggnation med höga ljud- och brandkrav finns det oändligt många möjligheter att ordna infästningarna utan att egentligen någon presterar önskvärt ur ljudperspektiv.

Byggsystemet CBBT är svårt att kombinera med andra lösningar än just de som ingår i detta system. Infästningen är komplex och ändringar i denna är kritiskt. Kan Akuliteprojektet leda till att branschen enas om en infästningsmetod som presterar bra nog och kan används nationellt kommer detta med stor sannolikhet revolutionera branschen och helt nya möjligheter till industrialiserad byggnation kommer att finnas. Då kan prefabriceringen göras i större skala och det industriella träbyggandet kan på allvar dra igång.

Skonaren är ett pilotprojekt för CBBT och resultatet för denna byggnad är därför oerhört viktig för byggsystemets framtid. Inblandade konstruktörer och arkitekter har alla en positiv inställning till projektet. Derome som är huvudfinansiär hoppas givetvis på att systemet skall bli lyckat och kunna användas framöver. Viktiga faktorer för att systemet skall kunna användas är att det blir kostnadseffektivt, presterar minst ljudklass B och att det är flexibelt och kan skapa vackra byggnader.

Vad man visat med att bygga Skonaren är att systemet är väl anpassningsbart. Arkitekt och konstruktör har inte känt sig begränsade. Kostnaden har varit stor för just Skonaren. Dock är detta första projektet och man bör se vilken effektivisering som kan göras till framtida projekt för att beräkna en möjlig kostnad. Det finns inget som tyder på att kostnaden för CBBT skall vara lägre än byggnation i betong. Den vinst som kan göras sker framförallt ur miljöaspekt som blir alltmer viktig.

Att det färdiga huset i kvarteret Skonaren skulle klara ljudklass B anser vi är svårt då tester där en modell byggdes i fabrik visade på att man precis klarade ljudklass B. När montering sker på bygget kommer det antagligen vara svårt att uppnå denna ljudklass. Detta tror vi beror på de toleransnivåerna man har på fabriken och gör att byggdelarna inte kommer passa perfekt ihop alltid. Mellanläggningen kommer i vissa fall till stor sannolikhet inte ha möjlighet att prestera hundra procent av sin kapacitet och ljudklass C kommer då antagligen att uppnås. Det skall även tas i beaktning att Akuliteprojektet inte har

presenterat sina resultat ännu och det är möjligt att en ny metod för att mäta ljudprestationer i trä kommer att utformas vilket kan ge helt andra resultat. En viss osäkerhet vilar alltså över ljudprestationerna i huset. Vad som talar för att det är ett bra system är Delphine Bards positiva inställning till den lösning som användes. Hennes positiva inställning berodde mycket på att lösningen med sylomerklossar har använts i liknande former tidigare med förhållandevis goda resultat. De åtskilda lägenheterna skall förhoppningsvis prestera bra i jämförelse med andra hus i trä. Det är dock en lång bit kvar innan man uppnår en ljudstandard som är så pass bra att den kan mäta sig med ett betonghus.

## 8 Slutsats

Att bygga i trä gör byggnader lyhörda om inte åtgärder görs för att minska spridningen av ljud. Idag finns inte tekniken som gör det möjligt att till rimliga kostnader bygga höga hus i trä som ljudmässigt presterar bättre än betongvarianten. Det krävs komplexa lösningar till dyra kostnader som förmildrar ljudproblem till önskvärd nivå. Mycket förbättringar finns kvar att göra, detta är fullt förståeligt med tanke på den ringa tid branschen har haft att utveckla lösningar.

Akulite är det främsta nationella forskningsprojektet inom akustik idag. Branschen hoppas att många problem kan lösas med detta projekt. Leder projektet till en ny mätmetod för hus med lätta stommar samt tekniska lösningar som presterar önskvärt, kanske en standard för infästningar kan sättas. Det skulle vara ett rejält uppsving för träindustrin som då skulle konkurrera mer slagkraftigt på bostadsmarknaden.

Brand är inte längre ett problem på den svenska byggmarknaden. Trähus klarar av att leverera de krav som ställs utan bekymmer. Trähus är dock mycket känsligare för slarv och okunnighet. Risken för att detta kan leda till farliga hus är mycket större i trähus vid jämförelse med betonghus. Att renovera ett trähus efter brand kostar också betydligt mer än renovering av betonghus. Risken för personskador bedömer vi dock som likvärdig.

Skonaren använder den senaste träbyggnadstekniken och har lyckats uppnå vad många försökt skapa. Ett flexibelt byggsystem som tillåter utformning av unika byggnader med stor variation. Visar sig Skonaren prestera bra vid akustikmätningar och de boende trivs med ljudklimatet är CBBT definitivt ett system att arbeta vidare på.

Att bygga ett hus i trä kräver en mer komplex lösning där det finns utrymme för förbättringar. För att säkerställa den projekterade brand- och akustiklassen krävs det att hantverkaren är erfaren och väl insatt i projektets kritiska moment.

Som det ser ut i nuläget så är trähus är mer lyhörda och vid fel montering är de även mer brandfarliga. Dock finns det utrymme för förbättringar och i framtiden är det mycket möjligt att flervåningshus i trä kan mäta sig med betong.





## 9 Referenser

### 9.1 Litteratur

Betongforum. (2006) *Brandrapport 2006*

Boverket. (2005) *Bostäder byggda med volymelement*

Boverket. (2008) *Boverkets byggregler*

Elwing, C och Sjögren, K (2006) *Prefabricerade hus – En fråga om kvalitet, ekonomi och byggtid*

Hagberg, K. (2009). *Industriell behovsanalys – akustikforskning för flerbostadshus med lätta stommar*. WSP Akustik

Hagberg, K. (2010). *AkuLite*. Bygg & teknik Nr 2/10

Isaksson, Mårtensson, Thelandersson. (2005). *Byggkonstruktion*

Stehn, L & Rask, L & Nygren, I & Östman, B. (2008) *Byggandet av flervåningshus i trä*.

Skogsindustrierna. (2004). *Att välja trä*.

Träinformation. (1999). *Träinformation*. Nr 2/99

Uneram, C (2009) *Skydd mot brand – Före, under och efter räddningsinsats*

1 Östman, B. (2008) *Akustik i träbyggnader*

2 Östman, B. (2008) *Acoustics in wooden buildings*. SP Träteknik

## 9.2 Internetsidor

Andersson, R. (2010). Granskat: Storbränder vanligare i trähus! *Betong.se*. Tillgängligt: <<http://www.betong.se/?p=2765>> 2011-04-05

Betongbanken. *Betong – egenskaper*. Tillgängligt: <<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=4678>> (2011-04-20)

Betongvaror. *Om betongvaror*. Tillgängligt: <<http://www.betongvaror.se/om-betong.html>> (2011-03-01)

Betongvaruindustrin (2009). Förbjud stommar av trä i flervåningshus i städerna. *Betongvaruindustrin.se*. Tillgängligt: <<http://www.betongvaruindustrin.se/sv/System/Artiklar-Startsida/Forbjud-stommar-av-tra-i-flervaningshus-i-staderna/>> (2011-04-05)

Christer Berner AB. *Hus på fjädrande bädd med Sylomer & Syldyn*. Tillgängligt: <<http://www.cbab.se/default.aspx?id=21283&productgroup=1541&product=5114>> (2011-04-06)

Forskning & framsteg. *Flervåningshus av trä*. Tillgängligt: <<http://www.fof.se/textruta/flervaningshus-av-tra>> (2011-02-15)

Knauf Danogips. *Konstruktioner och brand*. Tillgängligt: <[http://byggsystem.knaufdanogips.se/physics/ph\\_fire/constructions.html](http://byggsystem.knaufdanogips.se/physics/ph_fire/constructions.html)> (2011-03-02)

Massivträhus. *Välkommen till en värld av massivt trä!* Tillgängligt: <<http://www.massivtrahus.se/>> (2011-02-14)

Multisol träfiber. *Brandegenskaper hos Thermocell*. Tillgängligt: <<http://www.multisoltrafiber.se/brand.htm>> (2011-02-15)

Nationalencyklopedin. *Lösvirkeshus*. Tillgängligt: <<http://www.ne.se/l%C3%B6svirkeshus>> (2011-02-18)

Redlund, M. (2005). Elva gånger säkrare att bo i betonghus än i trähus. *Betongindustrin.com*. Tillgängligt: <[http://byggindustrin.webdoc.nu/nyheter/elva-ganger-sakrare-att-bo-i-betonghus-a\\_\\_4396](http://byggindustrin.webdoc.nu/nyheter/elva-ganger-sakrare-att-bo-i-betonghus-a__4396)> (2011-04-05)

Svensk betong. *Betong*. Tillgängligt:  
<<http://www.svenskbetong.se/betong.html>> (2011-03-01)

Svensk byggtjänst – AMA. *Stomelement av massivträ*. Tillgängligt:  
<<http://ama.byggtjanst.se/Default.aspx?articleId=80&Typ=AmaNytt>> (2011-02-14)

Träguiden 1. *Val av stomsystem, produktionsmetod och installationer*.  
Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1311&contextPage=1301>> (2011-02-14)

Träguiden 2. *Pelarbalkstommar – generellt*. Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=7442&contextPage=5937>> (2011-02-14)

Träguiden 3. *Massivträteknik - projekterings- och produktionsaspekter*.  
Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1334&contextPage=5937>> (2011-02-14)

Träguiden 4. *Generell beskrivning av lättbyggnadsteknik*. Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1324&contextPage=5937>> (2011-02-14)

Träguiden 5. *Lättbygg - slutna element* Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1328&contextPage=5937>> (2011-02-22)

Träguiden 6. *Brandegenskaper*. Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1115&contextPage=4962>> (2011-02-15)

Träguiden 7. *Skogsindustri*. Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1051&contextPage=1048>> (2011-02-25)

Träguiden 8. *Stammens uppbyggnad*. Tillgängligt:  
<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1059>> (2011-02-25)

Träguiden 9. *Årsringar*. Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1061&contextPage=1055>> (2011-02-25)

Träguiden 10. *Träets egenskaper*. Tillgängligt:

<<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1105&contextPage=4962>> (2011-05-05)

Träteck, Boendesprinkler. *Frågor och svar om brandsäkerhet i våra hem*.

Tillgängligt: <<http://www.boendesprinkler.info/faq.asp>> (2011-02-16)

Veingebetong. *Betong*. Tillgängligt:

<<http://www.veingebetong.se/betong/>> (2011-04-20)

### **9.3 Muntliga källor**

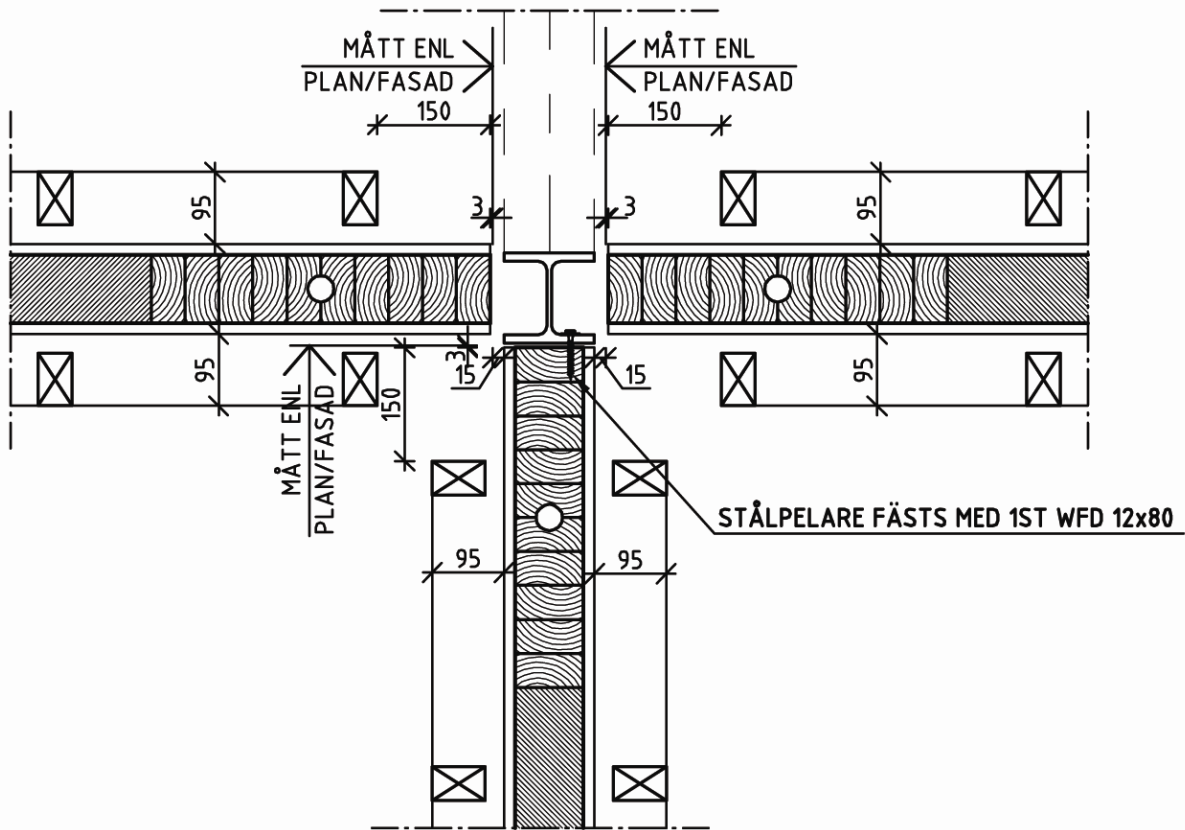
Bard, D. Docent Lunds tekniska högskola & Deltagare AkuLite.  
(2011-03-23)

Jensen, P. Konstruktör Tyréns AB. (2011-04-08)

Karlsson, F. Konstruktör Tyréns AB. (2011-01-25)

Landén, N. Arkitekt Henrik Jais-Nielsen Mats White Arkitekter AB (2011-03-17)

## 10 Bilagor



**a.hus**

ETT FÖRETAG I DEROMEGRUPPEN

Box 10418  
434 24 KUNGSBACKA  
Tel 0300-56 88 00  
Fax 0300-56 88 90  
www.a-hus.se



**TYRÉNS**

252 21 HELSINGBORG 042-489 18 00

UPPDRAG NR  
223978A

RITAD AV  
PAJ/MLU

DATUM  
2010-02-19

HANDLÄGGARE  
MATS LUNDSTRÖM

ANSVARIG  
PATRIK JENSEN

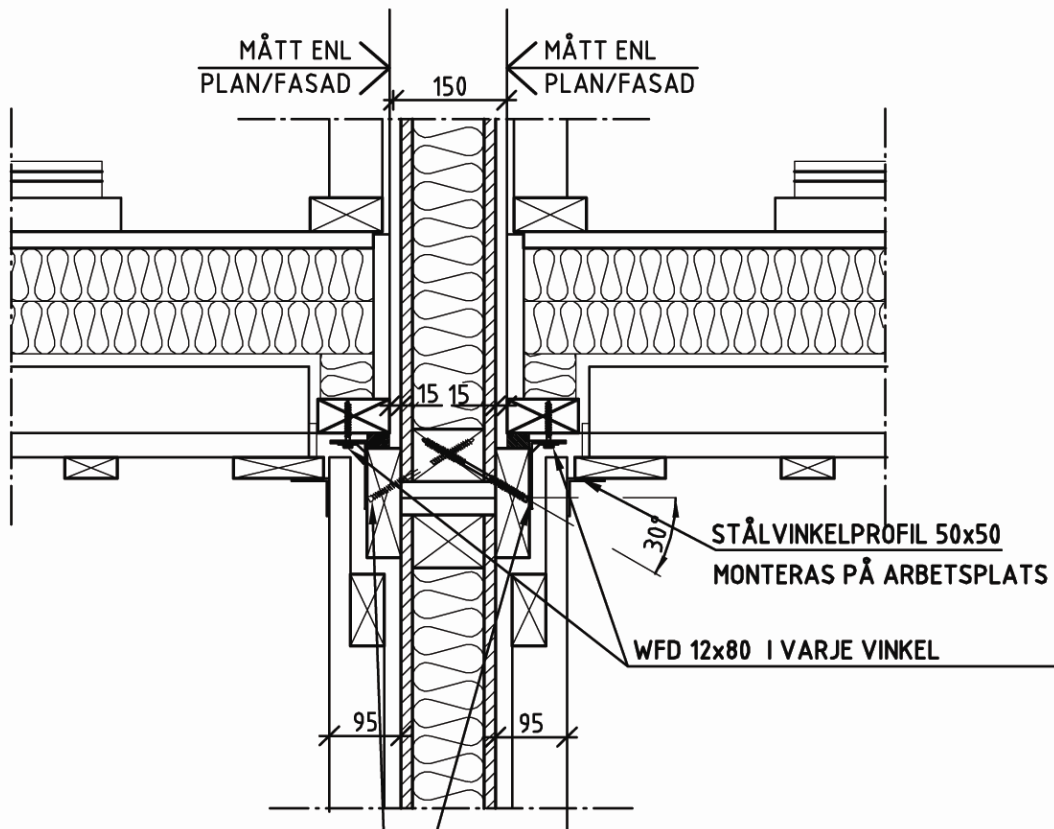
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

**BYGGHANDLING**

**MONTAGEDETALJ KV. SKONAREN  
LÄNGSSKARV PB\_B , SV**

**MONTAGEDETALJ**

SKALA	ORDER NR	NUMMER	BET
	-	M065	



LEJD FÄSTS MED 3st WT-T SKRUVAR  
 I VARANNAN HÅLGRUPP OCH 2ST WT-T SKRUVAR  
 I DE MELLANLIGGANDE HÅLGRUPPERNA

**a.hus**

ETT FÖRETAG I DEROMEGRUPPEN

Box 10418  
 434 24 KUNGSBACKA  
 Tel 0300-56 88 00  
 Fax 0300-56 88 90  
 www.a-hus.se

**TYRÉNS**

252 21 HELSINGBORG 042-489 18 00

UPPDRAG NR  
 223978A

RITAD AV  
 PAJ/MLU

DATUM  
 2011-02-11

HANDLÄGGARE  
 MATS LUNDSTRÖM

ANSVARIG

PATRIK JENSEN

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

**BYGGHANDLING**

**MONTAGEDETALJ KV. SKONAREN  
 HORIZONTALSKARV BG, SV**

**MONTAGEDETALJ**

SKALA

ORDER NR

NUMMER

BET

**M073**