

Valet av mellanbjälklag

En jämförelse av prefabricerade
betongbjälklag till flerbostadshus



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Bygghälsökäper/Avd för Byggproduktion**

Examensarbete:
Christina Andreasson

© Copyright Christina Andreasson, 0734-226330

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

Dagens behov av bostäder stimulerar till ett ökat flerbostadsbyggande. Detta leder i sin tur till att det är intressant att finna en byggmetod som ger kort byggtid samtidigt som slutresultat ska upplevas attraktivt. Prefabricerade komponenter i projektet erbjuder kortare byggtid och då de även består av betong ger det möjlighet till beständiga och hållbara hus. Under uppförandet av flerbostadshus är mellanbjälklaget en viktig del som påverkar projektet i sin helhet. Mellanbjälklaget har bland annat i uppgift att stabilisera byggnaden, uppfylla krav mellan lägenheter samt uppnå bärighet på de spännvidder som efterfrågas. Olika typer av bjälklagsplattor ger skilda möjligheter och begränsningar där bland annat byggtiden beror av flera faktorer. Därför är det relevant att finna en lösning som ger flest fördelar för en effektiv process, ur en objektiv undersökares perspektiv.

De bjälklagsplattor som ingår i denna undersökning är slakarmerade och förspända plattbärlag, slakarmerade och förspända homogena bjälklagsplattor samt HD/F. Förutom kraven i BBR påverkas mellanbjälklaget i ett flerbostadshus av många faktorer som flexibilitet i planlösningen, tjocklek, installationer och så vidare. Men valet av bjälklag påverkas även av beställarens, arkitektens och av konstruktörens vilja. Sen är det upp till entreprenörer och leverantörer att samarbeta för att uppnå en smidig arbetsgång där tidplanen uppfylls, en god ekonomi erhålls och antalet fel minimeras. Denna studie inkluderar intervjuer med entreprenörer och leverantörer av prefabricerade betongelement. Målet har varit att undersöka området och utreda hur de olika aktörerna ser på valet av mellanbjälklag. Enligt resultaten i denna rapport har det visat sig att entreprenörer och leverantörer har olika syn på hur mycket faktorerna påverkar bjälklaget och vilken variant som efterfrågas mest.

Under detta projekt har det även framkommit att det finns många nyanser i valet av bjälklag och att faktorerna varierar beroende på projekt. En bjälklagsplatta fungerar olika bra i kombination med den övriga konstruktionen och de undersökta plattorna erbjuder mycket skilda fördelar. För att uppnå en effektiv process handlar det om att kombinera olika varianter för att utnyttja respektive plattas största möjligheter. Det har även framkommit att valet av bjälklag ofta görs tidigt i processen, redan innan entreprenören kontaktar leverantören. Oberoende av valet och när i processen beslutet tas kvarstår faktum; behovet av ekonomiskt överkomliga bostäder kommer alltid att finnas kvar i framtiden.

Nyckelord: Mellanbjälklag, flerbostadshus, prefabricering, byggprocessen, betong, plattbärlag, förspända plattbärlag, homogena/massiva bjälklag, förspända homogena/massiva bjälklag, HD/F, leverantörer, entreprenörer

Abstract

Today's housing needs promotes an increased number of housing constructions. This in turn means that it is interesting to find a construction method which provides shorter building time while the final result should be perceived attractive. Prefabricated components in the project offer a shorter building process and when they also are made of concrete it provides the opportunity for durable and sustainable buildings. During the construction of apartment buildings is intermediate floor an important element that affects the project in its entirety. The floor structure has the particular task of stabilizing the building, fulfill the requirements and to achieve load-bearing capacity of the expected span. Different types of floor plates provide different opportunities and constraints and building process is due to multiple factors. Therefore, it is relevant to find a solution that provides several advantages for an efficient process, from an objective investigator's perspective.

The floor joists that are included in this study is slack, and prestressed prefab slabs, slack and prestressed massive floor joists as well as HD / F. In addition to the requirements of BBR is the intermediate floor affected by many factors such as flexibility in layout, thickness, installations and so on. But the choice of floor joists is also affected by the client, architect and the designer's will. Then it's up to building contractors and suppliers to work together to achieve a smooth workflow in which the schedule are fulfilled, a good economy is obtained and the number of faults is minimized. This study includes interviews with building contractors and suppliers of precast concrete. The goal has been to investigate the area and how the different building contractors and suppliers look at the choice of an intermediate floor. The results in this report has shown that contractors and suppliers have different views on how much the factors affects the construction and which joist that is most wanted.

During this project, it has emerged that there are many nuances in the choice of joists and the factors varies depending on the project. The choice of joists is often done early in the process, already before the building contractor contact the supplier. A floor slab works different in combination with the other construction design and the studied plates offers very different advantages. To achieve an efficient process, it is about combining different plates to use each joist's greatest opportunities. Whatever the choice will be and when in the process the decision is taken, the fact remains: the need for affordable housing will always remain in the future.

Keywords: Intermediate floor, apartment buildings, prefabrication, construction process, concrete, prefab slabs, prestressed prefab slabs, massive slabs, prestressed massive floors, hollow core, suppliers, building contractors

Förord

Detta arbete utgör den sista delen av min studieperiod på Campus Helsingborg, Lunds Tekniska Högskola (LTH). Sedan hösten 2008 har det varit en händelserik skolgång som nu avslutas med ett examensarbete inom ett område som jag tror mycket på inför framtiden .

Det har varit en intressant process som har bidragit till så väl personlig utveckling som kunskapsökning inom området byggprocessen samt prefabricerade betongelement. Jag har varit ute i delar av byggbranschen och fått med mig många erfarenheter som jag inte var beredd på i starten av projektet. Något jag imponerats av är hur tillmötesgående många personer i branschen är och villiga att dela med sig av sina kunskaper. Därför vill jag rikta ett stort tack till alla entreprenörer och leverantörer som jag varit i kontakt med under resans gång och de viktiga synpunkter som ni bidragit med.

Jag vill tacka examinator Stefan Olander och framförallt handledare Kristian Widén, på LTH, för både personlig support och värdefulla diskussioner som varit avgörande för detta arbete.

En person som varit till otroligt stor hjälp från projektets start till målgång är min bror Christoffer. Tack för att du har gett mig tid till diskussioner och riktlinjer i projektets struktur.

Mina föräldrar har stöttat och peppat mig under hela min studietid, vilket har gett mig kraft att slutföra både mindre och gigantiska uppgifter. Jag är tacksam för ert värdefulla stöd och att ni varit involverade i arbetet med denna rapport.

Mitt sista tack vill jag rikta till min familj Jonas, Benjamin och Didrik för att ni tror på mig. Er positiva energi har motiverat mig till att alltid försöka göra mitt bästa.

Med detta projekt i ryggsäcken kan man säga att jag fått med mig mer än endast kunskaper om betongbjälklag. Fördjupningen i det område jag har gjort gör att det känns stimulerande och spännande att börja arbeta inom en bransch som sätter avtryck i vår omgivning.

Innehållsförteckning

1 Inledande del	1
1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Bostadsbyggandet ökar	1
1.1.2 Effektivt med prefabricering	2
1.1.3 Byggprocessen	3
1.1.4 Mellanbjälklaget påverkar projektet	4
1.1.5 BBR	5
1.2 Problemformulering	5
1.3 Syfte och mål	5
1.4 Avgränsningar	6
1.5 Disposition	7
1.6 Läsanvisning	7
1.7 Metod	7
1.7.1 Informationssökning	8
1.7.2 Intervjuprocessen	9
1.7.3 Sammanställning av intervjuer	12
1.7.4 Rapportskrivning	13
2 Teoretisk ram	15
2.1 Byggprocessen	15
2.2 Mellanbjälklag i flerbostadshus	16
2.3 Skillnad mellan slakarmerade och förspända produkter	16
2.4 De fem bjälklagsplattorna	19
2.4.1 Plattbärlag	20
2.4.2 Homogena bjälklag	22
2.4.3 HD/F	23
3 Fördelar och nackdelar med de fem bjälklagen	25
3.1 Övergripande	25
3.2 Plattbärlag	26
3.2.1 Slakarmerade plattbärlag	30
3.2.2 Förspända plattbärlag	30
3.3 Homogena bjälklag	32
3.3.1 Slakarmerade homogena bjälklag	35
3.3.2 Förspända homogena plattor	36
3.4 HD/F	36
4 Marknaden idag	43
4.1 Utgå från prefab i starten av ett projekt	43
4.2 Entreprenörers och leverantörers syn på efterfrågan av bjälklag	44
4.3 Entreprenörens val	45

5 Valet av bjälklag i byggprocessen	49
5.1 Tidigt val av bjälklag.....	49
5.2 Tidigt skede.....	50
5.3 Arkitekten påverkar valet	51
5.4 Konstruktören påverkar valet	52
5.5 Samarbete med el, vs och vent	54
5.6 Framtid	55
6 Faktorer som påverkar valet av bjälklag	59
6.1 Valet beror av projektet.....	59
6.2 Mellanbjälklaget i ett flerbostadshus påverkas av faktorer .	60
6.2.1 Byggtid.....	61
6.2.2 Pris.....	62
6.2.3 Installationer.....	62
6.2.4 Miljö- produktion, montage, livslängd	63
6.2.5 Vikt.....	63
6.2.6 Estetik och tjocklek på bjälklaget.....	64
6.2.7 Stomme, övriga byggnadsdelar.....	64
6.2.8 Flexibilitet.....	65
6.2.9 Spännvidd.....	65
6.2.10 BBR	67
6.2.11 Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd och driftutrymmen Kap 3.....	67
6.2.12 Bärförmåga, stadga och beständighet kap 4	67
6.2.13 Deformationer - sprickor, nedböjning	68
6.2.14 Brand kap 5.....	68
6.2.15 Hygien, hälsa och miljö kap 6.....	68
6.2.16 Ljud/ bullerskydd kap 7	68
6.2.17 Säkerhet kap 8.....	69
6.2.18 Energihushållning kap 9.....	69
6.3 Faktorernas påverkningsgrad enligt entreprenörer	70
6.3.1 Spontana faktorer.....	70
6.3.2 Faktorer på en skala	71
6.4 Faktorernas påverkningsgrad enligt leverantörer.....	73
6.4.1 Spontana faktorer.....	73
6.4.2 Faktorer på en skala	73
6.5 Jämförelse mellan entreprenörer och leverantörer	75
7 Avslutande del	77
7.1 Analys faktorer	77
7.1.1 Analysverktyg fördel eller nackdel	78
7.1.2 Motivering till fördel eller nackdel	78
7.1.3 Poängsättning	80

7.2 Diskussion	83
7.2.1 Öka informationen	83
7.2.2 Förväntade faktorer	84
7.2.3 De fem bjälklagsplattorna	84
7.2.4 Analysverktyg	86
7.2.5 Byggprocessen.....	86
7.2.6 Erbjud a ett koncept.....	87
7.2.7 ... och ett homogent bjälklagselement.....	87
7.3 Slutsatser	88
7.4 Reflektioner	89
7.5 Exkurs	89
8 Källor	91
8.1 Litteraturförteckning.....	91
8.2 Bild- och tabellförteckning.....	93
9 Bilagor	95

1 Inledande del

Den första delen i denna rapport är uppbyggd för att definiera problemställningen. Inledningen består av en bakgrundsbeskrivning med behovet av nybyggnation, för att sen övergå till hur mellanbjälklag påverkar byggprocessen och vilka krav som ska uppnås. Problemformuleringen ges samt syfte och mål med undersökningen. Vilka avgränsningar som gjorts presenteras samt en disposition över rapportens upplägg. Metoden som valts för att besvara syftet analyseras och redovisas sist i denna inledande del.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Bostadsbyggandet ökar

Behovet av nybyggnation ökar och den nuvarande konjunkturen bidrar till stora möjligheter att utveckla byggbranschen. Det som ökar mest just nu är byggandet av bostäder och det ställer krav på effektiva byggtider samtidigt som krav för utformningen ska uppfyllas. Det kommer alltid att finnas behov av bostäder och det mest effektiva för framtiden är att bygga hus med lång beständighet. Enligt Byggvärlden finns det en stor efterfrågan av bostäder och trenden fortsätter att öka.

*”... det är bostadsbyggandet som lyfter hela byggkonjunkturen, den sektorn har ett byggstartsindex på 67 procent. De stora byggbolagen, som nyligen släppt kvartalsrapporter, ser en fortsatt god bostadsmarknad med stabila priser. Efterfrågan är i grunden så stark att stigande räntor och politiska försök att bromsa prisutvecklingen inte hindrar bolagen från att öka takten i bostadsbyggandet.” (Karlsson, F Bostäder heta på byggmarknaden, Byggvärlden, 28 februari 2011
<<http://www.byggvarlden.se/nyheter/naringsliv/article3106532.ece>>
[2011-04-06])*

Ett tecken på att nybyggnation ökar är byggstartsindex och projekteringsindex. Genom att granska byggstartsindex ges värdet av antalet byggstarter jämfört med samma period året innan. Projekteringsindex visar hur många projekt som är i planeringsstadiet (Karlsson 2011).

Enligt projekteringsbarometern, på nästa sida, syns en uppåtgående trend. Villkoren för att projektet ska tas med i barometern är en byggkostnad på 1 Mkr till 500 Mkr samt att första konsulten är upphandlad (Sverigebygger 2011).

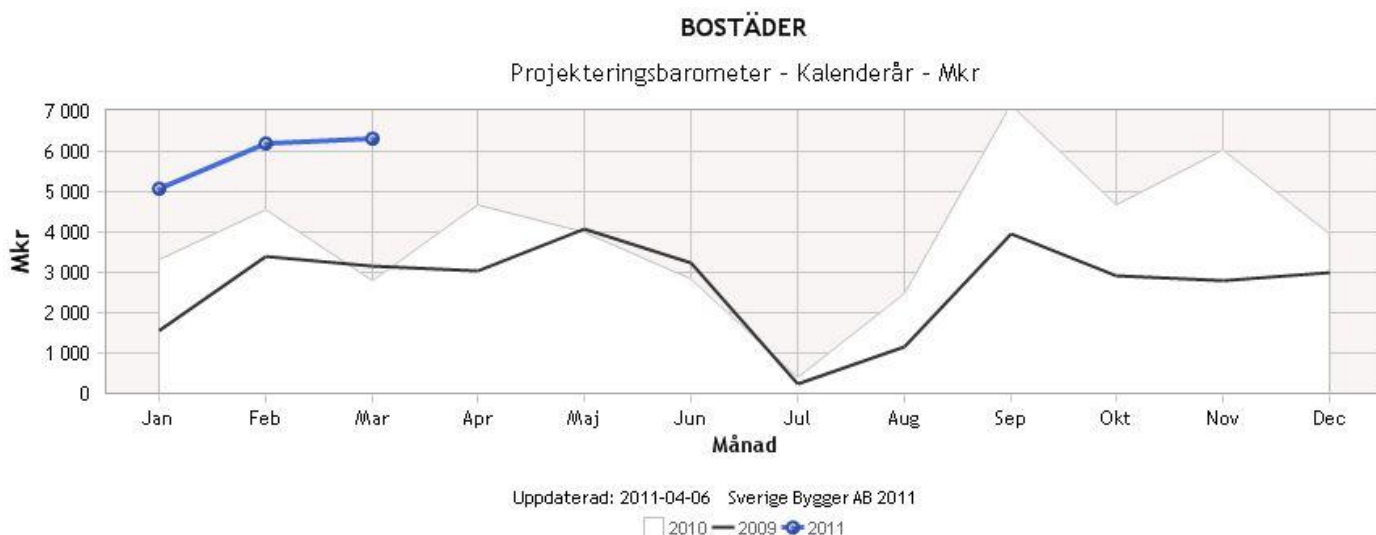


Bild 1.1 Projekteringsbarometern visar en uppåtgående trend. Diagrammet redovisades på Sverige Byggers hemsida med förutsättningen byggstatistik för bostäder.

Källa: Sverigebygger, Byggstatistik <<http://www.sverigebygger.se/Services/frameset.asp?URL=/services/serviceTabMenu.asp>> [2011-04-06]

1.1.2 Effektivt med prefabricering

Byggbranschen söker kontinuerligt efter att förbättras och för att vara konkurrenskraftig på marknaden är det viktigt att kunna erbjuda bästa lösning inom ramarna för projektet. I planeringen av byggprojekt är aktörerna intresserade av att finna produkter och lösningar som gör projektet smidigt, säkert och attraktivt till ett pris som ger möjlighet till att byggnationen även går med vinst. För att mätta behovet av nyproducerade bostäder är prefabricerat byggande en väg till lyckade flerbostadsprojekt. Prefabricerade betongelement är en produkt som med fördel används i flerbostadshus där stommen i byggnaden utgör en omfattande del av projektet, både tidsmässigt och kostnadsmässigt. Genom att tillverka större delen av betongstommen i fabrik kan kvalitén säkerställas samt att det ger förmåner för beständigheten på ett helt annat sätt än med platsgjutet, enligt McConnell (2008). Vidare framhåller McConnell:

”... färg, konsistens och dimensioner av prefabricerade element oftast är av bättre kvalitet än de som kan tillverkas ute på fältet.”

(McConnell (2008) Concrete Construction Engineering Handbook, Kap 10 Structural Concrete System, s 10-38, Taylor & Francis Group, LLC)

Det finns många fördelar med att prefabricera betongelement till flerbostadshus och inte endast för att minska byggtiderna. Av det totala projektet i sig krävs det en omfördelning av produktionstid och projekteringstid.

Benjaoran & Dawood (2006) framhåller stora fördelar med att prefabricera betongelement samtidigt som det krävs en annan typ av planering. Möjlighet att kunna variera designen av byggnader är viktigt, för att varje hus ska få sin egen karaktär, trots att det uppförs med prefabricerade element. Varje element kan anpassas till det specifika projektet, men det finns även krav på leveransdatum, vilket gör att projektering och produktion bör planeras i god tid. Detta innebär skillnader mellan platsbyggt och prefabricerat byggande, men även skillnader mellan massproduktion och anpassad prefabricerad produktion. Benjaoran & Dawood (2006) belyser problemaktiken med de olika byggsystemen, men föreslår ett planeringsprogram för att underlätta vid anpassad prefabricerad produktion. Förutsättningen för ett lyckat prefabricerat byggande är en projektplanering där de delaktiga aktörerna blir informerade i "tidigt skede". Genom en dialog i uppstarten av projektet, med hjälp av ett specifikt program eller inte, kan problemställningar belysas och tekniska lösningar arbetas fram.

1.1.3 Byggprocessen

Vid uppstarten av ett flerbostadsprojekt avgörs de grundläggande förutsättningarna för det framtida arbetet. Det är relevant att besluta om projektet ska utföras som platsgjutet, halvprefab eller helprefab. Vid byggnation med prefabricerade komponenter krävs det längre projektering samt att bland annat handlingar från övriga konsulter inkommer till leverantören i god tid. Eftersom mycket av prefabriceringen går ut på att anpassa elementen efter byggnaden, med de håltagningar och dragningar som ska utföras, behöver prefableverantören ha tillgång till ritningar innan de konstruerar sina element. Då elementen levereras till bygget går montaget snabbt och i projekt med både prefabricerade väggar och bjälklag blir det en mycket effektiv process. Vid prefabricerat byggande ger det mindre möjligheter till justeringar på byggarbetsplatsen, men den totala tidsåtgången blir kortare.

Bild 1.2 Tidplan platsbyggt kontra prefabricerat

Platsbyggt projekt:



Projekt med prefabricerade komponenter:



Bild 1.2 Illustration av hur de olika tidplanerna skiljer mellan platsgjutet och prefabricerat.

Bilden på förra sidan illustrerar hur projektering och produktion fördelas vid ett platsbyggt projekt samt ett med prefabricerade element. Då mycket av produktionen utförs på byggarbetsplatsen innebär det att projektering och produktion kan pågå parallellt. Justeringar i detaljer kan göras efterhand och handlingar till exempel för beskrivning av installationer kan färdigställas under projektets gång. Den totala tidsåtgången för bygget blir längre med platsbyggt eftersom produktionen är beroende av väderförhållande samt att vissa moment tar längre tid att utföra då det utförs på plats. En viktig parameter när det handlar om stommar i betong är tidsåtgången för uttorkning. Då betongelementen tillverkas i fabrik sker mycket av uttorkningen redan innan elementen leveraras till byggarbetsplatsen.

Byggnader kan bestå av mer eller mindre prefabricerade element. Till exempel väggar, tak och bjälklag kan tillverkas på fabrik för att snabbt monteras på byggarbetsplatsen. Det finns olika varianter att använda de prefabricerade komponenterna, antingen som halvprefab med plattbärlag och skalväggar eller med helt färdiga element som lyfts på plats. Med halvprefab görs en del av arbetet på fabrik men det återstår många tidskrävande moment på byggarbetsplatsen som armering och gjutning. Då bygget projekteras utifrån helprefabricerade element, som homogena väggar och bjälklag eller HD/F, utförs mycket av arbetet på fabrik under tak. Det finns många faktorer som kan påverka valet av mellanbjälklag och frågan är vilken variant som erbjuder flest fördelar vid uppförandet av flerbostadshus.

1.1.4 Mellanbjälklaget påverkar projektet

Vid uppförandet av flerbostadshus är mellanbjälklaget en stor del i byggprocessen som ska kombineras med övriga moment i bygget så optimalt som möjligt för att få ett effektivt projekt. Det är en aktivitet som kan vara tidskrävande, beroende på vald bjälklagstyp. Aktiviteter före och efter påverkas av bjälklagets färdigställande och det lägger grunden för byggnadens utformning. Detta är endast en del av de aspekter som visar att valet av mellanbjälklag i flerbostadshus är ett avgörande val för hur effektiv byggprocessen kommer att bli och till sist hur tillfredställande slutprodukten upplevs.

1.1.5 BBR

I denna rapport undersöks fem varianter av prefabricerade betongbjälklag. Det finns olika lösningar på mellanbjälklag och utvecklingen går framåt.

Bjälklagstyperna som undersöks är; plattbärlag, förspända plattbärlag, homogénbjälklag, förspända homogénbjälklag samt HD/F. Utgångspunkt för kraven som ställs på bjälklagen utgörs av BBR 2008:

- ✓ Kap 3: Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd och driftutrymmen
- ✓ Kap 4: Bärförmåga, stadga och beständighet
- ✓ Kap 5: Brandskydd
- ✓ Kap 6: Hygien, hälsa och miljö
- ✓ Kap 7: Bullerskydd
- ✓ Kap 8: Säkerhet vid användning
- ✓ Kap 9: Energihushållning

(Källa: Regelsamling för byggande, BBR 2008)

BBR, Boverkets Byggregler, reglerar kraven för nybyggnation på en nationell nivå (Boverket 2011). Kraven utifrån BBR är grundkrav på konstruktioner och det förväntas att samtliga bjälklagstyper uppfyller dem. Det som kan variera är hur pass bra och hur mycket över kraven som bjälklagen når. Kapitlen i BBR påverkar mellanbjälklaget i olika stor omfattning. Förutom kraven i BBR finns det andra faktorer som är avgörande i valet av bjälklag. Beställarens eller entreprenörens föreskrifter kompletterar kraven från BBR och blir utgångspunkter för byggprojektet. Vid årsskiftet 2010/2011 ersätts delar av BBR, BKR (Boverkets Konstruktionsregler), av Eurokoder. Bygganmälan som görs efter den 2 maj 2011 ska följa EKS, ett regelsystem för dimensionering av bärande konstruktioner i Sverige, enligt Boverket (2011).

1.2 Problemformulering

Vilket mellanbjälklag erbjuder flest fördelar, till flerbostadshus ur ett objektivt synsätt, i jämförelsen av plattbärlag, förspända plattbärlag, homogénbjälklag, förspända homogénbjälklag samt HD/F? Vilken lösning ger störst potential till efterfrågan i byggbranschen?

1.3 Syfte och mål

Undersökningens syfte är att kartlägga fem typer av mellanbjälklag i prefabricerad betong till flerbostadshus. Utifrån teoristudier tas de tekniska egenskaperna hos bjälklagen fram och skillnader mellan bjälklagen blir synliga. Målet med litteraturstudierna är att få kunskap inom området och om vilka faktorer som påverkar ett mellanbjälklag i flerbostadshus.

Kunskapsinhämtningen genomförs tidigt i projektet för att författaren ska

skapa sig en bild av vad som är avgörande vid valet av bjälklag och för att kunna vara kritisk i intervjuprocessen. Det praktiska arbetet med intervjuprocessen ger förankring i byggbranschen och en bild av vilka faktorer som upplevs vara relevanta utifrån branschens perspektiv. Respondenter i intervjuprocessen är entreprenörer och leverantörer för att utreda vad som eftersträvas och vad som erbjuds på marknaden. För att få en uppfattning om vad eller vilka det är som styr valet av bjälklag kommer även en undersökning i byggprocessen att utföras. I arbetet kommer de olika bjälklagstyperna att utvärderas och målet är ett ge svar på vilken lösning som erbjuder flest relevanta fördelar för flerbostadsprojekt.

1.4 Avgränsningar

Antalet bjälklagstyper avgränsas till fem; plattbärlag, förspända plattbärlag, homogenbjälklag, förspända homogenbjälklag samt HD/F. Under arbetets gång med litteraturstudier och intervjuprocess framkom det andra bjälklagslösningar som uppfyller kraven och eventuellt kan vara bättre varianter än de fem som analyseras i denna rapport. Dessa varianter har noterats men har inte inneburit några fördjupade studier i detta projekt.

Privata beställares krav utgör inte en del av denna rapport, utan det är information från leverantörer och entreprenörer som beaktats.

Intervjuerna har avgränsats till svenska företag och efterfrågan i byggbranschen kommer att hantera den nationella marknaden. Kraven på bjälklagen har hämtats ur BBR 2008 och de ligger till grund för att formulera faktorer som påverkar byggnaden. Detta innebär att hänsyn till tillägg och Eurokoder inte har beaktats i denna rapport.

Vid starten av projektet ingick kostnader av bjälklagen som en del av undersökningen. Under projektets gång har det framkommit att priser och kostnader varierar starkt med tiden och att de är beroende av konjunktur, samarbetsavtal, kvadratmeter beställt bjälklag samt avstånd mellan fabrik och byggarbetsplats. De olika typerna av bjälklag som ingår i undersökningen utförs på mycket skilda sätt och det finns många yttre faktorer som påverkar priset. Bjälklagen fungerar olika bra beroende på vilket projekt det är och därför är det inte helt korrekt att jämföra priserna rakt av. Undersökningen skulle inkluderat fler utredningar i längden på byggtid, kostnader av stämp och pågjutningar, transporter, arbetskostnader i form av löner och så vidare för att kunna göra en rättvis jämförelse av de olika bjälklagstyperna. I denna rapport lyfts faktorer fram som påverkar valet av bjälklag och ingen fördjupning i kostnader utförs.

1.5 Disposition

Rapporten har delats upp i fyra huvuddelar; inledning, teori, resultat och avslutande del. Den första delen innefattar bakgrund, problemformulering, syfte och mål samt avgränsningar vilket har varit utgångspunkt för projektet. I metoddelen redogörs tillvägagångssättet för att kunna besvara syftet med arbetet och vilka metoder som valts för att utreda området. Teoridelen innefattar information om de olika bjälklagen som hämtats från litteratur, artiklar och internet. Efter den grundläggande delen kommer en övergång till resultat som startar med kompletterande information angående de olika typerna av bjälklag i fördelar och nackdelar med bjälklagen, vilket inhämtats under intervjuprocessen. Resultat från intervjuprocessen redovisas i kapitel tre till sex för att sedan analyseras i den avslutande delen.

1.6 Läsanvisning

Rapporten är uppbyggd som så att inledas med en teoretisk bakgrund för att läsaren ska få förståelse för när i byggprocessen som valet av bjälklag görs. Den är även tänkt att ge grundläggande information om prefabricerade betongplattor som används till mellanbjälklag i flerbostadshus. Läsaren hänvisas till BBR för detaljer i krav och föreskrifter. Med den grundläggande kunskapen kan läsaren bilda sig en uppfattning om fördelar och nackdelar med de varianter av bjälklag som undersöks i denna studie. Valet av bjälklag presenteras i empiridelen och ett analysverktyg redovisas. Genom att utgå från tabellen i analysdelen på sidan 75 kan läsaren själv välja vilka faktorer som prioriteras och på det viset utläsa vilken platta som passar ett specifikt byggprojekt.

1.7 Metod

Arbetsprocessen i projektet har delats upp i sex delar; förundersökning, informationsinhämtning, intervjuprocess, sammanställning, rapportskrivning och till sist en avslutande del. Förundersökningen startade med att kartlägga området och specificera problemformuleringen. Detta resulterade i en projektplan med sammanställning av beskrivningar, ramar och frågeställning för att kunna registreras på LTH. En tidplan under vårterminen 2011 upprättades och metoder för att kunna besvara syftet med arbetet analyserades. Tillvägagångssättet i projektet kan liknas vid ett deduktivt arbete eftersom det startar i teorin och går sedan över i empiri (Björklund & Paulsson 2003). Diskussioner med handledare ledde till avgränsningar och de delar som var mest relevanta för arbetet lyftes fram. Genom att planera projektet med en WBS, se bild 1.3, kunde de olika arbetspaketen beskrivas och en struktur växte fram.

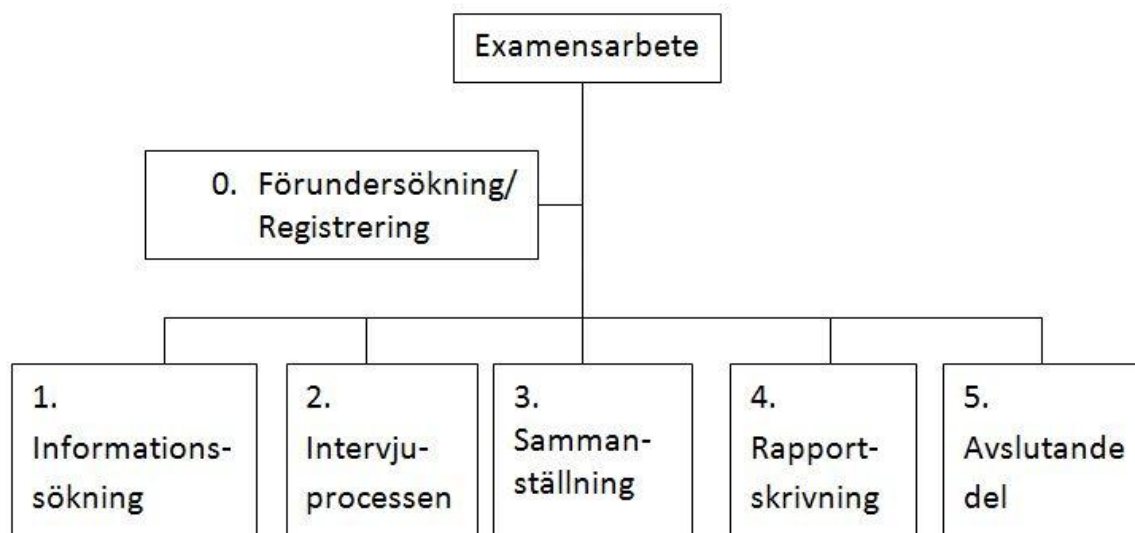


Bild 1.3 WBS ger en struktur över arbetsprocessen i ett projekt.

1.7.1 Informationssökning

Syftet med informationsinhämtningen var att författaren skulle skaffa sig vetskap inom området mellanbjälklag i prefabricerad betong. Vikt lades vid att bygga upp teknisk kunskap om de olika bjälklagstyperna för att få ökad förståelse om hur de fungerar. BBR granskades för att få insikt i vilka krav som berör mellanbjälklag och för att bygga upp frågor inför intervjuprocessen. Genom en djupdykning i teori och litteratur kunde frågor formuleras samt möjlighet att kunna vara kritisk till den information som gavs i intervjustadiet. Artiklar och internet användes för att få aktuell information eftersom mycket av den tryckta litteraturen inom området upplevdes som något äldre. Studien som utförts kan ses som explanativ, eftersom målet har varit att skapa djupare förståelse samt att kunna beskriva de olika typerna av bjälklag (Björklund & Paulsson 2003). Författaren till denna rapport har grundläggande kunskaper från byggnadsingenjörsutbildningen på Campus Helsingborg, LTH. Eftersom studierna gett allmän kunskap inom området bygg och varken fördjupade kunskaper om bjälklag eller prefabricering, kan författaren ses som en objektiv frågeställare och att undersökningen utförts ur ett analytiskt synsätt (Björklund & Paulsson 2003).

Under teoristudierna utfördes även en kartläggning av leverantörer som producerar prefabricerade betongbjälklag. På leverantörernas hemsidor fanns blandad fakta om bjälklagen vilket kompletterade litteratur och teoristudier. Det krävdes ytterligare kontroller av dessa fakta under intervjuerna, eftersom uppgifter som hämtats från internet i vissa fall var svårtolkade. Genom tidiga studier byggdes en baskunskap upp för att kunna ifrågasätta val och metoder, vilket gjorde frågeställaren mer delaktig och kritisk i sin undersökning.

1.7.2 Intervjuprocessen

Eftersom den första delen av intervjuprocessen bestod av att boka intervjuerna med entreprenörer och leverantörer utfördes den periodvis parallellt med informationssökningen. Det var viktigt att påbörja arbetet med kontakterna tidigt för att de skulle falla inom ramen för arbetets tidsplan. Telefonkontakt togs med respondenter och både personliga intervjuer samt telefonintervjuer planerades in. Valet av intervjumetod grundades på att undersökningen skulle resultera i djupare förståelse för ämnet samt att få svar på de faktorer som skulle mätas. Processen kan beskrivas som både kvantitativ och kvalitativ enligt Björklund & Paulsson (2003). För att öka reliabiliteten i intervjuerna ställdes frågor, förutom de som skulle mätas och analyseras, angående respondenternas erfarenhet inom branschen.

Med utgångspunkt från litteraturstudierna och de krav som ställs på bjälklagen formulerades frågor, se bilaga 3 och 4, vilka kontrollerades och kompletterades av handledare. Intervjumaterialet togs fram utifrån en struktur med diskussionsfrågor som var indelade i tre områden; bjälklagen idag och byggprocessen, valet av bjälklag samt framtid, se bilaga 3 och 4. Inför intervjuerna skickades ett diskussionsunderlag till respondenten cirka två till sju dagar innan bokad tid, se bilaga 1 och 2. Förberedelser inför respektive intervju gjordes genom att öka kunskapen om företaget och deras bjälklagstyper.

I de fall besök gjordes var frågeformuläret endast synligt för frågeställaren och vid telefonintervjuer ställdes frågorna löpande. Respondenten informerades om att alla tillfrågade i undersökningen var anonyma. Utfallet av svaren under intervjuerna förväntades på det viset bli mer detaljerade och att starkare åsikter kunde komma fram. Det var inte relevant i undersökningen att relatera ett svar till ett specifikt företag för att kunna besvara syftet med arbetet. Intervjuerna inleddes med en presentation av författaren, utbildning och examensarbetet samt att en sammanställning av intervjun skulle skickas ut för komplettering. Följdfrågor hade noterats för att säkerställa att frågan blev komplett besvarad och ledande frågor försökte undvikas. Samtliga intervjuer bandades med respondentens godkännande och anteckningar gjordes löpande.

Entreprenörer

Den första gruppen som bokades in var entreprenörer för att få insyn i vad som eftersträvas i byggbranschen och hur flerbostadsprojekt ser ut i stort. För att få en uppfattning om deras syn på mellanbjälklaget i bostadsbyggande kontaktades nio entreprenörer i olika delar av Mellan- och Sydsverige. Kontaktpersoner som tillfrågades var främst projektledare, arbetschefer och inköpsansvariga för att få en bild av valet av produkter som köps in till flerbostadsprojekt. Det var också viktigt att personen hade viss erfarenhet inom byggbranschen för att få en uppfattning om hur de ser på marknaden. Fem av nio intervjuer utfördes genom personlig intervju och besök på respondentens kontor, de övriga via telefon. De företag som ingår i studien är främst de stora byggentreprenörerna i Sverige. För att få mer information om att bygga med ett specifikt bjälklag, vilket inte är lika utbrett som de andra, kontaktades även ett mindre företag. Entreprenörerna som varit delaktiga i studien är:

- ✓ Hökerum Bygg
- ✓ JM, Skåne och Södra Halland
- ✓ NCC Boende Jönköping
- ✓ NCC Helsingborg
- ✓ Peab Bostad Stockholm
- ✓ Peab Region Malmö
- ✓ Skanska Hus Göteborg
- ✓ Skanska Hus Helsingborg
- ✓ Veidekke, Region Syd

Intervjumaterialet kompletteras med en intervju med en erfaren konstruktör inom flerbostadsbyggnation. Den tillfrågade respondenten, från entreprenörens sida, vidarebefordrade i detta fall på grund av att han själv ansåg att han hade för lite kunskaper för att kunna besvara vissa av frågorna. Dessa två intervjuer tolkas som en för att i resultatdelen få samma vikt som totalt en intervju med en entreprenör.

För att mäta vad entreprenörerna anser påverkar valet av bjälklag till ett flerbostadshus sattes 17 faktorer upp, baserat på informationsinhämtningen, se bilaga tre. Efter tre avhållna intervjuer beslutades det för en omformulering av frågan med faktorerna. I den första versionen av intervjumaterialet, då faktorerna skulle rangordnas, upplevdes frågan vara för komplicerad för att få kvalitativa svar. Den omarbetade versionen innebar att respondenten skulle placera faktorerna på en skala mellan ett till fem. Där ”ett” innebar att det är en avgörande faktor i valet av bjälklag och ”fem” påverkar inte valet alls, se bilaga 3. De entreprenörer som intervjuades med den första versionen tillfrågades en andra gång för att materialet skulle kompletteras med deras

svar. Trots att reliabiliteten kan minska något genom att tillfråga respondenterna en andra gång, enligt Björklund & Paulsson (2003), anses svaren vara av god kvalitet.

Leverantörer

Efter avhållna intervjuer med entreprenörer påbörjades fasen med leverantörer. För att få en bild av bjälklagen på den svenska marknaden kontaktades elva leverantörer av prefabricerade betongelement i Sverige. Målet var att boka in säljare eller projektledare som respondenter för att få information om hur företaget arbetar utåt mot kunder och entreprenörer. Det var också viktigt att personen hade viss erfarenhet inom byggbranschen för att få en uppfattning om hur de ser på marknaden. Frågor togs fram utifrån litteratur, BBR, hemsidor och frågeställningar som kommit fram under intervjuerna med entreprenörerna. Tre av elva intervjuer med leverantörer utfördes på deras kontor och åtta stycken via telefon. Nio av intervjuerna hölls med en respondent, vid två intervjuer deltog en respondenter med längre erfarenhet och den andra med något kortare tid inom byggbranschen. I samband med vissa av intervjuerna gjordes besök i fabriker för att få ökad förståelse för hur tillverkningen går till. En fallstudie gjordes också på ett projekt där HD/F och plattbärlag monteras. De leverantörer som ingår i studien är:

- ✓ A-betong
- ✓ Betongmästaren Sverige AB
- ✓ Contiga
- ✓ Finja Prefab (KC-Betong)
- ✓ Färdig Betong
- ✓ Heda (Hedareds Sand och Betong AB)
- ✓ Skandinaviska Byggelement
- ✓ Skanska Stomsystem
- ✓ Starka
- ✓ Strängbetong
- ✓ UBAB (Ulricehams Betong AB)

Intervjumaterialet till leverantörerna bestod av frågor för att öka förståelsen för bjälklagen samt frågor som mäts i resultatdelen. Mycket information som inte funnits tillgänglig under litteraturstudierna kom fram under diskussioner med respondenterna, se kapitel tre. I vissa fall fick författaren tillgång till extra material i form av broschyrer. Intervjuformulären anpassades till respektive leverantör med hänsyn till vilka produkter som de tillverkar, men den generella intervjumallen finns under bilaga 4. Frågan angående vilka faktorer som påverkar valet av bjälklag fick en lite annan utformning än entreprenörernas för att kunna diskutera dem djupare och hur de arbetar för

att uppfylla kraven i BBR. Men innebörden i faktorerna är samma som för entreprenörerna för att kunna jämföras. De första intervjuerna blev tidsmässigt längre än förväntat och formuläret arbetades om för att få ett mer lätthanterligt underlag och bättre ordningsföljd. Efter ett antal avhållna intervjuer ansågs förståelsen för bjälklagen vara tillräckligt god för att kunna stryka vissa av frågorna. Under omarbetningen av intervjumaterialet kvarstod kärnfrågorna vilka utgör grunden för resultatdelen.

1.7.3 Sammanställning av intervjuer

Då samtliga intervjuer var avklarade påbörjades processen med att sammanställa dem. Det inspelade materialet från intervjuerna och anteckningar användes för att göra sammanställningar av respektive intervju. För att kvalitetssäkra rapporten krävdes det att varje intervju sammanfattades och analyserades. Sammanställningen till respektive respondent skickades ut via mail för att ge möjlighet att kommentera, lägga till eller ta bort material. I rapporten är alla respondenter anonyma och vid citat hänvisas det till om det är en entreprenör eller leverantör som uttryckte det. Här följer en beskrivning av respondenterna i undersökningen:

Entreprenörer:

E1.1: Projektchef, med lång erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region södra Sverige.

E1.2 Projektinköpare med mindre erfarenhet av flerbostadshus. Placering i Mellansverige hos en nationell entreprenör. Kompletteras med intervju med en konstruktör som arbetar mycket med entreprenören.

E2.1: Inköpsansvarig, med erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region Mellansverige.

E2.2: Inköpschef, med lång erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region södra Sverige.

E3: Arbetschef, med lång erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör med placering i södra Sverige.

E4: Arbetschef, med erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region Mellansverige.

E5: Produktionschef, med lång erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region södra Sverige.

E6.1 Säljare och projektledare, med erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region Mellansverige.

E6.2 Distriktschef, med lång erfarenhet inom byggbranschen, hos en nationell entreprenör i region södra Sverige.

Leverantörer:

L1: Projektchef i Mellansverige. Företaget utför inte montage.

L2: Försäljningschef Södra Sverige. Företaget utför montage.

L3: Arbetschef med sälj- och projektansvar hos leverantör i Mellansverige. Företaget utför montage.

L4: Respondent 1 arbetar med försäljning och projektledning. Respondent 2 har haft blandade uppgifter med konstruktion och kalkyl inom företaget och har arbetat många år inom branschen. Leverantören är placerad i södra Sverige. Företaget utför montage.

L5: Respondent 1 arbetar som projektingenjör och med projektledning. Respondent 2 är projektutvecklare. Leverantören är placerad i södra Sverige. Företaget utför montage.

L6: Försäljningschef och projektledare hos leverantör i Mellansverige. Företaget utför montage.

L7: Projektchef, arbetar med kalkyl och försäljning i Mellansverige. Företaget utför montage.

L8: Säljchef för bostäder i Mellansverige. Företaget utför montage.

L9: Platsansvarig över produktion och montage med placering i Mellansverige. Företaget utför montage.

L10: Jobbar med försäljning och kalkyl hos leverantör i Mellansverige. Företaget utför inte montage.

L11: Projektledare med placering i Södra Sverige. Företaget utför inte montage.

Fördelningen av bjälklagsproduktionen baserat på leverantörerna i denna studie ser ut enligt följande:

✓ Slakarmerade plattbärlag:	5 leverantörer
✓ Förspända plattbärlag:	4 leverantörer
✓ Slakarmerade homogenbjälklag:	6 leverantörer
✓ Förspända homogenbjälklag:	6 leverantörer
✓ HD/F:	5 leverantörer

Vissa av leverantörerna producerade enbart de förspända och slakarmerade homogena bjälklagen som komplement till andra typer av bjälklag. Några av de som tillverkar förspända varianter påpekade att de även kan tillverka de andra förspända varianterna.

1.7.4 Rapportskrivning

Efter intervjuerna gick arbetet tillbaka till teori och litteratursökning för att förankra empiri och teori med varandra. Resultat från intervjuer sammanställdes och analysverktyg togs fram. Utfallet analyserades och förslag på förbättringar ges i slutet av rapporten.

2 Teoretisk ram

Detta kapitel inleds med en beskrivning av hur byggprocessen och mellanbjälklag i flerbostadshus ser ut enligt teorin. Skillnaden mellan förspända och slakarmerade plattor redovisas innan varje bjälklag presenteras var för sig. Tabell 2.1 visar skillnader mellan plattorna i studien. Den teoretiska ramen avslutas med en presentation av bjälklagen med fakta från litteratur, broschyrer och leverantörernas hemsidor. Plattbärlag och homogena plattor beskrivs inledningsvis övergripande för att sen delas upp i slakarmerade och förspända plattor. Det sista bjälklag som presenteras i detta kapitel är HD/F.

2.1 Byggprocessen

Starten till byggnation av ett flerbostadshus börjar i planeringsstadiet av projektet. Enligt Nordstrand (2008) beskrivs allt arbete som leder fram till ritningar och beskrivningar för ”produktbestämning”. Nordstrand delar sen upp denna fas i två delar; programskede och projekteringsskede. Under programskedet görs utredningar och byggherren beslutar om byggprojektet ska utföras. I programhandlingar framgår byggherrens krav och önskemål om den blivande byggnaden. I projekteringsstadiet kan många olika aktörer och konsulter vara involverade som entreprenörer, arkitekter, konstruktörer, bygg- och installationsingenjörer, miljöexperter och även specialister inom områden som till exempel prefabricerade element (Nordstrand 2008).

Under projekteringen produceras ritningar och handlingar som ska gestalta och beskriva byggprojektet. Dessa ligger till grund för de aktörer som ska uppföra byggnaden. Ritningar från olika konsulter och involverade används även som grund till varandras arbete. Konstruktören är till exempel beroende av arkitektens handlingar och av installationskonsulternas ritningar. Eftersom projekteringen är en komplex fas i byggprojektet är det viktigt att samtliga involverade utgår från samma ritningar, samma revidering samt att de följer sina tidplaner. I utförandeentreprenader har ofta projekteringsarbetet kommit långt innan byggentreprenörer anlitas. Deras ansvar i den typen av projekt är att strikt följa ritningar och beskrivning. I byggprojekt som organiseras enligt en totalentreprenad tar ofta projektledaren ansvaret över tidplanen och samordningen av konsulter och leverantörer. Totalentreprenören tar då på sig ett funktionsansvar, vilket innebär att den färdiga byggnaden ska uppfylla de funktionskrav som ställts (Nordstrand 2008).

Vid upphandlingar av projekt är förfrågningsunderlaget en viktig del för entreprenörer och leverantörer att lämna anbud på. Det består av ritningar, beskrivningar och allmänna föreskrifter. Olika entreprenadformer ställer olika krav på innehållet i förfrågningsunderlaget. Andra förslag och ändringar i

underlaget kan göras av de som lämnar anbud, vilket kallas ett sidoanbud. Entreprenörer och leverantörer lämnar anbud och pris på de delar som de anser att de kan åta sig (Nordstrand 2008).

Enligt Louise Bildsten finns det mycket att vinna på att byggföretag och leverantörer bygger upp och håller fast vid långsiktiga relationer, vilket hon visar i sin licentiatavhandling från Linköpings Tekniska Universitet. Hon påpekar att det är billigast i längden med ett samarbete mellan entreprenörer och leverantörer trots att inköpspriserna ibland kan vara högre. Kostnaden på det totala projektet hålls nere eftersom förseningar brukar bli färre, mindre justeringar, lägre extrakostnader, effektivare bygge och högre kvalitet. Hon framhäver även att ju mer av produktionen som tillverkas industriellt desto lättare är det att ta kontroll över byggprocessen. Byggföretagen borde göra mer uppföljningar på projekten för att undersöka vad som påverkar priserna, vilket hon menar att man kan bli bättre på inom byggbranschen (Bildsten & Sandberg 2011).

2.2 Mellanbjälklag i flerbostadshus

Mellanbjälklaget i ett flerbostadshus påverkar hela byggprocessen från programhandlingar till färdig byggnad. I programhandlingarna är det fördel om det framgår om byggprocessen ska innefatta prefabricerade element för att projekteringen ska kunna utföras efter de förutsättningar som erbjuds. Bjälklagselementen projekteras av prefableverantören som kan lämna anbud på de delar de kan leverera. Vid uppförandet av byggnaden avgör bjälklaget hur effektivt flerbostadshuset monteras. Vid byggnation med bärande betongväggar placeras väggarna på våning ett, sen bjälklag och efter det väggar på plan två och så vidare (McConnell 2008).

”Bjälklaget bildar ett bra underlag för fortsatt byggnation. Ett bra bjälklag är obrännbart och ljudabsorberande. Miljövänligt och okänsligt för fukt. Snabbmonterat oavsett väder. ”

(Ikb 2008 *Bjälklag* <<http://www.byggelement.se/pdf/bjalklag.pdf>> [2011-04-21])

2.3 Skillnad mellan slakarmerade och förspända produkter

Betongplattor i mellanbjälklag belastas huvudsakligen vinkelrätt mot sitt plan och de kan vara enkelspända eller bärande i två eller flera riktningar. Plattan bär i korta riktningen och ska ta moment och tvärkrafter. De dimensioneras oftast för att uppta jämnt utbredda laster och kan beräknas på samma sätt som balkar. Beräkningen utförs då per breddmeter platta där bredden är 1 m och höjden är lika med plathöjden. Teoretiskt sett antas det då att ingen

samverkan sker mellan ”balkarna” i bjälklaget. Bjälklagsplattor kan vara upplagda på två, tre eller fyra kanter vilket påverkar längden på spännvidden och nedböjningen (Mårtensson 2000).

Slakarmerade plattor kan placeras kontinuerliga över stöd för att uppnå längre spännvidder. Till skillnad från slakarmerade plattor är det inte fördelaktigt att placera förspända element kontinuerligt över stöd. Det innebär att ett förspänt element ska vara upplagt på två stöd, men det kan ha ickebärande väggar under i den övriga konstruktionen. I facken reduceras momentet och nedböjningen på de slakarmerade plattorna då de är upplagda kontinuerligt över stöd. Fältarmering läggs i plattans underkant i facken och överkantsarmering placeras över stöden. Om plattan är ihopgjuten med väggen kan en viss del av momentskillnaden mellan facken antas upptas av betongväggen (Betonghandbok konstruktion 1990).

För slakarmerade plattor är risken för sprickbildning större än hos förspända element. Sprickor kan uppkomma i betongkonstruktioner vid relativt små belastningar på grund av den låga draghållfastheten som betong har. Vid sprickbildning i en slakarmerad konstruktion fungerar armeringen som dragstag i ett tänkt fackverk belastat av tryckkrafter, enligt Engström (1996). Vidare förklarar Engström skillnaden mellan slakarmerade och förspända plattor:

”Den minskade styvheten vid sprickbildning innebär att deformationer ökar och kan bli avgörande för möjlig spännvidd hos en armerad balk eller platta. För armerade balkar brukar man ange maximalt förhållande mellan spännvidd och tvärsnittshöjd till $(l/h)_{max} \approx 20$. För förspända balkar är det möjligt att gå upp till det dubbla värdet.”
(Engström 1996 sid 2)

Risken med sprickor i betongkonstruktioner är att armeringsstålet får kontakt med omgivningen. Om sprickan är för stor riskerar armeringen att korrodera. Värden på tillåtna karakteristiska sprickbredder regleras av normer och handböcker för olika miljö- och livslängdsklasser. Engström framhäver nackdelarna med sprickbildning genom att styvheten minskar, det blir ökade nedböjningar och minskad spännvidd. Det finns större risk för armeringskorrosion, ökad risk för utmattningsavbrändning av armeringsstål och otäthet (Engström 1996).

Engström påpekar att ett effektivt sätt att undvika sprickbildning är att förspänna betongen. Då införs tryckkrafter i betongkonstruktionen på fabrik i samband med tillverkning. Elementet är överhöjt vid montage och då konstruktionen belastas sjunker överhöjningen med ökande last. Vid tillverkning av förspända produkter placeras spännlinan i underkant på en

form av stål bäddar. Linorna spänns och efter det gjuts betongen. Vidhäftning uppstår mellan stålet och betongen och avspänning sker då betongen hårdnat tillräckligt. Efter avspänningen vill spännstålet återgå till sin ursprungliga längd men förhindras av vidhäftningen till betongen. Effekten som uppstår av dragkraft i spännstålet och tryckkraft i betongen gör att plattan trycks ihop i underkant, vilket gör att risken för sprickor blir mindre (Engström 1996).

Vid design och produktion av prefabricerade förspända element är det viktigt att varje individuell bjälklagsdel kontrolleras i alla steg, enligt De Castilho mfl. (2007). Det handlar om hela elementets cykel från tillverkning till transport, lagring och montage. Användbarheten i gränstillståndet är även viktig för att undvika att det uppstår sprickor och böjning. Slutligen bör momentet och tvärkraften identifieras och att det sker samverkan mellan pågjutning och element (De Castilho mfl 2007).

2.4 De fem bjälklagsplattorna

Tabell 2.1 redovisar vilka spännvidder som kan uppnås med de olika typerna av bjälklagsplattor.

Tabell 2.1. HD/F och TT/F plattor

Produkt	Användningsområde	Spännviddsområde	Betongkval	Armering
Förespända hållplattor HD/F	Bjälklag med måttliga laster, exempelvis bostadshus, skolor, kontor, vårdbyggnader och lättare industrier.	4–18 m	C40/50	Spännlinor

Övriga bjälklags- och takplattor

Produkt	Användningsområde	Spännviddsområde	Betongkval	Armering
Förespända plana massiva plattor D/F	Bjälklagsplattor för måttliga laster, exempelvis bostäder, kontor och skolor.	6–9,6 m	C45/50 C45/55	Spännlinor
Slakarmerade massiva plattor, D	Bjälklagsplattor för måttliga laster, exempelvis bostäder, kontor och skolor.	3–6 m	C30/37 C45/55	NPs500 NPs 700
Slakarmerade plattbärlag: För samverkande pågjutning. Standardbredd 2400 mm, plattjocklek \geq 45 mm. Bjälklagstjocklekar valfritt lika platsgjutet.	Bjälklag för användningsområden lika platsgjutet.	2–8 m	C20/25 C35/45	Nps500 och svetsade armeringsbalkar
Förespända plattbärlag: För samverkande pågjutning. Standardbredd 1200 mm, plattjocklek \geq 70 mm. Bjälklagstjocklekar valfritt lika platsgjutet.	Bjälklag för användningsområden lika platsgjutet.	5–10,5 m	C45/50 C45/55	Nps500 som tvärarmering, spännlinor som huvudarmering och svetsade armeringsbalkar

Tabell 2.1 Teknisk redovisning av bjälklagsplattorna. Källa: Betongvaruindustrin 2011, 6 Produktsammanställning <<http://www.betongvaruindustrin.se/sv/Bygga-med-prefab/?Chapter=95>> [2011-04-14])

2.4.1 Plattbärlag

Ett bjälklag som utförs med plattbärlag består av ett prefabricerat element i underkant med pågjutning. Det beskrivs som ett massivt bjälklag med kvarsittande form och kallas även filigranbjälklag (Betongbanken 2011).

Plattan i underkant innehåller underkantsarmering. I pågjutningen finns möjlighet att lägga installationer som rördragningar, el, ventilation och vs för att integrera det i det färdiga bjälklaget. Det kompletteras även med överkantsarmering på byggarbetsplaten. Då plattbärlaget samverkar med pågjutningen dimensioneras det som ett homogent bjälklag (Bygga med prefab 2011).

Tillverkningen av plattbärlag görs i fabrik på stålbäddar där armeringen gjuts in. På fabriken kan även eldosor, rörgenomföringar, ventilationsstosar och fästen för skyddsräcken gjutas in i elementet. Skarvarmering görs på byggarbetsplatsen efter att plattan monterats. Det finns två sätt att armera plattbärlaget, antingen genom enkelspänning eller genom korsarmering, enligt Mårtensson (2000). Det är ett effektivt arbetssätt jämfört med att utföra dessa moment ute på byggarbetsplatsen. Det krävs att installationsprojekteringen är färdig och då kan konstruktionen även anpassas till större objektsanpassade håltagningar som rörstammar och trapphus (Betongbanken 2011). Med hjälp av en ”plotter” på fabriken kan innerväggarna ritas in på elementens undersida, vilket underlättar vid montage av lättväggar på byggarbetsplatsen. Elementens undersida blir slät vilket gör att efterarbeten som målning går relativt snabbt att utföra. Ovansidan räfflas för att uppnå vidhäftning mellan elementet och pågjutningen (Betongbanken).

Leverans och montage

Vid leverans placeras plattbärlagen på lastbil i montageordning. En lastbil som är 24 meter lång kan leverera cirka 300-340 kvm plattbärlag till byggarbetsplatsen. Enligt Betongbanken (2011) tar det cirka två timmar att montera en leverans av plattbärlag med två man om bockar och stämp är färdigställda. Elementen läggs på den bärande stommen som kan bestå av stålpelare, balkar, bärande väggar eller utfackningsväggar. Efter att plattbärlagen är monterade utförs moment med installationer, rördragningar och kompletterande armering. Pågjutning och avjämning utförs och efter det ska betongen härda. Uttorkningen av pågjutningen räknas som ensidig eftersom plattbärlaget i underkant hindrar uttorkning neråt. Formrivning kan ske när pågjutningen härdat till erforderlig betonghållfasthet och sen kan stämp och bockryggar demonteras efter upprättad rivningsplan.

Vid byggnation med flera bjälklag ovanpå varandra krävs det att stämp och bockryggar står kvar på underliggande våningar eftersom ett bjälklag inte klarar att bära lasten ensam från ovanförliggande våningar. Formstämning och säkerhetsstämning är reglerat i föreskrifter och regler som ska vara enkla att följa (Betongbanken 2011).

”Pressade byggtider gör att man snabbt vill få tillträde till de lägre våningarna för stomkomplettering och annat inredningsarbete.”

(Betongbanken 2011 *Plattbärlag*)

<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=4992> [2011-04-19]

Slakarmerade plattbärlag

Det slakarmerade prefabricerade plattbärlaget i underkant av bjälklaget har en tjocklek av 45-50 mm för, beroende på tillverkare. Standardbredden är 2400 mm och tjockleken på färdigt bjälklag är 250 mm för att uppnå spännvidder på 7,5 meter då det är kontinuerligt upplagt (Bygga med prefab 2011).

Nedan redovisas hur ett bjälklag är uppbyggt med det prefabricerade slakarmerade plattbärlaget i underkant. Då elementet levereras till byggarbetsplatsen är det försett med armeringsstegar som sticker upp, vilket illustreras med trekanten i bilden, för att uppnå samverkan mellan plattbärlaget och pågjutningen. Ändupplaget i bilden är en betongvägg och på det upplagda elementet görs en pågjutning vilket ger samverkan i stomkonstruktionen.

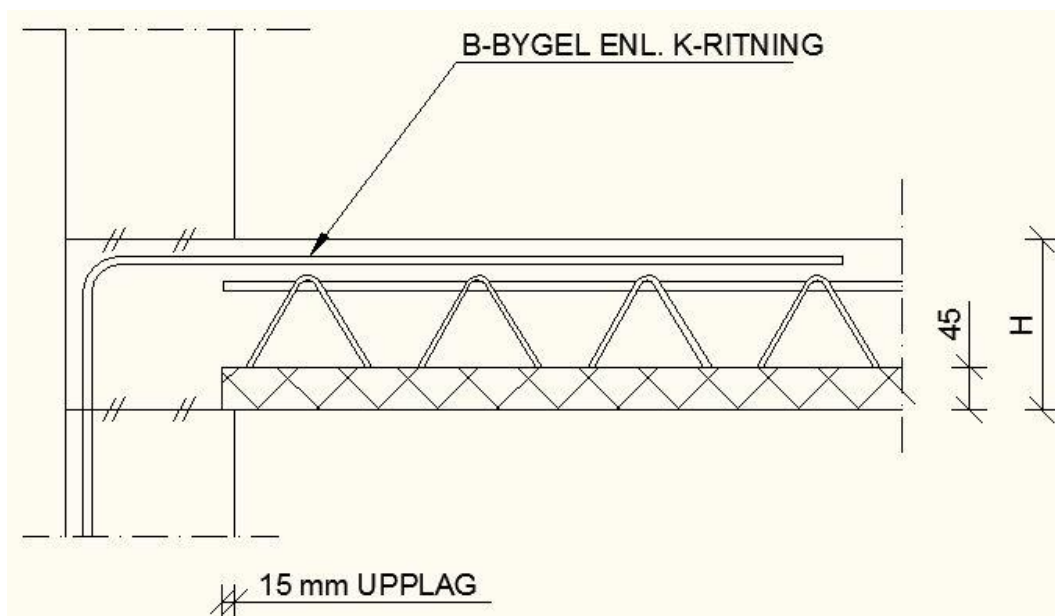


Bild 2.2 Sektion plattbärlag Källa: Betongbanken 2011, *Konstruktionsdetaljer*
<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=2918> [2011-04-19]

Plattbärlagen kan placeras på bärande väggar, stålbalkar eller på pelare. Den övriga stomkonstruktionen kan bestå av betongväggar eller lättväggar. Spännvidden på slakarmerade plattbärlag beror av ett antal faktorer som tjockleken på bjälklaget, armeringsmängd och hur plattan är upplagd på stöd. Vid montage av slakarmerade plattbärlag krävs bockryggar och stämp för att bära konstruktionen innan betongen har härdat. Avståndet mellan bockryggarna framgår av leverantörens handlingar (Bygga med prefab 2011).

Förspända plattbärlag

De förspända plattorna har en tjocklek på 50-80 mm och standardbredd på 1200 mm eller 2400 mm. Tjockleken på färdigt bjälklag uppgår till 300 mm om de längsta spännvidderna på 10,5 meter ska uppnås (Bygga med prefab 2011).

Egenvikten på plattorna kan minskas genom att placera cellplast i bjälklaget enligt FärdigBetong (2011). I de elementen placeras spännlinorna 150 mm från bjälklagskant och med c/c avstånd på 150 mm mellan respektive lina. Vissa av de förspända plattbärlagen kan göras fribärande upp till 5 meter för att undvika allt för mycket arbete med stämp och bockryggar. Det viktiga då är att plattbärlaget får ett plant upplag och att det har en tjocklek på minst 70 mm. Spännvidder och tjocklek på förspända plattbärlag beror av hur de är upplagda och hur facken är placerade vilket bland annat redovisas i produktblad från leverantörer (FärdigBetong 2011).

2.4.2 Homogena bjälklag

De prefabricerade homogena bjälklagen dimensioneras och verkar som ett bjälklag uppbyggt av plattbärlag med pågjutning, en homogen konstruktion. Tjockleken på färdigt bjälklag beror av spännvidden och resulterar ofta i 250 mm med bostadslaster. Det prefabricerade elementet produceras på stålbäddar i fabrik där installationer kan gjutas in i plattan för att undvika dessa moment på byggarbetsplatsen. Förutsättningen för att installationer ska kunna gjutas in i bjälklaget är att installationsritningar överlämnas till bjälklagsleverantören tidigt i projektet. Efter tillverkning levereras elementen till byggarbetsplatsen där de monteras på den bärande stommen. Efter montage krävs foggjutning och en mindre avjämning. De slakarmerade homogena plattorna ger något kortare spännvidder än bjälklag med plattbärlag, upp till 6 meter enligt tabell 2.1 på sidan 19. Produktionen av slakarmerade homogena plattor ger möjlighet till stor variation i geometri då de formas upp och tillverkas specifikt till projektet. Med de homogena prefabricerade plattorna blir det kortare byggtid och minskat efterarbete på grund av kortare uttorkningstid på byggarbetsplatsen (Finja 2011).

”Möjligheter till besparingar av material och arbetskraft är avsevärda vid en ökad användning av betongelement förutsatt att tillräckliga planeringsresurser ägnas åt detta alternativ tidigt i byggprocessen.”

(Källa: Bygga med Prefab 2011, *Industrialiserat byggande-introduktion/hus/teknik*, Sid 19 <<http://www.betongvaru-industrin.se/sv/Bygga-med-prefab/?Chapter=95>> [2011-04-19])

Med välgjord projektering och uttänkta kopplingssystem går montaget med prefabricerade homogena plattor snabbt och det är kvalitetssäkrat. Ett massivt bjälklag är bra ur ljudsynpunkt och ger god dämpning av buller enligt UBAB (2011). Se ytterligare information om de prefabricerade homogena bjälklagen under nästkommande kapitel.

2.4.3 HD/F

Bjälklag i flerbostadshus som är uppbyggda med HD/F består av den prefabricerade plattan samt en pågjutning. Installationer kan placeras på plattan i pågjutningen, i ett uppstolpat golv som till exempel varianten med ”Granab” eller i ett undertak. Enligt Bygga med Prefab är HD/F lämpliga som bjälklag i hus med måttliga belastningar. Den bärande stommen kan bestå av pelar- balk system, bärande väggsystem eller en kombination av de båda (Starka 1999).

I flerbostadshus är det fördelaktigt om stommen utgörs av bärande betongväggar. Stabiliteten i byggnaden uppnås genom att både ytterväggar och innerväggar är bärande. Om fasaderna utförs som utfackningsväggar är det viktigt att det finns andra stabiliserande komponenter i byggnaden som väggskivor, hisschaft eller trapphus (Starka 1999).



Det finns flera olika varianter av håldäck där tjocklek, storlek på kanaler och spännvidd varierar beroende på leverantör. Standardbredd på elementen är 1200 mm på grund av formbordets storlek. Tjocklekar som kan beställas är 200 mm, 265 mm, 320 mm och 380 mm. Den vanligaste plattan i bostadshus är 265 mm vilken även kallas ”27- plattan”. Det finns ytterligare en version av ”27- plattan” med mindre kanaler för att klara ljudkrav i bostäder. Med den plattan uppnås spännvidder på 12 meter. Bild 2.6 visar den utvecklade ”27- plattan” med mindre kanaler. Höjden på plattan är 265 mm och bredden 1200 mm. På långsidorna syns spår i kanten vilka ger samverkan mellan plattorna. Den totala tjockleken på bjälklaget ligger strax under 400 mm eftersom avloppsrör med fall ska läggas ovanför eller under håldäcksplattan. Den största plattan

*Bild 2.3 HD/F kanaler. Källa: Contiga 2011 *Betonghåldäck* <<http://www.contiga.se/Produkter/Betong/Betonghaldack/>> [2011-04-19]*

uppnår spännvidder på 17 meter men den är inte vanlig i flerbostadshus (Contiga 2011).

Tillverkning och montage

Håldäck tillverkas i fabriker på långa stålbord där undersidan får en slät yta som kan målas på byggarbetsplatsen. Hålpplattor har låg egenvikt i förhållande till bärförmågan. De armeras i underkant med spännlinor och efter det gjuts betongen enligt stränggjutningsmetod. Maskinen som gjuter betongen formar kanalerna och då tillräcklig härdning har uppnåtts kan elementen sågas i valfria längder (Bygga med Prefab 2011).

Elementen levereras till byggarbetsplatsen och sen går montaget snabbt då det kombineras med prefabricerade väggar, enligt Strängbetongs ”Smartare bostadshus”. Bilden till höger illustrerar hur en HD/F platta ligger upplagd

på en bärande yttervägg. Samtliga av de bjälklag som ingår i studien slutar innanför den isolerande cellplasten i väggen för att minimera köldbryggor. Då stommen är rest fogas elementen för att överföra krafter i bjälklaget. Elementen är försedda med spår i de längsgående kanterna där elementen passas in i varandra. Fogarna i taket kan med fördel göras djupa tredimensionella för att ”trolla bort” dem och låta dem bli en del av arkitekturen (Starka 1999).

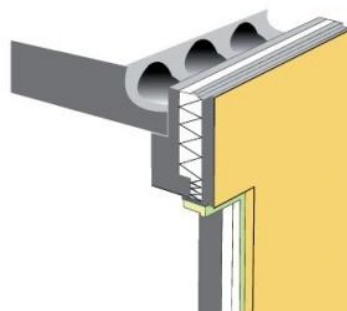


Bild 2.4 Anslutning vägg
Källa: Strängbetong (2011)
Smartare Bostadshus sidan 10
<<http://www.strangbetong.se/?get=content&action=view&id=127-151>>
[2011-04-19]

Teoretisk sett kan installationer dras längs med kanalerna i håldäcksplattorna för att integrera det i bjälklaget. Kanalerna kan även användas för att leda ventilationsluft i byggnaden. Ytterligare håltagningar och ursparingar kan göras i plattorna, vilket beror av plattans utnyttjandegrad. Var håltagningar kan göras illustreras bland annat i handboken ”Bygga med prefab- Bjälklag och tak”. Dräneringshål görs i fabrik för att undvika vattensamlingar i kanalerna och ytterligare dräneringshål kan borraras efter montage för kontroll. Förankring mellan upplag och HD/F elementen utförs antingen i en ingjuten kanal eller i elementfog för att uppnå fullgod förankring (Bygga med Prefab 2011).

3 Fördelar och nackdelar med de fem bjälklagen

I detta kapitel redovisas fördelar och nackdelar med de fem olika bjälklagen ur entreprenörernas och leverantörernas synvinklar. Kapitlet bygger även på ytterligare information som framkommit under intervjuprocessen. Författaren har försökt skildra de olika bjälklagens för- och nackdelar utifrån intervjumaterialet. Inledningsvis redovisas plattbärlag där en övergripande text beskriver fördelar och nackdelar som gäller för både slakarmerade och förspända element. Efter detta framhävs de två olika produkterna var för sig. De homogena plattorna är uppdelade på samma sätt och efter dessa presenteras fördelar och nackdelar med HD/F. Generellt är avsnitten uppbyggda att börja med fördelar för att övergå till nackdelar med produkterna.

3.1 Övergripande

I byggprojekt med prefabricerade elementen är det viktigt att ritningsunderlag i form av bland annat beskrivning av håltagningar inkommer i god till leverantören. Det är även en förutsättning att bygghandlingarna utgår från att byggnaden ska uppföras med prefabricerade element eftersom det blir mycket extraarbete att projektera om ritningarna. Respondenterna i denna studie framhäver att underlaget bör se olika ut om projektet ska inkludera plattbärlag, homogena plattor eller HD/F. Om grundritningarna utgår från respektive plattas egenskaper kan de olika varianterna utnyttjas optimalt, vilket ger en smidigare byggprocess och ett attraktivare slutresultat. Bjälklag uppbyggda med plattbärlag och homogena plattor resulterar ofta i samma tjocklek och de verkar på liknande sätt eftersom slutprodukten räknas som en homogen konstruktion. Då valet av bjälklag görs finns det kostnader som inte alltid är uppenbara i inköpsstadiet. Plattbärlag har till exempel stämp och bockryggar medan HD/F har en del kompletteringsarbeten som ska utföras.

Respondenterna i denna studie har påpekat att de studerade bjälklagens priser inte kan jämföras rakt av eftersom deras förutsättningar skiljer sig åt och erbjuder olika fördelar och nackdelar. Vid montage ska det vara två säkerhetsvåningar under innan övriga arbeten kan påbörjas på underliggande våningar. Vid ombyggnation begränsas flexibiliteten i framtiden med förspända varianter eftersom man måste vara observant med var spännlinorna är placerade vid håltagningar, för att inte påverka bärförmågan. Om det är planerat att byggnaden ska bestå av förspända varianter ger det bland annat möjligheter till längre spännvidder vilket gör att planlösningarna kan skilja sig åt mellan de studerade bjälklagen. Grundläggande för ett byggprojekt är trots allt:

”Det finns fördelar och nackdelar med allt. Grunden till allt är att man sätter sig och ritar ett hus, sen vill byggherren hålla alla dörrar öppna för alla typer av stommar./---/ man måste först bestämma sig för vilken typ av stomme man vill bygga och sen ska man rita huset efter det för att utnyttja materialets egenskaper. Om man har tänkt sig HD/F så ska man utnyttja dess möjligheter med spännvidd osv.” (L9)

3.2 Plattbärlag

Under intervjuerna med entreprenörer och leverantörer framkom det att plattbärlag är den vanligaste byggmetoden i flerbostadshus med betongstomme. Många respondenter ansåg att det dels berodde på att entreprenörerna väljer de produkter som de har erfarenhet att arbeta med. Entreprenör E2.1 framhäver att de flesta projekt bygger på lösningar med plattbärlag, erfarenheter visar att projekten blir bra samt att de har god kontakt med en leverantör. De flesta ritningar och förfrågningsunderlag är baserade på att bjälklaget ska bestå av plattbärlag. Om det är projekterat utifrån platsgjutet är det lättare att göra om projektet till plattbärlag än homogena plattor eller HD/F. Bjälklag uppbyggda av plattbärlag upplevs bli en tillfredställande slutprodukt dels med tanke på integrerade installationer och fina ytor.

”Det jag vill lyfta fram när det gäller plattbärlag är att man får en mycket slät undersida, vilket är fördel vid bla målningsbehandlingen, man får en extremt fin yta, vilket gör att man slipper att spackla.” (E2.1)

”Vi har tuff konkurrens från plattbärlag, som är den dominerande produkten när det gäller bostäder i betong. Vi kan tycka vad vi vill om plattbärlag, men det finns många fördelar i bostäder med flexibilitet och möjligheter när det gäller installationer osv. Även om vi kan uppnå mycket av flexibiliteten och möjligheter med de homogena bjälklagen så kräver det en annan projekteringsinsats. Vi kan göra ursparingar som att dra el på bjälklaget men det måste projekteras och ritas in så det blir utfört på rätt sätt. Med plattbärlag kan man ha ett tomrör innan gjutning och behöver inte projektera in det. Med de homogena är det svårt att få bra pris eftersom det kräver en annan projekteringsinsats.” (L7)

Montage

Vid byggnation av bjälklag med plattbärlag i botten går montaget av de prefabricerade plattorna snabbt. De läggs ut på redan monterade stämp och bockryggar och sen dras installationer, armering och sist utförs gjutningen.

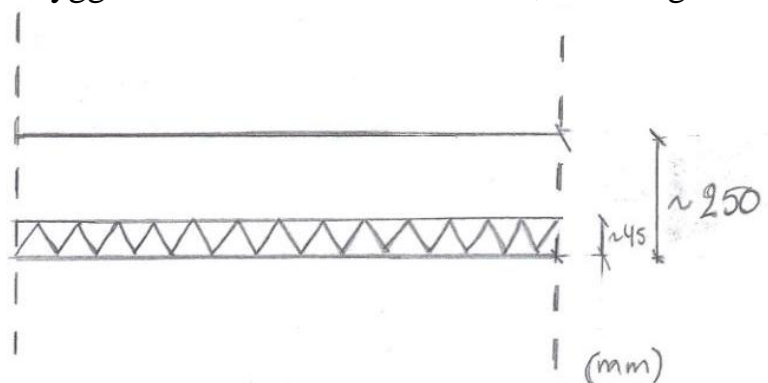


Bild 3.1: Illustration av bjälklag uppbyggt med plattbärlag.

Slutresultatet blir ett tunt bjälklag på 250- 300 mm. Enligt leverantör L2 ger det bra stomstabilitet tillsammans med skalväggar eftersom konstruktionen gjuts ihop och det blir samverkan i byggnaden. Under montage av plattbärlag finns det möjlighet till justermån med hänsyn till väggmått och de kan anpassas till den övriga stommen på byggarbetsplatsen. Byggkranen lyfter dem på plats och eftersom de inte väger så mycket är de lätthanterliga då de ska justeras på plats. Plattbärlag har en bredd på 2,40 meter vilket gör att blir det färre lyft och kortare montagetid med kranen till skillnad från de element som har standardbredden 1,2 meter. Cirka 400 -500 kvadratmeter plattbärlag kan monteras per dag. Dessa faktorer är avgörande på grund av att byggkranen på arbetsplatsen inte endast har en disciplin. Kranen måste bokas och det är väsentligt att det går fort med tanke på andra aktiviteter som ska utföras.

Plattbärlag kan kombineras med utfackningsväggar som delar i den resterande stommen. Det krävs ungefär två till fyra montörer för att placera plattorna på plats. Plattbärlag kan placeras på stålpelare och det krävs inte balkar. L1 uppskattar att stombyggnadstiden tar cirka 6-7 månader. Den totala byggtiden beror av stomlösning, antal etapper, indelningar och våningsplan. Enligt erfarenhetsbanken på Betongbanken (2011) tog flerbostadsprojektet Betvågen, med 6 våningar och 5700 kvadratmeter bjälklagsyta med plattbärlag, cirka 1,5 år för stomresningen (Betvågen 2011).

Uttorkning

Entreprenör E6.2 framhäver att uttorkningsprocessen kommer i rätt skede i bjälklag med plattbärlag. I arbetet med plattbärlag får varje våning torka ut efterhand, varje bjälklag gjuts för sig, medan vid byggnation med HD/F görs gjutningen då tätt hus har uppnåtts. De flesta respondenter framhäver att det är nackdelar för bjälklag med plattbärlag att pågjutningen ska torka ut. Fukt

tillförs byggnaden och det tar längre tid för uttorkningen än med de andra varianterna. Leverantör L1 beskriver att uttorkningen kan styra efterkommande aktiviteter, men att betongkvalitén kan styras efter entreprenörens tidplan. Uttorkningen sker ensidigt och all fukt som tillför på arbetsplatsen är ett fuktproblem, anser leverantör L8. För golvvävningar beräknas cirka 1 cm beräknas per vecka torka ut. Med 15 cm pågjutning tar uttorkningen 15 veckor, vilket ger tre till fyra månader.

Entreprenör E4 tror att plattbärlagen väljs på grund av priset och att installationer kan göras på plats. Den totala byggtiden blir längre i projekt med plattbärlag jämfört med de homogena plattorna och HD/F samt att det är mycket arbete som måste utföras på byggarbetsplatsen. I frågan om säkerhet finns det armeringsstegar som sticker upp från plattbärlagen, vilka arbetarna måste ta hänsyn till då de utför arbetsmoment på plattorna. Det krävs även att byggföretaget har tillgång till yrkesarbetare med utbildning för att kunna armera och gjuta. En byggnad monteras ofta nerifrån och upp för att sen utföra kompletteringsarbeten uppifrån och ner. Denna arbetsmetod beror på att fläktrummet kan vara placerat på vinden och vid arbeten med installationer dras de neråt i byggnaden. Denna arbetsmetod stämmer även med nedmonteringen av stämp på grund av att de underliggande våningarna ska bära de övre tills bärighet uppnåts. Innan pågjutningen härdat antas konstruktionen inte kunna ta några laster utan belastar den tunna plattan i underkant med sin tyngd. För att kunna arbeta på den nygjutna betongen kan pågjutningen tillverkas med lägre vct- tal och då innehålla mindre fukt. Vid byggnation av flerbostadshus med tre huskroppar kan en treveckorscykel uppnås i montaget för att effektivisera processen, se bild 2.6. Montaget startar i hus A med plattbärlagsmontage. Under tiden som arbeten med installationer, armering och gjutning utförs på de monterade plattbärlagen kan leverantören starta montage av plattbärlag på hus B. Samma procedur upprepas med hus B och C och då de kommer tillbaka till hus A är det dags att montera väggar och bjälklag på plan två. Processen med treveckorscykeln illustreras på nästa sida i bild 3.1.

Treveckorscykel vid montage av plattbärlag

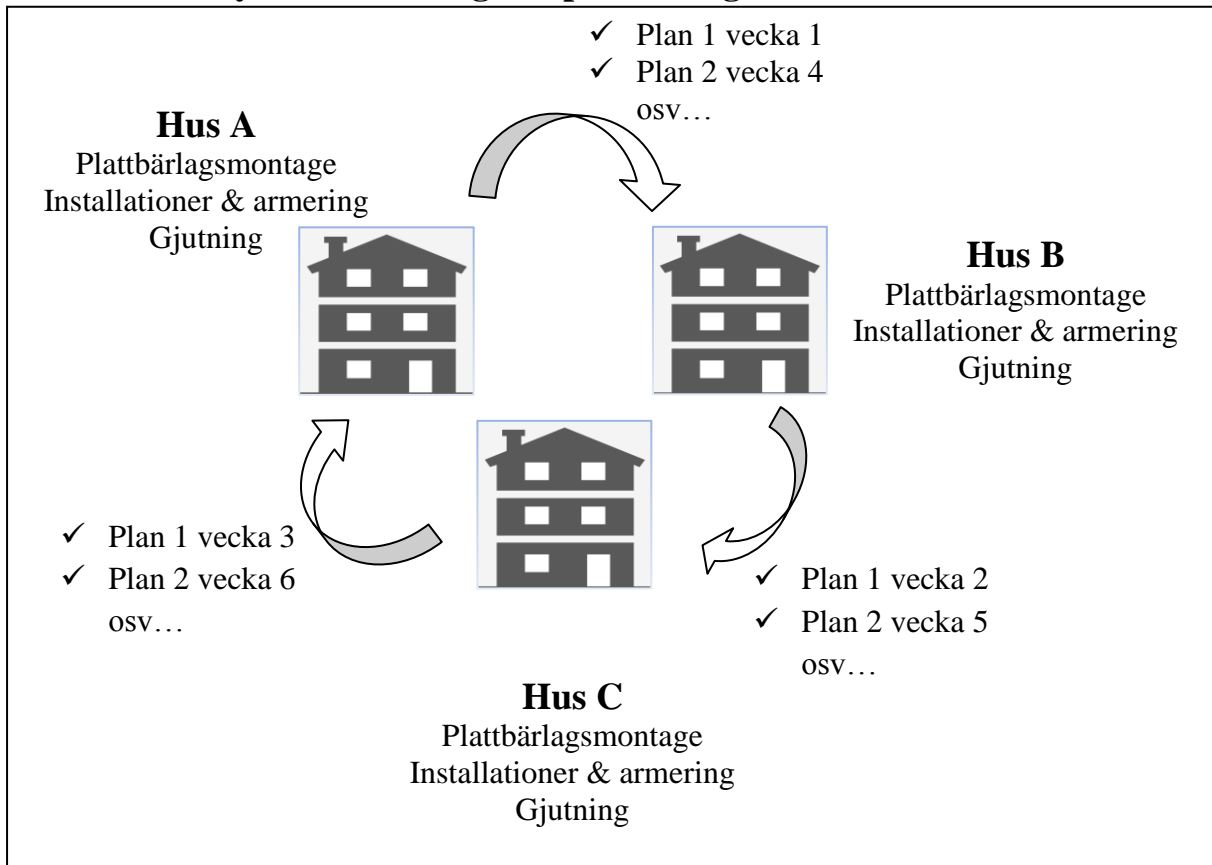


Bild 3.2: En treveckorscykel med plattbärlag. Med tre huskroppar kan ett system för att uppföra byggnaderna i en viss ordning effektivisera processen.

Ljud och installationer

Ljudtekniskt är det stora fördelar med plattbärlag eftersom bjälklaget blir som en homogen platta då pågjutningen härdar. Installationer kan placeras i pågjutningen, vilket gör det totala bjälklaget smalare än vissa av de andra varianterna. Vatten, ventilation och el blir ingjutet i färdigt bjälklag och anpassat till huset. Enligt L10 gjuts det in mer installationer idag än det gjorde förr. Eftersom installationer placeras på plattorna kan detta bestämmas under byggtiden, vilket gör att projekteringen kan fördröjas jämfört med homogena bjälklag. Det ger flexibilitet när det handlar om installationer och att ändringar kan göras under resans gång för att anpassas efter behov.

”Idag krävs FTX system, från och tilluft med återvinning, enligt energinormerna, vilket ger många kanaler som måste gömmas någonstans. Med plattbärlag får man lätt in dem i bjälklaget.” (E3)

3.2.1 Slakarmerade plattbärlag

I planlösningen finns det möjlighet till friare former i bostäder med slakarmerade plattbärlag än med vissa av de förspända plattorna. Spännvidderna i bostäder ligger ofta på 7-8 meter och då passar slakarmerade plattbärlag bra, enligt vissa entreprenörer. Entreprenör E6.2 framhäver att det är fördelar med priset eftersom de monterar själva och att de då har kontroll över processen. Bjälklag som är uppbyggda av plattbärlag är lätta att integrera i anslutningen till väggkonstruktioner.

De korta spännvidderna upplevs som en nackdel av de flesta entreprenörer eftersom byggnaden blir begränsad när det gäller volymer och rumsstorlekar. Till skillnad från de förspända varianterna krävs det fler upplag med slakarmerade plattbärlag, vilket både är kostsamt, innebär mer arbete samtidigt som planlösningen inte blir lika flexibel.

I projekten med plattbärlag krävs stämp och bockryggar som står på våningen under, vilket begränsar arbetet där. Det är även ett extra moment när den stödjande konstruktionen ska monteras ner och lyftas ut. Det är tidskrävande att bygga upp bockryggar och stämp samt att innan pågjutningen härdat har det ingen bärighet. Det krävs ungefär 60-70 dagar för att få erforderlig bärighet, men under tiden kan vissa stämp plockas bort. Leverantör L11 påpekar att det ofta finns stag i de flesta konstruktioner vilka stabiliserar väggarna under montaget. Fast att det är negativt med stämp och bockryggar vid byggnation med plattbärlag är de flesta montage med andra bjälklagsplattor inte helt fria på våningen under. Vid normala spännvidder tar stagen stor yta vilket gör att vissa arbeten ändå inte kan komma igång tidigare på underliggande våningar.

Det framkom under intervjun med E1.1 att man ofta är dålig på att göra utvärderingar i kalkyler där man väger in omkostnader som att det krävs stämp, pågjutning, form till kanter och uttorkning med plattbärlagen.

3.2.2 Förspända plattbärlag

Under intervjuprocessen framkom det att de förspända plattbärlagen används mest då de slakarmerade inte klarar spännvidderna. Den största fördelen med de förspända plattbärlagen till skillnad från de slakarmerade är öppnare ytor. E5 ansåg även att byggnaden kan upplevas tätare med ett förspänt bjälklag. Enligt leverantör L1 är formen på de förspända plattbärlagen mer låst än de slakarmerade eftersom spännlinorna måste placeras relativt centriskt både i sidled och höjd för att elementet inte ska bli snett. För säkerhets skull dimensioneras elementen efter att en spännlina ska kunna kapas. Vidare framhäver L1 att förspända plattbärlag är effektiva och prisvärda till skillnad från andra förspända plattor. Konstruktionen kan byggas upp med

plattbärlagsbalk istället för andra alternativ och det krävs inte pelare. Det blir en homogen konstruktion som är bra ur brand- och ljud synpunkt.

Samtliga av entreprenörerna ansåg att de förspända plattbärlagen är för dyra, vilket gör att de försöker undvika dem. Bygghöjden på ett förspänt plattbärlag blir högre än med slakarmerade plattbärlag. De slakarmerade plattbärlagen är 45-50 mm och de förspända mellan 70-80 mm tjocka. Alternativet till att göra totalhöjden högre är att det blir mindre plats för installationer eftersom den förspända plattan är högre än den slakarmerade plattbärlagsplattan. I en konstruktion där slakarmerade och förspända plattbärlag kombineras kan det uppstå hinder i anslutningen mellan de olika plattorna då de förspända plattorna är tjockare än de slakarmerade. Installationer som placeras på plattorna får mindre utrymme där det är längre spännvidder enligt E6.2. De flesta av entreprenörerna påpekade att de inte är vana att arbeta med förspända plattbärlag och därför inte har så mycket erfarenhet av det. Tidigt i planeringen av ett flerbostadsprojekt beslutas det om spännvidder vilket gör att de försöker undvika större öppningarna redan i planeringen av projektet.

”Vi bygger typhus så redan där är arkitekter och konstruktörer förberedda på vad vi rör oss med för storlekar på plattbärlagen.” (E2.1)

Fribärande plattbärlag

Under intervjuerna nämndes en samverkansplatta där elementet är mellan 120 – 140 mm tjockt och självbärande upp till sex meter vilket gör att bockryggar och stämp inte krävs i samma omfattning som med slakarmerade element. Med samverkansplattan kan spännvidder upp till tio meter uppnås. Hela byggnaden kan resas i en montageetapp. Det ger ett snabbt montage och under tiden som stommen monteras kan alla ledningar och installationer dras på plattan. Ett traditionellt plattbärlag måste stämpas med ett kortare cc- avstånd fast med samverkansplattan krävs det endast 1-2 stämradar på de längsta spännvidderna. Tillsammans med pågjutningen på 130 mm blir det totala bjälklaget 250 mm, vilket är det vanliga i svenska bostäder enligt L3. Enligt L5 hade det varit bättre med något tjockare bjälklag, eventuellt upp till 300 mm på total bjälklagshöjd, för att avlopp med fall ska kunna integreras. Fördelar är att stomresningen går snabbt samt att arbeten med installationer, armering och rör kan utföras i en tät byggnad.

”Nackdelar är att den är dyrare än ett vanligt plattbärlag, men man måste komma ihåg att jämföra den färdiga produkten och inte plattans pris. Montagetid, pågjutningstid, kostnad för pågjutningsmassa och sånt ska man räkna in, men vi har inte lyckats få någon byggare som har räknat ut helt klart vad den skillnaden blir. Utan det som jämförs är inköpspriser på plattor och det är missvisande.” (L3)

3.3 Homogena bjälklag

Då bjälklaget byggs upp med homogena plattor resulterar det i samma tjocklek som plattbärlag med pågjutning. Det är en fördel om man till exempel vill standardisera när det gäller våningshöjd. De homogena plattorna uppfyller enkelt ljudkraven utan kompletteringar. Enligt leverantör L2 tillverkas de homogena i anpassade sektioner för att passa till lägenheternas storlek och bärning på väggar. Den största fördelen med de homogena plattorna är att det ger en kortare byggtid och att ingen gjutning sker på byggarbetsplatsen. Slutresultatet blir tillfredställande med färdiga kanter, vilket kräver mycket efterarbete med de andra plattorna.

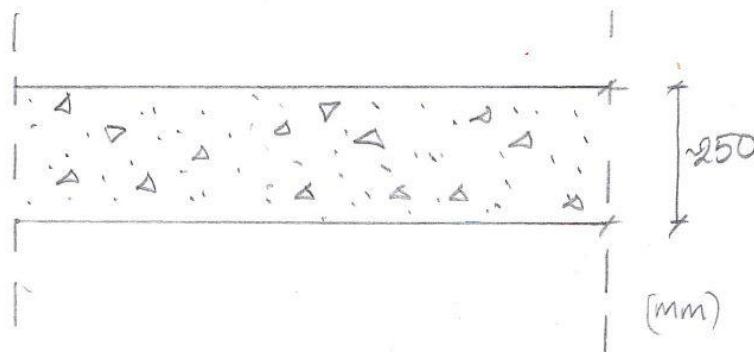


Bild 3.3 Illustration av ett homogent bjälklag.

Det är viktigt att installationerna bestäms under projekteringen eftersom dragningar utförs i fabriken innan de levereras till byggarbetsplatsen. Det optimala är att installationer gjuts in i bjälklaget för att undvika undertak eftersom det blir dyrt, enligt E3. Entreprenör E4 valde de homogena plattorna på grund av:

”Det var för att få en snabb byggtid och vi hade inte så många vana betongarbetare anställda hos oss så vi ville gärna ha något som var färdigt på plats. Vi ville ha en konstruktion som var bra ljudmässigt och som vi kunde lita på.” (E4)

Tillverkning och montage

De homogena plattorna produceras anpassade efter byggnadens geometri och vart och ett dimensioneras och ritas upp efter sina förutsättningar. Vid byggnation med homogena bjälklag och prefabricerade väggar kan entreprenörens kompletteringsarbeten utföras i ett stomrest hus. Med tanke på uttorkningsprocessen är det en fördel att undvika gjutning på byggarbetsplatsen under vintertid och de homogena plattorna har redan kommit långt i uttorkningen då de levereras till byggarbetsplatsen. Enligt leverantör L6 blir det kontinuitet i montaget med bärande ytterväggar och homogena bjälklagsplattor då hela byggnaden kan uppföras i en montageetapp. Om även fönster monteras in i elementen på fabrik uppnås ett

tätt hus på mycket kort tid. Entreprenören påverkas inte av att ha arbetare närvarande under stomresningen eller av leverantörens mellantider. Med fler helprefabricerade element blir den totala byggtiden kortare, men det blir en omfördelning av projektering och produktion.

”Det är viktigt att man inte börjar bygga för tidigt. Det var ett försäljningsargument med plattbärlag, att man kunde projektera och starta byggprocessen under tiden som man projekterade. Det kan man göra här också men det gäller att fokusera på rätt saker. Tidsperioderna löper inte över varandra lika mycket som det gör då det är mer platsbyggt.” (E3)

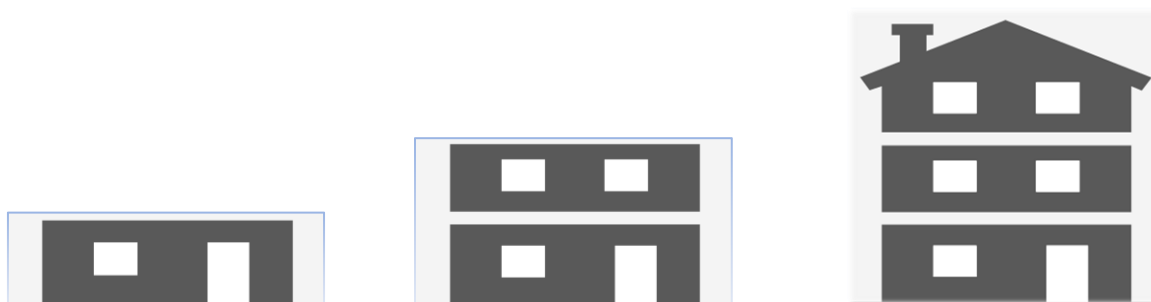


Bild 3.4: Uppförande av flerbostadshus. Med homogena plattor uppnås kontinuitet i montageplan efter plan placeras på varandra tills taket monteras. Processen kan utföras i en montageetapp.

Enligt leverantör L6 monteras två plan i veckan på ett flerbostadshus med cirka 50 lägenheter. Från markarbeten till inflyttning uppskattas den totala byggtiden ta ungefär ett år. Vid uppförandet av flerbostadshus är det fördelaktigt med ”just in time” leveranser vilket innebär att materialet levereras direkt när det ska användas. Förvaringsplaster behöver inte planeras och materialet utsätts inte för utomhusklimat som fukt innan det byggs in. Med de homogena bjälklagen kan till exempel gipsskivor lyftas in ett utrymme för att senare montera bjälklagsplattan. Entreprenör E3 beskriver fördelarna med homogena plattor till skillnad från plattbärlag på grund av problemen med stämp och bockryggar:

”Stämpan är mycket i vägen där de står och man vill ofta ha ”just in time” leveranser. Då kan man lägga in materialet och det kan man göra när man lägger in det homogena bjälklaget. Då kan man få in allt och sen börja tidigare med efterkommande aktiviteter eftersom man inte har det där med uttorkningstider. Intressant synvinkel är att man kan lägga in materialet efter hand direkt in i byggnaden med de homogena bjälklagen. Det är lättare att lyfta in det innan locket ligger på annars får man transportera det in på annat sätt vilket inte alltid kan vara så enkelt. Man kanske behöver göra öppningar i fasaden och sånt.” (E3)

Med plattbärlag finns inte denna möjlighet eftersom stämp och bockryggar hindrar arbetet och det finns en uttorkningstid att ta hänsyn till. Uppfattningen från intervjuerna med entreprenörerna är att de har liten erfarenhet av att arbeta med de homogena plattorna. Entreprenör E1.2 berättar att han just nu arbetar med sitt första projekt med homogena plattor. Anledningen till att de homogena plattorna har valts till detta projekt är:

”Huset är prefabricerat i sin helhet och vi vill inte gå in med gjutarbeten i stommen. Vi vill kunna resa hela huset med färdiga element och inte gjuta något under tiden som gör att vi tappar tempo i stomresningen. Vi vill kunna lyfta alla elementen på plats efterhand och inte vänta på att gjutningen ska härda.” (E1.2)

Färdig produkt vid leverans

De homogena bjälklagen har fördel då de är färdiga produkter när de anländer till byggarbetsplatsen och att de kan levereras med färdiga ytor. Det som ibland krävs är en mindre avjämning på 15 mm och sen är det klart för att lägga golv. De homogena plattorna används ofta i trapphus eller i badrum för det resulterar i ett slankare bjälklag än HD/F. Plattorna är färdiga vid kanterna och kan placeras vid exempelvis trapphus för att få ett bra avslut på bjälklaget.

De homogena plattorna används i vissa fall i kombination med HD/F där installationer kan läggas i plattan till kök och badrum. Lokala fall kan förberedas i plattan. Det är en effektiv variant där tjockleken på bjälklaget kan minskas och avloppsgrador kan gutas in i fabrik. En annan kombination som framkommit är homogena plattor i stora delar av lägenheten och plattbärlag i till exempel badrum för att kunna lägga installationer på plats, men ändå få samma tjocklek på det totala bjälklaget. Ett homogent bjälklag upplevs mer flexibelt av entreprenörerna med tanke på dimensionerna eftersom de andra varianterna har standardbredder. Bredden kan till exempel göras 2,40 m vilket innebär färre element, färre lyft och färre antal skarvar. De homogena bjälklagen kan anpassas efter husets geometri och det finns även möjlighet till en kombination med förspända och slakarmerade homogena för att lösa de flesta rumsbildningar. De homogena plattorna kan anpassas och rummet kan delas upp i jämnt antal moduler.

Installationer

Enligt entreprenör E2.2 är de homogena plattorna begränsade när det gäller installationer eftersom det finns en toleransnivå som gör det svårt för till exempel avloppsledningar att träffa helt rätt i anslutningen mellan plattorna. Eldragningar kan gutas in i plattan utan svårigheter. Leverantör L2 påpekar att dessa plattor ställer högre krav på precision, vilket ger längre tid i projekteringsstadiet. Entreprenör E2.2 anser att de homogena plattorna

fungerar bäst i kombination med andra bjälklagsplattor som till exempel hisstoppar där det inte krävs installationer. Vissa entreprenörer anser att tidsaspekten är negativ då leveranstider blir längre på grund av att mer projektering ska utföras hos leverantören innan de kan levereras. Från leverantörernas synvinkel utnyttjas de homogena plattorna bäst om installationer är färdiggjutna i plattan från fabrik. Men det är inte alla leverantörer i denna studie som har kommit lika långt i utvecklingen. De rekommenderar då ett annat system för rördragningar och att utformningen kan anpassas med schakt.

Vikt

Vikten på de homogena plattorna framhävs som en stor nackdel från både entreprenörer och leverantörer. Det ställer större krav på den stödjande konstruktionen vid byggnation med de homogena plattorna än vissa av de andra varianterna. Då de placeras på en stålstomme krävs det kraftigare dimensionering medan en betongstomme inte påverkas lika mycket. Byggarbetsplatsen kräver en större kran för att lyfta de tyngre homogena plattorna. Ytterligare en nackdel med vikten på de homogena bjälklagen är transporterna och frakten som det innebär. Bensinpriset påverkar priset på prefabricerade element och lastbilen får plats med fler kvadratmeter plattbärlag än kvadratmeter homogena plattor. Entreprenörerna uppfattar att priset är högt på de homogena plattorna och att det är en konjunkturkänslig produkt.

”Man får på 33 ton på en lastbil, vilket innebär ca 300 kvm plattbärlag. Med homogena bjälklag som väger ungefär fem till sex gånger mer så innebär det att man får iväg en femtedel färre homogena plattor än plattbärlag. Om vi får iväg 300 kvm så får de iväg ungefär 60-80 kvm och transporten är lika dyr. Så det blir dyra kvadratmeter och priset borde då gagna att man inte väljer det.” (L11)

3.3.1 Slakarmerade homogena bjälklag

Enligt entreprenör E 7 är de korta spännvidderna negativt för slakarmerade homogena bjälklag. De används i flerbostadshus men spännvidderna är avgörande då elementen inte bör vara längre än cirka sex meter för att inte böja ner för mycket. Det är sällan som det är så korta spännvidder, enligt entreprenör E6.1, och de används mest då beställaren har styrt arkitekten till att anpassa projektet efter de homogena. Entreprenör E1 har inte fått ihop hela projekt med homogena plattor än på grund av priset. Installationer ska helst placeras i plattorna, annars krävs undertak eller en större pågjutning, vilket blir dyrt enligt entreprenörerna.

3.3.2 Förspända homogena plattor

Den största fördelen med förspända homogena plattor som framkommer under intervjuerna är att de klarar längre spännvidder jämfört med de slakarmerade. Enligt intervjuerna är den maximala spännvidden tio till tolv meter, sen börjar egenvikten påverka och det finns risk för att elementet börjar hänga enligt leverantör L3. Detta ger i sin tur möjlighet till effektivare utrymmen och att konstruktionen inte kräver lika många bärande upplagsplatser som med de slakarmerade produkterna. Det blir inte samma nedböjning med ett förspänt bjälklag som med ett slakarmerat. Sex av de tillfrågade entreprenörerna anser att de har för lite erfarenhet av de förspända homogena plattorna. De framhäver att de inte kan se några större fördelar med denna typ av element till flerbostadshus förutom de fördelar som även finns med slakarmerade homogena plattor.

Entreprenör E1.1 påpekar att de inte använt de förspända homogena plattorna så mycket eftersom de varit svåra att hitta på marknaden. Entreprenörernas inställning till de förspända homogena plattorna är att de används mest till industrier eller parkeringsdäck och då blir valet ofta HD/F eftersom det ändå inte finns krav på ljud i de typer av lokaler. Då de homogena plattorna används i flerbostadshus är det mest som komplement till det övriga bjälklaget om det krävs längre spännvidder på vissa delar.

”Ett homogent bjälklag är för dyrt vilket man kanske kan lösa på något sätt. Annars hade det nog varit den bästa varianten för då slipper man gjuta på.” (E1)

3.4 HD/F

HD/F används mycket i bostadsbebyggelse i Tyskland men i Sverige är det ett relativt nytt byggsystem. De flesta entreprenörer som ingår i denna undersökning anser att HD/F inte passar som mellanbjälklag i bostäder och att det inte är vanligt förekommande. Det viktiga när en byggnad projekteras med HD/F är det är planerat för plattan redan från början då planlösningen utformas. Enligt de flesta leverantörer är det inte lätt att anpassa en byggnad till HD/F om underlaget är projekterat för platsgjutet.

”HD/F plattan är en produkt som man använder sig ganska lite av i svenskt bostadsbyggande. Vi är traditionella plattbärlagsanvändare i Sverige.” (L3)

Tillverkning och montage

De största fördelarna med HD/F till flerbostadshus är långa spännvidder, lättproducerat, kort byggtid och att elementpriset upplevs billigt. Enligt

leverantör L8 är priset på elementen lågt på grund av att det krävs mindre betong med tanke på hålen i kanalerna. Detta ger lägre vikt vilket är fördel vid tillverkning och transport och det leder även till att det krävs mindre dimension på byggkranen. Den totala byggnadens vikt blir lägre med HD/F än med de andra varianterna. Detta gör att resterande stomme inte behöver ha lika kraftig dimension och i konstruktioner med till exempel stålstomme blir den slankare med HD/F. Tillverkningen är maskinell på en lång bana med en hastighet på ungefär 1,5-2 m/min. Det krävs endast tre till fyra man i en fabrik vilket ger lägre arbetskostnader per element. I två fabriker kan det tillverkas cirka 2 000 kvm HD/F per dag med åtta till tio man. Leverantör L8 berättar att de gjuter HD/F med hög betongkvalitet för att kunna avspänna och lyfta elementen nästkommande dag, vilket ger låg fukthalt i elementen vid leverans. Det krävs att det är full hållfasthet och vidhäftning för att elementen ska kunna spännas av så snabbt. Enligt leverantör L5 är förhoppningen att inte inkräkta för mycket med arbetskraftsinsatser under tillverkningen och låta den sköta sig själv så att det konkurrenskraftiga priset på elementen kan kvarstå.

”Vi har tagit del av en del utvärderingar och ofta tar man inte hänsyn till alla de fördelar som finns med en kortare byggtid som alla platsomkostnader som man slipper under en tid och kapitalkostnader som att man får in hyresgäster fortare. Tar man in alla sådana bedömningar i en kalkyl så anser jag att HD/F är en bra produkt”. (L7)

De flesta leverantörer av HD/F framhäver att det är ett snabbt montage, det krävs inte stämp och bockryggar samt att elrör kan placeras på plattorna och ingå i pågjutningen. Eftersom det inte finns stämp på våningen under ger det möjligheter till andra aktiviteter att komma igång tidigare. Enligt leverantör L3 tar ett komplex med 155 lägenheter cirka 120 arbetsdagar för stomresningen. Eftersom elementen är överspända och där finns en överhöjning vid montage ska de korrigeras för att planet ska bli jämnt. Redan vid leverans är det fördelar om elementen kan planeras så att plattor med liknande överhöjning placeras bredvid varandra. För att jämna ut lokala skillnader kan element med högre överhöjning tyngas ner med laster och de som behöver höjas kan stämpas från undersidan. Efter det tillkommer kompletterande arbeten och det totala projektet tar cirka 1- 1,5 år. Inflyttning sker sen stegvis men den givna byggtiden är från start till färdigställt projekt. I mindre byggnader monteras ett bjälklag i veckan ungefär. Leverantör L7 monterar cirka 500- 600 kvm i veckan, vilket kräver sex till åtta arbetare som även monterar väggar och utför svetsarbeten. Leverantör L5 har uppfört ett punkthus på sex plan med en total bjälklagsyta på 2100 kvm. Montagetiden tog 30 arbetsdagar varav montage av bjälklaget med HD/F, samt homogena plattor som komplement, tog fem arbetsdagar, alltså 420 kvm bjälklag per dag.

Relativt höga hus monteras snabbt och det upplevs enkelt eftersom lastbilen levererar elementen som lyfts på plats direkt. Med rätt förutsättningar, där ventilation och vs är bra planerat sen tidigare, blir det ett snabbt och effektivt bygge. Enligt entreprenör E1.1 brukar badrum ha undertak för att bygga in installationer och sen läggs alltid en pågjutning på 30- 80 mm. Utformningen kan även bestå av en tunnare HD/F- platta i badrummet och en tjockare platta i övriga utrymmen, enligt leverantör L7. Höjdskillnaden mellan de två plattorna, på sju cm, ger möjlighet till vissa installationer. I vissa projekt levereras färdiga badrumsmoduler som placeras på en tunnare HD/F för att lägga avlopp under modulen. Enligt leverantör L1 är deras uppfattning att många HD/F- leverantörer framhäver att det är ett snabbt montage men samtidigt krävs det en del efterarbeten.

Anslutning mellan HD/F- bjälklag och betongvägg

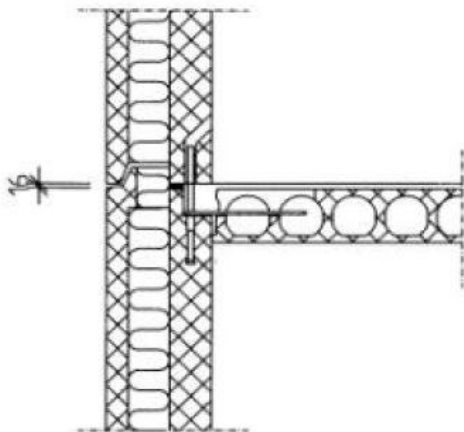


Bild 3.5: Anslutning HD/F. Bilden till vänster visar ett bjälklag uppbyggt med HD/F platta som ansluter till en bärande betongvägg.

*Källa: Starka 1999 Element och stomtyper Broschyr
<http://www.starka.se/hamta_material/Element_Element_stomtyper.PDF> [2011-04-19]*

Spännvidder

De längre spännvidderna möjliggör flexiblare planlösning eftersom det inte krävs lika många upplag som med de slakarmerade produkterna. Det ger fördelar i byggprocessen om byggnaden har anpassats efter modulmått på 1,20 meter. Det finns möjligheter att skära HD/F- plattorna men det kan ge olika överhöjningar och skarvarna blir inte lika vackra som ordinarie skarvar. För att lösa vissa geometrier krävs homogena plattor i kombination med HD/F eftersom håldäck endast kan skäras rakt eller i 45 graders vinkel. Det är ett dyrt moment att skära plattorna enligt leverantör L7 och det undersöks olika varianter för att placera schakt på det mest optimala viset. Schakt kan placeras fritt längs med plattan men då de ska läggas tvärs plattan krävs specialkonstruktioner.

”Genom att projektera på rätt sätt kan man hålla nere kostnaderna och ändå få en bra slutprodukt.” (L7)

Ljud

”I ett lägenhetsbjälklag vill vi inte ha håldäck för att vi inte klarar av stegljudsisoleringen på den tjocklek som vi har till förfogande.” (E1.2)

De största nackdelarna med HD/F är ljud och installationer. Den totala höjden på bjälklaget blir för stor enligt vissa entreprenörer och det kan påverka den föreskriva höjden på detaljplanen. Ju mer våningshöjden ökar per plan, ju mer ökar hela höjden på huset. Arean på fasaden ökar även med ett högt bjälklag, vilket ger en extra kostnad. Det krävs mer planering för att få in installationerna på ett tillfredställande sätt, med till exempel schakt. Installationer kan dras längs med kanalerna i plattan men inte tvärs dem för då kan bärigheten påverkas. Det är inte vanligt att installationer dras i kanalerna, eftersom avloppsrör inte får plats väljer de flesta att lösa installationer med andra metoder. Det finns varianter med HD/F där ventilationsluften kan ledas i kanalerna.

En variant att lösa frågeställningen med installationer är att bygga ett undertak men då kan det uppstå ljud från installationerna eftersom det inte isolerar ljudet lika bra som betongen i en pågjutning. Under intervjuerna framkom en variant av HD/F som är lite tyngre än den vanliga HD/F- plattan för att uppnå ljudkraven. Den vanligaste HD/F- plattan i bostäder är 27cm hög och den har utvecklats genom att göra hålen mindre. Ljud kan även transporteras mellan lägenhet och korridor då plattan spänner över flera olika utrymmen, vilket gör att långa spännvidder inte alltid är till fördel i flerbostadshus.

”När det gäller ljud så vill man ha ett så tungt bjälklag som möjligt med mycket massa för att minska stomljudet.” (E6.1)

Enligt entreprenör E1.1 kan ljudproblemet lösas genom en pågjutning med gipsanhydrit, vilket boende i vissa byggnader med HD/F har upplevt som tysta hus. I BBR står det att bostäder ska uppfylla ljudklass C och det finns olika varianter för att åstadkomma högre ljudklasser med HD/F. En annan variant, för att lösa ljudproblemen, är en ljudabsorberande matta. Entreprenör E5 påpekar att man arbetar efter att uppfylla ljudklass B mellan lägenheter. Ett tänkvärt argument när det handlar om ljud och våningshöjd kom från entreprenör E5:

”Om jag säljer en lägenhet till dig för sex miljoner, skulle du då vilja att det endast var 1,35 högt i badrummet för att grannens avlopp går där?” (E5)

Vid pågjutning på en överspänd platta blir bjälklaget tjockare vid kanterna och tunnare på mitten eftersom elementen är överspända. Gjutningen på HD/F i flerbostadshus utförs sent i byggprocessen, vilket anses negativt av vissa respondenter med tanke på fukt och uttorkningstider. De menar att det då är bättre med plattbärlag där bjälklaget får torka ut efterhand och inte när det är en tät byggnad. Samtidigt framhäver leverantör L5 att de har arbetat mycket med utveckling av låga vct- tal både i produkterna och i fogmassan. Detta gör att uttorkningstider minimeras. Enligt en leverantör av HD/F framgår det att de inser nackdelarna med ett tjockare bjälklag vilket krävs för ljud och installationer. Eftersom byggnadens höjd är begränsad i detaljplanen väljer byggherren hellre ett lägre bjälklag än en våning mindre enligt leverantör L7. Det finns varianter där man vill spänna HD/F mellan ytterväggarna och uppnå mycket långa spännvidder för att byggnaden ska bli flexibel. Om byggnaden skulle utföras med de största håldäcken för att uppnå de längsta spännvidderna blir det för tjockt för bostäder jämfört med de andra plattorna. Fast att byggnaden hade fått mycket flexibla ytor och lägre kostnader i form av färre innerväggar, så ökar priset eftersom fasadytan ökar.

Vattensamling i kanalerna

Ytterligare en nackdel med HD/F i flerbostadshus är att vatten kan samlas i kanalerna. Relativt många av entreprenörerna är oroliga för detta, trots att de vet att tekniken med att utföra dräneringshålen har utvecklats. Elementen kan fyllas med vatten då de transporteras, lagras och monteras om det blir nederbörd innan man lyckats få tätt hus. På byggarbetsplatsen görs extra dräneringshål när byggnaden är tät, för att kontrollera att vatten inte ligger kvar i kanalerna. Vatten i kanalerna kan bidra till frostsprängningar under vintertid. Enligt leverantör L8 var detta ett tidigare problem och idag arbetar man på ett annat sätt där risken i princip är borta. Tidigare borrades hålen i färsk betong och idag görs de underifrån när betongen har härdnat. Men leverantören inser att om entreprenörerna upplevt problemet tidigare kan de vara oroliga för att det ska hända igen.

En tillverkare av HD/F element beskriver utvecklingen av HD/F plattor i flerbostadshus med nedanstående argument:

*Med tanke på framtiden, med brist på arbetskraft, så försöker man generellt industrialisera så mycket som möjligt för att minska byggplatsarbeten. Vårt koncept med HD/F är ett steg i den riktningen.
(L7)*

Vidare framhäver leverantör L8 att branschen är konservativ och i samband med prefab är det många som tänker på miljonprogrammet på 60-talet, vilket har fått mycket kritik idag. I valet av bjälklag passar de undersökta plattorna

olika bra beroende på projekt. Det viktiga är att utnyttja plattornas egenskaper på bästa sätt och att eventuellt kombinera dem.

”Alla dessa produkter har sina för- och nackdelar och grejen är att kombinera dem på rätt sätt så man utnyttjar den produktens bästa egenskaper vid rätt tillfälle. För vår del hör HD/F och den massiva plattan ihop och finns i samma bjälklag många gånger. Det är för att få den optimala bjälklagslösningen.” (L5)

4 Marknaden idag

Nedan redovisas resultat från intervjuer med entreprenörer och leverantörer i denna studie. Efterfrågan på de olika bjälklagsplattorna skildras för att övergå i tabeller som visar vilka bjälklag som används på marknaden idag.

4.1 Utgå från prefab i starten av ett projekt

Valet av mellanbjälklag till ett flerbostadshus väljs ofta tidigt i byggprocessen. Under intervjuerna har det framkommit att bjälklaget bestäms under planeringsfasen och utgör grunden för de handlingar som ingår i anbudsprocessen. Då arkitekter projekterar byggnader utgår de från egenskaper som materialet och produkterna har. I totalentreprenader händer det ofta att entreprenören styr arkitekten att framställa ritningar som baseras på de spännvidder och krav som bjälklaget ska uppfylla, särskilt i ”egen- regi projekt.” Eftersom valet ofta är gjort innan prefableverantören blir involverad i projektet lämnar de anbud på de delar i stommen som de kan leverera. De flesta leverantörer i denna studie anser att de kontaktas för sent i byggprocessen för att produkterna ska kunna utnyttjas på det mest optimala vis. Samtliga av entreprenörerna i denna studie svarade att de har någon typ av prefabricerade element i flerbostadsprojekt och att det blir mer och mer. Enligt entreprenör E6.1 börjar det blir vanligare att arkitekterna projekterar byggnaderna redan från början för att byggas med prefab. Men entreprenör E6.1 framhåller att prefab tyvärr har fått ett dåligt rykte på grund av det tidigare nämnda hårt kritiserade miljonprogrammet.

”En beställare som bestämmer sig för prefab ser en längre horisont, han får ett tyngre och bättre hus. Idag kan man göra så mycket med prefab och arkitekterna börjar nog upptäcka möjligheterna och ser inte bara begränsningarna.” (E6.1)

Entreprenör E2.1 förklarar att utvecklingen går mer mot prefab på grund av stora pensionsavgångar bland hantverkare och tjänstemän. Detta är en viktig faktor i valet av bjälklag:

”Att ta prefabricerade element är fördel eftersom det tar många timmar att platsgjuta. Då kan man lägga kompetensen ute hos tillverkarna istället. När man köper bjälklagselement, som i vårt fall plattbärlag, så ingår det att leverantören ritar upp och delar in elementen planvis, så att det stämmer med trapphus osv. Men sen blir det ändå en slutlig kontroll av den som är huvudprojektör på konstruktionssidan.” (E2.1)

4.2 Entreprenörers och leverantörers syn på efterfrågan av bjälklag

Entreprenörerna tillfrågades om de ansåg att det är en bred marknad när det handlar om att få tag i de element som krävs till byggprojekt. Fem av nio entreprenörer ansåg att marknaden är bred och att det finns tillräckligt med tillverkare som erbjuder bjälklagen i denna studie. Vissa påpekade att det inte finns så många som utför hela entreprenader.

”Vi har ett bra samarbete med leverantörerna, de vet vad vi vill ha och man kan ta kunskaper sen tidigare. Då kan de hjälpa oss med kunskaper från tidigare projekt och vi kan utvecklas tillsammans. De kan även ge tips på lösningar.” (E5)

De element som upplevs mest begränsade att beställa är de homogena plattorna. Entreprenörerna påpekade att de flesta leverantörer troligtvis kan tillverka de homogena plattorna men att efterfrågan inte varit stor på denna produkt. Fyra av nio entreprenörer ansåg att marknaden inte var tillräckligt bred för de element som krävs. Flera entreprenörer ansåg att Sverige är för litet land för att ha en stor marknad och att elementen då påverkas starkt av priser och konjunktur. Detta har gjort att de även kan tänka sig att köpa produkter från utlandet som Polen och Tyskland. Totalt sett var det ingen skillnad i denna fråga beroende på om entreprenörerna efterfrågar plattbärlag eller HD/F. De flesta entreprenörer i denna studie utför helst montaget av plattbärlag själva. Men detta påverkas av konjunkturen, om entreprenören har tillgång till arbetskraft utför de helst montaget av plattbärlag själva annars ser de stora fördelar med att anlända till rest stomme. Montering av HD/F och de homogena plattorna görs ofta av leverantören. Det framkommer att entreprenörerna anser att det är en fördel om stomresningen kan utföras av en leverantör. Då är inte entreprenören lika beroende av leverantörens tider och stommen blir en produkt som överlämnas i sin helhet till entreprenören.

Till leverantörerna ställdes frågan om hur de anser att efterfrågan av mellanbjälklag till flerbostadshus ser ut på marknaden idag, se bilaga fyra. Nio av elva leverantörer anser att efterfrågan på bjälklagsplattor är mycket stor idag och att det är en uppåtgående trend med element till bostadshus. Detta pendlar mycket snabbt inom branschen och inom något år kan det vara leverantörerna som ber om att få tillverka istället, vilket framkommer från flera leverantörer.

”Det är något som byggbranschen inte har lärt sig; att man ska vara i god tid om man ska kunna börja bygga till sommartid.” (L3)

Generellt sett är det ett stort tryck på plattbärlag vilket resulterar i längre leveranstider. Efterfrågan på homogena plattor varierar starkt beroende på respondent. Leverantör L1 menar att kapaciteten beror av projekteringen och tillgång till kompetens inom det området:

”Produktionen av elementen är inte så komplicerad men de ska även konstrueras, dimensioneras och ritas upp. Detta är ett avancerat arbete med program och beräkningar för att optimera elementen och armeringsinnehållet. Det är resursbrist i hela landet när det handlar om detta arbete.” (L1)

Enligt ett antal leverantörer har det blivit större efterfrågan på de homogena bjälklagen de senaste åren. Leverantörerna av HD/F ser en ökning men påpekar att kapaciteten i fabriker fortfarande är större än efterfrågan.

4.3 Entreprenörens val

Entreprenörerna tillfrågades om vilken bjälklagskonstruktion till flerbostadshus de väljer om de får välja helt fritt. Resultatet visas i tabell 4.1.

Tabell 4.1

<u>Produkt</u>	<u>Antal entreprenörer</u>
Slakarmerade plattbärlag	5
Förspända plattbärlag	0
Slakarmerade homogenbjälklag	0
Förspända homogenbjälklag	1
HD/F	1
Annat	2

Tabell 4.1 Entreprenörernas fria val av bjälklag

Under intervjuerna påpekade respondenterna att det är svårt att välja ett bjälklag eftersom det beror av vilken typ av projekt det är och hur planlösningen ser ut. Flest entreprenörer ansåg att plattbärlagen hade mest fördelar i flerbostadshusprojekt. Det framkom andra aspekter som fördelar med de andra bjälklagsplattorna:

”Vi är väldigt prefabinriktade här generellt så det hade varit en sandwich stomme med HD/F bjälklag. Om man hade fått med alla funktioner så hade jag helst sett det.” (E1.1)

”Det bästa och smidigaste produktionsmässigt är att ha massiva betongbjälklag med färdiga rördragningar och liknande. /---/ Anledningen till att den är så bra är att den kan torka i förväg, har bra ljudegenskaper, skjuter inte iväg i tjocklek på bjälklaget så att de inte blir för höga. Det är inte det bästa priset.” (E4)

I gruppen ”annat” var det en som ansåg att det var bättre med platsbyggt. En annan variant av plattbärlag beskrevs med fördelar som nedanstående citat:

”Denna kan man lägga ut snabbt, sen ställer man väggar, platta, väggar och i efterhand gjuter man det. Detta ger ett mycket snabbt montage och under tiden som man för upp stommen kan man dra alla ledningar. Installationer kan läggas i pågjutningen och detta kan göras parallellt med att man kommer längre upp i huset.” (E5)

Under intervjuerna undersöktes vilka bjälklagsplattor som används i flerbostadshus, vilket visas i tabell 4.2.

Tabell 4.2

Produkt	Antal entreprenörer
Slakarmerade plattbärlag	8
Förspända plattbärlag	8
Slakarmerade homogonbjälklag	4
Förspända homogonbjälklag	2
HD/F	5

Tabell 4.2 Bjälklagsplattor som används i flerbostadshus.

Fördelning av antalet entreprenörer som använder bjälklagsplattorna

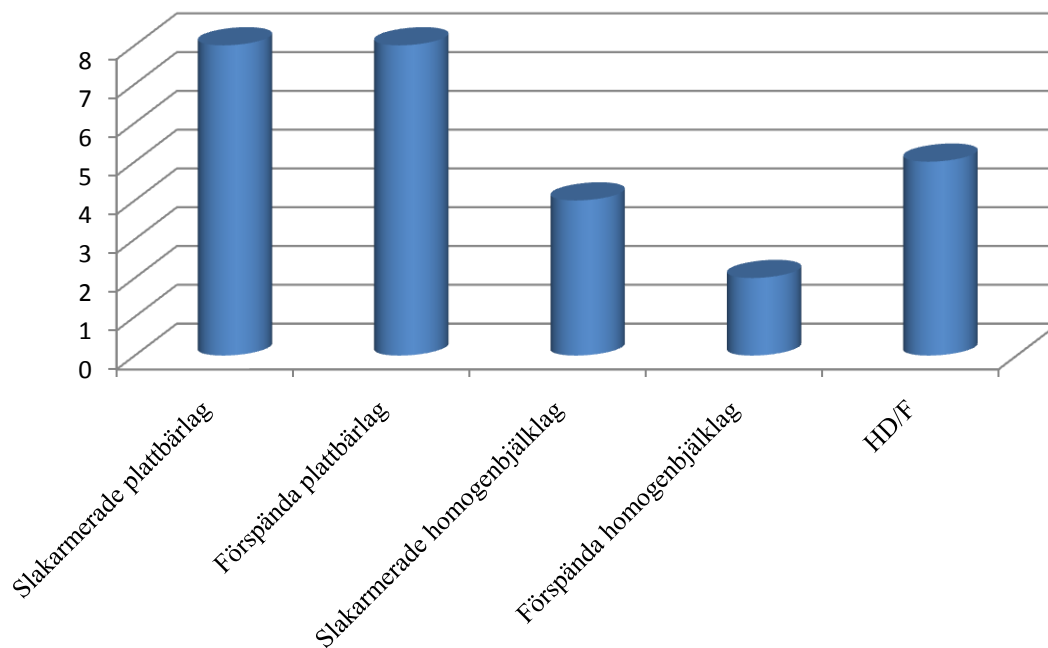


Diagram 4.3 Antal entreprenörer som använder de olika bjälklagsplattorna.

Enligt intervjuerna används inte de förspända produkterna särskilt mycket i flerbostadshus. En av anledningarna till det var att slakarmerade plattbärlag är så etablerat på marknaden idag och att de klarar de flesta spännvidder som krävs i bostäder. De flesta entreprenörer framhävde att de försöker undvika förspända produkter för de anser att det är för dyrt. Att detta regleras tidigt i projektet kommenteras med:

”Det blir en uppgift för arkitekten att göra ett projekt som är totalekonomiskt bäst och då är det inte att rita in för långa spännvidder för det blir för dyrt.” (E6.1)

5 Valet av bjälklag i byggprocessen

Detta kapitel kan ses som en grundläggande introduktion till valet av bjälklag. Det startar med en presentation om att valet avgörs tidigt i processen och fördelar med tidiga skeden tas upp. Efter det följer en beskrivning om hur olika involverade parter påverkar valet av bjälklag som arkitekt, konstruktör och samarbetet med konsulter av el, vs och ventilation. Sist i detta kapitel beskrivs respondenternas syn på framtiden.

5.1 Tidigt val av bjälklag

Under intervjuprocessen framkom det att valet av bjälklag till flerbostadshus ofta görs redan i planeringsfasen. Entreprenörerna tillfrågades om företaget har en förvald variant på grund av tradition. Många av entreprenörerna framhävde att plattbärlag väljs till 80- 90% av projekten och mycket på grund av tidigare erfarenheter. I vissa fall skiljer sig åsikterna inom företagen där ledningen styr till ett bjälklag vilket andra inte samtycker med. De flesta respondenter påpekar att det är projektet som styr vilka plattor som ingår. Entreprenörerna väljer gärna liknande stomme i fler projekt för att lära av misstag och att utveckla byggmetoden. Vissa entreprenörer bygger typhus där handlingar och föreskrifter följer fler projekt. Fördelar med den typer av arbetssätt beskriver entreprenör E6.2 i nedanstående citat:

”I konceptet kan man välja vilka delar man vill ha i sin byggnad med olika energival, exteriörval, interiörval och vissa komplement. Jag tycker att det är tilltalande, att man som kund kan sitta och välja vad man vill ha. Men det fungerar nästan som med en bil, man kan inte få fronten men välja bort den bakre delen, det handlar om att ”take it or leave it”. Mängden felkällor minimeras ju fler gånger man gör samma sak, men det är inte som inom bilindustrin där man har testat och krockat ett antal bilar innan man säljer den första. Inom bygg har vi produktutveckling ”live” och de första produkterna blir en del felkällor men efter hand kan man det på ett bra sätt. Bara att kunna minimera dessa felkällor leder till bättre ekonomi i projekten.” (E6.2)

Under intervjuerna har det framkommit att det finns avtal och samarbete mellan vissa entreprenörer och leverantörer. Det finns både fördelar och nackdelar med bindande ramavtal men det viktigaste är att de involverade får förståelse för varandra. Genom att samarbeta i fler projekt kan kunskaper och erfarenheter användas för att utveckla byggmetoden och missförstånd och justeringar kan lättare undvikas. I byggprocessen startar beställaren projektet och sätter upp sina krav och förväntningar. Enligt entreprenörerna brukar inte beställaren påverka vilken typ av bjälklagsplatta som ska ingå, endast att slutprodukten uppfyller förväntningarna. De krav som beställaren kan sätta

upp är bland annat högre ljudklass, tunnare bjälklag och sen är det upp till entreprenören att bestämma bjälklagslösning vid en totalentreprenad.

Vissa av leverantörerna ansåg att det var fördelar med att använda sig av prefabricerade element och att kompetensen när det handlar om att dimensionera konstruktionen finns hos tillverkarna:

”Att ta prefabricerade element är fördel eftersom det tar många timmar att platsgjuta. Då kan man lägga kompetensen ute hos tillverkarna istället. När man köper bjälklagselement, så ingår det att leverantören ritar upp och delar in elementen planvis, så att det stämmer med trapphus osv. Men sen blir det ändå en slutlig kontroll av den som är huvudprojektör på konstruktionssidan. Så brukar vi jobba.” (E2.1)

Entreprenörerna tillfrågades om de arbetade mest med totalentreprenader eller med generalentreprenader. Svaren blev att det är mycket vanligare med totalentreprenader. I de fall generalentreprenader förekommer är till exempel då beställaren själv köper upp olika aktörer. Den entreprenadformen kan passa bra då leverantören erbjuder beställaren att ansvara för hela stomresningen. På frågan om det är vanligt att kunna påverka beställarens val av bjälklag i generalentreprenader framkom det att det inte är vanligt att det görs ändringar. Entreprenören kan i vissa fall rekommendera en annan lösning om det underlättar byggprocessen avsevärt samt om de kan uppvisa att det är ekonomiskt försvarbart. Problemet som beskrivs med att föreslå andra lösningar på stommen är att någon måste ta ansvar över förändringen. Det finns stora skillnader mellan bjälklagslösningarna som undersöks i denna studie och respektive platta har särskilda förutsättningar. Detta gör att förfrågningsunderlaget som ingår i anbudsprocessen ser olika ut baserat på vilken platta projektet är planerat utifrån, vilket leder till att ett annat val av platta ger stora merkostnader i projektering. Denna kostnad ska betalas av någon och om entreprenören föreslår en annan lösning kan diskussioner om vem som ska ta ansvar över kostnaderna uppstå.

5.2 Tidigt skede

De större leverantörerna i denna studie är ofta delaktiga i tidiga skeden i flerbostadsprojekt. Många ser det som sin konkurrenskraft, att vara med tidigt och kunna erbjuda bättre lösningar till byggnaden. I en del projekt ingår leverantören som en entreprenör för stomresningen och tar ansvar över den. Vissa leverantörer i denna studie har lyckats sälja in sitt koncept till beställare där totalentreprenör och leverantör anlitas samtidigt. Om stomlösningen redan är bestämd då leverantörerna tar del av handlingarna konkurrerar de

egentligen bara om priset på elementen. Om leverantörer kontaktas tidigt kan de hitta lösningar som passar deras produktion för att produkten ska bli så lönsam och effektiv som möjligt.

”Eftersom vi är tillverkare och konstruktörer så kan vi vår produkt väldigt bra och vet exakt vad som påverkar priset positivt och negativt. Vi kan då rita en produkt som är väldigt effektiv. Om vi tar in en konstruktör som inte är inriktad på prefab men allmänt duktig så har de inte samma känsla för vad som är kritiska saker när det gäller prefab. Det gör att de lösningarna kan bli lite krångligare och dyrare./---/ Även om du har en konstruktör som är duktig på prefab så har alla tillverkare sina förutsättningar.” (L7)

Om en leverantör medverkar i tidigt skede i projektet är det oftast med långsiktiga samarbetspartners eftersom leverantörerna då erbjuder sin tid och kunskap i förtroende. Leverantörerna tjänar inga direkta pengar på att stötta entreprenören i valet av bjälklag och att erbjuda sin tekniska kompetens angående konstruktionen. Men i det långa loppet kan leverantören få fördel genom att medverka i tidiga skeden eftersom det troligtvis blir de som väljs då elementen ska handlas upp. En leverantör som kontaktas senare i projektet kan ha synpunkter på att planlösningen inte går att lösa med deras element och då behöver projekteringen göras om, vilket är mycket kostsamt. Ett exempel på konstruktionsmässiga detaljer som kan undvikas är var schakt placeras i byggnaden. Schaktet kan placeras och utformas så att modulmåten på bjälklagselementen stämmer med planlösningen. Ett schakt i ett tiovåningshus som kan minskas på bredden och istället ökas på längden, för att undvika att elementen måste specialutformas på varje våning, kan spara mycket pengar i det totala projektet.

”En sparad krona är lättare att ha i fickan än att tjäna in den på produktion.”(E2.2)

5.3 Arkitekten påverkar valet

I en totalentreprenad sätts förutsättningarna upp av beställaren (om inte entreprenören bygger i egen regi) och det är inte alltid som totalentreprenören kontaktas innan arkitekten färdigställt ritningar. Beställaren kan påverka arkitekten till att utforma byggnaden med längre spännvidder, men enligt entreprenörerna är det inte vanligt att beställaren påverkar valet av bjälklag om det inte finns krav på specifika byggtekniska frågor. Vissa entreprenörer har färdiga projekteringshandlingar vilket styr arkitekten i detaljer och utformning då entreprenören ingår tidigt i projektet. Arkitekten kan ha synpunkter på skarvar i taket och det framkommer att det finns olika åsikter om hur fogarna

ska utformas. Vissa anser att skarvar ska spacklas medan andra anser att det är bättre med en väl orienterad skarv som ingår i arkitekturen än en uppsprucken skarv. Kraven på skarvar uppfattas också olika om byggnaden ska vara en hyresrätt eller bostadsrätt. Eftersom bostadsrätter anses vara mer bekostade byggnader försöker man undvika skarvar i större omfattning i en bostadsrätt än i en hyresrätt.

Samtliga leverantörer berättar att kommunikationen med arkitekter ofta är bra då det finns ett samarbete. De kan bland annat använda arkitektens handlingar för att se var lättväggar är placerade och utifrån det planera skarvarna bakom dem. Ett fåtal av leverantörerna i denna studie brukar göra besök på arkitektkontoren för att presentera produkterna och visa vad som kan utföras med dem. De kan även skicka provplattor till arkitekten och L2 framhäver att de gärna skulle vilja jobba mer med arkitekter. När det handlar om bjälklag är det mest spännvidder och rumsbildning som arkitekten styr över. De flesta krav på utformningen kan tillgodoses av leverantörerna och de som inte själva producerar förspända varianter köper ofta upp det av andra leverantörer för att erbjuda en helhetslösning. Många leverantörer i denna studie anser att de samverkar bra med arkitekterna då de blir delaktiga i tidiga skeden, men i många fall har handlingar redan skickats till bygglov innan leverantören kontaktas.

Vissa leverantörer inser att arkitekterna är viktiga för marknadsföringen och att projekten blir mycket bra då det finns ett samarbete. Genom tidigt samarbete får arkitekten ökad förståelse för vad som kan åstadkommas med elementen. Samarbetet går olika bra beroende på vilken arkitekt som ingår projektet. Leverantörerna berättar att vissa arkitekter gärna frågar vad som går att utföra medan vissa anser att deras utformning ska lösas. Kommentarer från leverantörerna är att arkitekterna ibland inte har tillräcklig kunskap om de statiska problem som kan uppstå i byggnader med bärningen i till exempel garage under bostäderna. Justeringar kan behöva göras i ritningarna och leverantörerna framhäver att de samverkar med arkitekten för att uppnå en byggnad som är bra både arkitektoniskt och konstruktionsmässigt. Arkitekten kan till exempel undvika för smala sidostycken bredvid dörröppningar för att göra det möjligt för prefabricerade element.

5.4 Konstruktören påverkar valet

Under intervjuerna har det framkommit att bjälklaget ofta inte är specificerat innan en entreprenör anlitas. Kraven på bjälklagstjocklek och ljud finns eventuellt men det är upp till entreprenören att välja ett bjälklag som uppnår förväntningarna. De flesta entreprenörer i denna studie hyr in konstruktörskonsulter till projektet. Konstruktören är ibland delaktig i valet av

bjälklag eftersom det är de som ska dimensionera och kontrollera det konstruktiva i byggnaden. Entreprenören har ofta gjort valet av bjälklag innan konstruktören kommer in i projektet men de kan räkna på olika varianter för att hitta det mest ekonomiska alternativet. I vissa fall kan konstruktören rekommendera en variant, vilken entreprenören inte anser är den bästa ur ekonomisk synvinkel. Det leder ofta till en dialog och den mest fördelaktiga varianten väljs. De flesta entreprenörer anser att konstruktören påverkar valet mer än arkitekten. Då det ingår en projekteringsgrupp i projektet kan konstruktör och arkitekt samarbeta där konstruktören förklarar var det krävs bärighet och liknande. I de fallen kan konstruktören vara styrande till vilka bjälklagsplattor det är han/hon tänker sig.

”Vi säger inte att det måste vara så och så utan vi försöker ta vara på allas kompetens. Vi brukar köra för projektets bästa så man får optimal kostnadsbild på det.” (E3)

Leverantörerna tillfrågades om deras samarbete med konstruktörer och de flesta ansåg att det ofta var bra kommunikation. Samarbetet brukar bestå av ritningar som skickas mellan leverantörernas konstruktörer och huvudkonstruktören. Prefabkonstruktören tar ansvar över de prefabricerade elementen och huvudkonstruktören i projektet ansvarar i de flesta fall för grund, tak och stomkomplettering. Leverantören lämnar lastuppgifter på elementen, hur tung byggnaden blir, hur den påverkar grunden vilket kan leda till att det krävs pålar eller förstärkningar. De kan även visa hur detaljer ser ut mellan betongstommen, med invändiga väggar, trappor och hissar, med takkonstruktionen och fasadmateriäl. Leverantör L8 beskriver byggprocessen i följande citat:

”Vi jobbar mot byggherrar, entreprenörer eller byggledare. Gärna direkt mot byggherrar då det gäller bostäder. När vi jobbar mot entreprenörer så har projektet gått längre än vi vill egentligen, och vi svarar på en anbudsförfrågan, där vi svarar på det de frågar efter. Vi försöker hitta alternativ och billigare lösningar där också. Vi kan visa på en förslagskonstruktion där man tittar på huset för att se hur man kan lösa det tekniskt. Vi kan rita upp huset och berätta hur vi tänker oss bärningen och vilka väggar vi vill ha med för att klara stabilitet osv. Förslagskonstruktören sätter ihop ett kalkylunderlag för att kalkylavdelningen så de kan räkna ihop det. I den ska produktionsfabrikerna in, montage, konstruktionsavdelning, transporter och allt som berör projektet, så det är ett ganska omfattande arbete.” (L8)

Större delen leverantörerna i denna studie hade egna konstruktörer men framhävde att det råder stor brist på den kompetensen i landet idag. Många leverantörer får hyra in stora delar av arbetet från externa konsulter. Vissa menade att de gärna vill att arbetet ska utföras av egna konstruktörer men att det är svårt med beläggningen eftersom företagen i vissa perioder har behov av fler konstruktörer och i andra perioder är inte efterfrågan lika stor. Det krävs också att företaget har tillgång till rätt kompetens och de senaste datorprogrammen för att vara attraktiva på marknaden, vilket kan vara mycket kostsamt.

”Vi ansvarar för stomlösningen och de förspända produkterna tar fabriken alltid hand om. Alla konstruktörer är inte benägna att räkna på förspända produkter för det kräver ett annat datorprogram för att räkna fram dem och alla har inte den kapaciteten.” (L3)

En leverantör som erbjuder hela åtagandet i stomresningen påpekade att de använder sig av egna konstruktörer och i vissa fall kan de ta in mycket erfarna konstruktörer i statiska frågor då det handlar om flerbostadshus på upp till 25-30 våningar. Arkitekter kan även hyras in till de mer påkostade projekten.

5.5 Samarbete med el, vs och vent

De konsulter som ansvarar för installationer i bygghandlingarna brukar ofta komma in senare i processen enligt leverantörerna. Samarbetet mellan installationskonsulter och leverantörer uppfattas fungera bra och de kommunicerar väl i form av att skicka ritningar mellan varandra. Det som har framkommit under intervjuerna är att leverantörerna anser att installationskonsulter måste ingå tidigare i projektet då dragningar ska projekteras in i bjälklaget. Då bjälklagselementen ska konstrueras är konstruktören beroende av ritningar och handlingar från de övriga konsulterna. Det brukar inte innebära problem för samarbetet om tidsplanen är planerad utifrån ett tidigt samarbete där önskemål kan framkomma under projekteringsmöten. Det framkommer också att om det finns en duktig projekteringsledare brukar samarbetet gå smidigt samt att det är fördelaktigt att arbeta med samma konsulter i flera projekt. Enstaka leverantörer påpekade att problem kunde uppstå med installationskonsulterna om deras handlingar inte var färdigställda då prefableverantören behövde dem, på grund av att arbetsprocessen är annorlunda med prefabricerade element till skillnad från platsgjutet. Detta kan undvikas om leverantören kontaktas i tidigt skede eftersom de då kan informera byggherre eller entreprenör om deras tidsplan. Bygghandlingar som påverkar plattorna ska inkomma till leverantören minst åtta till tolv veckor innan leveransdatum för att kunna ritas in, tillverkas utifrån givna förutsättningar och sen monteras.

Leverantörerna kan visa upp en projekteringstidplan för prefabricerade betongstommar och i god tid förbereda de involverade på när underlag krävs. Generellt upplever de flesta leverantörer att samarbetet är bra med de övriga i projektet och att det finns en gemensam vilja att det ska bli en tillfredställande slutprodukt. Därför lyssnar de involverade på varandra och försöker tillgodose varandras behov.

5.6 Framtid

Samtliga respondenter i undersökningen tror att prefabricerade element kommer att bli vanligare i byggprojekt i framtiden. Vissa beskriver det som att det följer den allmänna utvecklingen i samhället. Ju mer elementen är standardiserade ju effektivare blir produktionen vilket leder till lägre kostnader per element. Elementen kan jämföras med ett antal legobitar i bestämda storlekar. I ett flerbostadshus finns det stora möjligheter att göra byggnaden attraktiv med olika kombinationer av några få plattor, det är endast fantasin som sätter begränsningarna. Till vissa delar kan specialelement utformas men genom att projektera utifrån prefabricerade element från starten i projektet kan även den totala kostnaden bli tillfredställande.

”Ju mindre legoklossar av olika storlekar ju lättare är det.” (E6.2)

Faktorer som kommer att vara avgörande i framtiden i valet av bjälklag är i princip samma som de som efterfrågas idag, utifrån intervjuerna. Tillgång till arbetskraft är en faktor som kommer upp vid flera intervjuer och att det är fördel att leverantörerna gör den största delen av arbetet på fabrik. Byggtid och ekonomi anses från leverantörerna ha stor påverkan på bjälklagen och det kommer fortsätta vara avgörande faktorer i framtiden. Vid leverans direkt till byggherren upplever leverantörerna att beställaren är villig att betala mer för en byggnad som är energisnål. Energi och miljö antas bli ännu viktigare i framtiden när det gäller produktion, leverans, montage och under förvaltning. Andra viktiga faktorer i framtiden är:

- ✓ Fukt
- ✓ Ljud
- ✓ Brand
- ✓ Bra arbetsmiljö
- ✓ Flexibelt under byggtiden
- ✓ Att lösa installationer på ett bra sätt
- ✓ Längre spännvidder
- ✓ Höjd på bjälklaget
- ✓ Underhållsfritt

Respondenterna framhävde att det konstant sker utveckling med dagens produkter för att de ska uppfylla krav och förväntningar. Det tillkommer nya material som undersöks dock arbetar de flesta leverantörer hellre med att utveckla de produkter som finns idag än att finna nya varianter. De flesta entreprenörer i denna studie tror inte att det kommer efterfrågas längre spännvidder i flerbostadshus i framtiden på grund av att det har nått en längd som möjliggör bra bostadsutformning. Det har efterfrågats öppnare ytor tidigare men de flesta anser att slakarmerade plattbärlag, som klarar spännvidder på sju till åtta meter, lever upp till kraven. Samtidigt framhäver entreprenör E5 ett annat sätt att se på framtidens bostäder. Genom att minska upplagsplatserna i lägenheter blir de mer flexibla för ombyggnation. Det kan även finnas önskemål att skapa sitt eget boende trots att man väljer att bo i lägenhet. En ensamstående person prioriterar eventuellt större öppna ytor för att sen bygga om då familjesituationen ändras och barn tillkommer. Då barnen flyttar finns eventuellt viljan att ta bort väggar och få en luftigare lägenhet.

”Istället för att sälja en tvåa, trea eller fyra så kommer vi att komma någonstans till att sälja 100 kvm lägenhet och sen gör du lite vad du vill med det! Du kanske till och med gör det i efterhand.” (E5)

Leverantörerna önskar bättre planering i tidsplanen för att handlingar ska finnas i god tid. Fördel är att det kan levereras med en färdig yta och att mycket av arbetet utförs på fabrik. Det anses vara fördel för vissa entreprenörer med en högre prefabriceringsgrad med ingjutna avlopp och kanaler. I HD/F skulle värme och ventilationsluft kunna ledas i kanalerna. Framtidsvisioner är ett bjälklag som klarar alla tänkbara situationer med bibehållna egenskaper. Något som eftersträvas är tunnare element med samma egenskaper för att få slankare konstruktioner och minskade fraktkostnader. Oberoende av vilka bjälklag som kommer att eftersträvas mest i framtiden står faktum kvar, det kommer alltid att finnas ett behov av bostäder där folk har råd att bo, enligt entreprenör E6.2:

”Det finns en intäktssida också, det måste finnas folk som har råd att bo i husen. Inga hus är billiga att varken bygga eller bo i så därför väljer man att bygga i storstäder där intäktssidan är ganska hög. Och i storstäderna har kommunen högre krav med en vision om stadsbyggandet och karaktären på staden. När det gäller de mindre kommunerna /---/ är intäkterna för låga så då kan man inte bygga av det skälet.” (E6.2)

Leverantör L10 anser att byggprocessen i framtiden måste optimeras för att spara pengar, det beskrivs i nedanstående citat:

/---/ jag skulle vilja se en stor förändring, om var vi kommer in i processen. Jag skulle vilja se en stor förändring från riksbyggarna och deras sida att ta in oss specialister i ett betydligt tidigare skede, då skulle vi förbilliga hela byggprocessen och spara enorma pengar inom hela bostadsbyggandet i Sverige! Jag tror att det är en viktig fråga eftersom vi kastar/ slösar bort miljarder pengar om året genom att inte göra en flödesanalys på rätt sätt. Det är ofta pengarna som styr för intressenterna i det lokala projektet. Om man hittar rätt arbetsmetod i hela processen så skulle man kunna spara pengar i hela bostadsbyggandet totalt sett. Intressenterna i ett specifikt projekt kanske inte tjänar mest med pengar men totalt sett skulle det kunna bli bättre.
(L10)

I byggprojekt med prefabricerade produkter finns det många fördelar och leverantör L5 framhäver möjligheterna:

”Det är människan själv som sätter begränsningar. Om man jämför med legobitar så är de standardiserade idag. Man kan bygga otroligt mycket med lego fast att det är så standardiserat som det är. Det tänket har vi också haft, att vi ska göra ett antal bitar och sen är det upp till oss själva att vi sätter ihop det på ett bra sätt.” (L5)

6 Faktorer som påverkar valet av bjälklag

Valet av mellanbjälklag skildras i detta kapitel vilket inledningsvis presenterar de olika faktorerna och hur de påverkar bjälklagen. Faktorerna som är baserade på BBR presenteras sist i kapitlet och efter detta redovisas deras påverkningsgrad på valet av bjälklagsplatta. Delkapitel 6.3 startar med entreprenörernas val av bjälklag där spontana faktorer redovisas först för att sen övergå till förväntade faktorer på en skala mellan ett och fem. Resultaten från intervjuerna med leverantörer redovisas på liknande vis och som avslutning på kapitlet jämförs svaren mellan de olika respondentgrupperna.

6.1 Valet beror av projektet

Under intervjuprocessen framkom det att många olika faktorer påverkar valet av bjälklag och att de ofta verkar i kombination med varandra. Samtliga respondenter påpekade att valet till största delen påverkas av hur projektet är uppbyggt. Under planeringen av flerbostadsprojektet analyseras punkter som byggtid och spännvidder. Det är till fördel för projektet om utformning av byggnaden, som rumsbildning, bestäms tidigt. Detta ligger i sin tur till grund för vilken typ av bjälklag det blir. Om till exempel spännvidderna är för långa utesluts vissa bjälklagsplattor och finns större möjligheter för andra varianter. Samtliga av de bjälklag som ingår i studien uppfyller kraven i BBR och många av entreprenörerna påpekar att kraven kan uppnås med alla fem plattorna, det innebär bara olika lösningar för att komma fram till ett tillfredställande slutresultat. Entreprenörerna gav sin syn på vad de anser är avgörande i valet av bjälklag då det står mellan de fem varianter som undersöks i denna studie. Leverantörerna fick svara på frågan om vilka faktorer som de anser påverkar bjälklagets efterfrågan. Respondenterna påpekade att det finns många faktorer som påverkar, många är viktiga och det är en kombination av olika krav som avgör valet.

6.2 Mellanbjälklaget i ett flerbostadshus påverkas av faktorer

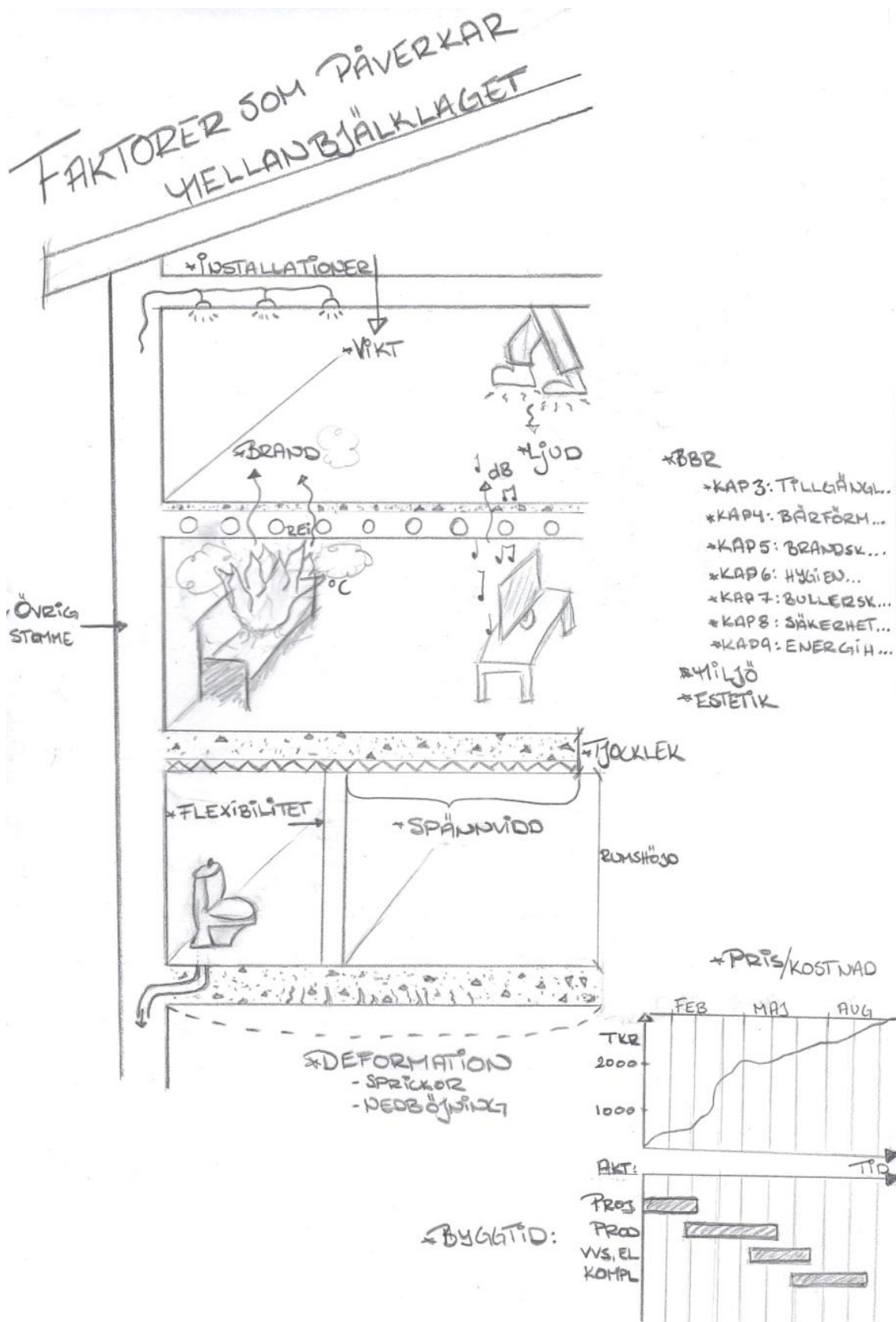


Bild 6.1 Illustrerar hur olika faktorer påverkar mellanbjälklaget i ett flerbostadshus.

Entreprenör E3 beskriver hur olika faktorer beror av varandra:

”Byggtiden påverkar priset och priset är viktigt om man vill vara med och kämpa om att få projekten. Sen finns det många andra grejer som kommer att påverka. Idag byggs byggnader där man har koll på energiåtgången och det problemet har man kommit åt. Mer fokus kommer att hamna på miljö och den energi man genererar när man bygger byggnaden. Fokus kommer att hamna på byggarens etablering i princip och den energiförbrukning man gör av med när man bygger totalt med miljöaspekter på materialet. Det kommer att ställas högre krav på vilka material man bygger med och hur det påverkar miljön.” (E3)

6.2.1 Byggtid

Tiden som det tar att uppföra ett flerbostadshus är viktig och kan ofta vara avgörande i valet av bjälklag. Entreprenörerna påpekade att ett val görs tidigt i processen där det avgörs om man ska bygga med prefab eller inte. I den tidiga planeringen tas hänsyn till hur lång byggprocessen ska vara och hur lång tid som ska läggas på projektering samt arbete på byggarbetsplatsen. Eftersom bjälklag som är uppbyggda med plattbärlag räknas som halv- prefab, där mycket arbete utförs på byggarbetsplatsen, spelar tidsfaktorn in och fördelningen av olika moment analyseras. Med de homogena plattorna och HD/F resulterar det i kortare byggtider än med bjälklag uppbyggda med plattbärlag. Byggtiden påverkar även fukt och täthet enligt entreprenörer E1.1.

”Tiden, för kortare byggtid ger mindre kostnader och snabbare ett hus som man kan få tätt för uttorkningens skull. Med tanke på energi och täthet så säkerställer man att husen blir fuktfria och täta. Ibland är det viktigt att leverantören gör jobbet åt oss när vi har resursbrist.” (E1.1)

Ytterligare en aspekt som framkom var leveranstiden. Om leverantörerna inte kan erbjuda element inom rätt tidsram påverkar det valet av bjälklag. Det är svårt att planera sin verksamhet om de inte vet när de kan få tag i elementen. Leverantör L2 beskriver problematiken med långa leveranstider i citatet:

”Byggentreprenörerna hänger inte riktigt med, så det blir lite panik när somliga vaknar och vill ha leverans på 8 veckor, också är det väntetid på 20 veckor.” (L2)

Enligt leverantörerna är det fördelar med prefabricerade element. Byggtiden upplevs vara viktig från leverantörernas perspektiv och det framkommer från intervjuer med leverantörer att entreprenörerna ofta är beredda att betala om de får leverans i tid. Tiden påverkar även priset på det totala projektet, vilket kan beskrivas med nedanstående citat:

”Om man väger in tidsaspekt, räntorna sticker och kreditivet blir dyrare, då blir det intressant igen att korta byggtiderna, vilket det inte har varit nu när vi har haft så låga räntor. Det handlar om tillgång och efterfrågan och om vi på E5 beställer 10 eller 50 projekt av L8 så syns det på prislappen.” (E5)

6.2.2 Pris

Det finns många kringkostnader som ofta inte räknas in när priset diskuteras, vilket gör det komplext att mäta. Det påverkas bland annat av platsomkostnader, krankostnad och hur många arbetare som ska vara involverade. Entreprenörerna anser att det är viktigt att inte priset stiger under resans gång utan att de har kontroll över de extramoment som de olika varianterna innebär. Enligt entreprenör E3 utgör priset på mellanbjälklag en stor del av den totala kostnaden på projektet. Leverantörerna anser att priset påverkar bjälklagets efterfrågan mycket. Det är även en kombination mellan pris, tid och materialval. I vissa fall väljer man ett mer påkostat material och i de fallen blir priset mindre viktigt för man vill hellre uppnå estetik eller kvalitet.

”Först samlar man upp alternativ som klarar av de krav man ställt upp och sen blir det priset som avgör. Men har man två bjälklag med samma egenskaper som byggtid, ljud osv så är priset en etta. Priset är det allra viktigaste egentligen men man väljer inte enbart på pris eftersom allt måste uppfylla de krav som ställs på produkten först.” (E4)

6.2.3 Installationer

De möjligheter som finns att lösa installationer i bjälklaget är en viktig faktor i valet av bjälklag. Enligt leverantörerna väljs HD/F ofta bort på grund av att det är svårare att integrera installationerna så att det blir en tillfredställande slutprodukt. En punkt som lyfts fram av både entreprenörer och leverantörer är möjligheten att bygga in ett FTX-system i konstruktionen för att möta energikraven som ställs från samhället. Entreprenörerna anser att hur man väljer att lägga installationerna har stor påverkan på vilket bjälklag det blir. De beslutar om installationerna ska placeras på, under eller integrerat i bjälklagsplattan. Detta ligger i sin tur till grund för hur högt det totala bjälklaget blir. Eftersom avloppsrör ofta är 110 mm i diameter varierar tjockleken på bjälklaget relativt mycket om de integreras i plattan eller läggs utanför. Leverantör L8 beskriver faktorn som viktig och grundläggande i projektet eftersom:

”Installationer är en viktig del och nästan det första man tittar på, om det fungerar eller ej.” (L8)

6.2.4 Miljö- produktion, montage, livslängd

Hur bjälklagselementen påverkar miljön är en viktig faktor samtidigt som vissa av entreprenörerna anser att man har arbetat mycket med miljön redan och att de börjar få kontroll på det.

”Livslängd och hållbara hus är viktig för att huset ska hålla länge. Det är viktigt för oss men kanske ännu viktigare för kunden. Därför vill oftast kunden ha ett betonghus om det går.” (E1.1)

Leverantörerna anser att miljöfrågan är viktig och att de arbetar med uppfylla kraven om miljön. Samtidigt framhäver respondenterna att alla de bjälklag som ingår i studien består av betong, vilket ger dem samma förutsättningar när det gäller materialet. Frakt och bensinförbrukning framhövdes som en avgörande faktor då elementen levereras inom en radie av 20 mil från fabrik för att produkten ska vara konkurrenskraftig. Vikten på de undersökta elementen varierar starkt. Plattbärlag väger inte mycket vid leverans men det färdiga bjälklaget kräver större dimension än en konstruktion med HD/F. Vid leverans har HD/F fördelar jämfört med de homogena plattorna eftersom de väger mindre.

6.2.5 Vikt

Tyngden på elementen ansågs viktig av entreprenörerna fast inte avgörande i valet av bjälklag. Vid transporter av bjälklagsplattorna är det ofta frakten som avgör hur långt plattorna kan levereras. De plattbärlag som levereras är endast 45-80 mm tjocka vilket ger fördelar vid transporten då en lastbil kan rymma fler kvadratmeter plattbärlag än homogena plattor. Då kranen hyrs in till bygget avgörs storleken av hur tunga elementen är som ska lyftas. HD/F och plattbärlag har fördelar eftersom de väger mindre än de homogena plattorna vid lyft. Om huset till största delen består av lättväggar är ofta bjälklagselementen de tyngsta i projektet och det blir de som dimensionerar kranen. Då huset är uppbyggt av betongväggar påverkar inte bjälklagselementen lika mycket eftersom väggarna ofta väger mer. Vikten på den totala byggnaden påverkar grundläggningen och för att inte behöva göra större förstärkningar i marken är det fördelar med en lättare byggnad som till exempel åstadkoms med HD/F. Eftersom många leverantörer erbjuder montage av stommen anser vissa leverantörer att vikten inte påverkar entreprenörens val av bjälklag i någon större omfattning. Bjälklag uppbyggda av plattbärlag och homogena plattor resulterar i samma vikt den färdiga konstruktionen.

6.2.6 Estetik och tjocklek på bjälklaget

Tjockleken på bjälklaget påverkar den totala bygghöjden vilken kan vara begränsad i detaljplanen. Under intervjuerna framkom det att rumshöjden som eftersträvas är 2,5 meter fritt mellan golv och tak samt att bjälklaget helst inte ska vara tjockare än 270 mm inklusive golvbeläggning. I de fall det krävs ett innertak eller övergolv, som med HD/F, är det svårt att klara höjderna som eftersträvas. Den totala byggnadens höjd kan regleras med takfotens höjd och det fanns delade meningar om hur mycket det egentligen påverkar valet av bjälklag.

”I städerna är man ofta styrd av att man inte får bygga högre än en viss höjd och då får man trycka ner husen. Om man har åtta till tio våningar så gör ett par centimeter på varje en del och man är snabbt uppe i en halvmeter och då blir huset för högt. Om valet står mellan att få bygga en våning mer eller mindre så är valet ganska lätt.” (E5)

Tjockleken på bjälklaget påverkar även fasadytan, vilket i sin tur innebär en ökning av kostnader. I frågan om estetik kom även diskussioner upp angående fogarna i taket. Med bredare element, som plattbärlag och homogena plattor, blir det färre antal skarvar och med HD/F blir skarvarna så pass stora att det rekommenderas att låta dem bli en del av arkitekturen. Leverantörernas syn på estetik kan beskrivas med följande citat:

”Det är undersidan på HD/F som har fogar varje 1,200 meter och det är vissa som reagerat på det. Tjockleken bryr man inte sig om för det ser man inte, men den påverkar med total bygghöjd. Tjocklek på bjälklaget påverkar storleken på väggytan och om man kan klara det med en tunnare konstruktion så är det bra.” (L5)

6.2.7 Stomme, övriga byggnadsdelar

Det är viktigt att bjälklaget stämmer överens med den övriga stommen. För att bära ett betongbjälklag måste stommen kunna ta de laster som uppstår och det har framkommit att det mest effektiva är en betongstomme. Plattorna i undersökningen ger möjligheter att kombineras med olika stomsystem som stålstomme, pelare och lättväggar, se mer under teoridelen. Stommen påverkar effektiviteten i byggprocessen och med prefabricerade väggar går montaget snabbt. Det är viktigt att projektera rätt från början så att bjälklag och väggar får möjlighet att samverka på det mest optimala sättet.

6.2.8 Flexibilitet

I valet av bjälklag upplevs inte flexibiliteten att kunna ändra i planlösningen vara en avgörande faktor i byggnation av flerbostadshus. Det finns ofta lägenhetsskiljande väggar som ger en naturlig avgränsning när det handlar om upplagsmöjligheter, enligt entreprenörerna. De flesta leverantörer ansåg inte att flexibiliteten påverkar valet på grund av att det tillhör förutsättningarna i projektet. Antingen kan leverantören ingå projektet eller så är spännvidderna för långa och då väljer de tidigt att inte vara delaktig i anbudsprocessen. Under intervjuerna med leverantörer framkom det att flexibilitet att kunna bygga om i framtiden är mycket viktig i kontor. Leverantör L5 påpekade att då det byggs i innerstaden kan möjligheten till flexibilitet i framtiden påverka valet då kontorsbyggnader görs om till bostäder eller vice versa. Det finns nackdelar med de slakarmerade produkterna för i de byggnaderna finns inte möjligheten att ta bort innerväggar i framtiden i samma omfattning som med de förspända produkterna. Då konstruktionen är uppbyggd med förspända plattor är det viktigt att veta var linorna är placerade i konstruktionen för att inte bärigheten ska påverkas, om man vill göra förändringar i bjälklaget. Enstaka respondenter ansåg att flexibiliteten i planlösningen för bostäder var viktig och leverantör L10 framhäver sin syn på saken:

”Då barnen är små har man ett behov av rumsindelning men när det växer upp ändras behoven och man kan då ändra i byggnaden och den står ändå kvar.” (L10)

”Flexibilitet i planlösningar, fördel med längre spännvidder. Just nu går vi mot mindre lägenheter och då har man inte så stor nytta av det, men det kanske svänger om igen. Idag ligger snittet på 77-78 kvm, för fem, sex år sen låg snittet på en trea på 85-90 kvm.” (E5)

6.2.9 Spännvidd

Enligt entreprenörerna påverkar inte spännvidden valet av bjälklag särskilt mycket och kommentarerna till varför det inte är en avgörande faktor är att det tillhör förutsättningarna i projektet. Då förutsättningarna för projektet tas fram bestäms spännvidder vilket ligger till grund för vilken typ av bjälklag som är möjlig. Det är svårt att planera bostäder efter långa spännvidder på flera håll eftersom de flesta utrymmen i en bostad kräver ljusinsläpp. Eftersom plattorna endast behöver upplag på två kanter klarar de flesta bostadsutformningen som eftersträvas. Enligt L8 är ett lamellhus ofta elva meter och punkthus är ungefär 20 x 20 meter. Punkthus är mellan 17- 20 meter i en fyrkant och med trapphus av betong i mitten för att uppnå stabilitet i huset. Om byggnaden delas på mitten blir de längsta spännvidderna strax under tio meter. Under projekteringen utgår man från vad bjälklaget klarar av och det planeras hellre

fler upplag där det krävs. Entreprenör E1.2 och E5 anser dock att spännvidder påverkar valet av bjälklag:

”Spännvidden avgör det mesta, för har man en given spännvidd så kan vissa typer väljas bort direkt, om man vet spännvidderna och de är låsta. Om man får välja spännvidder själv så är det priset som avgör.”(E1.2)

I frågeställningen om det var fördelar med fler upplag än större spännvidder fanns det skilda åsikter. Detta beror på att det både är en arkitektonisk fråga och en kostnadsfråga. Entreprenörernas uppfattning om kostnaderna på bjälklagen var att förspända bjälklagsplattor är dyrare än de slakarmerade alternativen. För att minska kostnader kan slakarmerade produkter väljas och fler antal upplag. Genom att bygga med förspända produkter har man mindre behov av antalet upplag vilket kan minska kostnader på det totala projektet. Leverantörernas syn på spännvidden var att det inte påverkar valet i någon större omfattning.

”Det är ingen som bryr sig om spännvidden för det ska man lösa. Det är ingen som tänker på det när man bor där.” (L5)

Anledningen till att leverantörerna inte såg spännvidden som en avgörande faktor är att de flesta leverantörer köper element av varandra om de inte tillverkar det som krävs till det aktuella projektet, vilket framkom under intervjuprocessen. Detta beskrivs av entreprenör E6.2:

”Inom prefabbranschen har man sina nyckelprodukter. Leverantör L8 är duktiga på vissa saker och andra är bättre på annat och sen finns det ett stort utbyte av produkterna.” (E 6.2)

Om till exempel en leverantör av plattbärlag skulle lämna anbud på ett projekt och det krävs förspända plattor på vissa partier, då beställer de av en annan leverantör som erbjuder de förspända varianterna. Det har framkommit att prefabricerade element krävs då det finns krav på långa spännvidder i byggnader enligt leverantör L8:

”Om man har krav på långa spännvidder så påverkar det väldigt mycket och då måste man ha prefab.” (L8)

6.2.10 BBR

Samtliga av de bjälklagstyper som undersöks i denna studie förväntas uppfylla kraven i BBR. Trots det anser både leverantörer och entreprenörer att det är viktiga faktorer. Att uppnå kraven är en förutsättning för att kunna sälja produkterna och om de inte uppfylls har minskar produktens möjlighet att konkurrera marknaden. De grundläggande kraven sätts utifrån BBR och förutom dem finns de faktorer där produkterna blir mer eller mindre konkurrenskraftiga. Detta beskrivs i citatet nedan:

”Det finns krav som vi ska klara och om vi klarar det så ska det inte påverka valet. Det är mätbart och det finns värden som man tillåter. För betongbjälklag så har alla bra bärförmåga, brandskydd, stadga och beständighet, hygien, hälsa och miljö och en produkt som inte avger farliga ämnen. Betongen har bra bullerskydd. Säkerheten i hela processen från produktion till montage är kontrollerad och styrd och man lägger stor vikt vid det. Alla punkterna är viktiga och alla punkterna har vi jobbat hårt för att uppfylla. Vi prioriterar allt detta och det är det som styr oss i vår verksamhet.” (L5)

6.2.11 Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd och driftutrymmen Kap 3

Bostadsutformningen beror av spännvidden på bjälklaget. Under intervjuerna framkom det att de slakarmerade plattorna ofta är tillräckliga i flerbostadshus, se mer under punkten flexibilitet. Enstaka entreprenörer ansåg att det var fördelaktigt med längre spännvidder, att det ger möjligheter till öppnare planlösningar och att kostnader kan minska på det totala projektet. Tillgängligheten i bostäderna är för det mesta oberoende av vilken bjälklagsplatta som väljs.

”Våningshöjden är bestämd så den måste man alltid ha. Bjälklagstjockleken ger påverkan på totalhöjden på byggnaden och det utgör priser på väggarna. 250 mm är ett heligt mått i Sverige och tjockare än så får inte bjälklagen vara och då ska man klara alla kraven. Det är därför HD/F är lite svårare att hantera.” (L3)

6.2.12 Bärförmåga, stadga och beständighet kap 4

Entreprenörerna förutsätter att krav som kommer från BBR är uppfyllda hos de bjälklagsalternativ som de väljer mellan. Leverantörerna anser att man utgår ifrån att det uppnår bärigheten eftersom plattorna är dimensionerade utifrån kraven och att de uppfylls. Detta beskrivs av entreprenör E6.2:

”Bärförmåga, stadga och beständighet – Vilken man än väljer så är det en faktor att det håller och det gäller för alla. Det är inte oviktigt men det är en självklarhet att det håller. Vilket man än väljer så är det lite olika lösningar för att komma dit, det är bara en statik som ska hanteras och det gör man med vilken som.” (E6.2)

6.2.13 Deformationer - sprickor, nedböjning

Deformationer som sprickor och nedböjning är reglerat och det är upp till leverantören att se till att deras element uppfyller kraven då de levereras. I valet av bjälklag kan det påverka enligt entreprenörerna eftersom det är viktigt att bjälklaget inte ska deformeras eller sätta sig. Ett förspänt bjälklag har inte samma benägenhet att böja ner eftersom det finns spännarmerade linor i underkant, läs mer om de förspända elementen under kapitel två.

6.2.14 Brand kap 5

Samtliga av bjälklagsplattorna uppfyller brandkraven och det anses inte vara en avgörande faktor i valet av bjälklag. I projekt med plattbärlag består ofta en del väggar av utfackningsväggar, vilket kan tas hänsyn till vid diskussion om hur den totala byggnaden står emot brand, men det ingår ingen fördjupning av det i denna studie.

”/--/det är det som är fördelen med betong för man behöver inte tänka på brand. /---/ En HD/F som man lägger upp på betongvägg gjuter man samman med betong i anslutningen mellan elementen, och det ska vara tillräckligt med brandskydd på dessa ingående delar i och med betongen.” (E6.1)

6.2.15 Hygien, hälsa och miljö kap 6

De färdiga bjälklagen påverkas inte av faktorn med hygien, hälsa och miljö i någon större omfattning, enligt respondenterna. Leverantörerna påpekar att det är viktigt med torra och rena lokaler.

”De installationer som finns i bjälklaget är väl skyddat ur miljöaspekten. När det gäller hälsa så får man en bättre ljudbild med installationerna ingjutna, vilket reducerar ljud från avloppsvatten vid spolningar. När det gäller el är det inga problem och vid ventilation kan man dra ner flödet eller göra större kanaler.” (E2.2)

6.2.16 Ljud/ bullerskydd kap 7

Enligt entreprenörerna är ljudfaktorn relativt viktig i valet av bjälklag men inte avgörande. Leverantörerna prioriterar ljudfrågan högt och anser att det ofta är därför HD/F inte väljs till flerbostadshus. Enligt leverantör L5 är ljudfaktorn

viktig och det är därför vi bygger tunga hus i Sverige. Vid pågjutning på ett förspänt bjälklag påverkas det av överhöjningen då det krävs en minimumtjocklek för ljud som ska uppnås på mitten vilket kan ge ett tjockare skikt inne vid hörnen.

”Valet av bjälklag är en kombination. Men först och främst är det stegljuden när det gäller bjälklag. Branden klarar oftast alla men ljudfrågan är väldigt viktig.” (E4)

6.2.17 Säkerhet kap 8

Säkerhetsfaktorn ansågs vara viktig i valet av bjälklag. Slutresultatet av färdigt bjälklag är i princip lika mellan de olika bjälklagen som ingår i denna studie. Skillnaden finns mellan plattbärlag och de andra två varianterna homogena plattor och HD/F. Ett bjälklag som är uppbyggt med plattbärlag i botten gjuts ihop med den övriga stommen och resultatet blir en samverkande konstruktion. Vid montage av samtliga plattor görs förankringar med armeringsbyglar mellan vägg och bjälklag, vilket är viktigt för att undvika rasrisk. Vid montage har de homogena bjälklagen och HD/F fördelar eftersom arbetsmoment med bockryggar och stämp samt att gjuta betong på byggarbetsplatsen undviks. Vid montage och arbete med installationer finns inte riskfaktorn att falla på grund av stegar som sticker upp ur plattbärlagen. Andra aspekter som lyfts fram är att det är fördel med plattbärlag på det viset att det finns en stödjande konstruktion under med bockryggar och stämp, vilket inte de andra bjälklagen erbjuder som läggs upp på bärande väggar. Respondenterna påpekade att säkerheten vid montage är strikt reglerad via regler och föreskrifter. Arbetsmiljön vid montage regleras av handböcker där det framgår när stämp får demonteras och hur många säkerhetsvåningar som krävs vid byggnation med de prefabricerade elementen. Respondenterna påpekade att det inte är några direkta skillnader mellan de olika bjälklagstyperna när det gäller säkerheten. Det är samma delar som ska hanteras med till exempel lyft, upplag och bärförmåga där alla i princip är lika.

6.2.18 Energihushållning kap 9

Energi ansågs vara en viktig faktor men inte när det handlar om bjälklag eftersom det inte ingår i klimatskalet som ytterväggar och tak. Köldbryggor som uppstår då bjälklaget går genom isoleringen i väggen kan påverka energifrågan men de flesta entreprenörer såg inte detta som ett problem eftersom man löser detaljerna.

”I energifrågan är det ingen skillnad när det står färdigt på plats, utan det är nog mer under produktion. Att det går åt mer energi att göra betongbjälklag och köra dem ifrån en fabrik men inte under husets livslängd.” (E3)

Entreprenör E3 beskriver frågeställningen i framtiden då det handlar om miljö och energi:

”Idag byggs byggnader där man har koll på energiåtgången och det problemet har vi kommit åt idag. Jag tror att mer fokus kommer att hamna på miljö och den energi man genererar när man bygger. Jag tror att fokus kommer att hamna på byggarens etablering och den energiförbrukning man gör av med när man bygger totalt med miljöaspekter på materialet. Det kommer att ställas högre krav på vilka material man bygger med och hur det påverkar miljön och då blir det också energi så klart om man jämför från ax till limpa, hur man producerar produkterna.” (E3)

Leverantörerna ansåg att energifrågan i den färdiga byggnaden var viktigare då de säljer produkter direkt till byggherre och brukare än till en entreprenör.

”Energihushållning: Det kan påverka mycket och där är det fördelar med vårt system i tung stomme jämfört med filigran. Filigran- systemet byggs ofta med utfackningsväggar och det är ofta därför entreprenören väljer detta billigare system för att sen kunna sälja dyrt. När vi säljer direkt till kunden kan vi mer motivera när det gäller energi.” (L8)

6.3 Faktorernas påverkningsgrad enligt entreprenörer

6.3.1 Spontana faktorer

För att mäta vilka faktorer som påverkar valet av bjälklag ställdes frågan till entreprenörerna. De fick först berätta spontant vilka faktorer som de anser påverkar valet av mellanbjälklag till ett flerbostadshus. I tabell 6.1 visas hur många entreprenörer som spontant nämnde följande faktorer:

Tabell 6.1 Faktorer som påverkar valet av bjälklag

Faktor	Antal entreprenörer
Pris	7
Spännvidd	5
Ljud	3
Byggtid	3
Installationer	2

Tabell 6.1 Antal entreprenörer som nämnt spontana faktorer.

Enstaka respondenter nämnde även att dessa faktorer påverkar valet av bjälklag:

- ✓ Laster
- ✓ Årstid
- ✓ Arbetsmiljö
- ✓ Total bygghöjd
- ✓ Typ av projekt
- ✓ Tidigare erfarenheter inom företaget
- ✓ Vilken produkt som är mest lämplig
- ✓ Slutfinisch, vilket minskar efterarbeten
- ✓ Hur byggarbetsplatsen är planerad, utifrån platsgjutet eller hel- prefab.
- ✓ Tillgång till egen personal
- ✓ Konjunktur

6.3.2 Faktorer på en skala

Efter de spontana faktorerna fick respondenterna placera givna faktorer på en skala mellan ett till fem. Nio entreprenörer tillfrågades om vilka faktorer som var viktigast i valet av bjälklag. De gav faktorerna poäng på en skala mellan ett till fem där lägst poäng påverkade valet mest, enligt nedanstående kriterier:

Skala mellan 1-5:

- 1= Påverkar valet mycket, avgörande
- 2= Påverkar valet ganska mycket
- 3= Påverkar valet en del
- 4= Påverkar inte valet i någon större omfattning
- 5= Påverkar inte alls

För att redovisa i ett diagram inverterades skalan och de faktorer som påverkar valet mest får fem poäng. Om samtliga entreprenörer ansåg att en faktor är den mest avgörande hade den fått totalt 45 poäng på skalan i diagrammet. Genom detta kan det utläsas att entreprenörer inte var eniga om att byggtiden är den allra viktigaste faktorn. Mellan de sista faktorerna är det en hårfin gräns där det endast skiljer några poäng. Förhållandet mellan de nio viktigaste faktorerna enligt entreprenörerna redovisas i diagram 6.2.

Faktorernas påverkningsgrad- entreprenörer

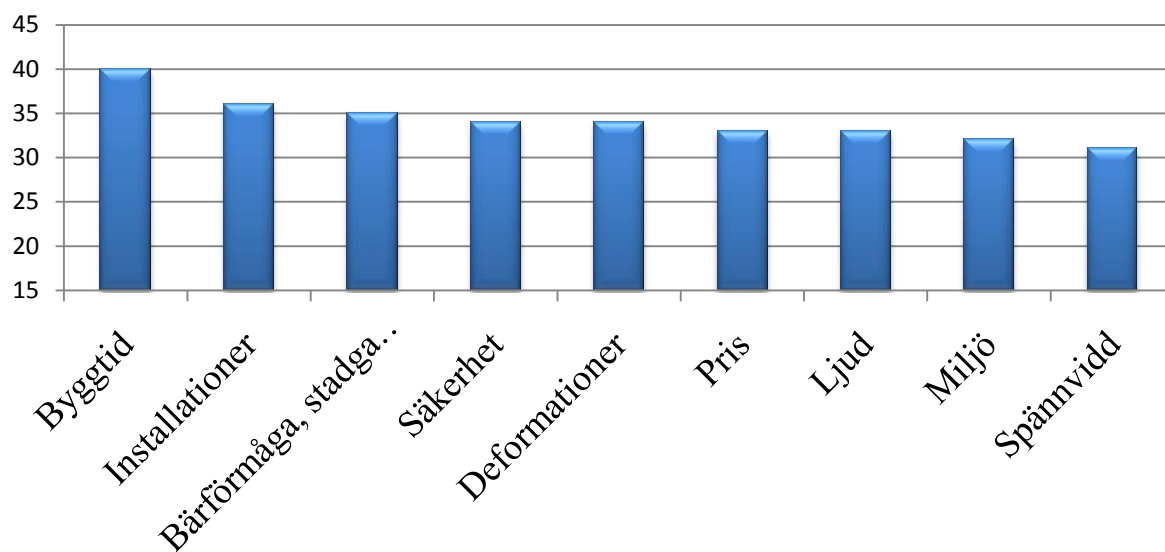


Diagram 6.2: De nio viktigaste faktorerna enligt entreprenörer

Tabell 6.3 visar rangordningen av faktorerna.

Tabell 6.3 Rangordning av faktorer:

1. Byggtid
2. Pris
3. Installationer
4. Bärförmåga, stadga och beständighet
5. Deformationer - sprickor, nedböjning
6. Säkerhet vid användning
7. Ljud/ Bullerskydd
8. Miljö- produktion, montage, livslängd
9. Spännvidd
10. Upplevelse i byggnaden - Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd
11. Stomme, övriga byggnadsdelar
12. Brandskydd
13. Estetik och tjocklek på bjälklaget
14. Vikt
15. Flexibilitet i byggnaden för andra användningsområden i framtiden
16. Hygien, hälsa och miljö
17. Energihushållning

Tabell 6.3 Rangordning av faktorerna som påverkar valet av mellanbjälklag till flerbostadshus enligt entreprenörerna.

6.4 Faktorernas påverkningsgrad enligt leverantörer

6.4.1 Spontana faktorer

Leverantörerna tillfrågades om vilka faktorer som påverkar bjälklagens efterfrågan och de fick först nämna spontana faktorer. Antalet leverantörer som nämnde spontana faktorer redovisas i tabell 6.4.

Tabell 6.4 Faktorer som påverkar valet av bjälklag

<u>Faktor</u>	<u>Antal leverantörer</u>
Tidigare erfarenheter/ tradition	5
Ljud	5
Byggtid	4
Brand	2
Pris	2
Tjocklek på bjälklaget	2

Tabell 6.4 Leverantörernas spontana faktorer.

Många leverantörer påpekade att tradition och erfarenheter inom byggföretagen påverkar valet av bjälklag. Platschefen har en viktig roll eftersom hans/hennes erfarenheter väger tungt. Övriga faktorer som framkom under intervjuerna var byggnadens övriga stomme, om det är lättväggar eller betongväggar. Tillgången till produkten som beror av leveranstider påverkar valet av bjälklag för att entreprenören ska kunna planera sin verksamhet. Installationer och FTX- system, energi, typ av projekt samt pris är ytterligare faktorer som leverantörerna spontant anser påverkar bjälklagets efterfrågan. Konjunkturläget kan påverka valet av bjälklag. Om byggentreprenören har tillgång till många egna arbetare vill anser leverantörerna att entreprenörerna helst vill utföra större delen av byggnadsarbetet själva för att sysselsätta de anställda. Genom att entreprenören själv utför arbetet i lågkonjunktur har de möjlighet att behålla kompetens inom företaget, vilket är viktigt då konjunkturen vänder igen.

6.4.2 Faktorer på en skala

Även leverantörerna gav givna faktorerna poäng på skalan mellan ett till fem. Eftersom elva leverantörer intervjuades hade en faktor fått 55 poäng om samtliga respondenter varit eniga om att det varit den mest avgörande faktorn. Utifrån detta kan utläsas i diagram 6.5 att leverantörerna inte är eniga i vad som är viktigast för bjälklagens efterfrågan. Diagrammet visar förhållandet mellan hur mycket de olika faktorerna påverkar bjälklagens efterfrågan till flerbostadshus. Leverantörerna anser att pris och ljud är de faktorer som påverkar efterfrågan av bjälklag mest.

Faktorernas påverkningsgrad- leverantörer

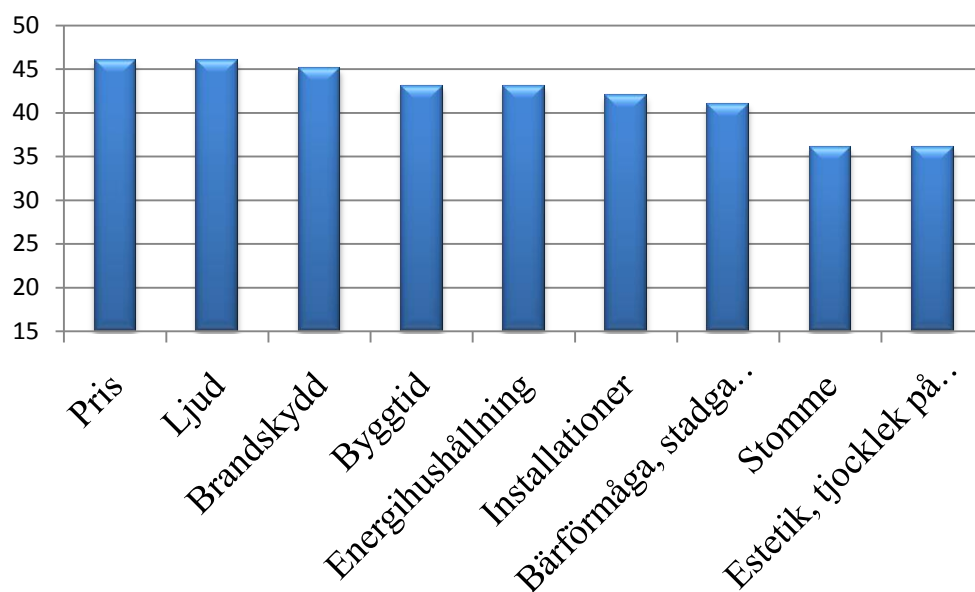


Diagram 6.5 De nio viktigaste faktorerna enligt leverantörer.

Tabell 6.6 Rangordning av faktorer

1. Pris
2. Ljud/ Bullerskydd
3. Brandskydd
4. Byggtid
5. Energihushållning
6. Installationer
7. Bärförmåga, stadga och beständighet
8. Stomme, övriga byggnadsdelar
9. Estetik och tjocklek på bjälklaget
10. Deformationer - sprickor, nedböjning
11. Säkerhet vid användning
12. Miljö- produktion, montage, livslängd
13. Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd och driftutrymmen
14. Spännvidd
15. Flexibilitet i byggnaden för andra användningsområden i framtiden
16. Hygien, hälsa och miljö
17. Vikt

Tabell 6.6 Rangordning av faktorerna som påverkar valet av mellanbjälklag till flerbostadshus enligt leverantörer.

6.5 Jämförelse mellan entreprenörer och leverantörer

En jämförelse av hur entreprenörer och leverantörer prioriterar de olika faktorerna i studien visas i diagram 6.7. Diagrammet utgår från entreprenörernas nio högst prioriterade faktorer. För redovisningen har värdet på faktorerna dividerats med antalet respondenter i respektive grupp för att sen skalas upp. Detta ger att resultatet i tabellen visar ett snitt på hur mycket olika faktorer påverkar valet av bjälklag.

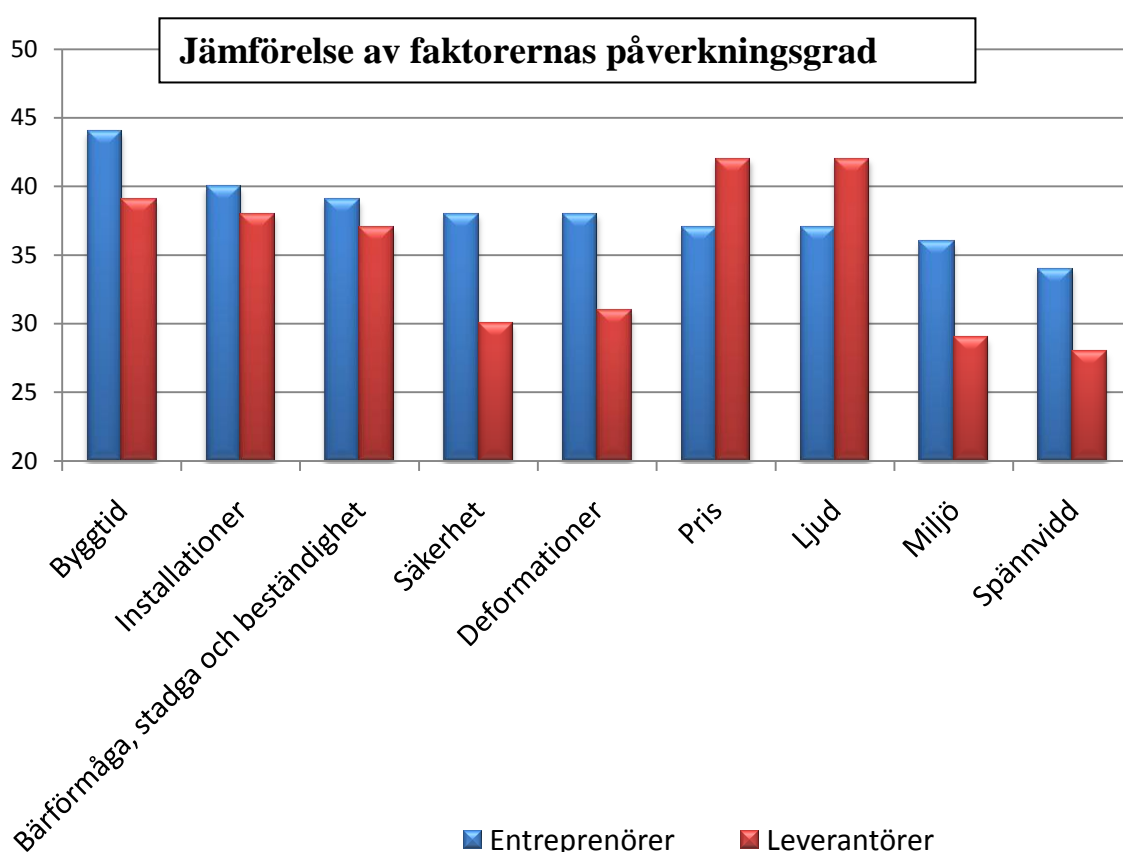


Diagram 6.7 Jämförelse av faktorernas påverkningsgrad.

På frågan om leverantörerna anser att de vet vad entreprenörerna efterfrågar svarade sju av elva respondenter att de nog prioriterar samma faktorer och att de kommunicerar väl med entreprenörerna. På frågan svarade leverantör L10 följande:

”Ja, det finns ju krav, eller spelregler, på marknaden som ska uppfyllas när det gäller bygg. Ju mer raffinerat, optimerat man kommer dit då det gäller ekonomi, brandskydd osv ju mer intressant är man ju som leverantör. Man vill ha produkter som är optimerade och billiga men ändå klarar kraven. Vi tycker att vi har bra koll på vad det är entreprenörerna vill ha.” (L10)

Leverantör L4 påpekade att de inte prioriterar samma faktorer som entreprenören men de har samma värderingar som slutkunden, mjukare parametrar som till exempel miljö. Fyra av elva leverantörer trodde inte att de prioriterade samma faktorer som entreprenörerna eftersom de ansåg att entreprenörerna prioriterar priset högst. Leverantör L8 framhävde skillnaden med citatet:

”Nej det tror jag inte, de prioriterar pris och vinst och inte kvalitet på samma sätt som vi gör. Det är därför vi vill sälja direkt till byggherrar för att vi vill sälja kvalitet och inte det direkt billigaste, vårt blir nog billigare i längden.” (L8)

7 Avslutande del

Denna avslutande del inleds med en utveckling av faktorernas påverkningsgrad. Ett analysverktyg presenteras, vilket har använts för att utse den bjälklagsplatta som erbjuder flest fördelar vid byggnation av flerbostadshus, baserat på underlaget i denna studie. Efter det följer en motivering till varför nackdel respektive fördel valts. Poängsättningsmallen redovisas sist och efter det avslutas rapporten med diskussion och slutsatser.

7.1 Analys faktorer

De viktigaste faktorerna i valet av mellanbjälklag till flerbostadshus har sammanställts i ett analysverktyg. Faktorer som valts ut har visat sig vara avgörande i valet av bjälklag baserat på underlaget i denna rapport samt diskussioner med entreprenörer och leverantörer. Denna analys görs eftersom diskussionerna under intervjuerna i vissa fall visade på att faktorer var viktigare än vad utfallet som presenterades i kapitel 6.3 och 6.4. Faktorer från BBR ingår inte i analysen, förutom ljud, eftersom samtliga bjälklag i studien förutsätts uppnå kraven vilket gör dem likvärdiga. Leverantörerna är medvetna om att de måste uppfylla kraven i BBR får att få produkterna sålda på marknaden. Om de inte når upp till kraven är de inte potentiella alternativ till stommen i byggnadsprojekt. Eftersom samtliga av bjälklagsplattorna uppfyller kraven läggs utgångspunkten där och det finns andra faktorer där produkterna konkurrerar. De faktorer som är framtagna är de där det uppstår skillnader mellan de olika bjälklagslösningarna och anses vara viktiga i valet av bjälklagsplatta. Analysverktyget är en variant som är framtagen för att komma fram till vilket bjälklag som har flest fördelar jämfört med de andra bjälklagen i denna rapport. Pris- faktorn ingår inte i analysen eftersom den varierar starkt med tiden och det är beroende av konjunktur, samarbetsavtal, kvadratmeter beställt bjälklag samt avstånd mellan fabrik och byggarbetsplats. Valet har gjorts att inte utföra fördjupade studier i denna fråga, se mer under avgränsningar i kapitel 1.

7.1.1 Analysverktyg fördel eller nackdel

Bjälklagen jämförs mot varandra och i tabell 7.1 ges de fördel respektive nackdel beroende på hur bra de uppnår faktorerna. Rangordningen av faktorerna grundar sig i de faktorer som entreprenörerna prioriterar mest. Ordningen utgår även från de diskussioner som gjorts med respondenter i studien.

Tabell 7.1 Analysverktyg

Utvalda faktorer	Slakarmerade plattbärlag	Förspända plattbärlag	Slakarmerade Homogen-bjälklag	Förspända Homogen-bjälklag	HD/F
Byggtid	Nackdel	Nackdel	Fördel	Fördel	Fördel
Installationer	Fördel	Fördel	Fördel	Fördel	Nackdel
Ljud	Fördel	Fördel	Fördel	Fördel	Nackdel
Spännvidd	Nackdel	Fördel	Nackdel	Fördel	Fördel
Vikt	Fördel	Fördel	Nackdel	Nackdel	Fördel
Estetik/tjocklek	Fördel	Fördel	Fördel	Fördel	Nackdel

Tabell 7.1 Analysverktyg där bjälklagsplattorna ges fördel eller nackdel beroende på hur bra de uppfyller utvalda faktorer

7.1.2 Motivering till fördel eller nackdel

Byggtid

Byggtiden anses vara viktig i valet av bjälklag utifrån intervjuerna med både entreprenörer och leverantörer. Bjälklag uppbyggda av plattbärlag har en längre byggtid på grund av att många moment utförs på byggarbetsplatsen samt att det har en lång uttorkningsprocess. Jämfört med de andra bjälklagen i denna studie har även plattbärlagen extramoment med stämp och bockryggar som ska sättas upp och demonteras. De homogena plattorna upplevs ta kortast tid eftersom det mesta är klart då plattan levereras till byggarbetsplatsen i form av armering, installationer, uttorkning samt ytor. Med HD/F är det ett effektivt stomresningsmoment men samtidigt är det mycket efterarbete med att borra dräneringshål i kanalerna, justera överhöjningen för att ytan ska bli jämn, pågjutning för att klara ljudkrav samt arbeten med installationer.

Installationer

Installationer är en viktig faktor när det handlar om valet av mellanbjälklag och det är angeläget att finna en effektiv lösning. Under intervjuerna har det framkommit att det inte är vanligt att placera installationer i kanalerna i HD/F, förutom att möjligtvis leda ventilationsluft. Det gör att installationer måste

placeras på eller under bjälklagsplattan, vilket leder till att det totala bjälklaget blir tjockare än de andra varianterna. Flertalet respondenter i studien påpekade att plattbärlag har stora fördelar eftersom installationerna gjuts in och kan justeras under projektets gång.

Om branschen förändrar rutinerna kan de homogena plattorna uppnå liknande slutresultat när det handlar om installationer och arbetet är utfört tidigare i processen, vilket gör att aktiviteterna inte påverkas av klimatet. Ytterligare en faktor som inte lagts mycket vikt vid i denna rapport är att de homogena plattorna inte påverkas av vilken årstid det är eftersom det tillverkas i fabrik och lagras där tills de är redo att levereras för montage. Att inte vara begränsad av årstiden är även fördel i diskussionen med leveranstider. Om uppförandet av byggnader får en jämnare fördelning över hela året blir inte fabrikena lika belastade under till exempel våren för att kunna leverera till sommaren. Detta kan i sin tur ge en jämnare prisnivå på elementen och att kostnader kan sjunka eftersom dyra externa konsulter inte behöver hyras in.

Ljud

Ljutfaktorn påverkar mellanbjälklaget i flerbostadshus eftersom de boende inte ska påverkas av varandra ljudmässigt. Med plattbärlag och homogena plattor uppnås ljudkraven utan ytterligare skikt eller ljuddämpande metoder. De flesta respondenter framhäver att HD/F har problem för att uppnå ljudkraven. Intervjuerna har visat att det sker mycket utveckling för att klara ljudkraven och att det är en högt prioriterad faktor i bostäder.

Spännvidd

Spännvidderna av bjälklagsplattorna framhövdes inte under intervjuerna ha lika stor påverkan på bjälklaget som det förväntades. Det kan bero på att bjälklaget ofta är valt innan projektet startar med hänsyn till tidigare erfarenheter. Enligt teoristudierna framkom det att det är fördelaktigt att förspänna plattor för att minska risken för sprickbildning. Då mellanbjälklaget är en konstruktion som är innanför klimatskalet och inte påverkas av väder och utomhusklimat, minskar risken för att armeringen ska korrodera.

De flesta respondenter anser inte att spännvidderna begränsar bjälklaget eftersom de påpekar att det inte krävs större öppningar än sju till åtta meter i bostäder. Med långa spännvidder i både bredd och längd kan bostäderna få problem med ljusinsläpp. De utrymmen som skapas i mitten av byggnaden blir inte användbara som bostadsutrymme eftersom ljuset inte når dit. Det är komplicerat att planera planlösningen med en sådan rumsbildning och samtidigt använda bostadsytan effektivt. I de flesta flerbostadshus placeras även hisschaft vilket stabiliserar byggnaden samt att den blir en naturlig avgränsning för upplagsmöjligheter. Både entreprenörer och leverantörer påpekar under intervjuerna att om bjälklagsplattorna inte klarar spännvidderna

som är designade löser de problemet med fler upplagsplatser eller att köpa in förspända varianter från andra leverantörer. Det viktiga när det handlar om spännvidd är att utnyttja plattans egenskaper. Det som är mest effektivt är att planera byggnaden utifrån de förutsättningar som de olika plattorna erbjuder.

Vikt

Tyngden på bjälklagsplattorna framhävs av de flesta leverantörer vara avgörande för hur stor efterfrågan produkten får. Det anses mer vara en framtidsfaktor på grund av ökning av bensinpriser. Vikten leder till fraktkostnader, hur många element som kan levereras samtidigt och dimensionering av byggkranen. Plattbärlag har den största fördelen i denna faktor eftersom elementen som levereras är viktmässigt lättare än de andra varianterna och lastbilen kan leverera många kvadratmeter. HD/F väger mindre än de homogena plattorna, vilket ger dem fördelar både i transportskedet såväl som i den färdiga byggnaden. Vikten på det färdiga bjälklaget påverkar resterande stomme och vilken dimension konstruktionen bör ha.

Tjocklek på bjälklaget

Tjockleken på bjälklagen anses, från den större delen respondenter, vara en viktig faktor i valet av bjälklag. Det påverkar mest vid bebyggelse där det finns begränsningar på tillåten total bygghöjd. Väggytan blir större med ett högre bjälklag, vilket leder till ökade kostnader. De homogena plattorna och plattbärlagen får båda en tjocklek av 250 mm, medan det krävs upp mot 380 mm för pågjutning och integrering av installationer i HD/F.

7.1.3 Poängsättning

Med tabell 7.1 som grund värderas de utvalda faktorerna i denna studie. I poängsättningen värderas fördel= 1 och nackdel=0. Resultatet visas i tabell 7.2. Efter detta har faktorerna viktats beroende på hur mycket de påverkar bjälklagens efterfrågan. Rankingen av faktorerna utgår från entreprenörernas prioriteringslista, se diagram 6.2 med vissa korrigeringar utifrån diskussionerna. Den mest prioriterade faktorn, byggtid, har fått ranking 6, efter det installationer som fått 5 och så vidare, se tabell 7.2. Faktorerna har viktats utifrån vilken påverkningsgrad de antas ha på valet av bjälklag till flerbostadshus.

Tabell 7.2 Poängsättning i analysverktyg

Utvalda faktorer	Slakarmerade plattbärlag	Förspända plattbärlag	Slakarmerade Homogen-bjälklag	Förspända Homogen-bjälklag	HD/F	Ranking
Byggtid	0	0	6	6	6	x6
Installationer	5	5	5	5	0	x5
Ljud	4	4	4	4	0	x4
Spännvidd	0	3	0	3	3	x3
Vikt	2	2	0	0	2	x2
Tjocklek	1	1	1	1	0	x1
Totalt	12	15	16	19	11	

Tabell 7.2 Poängsättning och ranking av faktorer

Utifrån tabell 7.2 och de faktorer som valts att analysera visar det sig att förspända homogenbjälklag är de som uppfyller flest fördelar. Det man bör ha i åtanke är att det kan finnas ytterligare dolda faktorer som inte framkommit i denna studie samt att priset valts att inte studeras. Ytterligare en faktor som framkommit under studien är erfarenheter av att arbeta med ett specifikt bjälklag. Detta kan ha stor påverkan på vilket bjälklag som väljs i slutändan. Med de förutsättningar som denna studie genomförts anses de förspända homogena plattorna ha störts potential på marknaden då de utförs med ingjutna installationer samt levererade som färdiga plattor till byggarbetsplaten.

Faktorerna som tagits fram utifrån BBR är viktiga och ligger till grund för att kunna sälja produkten och det är en förutsättning att de uppfyller kraven. Samtidigt som respondenterna menar att kraven i BBR inte är avgörande i valet av bjälklag visade det sig i resultatet att de ändå anser att de är viktiga faktorer. Detta kan bero på att respondenterna prioriterar säkerheten generellt, trots att de anser att faktorn inte påverkar valet. Utöver faktorerna i BBR finns de faktorer som är mer konkurrenskraftiga som pris, byggtid, installationer, spännvidd, vikt och tjocklek. Leverantörerna är medvetna om att det är viktigt att uppfylla kraven i BBR, vilket görs på grundnivå, och utöver det kan de konkurrera om att uppfylla de andra faktorerna med den fördelaktigaste metoden.

Med tanke på framtiden och eventuell brist på arbetskraft är det fördelar att industrialisera så långt som möjligt för att minska moment på byggarbetsplatsen. Enligt diskussionerna under intervjuerna stämmer resultatet i analysen in på ett bjälklag med de önskade egenskaperna, men det intressanta är att det inte är det bjälklaget som används eller efterfrågas mest.

7.2 Diskussion

7.2.1 Öka informationen

Under projektets gång har författaren insett att mycket av information och kunskap om prefabricerade element finns knutet till företag. Den informationssökning som utfördes i första delen av projektet visade att fakta kring bjälklagens egenskaper var svårtillgänglig, enligt författaren. På leverantörernas hemsidor fanns ytterligare information, men den kan vara färgad av försäljningsargument. Under intervjuerna framkom det att mycket av kunskaperna finns inom företagen, vilket borde kunna sammanfattas för att erbjuda utomstående en möjlighet att få ökad förståelse för ett prefabricerat byggande. I arbetet med detta projekt har det framkommit att försäljning av endast den prefabricerade produkten inte uppnår samma genomslag om den möts av okunskap på marknaden. Ett prefabricerat byggande får mer effekt om de involverade inser möjligheterna istället för att leverantören säljer produkter och entreprenören önskar att processen blir effektiv. För att uppnå ett smidigt projekt handlar det om samverkan och att målgruppen har förståelse för processen.

Flera respondenter i denna undersökning hade starka åsikter angående produkternas för- och nackdelar och det var oväntat få som kände till möjligheterna med respektive bjälklag. Ett exempel på det är att vissa entreprenörer ansåg att installationer inte projekterades in i de homogena plattorna och på det viset gav ett tjockt bjälklag jämfört med plattbärlag. Det framkom att entreprenörerna ofta valde bort de homogena plattorna eftersom de ansåg att bjälklaget blev för högt. HD/F fick mycket kritik angående ljud, vilket leverantörerna arbetar med att utveckla. Ett exempel på utveckling är HD/F-plattan på 27 cm med mindre kanaler för att klara ljudkraven.

I hela prefabbranschen är det fördelaktigt att vara med tidigt i processen för att kunna informera om möjligheterna med elementen. Det handlar om att leverera kunskaper om att arbeta med prefab, till de involverade i projekten. Prioriteringar och omfördelning i tidplaner bör nå ut till samtliga i projektet för att den totala processen ska bli så effektiv som möjligt.

7.2.2 Förväntade faktorer

Under teoristudierna framkom det att sprickor och spännvidder begränsade bjälklagsplattorna. Det kan bero på att det är mindre risk för korrosion inomhus, enligt tidigare resonemang. De visade sig vara mindre prioriterade faktorer under intervjuerna, vilket även kan bero på valet av respondenter. De som tillfrågades hos entreprenörerna var i första hand chefer, arbetsledare och inköpsansvariga. Bland leverantörerna bestod respondenterna av säljare och projektledare för att få svar på vilka egenskaper hos plattorna som efterfrågas på marknaden. Skillnaden mellan teori och verklighet kan också bero på att dessa faktorer är reglerade via föreskrifter och att det tillhör produkternas förutsättningar. Trots att utfallet av intervjuerna inte visade att spännvidder är avgörande i valet av bjälklag gjordes valet att lyfta fram denna faktor i analysen. Eftersom intervjuerna var uppbyggda med diskussionsfrågor framkom mycket fakta som inte endast bestod av svar på de undersökta delarna. Detta visade också att valet av bjälklag inte är svart på vitt utan att det finns många nyanser som beror av projekt, erfarenheter och förutsättningar. Enligt diskussionerna under intervjuerna visade det sig att spännvidden avgör tidigt om produkten har möjlighet att ingå i projektet eller inte.

Faktorn spännvidd ger även de andra faktorerna, som byggtid, övrig stomme och tjocklek, andra förutsättningar. Kostnader kan öka eller minska med förspända produkter eftersom inköpspriset upplevs dyrare, men kostnader i det totala projektet kan bli lägre på grund av färre antal stödjande mellanväggar. Med förspända produkter blir sortimentet mer komplett till flerbostadshus och elementen kan även konkurrera mot platsbyggt, eftersom det ger möjligheter till längre spännvidder.

Det fanns relativt stora skillnader mellan entreprenörernas och leverantörernas syn på valet av bjälklag, vilket varit huvudämnet i denna rapport. En del leverantörer påpekade att de anser att de vet vad entreprenören eftersträvar medan andra ansåg att det fanns en mycket delad syn i denna frågeställning. Det intressanta är att vissa leverantörer ansåg att de visste vad entreprenören ville ha men det visade sig att de inte hade samma åsikter om vilka faktorer de prioriterar. Skillnaden mellan aktörernas prioriteringar kan vara priser, vilket inte studerats i denna rapport. Det beror troligtvis också på när i processen de olika aktörerna är involverade då en entreprenör uppför huset under relativt kort tid och ska koordinera flera olika aktiviteter.

7.2.3 De fem bjälklagsplattorna

Under intervjuerna framgick det att det inte finns ett optimalt bjälklag som passar till alla situationer. Valet av bjälklag beror på hur projektet är uppbyggt samt förutsättningar. Bjälklag uppbyggda med HD/F är ett relativt nytt byggsystem till bostäder i Sverige, men det har fått ganska stort genomslag

med motiveringen om minskade byggtider och flexibla planlösningar. Det bjälklag som används allra mest, av de prefabricerade plattorna som ingår i denna studie, är plattbärlag, vilket författaren tror beror på att aktörer i branschen har mest erfarenhet av att arbeta med denna produkt.

Det är en bekvämlighetsfaktor att entreprenörerna känner till processen och arbetsgången samt att de är bekanta med nackdelarna. Vissa av de entreprenörer som väljer att bygga med plattbärlag anser att det är fördelar om mer arbete kunde utföras på fabrik för att minska känsliga moment på byggarbetsplatsen. Samtidigt är det en del entreprenörer som påpekar att de själva vill ha kontroll över byggprocessen och utföra arbetet med sin egen personal. Om det hade kunnat ske en omfördelning av arbetsinsatser skulle entreprenören kunna prioritera och satsa på andra viktiga delar i processen genom att beställa stommen som en helhetslösning från en leverantör.

Då nya produkter utvecklas kan marknaden upplevas försiktig eftersom de inte känner till fel, brister och extrakostnader som den nya metoden innebär. Försiktighetsprincipen blir avgörande och för att våga testa en produkt, som beställaren inte har erfarenhet av, krävs det resultat som visar på att metoden fungerar och uppfyller kraven. Vid uppförandet av flerbostadshus berörs många personer och det är prioriterat att säkerheten är hög. Det är viktigt att byggbranschen är försiktig när utveckling sker, eftersom en byggnad påverkar omgivningen starkt och har en lång livslängd jämfört med andra produkter. Eftersom det görs stora investeringar i byggprojekt krävs det att slutresultatet uppfyller förväntningarna och att problem inte uppstår med tiden. Till skillnad från till exempel mobiltillverkare sker utveckling och tillverkning samtidigt i byggbranschen där objektet ska brukas i många år framöver. Stora kostnader ger inte möjlighet att uppföra en byggnad som ett test för att kontrollera om metoden är tillräckligt bra.

Det har framkommit under projektets gång att många byggprojekt startas och avslutas utan att reflektera och utvärdera hur effektiv processen egentligen var. Fler mätningar skulle kunna göras för att få svar på hur lång tid det tar att bygga med de olika varianterna. Utvärderingarna måste då ta hänsyn till moment som inte är direkt knutna till själva bjälklagsplattan. De skilda förutsättningarna för bjälklagen startar redan i planeringsstadiet för att övergå i projekteringen som lägger grunden för slutprodukten i byggprojektet. Det finns olika typer av omkostnader med plattorna, vilket gör jämförelsen komplex. Bjälklagens påverkan på andra aktiviteter i processen varierar starkt beroende på vald metod, som arbete med installationer, väggar och till slut hur pass fort taket kan monteras.

7.2.4 Analysverktyg

Analysverktyget som presenterades i kapitel 7.1 kan användas för att välja den bjälklagsplatta som passar bäst till ett specifikt byggprojekt. Läsaren kan välja ut de faktorer som prioriteras högst och anpassa bjälklagsvalet utifrån projektets förutsättningar.

Enligt analysverktyget visade det sig att de förspända homogena plattorna har möjlighet till större potential på marknaden utifrån de egenskaper som efterfrågas. Denna platta uppfyller kraven då den levereras till byggarbetsplatsen och produkten har en hög förädlingsgrad eftersom mycket arbete utförts i fabrik. Produkten som levereras till byggarbetsplatsen upplevs vara välarbetad, med eftersträvarade egenskaper och att det leder till en tillfredställande slutprodukt av byggprojektet. Ju mer förädlad produkten är ju mer specifik blir leverantörens platta. Om faktorn med pris skulle ingå i analysverktyget visar det sig att de förspända homogena plattorna fortfarande ligger högt. Genom att rangordna priset som den mest avgörande faktorn går förspända plattbärlag om de homogena plattorna. Slakarmerade plattbärlag hamnar på samma nivå som förspända homogena plattor. Detta är en intressant analys eftersom det visar sig att priset inte får störst genomslag på produkten, vilket det verkar vara enligt diskussionerna under intervjuerna. I frågorna om marknaden idag och framtiden syns det tendenser att det sker en ökning i efterfrågan av förspända homogena bjälklag, men det finns även de respondenter som är mycket kritiska till att välja dessa element.

I anbudsstadiet skickas ofta förfrågningsunderlag ut till leverantörer i form av ritningar som baseras på plattbärlag. Detta ger plattbärlagstillverkarna större möjligheter att lämna ett kostnadseffektivt förslag, enligt respondenterna. Det som inte inkluderas i den kalkylen är arbetskostnader för entreprenören på byggarbetsplatsen. En längre byggtid leder till ökade kostnader på grund av mer löner, större platsomkostnader, högre kapitalkostnader, samt att det dröjer längre innan intäkter börjar komma in i form av hyror.

7.2.5 Byggprocessen

I detta projekt har det framkommit att det inte endast är det optimala bjälklaget som eftersträvas utan även en smidigare byggprocess. I teoridelen presenterades en vision av en effektiv byggprocess där de berörda samarbetsparterna ingår tidigt. Genom att involvera de delaktiga aktörerna tidigt i processen används de kunskaper och erfarenheter som finns tillgängliga. Diskussioner ger möjligheter för specialisterna inom sina områden att presentera fördelar och begränsningar med sina produkter som inte alltid är kända för beställaren. Det totala projektet resulterar i bättre lösningar, färre fel och missförstånd, mindre kostnader, en effektivare byggtid och därigenom ett attraktivare slutresultat. Detta resonemang stämmer även med

det som Louise Bildsten, under kapitel 2.1, beskriver i sin rapport om att mer samarbete i byggprojekten och återkommande leverantörer ger ökad lönsamhet. Entreprenör E6.2 beskriver sitt företags arbetssätt som lönsamt med ett koncept där de upprepar tekniska lösningar i flera projekt, under kapitel 5.1. Det innebär även stora fördelar för både leverantörer och entreprenörer om de kan ha ett tätt samarbete där beräknade leveranstider hålls uppdaterade mellan parterna. Det gör att entreprenörerna lättare kan planera sin verksamhet och leverantörerna ha möjlighet att få en viss framförhållning.

Det innebär stora fördelar att bestämma byggsystem tidigt i processen för att göra den så effektiv som möjligt. Det är ett omfattande arbete att ändra ritningsunderlaget om beslutet att ändra från platsgjutet till prefabricerade element framkommer senare i processen. Det är komplicerat för leverantörerna att utgå från samma förfrågningsunderlag eftersom de tillverkar plattor med skilda egenskaper. Det ger komplikationer i anbudsprocessen eftersom det inte går att jämföra de olika bjälklagen rakt av.

Ett tidigt samarbete med entreprenörer kräver dock ett förtroende för att leverantören ska se vinst i att erbjuda sin kompetens. Leverantörerna skulle troligtvis kunna se stora fördelar med att använda arkitekten som en marknadsföringskanal, om de är villiga att satsa på det. Genom ett samarbete och tidig dialog är chansen större att arkitekten projekterar utifrån ett prefabricerat byggande redan från grunden. Kontakt kan tas genom att besöka eller bjuda in arkitekter för att öka kunskapen och möjligheterna inom området.

7.2.6 Erbjuder ett koncept...

Enligt underlaget i denna studie anser jag att det skulle finnas stora möjligheter att uppföra betongstommen som ett koncept. Entreprenörerna påpekar att det kommer bli brist på betongarbetares kompetens inom branschen i framtiden. Det är fördelar att utföra stora delar av arbetet med elementen i fabrik under tak, mindre spill, större säkerhet, mindre fukt i byggnaden och kortare byggtider vilket leder till lägre kostnader. Dessa möjligheter finns hos prefableverantörerna och de kan satsa på att erbjuda element med hög förädlingsgrad, bra toleranser, god måttnoggrannhet och ett åtagande som inkluderar montage av stommen.

7.2.7 ... och ett homogent bjälklagselement

Undersökningen visar att det skulle kunna bli större efterfrågan på förspända homogena plattorna om installationer integreras samt att minska vikten, alltså en vidareutveckling av en bra produkt.. Då elementet levereras är det i princip färdigt med installationer, armering och ytor, men det är även viktigt att det

uppfyller kraven. De största nackdelarna med HD/F var ljud, installationer och efterarbeten, annars upplevdes det som en bra produkt i bostäder. Mer standardisering i tillverkning och utbud av de homogena plattorna för att uppnå en rationellare process.

Samtidigt är det viktigt att byggnaderna inte riskerar att få liknande kritik som miljonprogrammet fått, med alltför mycket standardisering. Med ett antal olika element är det människans fantasi som sätter begränsningarna, vilket en klok respondent uttryckte under intervjuerna. Genom att kombinera olika element finns det möjligheter till spännande planlösningar. Tillsammans med tilltalande färger och ytskikt uppstår variation och mångfald i bostadsbyggandet. Med genomtänkta lösningar och eventuell rationalisering i sammankopplingen mellan elementen ger det större möjligheter samt fördelar vid montaget. Höjden på plattorna anses i många fall vara avgörande i valet av bjälklag till flerbostadshus. Till entreprenörer kan priser motiveras genom att projekteringen utförs hos leverantören. Konstruktionsarbete som dimensionering och gestaltning är omfattande och dyra moment, särskilt om de ska revideras, och det kräver kompetens. Då det finns brist på konstruktörer idag är det fördel om specialkompetensen utnyttjas hos företag som erbjuder ett helhetsåtagande.

7.3 Slutsatser

Flerbostadshus påverkar många familjer och personer vilket gör att det är viktigt att slutresultatet blir så optimalt som möjligt utifrån flera olika perspektiv och faktorer. Valet av byggsystem påverkar inte faktorn att det alltid kommer att finnas behov av bostäder där människor har råd att bo. Genom ett prefabricerat byggande kan flerbostadshus uppföras ekonomiskt och effektivt för att klara den stora efterfrågan. Mellanbjälklaget är en omfattande del i bostadsprojekt och samverkar med den övriga stomkonstruktionen. Valet av bjälklag beror av många olika faktorer men först och främst av vilken typ av projekt det är. Det handlar om att hitta balansen mellan olika typer av element för att få ett optimalt projekt. De studerade bjälklagsplattorna har sina för- och nackdelar och lösningen är att kombinera dem på rätt sätt för att utnyttja produkternas bästa egenskaper i olika situationer.

För att skapa variation och mångfald i det bebyggda samhället krävs det att arkitekter har möjlighet att gestalta attraktiva byggnader. Det förutsätter att stomvalet görs tidigt i processen och att de involverade har kunskaper om vilka möjligheter och begränsningar som erbjuds med de olika byggsystemen. Där måste prefabbranschen agera för att förmedla information om produkternas egenskaper. Leverantörerna strävar efter att kunna erbjuda

alternativ som är enkla att arbeta med, erbjuda kort byggtid, uppfyller samhällets och beställarens krav samtidigt som priset upplevs överkomligt. Deras uppgift är att hitta lösningar som är mest optimalt för kunden, både då det är till en entreprenör eller direkt till byggherren.

Enligt denna studie har det visat sig att den förspända homogena plattan kan ha möjlighet till potentiellt större efterfrågan på marknaden. Men frågan är om branschen är redo att utveckla sitt arbetssätt och göra en omfördelning av prioriteringar. Det utvecklade förspända plattbärlaget kan erbjuda stora fördelar för den entreprenör som hellre gör en successiv förändring. Jag ser stora möjligheter med att kompetensen och ansvaret för stomkonstruktionen placeras hos en stomleverantör som erbjuder ett helhetsåtagande. Även de ekonomiska fördelarna kan då utnyttjas av samtliga i projektet samtidigt som slutresultatet troligtvis kommer att upplevas mer tillfredställande.

7.4 Reflektioner

Intervjuerna som ingår i denna studie upplevs vara trovärdiga ur författarens synvinkel. Många fördelar och nackdelar med bjälklagen kan tolkas som försäljningsargument, därför var det relevant att även fråga respondenterna om de konkurrerande bjälklagen. Utfallet av intervjuerna hade möjligtvis blivit annorlunda om andra respondenter valts ut. Undersökningen bygger i många fall på personens åsikter och kunskaper om bjälklagen. Vissa av respondenterna påpekade att de inte var insatta i BBR och detta kan ha påverkat utfallet på svaren med faktorerna. Ett exempel är frågan om säkerhet där uppfattningen är att många prioriterade denna faktor högt på grund av det är en viktig faktor generellt i branschen, men inte nödvändigtvis i valet av bjälklag. Författaren är också medveten om att tidsperioden då studien utförts påverkar svaren som ligger till grund för analysen. Idag är det en starkt uppåtgående trend och stor efterfrågan på bostäder enligt bild 1.1. Det leder till att respondenterna anser att det är ett stort tryck på marknaden, leveranstiderna blir längre och de undersöker alternativa lösningar.

7.5 Exkurs

Det hade varit mycket intressant att undersöka de ekonomiska aspekterna i uppförandet av flerbostadshus. Där bör mätningar göras på hur långa byggtider som uppnås med de olika alternativen. Det är även relevant att mäta hur höga lönerna är, hur mycket kompletteringsarbeten som behöver utföras, hur mycket stämp och bockryggar kostar i hyra och i arbetstid, hur långa uttorkningstiderna är samt hur lång projekteringen är. Detta kan i sin tur jämföras med om projektet utförs med mest platsbyggt, halvprefab eller helprefab. Kapitalkostnader kunde analyseras och en uträkning på hur mycket

extra intäkter som beställaren lyckas få in med en kortare byggtid. Andra parametrar som också borde analyseras är arbetsplatskostnader, krankostnader, fraktkostnader samt en jämförelse om entreprenören utför arbetsmoment själva eller om det förläggs hos leverantörer.

Det hade även varit intressant att göra fördjupningar i företagens konceptlösningar och kontrollera hur mycket arbete, justeringar i efterhand och kostnader som kan sparas genom att uppföra flera liknande projekt.

8 Källor

8.1 Litteraturförteckning

Benjaoran, V. & Dawood, N (2006). Intelligence approach to production planning system for bespoke precast concrete products. *Automation in Construction* , s 737-745. Elsevier

Betongbanken (2011) Plattbärlag Tillgänglig:
(<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=4992>) [2011-04-19]

Betonghandbok Konstruktion (1990) Kapitel: *Plattor* av Arne Hillerborg, utgåva 2, AB Svensk Byggtjänst, Solna

Betvågen (2011) Kostnader och enhetstider Tillgänglig:
(<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=4717>) [2011-04-26]

Bildsten, L & Sandberg, E (2011) Coordination and waste in industrialised housing Construction Innovation: Information, Process, Management, Vol 11, Sid 77-99, Emerald Group Publishing Limited

Björklund, M & Paulsson, U (2003) Seminarieboken: att skriva, presentera och opponera. Lund. Studentlitteratur.

Boverket (2011) Bygga nytt samt EKS Tillgänglig: (<http://www.boverket.se>) [2011-04-18]

Bygga med Prefab (1998) Bjälklag och tak- plattor, plattbärlag och pågjutning, Handbok från Betongvaruindustrins Elementsektion, Bromma.

Bygga med Prefab (2011) Industrialiserat byggande- introduktion /hus /teknik, Sidan 19 (<http://www.betongvaruindustrin.se/sv/Bygga-med-prefab/?Chapter=95>) [2011-04-19]

Contiga Betonghåldäck Tillgänglig:
(<http://www.contiga.se/Produkter/Betong/Betonghaldack/>) [2011-04-19]

De Castilho, V.C., El Debs, M.K, do Carmo Nicoletti, M. (2007) “Using a modified genetic algorithm to minimize the production costs for slabs of precast prestressed concrete joists” Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volym 20, Sida 520, Elsevier

Engström, Björn (1996) *Beräkning av förspända betongkonstruktioner*
Kompendium 96:1, Sid 1-4, Institutionen för konstruktionsteknik
Betongbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Finja (2011) *Massiva slakarmerade plattor* Tillgänglig:
(<http://www.finja.se/bjalklag-p.92.1001>) [2011-04-28]

FärdigBetong (2011) *Förspända plattbärlag* Tillgänglig:
(<http://www.fardigbetong.se/produkter-tjanster/produktblad.asp>) [2011-04-19]

Karlsson, F (2011) *Bostäder heta på byggmarknaden, Byggvärlden*, 28 februari. Tillgänglig:
(<http://www.byggvarlden.se/nyheter/naringsliv/article3106532.ece>) [2011-04-06]

Lkb (2008) *Bjälklag* Tillgänglig:
(<http://www.byggelement.se/pdf/bjalklag.pdf>) [2011-04-21]

McConnell, S. W. & Nawy, Edward G. (2008) *Concrete Construction Engineering Handbook, Kap 10 Structural Concrete System*, Sid 10-38, Taylor & Francis Group, LLC

Mårtensson, Annika (2000) *Betongkonstruktioner* Avd för Konstruktionsteknik LTH, Lund

Nordstrand, U (2003) *Byggprocessen*. Stockholm. Liber.

Regelsamling för byggande, BBR (2008) Boverket. Publikationsservice. Karlskrona.

Starka (2011) Broschyr *Element och stomtyper* Tillgänglig:
(http://www.starka.se/hamta_material/Element_Element_stomtyper.PDF)
[2011-04-19]

Sverigebygger (2011) *Byggbarometern* Tillgänglig:[2011-04-06]
(http://www.sverigebygger.se/LoginStatistik/Info_Byggbarometern.asp?Typ=Proj&Period=)

UBAB (2011) *Betongbjälklag* Tillgänglig: [2011-05-28]
(<http://www.ubab.com/?p=2203>)

8.2 Bild- och tabellförteckning

Bild 1.1 Projekteringsbarometern:

Sverigebygger (2011) *Byggstatistik* Tillgänglig:

(<http://www.sverigebygger.se/Services/frameset.asp?URL=/services/serviceTabMenu.asp>) [2011-04-06]

Tabell 2.1 Teknisk redovisning av bjälklagsplattorna:

Betongvaruindustrin (2011) *6 Produktsammanställning* Tillgänglig:

(<http://www.betongvaruindustrin.se/sv/Bygga-med-prefab/?Chapter=95>) [2011-04-14]

Bild 2.2 Sektion plattbärlag:

Betongbanken (2011) *Konstruktionsdetaljer* Tillgänglig:

(<http://www.betongbanken.com/index.aspx?s=2918>) [2011-04-19]

Bild 2.3 HD/F kanaler:

Contiga (2011) *Betonghåldäck* Tillgänglig:

(<http://www.contiga.se/Produkter/Betong/Betonghaldack/>) [2011-04-19]

Bild 2.4 Anslutning vägg:

Strängbetong (2011) *Smartare Bostadshus* sidan 10 Tillgänglig:

(<http://www.strangbetong.se/?get=content&action=view&id=127-151>) [2011-04-19]

Bild 3.5 Anslutning mellan HD/F- bjälklag och vägg: Tillgänglig:

Starka (1999) *Element och stomtyper* Broschyr

(http://www.starka.se/hamta_material/Element_Element_stomtyper.PDF) [2011-04-19]

9 Bilagor

Bilaga 1 - Mail till entreprenörer

Hejsan!

Vi talades vid i veckan angående mitt examensarbete på Campus Helsingborg och bokade in en telefonintervju på onsdag den xx februari kl 8.00. Det är den sista delen av byggnadsingenjörsutbildningen och ämnet jag skriver om är mellanbjälklag till flerbostadshus.

Arbetet går ut på att jämföra fem olika bjälklagstyper; plattbärlag, förspända plattbärlag, homogena bjälklag, förspända homogena samt HD/F. Jämförelser och krav på den färdiga byggnaden sätts dels upp med utgångspunkt från BBR. Men jag kommer även att titta på flexibiliteten med bjälklaget och hur det påverkar byggtiden. Diskussionsområden jag tänkte ta upp under intervjun är:

- Hur ser det ut idag, i vilka typer av projekt använder ni er av de olika bjälklagen?
- Fördelar och nackdelar med bjälklagen.
- Vilka faktorer påverkar valet av bjälklag?
- Vad efterfrågas i framtiden?

Målet med undersökningen är att få en bild av vad som eftersträvas i byggbranschen och därför vänder jag mig till olika entreprenörer och leverantörer för cirka en timmes intervju.

Vi hörs på onsdag!

Mvh
Christina Andreasson
tw_tina@live.se
0734-226330

Bilaga 2 - Mail till leverantörer

Hejsan!

Vi talades vid i förra veckan angående mitt examensarbete på Campus Helsingborg och bokade in en telefonintervju på måndag den xx februari kl 13.30. Det är den sista delen av byggnadsingenjörsutbildningen och ämnet jag skriver om är mellanbjälklag till flerbostadshus.

Arbetet går ut på att jämföra fem olika bjälklagstyper; plattbärlag, förspända plattbärlag, homogena bjälklag, förspända homogena samt HD/F. Jämförelser och krav på den färdiga byggnaden sätts dels upp med utgångspunkt från BBR. Men jag kommer även att titta på flexibiliteten med bjälklaget och hur det påverkar byggtiden. Diskussionsområden jag tänkte ta upp under intervjun är:

- Hur och när deltar ni i byggprocessen av ett flerbostadshus?
- Vilka fördelar och nackdelar ser ni hos bjälklagen?
- Vilka faktorer påverkar bjälklaget och valet av bjälklag?
- Vad anser ni efterfrågas på marknaden?
- Hur uppfyller man kraven från BBR?
- Frågor angående montage samt vissa tekniska frågor.
- Vad anser ni kommer att efterfrågas i framtiden?

Målet med undersökningen är att få en bild av vad som eftersträvas i byggbranschen och därför vänder jag mig till både entreprenörer och leverantörer för cirka en timmes intervju. Om du har något material om era bjälklag så skulle jag vara tacksam om man fick ta del av det.

Vi hörs på måndag!

Mvh

Christina Andreasson

tw_tina@live.se

0734-226330

Företag xxx, adress**Kontaktperson****Telefon****Mail**

Som inledning på intervjun presenterade frågeställaren sin utbildning och syftet med examensarbetet. Respondenten informerades om att vara anonym i rapporten och att samtalet spelades in. Frågeställaren berättade att sammanställningen av intervjun skulle skickas till respondenten för att kunna kompletteras eller ändras. Samtliga respondenter i undersökningen informerades om att få ta del av den färdiga rapporten.

Hur ser marknaden ut idag?

- Arbetsuppgifter/ansvarsområde och erfarenheter inom branschen hos respondenten.
- Hur arbetar ni med projekt inom företaget, är projekten mestadels helägda av företaget?
- Arbetar ni ofta med prefabricerade element till flerbostadsprojekt?
- Vilken typ av bjälklagskonstruktion, till flerbostadshus, väljer ni om ni kan välja helt fritt?
- Varför väljer ni denna typ av konstruktion?
- Använder ni er av dessa bjälklagsplattor:
 - Plattbärlag slakarmerade
 - Homogena slakarmerade
 - Förspända plattbärlag
 - Förspända homogenbjälklag
 - HD/F
- Vilka är de största fördelarna och nackdelarna med de olika bjälklagen?
- Vilka leverantörer brukar ni samarbeta med?
- Är det främst ert företag som utför montaget av bjälklagen eller brukar det vara leverantören? Påverkar detta valet av bjälklag?
- Vilka hot ser ni mot de olika bjälklagen på marknaden?
- Kombinerar ni olika bjälklag i en och samma byggnad?
- Är det en bred marknad när det handlar om att hitta det bjälklag man vill ha?

Valet av bjälklag:

- Vilka faktorer påverkar ert val av bjälklag mest?
 - *Byggtid*
 - *Pris*
 - *Spännvidd*
 - *Vikt*
 - *Stomme, övriga byggnadsdelar*
 - *Ljud*
 - *Brand*
 - *Installationer*
 - *Säkerhet*
 - *Bärförmåga, stadga och beständighet*
 - *Deformationer - sprickor, nedböjning, påverkar andra byggnadsdelar*
 - *Miljö- produktion, montage, livslängd*
 - *Flexibilitet i byggnaden för andra användningsområden i framtiden*
 - *Energi- isolering*
 - *Estetik och tjocklek på bjälklaget*
 - *Upplevelse i byggnaden - Tillgänglighet, bostadsutformning, rumshöjd*
 - *Hygien, hälsa och miljö*

Skala mellan 1-5.

1= Påverkar mycket, avgörande

2= Påverkar ganska mycket

3= Påverkar en del

4= Påverkar inte i någon större omfattning

5= Påverkar inte alls

- Hur påverkar beställaren valet av bjälklag?
- Hur påverkar arkitekten valet av bjälklag?
- Hur påverkar konstruktören valet av bjälklag?
- Arbetar ni med generalentreprenader också? Vilken möjlighet finns det att påverka valet av bjälklag och hur ofta händer det?
- Underlättar det för er som entreprenören om elementen är standardiserade så mycket som möjligt?

Framtid

- Märks det att det eftersträvas större öppna ytor, (längre spännvidd) med färre upplag idag?
- Vad tror ni kommer vara de avgörande faktorerna i framtiden i valet av stomme?
- Tror du att byggandet av flerbostadshus kommer att gå mer mot prefabricerade element eller mot platsbyggt?
- Vad ser ni för framtidsvisioner och vad vill ni att bjälklagen ska kunna erbjuda?

- Finns det något mer som ni skulle vilja berätta, som jag inte frågat men ni tycker är viktigt?

Företag xxx, Adress**Kontaktperson****Telefon****Mail**

Som inledning på intervjun presenterade frågeställaren sin utbildning och examensarbetet. Respondenten informerades om att vara anonym i rapporten och att samtalet spelades in. Frågeställaren berättade att sammanställningen av intervjun skulle skickas till respondenten för att kunna kompletteras eller ändras. Samtliga respondenter i undersökningen informerades om att få ta del av den färdiga rapporten.

Marknaden idag och bjälklag som erbjuds:

- Arbetsuppgifter och erfarenheter hos den tillfrågade.
- Vilken/vilka typer av bjälklag producerar ni?
- Vilka fördelar finns det med de bjälklag ni producerar?
- Vilka nackdelar finns det med de bjälklag ni producerar?
- Vilka möjligheter finns det med de bjälklag ni producerar?
- Vilka hot ser ni mot bjälklagen på marknaden idag?
- Vilka spännvidder kan man uppnå med bjälklagen?
 - Vilka tjocklekar resulterar det i?
- Vilka dimensioner är de mest sålda till flerbostadshus?
- Vilka är de ekonomiska spännvidderna?
- Finns det andra fördelar med att spännarmera bjälklagen förutom längre spännvidder?
- Vilken typ av bjälklagskonstruktion, till flerbostadshus, skulle ni rekommendera om ni fick välja helt fritt?
- Vilka fördelar och nackdelar anser du att det finns hos de andra bjälklagen som jag undersöker?
- Kan man använda era bjälklag i alla typer av klimat, t ex som takkonstruktion?
- Anser du att det är fördelar eller nackdelar för er som leverantör om elementen är standardiserade så mycket som möjligt?
- Hur anser ni att efterfrågan av mellanbjälklag till flerbostadshus ser ut på marknaden idag?

Byggprocessen:

- I vilket skede i byggprocessen brukar ni bli involverade?
 - *I "tidigt skede" i projekten?*
 - *Vilket föredrar ni?*
 - *Fördelar/ nackdelar?*
 - *Vilken påverkan har ni på entreprenörens val av bjälklag?*

- Hur ser ert samarbete ut med de andra aktörerna i projekten?
 - *Med entreprenören?*
 - *Med beställare?*
 - *Med arkitekt?*
 - *Med konstruktör?*
 - *Med el, vs, vent?*

- Utför ni montage av bjälklagen till flerbostadshus?
 - *Hur vanligt är det att ni utför montaget?*
 - *Vad föredrar ni, att ni eller entreprenören utför montaget?*
 - *Vad tror ni att entreprenören anser?*

Valet av bjälklag:

- Vilka faktorer anser ni påverkar bjälklagets efterfrågan?
 - *Byggtid*
 - *Pris/ kostnad*
 - *Spännvidd*
 - *Vikt*
 - *Övrig stomme*
 - *Ljud*
 - *Installationer*
 - *Miljö- produktion, montage, livslängd*
 - *Flexibilitet i byggnaden för andra användningsområden i framtiden*
 - *Estetik, tjocklek på bjälklaget*
 - *Deformationer – sprickor, nedböjning*

Kapitel ur BBR:

- *3: Tillgänglighet, bostadsutformning (antal upplag), rumshöjd och driftutrymmen*
- *4: Bärförmåga, stadga och beständighet*
- *5: Brandskydd*
- *6: Hygien, hälsa och miljö*
- *7: Bullerskydd*
- *8: Säkerhet vid användning*
- *9: Energihushållning*

Skala mellan 1-5.

1= Påverkar mycket, avgörande

2= Påverkar ganska mycket

3= Påverkar en del

4= Påverkar inte i någon större omfattning

5= Påverkar inte alls

- Uppfyller elementen i sig kraven när de levereras eller behöver de kompletteras?
- Kombinerar ni olika typer av bjälklag i stomkonstruktionen?
- Hur lång tid uppskattar ni att den totala byggprocessen för flerbostadshus tar, med era element?
 - *Vilka kriterier hos bjälklagen styr när entreprenören kan påbörja efterkommande aktiviteter?*
 - *Uttorkning?*
 - *Efterarbete?*
 - *Stämp och bockryggar?*
- Tror du att entreprenörerna prioriterar samma faktorer som ni gör? Om inte, vad skiljer?
- Var levererar ni era produkter?

Framtid:

- Finns det något annat bjälklag ni skulle vilja producera förutom de ni tillverkar idag?
- Vad tror ni kommer vara de avgörande faktorerna i framtiden i valet av stomme?
- Tror du att byggandet av flerbostadshus kommer att gå mer mot prefabricerade element eller mot platsbyggt?
- Vad ser ni för framtidsvisioner och vad vill ni att bjälklagen ska kunna erbjuda?
- Finns det något mer som ni skulle vilja berätta, som jag kanske inte frågat men ni tycker är viktigt?