

Hel- eller halvprefab vid val av mellanbjälklag

Oscar Grönvall och Nelly Viebke



LUNDS
UNIVERSITET

Copyright © Oscar Grönvall och Nelly Viebke, 2021

Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Byggproduktion, Lunds tekniska högskola, Lund

ISRN LUTVDG/TVBP- 21/5634-SE
Lunds tekniska högskola
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Byggproduktion
Box 118
SE-221 00 LUND

Lund University
Lund 2021

Abstract

Title	Choosing between full or semi prefabricated intermediate floor
Author	Oscar Grönvall and Nelly Viebke
Supervisors	Stefan Olander, Senior lecturer, Department of Building and Environmental Technology, Division of Construction Management, Faculty of Engineering, LTH
Examiner	Anne Landin, Professor, Department of Building and Environmental Technology, Division of Construction Management, Faculty of Engineering, LTH
Problem	<p>This study aims to answer the following research questions:</p> <ul style="list-style-type: none">• Which floor joist, prefab slabs or massive slabs, entails the most advantages and disadvantages for an apartment building project.<ul style="list-style-type: none">○ Which flooring alternative is most time efficient and cost effective?○ Which flooring alternative offers best working environment?
Purpose	The study aims to identify the differences and qualities between the fully prefabricated intermediate floor massive slabs and the semi prefabricated intermediate floor prefab slabs. The overall aim is to create a knowledge base when choosing intermediate floor in housing projects.
Method	The study has been implemented as a qualitative case study where data has been collected through observations, interviews and a document analysis. The

observations were carried out on an apartment building project in central Malmö where work activity regarding intermediate floor was observed. The document analysis is based on a calculation and a shadow calculation of the case project. Three respondents, with different background and experience, were interviewed regarding the two flooring alternatives. The results from the studies have been compiled into an analysis together with a literature study and the authors' own thoughts, after which conclusions were drawn that answered the research questions.

Conclusion

The prefab slabs main advantages are their flexibility and the industries widespread knowledge and experience, but also the industries high production capacity of the floor joints. Projects with complex design and shape are well suited for prefab slabs. This is emphasised in the case project where prefab slabs were the most cost-effective floor alternative.

The advantages of the massive slabs are its time efficiency at the construction site and that it's delivered as a nearly completed product. Massive slabs are, compared to prefab slabs, more time efficient. In projects with the right conditions the time efficiency will also result in massive slabs being the overall more cost effective floor alternative. Massive slabs are also less sensitive to external circumstances and delays.

The working environment at a construction site differs between the two flooring alternatives. Since the massive slabs are fully prefabricated it has a smooth and even surface that is better and safer to work on. In addition, the assembly of massive slabs includes less heavy lifting for the craftsmen in comparison to prefab slab assembly. Through this study it can be established that the massive slabs have a better working environment.

The study shows that the choice between prefab slabs and massive slabs depends on several aspects.

However, it can be stated that a projects construction time will affect which floor slab that will be the most cost effective. In projects with high complexity, the construction time will only differ slightly, in which case the prefab slab will be the most cost effective alternative. In projects where the construction time differs more, massive slabs will be the most cost effective alternative. An intermediate floors cost effectiveness will depend on a business organisation. The internal recourses as well as an organisations experience and knowledge will affect the costs.

Keywords

Industrialisation, Prefabrication, Intermediate floor, Massive slabs, Prefab slabs, Frame construction

Sammanfattning

Titel	Hel- eller halvprefab vid val av mellanbjälklag
Författare	Oscar Grönvall och Nelly Viebke
Handledare	Stefan Olander, Docent, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Avdelningen för Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola.
Examinator	Anne Landin, Professor, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Avdelningen för Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola.
Problemformulering	<p>Studien ämnar besvara följande frågor:</p> <ul style="list-style-type: none">• Vilket mellanbjälklag, massivbjälklag eller plattbärlag, medför flest för- och nackdelar vid ett flerbostadshusprojekt?<ul style="list-style-type: none">○ Vilket bjälklagsalternativ är mest tids- och kostnadseffektivt?○ Vilket bjälklagsalternativ medför bäst arbetsmiljö?
Mål och syfte	Studien syftar till att identifiera skillnader och kvaliteter för det helprefabricerade mellanbjälklaget massivbjälklag samt det halvprefabricerade mellanbjälklaget plattbärlag. Det övergripande målet är att skapa ett kunskapsunderlag för val av mellanbjälklag i bostadsprojekteringar.
Metod	Studien har utförts genom en kvalitativ fallstudie där observation-, dokument- och intervjustudie använts som metoder för att samla in data. Observationsstudien genomfördes på ett bostadsprojekt i centrala Malmö där tidsåtgången på arbetsmoment berörande

mellanbjälklagen iakttogs. Dokumentstudien baserades på en kalkyl och en skuggkalkyl för fallprojektet. I intervjustudien intervjuades tre respondenter med olika bakgrund och erfarenhet kring bjälklagsalternativen. Resultatet från studierna har vävts samman in en analys och diskussion tillsammans med en litteraturstudie och författarnas egna tankar. Utifrån analys och diskussion drogs slutsatser som besvarade frågeställningen.

Slutsats

Ett plattbärlags främsta fördelar är dess flexibilitet och branschens utbredda kunskap och erfarenhet av det. Dessutom har branschen hög produktionskapacitet. På projekt med komplex utformning lämpar sig plattbärlag väl. Detta framhävs i det studerade fallprojektet då plattbärlag är det kostnadseffektivaste alternativet.

Massivbjälklags fördelar är dess tidseffektivitet på byggarbetsplatsen och att det levereras som en näst intill färdig produkt. Massivbjälklag är i jämförelse med plattbärlag mer tidseffektivt och i projekt med rätt förutsättningar bidrar denna tidseffektivitet till att massivbjälklag även blir det mest kostnadseffektiva alternativet. Massivbjälklag är dessutom mindre känsligt för yttre omständigheter och förseningar.

Arbetsmiljön på byggarbetsplatsen skiljer sig mellan bjälklagsalternativen. Då massivbjälklag levereras som en färdig produkt har det en slät yta som är bättre att arbeta på och med. Dessutom inkluderar montage av massivbjälklag mindre tunga lyft och färre arbetsmoment för hantverkarna i jämförelse med montage av plattbärlag. Genom studien kan det konstateras att det massiva bjälklaget har bättre arbetsmiljö.

I studien framgår det att valet mellan massivbjälklag och plattbärlag beror på flera aspekter. Det kan dock konstateras att byggtiden för respektive bjälklagsalternativ på ett projekt i hög utsträckning kan avgöra vilket som i slutändan blir mest

kostnadseffektivt. Byggtiden kommer inte skilja mycket mellan alternativen vid projekt med komplex utformning, i de fall kommer plattbärlag vara kostnadseffektivast. I projekt där skillnaden i byggtid är större kommer istället massivbjälklag vara kostnadseffektivast. Ett bjälklags kostnadseffektivitet beror även på ett företags organisation och interna resurser.

Nyckelord

Industrialisering, Prefabricering, Mellanbjälklag, Massivbjälklag, Plattbärlag, Stomkonstruktion

Förord

Examensarbetet har utförts under vårterminen 2021 vid institutionen Bygg- och Miljöteknologi, avdelningen för Byggproduktion på Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet är den slutliga delen av civilingenjörsprogrammet i Lantmäteri och omfattar 30 högskolepoäng.

Vi vill börja med att rikta ett stort tack till vår handledare Stefan Olander vid avdelningen för byggproduktion för hjälp och vägledning under examenarbetets gång.

Examensarbetet har genomförts i samarbete med Finja Prefab AB. Vi vill tacka Anders Burman, Stefan Paulsson och Patrik Johansson för allt engagemang och stöd vi fått längst vägen. Dessutom vill vi även rikta ett stort tack till alla andra medarbetare på företaget som har uppmuntrat och stöttas oss.

Till sist vill vi tacka de personer som ställt upp på intervju och delat med sig av sin kunskap och erfarenhet.

Lund den 24 maj 2021

Oscar Grönvall och Nelly Viebke

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
	1.1 Bakgrund	1
	1.2 Syfte och målsättning	3
	1.3 Avgränsningar	3
	1.4 Disposition	4
2	Metod	5
	2.1 Studiens genomförande	5
	2.2 Vetenskaplig metodik	6
	2.3 Litteraturstudie	7
	2.4 Fallstudie	8
	2.5 Validitet och reliabilitet	12
3	Teori	15
	3.1 Prefabricering och industrialisering	15
	3.2 Byggprocess	17
	3.3 Mellanbjälklag	20
	3.4 Påverkande faktorer vid val av mellanbjälklag	25
4	Resultat	29
	4.1 Observationsstudie	29
	4.2 Intervjustudie	33
	4.3 Dokumentstudie och sammanställning av kostnadsberäkning	40
5	Analys och diskussion	43
	5.1 Aspekter vid val mellan massivbjälklag och plattbärlag	43
6	Slutsats	53
	6.1 Studiens slutsats	53
	6.2 Framtida forskning	54
	Referenser	55
	Bilagor	60
	Bilaga 1	60
	Bilaga 2	61

Bilaga 3
Bilaga 4

62
63

1 Inledning

I detta inledande kapitel redovisas studiens bakgrund. Vidare introduceras även studiens syfte, mål och avgränsningar.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Industrialisering och prefabricering

Byggnadsprisindex har det senaste decenniet i snitt ökat mer än dubbelt så mycket som konsumentprisindex gjort under samma period (SCB, 2020). Relativt sett har det blivit dyrare att bo och trots de låga räntorna lägger svenska hushåll minst 25% av sin disponibla inkomst på boendekostnader (Boupplysningen, 2020). I en rapport från Boverket (2012) konstateras det att det totala antalet bostäder i Sverige är för få och att majoriteten av Sveriges län har bostadsbrist. Detta beror främst på att efterfrågan av bostäder ökat snabbare än nyproduktionen det senaste decenniet (Ibid). Kombinationen av bostadsbrist och höga produktionskostnader gör att det finns tydliga incitament i branschen att effektivisera och utveckla bostadsbyggandet. Ett alternativ till att sänka produktionskostnaderna och effektivisera byggprocessen är att öka inslaget av industriell produktion genom högre prefabriceringsgrad (Olander, 2000). I en utredning från Bygghälsokommittén gällande den svenska byggbranschen konstateras det att en industriell utveckling inom byggbranschen leder till god kvalitet och lägre kostnader. De positiva effekterna grundas i att industrialiseringen ger en bättre kontroll över processerna i värdekedjan (Boverket, 2008). Produktionen blir effektivare, mer sparsam på resurser och dessutom uppnås skalfördelar när byggprojektets produkter samproduceras i fabrik (Svensk Betong, 2021c).

En central del i utvecklingen mot industrialisering inom byggprocessen är prefabricering och förtillverkning. Prefabricering innebär att byggdelar tillverkas i en miljö som är lämpligt anpassad för produktion. Prefabricering av stomkonstruktioner har under de senaste åren ökat, år 1995 var 62 procent av stommarna i nybyggda flerbostadshus helt eller delvis prefabricerade och 20 år senare har de helt eller delvis förtillverkade stommarna ökat till 88 procent i

nybyggda flerbostadshus (SCB, 2019). Sverige har däremot en låg andel prefabricerade flerbostadshus jämfört med andra skandinaviska länder där utvecklingen har kommit betydligt längre (Fernström & Kämpe, 1998).

1.1.2 Mellanbjälklag

Vid uppförande av flerbostadshus är stomkonstruktionen en viktig komponent som påverkar hela projektet. Stomkonstruktionen står för 15–25 % av den totala produktionskostnaden (Fernström & Kämpe, 1998). Mellanbjälklag är de horisontellt bärande byggnadsdelar i stomkonstruktionen som delar upp våningsplan och stabiliserar byggnaden. Bjälklagen har krav på bärlighet men även krav på avskiljande funktion i de fall då bjälklagen används som lägenhetsavskiljare. Bjälklagen kan vara av olika material och tillverkas på olika sätt. För betongkonstruktioner kan bjälklag tillverkas platsgjutet, halvprefabricerat eller helprefabricerat (Svensk Byggtjänst, 2021). Det delvis prefabricerade plattbärlaget är det mest förekommande bjälklaget på marknaden (Svensk Betong, 2021g). Massivbjälklag är det mest förekommande helprefabricerade mellanbjälklagsalternativet vid byggnation av flerbostadshus (Svensk Byggtjänst, 2021).

1.1.3 Valet av mellanbjälklag

Vid uppförande av flerbostadshus är det viktigt att mellanbjälklag och bärande stomkomponenter är projekterade tidigt i planeringsprocessen för att få ett effektivt projekt. Valet av mellanbjälklag är en av de faktorer som avgör hur mycket tid som kommer läggas i planeringsfasen respektive byggfasen. I projekt med helprefabricerat mellanbjälklag kommer mer tid läggas i planeringsskedet och byggtiden kommer kortas ner, i projekt med halvprefabricerat eller platsgjutet mellanbjälklag krävs däremot mindre tid vid projekteringen men mer tid i byggfasen (Akademiska hus, 2015). Val av mellanbjälklag är ett av många beslut i byggprocessen som avgör hur effektiv tids- och kostnadsåtgången i ett projekt kommer vara. Dessutom kan val av mellanbjälklag påverka arbetsförhållanden på en byggarbetsplats.

Det finns inga tydliga indikationer på att de senaste decenniernas prefabriceringsutveckling kommer att avstanna. Vilken riktning utvecklingen kommer gå inom prefabricering är däremot mindre tydligt, är fördelarna med halvprefabricerade bjälklag så omfattande att de fortsatt kommer ha en dominerande del av marknaden eller kan effekterna av industrialisering medföra att helprefabricerade bjälklag utökar sina marknadsandelar.

1.2 Syfte och målsättning

Studien syftar till att identifiera skillnader och kvaliteter för det helprefabricerade mellanbjälklaget massivbjälklag samt det halvprefabricerade mellanbjälklaget plattbärlag. Det övergripande målet är att skapa ett kunskapsunderlag för val av mellanbjälklag i bostadsprojekteringar.

Studien ämnar besvara följande frågor:

- Vilket mellanbjälklag, massivbjälklag eller plattbärlag, medför flest för- och nackdelar vid ett flerbostadshusprojekt?
 - Vilket bjälklagsalternativ är mest tids- och kostnadseffektivt?
 - Vilket bjälklagsalternativ medför bäst arbetsmiljö?

1.3 Avgränsningar

Studien avgränsas till att enbart studera massivbjälklag och plattbärlag ur ett tids- och kostnadsperspektiv samt ett arbetsmiljöperspektiv. Då även andra perspektiv än de ovan nämnda är avgörande i valet av bjälklag behandlas de i viss utsträckning. Dokumentstudien är avgränsad till att enbart studera bjälklagen utifrån två kalkyler från fallprojektet, en projektkalkyl och en skuggkalkyl. Observationsstudien är avgränsad till att enbart observera ett fallprojekt med plattbärlag i stomkonstruktionen. Avgränsningen grundas i att fallföretaget är leverantörer av massivbjälklag och har lång erfarenhet och intern kunskap kring dessa. De erhållna kalkylerna i dokumentstudien anses därför ge en rättvis bild av kostnads- och tidsaspekterna för massivbjälklag. I studien studeras de kostnader och tider som ansetts betydande vid jämförelsen av plattbärlag och massivbjälklags, således utesluts andra mindre och ej påverkande tider samt kostnader.

1.4 Disposition

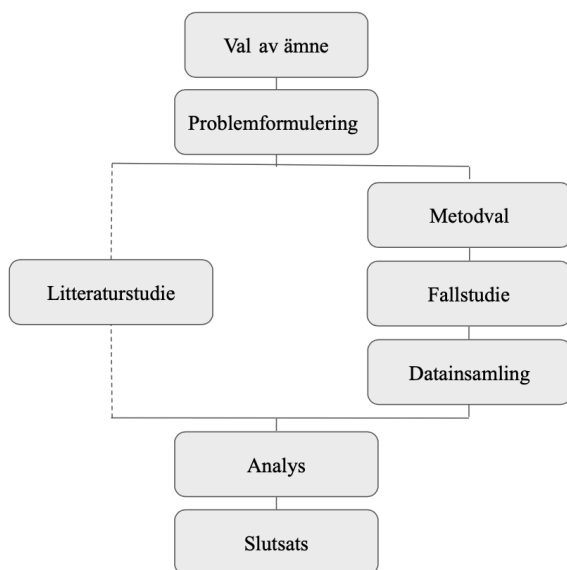
- Kapitel 1 *Inledning*
I detta kapitel beskrivs studiens bakgrund, syfte och målsättning samt de problemformuleringar som studien avser att besvara. Här redovisas även studiens avgränsningar.
- Kapitel 2 *Metod*
I detta kapitel redogörs studiens arbetsgång samt vilka metoder som använts för att besvara studiens frågeställning. De metoder som valts är observationsstudie, dokumentstudie samt intervjustudie.
- Kapitel 3 *Teori*
I detta kapitel beskrivs det teoretiska ramverket för studien. De områden som berörs är främst industrialisering, prefabricering, byggprocessen, mellanbjälklag, massivbjälklag och plattbärlag.
- Kapitel 4 *Empiri*
I detta kapitel redovisas resultatet från observationsstudien, intervjustudien samt dokumentstudien.
- Kapitel 5 *Diskussion och analys*
I detta kapitel analyseras insamlad data med stöd av teori och författarnas egna tankar.
- Kapitel 6 *Slutsats*
I detta kapitel besvaras frågeställningen baserat på analysen och diskussionen. Här föreslås även förslag till vidare forskning.

2 Metod

I detta kapitel beskriver studiens forskningsmetod och tillvägagångssätt. I kapitlet görs även en utvärdering av studiens tillförlitlighet.

2.1 Studiens genomförande

Initialt diskuterades forskningsfrågor med branschkunniga för att finna ett relevant ämne med utrymme för förbättringar. Efter fastställande av ämne undersöktes vilka problem som kunde knytas till ämnet varpå en frågeställning formulerades i syfte att tydliggöra studiens riktning. Problemformuleringen avgränsades till rimlig omfattning med utgångspunkt i studiens tidsbegränsning men även med hänsyn till fallföretagets intresse. Parallellt med litteraturstudien valdes en kvalitativ metod som ansågs vara mest lämpad för att besvara studiens syfte och målsättning. Litteraturstudien avsåg att skapa grundläggande förståelse för ämnet samt ge stöd åt vald metod. En fallstudie valdes som metod och datainsamlingen skedde genom en observationsstudie, en dokumentstudie samt en intervjustudie. Resultatet från de tre studierna sammanställdes och relaterades till den insamlade teorin i en analys och diskussion. Från analysen drogs slutsatser och studiens problemformulering besvarades. Avslutningsvis gavs även förslag på vidare studier inom det studerade området. Nedan illustreras studiens tillvägagångssätt schematiskt.



Figur 1: Schematisk redogörelse för studiens genomförande

2.2 Vetenskaplig metodik

Forskning kan belysas från två olika metoder; kvantitativ och kvalitativ inriktad forskning. Den kvantitativa forskningsmetoden belyser enligt Davidson och Patel (2019) frågor som berör mängd, frekvens, samband mellan variabler, orsak och verkan. Den kvantitativa forskningen innefattar insamling av data via mätningar och statistiska bearbetnings- och analysmetoder (Davidsson & Patel, 2019) som grundas i ett stort antal individer och ett begränsat antal variabler (Olsson & Sörensen, 2011). Forskningen syftar till att mäta verkliga företeelser och koppla dem till teori. Studien ska kunna replikeras och då generera samma resultat, med andra ord ska resultatet inte vara unikt för ett specifikt tillfälle. Kvalitativ forskning innefattar insamling av data som fokuserar på “mjuka” värden. Metoden besvarar frågor som berör människors upplevelser (Davidsson & Patel, 2019) och till skillnad från den kvantitativa forskningsmetoden grundar sig resultatet på ett litet antal individer och ett stort antal variabler (Olsson & Sörensen, 2011). Vid kvalitativa studier är forskningens frågeformulering öppen och kan omvandlas eller specificeras under forskningsprocessen. Metoden syftar till att ta fram en beskrivning som skapar en djupare förståelse för lokala företeelser eller fenomen (Davidsson & Patel, 2019).

För att relatera teori till forskning kan olika ansatser användas. De tre huvudsakliga ansatserna är deduktion, induktion och abduktion. Ett deduktivt arbetssätt beskrivs som bevisande. Arbetssättet utgår från allmänna principer och befintliga teorier

varpå slutsatser dras om enskilda företeelser (Ibid.). Deduktion används oftast vid kvantitativa forskningsinriktningar (Olsson & Sörensen, 2011). Ett induktivt arbetssätt beskrivs som upptäckande. Undersökningen utgår inledningsvis inte från en befintlig teori utan använder insamlad information för att formulera en teori (Davidsson & Patel, 2019). Det induktiva arbetssättet används oftast vid kvalitativ forskning (Olsson & Sörensen, 2011). Det abduktiva arbetssättet beskrivs som en blandning av deduktion och induktion. Det inledande steget i det abduktiva arbetssättet utgår, likt induktion, från ett enskilt fall där ett hypotetiskt mönster formulerad för att förklara fallet. Det avslutande steget speglar deduktion och den nya hypotesen eller teorin prövas på nya fall (Davidsson & Patel, 2019).

I denna studie har en kvalitativ forskningsmetod med ett induktivt arbetssätt använts. Valet av forskningsmetod grundas i projektets omfattning och tidsbegränsning. Under det befintliga förhållandet anses en kvalitativ studie mest lämpad för att besvara projektets frågeställningar.

2.3 Litteraturstudie

Litteraturstudie är en omfattande genomgång och tolkning av den litteratur som finns på ett specifikt ämne. Litteraturgenomgången innefattar att identifiera en forskningsfråga och analysera relevant litteratur för att kunna besvara denna (Aveyard, 2010). Litteraturstudien är av betydelse då den ger en övergripande förståelse för det valda ämnet samt att den ger en överblick för redan utforskade ämnen inom samma område. Studien används för att framhäva förståelse för den redan befintliga teorin på temat. Litteraturen som studeras i en litteraturstudie bör granskas kritiskt. En kritisk bedömning görs genom att jämföra olika forskningsresultat och ifrågasätta utgångspunkter och antaganden. Vid en litteraturgenomgång ska relevanta förhållande mellan fakta identifieras och beskrivas (Bell & Waters, 2017).

En litteraturstudie har genomförts för att identifiera befintlig teori, kunskap och tidigare undersökningar inom studiens område. Litteraturstudien har skett successivt under studiens gång och har främst baserats på teori kring mellanbjälklagen massivbjälklag och plattbärlag. Utöver detta har även litteraturstudien innefattat teori kring byggprocessen, prefabricering och industrialisering. Litteraturen som studerats kommer i första hand från böcker och databaser för vetenskapliga skrifter. Dessutom har ett examensarbete från 2011 studerats som tar upp faktorer som påverkar valet av mellanbjälklag. Dessa faktorer har använts som grund i denna studiens kategorisering av de påverkande omständigheterna vid valet mellan plattbärlag och massivbjälklag. Teori kring

dessa kategorier har sedan ytterligare studerats för att få en djupare kunskap om de olika faktorerna. En kritisk granskning har gjorts på all litteratur som har studerats.

2.4 Fallstudie

I studien har en kvalitativ fallstudie genomförts. Fallstudie är den gemensamma benämningen på metoder som studerar ett fall under ett händelseförlopp. Fallet kan innefatta olika aspekter, det kan vara en person, en grupp, en händelse eller en social enhet. Metoden ger forskaren inblick i oväntade förhållande och situationer som tidigare kan ha varit oklara eller uppfattats annorlunda. Under fallstudier läggs stor vikt vid förberedelsearbetet (Olsson & Sörensen, 2011).

En kvalitativ fallstudie grundas i induktiva resonemang. Ur informationen som studeras uppstår hypoteser, generaliseringar och begrepp som i sin tur har sin grund i den kontext som bildar ramen för studien. En fallstudie är att föredra då nutida eller aktuella företeelser undersöks och där de relevanta variablerna inte går att påverka på annat sätt. En stor fördel med fallstudier är dess förmåga att hantera flera typer av empiriska material, exempelvis intervjuer, dokument och observationer (Merriam, 1999).

Triangulering innebär att samla information med flera metoder. Det kan innefatta olikartade metoder, exempelvis intervjustudier, observationsstudier och dokumentstudier, som används för att undersöka samma fenomen (Ibid.). Datainsamlingen från de olika metoderna samlas in och analyseras var för sig och först när resultatet från vardera metod är färdigställt kan de jämföras. Jämförelsen görs med utgångspunkt i hur metoderna kompletterar eller bekräftar varandra, likt bitar i ett pussel (Olsson & Sörensen, 2011).

I denna studien används ett nyproduktionsprojekt beläget i centrala Malmö som fallstudieobjekt och Finja Prefab AB används som fallföretag. Projektet är ett flerbostadshus med lokaler i bottenvåningen. Byggnaden är som högst åtta våningar och är planerat att stå klar för inflyttning våren 2022. Projektet valdes som fallstudieobjekt då stomkonstruktionen består av plattbärlag. Fallföretaget valdes då de monterar bjälklag på projektet samt att de producerar, monterar och besitter kunskap om massivbjälklag. Studien görs i samarbete med Finja Prefab AB. Fallstudien är en kvalitativ undersökning där relevant information till studien införskaffades genom triangulering. Metoderna som användes var dokument-, observation- och intervjustudie.

2.4.1 Dokumentstudie

Ett dokument är skriftlig information som nedtecknats angående ett visst ämne. Dokument kan delas in i primär- och sekundärkällor. En primärkälla är en källa som har kommit till stånd eller upprättats under ett projekts gång. En sekundärkälla är en tolkning av något som har ägt rum och är baserad på en primärkälla. Primärkällor kan delas upp i avsiktliga och icke avsiktliga källor. En avsiktlig källa är skapad för att användas i framtiden medan oavsiktliga källor används i ett annat syfte än vad källans upphovsman hade tänkt (Davidsson & Patel, 2019). En av fördelarna med en dokumentstudie är dess stabilitet och objektivitet. Till skillnad från intervjuer och observationer riskerar inte forskaren påverka eller förändra studien med sin närvaro.

I denna studie har en dokumentstudie genomförts. Dokument som analyserats är två projektkalkyler som berör fallprojektet från fallföretaget. Kalkylerna är uppbyggda på samma förutsättningar men den ena kalkylen är uppförd med plattbärlag och den andra med massivbjälklag. Kalkylen som baseras på plattbärlag är den kalkyl som använts i fallprojektet. Kalkylerna är avsiktliga primärkällor som har använts för att samla in data kring kalkylerade kostnader och tidsåtgång på projektets stomrelaterade aktiviteter. Dokumenten har analyserats och studeras tillsammans med konstruktör och kalkylingenjör. Resultaten från dokumentstudien har sammanställts i en kostnadsberäkning. Denna beräkning har kompletterats med tids- och kostnadsuppgifter från intervju- och observationsstudien. I kostnadssammanställningen redovisas den totala kostnaden för plattbärlag och massivbjälklag kopplat till fallprojektet.

2.4.2 Observationsstudie

Observationer är användbara i olika sammanhang och i olika syften. Observationer används främst i sammanhang där datainsamlingen sker inom ämnen som behandlar beteenden och händelseförlopp som utspelar sig i sin naturliga miljö. Genom observationsmetoden samlas information in i samma ögonblick som händelsen utspelar sig (Davidsson & Patel, 2019). Observationer kan utföras på flera sätt, antingen kan observationerna utgå ifrån ett förutbestämt observationsschema där aktiviteter och uppförande bestämda på förhand, en så kallad strukturerad observation. Observationer kan även utföras ostrukturerat vilket innebär att ett utforskande syfte används. Dessa observationer används för att komplettera redan befintlig information (Olsson & Sörensen, 2011). Såväl strukturerade som ostrukturerade observationer kräver en viss mängd förberedelser, observatören bör vara väl påläst och tränad i vad som ska beaktas.

Oberoende av vilken observationsmetod som används finns det några vanliga ställningstaganden som ska besvaras:

- Vad ska observeras?
- Hur ska observationerna skriftligt antecknas?
- Hur ska observatörerna förhålla sig under observationstillfället?

Svaren på ovanstående frågor grundas till viss del i om det är en strukturerad eller ostrukturerad observation. En observatör kan ha olika förhållningssätt till observationssituationen. Observatören kan antingen vara känd eller okänd för de som observeras och kan även vara deltagande eller icke-deltagande (Davidsson & Patel, 2019).

Studiens observationer har bestått av en strukturerad observation, där ett observationsschema skapades, se Bilaga 4. Schemat innefattar de arbetsmoment som berör mellanbjälklaget och observationerna som gjordes var på arbetsmomentens tidsåtgång och arbetskraft. Innan observationstillfället har observationsschemat studerats av branschkunniga. Observationsstudien genomfördes med kända observatörer som ej var delaktiga i arbetsmomenten. Studien pågick under tre veckor på fallstudieobjektet. Under de 3 veckorna som observationsstudien genomfördes kunde studien följa plattbärlagets hela produktionsförlopp på flera etapper på byggnaden. Arbetsförloppet förtydligas i [Figur 12](#) avsnitt 4.2.

2.4.3 Intervjustudie

En intervju beskrivs som ett samtal med respondenten i syfte att få fram information som respondenten besitter (Moser, 1971). Intervjumetodens stora fördel är dess flexibilitet och om intervjun utförs korrekt ges möjlighet att följa upp idéer, sondera svar och gå in på motiv och känslor på ett sätt som inte är möjligt med andra metoder (Bell & Waters, 2017). Under en intervju förutsätts direkt kontakt med respondenten. Intervjuer kan genomföras på olika sätt beroende på vilken information som söks. De olika intervjuformerna ger olika data, beskriver olika samband och ger olika resultat och slutsatser. Intervjuer kan delas in i följande former:

- Den öppna intervjuformen
- Den riktat öppna intervjuformen
- Den halvstrukturerade intervjuformen
- Den strukturerade intervjuformen

Den öppna och riktat öppna intervjuformen ger respondenten utrymme att fritt beskriva sin uppfattning av ett fenomen, resonera med sig själv och beskriva sammanhang som intervjurespondenten anser är relevanta för beskrivningen av fenomenet. Intervjumetoderna ger information kring respondentens subjektiva erfarenheter och ger personen utrymme att själv definiera och avgränsa fenomenet. Av detta följer att olika respondenter kan ge olika definitioner och att intervjun inte kommer att replikeras och ge samma resultat (Lantz, 2013).

Strukturerade och halvstrukturerade intervjuformen utgår från kända fenomen. Frågornas utformning fångar upp respondentens uppfattning och upplevelse av ett i förväg bestämt begrepp. I den helt strukturerade intervjun används fasta svarsalternativ som är lika för alla respondenter och detta bidrar med information kring kvantitet. I sammanhang då strukturerade och halvstrukturerade intervjuformer används är den enskildes upplevelse ointressant (Ibid).

I studien har en kvalitativ intervjustudie använts som metod för datainsamling. Intervjuformen som användes var öppen och riktat öppen för att fånga upp respondentens subjektiva åsikter. Intervjustudien genomfördes i den senare delen av studien och hade som mål att komplettera redan insamlad data från dokumentstudien och observationsstudien. Planeringen för studien skedde parallellt med övrig datainsamling. Inför intervjutillfällena har en intervjuplan upprättats. En intervjuplan är en skriftlig förteckning över de olika frågeområden som intervjun innehåller (Lantz, 2013). Då intervjuformen i intervjustudien är öppen och riktat öppen var intervjuplanen mindre strukturerad. I en mindre strukturerad intervjuplan anges enbart frågeområden. Dessa är ordnade i den följd som frågorna är avsedda att ställas under intervjun (Ibid).

I studien har tre personer med olika branschfarenheter intervjuats, en montageledare, en konstruktör och en beställare. Valet av respondenter grundas i att de alla har olika infallsvinklar vid valet av mellanbjälklag. Då intervjun var öppen och riktat öppen har intervjuplanen för de olika respondenterna samma uppbyggnad men frågorna riktades olika beroende på respondentens erfarenhet, se bilaga 1–3. Intervjuerna spelades in och sammanfattades efter inspelningen. Respondenterna fick därefter ta del av sammanfattningen för att bedöma om svaren tolkats rätt.

2.5 Validitet och reliabilitet

Genom att säkerställa hög validitet och reliabilitet i arbetsgången försäkras att informationen som införskaffas och de metodval som görs är tillförlitliga. Validitet och reliabilitet står i förhållande till, och är beroende av, varandra (Davidsson & Patel, 2019).

Validitet kan delas in i intern validitet och extern validitet. Intern validitet syftar till ett resultats sanningsvärde, alltså hur väl ett resultat stämmer överens med verkligheten. Merriam (1999) redovisar tre olika perspektiv som bör beaktas när ett resultats validitet ska undersökas:

- Det finns alltid en uttolkare eller översättare av informationen
- Företeelser kan inte observeras eller mätas utan att ändras
- Siffror och ord är symboliska representanter av verkligheten

Extern validitet behandlar hur generaliserbart ett resultat från en forskningsundersökning är. För att undersöka den externa validiteten bör först den interna validiteten studeras (Merriam, 1999). I en kvalitativ studie mäts inte validiteten enbart utifrån den data som samlats in, den påverkas av forskningsprocessens alla delar (Davidsson & Patel, 2019).

Med reliabilitet åsyftas hur tillförlitliga undersökningar är i en forskningsstudie och hög reliabilitet innebär att fristående mätningar ger likvärdiga resultat. Reliabilitet behandlar även hur väl mätningarna står emot slumpmässiga händelser. En hög reliabilitet är ett viktigt villkor för att information ska kunna tillämpas vid prövning av problemställningar. För att undersöka reliabiliteten vid mätningar kan två observatörer oberoende av varandra samla in data på samma företeelser vid samma tidpunkt. Validiteten kan aldrig överstiga reliabiliteten, hög validitet är således beroende av hög reliabilitet (Hallvorsen, 1989).

För att studien ska uppnå hög validitet och reliabilitet har triangulering använts. Triangulering medför att studien får ett bredare perspektiv på de studerade företeelserna. Genom att ha studerat samma fenomen utifrån olika infallsvinklar har variationen i information kunnat tolkas. För att öka reliabiliteten i observationsstudien har de som blir observerade informerats om att det inte är deras individuella prestation som observeras. De som observeras har inte blivit informerade gällande när observationen faktiskt har ägt rum, observatörerna har inledningsvis iakttagit företeelserna utan att dokumentera. Detta har gjorts för att de som observeras ska vänja sig vid att observeras. I intervjustudien har personer med lång branschfarenhet intervjuats, detta för att uppnå hög reliabilitet. Utöver

detta har även intervjufrågorna formulerats så att de ej påverkar respondenten i en viss riktning. Dokumentstudien anses ha hög reliabilitet då den är en stabil och objektiv metod.

3 Teori

I detta kapitel redovisas bakgrunden till de för projektet relevanta teoretiska områden: Byggprocessen, industrialisering, prefabricering, massivbjälklag, plattbärlag och val av mellanbjälklag. Kapitlet understödjer efterföljande kvalitativa undersökningar och analys.

3.1 Prefabricering och industrialisering

3.1.1 Historia

Under 1940-talet och 1950-talet rådde det brist på bostäder i Sverige och flera andra länder i Europa. Sveriges regering presenterade 1964 det omfattande nybyggnationsprojektet Miljonprogrammet och till följd av detta började byggindustrins utveckling från hantverksbaserad till mer teknisk avancerad industri. Den ökade nybyggnation av bostäder och resulterade i brist på arbetskraft och stigande löner (Boverket, 2008). En lösning på arbetskraftsbristen och de stigande lönerna blev ökad automatisering och utveckling av system för prefabricering. Den ökade automatiseringen var ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ som inte krävde lika bildad arbetskraft jämfört med den traditionella hantverksbaserade byggindustrin. De industriella byggprocesserna grundades i principer kring massproduktion varpå standardkomponenter massproducerades i fabrik och monterades på byggarbetsplats. Exempel på detta var stomkomponenter, installationsmoduler, fasadsystem etc. som tillsammans bildade standardiserade byggnader. Under 1970-talet avtog bostadsbyggandet då efterfrågan på bostäder hade tillgodosetts och miljonprogrammet var genomfört. Massproduktionen av byggnader avstannade och återupptogs inte förrän på 1980-talet. Till skillnad från på 1960-talet, då hela byggnaden standardiserades, låg istället fokus på standardisering av komponenter. Detta resulterade i produktion av unika byggnader med högre komplexitet (Ibid.).

3.1.2 Industrialiseringens betydelse

Industrialiseringens historiska betydelse innebar att teknik och organisation inom tillverkning ändrades genom en utveckling av moderna metoder. Arbetet utvecklades till att bli centralt organiserat och produktionsuppgifterna mekaniserades. Industrialisering kan ha olika betydelser beroende på sammanhang men de grundläggande karaktäristiska dragen är mekanisering, upprepade uppgifter, fabriksstillverkning samt att arbetsuppgifter koordineras såväl inom företaget som mellan företag (Ibid.).

Genom att industrialisera processen eller delar av processen kan de industriella fördelarna utnyttjas (Svensk Betong, 2021c). Fördelarna är bland annat att processen blir mer effektiv med en bättre resursanvändning. Industrialisering bidrar även till skalfördelar i samband med att byggelement samproduceras i fabrik. Fabriksstillverkningens effektivisering sänker kostnader samtidigt som estetiken och funktionen blir bättre. Arbetsmiljön på byggarbetsplatsen förbättras som ett resultat av att en stor del av produktionen sker i fabrik. Arbetsplatsolyckorna minskar och byggarbetsplatsen blir mindre känslig för väder och årstid. Användningen av prefabricerade komponenter och system ökar dessutom produktiviteten på arbetsplatsen och kan förkorta byggtider (Ibid.).

Det är av vikt att ha kunden i fokus vid utformning av industriella processer i byggindustrin. Den industriella metoden som användes i samband med Miljonprogrammet saknade kundfokus vilket medförde att de storskaliga lösningarna inte nödvändigtvis uppskattades av slutkunden. Kundens önskemål och prioriteringar bör beaktas tidigt i de industriella processerna (Boverket, 2008).

Prefabricerade betongelement är komponenter som tillverkas på en plats och sedan monteras samt används på en annan. För att möjliggöra detta krävs det att produkten är mobil och kan transporteras. Avståndet mellan fabrik och användningsplats kan variera, vissa element kan inte transporteras längre än några meter medan andra kan fraktas över världsdelar (Richardson, 2003). Prefabricerade stomsystem kräver effektiva och ändamålsenliga lösningar mellan de olika förtillverkade elementens anslutningar (Isaksson, et al., 2010).

För att ta tillvara på fördelar med prefabricering krävs samarbete mellan involverade parter redan i ett tidigt skede. Genom att tidigt planera för prefabricering öppnas möjligheter för att skapa innovativa lösningar i konstruktionen. Det kan även resultera i bättre prestanda på element och förkortad montageid (Richardson, 2003).

3.2 Byggprocess

Hansson m.fl. (2015) beskriver byggprocessen som den process under vilket en byggnad eller anläggning skapas och förvaltas. Den kan delas in i följande tre delprocesser;

- Projekteringsprocess
- Produktionsprocess
- Förvaltningsprocess

Projekteringsprocessen innefattar allt från idé till färdiga bygghandlingar. I det initiala skedet görs en behovsutredning och ett programarbete. I utredningen ska behovet preciseras och därefter görs en första bedömning kring de kostnader och den tidsåtgång som krävs för att tillgodose projektets behov. Projekteringskedet delas in i delprocesserna gestaltning, bygglovsprocess och framtagning av system-, huvud- och bygghandlingar samt förfrågningsunderlag. Varje delprocess kräver tydliga beslutsunderlag som ligger till grund för projektets fortsättning. Om delprocesserna inte är tydligt genomförda finns risk för att moment uteblir vilket kan leda till ökade kostnader och förlängd byggtid (Ibid.).

Produktionsprocessen är indelad i delprocesserna anbud, planering och genomförande. Anbud innefattar produktionsanpassning vilket innebär att förslaget utformas och anpassas för att bli byggbart. Därefter möts beställare och entreprenör i en anbudsprocess som omfattar den planering och kalkylering som krävs för att entreprenören ska kunna lägga ett anbud. I planeringskedet i produktionsprocessen utarbetas ett produktionsprogram som beskriver hur produktionen ska genomföras och innehåller bland annat tidsplan, budget, materialleveransplan etc. Genomförandeskedet av produktionsprocessen inkluderar byggdriften som omfattar att arbetet detaljplaneras, byggarbetsplatsen etableras samt att erforderliga resurser anskaffas. Vidare styrs verksamheten fram till överlämning som är det avslutande momentet i genomförandeprocessen och där besiktning genomförs (Ibid.).

Förvaltningsprocessen omfattar användandet av byggnaden eller anläggningen. I praktiken utgörs detta av överlämnandet till den slutliga ägaren. I samband med överlämnandet upprättas en plan för planerat underhåll. Planen kan revideras efter hand och vid behov genomförs ombyggnadsarbete. Rivningsarbetet är den slutliga fasen på förvaltningsprocessen men även för hela byggprocessen (Ibid.).

3.2.1 Produktionsteknik

Valet av produktionsteknik kan påverka strukturerna i genomförandeprocessen. Exempel på strukturella skillnader är då småhusentreprenörer väljer mellan att platsbygga eller beställa fabriksstillverkade byggnadsdelar. Den platsbyggda processen möjliggör projektstart omedelbart medan val av förtillverkade element kräver längre projekteringstid (Hansson, et al., 2017). Vid byggnation av flerbostadshus påverkas genomförandeprocessens struktur av prefabriceringsgraden i stomkonstruktionen. Benjaoran & Dawood (2006) framhåller för- och nackdelar som uppstår vid byggnation med helprefabricerade betongelement. De hävdar att det krävs en omfördelning av projekteringstid och produktionstid där de prefabricerade elementen kräver mer omfattande planering men är mer tidseffektiv under byggprocessen. Ett lyckat prefabricerat byggande förutsätter att delaktiga aktörer blir informerade i ett tidigt skede av projekteringsprocessen. En tidig dialog i projektet möjliggör klarläggande av projektets kritiska moment och tekniska lösningar kan således arbetas fram (Ibid).

3.2.2 Val av stommetod

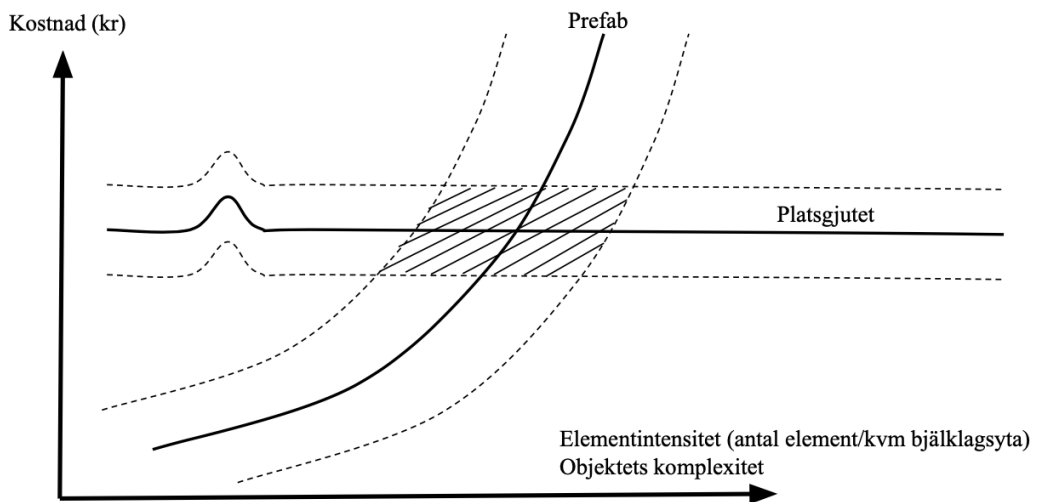
Ett stomsystem huvudsakliga uppgift är att klara av de verkande laster som den utsätts för. Dessa laster ska stomsystemet förflytta från stommen ner till grunden. Ett stomsystem kan vara uppbyggt av betong, trä eller stål. Stomsystemen kan även vara en kombination av materialen och valet av material (Dyvik , 2019).

Stomsystem kan vara uppbyggda av de ovan nämnda materialen och kan antingen vara platsbyggda eller prefabricerade (Hammadi, 2013). Prefabriceringens utveckling är enligt Fernström och Kämpe (1998) definitionen av effektivisering, där inte enbart kostnader reduceras genom skalfördelar och återupprepningsmoment utan arbetsmoment kan dessutom elimineras, vilket kraftigt minskar den totala arbetstiden. Vid val av stomsystem finns det generellt tre olika prefabriceringsnivåer av betongstomelement (Ibid):

- Traditionellt formbyggande med platsgjuten betong
- Halvprefabricerade plattbärlag där pågjutningen sker på arbetsplats
- Helprefabricerade element som sammanfogas på arbetsplatsen

De två övergripande konkurrerande synsätten platsgjutet eller prefabricerat kommer sannolikt i framtiden kunna kombineras och erbjudas i olika varianter. Det finns en konkurrenssituation mellan de olika stommetoderna och den beskrivs i [Figur 2](#) nedan (Ibid.).

Om ett byggprojekt är standardiserat och har en tydlig återupprepningsfaktor finns det klara fördelar med att välja en helprefabricerad stommetod, om projektet däremot är komplext och elementintensivt är det mer kostnadseffektivt med ett platsgjutet alternativ. Det finns en konkurrenzozon inom vilken hantverkarens kunskap är avgörande för valet av metod. Inom denna zon kan ett kompetent prefablag konkurrera med mindre kompetenta platsbyggare och vice versa. Ju fler projekt som ligger inom den konkurrerande zonen desto mer avgörs av den interna kompetensen. En avgörande faktor för att minska byggkostnader är enligt bilden och resonemanget, kompetensen att bygga (Ibid.).



Figur 2: Graf över konkurrenzozon för platsgjutna och prefabricerade stomkonstruktioner (Fernström & Kämpe, 1998)

Enligt Olander (2000) finns det svårigheter för ny byggteknik att få lönsamhet. För att lönsamhet ska uppnås för nya innovationer krävs det att kompetens sprids bland byggbranschens aktörer, det är först då, när kompetensen nått ut till aktörer, som den kan bli lönsam.

3.2.3 Tidiga skeden

All industriell verksamhet tyder på att det lönar sig att satsa extra på tidiga skeden, dels då det ökar konkurrenskraft i branschen men även genom den framtida produktionen. Att satsa på tidiga skeden är viktigt i fastighets- och byggbranschen eftersom det finns fler intressenter jämfört med andra branscher. Det finns en större risk att omedvetet gå miste om information vid överlämningar mellan olika parter. Dessutom finns det ett stort behov av samverkan genom hela processen och således är det viktigt att i tidiga skeden arbeta mot gemensamma mål. Att satsa på

tidiga skeden och lägga mer tid och resurser på projekteringsfasen minskar risken för tidsbrist och hastiga beslut (Fernström & Kämpe, 1998).

3.3 Mellanbjälklag

Bjälklag är en bärande byggnadsdel som åtskiljer olika våningsplan, det kan bestå av olika material och ha varierande funktion. Uppdelning efter funktion kan exempelvis vara mellanbjälklag (våningsbjälklag), golvbjälklag eller takbjälklag och bjälklagen kan bland annat produceras i materialen betong, trä, stål etc. (Svensk Byggtjänst, 2021). Mellanbjälklag påverkar hela projektet, från planeringsprocess till avslutad genomförandeprocess. Vid projektering av flerbostadshus finns det fördelar med att bestämma mellanbjälklag i ett tidigt skede, exempelvis blir det lättare att kalkylera byggtiden (McConnell, 2008). Boverket ställer krav på mellanbjälklagets bärförmåga, styvhet, brandtålighet, ljud-, värme- och vattenisoleringsförmåga samt funktionsduglighet, varaktighet och ekonomi (Boverket, 2020). Vissa av kraven kan uppfyllas av enbart bjälklagselementet medan andra krav uppfylls genom kompletterande isolering, brandskydd etc. (Abelson & Avén, 1982).

Ett bjälklag bär last vinkelrätt mot sitt plan och vanligtvis är betongbjälklagets tjocklek mellan 150–300 mm. En bjälklagsplatta kan vara upplagd mot alla sidor eller bara några. Upplag utgörs av väggar, pelare eller balkar. När bjälklaget är upplagt mot fler än två sidor bärs lasten i två riktningar, för betongbjälklag kallas detta för korsarmering då plattan armeras i två vinkelräta riktningar. Bjälklag som bara är upplagda mot två motstående sidor är enkelspända och bär då last i en riktning. Enkelspända betongbjälklag armeras i spännviddsriktningen. Bjälklag kan vara spännarmerade eller slakarmerade. Ett spännarmerat bjälklag ger ett styvare och tätare bjälklag, dessutom klarar ett spännarmerat bjälklag lägre spännvidder än ett slakarmerat (Isaksson, et al., 2010).

3.3.1 Massivbjälklag

Massivbjälklag, benämns även som homogena bjälklag, är färdiggjutna prefabricerade bjälklag som antingen är förspända eller slakarmerade. Bjälklagen är färdiga att monteras när de levereras till arbetsplatsen och behöver ingen pågjutning. Såväl balkonginfästningar som avlopp och brunnar kan gjutas in i plattan redan i fabrik, vilket minskar efterarbetet och den totala byggtiden. Även installationsutrymmen och rör genomföringar förbereds och gjuts in i elementen i fabrik (Svensk byggtjänst, 2015). Tjockleken på massiva bjälklag beror på

eftersträvade spännvidd, vid montage av bostadshus är det vanligast med 230 mm tjocklek (Finja Prefab AB, 2012).

Bjälklagselementen tillverkas på stål bäddar i fabrik, elementen gjuts inomhus mot en slät form vilket resulterar i att undersidan av bjälklaget blir jämn och färdigt som tak till våningen under. En viktig förutsättning för att installationer ska kunna gjutas in redan i fabrik är att konstruktions-, installations- och projekteringsritningar upprättas redan i ett tidigt skede av projektet (Ibid.). De massiva bjälklagen transporteras med lastbil till byggarbetsplatsen. När plattorna levereras till byggarbetsplatsen är de torra. Elementen kan direkt monteras mot den bärande stommen, utan stöd av stämp och bockryggar (Abetong, 2018). Massivbjälklagets översida har en grövre uppbyggnad och är avpassad för flytspackling (Svensk Betong, 2021f).



Figur 4: Bild på tillverkning av massivbjälklag i fabrik (Finja Prefab, 2020)

Vid användandet av massiva bjälklag kan byggtiden på arbetsplatsen reduceras genom att arbetsmoment tidigareläggs och efterarbete undviks. Vid välgenomtänkt projektering och samordning i planeringsskedet kan montaget av bjälklag gå snabbt och kvalitetssäkrat. De massiva bjälklagen har även goda ljudisolerande och bullerdämpande egenskaper (Finja Prefab, 2021).

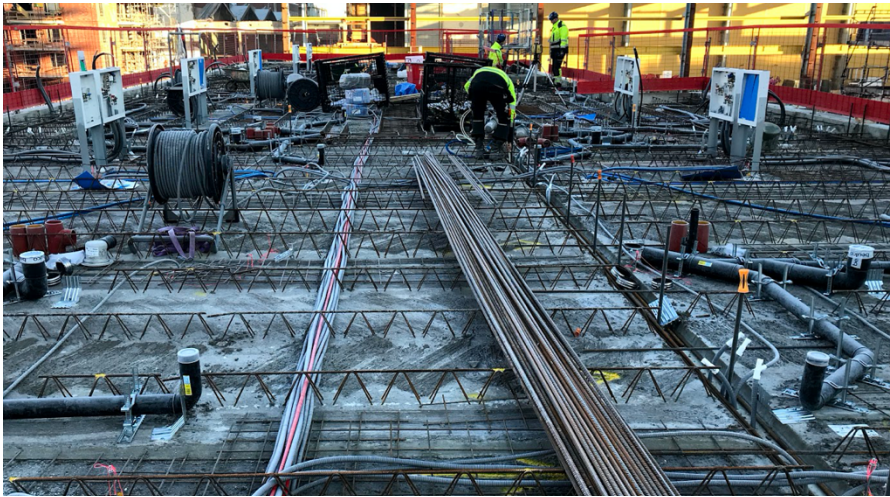


Figur 6: Bild på montage av massivbjälklag (Finja Prefab, 2020)

De slakarmerade massiva bjälklagen har vid bostadslaster en spännvidd mellan 5–6 meter. Detta är en konsekvens av att de har stor geometrisk variation och kan formas detaljerat utefter ett projekts behov. Spännarmerade massivbjälklag har en längre spännvidd, upp till 10 meter vid bostadslaster, och har en högre hållfasthet som ett resultat av den förspända armeringen (Ibid.).

3.3.2 Plattbärlag

Plattbärlag är ett halvprefabricerat bjälklag där den kvarsittande betongformen förtillverkas på fabrik och levereras färdigt till byggarbetsplatsen. På byggarbetsplatsen monteras plattbärlagelementet på stommen och kompletteras med installationer och armering för att sedan gutas till bestämd bjälklagstjocklek (Svensk Betong, 2021a). Plattbärlag, även benämnt filigranbjälklag, kan tillverkas spännarmerade eller slakarmerade. Bjälklagen innehåller både längs- och tvärarmering vilket kan utnyttjas i konstruktionen (Svensk Betong, 2021d). Eftersom plattbärlag delvis tillverkas i fabrik kombineras prefabriceringens fördelar med flexibiliteten från platsgjutna konstruktioner (Svensk Betong, 2021a).



Figur 7: Bild på plattbärlag från fallprojekt

Plattbärlag förtillverkas delvis inomhus i en kvalitetsstyrd industriell process. Elementen gjuts mot en slät form vilket resulterar i att den undre ytan inte kräver någon efterbehandling. Det halvprefabricerade elementet utgör huvuddelen av bjälklagets underkantsarmering (Ibid.). Underkantsarmeringens uppgift är dels att stabilisera bjälklaget under transport och montage samt att skapa samverkan mellan plattbärlaget och den platsgjutna betongen (Isaksson, et al., 2010). Elementen förbereds vanligtvis med ingjutningsgods, håltagning för rör genomföringar samt eldosor (Larsson, 2008). Den övre sidan görs räfflad för att förbättra vidhäftningen mot pågjutningen (Svensk Betong, 2021a). Transporten av plattbärlag till arbetsplats sker med lastbil. På byggarbetsplatsen lyfts elementen direkt från lastbilen till montagestället för slutlig inpassning på bockryggar. Elementen är noggrant placerade på lastbilen efter montageordning för att undvika tillfällig mellanlagring på byggarbetsplatsen (Larsson, 2008). Enligt Svensk betong (2021a) sker montage av plattbärlag snabbt och effektivt. Efter montage kompletteras plattbärlagen med skarvnät och underkantsarmering, därefter installeras el, ventilation och VS (Lundström & Runqvist, 2008). Överkantsarmering monteras likt platsgjutna bjälklag på elementen, därpå sker pågjutning (Svensk Betong, 2021a).



Figur 8: Bild på gjutning av plattbärlag på fallprojektet

Då flera bjälklag gjuts över varandra sker stämning mot de underliggande, redan gjutna, bjälklagen. Vid stämning krävs kunskap kring bjälklagets hållfasthetstillväxt. Ett bjälklag klarar inte lasten från ett nygjutet bjälklag, därför måste stämp och bockryggar finnas kvar på flera våningar under. För att undvika överbelastning av de kvarvarande bjälklagen ska stämpan avlägsnas efter en viss arbetsgång (Svensk Betong, 2021b).



Figur 10: Bild på stämp och bockryggar från fallprojektet

Plattbärlag kan tillverkas som slakarmerade eller förspända. Slakarmerade plattbärlag har en spännvidd på upp till 10 meter och en tjocklek på ca 40–50 mm. Förspända plattbärlag har en spännvidd som kan nå upp till 12 meter och en tjocklek på ca 70 mm (Svensk Betong, 2021e).

3.4 Påverkande faktorer vid val av mellanbjälklag

Det finns flertalet faktorer som påverkar valet av mellanbjälklag vid ett byggprojekt. Enligt Andreasson (2011) är den största inverkan på valet av mellanbjälklag byggprojektets utformning. Det är fördelaktigt om byggprojektets utformning och design definieras i ett tidigt skede då valet av mellanbjälklag oftast görs utifrån de första skisserna. Krävs exempelvis långa spännvidder kan vissa bjälklagsalternativ uteslutas. Utöver Boverkets allmänna byggregler, krav som förväntas uppfyllas för att kunna sälja produkten, finns det andra kategorier som i hög utsträckning påverkar valet av mellanbjälklag. En kombination av faktorerna är det som slutligen avgör vilket alternativ som väljs (Ibid.). Andreasson rangordnar i studien från 2011 påverkande faktorerna. Rangordningen grundas i intervjuer med bransch-kunniga leverantörer och entreprenörer.

Följande faktorer påverkar valet av mellanbjälklag:

- Byggtid
- Pris och kostnader
- Utformning och installationer
- Hållbarhet och miljö

Utöver de ovannämnda faktorerna har studien även fokuserat på följande faktor:

- Arbetsmiljö

3.4.1 Byggtid

Byggtiden på ett projekt är den tid under vilken en byggnad uppförs (Hansson, et al., 2015). Den tid det tar att montera och uppföra ett byggprojekt är avgörande vid upphandlingen av projektet men även vid valet av mellanbjälklag. Valet av mellanbjälklag bör göras tidigt i projektet för att planera hur mycket tid som kommer behöva fördelas mellan projekteringsprocessen respektive produktionsprocessen. Vid val av plattbärlag krävs ofta kortare tid vid projekteringen men längre tid på arbetsplats i jämförelse med massivbjälklag där det krävs kortare byggtid med längre projekteringstid (Andreasson, 2011).

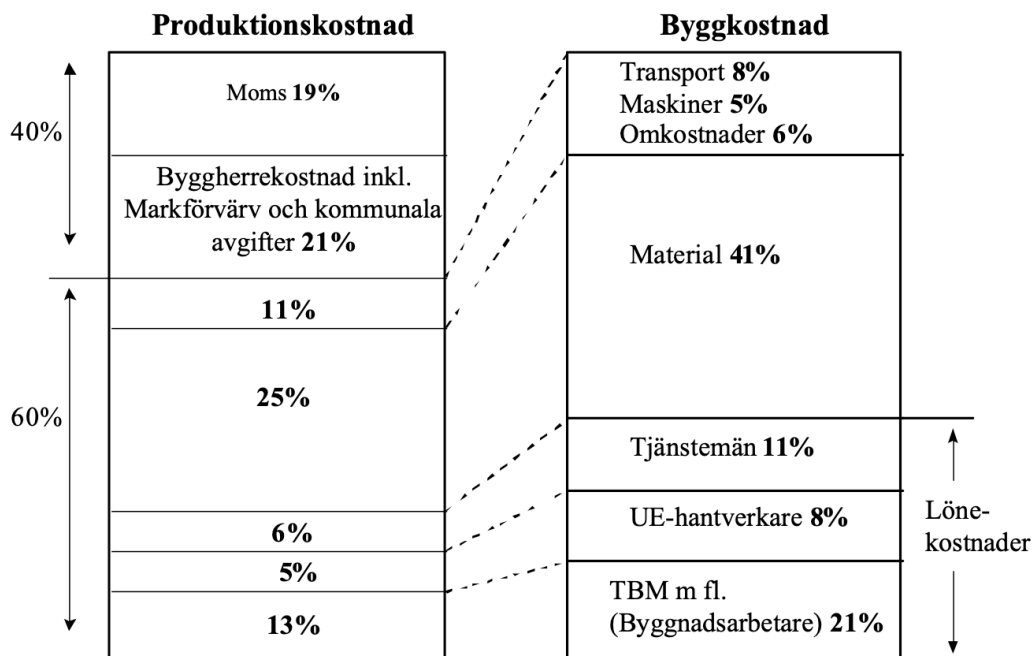
En kortare byggtid möjliggör för sänkta arbetsplatsomkostnader. Dessa kostnader är inte direkt kopplade till det material som används i produktion utan innefattar kostnader för exempelvis maskiner och verktyg, bodar, ställningar, driftkostnader, renhållning, vinterkostnader etc. Arbetsplatsomkostnader är alltså väsentliga för

att byggarbetsplatsen ska fungera men är inte direkt värdeskapande för produktionen av byggnaden eller anläggningen (Afshar & Alaoui, 2016).

3.4.2 Pris och kostnad

Pris definieras som en viss situations avsedda ersättning och kostnad definieras som värdet av resursförbrukningen under en tidsperiod (Hansson, et al., 2015). Ett byggprojekt innefattar olika kostnader som påverkar priset, vissa kostnader är lätta att beräkna i ett tidigt skede medan andra, exempelvis ÅTA-kostnader, är svårare att uppskatta (Andreasson, 2011). Produktionskostnader är de totala kostnaderna för ett byggprojekt. Dessa kostnader kan delas in i byggkostnader, byggherrekostnader, markkostnader, moms etc. (Byggföretagen, 2021).

Byggkostnader, även kallat entreprenörskostnader, innefattar kostnader som berör byggarbetsplatsen såsom mark- och schaktningsarbete, uppförande av byggnaden samt grov- och finplanering av marken. I byggkostnader inkluderas även anslutningskostnader för el, bredband och fjärrvärme (Ibid). I grafen nedan redovisas byggkostnaderna i förhållande till de totala produktionskostnaderna.



Figur 3: Andelsfördelningen över kostnader i bostadsprojekt år 2014 (Byggföretagen, 2021)

Byggherrekostnader är en del av produktionskostnaden och inkluderar följande:

- Projekteringskostnader
- Administration
- Byggledning
- Kontroll
- Besiktning
- Bygglov
- Utsättning
- Garanti
- Försäkring
- Försäljningskostnader
- Pantbrevskostnader
- Räntekostnader under byggtiden inklusive kreditivavgift och eventuell tomträttsavgäld under byggtiden (SCB, 2004)

Priset på ett byggprojekt är komplext och påverkas bland annat av byggtiden, antalet involverade arbetare, platsomkostnader, krantider etc. Priset på mellanbjälklagen utgör en betydande del av den totala projektkostnaden, vilket gör det till en central aspekt vid valet av bjälklag (Andreasson, 2011).

3.4.3 Utformning och installationer

Ett projekts utformning är avgörande vid valet av mellanbjälklag. Utformningen ligger till grund för vilket bjälklagsalternativ som är bäst lämpat, utifrån aktuella spännvidder och laster. Även ett projektets installationsutformning påverkar vilket bjälklag som är bäst lämpat. I denna studie syftar installationer till VVS-installationer och el-installationer som görs i, på eller intill bjälklaget. Hur mycket installationer som kan monteras i bjälklaget skiljer sig mellan olika bjälklagsalternativ och kan ibland vara avgörande. Mängden installationer som monteras i bjälklaget kan påverka hur väl stomkonstruktionen möter energikraven. (Ibid.).

Installationssektorn i byggbranschen är enligt Fernström och Kämpe (1998) ofta missförstådd och därför planeras installationssystem ofta sent i projekt. I och med att installationer idag är en viktigare, större och mer påkostad del av byggnader är det nödvändigt att projekteringen görs i ett tidigt skede. Installationer står för en väsentlig del av den totala produktionskostnaden och med högre krav på miljövänliga byggnader och bättre inomhusmiljö kommer kostnaden för installationer att bli större (Ibid.).

3.4.4 Miljö

Effekter på miljön definieras som de direkta eller indirekta effekterna som både kan vara positiva eller negativa, tillfälliga eller bestående, kumulativa eller icke kumulativa och kan uppstå på kort eller lång sikt på miljön eller människors hälsa. Miljöeffekter är inte geografiskt begränsade utan kan uppstå både i närområdet och på platser långt ifrån källan (Naturvårdsverket, 2020). Enligt Andreasson (2011) är miljöperspektivet något som efterfrågas vid valet av mellanbjälklag.

Asplund och Moström (1994) konstaterar i sin bok *Byggandet i kretsloppet* att ett bra sätt att förbättra miljön på byggarbetsplatsen är att minska förekomsten av restprodukter. Genom att förtillverka varor och produkter som monteras direkt vid ankomst på arbetsplatsen kan uppkomsten av restprodukter reduceras (Ibid).

3.4.5 Arbetsmiljö och säkerhet

Arbetsmiljö definieras som “en sammanfattande benämning på biologiska, medicinska, fysiologiska, psykologiska, sociala och tekniska faktorer som i arbetssituationen eller i arbetsplatsens omgivning påverkar individen”. En god arbetsmiljö bidrar till verksamhetsutveckling och kan medföra ekonomisk lönsamhet och minskad ohälsa (Arbetsgivarverket, 2021). En byggarbetsplats är en temporär arbetsplats vilket resulterar i att god arbetsmiljö är en stor utmaning för byggbranschen. Bristande arbetsmiljö är förekommande på byggarbetsplatser och det finns konstant en risk för olyckor (Hansson, et al., 2015). De vanligaste olycksorsakerna på en byggarbetsplats är skador från verktyg och redskap samt kropps rörelse med fysisk överbelastning. Andra förekommande olycksorsaker är skador från ras, fall och bristning av material samt snubbling (Byggföretagen, 2021). Olika bjälklag ger varierande förutsättningar för arbetsmiljön på byggarbetsplatsen.

4 Resultat

I detta kapitel redogörs resultaten från genomförd observationsstudien, dokumentstudien och intervjustudien. Kapitlet avslutas med en sammanställning av de genomförda studierna och en kostnadsberäkning redovisas för de två bjälklagalternativen.

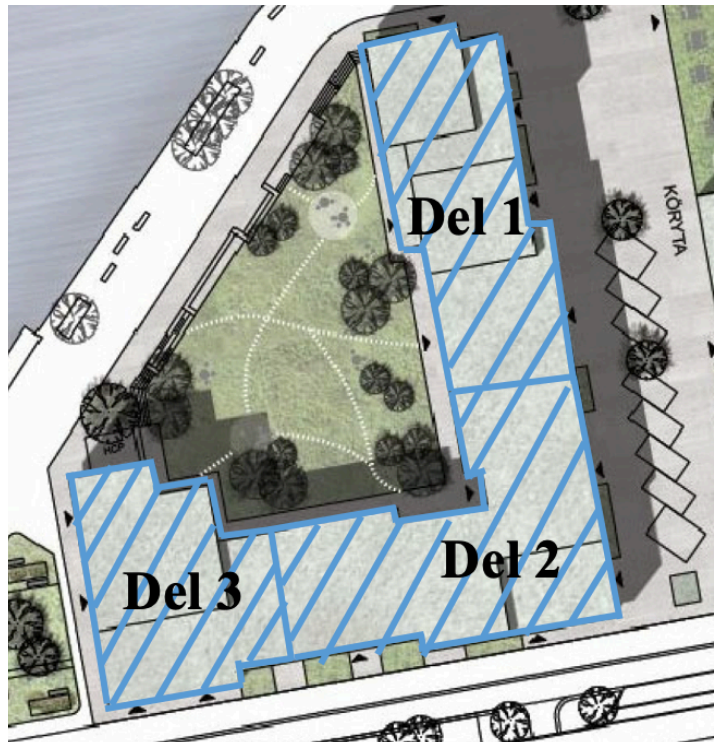
4.1 Observationsstudie

Under tre veckor observerades arbetsgången på fallprojektet. Alla arbetsmoment som observerades hade anknytning till bjälklagen och de hantverkare som observerades var:

- Montörer
- Armerare och betongarbetare
- El-installatörer
- VVS-installatörer

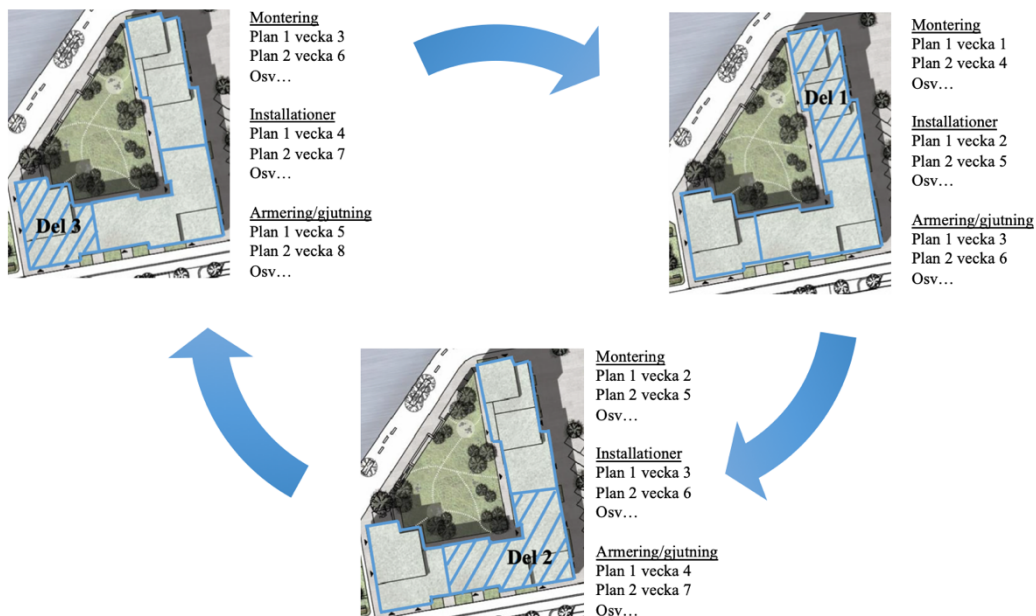
Under observationstiden har sammanlagt 15 hantverkare arbetat på projektet med varierande arbetsuppgifter. Under dagar med högre arbetsbelastning har ytterligare 2–4 hantverkare arbetat på projektet. De verksamma arbetar heltid, montörer och kranförare arbetar måndag till torsdag medan övriga hantverkare arbetar måndag till fredag.

Fallprojektet har en total byggnadsarea på ca 1255 kvm och en bruttoarea på 9359 kvm. Huskroppen är i produktionskedet indelad i tre delar, se Figur 11 nedan.



Figur 11: Beskrivning av etappindelning på byggarbetsplats

Under produktionen arbetar hantverkarna i cykler som roterar mellan de tre delarna. Arean på del 1 är 459 kvm, arean på del 2 är 487 kvm och arean på del 3 är 309 kvm. I Figur 12 nedan beskrivs hur etapperna på projektet är indelade samt hur arbetsmomenten veckovis cirkulerar mellan de tre etapperna.



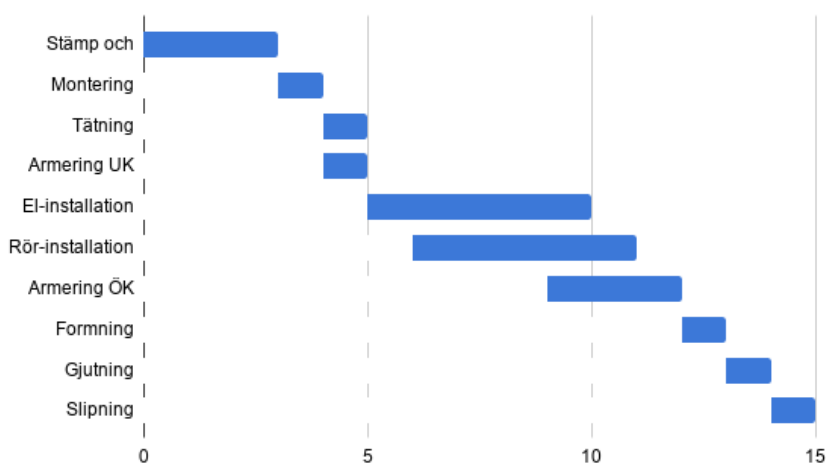
Figur 12: Illustration av hur hantverkarnas arbetsmoment cirkulerar på byggarbetsplatsen

Under studien observerades följande arbetsmoment:

- Montage av stämp och bockryggar
- Montage av plattbärlag
- Tätning
- Underkantsarmering
- El-installationer
- VVS-installationer
- Överkantsarmering
- Formning
- Gjutning
- Slipning

Arbetsmomenten utfördes på en etapp i den arbetsordning som redovisas i [Figur 13](#) nedan. Grafen är generaliserad och momenten kan variera till följd av växlande omständigheterna på byggarbetsplatsen. Momenten utfördes parallellt på fallprojektets olika etapper och den totala tidsåtgången för en deletapp var ca 15 arbetsdagar.

Tidschema plattbärlag



Figur 13: Tidsschema med arbetsmoment berörande plattbärlag

Nedan redovisas de genomsnittliga arbetsmomentens tidsåtgång per kvm bjälklag samt den totala beräknade tidsåtgången på fallprojektet. Tidsåtgången redovisas i persontimmar och innefattar enbart de arbetsmoment som berör bjälklaget.

Tabell 2: Sammanställning av arbetsmomentens tidsåtgång

Arbetsmoment	Genomsnitt (h/kvm)	Hela fallprojektet (h)
Stämp och bockryggar	0:05:35	755:00:00
Montage plattbärlag	0:02:48	378:00:00
Tätning	0:02:57	379:00:00
Underkantsarmering	0:03:18	466:00:00
El-installationer	0:22:57	3099:00:00
VVS-installationer	0:15:11	2050:00:00
Överkantsarmering	0:07:07	961:00:00
Formning	0:02:53	389:00:00
Gjutning	0:03:35	484:00:00
Slipning	0:00:59	134:00:00
Totalt	1:07:22	9095:00:00

Observationerna inkluderar inte arbete utfört av kranförare eftersom den tiden är direkt kopplad till montagelagets totala tidsperiod på byggarbetsplatsen. Kranförarens arbetstid redovisas istället under de tidsberoende kostnaderna i kostnadssammanställningen nedan, se [Tabell 3](#).

4.2 Intervjustudie

De aktörer som intervjuats i studien listas i [Tabell 1](#) nedan. I tabellen redogörs namn, målsättning med intervjun samt datum för intervjutillfället. Intervjufrågorna som ställts till vardera respondent redovisas i bilaga 1–3.

Tabell 1: Intervjuguide innehållande namn, målsättning och datum

Namn	Målsättning	Datum för intervju
Montageledare	Få en djupare förståelse för bjälklagalternativens skillnader i praktiken samt undersöka arbetsmiljön vid montage av de båda bjälklagen.	2021-04-7
Konstruktör	Få ett helhetsperspektiv från en konstruktörs synvinkel samt få djupare kunskap i hur flexibilitet och utformning av byggprojekt påverkar valet av mellanbjälklag.	2021-04-13
Beställare	Få bättre förståelse för hur beställare resonerar vid valet av mellanbjälklag och få ett helhetsperspektiv från en beställares synvinkel.	2021-04-15

4.2.1 Intervju - Montageledare

4.2.1.1 Beskrivning av montageledare.

Montageledaren har lång erfarenhet som montör och har sedan 2011 arbetat som montageledare. Montageledaren har sedan 2010 framförallt monterat massiva bjälklag men har även periodvis arbetat på projekt med plattbärlag.

4.2.1.2 Massivbjälklag

Montageledaren anser att en av de främsta fördelarna med massivbjälklag är att montaget inte är beroende av andra hantverkare på byggarbetsplatsen. Arbetet påverkas inte av andra hantverkares arbetstakt vilket innebär att om exempelvis montaget går snabbare än planerat kan denna tid utnyttjas. Montageledaren anser att det generellt går snabbare att montera homogena plattor, delvis på grund av att montörerna är mer flexibla och inte beroende av andra hantverkares arbetsmoment men även på grund av att plattan är slät och jämn direkt vid montage och därför lätt att arbeta och röra sig på.

Montageledaren anser att en av de stora nackdelarna med homogena bjälklag är att när produktionsfel uppstår är de komplexa att åtgärda på plats, dessutom är felen ofta återkommande genom hela projektet. Montageledaren poängterar däremot att det sällan uppstår produktionsfel.

Arbetsmiljön vid montage av massivbjälklag är enligt montageledaren bättre och skonsammare vid jämförelse med plattbärlag. Ytskiktet är jämnt från början och lätt att röra sig på. Dessutom kan skyddsräcken sättas upp en bit från byggnadskanten. Montageledaren menar att detta möjliggör att montage av ytterväggar kan göras med skyddsräcket uppe och således undviks användningen av säkerhetssele.

4.2.1.3 Plattbärlag

Montageledaren anser att plattbärlag inte har några större fördelar ur ett montageperspektiv men förtydligar att det finns fördelar ur andra perspektiv. En fördel som montageledaren nämner är att installationer kan dras längre och över varandra och kräver generellt färre schakt än de massiva bjälklagen. Vidare nämner montageledaren även att det är en fördel att plattbärlag ej kräver flytspackling samt att de kan ha färre upplag i jämförelse med massiva bjälklag.

Nackdelarna med plattbärlag anser montageledaren vara att arbetet blir tyngre och mer krävande, exempelvis krävs tunga lyft av stämp och bockryggar. Vidare nämner montageledaren att arbetsmiljön är sämre. Detta beror både på grund av att det är svårt att röra sig på plattorna innan gjutning, på grund av uppstickande armering, samt att våningarna under är fyllda med stämp och bockryggar vilket försvårar arbetsmomenten på dessa plan. Ytterligare en nackdel är att betongen måste härda efter gjutning och att efterkommande arbetsmoment kan påbörjas först då.

4.2.1.4 Tidsåtgång

Montageledaren menar att de massiva bjälklagen är mer tidseffektiva. De kan direkt efter montage av väggar påbörja montage av bjälklag. Vid montage av plattbärlag krävs det först en hel arbetsdag åt att sätta stämp och bockryggar innan montage av bjälklag kan påbörjas. De massiva plattorna tar dock lite längre tid att montera vilket framförallt beror på logistiken med fler transporter. Vidare nämner montageledaren att det framöver på fallprojektet kommer att krävas ytterligare en extra hantverkare för att hantera stämp och bockryggar på de underliggande valven.

4.2.1.5 *Utformning*

Montageledaren menar att utformningen av byggnaden kan påverka hur effektivt montaget av bjälklagen är. Om det exempelvis är ett punkthus som monteras med plattbärlag kan det bli stillestånd vilket innebär att montaget tvingas lämna arbetsplatsen i några dagar för att invänta färdigställandet av valvet. De flesta projekt är dock större och har i bästa fall flera huskroppar, detta möjliggör för hantverkarna att arbeta i cykler.

4.2.1.6 *Väderpåverkan*

Montageledaren anser att plattbärlag är känsligare mot väderpåverkan. Detta beror framförallt på att ytan efter gjutning ska vara tillräckligt jämn för att golvläggning ska kunna ske direkt på den gjutna ytan. Det gäller även då temperaturer är för höga eller låga då detta kan påverka härdningen av betongen. Montageledaren nämner dessutom att väder och vind försvårar för installatörer som arbetar på översta valvet vid montage av plattbärlag. Vid montage av massivbjälklag görs installationerna i fabrik och på underliggande valv som är skyddade mot regn och blåst.

4.2.2 **Intervju - Konstruktör**

4.2.2.1 *Beskrivning av konstruktör*

Respondenten har arbetat som konstruktör under en längre tid och har erfarenhet av båda bjälklagen, både ur ett konstruktions- och produktionsperspektiv.

4.2.2.2 *Massivbjälklag*

Konstruktören anser att fördelarna med massivbjälklag främst är kopplade till bostadsbyggnation, alltså när det efterfrågas installationsintensiva bjälklag. De massiva bjälklagen kombinerar fördelar från både håldäcksbjälklag och plattbärlag. Håldäcksbjälklags fördel är dess snabbhet och plattbärlag fördel är dess tjocklek och förmåga att ha hög installationsintensitet i plattan. Dessutom kan bjälklagen göras projektanpassade vilket möjliggör kort montagetid. Konstruktören menar att bjälklaget är mest effektivt vid en spännvidd på 8,5–9,5 meter vilket är en passande spännvidd vid utformningen av lägenheter.

Nackdelar med det massiva bjälklaget är enligt konstruktören att det är en spänd produkt vilket leder till att plattan blir bågformad. Bjälklaget behöver således flytspacklas vilket är en förhållandevis dyr åtgärd. Konstruktören tillägger även att ytterligare en nackdel är att de massiva bjälklagen kan upplevas dyra, han anser dock inte att detta stämmer sett till totalkostnaderna.

Konstruktören anser att arbetsmiljön för massivbjälklag är bättre i jämförelse med plattbärlag. Detta beror främst på att massivbjälklag är släta och lätta att arbeta på. Dessutom undviks hinder som armering, stämp, bockryggar och installationer vilket krävs vid montage av plattbärlag.

4.2.2.3 *Plattbärlag*

Konstruktören menar att de positiva aspekterna med plattbärlag är dess flexibilitet samt att de går att analysera utifrån flera aspekter. Det är på grund av detta ett tacksamt bjälklag vid projekt med komplexa geometrier. Det är även enkelt att få installationer på plats. Vidare krävs inte samma noggrannhet vid projektering av plattbärlag i jämförelse med homogena bjälklag, detta beror på att plattbärlag lättare kan justeras på byggarbetsplatsen.

En av nackdelarna med plattbärlag är enligt konstruktören att det är en svår produkt att prissätta. Detta beror på att den reglerbara delen är stor. Konstruktören belyser återigen skillnaderna i arbetsmiljö mellan de två bjälklagsalternativen och påpekar att det är en högre olycksrisk vid montage av plattbärlag. Vidare tillägger konstruktören att uttorkningstiden som blir en följd av platsgjutning tar längre tid jämfört med när bjälklaget gjuts i fabrik.

4.2.2.4 *Tidsåtgång*

Konstruktören hävdar att det massiva bjälklaget går snabbare att montera och att det kräver betydligt färre hantverkare på byggarbetsplatsen. Konstruktören påpekar även att vid rätt projektutformning kan plattbärlag ha ett effektivt montage, så pass effektivt att det nästan kan jämföras med montagetiden för det massiva bjälklaget. Den massiva plattan är dock mer hantverkseffektiv och tid kan sparas in på andra moment, exempelvis uttorkningstid.

Konstruktören menar att tiden på byggarbetsplatsen är den viktigaste tiden i ett projekt, detta beror på att där finns höga kostnader som inte direkt är värdeskapande, exempelvis bodar, ställningar, markförberedelser, etablering och arbetsledning. Genom att minska tiden på byggarbetsplats minskas även utgifterna för denna typ av omkostnader, kostnader som vid längre projekt kan bli dyra. Vidare utvecklar konstruktören att tiden på byggarbetsplatsen även kan kopplas till finansieringskostnader, något som ofta missas av entreprenadbranschen. Dessa kostnader inkluderar kreditiv, räntor och liknande kostnader. Snabbare byggtider leder till att dessa finansieringsutgifter blir färre och dessutom kan intäkter från hyror eller försäljning erhållas i ett tidigare skede.

Projekteringstiden kan variera mycket beroende på valet av stomkonstruktion hävdar konstruktören. Vid exempelvis val av en platsgjuten stomkonstruktion kan byggnation påbörjas tidigt och projekteringen kan ske parallellt. Detta innebär

dock att byggtiden blir påtagligt längre och konstruktören hävdar att detta blir dyrare i jämförelse med att en liten grupp av människor gör en noggrann projektering som kan nyttja prefabriceringens fördelar.

4.2.2.5 *Valet av mellanbjälklag*

Konstruktören menar att valet av mellanbjälklag ofta beror på tidigare erfarenheter och vad företag trivs med och känner trygghet i. Om exempelvis ett företag arbetar med platsgjutna stomkonstruktioner är denna kunskap en trygghet vid kalkylering och tidsplanering. Har företaget däremot mindre erfarenhet kring stomkonstruktioner kan det vara lättare att låta en prefableverantör ansvara för projektets stomkonstruktion. Då prefabricerade stomkonstruktioner oftast har en kortare tid på byggarbetsplatsen kan företagen ta in fler projekt och därmed få större täckning för omkostnader.

Konstruktören menar att det finns projekt som är mer lämpade för ett visst bjälklagsalternativ. Exempelvis bör punkthus byggas med helprefabricerade bjälklag, då undviks ställtider och stomkonstruktionens byggtid minimeras. De massiva bjälklagen lämpar sig även för projekt som har tydliga bärningspunkter uppifrån och ner. I projekt då utformningen har mycket utsprång, vinklar och vrår, eller som har små lägenheter kan halvprefabricerade eller platsbyggda mellanbjälklag vara mer lämpade. Konstruktören tillägger att detta gäller framförallt då det är stora projekt kopplade till denna typ av utformning. Hantverkarna kan då cirkulera på den stora huskroppen, eller ännu bättre, de olika huskropparna.

Konstruktören anser att fallprojektet har egenskaper som gör att det i vissa avseenden är bättre lämpat för ett stomsystem med plattbärlag. Detta beror på att installationslösningar och dragningar mellan schakt skiljer sig åt mellan de olika planen. Dessutom är projektets huskropp utformat så att det går att få en effektiv cirkulation på hantverkarna.

Konstruktören menar att ett projekts installationstekniska utformning kan påverka valet av mellanbjälklag. Installationerna är i sig en komplex fråga som skiljer sig åt beroende på byggnadens användningsområde. Massiva bjälklag är bäst lämpade för bostadstypiska installationer där installationsdragningarna är samlade i en och samma lägenhet. Plattbärlag är mer flexibla och är både lämpade för bostadstypiska installationer men även för exempelvis hotell och äldreboenden. Hotell och äldreboenden är installationsmässigt uppbyggda som celler, där samma installationssystem delas av flera celler, vilket kräver långa dragningar. Konstruktören menar även att installationslösningarna bör bestämmas tidigt i projekteringen för att kunna bedöma vilka bjälklagsalternativ som är lämpliga.

Detta gäller framförallt för massivbjälklag och är inte av samma vikt vid val av plattbärlag då det är mer flexibelt.

Konstruktören menar att det viktigaste vid valet av mellanbjälklag är att göra valet tidigt i processen. Väljs stomkonstruktionen tidigt i projekteringen är det lättare att producera en attraktiv och kostnadseffektiv byggnad. Det är framförallt viktigt att ta tidiga beslut gällande de komponenter som kostar mest, vilket generellt är stomkonstruktionen och installationer. Ett tidigt val av dessa komponenter möjliggör enligt konstruktören besparingar i projektet. Det framgår i intervjun att det i praktiken skiljer mycket mellan projekt när i processen valet av mellanbjälklag görs.

4.2.2.6 Framtiden

Konstruktören hävdar att plattbärlag är det vanligaste mellanbjälklaget men tror att marknaden är på väg mot mer helprefabricerat. Vidare menar konstruktören att industrialiseringen ökar i alla andra branscher och att byggbranschen även kommer gå i samma riktning. Detta kommer framförallt ske då fler aktörer inser att det går att bygga attraktiva byggnader med prefabricerade element. Utvecklingen har varit påtaglig under de senaste tio åren där det enbart i Sverige utvecklats från att finnas en aktör inom helprefabricering med betydande kapacitet till att det idag finns minst fyra-fem aktörer med betydande kapacitet.

4.2.3 Intervju - Beställare

Intervjun hölls med två respondenter från samma företag som gemensamt besvarade intervjufrågorna. I sammanställningen av intervjun benämns respondenterna under det gemensamma namnet beställare.

4.2.3.1 Beskrivning av beställare

De två respondenterna arbetar i ett entreprenadföretag. Respondenterna har tidigare främst arbetat med plattbärlag och har nu ett pågående projekt med massiva bjälklag.

4.2.3.2 Massivbjälklag

Beställaren anser att fördelarna med massiva bjälklag är att det är en smidig färdigställd produkt. Montaget går snabbt och effektivt vilket resulterar i att det finns besparingsmöjligheter. Jämfört med andra bjälklag anser beställaren att det är färre moment vilket resulterar i att det totalt sett går snabbare. Beställaren poängterar att fördelen för dem som mindre organisation är att valet av massivbjälklag ger en nyckelfärdig produkt. Att kombinera massivbjälklag med ett erfaret montage-lag och projektledning möjliggör att arbetsplatsen kan överlåtas

tills dess att stomkompletterande moment kan påbörjas. Vidare menar beställaren att en nackdel med massiva bjälklag är att det kräver flytspackel.

Arbetsmiljön vid montage av massiva bjälklag uppfattar beställaren som mindre riskfyllt på grund av att det bara är en yrkeskategori på plats i de kritiska momenten. Momenten är färre och montagelaget har erfarenhet av att arbeta tillsammans vilket minskar risken för olyckor.

4.2.3.3 Plattbärlag

Fördelarna med plattbärlag är att det är mer flexibelt och att det är lätt att åtgärda projekteringsfel på byggarbetsplatsen. Beställaren menar att projekteringen är viktig för båda bjälklagsalternativen men att massiva bjälklag är mer känsliga för projekteringsfel. Beställaren hävdar att beroende på en organisations storlek kan fördelar kring plattbärlag tillvaratas i olika grad. Ett företag med interna resurser och bred kunskap för att själva montera plattbärlag kan dra nytta av plattbärlagets fördelar. Mindre företag som saknar egna resurser för montage kan dock gå miste om dessa fördelar. Beställaren menar att plattbärlag vid första anblick är en billigare produkt men att slutpriset inte nödvändigtvis behöver vara billigare. Då plattbärlag innebär fler moment på arbetsplats finns en större risk för förseningar.

4.2.3.4 Valet av mellanbjälklag

Beställaren påpekar att beroende på hur en organisation är uppbyggd kan olika stomkonstruktioner vara olika lämpade. Valet av bjälklag beror även på ett projekts tidsplan och den uppskattade tiden på byggarbetsplatsen. Vidare menar beställaren att även finansieringsperspektivet är en viktig aspekt som kan bli kostsamt om projektet tar lång tid. Detta beror dels på att det dröjer innan projektet producerar intäkter men även på att ränte- och kreditivkostnader ökar.

Beställaren menar att valet av bjälklag kan vara beroende på vad leverantören kan leverera. För mindre organisationer är det eftertraktat att leverantören kan leverera och montera hela stomkonstruktionen. Valet beror även på vad ett företag har för verksamhetsambitioner, vissa företag väljer färre projekt där de ansvarar för fler delar i processen, medan andra företag väljer fler projekt och lägger över större ansvar på underentreprenörer.

Valet av mellanbjälklag bör enligt beställaren göras så tidigt i processen som möjligt. Beställaren menar att valet oftast görs redan vid upprättande av programhandlingar och då utgår valet från byggrättens utformning. Det kan dock även bestämmas senare i processen och ibland inte vara fastställt förrän efter beviljat bygglov. Ett tidigt val möjliggör att leverantörens kan samråda med arkitekt för att gemensamt fastställa vad som är genomförbart på byggrätten.

4.2.3.5 Framtid

Beställaren anser att framtiden i hela branschen är i en övergångsperiod där fokus riktas mot hållbara lösningar. Detta gäller även stomkonstruktioner. Beställaren tillägger att när det gäller marknadsfördelningen av massiva bjälklag och plattbärlag så kommer förhållandet antagligen vara ungefär detsamma. Aktörerna kommer antagligen fortsätta välja de stomkonstruktioner som de har erfarenhet av. Dock tror beställaren att det bjälklagsalternativ som i störst utsträckning kan göra hållbarhetsförbättringar kommer kunna utöka sina marknadsandelar.

4.3 Dokumentstudie och sammanställning av kostnadsberäkning

En sammanställning av insamlad data för mellanbjälklag har tagits fram utifrån en fallprojektskalkyl och en skuggkalkyl. Kalkylerna är upprättade av fallföretaget och datainsamlingen har skett i nära samarbete med kalkylingenjör. Insamlad data har kompletterats med resultat från såväl observationsstudien (gulmarkerat) som intervjustudien (blåmarkerat). Kostnadsberäkningen jämför och redovisar den totala kostnaden för plattbärlag och massivbjälklag i det specifika fallprojektet, se [Tabell 3](#) nedan.

Tabell 3: Kostnadssammanställning

Kostnadsberäkning Plattbärlag				Kostnadsberäkning Massivbjälklag			
Materialkostnader - fritt levererat			kr totalt	Materialkostnader - fritt levererat			kr totalt
Plattbärlag			6,277,882	Massivbjälklag			9,939,310
Lönekostnader	kr/h	h	kr totalt	Lönekostnader	kr/h	h	kr totalt
Montage	450	3,946	1,775,849	Montage	450	1,074	483,300
El-installationer	450	3,100	1,394,811	El-installationer	450	2,365	1,064,259
VVS-installationer	450	2,051	922,779	VVS-installationer	450	491	220,858
Flytspackel			0	Flytspackel			681,390
Kranförare	450	960	432,000	Kranförare	450	872	392,400
Totala lönekostnad			4,525,439	Totala lönekostnader			2,842,208
Tidsberoende kostnader	kr/veckor	veckor	kr totalt	Tidsberoende kostnader	kr/veckor	veckor	kr totalt
Etableringskostnad	100,000	24	2,400,000	Etableringskostnad	100,000	22	2,180,000
Stämp och bockryggar	13,805	24	331,320	Stämp och bockryggar			0
Kranhyra	58,800	24	1,411,200	Kranhyra	58,800	22	1,281,840

Maskinkostnad			275,160	Maskinkostnad			252,480
Finansieringskostnad	185,897	24	4,461,538	Finansieringskostnad	185,897	22	4,052,564
Totala tidsberoende kostnader			8,879,218	Totala tidsberoende kostnader			7,766,884
Totalt			19,682,538	Totalt			20,548,402

Materialkostnader - fritt levererat

Materialkostnaderna innefattar den totala kostnaden för en underleverantör att leverera bjälklagen. I materialkostnader inkluderas kostnader för produktion, material, konstruktion och frakt. Det innefattar alltså alla de materialkostnader som krävs för att kunna producera ett färdigt bjälklag. *Materialkostnader* för installationer inkluderas inte då denna kostnad antas vara samma oberoende av bjälklaget.

Lönekostnader

Lönekostnader innefattar den totala lönen för de hantverkare som arbetar med arbetsmomenten som berör bjälklag. Hantverkarna antas ha samma timlön oberoende yrkeskategori. *Montage* inkluderar alla arbetsmoment som berör bjälklaget och redovisas i [Tabell 2](#) avsnitt 4.2, el-installation och VVS-installation inkluderas inte i montage. Tiden för de gulmarkerade *lönekostnaderna* hämtas från observationsstudien, se [Tabell 2](#) avsnitt 4.2. Tiden för de blåmarkerade *lönekostnaderna* kommer från intervju med montageledaren. I *lönekostnader* för plattbärlag har den extra hantverkaren som montageledaren nämner i intervjun ej inkluderats.

Tidsberoende kostnader

De *tidsberoende kostnader* är de kostnader som berör byggarbetsplatsen och som varierar med den totala byggtiden. De redovisade veckorna, 24 respektive 22, är den totala montagetiden för stomkonstruktionen enligt kalkylerna. Den övriga byggtiden antas vara samma oberoende valet av mellanbjälklag och redovisas därför inte i sammanställningen. *Etableringskostnad* är kostnader som inkluderar arbetsledning, bodar, byggel, uppvärmning etc. *Finansieringskostnad* är en generaliserad byggkreditivkostnad för ett flerbostadshusprojekt om 104 lägenheter som enbart inkluderar räntekostnaden. Kostnaderna för de blåmarkerade *tidsberoende kostnaderna* kommer från intervju med konstruktören.

5 Analys och diskussion

I detta kapitel analyseras och diskuteras resultatet från dokument-, intervju- och observationsstudien. Valet mellan massivbjälklag och plattbärlag är inte självklart utan beror på flera faktorer. Nedan analyseras och diskuteras de avgörande faktorerna samt hur faktorerna påverkar varandra.

5.1 Aspekter vid val mellan massivbjälklag och plattbärlag

Massivbjälklag och plattbärlag har olika grad av prefabricering. Massivbjälklags produktion i fabrik är generellt sett ett mer effektivt produktionsätt där ekonomiska skalfördelar kan nyttjas samtidigt som processen är mer resurseffektiv. För fallprojektet kan det däremot konstateras att plattbärlag, som delvis produceras på byggarbetsplatsen, är ett billigare alternativ sett till kostnadssammanställningens material- och lönekostnader. Anledningen till kostnadsskillnaden beror på flera aspekter.

5.1.1 Utformning

Hur ett projekt ser ut och hur byggnaden är utformad och uppbyggd är en viktig aspekt vid valet mellan massivbjälklag och plattbärlag. Detta förtydligas i Andreassons studie från 2011 där det konstateras att utformning, installationer och spännvidd påverkar valet av mellanbjälklag. Beroende på ett projekts komplexitet kan valet variera. Fernström och Kämpe (1998) redovisar i sin graf, se [Figur 2](#) avsnitt 3.2.2, hur fördelningen av lämplig stommetod varierar med komplexiteten i ett projekt. Grafen illustrerar fördelningen mellan platsgjutna och prefabricerade stomkonstruktioner. En liknande fördelning kan antas gälla mellan halvprefabricerade plattbärlag och helprefabricerade massivbjälklag, där plattbärlag representerar det platsgjutna alternativet i grafen. I intervju med konstruktören förtydligas detta resonemang.

“Massivbjälklag är bättre lämpade för punkthus som har utformningsupprepningar och där det finns tydliga bärningar genom hela byggnaden, uppifrån och ner.” - Konstruktören

Vidare beskriver konstruktören att byggnader som har komplex utformning är bättre anpassade för halvprefabricerade eller platsbyggda stomkonstruktioner.

“Stora projekt kopplade till byggnader med en utformning som har mycket utsprång, vinklar och vrår är mer lämpade för plattbärlag. Stora projekt möjliggör att hantverkarna kan cirkulera på byggarbetsplatsen utan att begränsa varandras arbete.” - Konstruktören

Detta blir även tydligt i fallprojektet som anses vara ett mer komplext projekt. De olika hantverkarna på projektet kan cirkulera på huskroppen veckovis, vilket redovisas i [Figur 12](#) avsnitt 4.2. Om byggnaden istället varit utformad som ett punkthus hade cirkulationen inte varit möjligt i samma utsträckning vilket riskerar etappvis stillestånd för de olika hantverkarna. Utformningen av ett byggprojekt påverkar således tidseffektiviteten på byggarbetsplatsen.

5.1.2 Tid

Valet mellan plattbärlag och massivbjälklag kan påverka ett projekts tidsfördelning mellan projekteringsprocessen och produktionsprocessen. En prefabricerad stomkonstruktion kräver noggrann projektering då elementen levereras som en färdig produkt. Beslut om installationsdragningar och konstruktionslösningar måste fattas tidigt i projekteringsprocessen. Eftersom halvprefabricerade element är mer flexibla kan fler förändringar göras på byggarbetsplatsen och projekteringen behöver således inte vara lika omfattande i ett tidigt skede. Det finns en tydlig skillnad i genomförandeskedet i produktionsprocessen mellan de två bjälklagalternativen. Det helprefabricerade mellanbjälklaget är mer tidseffektivt på byggarbetsplatsen vilket påpekas i intervju med montageledaren.

“Jag skulle säga att montagetiden går snabbare vid montage med massivbjälklag. Man är mer flexibel och inte beroende av andra hantverkare på byggarbetsplatsen. När vi monterar med massiva plattor har vi enbart oss själva att förhålla oss till, blir vi klara tidigare än förväntat kan vi nyttja den tiden och påbörja nästa arbetsmoment. Vid montage av plattbärlag är vi ofta beroende av att andra hantverkare ska färdigställa sina arbetsmoment innan vi kan påbörja nästa moment i processen.” - Montageledare

Skillnader i byggtid blir även tydlig i det observerade projektet. Montagetiden på projektet beräknas vara två veckor kortare vid montage av massivbjälklag, se

kostnadssammanställning [Tabell 3](#) i avsnitt 4.3. Detta trots att projektet beskrivs som ett komplext projekt som är bättre lämpat för plattbärlag.

Konstruktören och beställaren poängterar i intervjuerna att byggtiden är en viktig aspekt. Detta beror främst på att tiden på byggarbetsplatsen är kostsam.

“Det är framförallt tiden på arbetsplats som är viktig. På byggarbetsplatsen finns det kostnader som egentligen inte är värdeskapande för slutprodukten men som är nödvändiga för att arbetsplatsen ska fungera. Exempel på detta är etablering och arbetsledning. Genom att minimera tiden på byggarbetsplatsen minskas utgifterna för dessa typer av kostnader. Detta gäller även för finansieringskostnader där en kortare byggtid medför färre utgifter för ränta och andra byggkreditiv.” - Konstruktör

Detta redovisas även i kostnadssammanställningen för fallprojektet. Trots att det enbart skiljer ca två veckor på arbetsplatsen mellan de två bjälklagen så blir utgifterna för etableringskostnaderna ca 200 000 kr dyrare för plattbärlagsalternativet. Som konstruktören nämner är även finansiella kostnader beroende av tidsåtgången på byggarbetsplats. I kostnadssammanställningen skiljer sig de finansiella utgifterna drygt 400 000 kr för de två bjälklagsalternativen.

5.1.3 Kostnader

En av de viktigaste faktorerna i valet mellan massivbjälklag och plattbärlag är bjälklagets kostnad. Kostnaderna för stomkonstruktionen är betydande i ett byggprojekt och mellanbjälklaget är en väsentlig del av den kostnaden. I kostnadssammanställningen, se [Tabell 3](#) i avsnitt 4.3, har kostnaderna delats upp i materialkostnader, lönekostnader och tidsberoende kostnader. Det halvprefabricerade mellanbjälklaget är i det studerade projektet en billigare produkt totalt sett. Framförallt är ett fritt levererat plattbärlag billigare än ett fritt levererat massivbjälklag, det finns dock många moment och reglerbara arbeten som gör att plattbärlag är svårt att prissätta.

“En nackdel med plattbärlag är att det är en väldigt svår produkt att prissätta eftersom det är en så stor reglerbar del.” - Konstruktör

Till skillnad från massivbjälklag levereras inte plattbärlag som en färdig produkt utan plattbärlag färdigställs på byggarbetsplatsen. Färdigställandet av plattbärlag kräver många arbetsmoment, se [Tabell 2](#) i avsnitt 4.2, vilket även ökar riskerna för försening. Jämfört med massivbjälklag är plattbärlag även mindre

personaleffektivt och kräver fler hantverkare på byggarbetsplatsen. I kostnadssammanställningen redovisas de totala lönekostnaderna för vardera mellanbjälklag. Då plattbjälklag är mer tids- och personalkrävande är lönekostnaderna ca en tredjedel dyrare jämfört med massivbjälklag.

På en byggarbetsplats är det många faktorer och moment som kan påverka den totala tidsåtgången för projektet. Till skillnad från i en fabrik är en byggarbetsplats en mindre skyddad arbetsmiljö där faktorer som väder och vind kan påverka arbetsgången. I och med att det massiva bjälklag levereras som en näst intill färdig produkt behöver färre arbetsmoment utföras på byggarbetsplatsen vilket gör det mindre känsligt för extern påverkan.

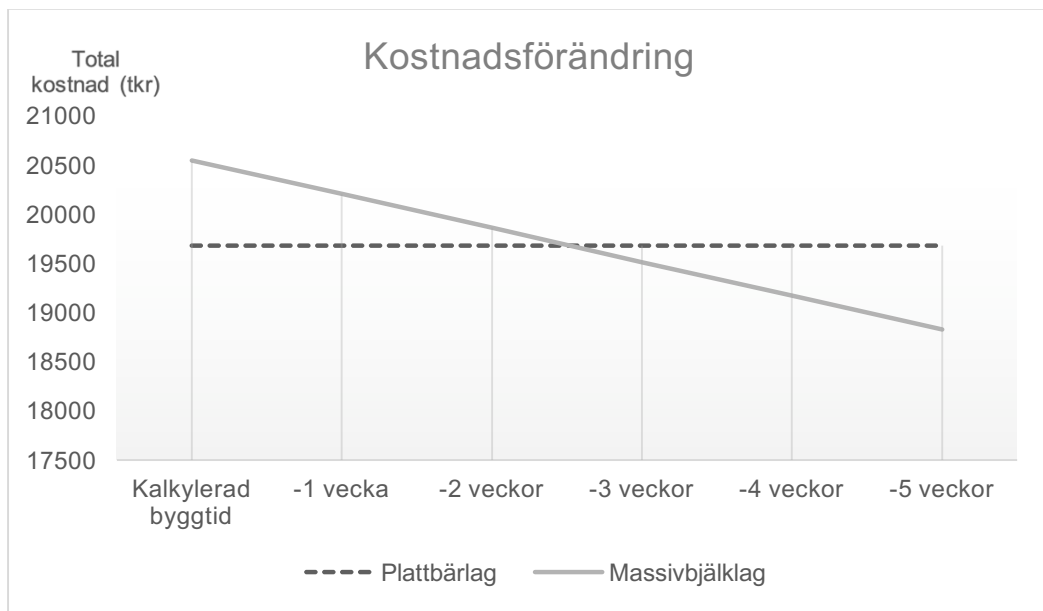
I fallprojektet skiljer sig montagetiden mellan de två bjälklagsalternativen ca två veckor. Från intervjuer framgår det att fallprojektet är lämpat för montage med plattbjälklag på grund av byggnadens komplexitet och storlek. För projekt som är bättre lämpade för massivbjälklag kan skillnaderna i montagetid bli större.

“Till viss del skulle jag säga att det massiva bjälklaget går mycket snabbare framförallt om man tänker på persontimmarna på byggarbetsplatsen. Men byggtiden är även beroende av projektets utformning, det kan finnas projekt där plattbjälklag går ungefär lika snabbt att montera som det massiva bjälklaget, exempelvis fallprojektet. Men du tjänar in mycket tid på andra delar än bara själva montaget i form av exempelvis uttorkningstid.” - Konstruktör

Från kostnadssammanställningen framgår det att fritt levererat plattbjälklag är billigare än fritt levererat massivbjälklag. Det framgår även att lönekostnaderna och tidsberoende kostnader är mer kostsamma för plattbjälklag. I fallprojektet skiljer den totala tidsåtgången för stomkonstruktionen ca två veckor vilket resulterar i att de tidsberoende kostnader blir drygt 1 000 000 kr dyrare för plattbjälklag.

Från intervjustudien konstateras det att under rätt förhållande är massivbjälklag ett byggtidseffektivare alternativ. De tre respondenterna påpekar att de massiva bjälklagen går snabbare att montera och att tidsskillnaden kan resultera i att det bjälklagsalternativet i slutändan är kostnadseffektivare. I det studerade fallprojektet skiljer montagetiden mellan mellanbjälklagen endast ca två veckor. Nedan redovisas hur skillnader i montagetid kan påverka den totala kostnaden för massivbjälklag i förhållande till plattbjälklag. Grafen utgår från kostnadssammanställningen, [Tabell 3](#) i avsnitt 4.3, och y-axeln redovisar den totala kostnaden (tkr) och x-axeln redovisar förändring i veckor. Kalkylerad byggtid motsvarar montagetiden för fallprojektet som beräknats vara ca 22 veckor för massivbjälklag och ca 24 veckor för plattbjälklag. Vid denna tidsskillnad är den

totala kostnaden för massivbjälklag ca 20,5 miljoner och ca 19,7 miljoner för plattbärlag. För att redovisa kostnadspåverkan av förändring i montagetid justeras de tidsberoende kostnaderna medan material- och lönekostnaderna är desamma. Här görs alltså ett antagande om att projektet har samma omfattning men annan utformning, vilket resulterar i kortare montagetider för massivbjälklag. I grafen nedan redovisas resonemanget där plattbärlag antas ha konstant montagetid på 24 veckor medan massivbjälklags montagetid är föränderlig. Massivbjälklaget utgår från kalkylerad montagetid på 22 veckor och reduceras i grafen med 5 veckor.



Figur 14: Kostnadsförändring

En tidseffektivisering på ca två och en halv veckor för massivbjälklag kommer resultera i att bjälklagsalternativen får samma totalkostnad. En tidseffektivisering på mer än två och en halv veckor är alltså tillräcklig för att massivbjälklag ska bli det mer kostnadseffektiva alternativet. Från intervju med montageledare och konstruktör framgår det att projekt med massivbjälklag har effektivare montagetider än plattbärlag. Vid ett bättre lämpat projekt för massivbjälklag kan det därmed antas rimligt att projekttiden kan bli ytterligare minst två och en halv veckor kortare.

Montageveckorna är kalkylerad tid och kan således förändras negativt på grund av förseningar eller positivt genom effektivare montage. Som tidigare nämnts är plattbärlag känsligare för yttre omständigheter, då elementet delvis färdigställs på byggarbetsplatsen, vilket gör plattbärlag till en känsligare produkt med större risk för förseningar och högre kostnader. Från intervju med montageledare kan det

även konstateras att ytterligare en hantverkare krävs på arbetsplatsen för att demontera och montera stämp och bockryggar, detta blir ytterligare en kostnad som inte är inkluderad i kostnadssammanställningen, se [Tabell 3](#) i avsnitt 4.3.

En annan aspekt som inte inkluderats i kostnadssammanställningen men som nämns i intervjustudien är att kortare byggtider leder till tidigare intäkter. Kortare projekttid möjliggör dels att beställare kan få intäkter för projektet tidigare men även att beställare snabbare kan täcka sina utgifter och därmed tidigare kunna inleda nya projekt. På så sätt kan beställaren genomföra fler projekt och få en större omsättning. Beroende på organisation kan tillvägagångssättet skiljas åt, detta diskuteras vidare i avsnitt 5.1.5.

5.1.4 Tidiga skeden

Utifrån intervju med beställaren kan det konstateras att valet av stomkonstruktion med fördel kan göras redan i starten av projekteringskedet, när beslut kring huskroppar och volymer fastslås.

“Redan i starten av projekteringsprocessen framgår det vilka spännvidder som kan bli aktuella och då kan slutsatser dras kring vilket stomsystem som är bäst lämpat.” - Beställare

Bestäms stomsystem i ett tidigt skede finns dessutom besparingsmöjligheter. Detta framhålls av konstruktören som anser att beslut gällande stommodell bör göras tidigt då det kan möjliggöra ett kostnadseffektivare och mer attraktivt slutresultat.

“En av de viktigaste faktorerna vid valet av stomsystem är att göra det i ett tidigt skede. Om valet av stomsystem görs tidigt i processen är det lättare att bygga en attraktiv och kostnadseffektiv byggnad. Det ger även ett ramverk till arkitekten så att byggnaden ej behöver vara anpassningsbar till alla stomsystem. Med hjälp av ramverket kan man undvika att arkitekten kompromissar med mått och bredder. Istället kan byggrätten optimeras utifrån det valda stomsystemet. Genom tydliga förutsättningar kan arkitekten skapa en kostnadseffektiv och attraktiv byggnad” - Konstruktören

Enligt Benjaoran & Dawood (2006) krävs det en omfördelning av projekterings- och produktionstiden vid projekt med helprefabricerade stomsystem. De hävdar att mer tid bör läggas i projekteringsfasen för att möjliggöra en effektiv byggtid. För ett lyckat projekt med prefabricerade stommar bör delaktiga aktörer involveras i ett tidigt skede av projektplaneringen. Att valet av stomsystem initieras tidigt i

projekteringsprocessen är viktigt oavsett bjälklag men det är i synnerhet viktigt för projekt med helprefabricerad stomme. Trots de konstaterade fördelarna med tidigt beslutsfattande i valet av stomsystem efterföljs det inte alltid av branschens aktörer. Från intervjustudien framhävs det att tidpunkten för valet av stomsystem skiljer sig mellan olika projekt och organisationer.

5.1.5 Organisation

En aspekt vid valet mellan plattbärlag och massivbjälklag är att det inte nödvändigtvis grundar sig i bjälklagens för- och nackdelar. Vissa organisationer väljer bjälklag utefter erfarenhet, vana och trygghet. Beroende på hur ett företags organisation ser ut kan valet mellan massivbjälklag och plattbärlag skilja sig åt. Detta förtydligades i intervjun med beställaren som poängterar att en organisations storlek, interna kunskaper och målsättningar är avgörande för valet.

“Hur man vill tjäna pengar i byggbranschen skiljer sig mycket åt mellan företag, vissa organisationer vill göra allt på ett byggprojekt själva medan andra enbart leder och samordnar projekt. Beroende på vad man har för intern kunskap, kompetens och erfarenhet finns olika intressen av att ansvara för de olika delarna av byggprocessen. Organisationens uppbyggnad är alltså avgörande för hur man väljer att tjäna pengar och ta sig an projekt.” - Beställaren

Vissa företag använder interna resurser och genomför projekt självständigt. Genom att hushålla med kunskap och hantverkare internt erhålls vissa ekonomiska fördelar men det kan begränsa totala antalet projekt ett företag genomför. Andra företag som exempelvis saknar intern kunskap och resurser inom vissa områden kan istället driva projekt genom att samordna underentreprenörer och underleverantörer. Dessa företag får nödvändigtvis inte samma ekonomiska ersättning från varje projekt men kan å andra sidan ha fler projekt pågående samtidigt. I valet mellan massivbjälklag och plattbärlag kan alltså organisationen vara en bidragande faktor. Betalar ett företag för en färdig produkt som är tidseffektiv möjliggör det för fler projekt under kortare tid. Om ett företag däremot har interna resurser kan det finnas fördelar med att välja en halvfärdig produkt för att utnyttja organisationens kompetens.

5.1.6 Arbetsmiljö

En byggarbetsplats är en tillfällig och ständigt föränderlig arbetsplats där det finns stora utmaningar att upprätthålla en god arbetsmiljö. Beroende på valet av produktionsmetod kan arbetsmiljön på ett byggprojekt påverkas olika.

Massivbjälklag och plattbärlag har olika prefabriceringsgrad vilket medför olika arbetsmiljöförhållanden. Respondenterna i intervjustudien hävdar att massivbjälklag medför bättre arbetsmiljöförhållanden. Detta beror främst på att bjälklaget levereras som en färdig produkt med slät och jämn yta men även då montage av ett massivt bjälklag kräver färre hantverkare samt färre arbetsmoment med tunga lyft.

“Jämför man det massiva plattorna med plattbärlag är det som natt och dag. På massivbjälklag finns lite uppstickande dubb och enstaka hål som behöver täckas men annars är det rena dansbanan jämfört med plattbärlag. På plattbärlag behöver hantverkarna klättra över stegar, armering, stämp och installationer samtidigt som det kräver tunga lyft.” - Konstruktören

Även montageledaren bekräftar detta.

“Det massiva bjälklaget är mycket bättre att gå på. Det är en liten skarv mellan plattorna men annars är det en jämn och enkel yta att röra sig på. Jag tror att skaderisken är större vid montage med plattbärlag för att det finns en större risk att man snubblar på armeringsjärn eller installationer som sticker upp. Plattbärlag är även mer slitsamma att montera. Detta beror på att montage kräver tunga lyft av exempelvis stämp och bockryggar” - Montageledaren

En byggarbetsplats är en riskfylld arbetsplats och ju fler hantverkare som vistas på arbetsplatsen desto större är riskerna. Vid montage av massivbjälklag krävs färre arbetsmoment och därmed även färre hantverkare, detta leder således till minskade risker på arbetsplatsen.

Arbetsmiljöförhållanden vid montage av mellanbjälklag påverkar inte valet mellan massivbjälklag och plattbärlag i hög utsträckning, trots att skillnaden är påtaglig. I Andreassons studie från 2011 redovisas de avgörande faktorerna vid valet av mellanbjälklag och i sammanställningen inkluderas inte arbetsmiljö. Vi anser dock att detta är en aspekt som borde tas i beaktning vid val av mellanbjälklag i framtiden.

5.1.7 Framtid

Halv- och helprefabricerade stomkonstruktioner har under de senaste decennierna ökat vid nyproduktion av flerbostadshus. Detta kan tydligt avläsas från den svenska prefabriceringsmarknaden. Företag som producerar helprefabricerade element har ökat under de senaste åren.

“För 10 år sedan fanns det en svensk aktör som producerade och levererade massiva bjälklag med betydande kapacitet. Idag har det tillkommit ytterligare ca fyra-fem aktörer med liknande kapacitet på marknaden.” - Konstruktören

Det har alltså skett en ökning av såväl hel- som halvprefabricerade stomkonstruktioner. Från intervju med konstruktören och beställaren konstateras det att de industriella processerna antagligen kommer att fortsätta öka i byggbranschen, liksom andra branscher.

“Resten av världen har blivit mer industrialiserad och det kommer även byggbranschen att bli. Det innebär att man kommer försöka börja bygga med löpandebandprincipen även på höjden.” - Konstruktören

I dagsläget är halvprefabricerade plattbärlag överlägsna på marknaden. Respondenterna menar att det framförallt finns två anledningar till att plattbärlag fortfarande har klart störst marknadsandel. Dels att branschen redan besitter stor kunskap och erfarenhet kring plattbärlag och därför har säkra kalkyler på det men även eftersom det finns en utbredd produktionskapacitet av bjälklaget. Respondenterna hävdar dock att de massiva helprefabricerade bjälklagen kommer ta marknadsandelar framöver. I och med att helprefabricerade element under det senaste decenniet tagit större marknadsandelar så har branschens aktörer fått större erfarenhet och kunskap kring dessa bjälklag. Som tidigare nämnts väljer ofta organisationer bjälklagsalternativ utifrån intern kunskap och tidigare erfarenhet.

Vidare framgår det i intervjuerna att även andra aspekter kan bli avgörande för valet av mellanbjälklag i framtiden. En aspekt som respondenterna betonar kan bli avgörande för hur valet kommer se ut i framtiden är respektive bjälklagselements miljöpåverkan.

“Det är troligt att förbättrade miljöaspekterna för något av bjälklagsalternativen kan avgöra hur framtiden ser ut för stomsystem. Marknaden kommer antagligen skifta åt det håll som är mest hållbart” - Beställare

Om ena bjälklagsalternativet utvecklas till att vara mer hållbart menar respondenterna att det skulle kunna bli avgörande för vilket alternativ marknaden kommer välja framöver. Även Andreassons studie från 2011 bekräftar att bjälklagens miljöpåverkan är en avgörande faktor vid valet av mellanbjälklag.

6 Slutsats

I detta kapitel presenteras studiens slutsatser. Vidare redogörs förslag på framtida forskning.

6.1 Studiens slutsats

Studien har ämnat utreda och besvara följande frågeställningar:

- Vilket mellanbjälklag, massivbjälklag eller plattbärlag, medför flest för- och nackdelar vid ett flerbostadshusprojekt?
 - Vilket bjälklagsalternativ är mest tids- och kostnadseffektivt?
 - Vilket bjälklagsalternativ medför bäst arbetsmiljö?

Syftet med studien har varit att identifiera skillnader och kvaliteter för de två mellanbjälklagen. Vidare är det övergripande målet att skapa ett kunskapsunderlag för val av mellanbjälklag under bostadsprojektering.

Det framgår tydligt i studien att de studerade bjälklagen har olika för- och nackdelar beroende på förutsättningar. Förutsättningarna är främst ett projekts tids- och kostnadsåtgång, dess utformning samt ett företags organisation.

Plattbärlags fördelar är dess flexibilitet och branschens utbredda kunskap och erfarenhet av det. Flexibiliteten i plattbärlag gör dem till lämpliga element vid projekt med komplex utformning. Det studerade projektet är ett bra exempel, där plattbärlags flexibilitet i kombination med projektets geometri och komplexitet gör det till det kostnadseffektivaste alternativet. Plattbärlag har använts under lång tid och företag har utvecklat säkra kalkyler med det, dessutom har detta lett till att det finns en hög produktionskapacitet. Som ett fritt levererat bjälklag är plattbärlag det billigaste alternativet.

Massivbjälklags fördelar är dess tidseffektivitet på byggarbetsplatsen samt att det levereras som en näst intill färdig produkt. Även då fallprojektet är bäst anpassat för plattbärlag är den kalkylerade montagetiden för massivbjälklag ca två veckor kortare. Projekt med massivbjälklag har i jämförelse med plattbärlagsprojekt kortare tid på byggarbetsplatsen. Denna tidseffektivitet gör att massivbjälklag

under rätt förutsättningar är en billigare produkt totalt sett. Massivbjälklaget är dessutom mindre känsligt för yttre omständigheter och förseningar.

Arbetsmiljön på byggarbetsplatsen skiljer sig åt mellan bjälklagsalternativen. Då massivbjälklag levereras som en färdig produkt har det en slät yta som är bättre att arbeta på och med. Dessutom inkluderar montage av massivbjälklag färre tunga lyft och arbetsmoment för hantverkarna i jämförelse med montage av plattbärlag. Genom studien kan det konstateras att massiva bjälklag har bättre arbetsmiljö.

I studien framgår det att valet mellan massivbjälklag och plattbärlag beror på flera aspekter. Det kan dock konstateras att byggtiden för respektive bjälklagsalternativ på ett projekt i hög utsträckning kan avgöra vilket som i slutändan blir mest kostnadseffektivt. Byggtiden kommer inte skilja mycket mellan alternativen vid projekt med komplex utformning, i de fall kommer plattbärlag vara kostnadseffektivast. I projekt där skillnaden i byggtid är större kommer istället massivbjälklag vara kostnadseffektivast. Ett bjälklags kostnadseffektivitet beror även på ett företags organisation och interna resurser.

6.2 Framtida forskning

Ett förslag till vidare forskning är att studera bjälklagsalternativen utifrån flera projekt. Genom att studera flera projekt ges en mer detaljerad bild av hur olika faktorer påverkar tids- och kostnadseffektiviteten hos bjälklagsalternativen samt hur åsikter mellan branschens aktörer skiljer sig åt. En annan intressant infallsvinkel på vidare forskning är att studera bjälklagens miljöpåverkan. Miljöpåverkan från de två bjälklagsalternativen är enligt intervjustudien en faktor som i framtiden kan bli avgörande vid valet av mellanbjälklag.

Referenser

Abelson, C.-O. & Avén, S., 1982. *Handboken bygg, Husbyggnader och installationer*. Stockholm: Liber.

Abetong, 2018. *Homogena bjälklagselement*. [Online] Available at: [Homogena bjälklagselement](#) [Använd 2021-01-21].

Afshar, S. & Alaoui, A., 2016. *Jämförelser mellan massivträ- och betongstommar i flerbostadshus*, Stockholm: KTH.

Akademiska hus, 2015. *Riktlinjer för projektering*. [Online] Available at: https://www.akademiskahus.se/globalassets/dokument/tekniska-publikationer--bilder/ah_riktlinje_projektering_ver150101.pdf [Använd 2021-01-21].

Andreasson, C., 2011. *Valet av mellanbjälklag - En jämförelse av prefabricerade betongbjälklag till flerbostadshus*, Helsingborg: Byggvetenskaper/Avd för Byggproduktion.

Arbetsgivarverket, 2021. *Arbetsmiljö*. [Online] Available at: <https://www.arbetsgivarverket.se/ledare-i-staten/arbetsgivarguiden/arbetsmiljo/> [Använd 2021-03-03].

Asplunf, E. & Moström, L., 1994. *Byggandet i kretsloppet*. Stockholm: Byggförlaget.

Atlas Copco, 2016. *UTRUSTNING FÖR BETONGGVBRENING*. [Online] Available at: <https://teamavanti.se/onewebmedia/vibrostavvar.pdf> [Använd 2021-04-02].

Aveyard, H., 2010. *Doing a Literature Review in Health and Social Care: A Practical Guide*. Maidenhead: Open University Press.

Bell, J. & Waters, S., 2017. *Introduktion till forskningsmetodik*. 5 red. Lund: Studentlitteratur AB.

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

Boupplysningen, 2020. *Hushåll lägger 25 procent av inkomsten på bostaden*. [Online] Available at: <https://www.boupplysningen.se/nyheter/25-procent-inkomsten-bostad> [Använd 2020-04-28].

Boverket, 2008. *Industriellt bostadsbyggande - koncept och process*. [Online] Available at: https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2008/industriellt_bostadsbyggande_koncept_och_processer.pdf [Använd 2021-03-12].

Boverket, 2012. *Bostadsbristen ur ett marknadsperspektiv*. [Online] Available at: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2012/bostadsbristen-ur-ett-marknadsperspektiv.pdf> [Använd 2021-06-07].

Boverket, 2020. *Boverkets byggregler - föreskrifter och allmänna råd*. [Online] Available at: https://www.boverket.se/contentassets/a9a584aa0e564c8998d079d752f6b76d/konsoliderad_bbr_2011-6.pdf [Använd 2021-01-22].

Byggföretagen, 2021. *Arbetsolyckor i byggverksamhet*. [Online] Available at: <https://byggforetagen.se/statistik/arbetsmiljo/> [Använd 2021-05-10].

Byggföretagen, 2021. *Byggkostnader*. [Online] Available at: <https://byggforetagen.se/statistik/byggkostnader/> [Använd 2021-05-10].

Davidsson, B. & Patel, R., 2019. *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur.

Dyvik, K. J., 2019. *Jämförelse av trä-, betong- och stålsystem för flerbostadshus i Leksand*, Umeå: Umeå Universitet.

Fernström, G. & Kämpe, P., 1998. *Industriellt byggande växer och tar marknad*. Stockholm: Byggförlaget.

Finja Prefab AB, 2012. *FÖRSPÄNDA MASSIVBJÄLKLAG*. [Online] Available at: <http://wpp.cobuilder.com/DocumentHandler?suppliername=finja-bemix-aktiebolag&name=forspanda-massivbjalklag¶ms=2DF0DA4207D76B6DA3FA521B74943B3FA35E0D6397CD C7ABF9B23F30FC86EAD7> [Använd 2021-03-02].

Finja Prefab, 2020. *Environmental Product Declaration..* [Online] Available at: <https://www.finjaprefab.se/wp-content/uploads/2020/05/Finja-Prefab-EPD-Forspand-bjalklagsplatta-2020-05.pdf> [Använd 2021-03-02].

Finja Prefab, 2021. *FÖRSPÄNDA MASSIVBJÄLKLAG*. [Online] Available at: <https://www.finjaprefab.se/produkt/forspanda-massivbjalklag/> [Använd 2021-03-02].

- Hallvorsen, K., 1989. *Samhällsvetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Hammadi, G., 2013. *Val av stomsystem – vilka faktorer styr valet av system*, Lund: Avdelningen för Konstruktionsteknik.
- Hansson, B. o.a., 2015. *Byggledning - Projektering*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Hansson, B. o.a., 2017. *Byggledning - Produktion*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Isaksson, T., Mårtensson, A. & Thelandersson, S., 2010. *Byggkonstruktion*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Lantz, A., 2013. *Intervjumethodik*. LUND: Studentlitteratur AB.
- Larsson, R., 2008. *Platsgjutna stommar för flerbostadshus*, Lund: Avdelningen för Konstruktionsteknik.
- Lundström, M. & Runqvist, L., 2008. *Utvärdering av produktionsmetod platsgjutet stombyggnade - Tillämpning av värdeflödesanalys och activity sampling*, Lund: Lunds Universitet.
- McConnell, . S. W., 2008. *Structural Concrete Systems*. Nawy, Edward G. *Concrete Construction Engineering Handbook*. 2:a upplagan red. New York: CRC Press.
- Merriam, S. B., 1999. *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Moser, C., 1971. *Survey Methods in Social Investigation*. London: Heinemann.
- Naturvårdsverket, 2020. *Miljöeffekter*. [Online] Available at: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljobedomningar/Specifik-miljobedomning/Miljoaspekter-i-miljobedomning/> [Använd 2021-03-05].
- Olander, S., 2000. *Lägre kostnader med volymelement - en fallstudie*. Lund: KFS AB.
- Olander, S., 2000. *Lägre kostnader med volymelement - en fallstudie*, Lund: Studentlitteratur AB.
- Olsson, H. & Sörensen, S., 2011. *Forskningsprocessen*. Stockholm : Liber.
- Richardson, J., 2003. Precast concrete structural elements. i: *Advanced Concrete Technology*. Oxford: Elsevier, pp. 21/3 - 21/46.
- SCB, 2004. *Nybyggnadskostnader för flerbostadshus*. [Online] Available at: https://www.scb.se/contentassets/7a3774522128424eb8e303a548ee3abb/bo0201_do_2004_bn_190617.pdf [Använd 2021-04-03].
- SCB, 2019. *Lägenheter i nybyggda ordinära flerbostadshus efter tillverkningsgrad. År 1995-2019*. [Online] Available at:

https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BO_BO0201_BO0201_M/FortillverkningsgrFN/#

[Använd 2021-02-03].

SCB, 2020. *Byggnadsprisindex med avdrag för bidrag* samt KPI*. [Online] Available at: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/byggnadsprisindex-samt-faktorprisindex-for-byggnader/byggnadsprisindex-bpi/pong/tabell-och-diagram/byggnadsprisindex-med-avdrag-for-bidrag-samt-kpi/>

[Använd 2021-04-28].

Svensk Betong, 2021g. *Bygga med platsgjutet*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet>

[Använd 2021-03-18].

Svensk Betong, 2021a. *Plattbärlag*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/produktion/flerbostadshus/bjalklag/plattbarlag>

[Använd 2021-01-21].

Svensk Betong, 2021b. *Säkerhetsstämning*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/images/bygga-med-platsgjutet/skerhetsstmpning.pdf>

[Använd 2021-02-21].

Svensk Betong, 2021c. *Industrialisering och kvalitet*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/industrialisering-och-kvalitet>

[Använd 2021-01-22].

Svensk Betong, 2021d. *Plattbärlag*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/statik/plattbarlag-pl>

[Använd 2021-01-22].

Svensk Betong, 2021e. *Plattbärlag (PL) - Dimensioner*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/statik/plattbarlag-pl/dimensionering>

[Använd 2021-01-22].

Svensk Betong, 2021f. *Håldäck (HD/F)*. [Online]

Available at: <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/statik/haldack>

[Använd 2021-03-18].

Svensk byggtjänst, 2015. *Byggekatalogen 2015 Byggelement, Byggmaterial*. Stockholm AB: Svensk Byggtjänst.

Svensk Byggtjänst, 2021. *Byggekatalogen*. [Online]

Available at: <https://byggekatalogen.byggtjanst.se/byggfakta/bjalklag/98>

[Använd 2021-03-18].

Bilagor

Bilaga 1

Intervjufrågor – Montageledare

Inledning

Vad har Ni för arbetsområde/ansvarsområde?

Vad gör Ni i den rollen?

Hur länge har Ni haft den rollen?

Har Ni tidigare arbetat inom samma område men haft en annan roll?

Hur mycket erfarenhet har Ni med montage av massivbjälklag och plattbärlag?

Massivbjälklag

Vad anser Ni är fördelar med massivbjälklag?

Vad anser Ni är nackdelar med massivbjälklag?

- Hur ofta blir det fel?

Hur ser arbetsmiljö ut vid montage av massivbjälklag?

- Är det någon av bjälklagen som är mer slitsamt?

Plattbärlag

Vad anser Ni är fördelar med plattbärlag?

Vad anser Ni är nackdelar med plattbärlag?

Hur ser arbetsmiljö ut vid montage av plattbärlag?

Jämförande frågor

Hur ser tidsåtgången ut för de båda mellanbjälklagen?

- Är något av alternativen mer eller mindre effektivt?

Hur kan byggnadens utformning påverka arbetsgången för de olika bjälklagen?

- Om det istället hade varit en mindre byggnad, hade det kunnat bli helt stillestånd då?

Hur påverkas montaget av väder och vind?

- Är det någon skillnad mellan bjälklagsalternativen?

Avslutande

Om Ni fick välja fritt, vilket bjälklag monterar Ni helst? Motivera!

Hur tror Ni att framtiden ser ut för de två bjälklagsalternativen?

Bilaga 2

Intervjufrågor - Konstruktör

Inledning

Vad har Ni för arbetsområde?

Hur mycket erfarenhet har Ni av projekt med massivbjälklag eller plattbärlag?

Massivbjälklag

Vad anser Ni är fördelar med massivbjälklag?

Vad anser Ni är nackdelar med massivbjälklag?

Vad har Ni för uppfattning av arbetsmiljön vid montage av massivbjälklag?

Plattbärlag

Vad anser Ni är fördelar med plattbärlag?

Vad anser Ni är nackdelar med plattbärlag?

Vad har ni för uppfattning av arbetsmiljön vid montage av plattbärlag?

Analysfrågor

Hur ser tidsåtgången ut för de båda mellanbjälklagen? Är något av alternativen mer eller mindre tidseffektivt?

- Varför är tiden viktig?

Hur påverkar tidsplanen valet av mellanbjälklag?

Valet av bjälklag

Finns det projekt som är mer lämpade för det ena eller andra bjälklagsalternativet?

- Vad är det som gör Fallprojektet till ett plattbärlagsprojekt?

Hur är skillnaden i flexibilitet mellan de två bjälklagen?

- Hur påverkar schakt och installationsdragningar valet mellan massivbjälklag och plattbärlag?
- Finns det vissa fall där det massiva bjälklaget inte fungerar?

Vilka faktorer skulle Ni säga är viktigast vid valet av mellanbjälklag?

När i projektet brukar bjälklagsvalet bestämmas?

- Brukar beställaren ha bestämt bjälklagsalternativ innan leverantörer blir involverade?

Avslutande

Om Ni fick välja fritt, vilket bjälklag väljer Ni helst?
Hur tror Ni att framtiden för de två bjälklagen ser ut?

Bilaga 3

Intervjufrågor – Beställare

Inledning

Vad har Ni för arbetsområde?

Hur länge har Ni haft den rollen?

Har Ni tidigare arbetat inom samma område men haft en annan roll och i så fall hur länge?

Hur mycket erfarenhet har Ni av projekt med massivbjälklag och plattbärlag?

Massivbjälklag

Vad anser Ni är fördelar med massivbjälklag?

Vad anser Ni är nackdelar med massivbjälklag?

Vad har Ni för uppfattning av arbetsmiljön vid montage av massivbjälklag?

Plattbärlag

Vad anser Ni är fördelar med plattbärlag?

Vad anser Ni är nackdelar med plattbärlag?

Vad har ni för uppfattning av arbetsmiljön vid montage av plattbärlag?

Valet av bjälklag

Anser ni att det finns vissa projekt som är mer lämpade för det ena eller andra bjälklagsalternativet? Utveckla gärna!

Vilka faktorer anser Ni är viktigast vid valet mellan plattbärlag och massivbjälklag?

När i projekt brukar Ni bestämma bjälklag?

Hur viktig är tiden på byggarbetsplatsen vid valet av bjälklag?

- Varför är tiden viktig?
- Hur ser Ni på byggtiden i förhållande till projekteringstiden?

När i processen tar Ni beslut om mellanbjälklag?

Avslutande

Hur tror Ni att framtiden för de två bjälklagen ser ut?

Bilaga 4

Observationsschema - plattbärlag

Arbetsmoment	Start- och sluttid	Antal personer	Del och plan	Anmärkning
Stämp och bockryggar				
Montage				
Formning				
Tätning				
Armering UK				

VVS-installation				
EI-installation				
Armering ÖK				
Gjutning				
Slipning				
Övrigt				

