JÖNKÖPING UNIVERSITY

School of Engineering

MINSKAT MATERIALSVINN PÅ BYGGARBETSPLATSEN INOM SMÅHUSTILLVERKNING

REDUCED MATERIAL WASTE ON THE BUILDING SITE IN INDUSTRIALIZED SMALL HOUSE CONSTRUCTION

Nellie Andregård

Hanna Johansson

EXAMENSARBETE 2019

Byggnadsteknik

Postadress:
Box 1026
551 11 Jönköping

Besöksadress:
Gjuterigatan 5

Telefon:
036-10 10 00 (vx)

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom Byggnadsteknik. Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Henrik Linderoth

Handledare: Nasik Najar

Omfattning: 15 hp

Datum: 2019-05-28

TACK

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare David Norrman på Eksjöhus för hans engagemang och goda samarbete. Vi vill även tacka de andra på Eksjöhus som ställt upp och svarat på frågor under hela projektet samt de byggnadsentreprenörer som var med som respondenter i vår intervjustudie.

Abstract

Purpose: Material wastage is a widespread problem in the building sector that affects both the economic and environmental aspects negative. Further research within industrial small house manufacturing is required to develop an information system and investigate the amount of discarded material. Several small house companies use external building contractors which makes it difficult to reduce the amount of waste because the contractors are not economically affected by the amount of material left over. In the case studied there are no guidelines on how the amount of material waste should be fed back and how the small house manufacture should use that kind of experience feedback. There has to be an improved communication between the parties in order to systematically document where the material waste occur and what it depends on.

The aim of the essay is to give concrete suggestions on how the experience feedback can be formed between small house companies and building contractors, and how the small house company can adjust their operation method in order to contribute to a reduced amount of material waste.

Method: The paper is a qualitative study with litterateur, observation and interview study as applied examinations methods. The observation investigated the company's working methods. In the literature study, scientific articles within waste, knowledge management and Building Information Modelling (BIM), where studied. These theories where later compared with the interviews, which were designed with a low degree of structuring and higher degree of standardization.

Findings: The study presents that poor quality of the material is the most common experienced sources of material waste. Concrete suggestions on how the experience feedback between small house manufacturer and building contractors can be formed is presented, where photo documentation and weighing of the material are two of the alternatives. That information can in a later stage be used to optimize the company's additional percentage on the material used to prevent the material from running out of the construction site.

Implications: The paper results there is a developed system for how deviations for missing material is managed and that there also is a need to introduce it for residual material. Inadequate quality of the material is identified as the largest source of material waste, even calculation errors from quantity take-off are common because it is carried out manually. The additional percentage on material orders is not based on documentation and has potential to be optimized. One way to reduce the amount of material waste is to introduce a wider use of BIM in order to make clash control and quantity take-off.

Limitations: The thesis is a case study, but the results can be applied in other small house companies with a similar working procedure. The study is delimited from organizational structures with internal builders, which means that the generalization of the results is decreased. The work is also limited from which incentives that is required to motivate the building contractors to use the suggested methods to return the information.

Keywords: Waste, Construction, Knowledge Management, Quantity take-off and BIM.

Sammanfattning

Syfte: Materialsvinn är ett utbrett problem inom byggbranschen som påverkar såväl den ekonomiska som den miljömässiga aspekten negativt. Inom industriell småhustillverkning saknas forskning för att ta fram ett mer utvecklat informationssystem och kartläggning av mängden slängt material. Flera småhusföretag använder sig av externa byggnadsentreprenörer vilket gör det svårt att minska mängden svinn eftersom entreprenören inte påverkas ekonomiskt av mängden material som blir över. I det studerade fallet saknas riktlinjer för hur mängden materialsvinn ska återkopplas samt hur småhustillverkaren ska arbeta för att ta tillvara på erfarenheterna. Det som behöver förbättras är kommunikationen mellan parterna för att på ett systematiskt sätt kunna dokumentera vart svinnet uppkommer och vad det beror på.

Målet med arbetet är att ge konkreta förslag på hur erfarenhetsåterföringen kan utformas mellan småhustillverkare och byggnadsentreprenörer samt hur småhustillverkaren kan justera sitt arbetssätt för att bidra till en minskad mängd materialsvinn.

Metod: Arbetet är en kvalitativ studie med litteratur-, observation- och intervjustudie som tillämpade undersökningsmetoder. Observationsstudien gav en klar bild över företagets arbetssätt. I litteraturstudien studerades vetenskapliga artiklar inom waste, knowledge mangement och byggnadsinformationsmodellering (BIM). Dessa teorier jämfördes sedan med intervjuerna, som utformades med en låg grad av strukturering och en högre grad av standardisering.

Resultat: Studien presenterar att dålig kvalité på materialet är den vanligast upplevda källan till materialsvinn. Konkreta förslag på hur erfarenhetsåterföringen mellan småhustillverkaren och byggnadsentreprenören kan utformas presenteras där fotodokumentation och vägning av materialet är två av alternativen. Den informationen kan sedan användas för att optimera de procentpåslag på material som används för att undvika att materialet tar slut på byggarbetsplatsen.

Konsekvenser: Studien indikerar på att det finns ett utvecklat system för hur avvikelser för saknat material hanteras samt att det finns ett behov av att införa det även för överblivet material. Bristfällig kvalité på materialet identifieras som den största orsaken till materialsvinn, även beräkningsfel från mängdning är vanligt förekommande eftersom det utförs manuellt. Påslagen vid materialbeställning är inte grundade i dokumentation och har potential för att optimeras. Ett sätt att reducera mängden svinn är att införa en större användning av BIM för att till exempel göra kollisionskontroller och mängdtagningar.

Begränsningar: Studien är en fallstudie men resultatet kan tillämpas i andra småhusföretag med en liknande arbetsprocess. Undersökningen avgränsar sig ifrån organisationsstrukturer med egna byggare inom företaget vilket gör att generaliserbarheten för studiens resultat smalnar något. Arbetet begränsar sig även från vilka incitament som skulle krävas för att motivera byggnadsentreprenörerna att använda sig av de metoder som föreslås för att återföra informationen.

Nyckelord: Slöseri, Konstruktion, Kunskapshantering, Mängdberäkning och Byggnadsinformationsmodellering.

Förkortningar & begrepp

EM:	Intervjuad person på eftermarknad
K:	Intervjuad konstruktör
BA:	Intervjuade byggnadsarbetare
KM:	Knowledge management
BIM:	Byggnadsinformationsmodellering

Småhustillverkare:	Projekterar och producerar småhus med hjälp av industriell tillverkning i form av färdiga element och moduler som framställas i den egna fabriken.
Byggnadsentreprenör:	Avser i studien externa byggnadsentreprenörer som anlitas av småhustillverkaren för att montera huset på byggarbetsplatsen.
Eftermarknad:	En avdelning hos småhustillverkaren som hanterar avvikelser under monteringen av huset samt efter slutbesiktningen.

Innehållsförteckning

1 Inledning 1

1.1 Bakgrund 1

1.2 Problembeskrivning 3

1.3 Mål och frågeställningar 4

1.4 Avgränsningar 4

1.5 Disposition 5

2 Metod och genomförande 6

2.1 Undersökningsstrategi 6

2.2 Koppling mellan frågeställningar och metoder för datainsamling 6

2.3 Litteraturstudie 7

2.4 Valda metoder för datainsamling 7

2.4.1 Observationsstudie 7

2.4.2 Intervjustudie 8

2.5 Arbetsgång 8

2.6 Trovärdighet 10

3 Teoretiskt ramverk 12

3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori 12

3.1.1 Vilka är de största upplevda källorna till materialsvinn enligt småhustillverkare respektive byggnadsentreprenörer? 12

3.1.2 Hur kan erfarenhetsåterföringen gällande överblivet material mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare utformas? 12

3.1.3 Hur kan småhustillverkare arbeta på ett strukturerat och tidseffektivt sätt för att ta tillvara på tidigare erfarenheter för att optimera mängden material för kommande projekt? 13

3.2 Waste 13

3.3 Knowledge Management 14

3.4 Effektivare arbetssätt med hjälp av BIM 15

3.4.1 Kan BIM minska mängden materialsvinn? 17

3.5 Sammanfattning av valda teorier 18

4 Empiri 19

4.1 Observationsstudie 19

4.2 Intervjustudie 20

4.2.1 Vilka är de största upplevda källorna till materialsvinn enligt småhustillverkare respektive byggnadsentreprenörer? 20

4.2.2 Hur kan erfarenhetsåterföringen gällande överblivet material mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare utformas? 21

4.2.3 Hur kan småhustillverkare arbeta på ett strukturerat och tidseffektivt sätt för att ta tillvara på tidigare erfarenheter för att optimera mängden material för kommande projekt? 23

4.3 Sammanfattning av insamlad empiri 24

5 Analys och resultat 25

5.1 ANALYS 25

5.1.1 Waste 25

5.1.2 Knowledge Management 25

5.1.3 Effektivare arbetssätt med hjälp av BIM 26

5.2 VILKA ÄR DE STÖRSTA UPPLEVDA KÄLLORNA TILL MATERIALSVINN ENLIGT SMÅHUSTILLVERKARE RESPEKTIVE BYGGNADSENTREPRENÖRER? 26

5.3 HUR KAN ERFARENHETSÅTERFÖRINGEN GÄLLANDE ÖVERBLIVET MATERIAL MELLAN BYGGNADSENTREPRENÖRER OCH SMÅHUSTILLVERKARE UTFORMAS? 27

5.4 HUR KAN SMÅHUSTILLVERKARE ARBETA PÅ ETT STRUKTURERAT OCH TIDSEFFEKTIVT SÄTT FÖR ATT TA TILLVARA PÅ TIDIGARE ERFARENHETER FÖR ATT OPTIMERA MÄNGDEN MATERIAL FÖR KOMMANDE PROJEKT? 28

5.5 KOPPLING TILL MÅLET 28

6 Diskussion och slutsatser 29

6.1 RESULTATDISKUSSION 29

6.2 METODDISKUSSION 30

6.3 BEGRÄNSNINGAR 30

6.4 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER 30

6.5 FÖRSLAG TILL VIDARE FORSKNING 31

Referensförteckning 33

Bilagor 36

Figurförteckning

FIGUR 1. FÖRDELNINGEN AV AVFALL FÖR OLIKA BRANSCHER I SVERIGE EXKLUSIVE GRUVAVFALL (NATURVÅRDSVERKET, 2018). 2
FIGUR 2. ETT PROJEKTS OLIKA FASER OCH I VILKEN ORDNING DE UTFÖRS. 4
FIGUR 3. DISPOSITIONEN FÖR STUDIEN. 5
FIGUR 4. KOPPLINGAR MELLAN METODER FÖR DATAINSAMLING OCH FRÅGESTÄLLNINGAR. 6
FIGUR 5. STUDIENS ARBETSGÅNG. 10
FIGUR 6. KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH TEORI. 12
FIGUR 7. KÄLLOR TILL MATERIALSVINN I STUDIEN. 20
FIGUR 8. VISAR KONSTRUKTÖRENS, EFTERMARKNADS OCH BYGGNADSARBETARNAS UPPLEVDA RANGORDNING AV DE VANLIGASTE KÄLLORNA TILL MATERIALSVINN. 21
FIGUR 9. SAMMANSTÄLLNING AV DE VANLIGASTE UPPLEVDA KÄLLORNA TILL MATERIALSVINN ENLIGT DE FEM RESPONDENTERNAS SVAR. 27

Tabellförteckning

TABELL 1. DE FEM NÄRINGSGRENARNA SOM STÅR FÖR DEN STÖRSTA MÄNGDEN AVFALL ÅREN 2010, 2012, 2014 OCH 2016 (SCB, 2018). MÄTNINGARNA HAR GJORTS I ENHETEN TON. 1
TABELL 2. SÖKORD SAMT ANTAL TRÄFFAR SOM ANVÄNTS VID LITTERATURSTUDIEN. 7
TABELL 3. INFORMATION OM DE INTERVJUADE PERSONERNA SAMT DATUM OCH LÄNGD FÖR INTERVJUERNA. 9
TABELL 4. SLÖSERI I PRODUKTIONEN AV ETT BYGGPROJEKT ENLIGT BØLVIKEN, ROOKE, OCH KOSKELA (2014) 13
TABELL 5. TABELLEN VISAR DE VANLIGASTE ORSAKERNA TILL BYGGMATERIALSLÖSERI. VARJE ORSAK HAR RANKATS I EN SKALA FRÅN 1,0–4,0 DÄR 4,0 ÄR VANLIGT FÖREKOMMANDE. RESULTATET VISAS I KOLUMNENEN ”AVERAGE” (AL-RIFAI & AMOUDI, 2016). 14
TABELL 6. TIDSÅTGÅNG FÖR MATERIALBERÄKNINGAR MANUELLT JÄMFÖRT MED ATT GÖRA DET I CAD-PROGRAMMET REVIT (OLSEN & TAYLOR, 2017). 16
TABELL 7. SAMMANSTÄLLNING AV ANVÄNDNINGEN AV BIM I DAGSLÄGET FÖR DE ÅTTA OLIKA HUSTILLVERKARNA. ALPHA – ZETA ÄR SMÅFAMILJSHUS, ETA FLERFAMILJSHUS OCH THETA OFFENTLIGA BYGGNADER (LENNARTSSON, MOVAFFAGHI, & LINDEROTH, 2018). 16
TABELL 8. RESULTATET AV DE AKTIVITETER SOM SMÅHUSTILLVERKARE SER STÖRST ANVÄNDNING FÖR INOM BIM. SKALAN ÄR FRÅN 1 (INTE ANVÄNDBAR ALLS) TILL 5 (VÄLDIGT ANVÄNDBART) ENLIGT LENNARTSSON, MOVAFFAGHI OCH LINDEROTH (2018). 17
TABELL 9. VISAR DE BEGRÄNSNINGAR SOM HUSTILLVERKARNA SER MED IMPLEMENTERING AV BIM. SKALAN ÄR FRÅN 1 (HÅLLER ABSOLUT INTE MED) TILL 5 (HÅLLER MED HELT OCH HÅLLET) ENLIGT LENNARTSSON, MOVAFFAGHI OCH LINDEROTH (2018). 17
TABELL 10. UTKAST PÅ EXCEL-FIL FÖR ERFARENHETSÅTERFÖRING FRAMTAGEN AV FÖRFATTARNA. 20
TABELL 11. SAMMANSTÄLLNING AV HUR VALIDITET OCH RELIABILITET HAR TILLÄMPATS I STUDIEN. 30

1 Inledning

Arbetet innefattar 15 högskolepoäng och författas genom ett samarbete mellan Eksjöhus och Jönköping University. Kapitlet redogör för arbetets bakgrund och skildrar dess problembeskrivning med tillhörande mål och frågeställningar. Även vilka områden som rapporten avgränsar sig mot fastställs här.

1.1 Bakgrund

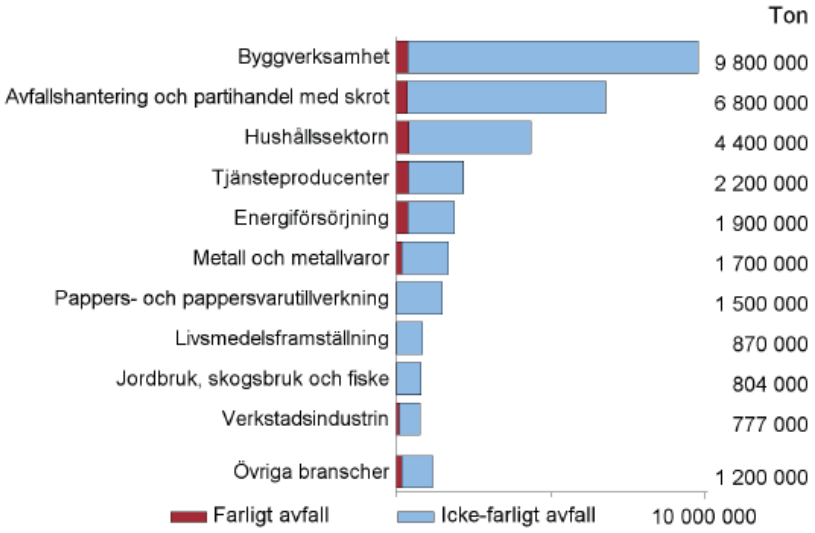
Byggsektorn är den bransch som genererat näst mest avfall i Sverige de senaste åren, se Tabell 1. Det uppkom 9,8 miljoner ton avfall inom byggbranschen 2016 varav den största delen (5 miljoner ton) var jordmassor. Den näst största delen (2,4 miljoner ton) bestod utav mineraliskt och blandat bygg- och rivningsavfall som exempelvis kan vara betong, kakel, klinker, tegel och mineralull. Enligt statistiken från SCB (2018) har mängden avfall från byggverksamhet ökat från 2014 till 2016 vilket beror på en ny mätmetod, det gör att den inte kan jämföras direkt med tidigare år. (Naturvårdsverket, 2018)

Tabell 1. De fem näringsgrenarna som står för den största mängden avfall åren 2010, 2012, 2014 och 2016 (SCB, 2018). Mätningarna har gjorts i enheten ton.

	2010	2012	2014	2016
B05-09 UTVINNING AV MINERAL	89 026 070	129 481 020	138 898 210	109 720 100
E38 AVFALLSHANTERING; ÅTERVINNING	2 668 000	3 719 000	4 210 000	6 190 000
F41-43 BYGGVERKSAMHET	9 381 000	7 656 000	8 867 000	9 811 000
G45-T99 TJÄNSTEPRODUCENTER	1 831 000	1 983 000	2 050 000	2 180 000
HUSHÅLL	4 039 000	4 193 000	4 173 000	4 411 000

Kostnaden för mängden svinn antas ligga mellan 4–12% av den totala materialkostnaden för ett byggprojekt. Det leder i sin tur till att kostanden för svinn står för 1–3 % för ett helt byggprojekt. (Josephson & Saukkoriipi, 2005) Då källan är från 2005 kan det förändrats sedan dess men det påvisar att svinn genererar extrakostnader i ett byggprojekt vilket även i miljösynpunkt är viktigt att arbeta med.

De två största källorna till avfall inom EU är byggverksamhet och utvinning av mineral (gruvavfall) som tillsammans står för 63% av den totala mängden. Bortsett från utvinning av mineral så utgör byggverksamheten ca 30 % av den totala mängden avfall i Sverige, se Figur 1 nedan. (Naturvårdsverket, 2018)



Figur 1. Fördelningen av avfall för olika branscher i Sverige exklusive gruvavfall (Naturvårdsverket, 2018).

Det här styrks även i American Institute of Architects (2008) rapport där det framgår att 25–40 % av det totala avfallet i samhället uppstår inom byggsektorn. Enligt Arshad, Qasim, Jamaluddin Thaheem och Farooq Gabriel (2017) ökar kostnaderna i genomsnitt för ett byggprojekt i Storbritannien med 15 % endast på grund av materialsvinn. Det finns alltså stora summor att spara in genom en mer bearbetad metod för att minska svinnet.

I en undersökning av ett nyproducerat flerbostadshus av massiv trästomme beräknas spillmaterial står för 27 % av den totala klimatpåverkan under byggskedet. (Erlandsson, Larsson, Malmqvist, & Kellner, 2016) Det ger en tydlig bild av att svinn har en väsentlig del av miljöpåverkan under en byggnation.

Arshad et.al. (2017) beskriver olika försök till att definiera slöseri.

1. Resurser, regler och aktiviteter som kan elimineras från projektet utan att reducera värdet för kunden är slöseri.
2. Slöseri är någon form av inkompetens som resulterar i användning av verktyg, material, arbetskraft, utrustning och kapital i större utsträckning än vad som anses vara väsentligt för projektet. Dessutom innefattar slöseri materialförluster och överarbetning som leder till extra kostnader för projektet men som inte tillför något värde till produkten.
3. Förluster från aktiviteter som genererar direkt eller indirekt slöseri som inte tillför något värde från kundens perspektiv är slöseri.
4. Inom byggnadsmaterial kan slöseri definieras som skillnaden mellan total kvantitet av material som tagits till arbetsplatsen och faktiskt använd kvantitet.

Den sistnämnda definitionen har använts i denna studie för att definiera ordet svinn som är en del av begreppet slöseri.

Byggbranschen kan delas upp i två kategorier, industriell samt traditionell tillverkning. Industriell hustillverkning är enligt Razkenari, Fenner, Woo, Hakim och Kibert (2018) en process för att tillverka prefabricerade system eller byggnadsdelar i en väderskyddad miljö. Dessa element transporteras sedan till fastigheten och monteras upp på plats. Det finns olika former av prefabricerade element så som stommar i betong, takstolar, hela väggelement eller rumsbildande volymelement.

Företag som jobbar med industriell hustillverkning kan se väldigt olika ut. Vissa jobbar enbart med industriell hustillverkning och är leverantörer till en byggnadsentreprenad, exempelvis tillverkning av prefabricerade betongstommar. Andra designar och äger projektet men anlitar ett externt företag som endast gör den industriella tillverkningen. Den tredje varianten är företag som själva äger och designar projektet och har egen industriell tillverkning. (Andersson & Lessing, 2017)

1.2 Problembeskrivning

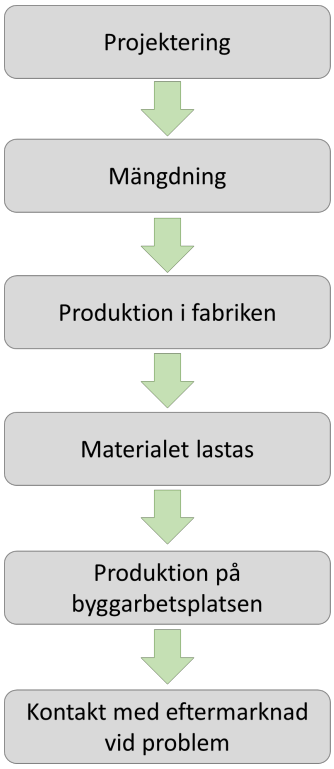
Enligt tidigare forskning och statistik som framgår i bakgrunden är materialsvinnet inom byggsektorn ett utbrett problem och påverkar såväl den miljömässiga som den ekonomiska aspekten i ett byggprojekt. Det finns därför anledning till att studera processen närmre för att uppnå en minskad mängd materialsvinn inom småhustillverkning i Sverige.

I jämförelse med andra branscher ligger byggsektorn i bakkant när det gäller industriell tillverkning. Det beror till stor del på att det är unika och komplexa projekt där massproducering inte kan tillämpas eftersom de ska anpassas efter kundens behov. Industriell hustillverkning kräver en väldigt stor mängd information, allt ifrån design, material, planering och tillverkning. Många industrier i andra branscher har välutvecklade informationssystem samtidigt som byggsektorn försöker hänga med i den senaste teknologin och har mycket kvar att jobba med. Det saknas forskning inom industriell hustillverkning för att ta fram ett mer utvecklat informationssystem som är nyckeln till en effektiv design, tillverkning och montering. (Razkenari, Fenner, Woo, Hakim, & Kibert, 2018)

Industriell hustillverkning skiljer sig från massproduktion då nästan varje projekt är unikt men det tillåter större möjlighet till standardisering jämfört med traditionell hustillverkning. Enligt Lessing (2015) gör denna standardisering det lättare att ta tillvara på erfarenheter och implementera dem i nya likande projekt.

Inom den industriella småhustillverkningen saknas det utredningar kring olika källor till materialsvinn samt i vilka mängder det förekommer vilket därför är aktuellt att utreda. I ett möte med en teknisk chef för det studerade företaget beskrevs verksamheten i stora drag. Där framkom att det finns två olika organisationsformer inom industriell småhustillverkning, antingen har hustillverkaren egna byggnadsarbetare eller så anlitas ett externt byggföretag för att montera huset på plats. I de fall när småhusföretag anlitar externa byggnadsentreprenörer uppstår en problematik då småhusföretaget beställer allt material som byggnadsentreprenören sedan monterar. Ett rådande problem är att byggnadsentreprenören som har stor möjlighet att påverka mängden slängt material inte drabbas av kostnaderna som det bidrar till och därmed inte har något intresse i att undanröja problemet. Även om det vid ett enskilt byggprojekt inte ses som ett stort problem med en liten del material som slängs bidrar det troligen till en stor mängd materialsvinn årligen i landet. (Personlig kommunikation, 23 november, 2018)

Företagets arbetssätt för ett projekt beskrivs i Figur 2. Handlingarna i projekteringen tas fram digitalt genom CAD-program som blir till ritningar. Dessa används sedan för att ta fram mängderna för de olika materialen vilket görs manuellt av konstruktörerna. Ritningarna skickas sedan till produktionen i den egna fabriken där byggnadselementen tillverkas. Elementen körs sedan ut till byggarbetsplatsen tillsammans med löst material som behövs där externa byggare tar vid och reser huset. Vid problem som uppstår under byggnationen har småhustillverkaren en kontaktperson på eftermarknad, den avdelning som hanterar avvikelser, som byggnadsarbetarna kan kontakta. (Personlig kommunikation, 23 november, 2018)



Figur 2. Ett projekts olika faser och i vilken ordning de utförs.

Den återkoppling angående överblivet material som finns idag mellan småhustillverkaren och byggnadsentreprenörer är enstaka samtal samt årliga byggträffar där de samlas och diskuterar förbättringar. Det som behöver förbättras är kommunikationen mellan parterna för att på ett systematiskt sätt kunna dokumentera vart svinnet uppkommer och vad det beror på. Det finns i dagsläget inga riktlinjer eller något antaget system för hur mängden svinn ska återkopplas till hustillverkaren från byggnadsentreprenörerna vilket leder till att rapporteringen oftast uteblir. (Personlig kommunikation, 23 november, 2018)

1.3 Mål och frågeställningar

Målet med arbetet är att ge konkreta förslag på hur erfarenhetsåterföringen kan utformas mellan småhustillverkare och byggnadsentreprenörer samt hur småhustillverkaren kan justera sitt arbetssätt för att bidra till en minskad mängd materialsvinn.

Frågeställningarna är följande:

1. Vilka är de största upplevda källorna till materialsvinn enligt småhustillverkare respektive byggnadsentreprenörer?

2. Hur kan erfarenhetsåterföringen gällande överblivet material mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare utformas?

3. Hur kan småhustillverkare arbeta på ett strukturerat och tidseffektivt sätt för att ta tillvara på tidigare erfarenheter för att optimera mängden material för kommande projekt?

1.4 Avgränsningar

Arbetets mål är att ta fram förslag på hur erfarenhetsåterföringen mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare kan utformas, men på vilket sätt

byggnadsentreprenörerna kommer att motiveras för att använda verktygen kommer inte behandlas i arbetet. Vid fall där småhusföretaget innehar egna byggare inom organisationen ser situationen annorlunda ut gällande bland annat erfarenhetsåterföring och incitament för att minska mängden slängt material och därför avgränsar sig studien från dessa organisationsstrukturer. Endast hantering av materialsvinn ute på byggarbetsplatsen har studerats och inte svinnet som uppkommer i småhustillverkarens fabrik.

1.5 Disposition

Studiens disposition redovisas i Figur 3 nedan.

Figur 3. Dispositionen för studien.

2 Metod och genomförande

I det här avsnittet beskrivs tillvägagångssättet för examensarbetet.

2.1 Undersökningsstrategi

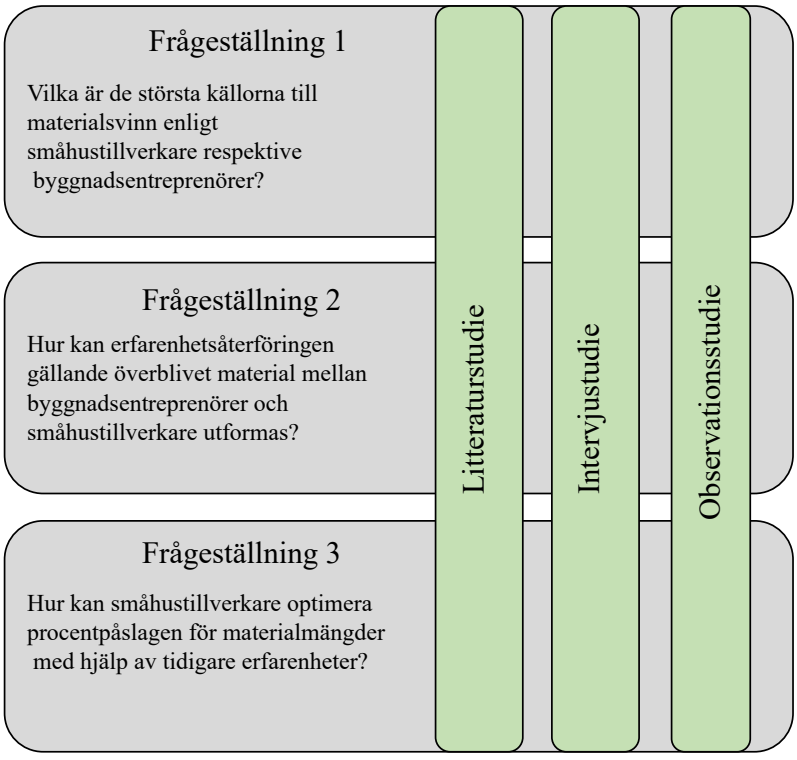
Arbetet har utförts med en kvalitativ ansats då studien genomförts med intervju-, observations- och litteraturstudie. Ambitionen vid en kvalitativ studie är att upptäcka företeelser, att tolka och förstå innebörden av livsvärden samt att beskriva uppfattningar eller en kultur (Patel & Davidson, 2011).

Som undersökningsstrategi genomfördes en fallstudie som enligt Merriam (1994) är en undersökning av en specifik företeelse, till exempel ett program, en händelse, en person, ett skeende, en intuition eller en social grupp. Ejvegård (2009) beskriver att en fallstudie studerar en liten del av ett förlopp där det undersökta fallet får representera verkligheten. Det innebär att de slutsatser som dras kan ses som antydningar och att större värde kan först nås när andra liknande fallstudier pekar åt samma håll. Studien motiveras att vara en fallstudie då en viss situation på ett specifikt företag studeras i detalj. Resultatet kan överföras på andra industriella småhustillverkare där organisationsstrukturen ser ut på samma sätt.

Syftet med rapporten är att undersöka materialsvinnet inom industriell småhustillverkning och erafenhetsåterföringen mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare. Det är därför intressant att genomföra studien på ett representativt företag för småhustillverkning som Eksjöhus anses vara.

2.2 Koppling mellan frågeställningar och metoder för datainsamling

Nedan visas vilka metoder för datainsamling som använts för att besvara studiens frågeställningar, se Figur 4.



Figur 4. Kopplingar mellan metoder för datainsamling och frågeställningar.

Observationen genomfördes för att få en bakgrund till problemet samt kartlägga hur det fungerar i dagsläget. Litteraturstudien ger en fördjupning inom alla frågeställningar och för att definiera begreppet svinn som präglar hela studien. Intervjuerna genomfördes för att besvara samtliga frågeställningar.

2.3 Litteraturstudie

En litteraturstudie är en systematisk och metodisk granskning av vetenskaplig litteratur för att stärka ett vetenskapligt syfte (Håman, Prell, & Lindgren, 2015). Som underlag för studien användes litteratur från vetenskapliga publikationer i form av avhandlingar och artiklar i vetenskapliga tidskrifter. Litteraturen redovisas i kapitel 3 och i Tabell 2 nedan visas de olika sökorden som använts vid sökningen. De databaser som använts är Scopus och Science Direct där sökorden kombinerats i olika varianter, träffarna har sedan sorterats ut efter lämplig rubrik och abstract.

Tabell 2. Sökord samt antal träffar som använts vid litteraturstudien.

Databas	Publicerings år	Sökord	Sökfält	Antal träffar
Scopus	2013–2019	Lean AND ”seven wastes”	Titel, sammanfattning, nyckelord	24
	2014–2019	Wastage AND minimization AND construction		28
	2018–2019	Construction AND "Knowledge Management" OR "Experience transfer*" OR " Follow up" AND project* (begränsat till artiklar)		58
	2015–2019	”Construction waste” AND BIM		21
Science Direct	2017–2019	”Quantity take-off” AND BIM	Nyckelord	57
	2015–2019	”Waste minimisation” AND BIM		23

2.4 Valda metoder för datainsamling

2.4.1 Observationsstudie

För att få förståelse för hur småhustillverkare arbetar från projektering till produktion ute på arbetsplatsen genomfördes en observationsstudie. Det var nödvändigt för att öka kunskapen om hur företag inom småhustillverkning jobbar för att i ett senare skede ta fram förbättringsförslag samt ge underlag för intervjustudien. Enligt Patel och Davidson (2011) finns det två former av observationstyper, strukturerad och ostrukturerad observation. I den här undersökningen användes ostrukturerad observation vilket innebär att den har ett utforskande syfte för att samla in så mycket information som möjligt. Innan observationen påbörjades krävdes en del förberedelser. Tre frågor som Patel och Davidson (2011) anser ska besvaras är:

- Vad ska observeras?
- Hur ska observationen registreras?
- Hur ska observatörerna förhålla sig?

Företagets arbetssätt gällande mängdning och erfarenhetsåterföring observerades. Registreringen av observationen bestod av nyckelord som kompletterades med mer utförliga noteringar efteråt. Vad det gäller observatörernas förhållningssätt var den känd och deltagande enligt Patel och Davidsons (2011) princip. Detta innebar att de som observerades var medvetna om observationen och observatörerna hade möjlighet att delta i arbetet och ställa frågor.

2.4.2 Intervjustudie

En kvalitativ intervjustudie utfördes med personer från både småhustillverkaren och byggnadsentreprenörer. På småhustillverkarens sida utfördes intervjuer med en konstruktör som är ansvarig för beräkning av mängden material. Även en person från eftermarknad intervjuades som arbetar med erfarenhetsåterföring gällande materialåtgång från byggnadsentreprenörer. De byggnadsarbetare som intervjuades i studien har lång erfarenhet tillsammans med småhustillverkaren samt valdes ut med geografisk spridning i Svealand och Götaland.

Intervjuerna utformades med en låg grad av strukturering men med en högre grad av standardisering. Enligt Patel och Davidson (2011) innebär det att respondenten svarar med egna ord men att frågorna i hög utsträckning följer samma ordning, för att kunna jämföra intervjuerna med varandra. Samtalsledarna har dock möjlighet till följdfrågor, vilket innebär att ordningen på frågorna kan ändras. För utformningen av frågorna användes Patel och Davidsons (2011) ”tratt-teknik” där det inledningsvis var öppna frågor som sedan övergick till mer specifika.

2.5 Arbetsgång

Inledningsvis genomfördes en observationsstudie i syfte att få bättre förståelse för hur företaget arbetar med erfarenhetsåterföring och mängdberäkning i dagsläget. Ett platsbesök gjordes den 5 februari 2019 där två konstruktörer, en från eftermarknad och en teknisk chef medverkade. De visade hur arbetsgången vid mängdframtagning gick till samt beskrev kontakten eftermarknad har med byggnadsarbetarna angående överblivet material. Innan intervjuerna genomfördes togs ett utkast på en Excel-fil fram som byggnadsentreprenörer skulle kunna använda sig av för att återföra mängden överblivet material till småhustillverkaren. Förslaget baserades på information som framkom i observationsstudien.

Parallellt genomfördes en litteraturstudie för att undersöka vad tidigare forskning visar samt få mer förståelse för ämnet. Två olika databaser användes, Scopus och Science Direkt där olika sökord kombinerades enligt Tabell 2. Två personer från småhustillverkaren samt fyra byggnadsarbetare (BA) intervjuades, se mer information i Tabell 3. Intervjufrågorna grundade sig främst på information från observationsstudien. De olika orsakerna till materialsvinn som respondenterna fick rangordna togs fram med hjälp av det teoretiska ramverket och observationsstudien, se samtliga intervjufrågor i bilaga 1-3.

Tabell 3. Information om de intervjuade personerna samt datum och längd för intervjuerna.

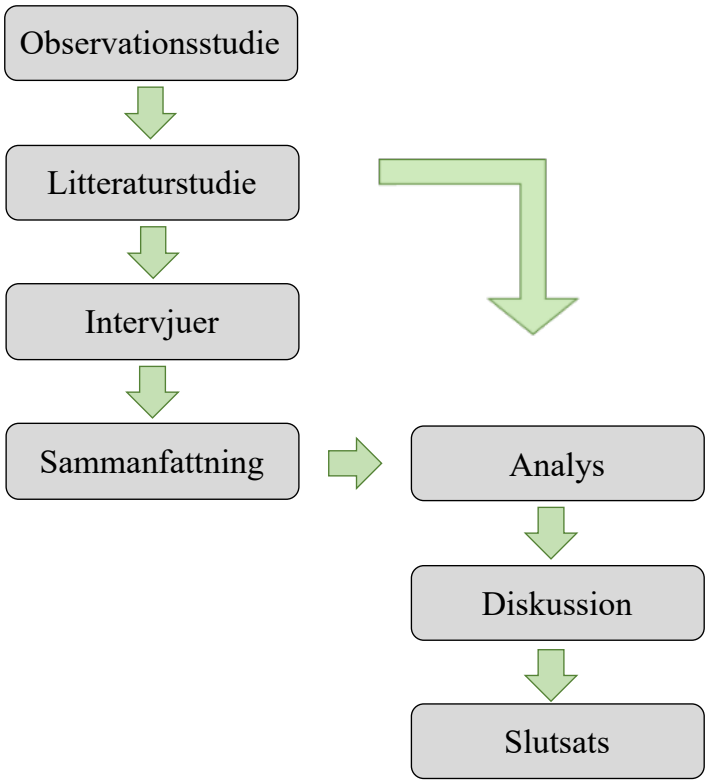
Roll	Intervju-form	Antal projekt m. Eksjöhus	Förkort-ning	Erfarenhet på företaget (i branschen)	Längd på intervju	Datum
Eftermarknad	Direkt	-	EM	15 år	60 min	2019-03-18
Konstruktör	Direkt	-	K	12 år	40 min	2019-03-18
Byggnadsarbetare	Telefon	Ca 130	BA1	16 (29)	15 min	2019-04-02
Byggnadsarbetare	Telefon	Ca 400	BA2	30 (40) år	15 min	2019-04-02
Byggnadsarbetare	Telefon	Ca 120	BA3	6 (40) år	20 min	2019-04-02
Byggnadsarbetare	Telefon	Ca 35	BA4	19 år	15 min	2019-04-02

Kunskapen och arbetsuppgifterna skiljer sig väldigt mycket mellan EM, K och BA. Intervjuerna utformades därför olika för EM och K, medan alla BA fick samma frågor. Frågorna i intervjun med EM fokuserade på dagens kommunikation mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare samt hur den bearbetas i efterhand. K:s intervju fokuserade mer på processen med mängdning. Flertalet frågor var återkommande varav en större fråga där respondenterna skulle rangordna de största upplevda källorna till materialsvinn. Den frågan fick respondenterna möjlighet att svara på genom mail i efterhand eftersom den behövde mer betänketid.

När respondenterna tillfrågades fick de bakgrundsinformation till varför studien utfördes. Cirka en vecka innan intervjun fick de ytterligare information om projektet, upplysning om att samtalet skulle spelas in samt alla intervjufrågor. Likaså intervjun inleddes med att bakgrunden förklarades samt att materialet behandlas konfidentiellt.

Intervjuerna inleddes med enklare frågor om erfarenheter på företaget och roll i dagsläget. Sedan ställdes lite öppnare frågor där den intervjuade gavs utrymme att svara utifrån dennes upplevelser och med möjlighet till följdfrågor. Det gjorde att ordningen på frågorna inte alltid följdes utan ställdes tidigare om ämnet kom upp i en annan fråga. I slutet på intervjun diskuterades olika sätt att utföra erfarenhetsåterföringen och det öppnades upp för övriga frågor.

Intervjuerna sammanfattades genom att innehållet spelades upp och frågorna antecknades med svar i den ordning de ställdes. Ur materialet lyftes sedan de intressanta delarna in i rapporten och svaren sorterades utefter vilken frågeställning som de var relevanta till. Analysen gjordes senare med utgångspunkt från litteraturstudien och sammanfattningen av intervjuerna. Se arbetsgången i Figur 5 nedan.



Figur 5. Studiens arbetsgång.

2.6 Trovärdighet

I kvalitativa studier har validitet och reliabilitet en tendens att flätas samman, därför används sällan begreppet reliabilitet utan validitet får istället en vidare innebörd. Kvalitativa studier har ett mål att upptäcka företeelser, beskriva uppfattningar och tolka data från empiri. Hela forskningsprocessen är viktig och inte endast själva datainsamlingen för att säkerställa validiteten. För en god validitet för datainsamlingen krävs ett bra underlag för att göra en trovärdig tolkning. Ett annat uttryck som ofta används i sammanhanget är triangulering som stärker validiteten. Triangulering innebär att olika datainsamlingsmetoder används där resultatet vägs samman för att ge en så stark bild kring ämnet som möjligt. Resultaten måste inte nödvändigtvis peka på samma sak utan det viktigaste är att göra en bra analys utifrån det som stärker datainsamlingarna. (Patel & Davidson, 2011)

Enligt Merriam (1994) finns det grundläggande strategier som en forskare kan använda sig av för att säkerställa den interna validiteten. Dessa är bland annat triangulering, deltagarkontroll, samt horisontell granskning och kritik. För att stärka projektets interna validitet användes tre olika sorters datainsamlingsmetoder, litteratur-, observations- och intervjustudie. Det har dessutom utförts intervjuer med personer från de två olika sidorna av problemet, vilket skapar en form av triangulering. För att säkerställa att intervjuerna registrerades korrekt spelades de in då erfarenhet i intervjuteknik saknades. Underlaget av intervjuerna studerades kritiskt så att de endast innehöll relevanta frågor i förhållande till frågeställningarna för att ytterligare stärka den inre validiteten. Horisontell granskning innebär att någon utomstående, exempelvis kollegor, läser igenom resultatet och framför sina synpunkter (Merriam, 1994). I projektet granskas rapporten av handledare under flera tillfällen innan den lämnas in för examination vilket stärker den horisontella granskningen.

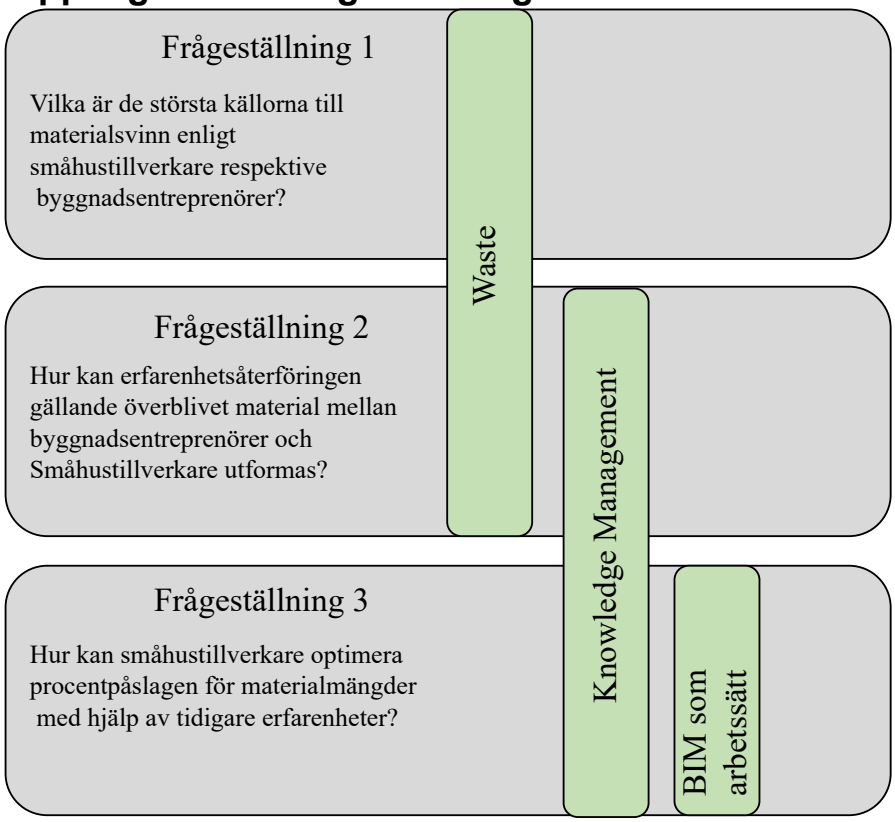
Den externa validiteten innebär i hur stor utsträckningen resultaten från en vetenskaplig undersökning kan appliceras i andra liknande situationer (Merriam, 1994). Eftersom utredningen är en fallstudie kan generaliseringen till andra situationer anses vara begränsad. För att stärka den externa validiteten skulle en korsanalys kunna genomföras där flera fall som rör samma företeelse studeras, men inom tidsramen för arbetet är det inte möjligt. Ett annat sätt att öka generaliserbarheten är genom en ingående beskrivning av hur studien är utformad och på vilket sätt den genomförts för att ge andra forskare möjligheten att överföra resultaten. (Merriam, 1994)

Studiens reliabilitet utgörs av hur troligt det är att studien skulle kunna upprepas med samma resultat (Patel & Davidson, 2011). För att säkerställa reliabiliteten speglas rapporten av transparens där arbetsgången noggrant redovisas.

3 Teoretiskt ramverk

I avsnittet förankras frågeställningarna i en vetenskaplig grund. Här beskrivs viktiga grundbegrepp med referenser som används för att besvara frågeställningarna i studien samt kopplingen till de olika teorierna, se Figur 6 nedan.

3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori



Figur 6. Koppling mellan frågeställningar och teori.

3.1.1 Vilka är de största upplevda källorna till materialsvinn enligt småhustillverkare respektive byggnadsentreprenörer?

Frågeställningen syftar till småhustillverkarens och byggnadsentreprenörernas upplevda mängd materialsvinn ute på byggarbetsplatserna. Svinn är inget definierat vetenskapligt begrepp utan har i den här studie definierats utifrån de berörda delarna i teorin waste. Utifrån den kunskapen definieras materialsvinn i studien som: skillnaden mellan total kvantitet av material som tagits till arbetsplatsen och faktiskt använd kvantitet.

3.1.2 Hur kan erfarenhetsåterföringen gällande överblivet material mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare utformas?

Definitionen för materialsvinn ligger även här till grund för att förstå innebörden av frågeställningen. Knowledge management lyfter vikten av kunskapsöverföring vilket motiverar fördelarna med en bra och fungerande erfarenhetsåterföring.

3.1.3 Hur kan småhustillverkare arbeta på ett strukturerat och tidseffektivt sätt för att ta tillvara på tidigare erfarenheter för att optimera mängden material för kommande projekt?

I dagsläget finns det stora risker att kunskap faller bort i processen då utbytet gällande materialsvinn sker per telefon och genom en enskild individ vilket gör att företaget blir beroende av den personen. I teori-avsnittet knowledge management framförs vikten av att undvika den formen av kunskap och göra den lättare att överföra. Två källor till materialsvinn är konstruktionsfel och felaktig mängd beställt material vilket kan undvikas med hjälp av Building Information Modelling (BIM) som ger ett mer tidseffektivt arbetssätt för att optimera mängden material för varje projekt.

3.2 Waste

Thurer, Thomasevic och Stevenson (2017) beskriver de sju slöserierna definierade av Taiichi Ohno för Toyota. De är kopplade till LEAN och består av följande delar: överproduktion, väntan, lager, rörelse, omarbete, överarbete och transport. Ibland läggs även en åttonde parameter till som beskrivs som medarbetarnas outnyttjade kreativitet.

Koskela, Bølviken och Rooke (2013) belyser att de sju slöserierna definierades efter att Ohno studerat Toyotas produktionssystem. De skapades därför med utgångspunkt för masstillverkning och stämmer därmed inte lika bra i byggprojekt. Slutsatsen från studien är att de avgörande delarna som skapar slöseri behöver identifieras och definieras för att applicera de sju slöserierna samt att en lista med slöserier specifikt för byggsektorn saknas. I en senare studie (2014) av samma författare har ett utkast till listan tagits fram, se Tabell 4 nedan, där slöserierna kategoriserats efter tre huvudrubriker.

Tabell 4. Slöseri i produktionen av ett byggprojekt enligt Bølviken, Rooke, och Koskela (2014)

	Transformation	*Flow*	*Value*
Production resource	Materials, machinery, energy and labour	Time	
Type of waste	Material loss	Time loss	Value loss
Wastes	1. Material waste 2. Non-optimal use of material 3. Non-optimal use of machinery, energy or labour	*In the work flow* 1. Unnecessary movement (of people) 2. Unnecessary work 3. Inefficient work 4. Waiting *In the product flow* 5. Space not being worked in 6. Materials not being processed 7. Unnecessary transportation (of material)	*Main product* 1. Lack of quality 2. Lack of intended use *By-product* 3. Harmful emissions 4. Injuries and work related sickness

De punkter i tabell 4 som är intressanta för studien och som definierar begreppet materialsvinn är: materialavfall, ineffektiv användning av byggmaterial och dålig kvalité.

Al-Rifai och Amoudi (2016) klassificerar byggmaterialslöseri som följande:

- Byggmaterialslöseri är resultatet av en skada som inte kan lagas och därmed inte användas mer.
- Byggmaterialslöseri är resultatet av en förlust under byggprocessen.
- Byggmaterialslöseri är resultatet av fel inom konstruktionen och överskott av faktiska kvantiteter jämfört med teoretiska mängder på ritningarna.

Författarna rankar även olika orsaker till slöseri i sin artikel, se de vanligaste orsakerna i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Tabellen visar de vanligaste orsakerna till byggmaterialslöseri. Varje orsak har rankats i en skala från 1,0–4,0 där 4,0 är vanligt förekommande. Resultatet visas i kolumnenen "Average" (Al-Rifai & Amoudi, 2016).

Class	Factor Description	Average
High	Lack of skilled workers and subcontractors	3.70
	Rework required because of workers' errors	3.50
	Lack of quality management system	3.50
	Design changes and change orders during construction stage	3.40
	Selection of low quality materials	3.40
	Damage to work due to subsequent tasks	3.40
	Unsuitable cutting for building materials	3.30
	Bad storage	3.30
	Damage due to wrong transportation of materials	3.30
	Poor construction techniques	3.30

Bølviken och Koskela (2016) diskuterar kring varför byggbranschen inte har lyckats minska mängden slöseri och identifierar åtta anledningar:

- Fokus ligger på styrning av kontrakt och avtal istället för styrning av produktion.
- Kulturen bygger på att lösa problem när de uppkommer snarare än att förhindra att de uppstår i första läget.
- Traditionellt sett har processen analyserats uppgiftsorienterat istället för att se på hela flödet.
- Listan med "de sju slöserierna" är inte fullt relevant för byggbranschen.
- Komplexiteten i byggprocessen resulterar i slöseri som är än mer komplexa.
- Den låga graden av stabilitet och upprepning i arbetsprocessen.
- Tillfälliga organisationer och uppdelade värdekedjor.
- Integrerad styrning av inkomster, utgifter och risker.

3.3 Knowledge Management

Knowledge management (KM) definieras enligt Anand och Singh (2011) på flera olika vis beroende på forskare och utövare men i allmänhet avser tanken att KM låser upp kunskap hos en individ för att bli tillgänglig som en organisatorisk resurs. Författarna beskriver det som ett sätt att systematiskt hantera användbar kunskap inom organisationen och undvika att den är beroende av enskilda individer. Sammantaget är det en process för att samla ett företags kollektiva expertis inom ett område och fördela kunskapen på rätt plats i organisationen där den gör störst nytta.

De finns två olika sorters kunskap, explicit och tyst kunskap. Skillnaden är att explicit kunskap är registrerad information och tyst kunskap endast finns i människor. Inom byggbranschen finns det explicit kunskap i form av standarder, kontrakt, riktlinjer och ritningar. Den tysta kunskapen finns hos de anställda och måste skrivas ned och lagras för att senare användas igen och delas vidare. (Polanyi, 1962) Projektfel beror ofta på dåligt KM-genomförande i projektplaneringen och utförandet där kunskap från tidigare projekt inte utnyttjas enligt Yeong and Lim (2010). För att förbättra kunskapen om KM inom branschen har utbildning för de anställda identifierats som en framgångsrik faktor vilket borde ses som en strategisk investering istället för en kostnad (Gunasekera & Chong, 2018).

Meiling (2010) diskuterar kring lärande och kunskap och citerar Garvins (1993) definition om KM och organisatoriskt lärande:

"En lärande organisation är en organisation som är kompetent att skapa, förvärva och överföra kunskap och modifiera sitt beteende för att reflektera över nya kunskaper och insikter." (Fri översättning)

Vidare beskriver Meiling att lärande och anpassning till nya förutsättningar sker antingen genom försök och misstag eller genom systematiskt utnyttjande av erfarenheter och att det därför kan ses som en nyckelaktivitet att ha förmågan att lära sig av tidigare erfarenheter. Fortsättningsvis resonerar han kring att erfarenhet är nyckeln till kunskap och att den måste delas med människor för att spridas. Erfarenhetsåterkopplingen måste dock ha en mottagare för att uppfylla sitt syfte och ju bättre mottagaren är insatt i ämnet desto mer kan återföras och tas tillvara på. Dessutom lyfts det som en styrka om personen som upplevt erfarenheten närvarar när den återkopplas eftersom de tysta delarna av kunskapen annars lätt faller bort. (Meiling, 2010)

3.4 Effektivare arbetssätt med hjälp av BIM

Traditionellt sett har projektörer använt 2D-ritningar för att beräkna mängden material. Processen innebär att samtliga ritningar måste skrivas ut och studeras noggrant. Samtidigt som inget material får missas är det en dyr kostnad om någon konstruktionsdel skulle räknas dubbelt. Arbetssättet är både tidskrävande och detaljorienterat. På grund av att ett stort antal variabler ingår i beräkningen leder det ofta till att felkalkyleringar uppstår. BIM har genom 3D modellering implementerat ett nytt sätt att ta fram mängder. En BIM-stödd modell kan innehålla stora mängder information och varje enskilt element kan länkas till vilket material det består av. Genom att mängder och mått kan hämtas direkt från modellen kan de totala mängderna snabbt summeras och användas för beställningskvantiteter. Tidsåtgången kan minskas upp till 80 % för mängdberäkningen samtidigt som uppskattningarna anses vara korrekt inom 3 %. I Tabell 6 nedan redovisas den uppskattade tidssparningen för ett lägenhetshus som BIM-stödd mängdberäkning leder till för olika konstruktionskategorier. (Olsen & Taylor, 2017)

Tabell 6. Tidsåtgång för materialberäkningar manuellt jämfört med att göra det i CAD-programmet Revit (Olsen & Taylor, 2017).

		time [minutes]	
Category	**Contents**	**Manual**	**Revit**
Table of rooms	Floor and ceiling composition	40	20
Foundations	Pads, belts, slabs	125	20
Construction phase	Walls, pillars, girders	420	10
Vertical constructions	Masonry, isolation	450	30
Wall surface	Plasters, paints	330	20
Ceiling composition	Ceiling composition	20	15
Floor composition	Floor composition	40	15
Wall composition	Wall composition	100	20
Facade	Facade	240	20
Roof composition	Roof composition	20	5
Balcony composition	Balcony composition	50	15
Groundwork	Excavations, embankments, removal	120	-
Staircases	Staircases	60	-
Other construction and work	Cleaning, shining, covering	70	20
Tables for take-offs		-	130
Total		**2085**	**340**

Vidare fördelar med BIM förutom mängdberäkningar är visualisering, anpassning vid revidering, analys av byggbarheten, precision, smidigheten och möjligheten att visa olika vyer. Trots fördelarna ställer sig många företag tveksamma till införandet av BIM-stödd mängdberäkning. Argument är att det krävs mycket tid och ansträngning hos anställda för att lära sig nya programvaror och ett nytt sätt att arbeta. Även kostnad för licenser, osäkerhet kring hur BIM ska definieras i kontraktet samt att det alltid innebär en risk att investera tid och pengar i ny metod som inte har testats är orsaker till den tveksamma inställningen. (Olsen & Taylor, 2017)

Det bekräftas även av Lennartsson, Movaffaghi och Linderoths (2018) studie som behandlar åtta olika industriella hustillverkares inställning till BIM-användning. De fastställer de olika aktörernas användning av BIM i dagsläget, se Tabell 7. Det är endast en av sex småhustillverkare som använder sig av kollisionskontroller.

Tabell 7. Sammanställning av användningen av BIM i dagsläget för de åtta olika hustillverkarna. Alpha – Zeta är småfamiljshus, Eta flerfamiljshus och Theta offentliga byggnader (Lennartsson, Movaffaghi, & Linderoth, 2018).

Companies	Alpha	Beta	Gamma	Delta	Epsilon	Zeta	Eta	Theta
Marketing and Sales								
Visualization (customer view)	•	•	•	•	•	•	•	•
Design and Engineering								
Modelling, BIM 3D	•	•	•	•	•	•	•	•
Simulation	•	•	•	•	•	•	•	•
Clash control	•							•
Product								
Production								
Master Production Schedule (MPS)							•	•
Cost est. BIM 5D	•	•	•	•	•		•	•
Assembly instruction (site view)				•				
Product Data Management (PDM)								•
Process planning (process view)	•	•		•	•	•	•	•
Enterprise Resource Planning (ERP)	•	•	•	•		•	•	•

I samma studie redovisas aktiviteter där hustillverkarna ser användbarheten med BIM vilka visas i Tabell 8. Där framgår att den största nyttan med BIM som de upplever är kollisionskontroll.

Tabell 8. Resultatet av de aktiviteter som småhustillverkare ser störst användning för inom BIM. Skalan är från 1 (inte användbar alls) till 5 (väldigt användbart) enligt Lennartsson, Movaffaghi och Linderoth (2018).

Rang	Aktivitet	Medelvärde
1	Kollisionskontroll	4,52
2	Visualisering för detaljutformningen	4,44
3	Visualisering för användare	4,24
4	Mängdberäkningar	4,13
5	Kommunikation med intressenter	4,11

De sammanställer även de studerade hustillverkarnas upplevda begränsningar med BIM-implementeringen som visas i Tabell 9 nedan. Den visar att stor investering i hård- och mjukvaror är den största begränsningen enligt hustillverkarna samt att samarbetspartners inte använder BIM kommer på tredje plats.

Tabell 9. Visar de begränsningar som hustillverkarna ser med implementering av BIM. Skalan är från 1 (håller absolut inte med) till 5 (håller med helt och hållet) enligt Lennartsson, Movaffaghi och Linderoth (2018).

Rang	Begränsningar	Medelvärde
1	Stor investering i hård- och mjukvaror	3,58
2	Inget krav från kunden	3,47
3	Våra partners använder inte BIM	3,44
4	Problem med användarvänligheten	3,21
5	Svårt att integrera med andra system	3,17

3.4.1 Kan BIM minska mängden materialsvinn?

Enligt Liu, Osmani, Demian och Baldwin (2015) uppstår stora mängder av det materialsvinn som genereras i ett byggprojekt redan tidigt i projekteringen. Hela 30 % av svinnet kan kopplas direkt till beslut tagna i designstadiet. De argumenterar för att det är lättare att reducera mängden svinn i designstadiet än i senare stadier eftersom grundläggande beslut om byggnadens utformning, material och storlek tas tidigt i processen. De främsta orsakerna till materialsvinn under projekteringen anses relatera till materialspecifikationen, detalj- och konstruktionsfel, sena ändringar som leder till omarbete, ineffektiv samordning och kommunikation samt ändringar i utformningen. Vidare beskriver författarna att projektörer ofta har stora möjligheter att påverka mängden materialsvinn, men att det finns en kunskapsbrist för vad som orsakar svinnet. BIM:s potentiella användning för att minska byggmaterialsvinnet skulle innebära BIM-stödd samordning, effektiv resursanvändning av material, rivningsavfalls-hantering samt förbättrad materialhantering på plats. Det skulle även öka möjligheten att testa olika designalternativ och undersöka hur mycket materialsvinn de genererar. (Liu, Osmani, Demian, & Baldwin, 2015)

Won, Cheng och Lee (2015) utreder i sin artikel hur mycket byggmaterialsvinn som kan förhindras genom att använda BIM i designprocessen. Studien baseras på mängden svinn som uppkommer på grund av konstruktionsfel. Mängden materialsvinn som en BIM-stödd projektering förhindrar uppskattades genom att bedöma sannolikheten att konstruktionsfelen upptäcks i traditionellt ritningsbaserat arbetssätt när BIM inte

används. Deras slutsats är att en BIM-baserad designprocess kan minska materialsvinnet med 4,3–15,2 % för ett projekt.

3.5 Sammanfattning av valda teorier

Utmaningen med KM i byggnadsprojekt är att personer och roller ofta byts ut och nya arbetsgrupper bildas vid nästa projekt. I byggprojekt är det vanligt att hjulet uppfinns igen på grund av att den kunskap som någon i ett tidigare projekt besitter inte ger vidare den informationen på ett systematiskt och lättillgängligt sätt. Det är istället vanligare att lärdom fås genom försök och misstag som Meiling (2010) beskriver. Det här styrks även i Bølviken och Koskelas (2016) konferenshandling då de konstaterar att en anledning till att mängden slöseri inte minskat beror på att kulturen i byggbranschen snarar fokuserar på att lösa problem när de uppkommer än att förebygga dem.

Fel mängd beräknat byggnadsmaterial och konstruktionsfel är källor till materialsvinn enligt Al-Rifai och Amoudi (2016) vilket kan minskas med hjälp av BIM enligt Olsen och Taylor (2017) och Won et al. (2015). Taylor (2017) menar att det finns mycket tidseffektivitet att hämta vid användning av BIM vid mängdning av material och som samtidigt ger noggranna siffror. Det gör också att materialsvinnet kan minskas upp till 15% med hjälp av att använda BIM i designfasen för att upptäcka konstruktionsfel (Won, Cheng, & Lee, 2015).

4 Empiri

I kapitlet beskrivs all data som samlats in i form av kvalitativa intervjuer och observationsstudien.

4.1 Observationsstudie

För att få insikt i hur småhustillverkare arbetar med materialsvinn ute på byggarbetsplatserna gjordes en observation hos en svensk småhustillverkare. På mötet närvarade en teknisk chef, två konstruktörer samt en person från eftermarknad. Organisation och arbetssätt beskrevs översiktligt för att få insikt i företaget.

Konstruktörer vid småhustillverkaren använder sig av 2D ritningar för att beräkna mängden material som krävs för ett visst hus. Exempelvis vid mängdning av reglar i en icke-bärande innervägg mäter konstruktören på ritningen med hjälp av en skalstock och markerar hur många reglar som finns beroende på centrumavstånd. Antalet reglar summeras sedan i ett Excel-dokument och en viss procentsats adderas till totalsumman för att försäkra sig om att antalet räcker. Då det är dyrt att skicka ut en extra leverans används procentsatsen för att gradera sig mot exempelvis felkapning eller andra förstörande omständigheter. Procentpåslaget skiljer sig från olika material och är enbart uppskattade värden utifrån tidigare erfarenheter. Konstruktören arbetar sig igenom samtliga ritningar och summerar de olika materialen i en leveransspecifikation. Det är sedan denna leveransspecifikation som beställningsvolymerna baseras på. I det studerade fallet finns inga datorstyrda program som sköter mängdtagningen utan det krävs manuella beräkningar med erfarenhetsmässiga påslag. Konstruktören beskrev att mängdningen för ett hus kan ta allt mellan två timmar och två veckor beroende på hur komplicerat det är och vilka mallar som kan användas.

Systemet för saknat material hos småhustillverkaren är välutvecklat där det dokumenteras vem som identifierar problemet, vad orsaken är samt vilken leverantör det gäller. Ur systemet som är framtaget av IT-avdelningen går det att hämta rapporter för en viss BE, leverantör eller en viss orsak under en tidsperiod. På så vis går det att analysera exempelvis hur många avvikelser en leverantör haft det senaste halvåret. Materialsvinn på byggarbetsplatser uppstår av olika skäl vilket diskuterades av samtliga deltagare där några exempel togs upp. Det kan vara bristfällig lagring, transportskador, fel kvantitet lastas vid lämnandet av fabriken, konstruktionsfel, byggtekniska fel eller beräkningsfel vid mängdning. Källorna beror på såväl småhustillverkaren som byggnadsentreprenören och i vissa fall på båda parter.

Under observationen studerades en leveransspecifikation för att kartlägga olika material som ingår i ett projekt. Informationen mynnade senare ut i en Excelfil, se Tabell 10, som ett förslag på hur erfarenhetsåterföringen kunde se ut. Förslaget baseras på att det finns en kolumn för varje materialdimension och en rad för varje orsak till det överblivna materialet. Utkastet användes sedan som diskussionsunderlag vid intervjuerna.

Tabell 10. Utkast på Excel-fil för erfarenhetsåterföring framtagen av författarna.

Material	Lösvirke		Lösvirke		Lösvirke		Tillkapat virke		Isolering		Tätningar	
Orsak	Antal	dimension	Antal	dimension	Antal	dimension	antal	Dimension	säck/m2	dimension	antal/lpm	Typ
Bristfällig lagring												
Transportskada	10	21x120										
Dålig Kvalité på materialet												
Konstruktionsfel												
Omarbete												
ineffektiv anvädning av material									2	145x540x1160		
Olycka på arbetsplatsen												
Stöld av material												
Tillverkningsfel frånleverntör												
Tillverkningsfel från Eksjöhus												
Fel produkt från leverantören												
fel produkt från Eksjöhus												
Övrigt - Namnge												
Övrigt - Namnge												

4.2 Intervjustudie

De två intervjuerna som utfördes med anställda hos småhustillverkaren genomfördes på plats på företaget medan de fyra byggnadsentreprenörerna intervjuades på telefon.

4.2.1 Vilka är de största upplevda källorna till materialsvinn enligt småhustillverkare respektive byggnadsentreprenörer?

Samtliga respondenter fick i uppgift att rangordna de vanligaste källorna till materialsvinn i Figur 7 utefter deras upplevelse. Se Figur 8 för en sammanställning av svaren. De fick även möjlighet att lägga till nya källor. BA4 återkopplade aldrig sin upplevda rangordning då den skulle göras på mail efter intervjun, trots flertalet påminnelser.

- Dålig kvalitét på materialet
- Transportskador
- Bristfällig lagring på byggarbetsplatsen
- Fel produkt från leverantör
- Ineffektiv användning av material (t.ex. utnyttjar inte spillbitar av gips)
- Omarbete på byggarbetsplatsen pga. fel utförande
- Fel kvantitet lastas vid utlastning från fabrik
- Fel produkt från småhustillverkarens fabrik
- Beräkningsfel vid mängdning
- Konstruktionsfel
- Tillverkningsfel från leverantör
- Tillverkningsfel från småhustillverkarens fabrik
- Olyckor på arbetsplatsen
- Stöld av material
- Övrigt

Figur 7. Källor till materialsvinn i studien.

Figur 8. Visar konstruktörens, eftermarknads och byggnadsarbetarnas upplevda rangordning av de vanligaste källorna till materialsvinn.

4.2.2 Hur kan erfarenhetsåterföringen gällande överblivet material mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare utformas?

Konstruktion & eftermarknad

Vid intervjuerna med EM och K framkom det att byggnadsentreprenörerna nästintill aldrig återkommer till småhustillverkaren om de har fått material över ute på byggarbetsplatsen. Konstruktören uttrycker att han gärna hade fått information om mängden överblivet material om byggnadsentreprenörerna hade varit villiga att ge den. K utvecklar att informationen i så fall skulle behöva vara sammanställd från flera olika byggnadsentreprenörer eftersom alla har olika arbetsutföranden. Parametrar som påverkar byggnadsentreprenörens arbetssätt som är intressant att ha med i sammanställningen skulle vara hur stora bygglagen är, hur länge och hur frekvent de har jobbat tillsammans med småhustillverkaren samt om de har flera projekt igång samtidigt.

K berättar att alla byggnadsentreprenörer bjuds in en gång om året för att delta på ett byggsamordningsmöte där olika roller från småhustillverkaren medverkar, bland annat VD, inköpschef, EM, ritkontorschef och konstruktörer. På mötet diskuteras olika problem och byggnadsentreprenörerna har möjlighet att lägga fram förbättringspunkter.

K förklarar att det oftast kommer upp problem som diskuterats flera gånger innan men som inte går att göra så mycket åt eftersom någon byggnadsentreprenör tycker en sak och en annan tycker annorlunda. Om något ska ändras måste uppfattningen vara densamma hos alla byggnadsentreprenörer. Hänsyn måste även tas till att lösningarna ska fungera i fabriken. Han belyser dock att det alltid är bra att få feedback och att mötena på det viset är nyttiga.

Intervjupersonen på EM håller med om att det hade varit intressant att föra statistik på vad källan till materialsvinnet är. På det viset kan olika leverantörer och byggnadsentreprenörer jämföras för att se om någon sticker ut och i ett senare skede undersöka orsaken till det.

Byggnadsentreprenörerna använder idag inget system för att informera om det blir material över på byggarbetsplatsen. EM har inga konkreta förslag på hur den återföringen från byggnadsentreprenörer i så fall skulle se ut. K tycker det skulle vara intressant med ett system för återkopplingen från byggnadsentreprenörer. Han belyser att det måste vara smidigt för byggnadsentreprenörerna samt småhustillverkaren och föreslår att byggnadsentreprenörerna inte måste skriva upp exakt vad de fått över utan att det räcker med att skicka bilddokumentation. Under tiden som de bygger är det ofta bråttom och dåligt väder så byggnadsentreprenörerna är troligen inte så motiverade att sitta och skriva för mycket fortsätter han. Han föreslår även att det totala virket som blir över skulle kunna vägas så att det inte behöver sorteras i rätt dimensioner. Sedan kan vikterna på ett enplanshus och 1 ½-planshus jämföras och skillnaderna analyseras. På de husmodellerna där vikten på det överblivna materialet är högt kan procentpåslagen justeras. Han håller med om återkopplingen måste ske löpande under projektet då material slängs allt eftersom delar färdigställs.

EM är medveten om att hennes roll på företaget gör att hon bär på väldigt mycket kunskap som är beroende av henne och ingen annan känner till. Avvikelserna kring saknat material finns noggrant dokumenterade men all övrig information som framkommer i samtal med olika byggnadsentreprenörer eller leverantörer noteras inte utan finns bara i form av tyst kunskap. Endast när hon upplever att fler byggnadsentreprenörer hört av sig angående samma problem utreds orsaken. Hon nämner även att den kunskap hon får via samtal borde dokumenteras i större utsträckning för att vara tillgänglig för andra om hon är borta eller slutar. EM beskriver sina arbetsuppgifter som att släcka bränder och lösa problem snarare än att förebygga dem.

Byggnadsarbetare

Samtliga BA vittnar om att de sällan meddelar småhustillverkaren om de fått material över på byggarbetsplatsen. De är överens om att kontakten med småhustillverkaren fungerar väldigt bra och att de ofta får gehör för sina synpunkter. Samtliga BA nämner den årliga träffen för alla byggnadsentreprenörer som arbetar med Eksjöhus. Alla har en positiv bild till mötet där det finns möjlighet att ta upp problem. Två av BA:arna upplever det som ett problem att det ofta blir material över på byggarbetsplatsen eftersom de då måste göra sig av med det. BA4 menar att det alltid är ett större problem om det saknas material än om det är för mycket levererat. Han förklarar även att olika typer och lutningar på taket kan leda till olika kvadratmeter och ifrågasätter om mängdningen anpassas till det. BA4 berättar att han nästintill alltid får ventilationsrör över och tror att småhustillverkaren skickar med extra ifall systemet måste byggas om på grund av att det krockar med en takstol. Även BA2 vittnar om att det ofta blir ventilationsrör över.

BA1 har inga konkreta förslag på hur en systematisk återföring av information om mängden överblivet material skulle se ut, men påpekar att den inte får vara för tidskrävande. Han tror att Excel-filen som tagits fram som ett förslag hade varit ett svårt sätt att arbeta på. Han menar att de inte har någon dator på byggarbetsplatsen och att den tar för lång tid att fylla i. –"Det görs inte, det vet jag. Det kommer aldrig att göras oavsett hur smidig den är", fortsätter han.

BA4 förklarar att småhustillverkaren håller på att ta fram en app för att kunna skicka ritningar digitalt och föreslår att den skulle kunna innehålla någon form av återkoppling för varje projekt. Han berättar att eftermarknad är hårt överbelastad redan idag och att han därför inte ringer i onödan vilket gör att rapporteringen oftast uteblir. Han tillägger att det skulle vara möjligt att ta rapporteringen ett steg längre och ta kontakt med den som har ritat huset eller den som har gjort mängdspecifikationen. K föreslog att byggnadsentreprenörerna kan ta bilder på det överblivna materialet och skicka över, vilket BA3 tror skulle fungera i praktiken. Han menar att det inte tar så mycket tid och om småhustillverkaren skulle vara intresserad av informationen kan han tänka sig att hjälpa dem med den dokumentationen. BA2 är inne på samma spår och tror att bild-återföringen hade fungerat. Han tror även att Excel-filen skulle kunna fungera men menar att det finns en risk att byggnadsentreprenörer inte prioriterar den på grund av tidsbristen.

4.2.3 Hur kan småhustillverkare arbeta på ett strukturerat och tidseffektivt sätt för att ta tillvara på tidigare erfarenheter för att optimera mängden material för kommande projekt?

Procentpåslagen är i dagsläget framtagna utifrån tidigare erfarenhetsvärden men de bygger inte på någon statistik utan är uppskattade värden som låter rimliga. Det är inte vanligt att procentpåslagen ändras men de kan ske vid upprepade noteringar från byggnadsarbetarna. Om EM återkommande får feedback om att det saknas material och de inte hittar någon given orsak till problemet, kan en höjning av procentpåslaget vara en lösning. Procentpåslagen har alltid funnits så länge K jobbat på företaget vilket är 12 år, men de har uppdaterats några gånger under tiden. För några material har K testat att ta bort procentpåslagen för att se om de är nödvändiga. Gav det ingen reaktion från BA:arna antog han att påslagen inte behövdes. Han kommenterar även att det är mycket möjligt att det finns fler material där det inte behövs procentpåslag.

K beskriver ett exempel där procentpåslagen gått från 10% till 15% och sedan till 20% för en sorts takgips. Anledningen var att de återkommande fick information om att de inte räckte. Det berodde troligen på att hus med mer komplicerade tak med många olika vinklar kräver mer material då det behövs mer justering och kapning. På fyrkantiga och enkla tak tror K att det beställs för mycket takgips på grund av det höga procentpåslaget. Han kommer även fram till att det skulle gå att justera procentpåslaget för husen med enklare tak i framtiden för att minska mängden svinn.

BIM existerar inte i stor utsträckning på företaget men en större implementering av 3D-modulering för att underlätta mängdningen diskuterades under intervjun med K. De har försökt ta ut mängder från modellen tidigare men att det var väldigt svårt. I dagsläget används CAD programmet DDS (Data Design System) för både arkitekter och konstruktörer. De modulerar endast upp det som behövs för att få ut kompletta 2D-ritningar. När byggnaden inte ritats exakt som den ska se ut i verkligheten stämmer inte mängderna om de tas ut från programmet. För att det ska fungera måste allt ritas rätt i modellen vilket kräver väldigt mycket tid. Då byggnadsentreprenörerna inte har behov av en 3D modell ute på byggarbetsplatsen finns det inte tillräckligt med motiv för att använda BIM. En stor anledning till att det blir mycket svinn tror K beror på att det är

svårt att få alla konstruktörer att mängda exakt likadant. En del avrundar uppåt, andra nedåt och vissa oftare än andra. Där ser han en fördel med att utnyttja mängdtagning i modellen men det krävs mycket jobb för att komma dit.

4.3 Sammanfattning av insamlad empiri

Samtliga intervjuer ger en överensstämd bild över att den rapportering som finns idag mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare handlar om saknat material och inte överblivet material. Förslag som lyfts fram på hur en systematisk återföring av information kring mängden överblivet material skulle kunna se ut är att fota materialet, föra in informationen i en app, väga materialet istället för att sortera i varje dimension samt att använda sig av en Excel-fil där byggnadsentreprenören fyller i mängden för varje material som blev över. BA:arna ställer sig positiva till att återföra informationen men påpekar att arbetssättet måste vara smidigt och tidseffektivt för att det ska vara möjligt. Både K och BA4 diskuterar kring att det kan vara så att enkla, platta tak har ett för högt procentpåslag på mängden gipsskivor än vad som är nödvändigt eftersom tak med flera lutningar kräver betydligt mycket mer gips än ett platt.

Småhustillverkaren använder sig inte av BIM för att ta fram mängder enligt observationsstudien. K framför att det i framtiden är ett möjligt sätt att arbeta på för att underlätta mängdberäkningen.

5 Analys och resultat

5.1 Analys

Nedan redovisas analysen utifrån de olika teorierna.

5.1.1 Waste

Under frågeställning 1 har intervjupersonerna fått lyfta fram vilka fem källor till materialsvinn som de upplever är vanligast. Koskela, Bølviken och Rooke (2013) skriver att orsakerna till slöseri behöver identifieras som ett steg för att sedan kunna applicera de sju slöserierna i ett byggprojekt. Utredningen kan användas för att få en överblick av vilka delar som är intressanta att arbeta vidare med. Al-Rifai och Amoudi (2016) redovisar i sin studie de vanligaste orsakerna till byggmaterialslöseri där flera av orsakerna är återkommande i den listan som respondenterna har fått rangordna. De gemensamma är omarbete på grund av utförandefel, dålig kvalitet på materialet, bristfällig förvarning samt transportskador. Under resultatet av frågeställning 1 hamnar inte omarbete inom de elva vanligaste källorna, se Figur 9, vilket är intressant eftersom Al-Rifai och Amoudi rangordnar det som den näst vanligaste källan. Det kan bero på att deras studie gäller generellt i byggbranschen, inom småhustillverkning där det är mindre projekt med större upprepning är omarbete inte lika vanligt förekommande. Dålig kvalitét på materialet hamnar högt upp på de båda listorna och kan därför anses vara ett vanligt förekommande problem. Bristfällig förvaring och transportskador återfinns längre ned på båda listorna vilket stärker trovärdigheten för att de ska placeras inom det intervallet. Två av de vanligaste källorna som intervjuerna redovisar, beräkningsfel vid mängdning och fel produkt från leverantör, tas inte upp alls av Al-Rifai och Amoudi. En anledning till det kan vara att författarna inte haft fokus på projektering och mängdning av material när det tagit fram listan utan endast inriktat sig på hur det senare hanteras och används.

Bølviken och Koskela (2016) nämner att kulturen i byggbranschen bygger på att lösa problem när de uppkommer snarare än att förhindra att de uppstår i första läget när de diskuterar kring varför byggbranschen inte har lyckats minska mängden slöseri. Personen från eftermarknad nämner i sin intervju samma sak där hennes arbetssätt främst går ut på att lösa problem för att arbetet ska fortskrida istället för att närmare utreda vad problemen beror på.

5.1.2 Knowledge Management

EM är väl medveten om att mycket av den kunskap som hon besitter inte är tillgänglig för andra i form av dokumentation vilket Polanyi (1962) kallar tyst kunskap. Det bygger hela frågeställning 2 på då erfarenhetsöverföringen gällande material som är över i dagsläget inte dokumenteras. För att undvika att information ska vara beroende av en enskild individ måste den hanteras systematiskt och dokumenteras så att den blir tillgänglig för andra (Polanyi, 1962). BA4 berättar att EM är hårt överbelastad och att de därför inte hör av sig i onödan, vilket är ytterligare en indikation på att EM behandlar mycket tyst kunskap och uppgifter som är svåra att få hjälp med utav andra. Samtliga intervjuade personer nämner det årliga byggmötet som i dagsläget är en bra kanal för att återföra information till småhustillverkaren. En styrka med personliga möten i den formen är enligt Meiling (2010) att personen som upplevt erfarenheten närvarar när det återkopplas vilket gör att risken minimeras för att de tysta delarna av kunskapen faller bort.

5.1.3 Effektivare arbetssätt med hjälp av BIM

Tre av fem intervjuade har med fel i mängdberäkningarna som en av de fem vanligaste orsakerna till materialsvinn. K som inte har med det nämner dock i intervjun att felaktiga mängdberäkningar troligen leder till en del svinn på grund av att alla räknar och avrundar olika. Det ger en tydlig indikation på att det ofta blir fel i mängdberäkningen. En orsak kan vara den mänskliga faktorn då den största delen av beräkningarna görs för hand. Enligt Olsen och Taylor (2017) kan dessa beräkningar göras med hjälp av BIM som ger en felmarginal på max 3% vilket är väldigt bra. Det gör även att tidsåtgången för att ta fram mängdspecifikationen kan minskas upp till 80%. Det är även intressant att mängdning genom BIM kommer på fjärde plats, se Tabell 8, av de fördelar som en BIM-implementering leder till enligt Lennartsson et al. (2018).

Ventilationsrör blir ofta över på byggarbetsplatsen vilket enligt BA4 kan bero på att småhustillverkaren skickar med extra rör för att gardera sig mot kollisioner. Det skulle kunna förebyggas genom att använda BIM och enklare göra kollisionskontroller. Enligt Lennartssons et al. (2018) studie framgår att endast en av sex utav de småhustillverkare som var med i studien använder sig av kollisionskontroller i dagsläget, se Tabell 7. De skriver även att hustillverkarna generellt ser kollisionskontroller som den största och mest positiva delen av att implementera BIM, se Tabell 8.

Lennartsson et al. (2018) redovisar även en rangordning på vad hustillverkarna upplever som begränsningar när det gäller BIM, se Tabell 9. Där kommer ”våra partners använder inte BIM” på tredje plats och ”svårt att integrera med andra system” på femte plats. Det kan kopplas till intervjun med K där det framkommer att han kan se fördelarna med mängdtagning i modellen men att det i praktiken inte fungerat så bra. Det kan bero på att företagets CAD program DDS kan vara svårt att integrera med andra program för att få ut en bättre mängdspecifikation. Han nämner även att BIM-modellen inte kommer kunna användas på byggarbetsplatsen då byggnadsentreprenörerna inte har den kunskapen, utrustningen eller behovet. Han anser att användningen av BIM därav minskar då den inte används i hela kedjan utan att det bara leder till mer jobb under konstruktion och arkitekturmoduleringen. Det sparar tid i mängdfasen men att få fram en fullständig modell med alla delar tar ännu mer tid.

En intressant aspekt är att ingen av de intervjuade rangordnar konstruktionsfel på ritningarna som en av de vanligaste källorna till materialsvinn. Det kan jämföras med Won et al. (2015) slutsats att 4,3–15,2 % av materialsvinnet på ett projekt kan minskas med hjälp av BIM. Eftersom ingen ansåg att konstruktionsfel ledde till materialsvinn finns det enligt denna studie ingen anledning att implementera BIM i liknande projekt för att just förbättra konstruktionsprojekteringen.

5.2 Vilka är de största upplevda källorna till materialsvinn enligt småhustillverkare respektive byggnadsentreprenörer?

Ett poängsystem infördes för att sammanställa respondenternas upplevda rangordning av källorna till materialsvinn där de fem vanligaste källorna enligt varje intervjuperson fick poäng i fallande skala från 5–1. Sammanställningen syns i Figur 9 nedan. Dålig kvalité på materialet, beräkningsfel från mängdning och fel produkt från leverantören anses vara de vanligaste källorna till materialsvinn.

Figur 9. Sammanställning av de vanligaste upplevda källorna till materialsvinn enligt de fem respondenternas svar.

5.3 Hur kan erfarenhetsåterföringen gällande överblivet material mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare utformas?

För att information inte ska falla bort måste den enligt Polanyi (1962) på något vis dokumenteras och inte endast vara muntlig mellan personer.

Ett möjligt sätt är att återföra informationen i form av bilder istället för text, byggnadsentreprenören kan då använda sig av smartphones som de har tillgång till på byggarbetsplatsen. De har däremot inte alltid tillgång till dator eller ipad enligt BA1 och den Excel-filen som togs fram som ett förslag skulle därför inte fungera i praktiken. Den är dessutom allt för tidskrävande för att byggnadsentreprenörerna ska använda sig av den.

Ett annat sätt är att utveckla en app, som BA4 nämnde i sin intervju, där byggnadsentreprenören kan gå in direkt utan att kontakta småhustillverkaren och föra in mängden överblivet material, vilket skulle avlasta EM. I appen skulle alla knutna till projektet vara sammankopplade och se informationen som förs in. Appen skulle vara uppbyggd på ett sådant sätt att den uppfyller K:s önskemål om att samla informationen från flera olika byggnadsentreprenörer och att det framgår hur lång erfarenhet de har, hur många projekt de arbetat ihop med småhustillverkaren och hur många projekt de har parallellt. På det sättet samlas all information på ett ställe vilket gör det enklare för K att bedöma om det är relevant att åtgärda.

Istället för att sortera virket i rätt dimensioner och uppskatta mängderna skulle byggnadsentreprenörerna kunna väga mängden totalt virke som blir över och småhustillverkaren kan då analysera om det ligger inom rimliga gränser för vad som borde bli över vid ett byggprojekt. Om vikten av material är högre än vanligt vid ett specifikt projekt eller en husmodell bör det studeras noggrannare för att hitta orsaken till den stora mängden överblivet material.

5.4 Hur kan småhustillverkare arbeta på ett strukturerat och tidseffektivt sätt för att ta tillvara på tidigare erfarenheter för att optimera mängden material för kommande projekt?

Då procentpåslagen enligt K endast är uppskattade erfarenhetsvärden skulle en noggrannare beräkning av dem troligen göra skillnad på sikt. Det styrks även av att K inte fått någon negativ respons då han någon gång testat att ta bort procentpåslaget på ett material. Det visar på att det kan finnas fler procentpåslag som är onödiga.

Genom att optimera procentpåslagen för varje material så att inte mer material än nödvändigt beställs kan mängden överblivet material minskas. För att optimera dessa påslag kan småhustillverkaren använda sig av den erfarenhetsåterföring som byggnadsentreprenörerna ger genom antingen bilder eller via en app. Genom att sammanställa informationen och upptäcka återkommande överblivna material kan påslagen för just dessa material justeras.

Med hjälp av BIM kan byggnaden modelleras i 3D och en kollisionskontroll kan utföras vilket gör att extra material för att gradera sig mot en kollision inte måste skickas med. I frågeställning 1 framgår att felmängdning är vanligt vilket är en bra anledning för att implementera BIM. Då kan mängder tas ut automatiskt och inga manuella beräkningar krävs vilket skulle spara både tid och ge bättre precision enligt Olsen och Taylor (2017).

Vid materialberäkningen av takgips skulle olika procentpåslag för husmodeller med platt eller lutande innertak användas. K tror att enkla, platta tak har ett högre procentpåslag än vad som egentligen är nödvändigt eftersom det anpassas efter de mer komplicerade taken.

5.5 Koppling till målet

Målet med arbetet är att ge konkreta förslag på hur erfarenhetsåterföringen kan utformas mellan småhustillverkare och byggnadsentreprenörer samt hur småhustillverkaren kan justera sitt arbetssätt för att bidra till en minskad mängd materialsvinn.

Första frågeställningen ger en bild av vilka som är de vanligaste källorna till materialsvinn. Genom att fokusera på de källor som presenteras högt upp i listan kan stora mängder av svinnet reduceras utan att behöva eliminera samtliga källor.

Andra frågeställningen tar fram förslag på hur byggnadsentreprenörerna kan arbeta för att återföra information till småhustillverkare på ett sätt som inte är för komplicerat eller tidskrävande för någon av parterna. Tredje frågeställningen ger konkreta exempel på hur småhustillverkaren kan anpassa mängderna beställt material med hjälp av den återföring som byggnadsentreprenörerna bidrar med. Det ger bättre optimerade mängdberäkningar med procentpåslag som är anpassade efter behovet som i sin tur leder till en reducerad mängd materialsvinn på byggarbetsplatsen.

6 Diskussion och slutsatser

I kapitlet redovisas en kort sammanfattning av studiens resultat samt förs en diskussion kring arbetet och dess konsekvenser.

6.1 Resultatdiskussion

Studien anses ha en relativt hög intern validitet då en triangulering applicerats i studien genom tre olika former av datainsamlingsmetoder samt att intervjuer genomförts med både småhustillverkare och byggnadsentreprenörer. Det som skulle höjt validiteten ytterligare hade varit fler intervjuer med konstruktörer hos småhustillverkaren för att kunna dra mer grundade slutsatser om frågeställning 3. Det hade även varit intressant med fler intervjuer på eftermarknad men då det endast är en person som arbetar på den avdelningen var det inte möjligt. Under intervjuerna blev det tydligt att de listade orsakerna till materialsvinn kunde tolkas på olika sätt samt att det var svåra att skilja på vissa. Det sänker validiteten då det inte går att säkerställa respondentens exakta tolkning av rangordningen. Då BA4 inte svarade på rangordningen sänker det trovärdigheten för frågeställning 1. För att ge mer trovärdighet till frågeställning 1 skulle fler intervjuer genomförts för att säkerställa resultatet. Eftersom endast fem personer besvarat frågan påverkar varje enskilt svar det slutgiltiga resultatet i stor utsträckning. Trots att intervjufrågorna skickades ut i förhand till respondenterna var upplevelsen att flera av byggnadsarbetarna inte var tillräckligt förberedda för att ge genomtänkta svar. Konstruktören var däremot väl förberedd och hade läst igenom frågorna noggrant i förväg, vilket ledde till välutvecklade svar.

Den externa validiteten bedöms vara relativt låg då det är en fallstudie, men resultatet anses generaliserbart till andra småhustillverkare med externa byggare. Studien tillför starten av en kartläggning av småtillverkares arbetssätt gällande materialsvinn på byggarbetsplatsen. Den är väl förankrad i tidigare forskning vilket även kopplas till den insamlade empirin. Genom triangulering mellan teori och intervjustudien stämmer några punkter överens och andra går isär. Då sambanden och skillnaderna analyserats noga ger det ytterligare trovärdighet till studien. Arbetsgången är ingående och beskrivande vilket ger goda möjligheter att genomföra samma studie hos fler småhustillverkare. Tillgång till intervjufrågorna för studien finns i bilagor vilket möjliggör att studien kan upprepas med exakt samma intervjufrågor. Det stärker reliabiliteten då samma resultat kan uppnås om studien upprepas. Se Tabell 11 nedan för sammanställning av hur begreppen för validitet och reliabilitet har tillämpats i studien.

Tabell 11. Sammanställning av hur validitet och reliabilitet har tillämpats i studien.

Trovärdighet	I teorin	Tillämpning
Intern validitet	Hur trovärdigt är resultatet?	• Triangulering av datainsamlingsmetoder • Intervjuer med både småhustillverkare och byggnadsentreprenörer • Fler intervjuer hos småhustillverkaren hade höjt trovärdigheten • Det finns tyngd i teorin • Svårt för respondenterna att uppfatta skillnaderna på källorna till materialsvinn • Brist på förberedelse hos byggnadsarbetarna • Saknas svar på rangordningen från BA4
Extern validitet	Kan resultatet appliceras i andra situationer?	• Fallstudier är svåra att applicera i andra sammanhang • Generaliserbar till andra småhusföretag med samma organisationsstruktur
Reliabilitet	Hur troligt är det att studien skulle kunna upprepas med samma resultat?	• Tillgång till intervjufrågor från studien • Transparens bakom studiens arbetsgång

6.2 Metoddiskussion

Valet av en fallstudie som metodval var nödvändigt då ett specifikt företags hantering av materialsvinn studerades närmare. En nackdel med fallstudie, som även tas upp i kapitel 2, är att det studerade fallet får representera ett större sammanhang vilket ska tas hänsyn till när resultatet analyseras. Observationsstudien krävdes för att få en tydlig bild av företagets arbetssätt och problemen kring materialsvinn för det fortsatta arbetet med intervju- och litteraturstudie. Undersökningen syftade till att ge förslag på hur erfarenhetsåterföringen kan utformas och hur beställningsmängderna av material kan optimeras och intervjustudie var därför ett bra metodval då det gav möjlighet till mer utvecklade svar och följdfrågor. Författarna är överens om att tillämpningen av metoderna sköttes väl och följde den uppställning som beskrivs i kapitel 2. Intervjuer genomfördes endast med en liten del av de byggnadsentreprenörer som småhustillverkaren arbetar ihop med. För att nå ett säkrare resultat skulle fler intervjuer ha utförts, vilket inte ansågs rimligt inom tidsramen för arbetet. Urvalet av intervjupersonerna gjordes med geografisk spridning i Svealand och Götaland vilket stärker generaliserbarheten. För att intervjuerna skulle ge användbara resultat krävdes en genomgående litteraturstudie för att sätta in författarna i ämnet. Inom de valda teorierna för arbetet, waste, knowledge management och BIM finns ett stort utbud av vetenskaplig litteratur vilket ger tyngd åt litteraturstudien.

6.3 Begränsningar

Studien är en fallstudie men resultatet kan tillämpas i andra småhusföretag med en liknande arbetsprocess. Under avgränsning beskrivs att studien begränsar sig ifrån organisationsstrukturer med egna byggare inom företaget vilket gör att generaliserbarheten för studiens resultat smalnar något. Arbetet avgränsar sig från vilka faktorer som skulle krävas för att motivera byggnadsentreprenörerna att använda sig av de metoder som föreslås för att återföra informationen vilket reducerar studiens användning. Då studien endast undersökt materialsvinnet ute på byggarbetsplatsen kan inte resultatet appliceras på den industriella tillverkningen i fabriken.

6.4 Slutsatser och rekommendationer

Det konstaterades i problembeskrivningen att materialsvinn inom byggbranschen är ett utbrett problem. Kommunikationen mellan byggnadsentreprenörer och

småhustillverkare behöver förbättras för att kunna dokumentera vart svinnet uppkommer och vad det beror på. Rapporteringen uteblir ofta på grund av att det inte finns ett antaget system mellan parterna. Studiens slutsats innehåller förslag på hur återföringen mellan byggnadsentreprenörer och småhustillverkare kan se ut, samt hur småhustillverkaren ska använda den dokumentationen för att optimera materialbeställningarna i framtiden.

Slutsatser:

- Bristfällig kvalité på materialet är den största upplevda orsaken till materialsvinn. Beräkningsfel från mängdning och fel produkt från leverantör är ytterligare vanliga orsaker som småhustillverkare borde fokuseras på att reducera i framtiden.
- Systemet för hur avvikelser för saknat material dokumenteras hos småhustillverkaren är välutvecklat. Det finns behov av att införa ett liknande arbetssätt gällande överblivet material för att minska mängden materialsvinn.
- Procentpåslagen är enbart uppskattade värden och inte grundligt framtagna från statistik och har därför potential att optimeras.
- Eftermarknadsavdelningen är överbelastad och arbetar i stor utsträckning för att lösa problem snarare än att förebygga dem.
- Beräkningsfel från mängdning är vanligt förekommande vilket beror på att det utförs manuellt.

Rekommendationer:

- Byggnadsentreprenörerna kan återföra informationen om överblivet material i form av bilder. Småhustillverkaren kan då dokumentera vilka material det handlar om och ungefärliga mängder. Dokumentationen kan senare användas för att analysera vilka material som i första hand behöver reduceras.
- Byggnadsentreprenörerna kan väga upp mängden överblivet material istället för att sortera i dimensioner och rapportera vikten till småhustillverkaren. Arbetssättet är tidseffektivt för byggnadsentreprenörerna och småhustillverkaren får en tydlig indikation på om vikterna skiljer sig mellan olika husmodeller.
- Alla involverade i projektet kan vara sammankopplade i en app där byggnadsentreprenören har möjlighet att föra in mängden överblivet material utan att behöva kontakta småhustillverkaren. Det sparar tid för både byggnadsentreprenörerna och eftermarknadsavdelningen.
- Skapa ett projekt under en begränsad tid, exempelvis ett halvår, där strävan är att få alla byggnadsentreprenörer att återföra informationen om överblivet material. Utifrån den data kan procentpåslagen för materialen optimeras. Det kan vara lättare att motivera byggnadsentreprenörerna att återföra under en begränsad tidsperiod än att ändra deras arbetssätt på sikt.
- Använd ett lägre procentpåslag för enkla innertak jämfört mot komplexa för att minska mängden överblivet takgips.
- Implementera BIM i arbetsprocessen för att utföra kollisionskontroller samt mer noggranna och tidseffektiva mängdberäkningar.

6.5 Förslag till vidare forskning

Studien redovisar de källor till materialsvinn som byggnadsentreprenörerna och småhustillverkaren upplever är vanligast förekommande. I ett vidare forskningsprojekt skulle byggnadsmaterialen kunna studeras noggrannare för att kartlägga vilka material som påverkar miljön mest och väga samman det med resultatet från denna studie. På

det viset kan de mest kritiska byggnadsmaterialen redovisas, de som både är vanligt förekommande samt har stor miljöpåverkan. Småhustillverkaren kan då fokusera på att reducera de kritiska byggnadsmaterialen i första hand.

Ytterligare ett forskningsområde är hur incitament ska skapas för att få byggnadsentreprenören att prioritera och ta tid till att återföra mängden överblivet material. Genom erfarenhetsåterföringen bidrar de till att minska materialsvinnet men det räcker troligen inte som motivation för att utföra ytterligare ett arbetsmoment.

Referensförteckning

Al-Rifai, J., & Amoudi, O. (2016). Understanding the Key Factors of Construction Waste in Jordan. *Jordan Journal of Civil Engineering, 10*(2), ss. 244-253. doi:10.14525/JJCE.10.1.3540

American Institute of Architects. (2008). *Quantifying sustainability: A study of three sustainable building rating systems and the AIA position statement.* Hämtat från https://www.iccsafe.org/gr/Documents/GreenToolkit/Quantifying_Sustainability-AIA.pdf

Anand, A., & Singh, M. (2011). Understanding Knowledge Management: a literature review. *International Journal of Engineering Science and Technology, 3*(2), ss. 926-939.

Andersson, N., & Lessing, J. (2017). The Interface between industrialized and project based construction. *Creative Construction Conference 2017*, (ss. 220-227). Primosten, Croatia. doi:10.1016/j.proeng.2017.07.193

Arshad, H., Qasim, M., Jamaluddin Thaheem, M., & Farooq Gabriel, H. (2017). Quantification of material wastage in construction industry of Pakistan: An analytical relationship between building types and waste generation. *Journal of Construction in Developing Countries, 22*(2), ss. 19-34. doi:https://doi.org/10.21315/jcdc2017.22.2.2

Bølviken, T., & Koskela, L. (2016). Why hasn't waste reduction conquered construction? *24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, (ss. 3-12). Boston, United States.

Bølviken, T., Rooke, J., & Koskela, L. (2014). The wastes of production in construction- A TFV based taxonomy. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production*, (ss. 811-822).

Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod* (4:1 uppl.). Malmö, Sverige: Studentlitteratur.

Erlandsson, M., Larsson, M., Malmqvist, T., & Kellner, J. (2016). *Byggandets klimatpåverkan: Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat flerbostadshus med massiv stomme av trä.* IVL Svenska Miljöinstitutet, Nr B 2260. Hämtat från https://www.ivl.se/download/18.29aef808155c0d7f05063/1467900250997/B2260.pdf

Garvin, D. (1993). Building a learning organization. *Harvard Business Review, 71*(4), ss. 78-91.

Gunasekera, V. S., & Chong, S. (2018). Knowledge management for construction organisations: A research agenda. *Kybernetes, 47*(9), ss. 1778-1800. doi:https://doi.org/10.1108/K-10-2017-0378

Håman, L., Prell, H., & Lindgren, E. (2015). *Riktlinjer för litteraturstudier vid IKI.* Institutionen för kost- och idrottsvetenskap. Göteborgs Universitet.

Josephson, P., & Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri i byggprojekt. Behov av förändrat synsätt.* Fou-Väst Rapport 0507. Hämtat från https://www.cmb-chalmers.se/wp-content/uploads/2015/10/sloseri_byggprojekt.pdf

Koskela, L., Bølviken, T., & Rooke, J. (Januari 2013). Which are the wastes of construction. *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013*, (ss. 905-914).

Lennartsson, M., Movaffaghi, H., & Linderoth, H. (2018). Exploration of the BIM Development and Application – Identifying Key Areas for the. *Proceedings of the 17th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* (ss. 1030-1037). Tampere, Finland: Mela, K., Pajunen, S. and Raasakka, V.

Lessing, J. (2015). *Industrialised House-Building - Conceptual orientation and strategic perspectives.* Lund: Lunds Universitet.

Liu, Z., Osmani, M., Demian, P., & Baldwin, A. (2015). A BIM-aided construction waste minimisation framework. *Automation in Construction, 59*, ss. 1-23. doi:https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.020

Meiling, J. (2010). *Continous Improvements and Experience Feedback in off-site Construction, Timber-framed Module Prefabrication.* Lule University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering.

Merriam, S. B. (1994). *Fallstudie som forskningsmetod.* Lund: Studentlitteratur.

Murata, K., Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2018). Sources of waste on construction worksite: a comparison to the manufacturing industry. *Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers*, *2*, ss. 973-981. Chennai, Indien. doi: doi.org/10.24928/2018/0280

Naturvårdsverket. (2018). *Avfall i Sverige 2016.* Rapport 6839, Stockholm.

Olsen, D., & Taylor, J. (2017). Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors. *Creative Construction Conference 2017. 196*, ss. 1098-1105. Primošten, Croatia: Procedia Engineering. doi:https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.067

Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera e undersökning.* Lund: Studentlitteratur.

Polanyi, M. (1962). *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy.* London: Routledge & Kegan Paul.

Razkenari, M. A., Fenner, A. E., Woo, J., Hakim, H., & Kibert, C. (2018). A Systematic Review of Applied Information Systems in Industrialized Construction. *Construction Research Congress 2018*, (ss. 101-110). Florida: Gainesville. doi:10.1061/9780784481295.011

SCB. (2018). *Uppkommet avfall (ton) efter näringsgren och vartannat år*. Hämtat från http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0305/MI0305T01B/table/tableViewLayout1/?rxid=0c734d53-3284-49ee-b321-88b22566be12 den 7 Februari 2019

Thurer, M., Thomasevic, I., & Stevenson, M. (2017). On the meaning of 'Waste': review and definition. *Production Planning & Control, 28*(3), ss. 244-255. doi:https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1264640

Won, J., Cheng, J. C., & Lee, G. (2015). Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: Case studies in South Korea. *Waste*

Management, 49, ss. 170-180. doi:https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.12.026

Yeong, A., & Lim, T. (2010). Integrating knowledge management with project management for project success. *Journal of Project, Programme & Portfolio Management, 9*(2), 8-19. doi:DOI: 10.5130/pppm.v1i2.1735

Bilagor

Bilaga 1 Intervjufrågor till byggnadsentreprenörer
Bilaga 2 Intervjufrågor till konstruktör
Bilaga 3 Intervjufrågor till eftermarknad

Bilaga 1 - Intervjufrågor till byggnadsarbetare, BA. 2/4 2019

Denna intervju görs i samband med ett examensarbete på Jönköpings Tekniska Högskola. Bakgrunden till arbetet handlar om hur man kan förbättra erfarenhetsåterföringen mellan småhustillverkare och byggnadsentreprenörer för att minska mängden slängt material genom att optimera mängden beställt material.

Vi kommer att spela in intervjun för att i efterhand kunna skriva ner exakt vad som har sagts och vill därför ha ditt godkännande för detta. Inspelningen och intervjun är konfidentiell vilket betyder att endast vi kommer ta del av det inspelade materialet och ditt namn kommer inte finnas med i rapporten.

Under intervjun kommer vi fokusera på det material som tas till byggarbetsplatsen som av någon anledning blir över. Begreppet svinn har vi valt att definiera som: Skillnaden mellan total kvantitet av material som tagits till arbetsplatsen och faktiskt använd kvantitet. Detta betyder att vi inte kommer behandla material som blir över i den industriella tillverkningen. Det som framförallt är intressant är löst material där Eksjöhus lägger på en procentsats på antalet för att försäkra sig om att materialet ska räcka, dessa procentsatser vill vi optimera för att undvika att material slängs i onödan.

1. Vad har du för roll på företaget du jobbar på?

2. Hur länge har du jobbat på företaget?

3. Hur många projekt har du arbetat på tillsammans med Eksjöhus?

4. Hur fungerar kommunikationen mellan er och Eksjöhus om något problem uppstår?

5. Vad är din upplevelse om hur den kommunikationen fungerar?

6. Hur ofta upplever du att ni får för mycket material? Upplever du detta som ett problem? Vilket material handlar det oftast om?

7. Rapporterar ni in mängden för mycket material till småhustillverkaren?

8. Har du någon uppfattning om vad orsakerna till det överblivna materialet kan vara? Vilken orsak är vanligast?

9. Vad gör ni med det överblivna materialet?

10. Finns det några önskemål/krav från Eksjöhus sida om att ni ska återföra information om hur mycket överblivet material det blir i dagsläget?

11. Händer det att ni inte använder materialet som Eksjöhus skickar med utan köper något annat material istället som passar er bättre?

12. Rangordna de olika källorna till materialsvinn som du upplever förekommer i störst mängd:
    1. Bristfällig lagring på byggarbetsplatsen
    2. Transportskador

3. Dålig kvalité på materialet
4. Fel kvantitet lastas vid utlastning från fabriken
5. Konstruktionsfel
6. Omarbete på byggarbetsplatsen p.g.a. fel utförande
7. Ineffektiv användning av material (tex, utnyttjar inte spillbitar av gips)
8. Olyckor på arbetsplatsen
9. Beräkningsfel vid mängdning
10. Stöld av material
11. Tillverkningsfel från leverantör
12. Tillverkningsfel från småhustillverkarens fabrik
13. Fel produkt från leverantören
14. Fel produkt från småhustillverkarens fabrik
15. Övrigt – namnge

13. Vad har ni för tillgång till tekniska hjälpmedel på byggarbetsplatsen så som mobil, ipad, dator?

14. Hur tror du att ni kan öka återföringen av informationen angående mängden för mycket material?

15. Vilka hinder ser ni för att upprätthålla en regelbunden återföring?

16. Nedan visas ett utkast på en Excelfil som skulle kunna användas för att återföra informationen om mängden överblivet material till Eksjöhus. Är detta ett möjligt sätt att återföra information på enligt dig? Vad ser du för brister/fördelar, har du andra förslag på hur man skulle kunna utforma återföringen?

Material	Lösvirke		Lösvirke		Lösvirke		Tillkapat virke		Isolering		Tätningar	
Orsak	Antal	dimension	Antal	dimension	Antal	dimension	antal	Dimension	säck/m2	dimension	antal/lpm	Typ
Bristfällig lagring												
Transportskada	10	21x120										
Dålig Kvalité på materialet												
Konstruktionsfel												
Omarbete												
ineffektiv anvädning av									2	145x540x1160		
Olycka på arbetsplatsen												
Stöld av material												
Tillverkningsfel frånleverntör												
Tillverkningsfel från Eksjöhus												
Fel produkt från leverantören												
fel produkt från Eksjöhus												
Övrigt – Namnge												
Övrigt – Namnge												

17. Har du några övriga synpunkter inom ämnet som du vill ta upp?

Bilaga 2 - Intervjufrågor till konstruktör, K. 18/3 2019

Denna intervju görs i samband med ett examensarbete på Jönköpings Tekniska Högskola. Bakgrunden till arbetet handlar om hur man kan förbättra erfarenhetsåterföringen mellan småhustillverkare och byggnadsentreprenörer för att minska mängden slängt material genom att optimera mängden beställt material.

Vi kommer att spela in intervjun för att i efterhand kunna skriva ner exakt vad som har sagts och vill därför ha ditt godkännande för detta. Inspelningen och intervjun är konfidentiell vilket betyder att endast vi kommer ta del av det inspelade materialet och ditt namn kommer inte finnas med i rapporten.

Under intervjun kommer vi fokusera på det material som tas till byggarbetsplatsen som av någon anledning blir över. Begreppet svinn har vi valt att definiera som: Skillnaden mellan total kvantitet av material som tagits till arbetsplatsen och faktiskt använd kvantitet. Detta betyder att vi inte kommer behandla material som blir över i den industriella tillverkningen. Det som framförallt är intressant är löst material där Eksjöhus lägger på en procentsats på antalet för att försäkra sig om att materialet ska räcka, dessa procentsatser vill vi optimera för att undvika att material slängs i onödan.

Hur länge har du jobbat på Eksjöhus?

Har du alltid jobbat som konstruktör?

Beskriv dina arbetsuppgifter.

Får du någon information om det saknas eller är för mycket material på någon arbetsplats?

Hur får du informationen om de saknas eller är för mycket material?

Är det vanligt att ni får information om detta?

Har ni något krav/önskemål från Eksjöhus sida att byggnadsentreprenörerna ska återkoppla angående mängden överblivet material?

Hur skulle du helst vilja få den informationen?

Är det intressant i så fall att veta vad anledningen till det överblivna materialet är?

Byggarna har egentligen ingen anledning att återföra informationen om att de har för mycket material, hur tror du man skulle få dem att börja återföra den informationen?

Hade det underlättat om ni hade egna snickare tror du?

Kommer det upp mycket bra information och frågor på den årliga byggträffen tycker du?

Över lag, tycker du att ni på Eksjöhus är bra på att ta in och åtgärda den information som kommer upp under dessa dagar?

Hur tror du man skulle kunna förbättra mängdningen? Är 3D modulering ett alternativ för att automatiskt kunna få ut mängderna från modellen?

Rangordnar de olika källorna till svinn nedan materialsvinn som du upplever förekommer i störst mängd:

1. Dålig kvalité på materialet
2. Transportskador
3. Bristfällig lagring på byggarbetsplatsen
4. Fel produkt från leverantören
5. Ineffektiv användning av material (tex, utnyttjar inte spillbitar av gips)
6. Omarbete på byggarbetsplatsen p.g.a. fel utförande
7. Övrigt – entreprenören köper in eget material
8. Fel kvantitet lastas vid utlastning från fabriken
9. Fel produkt från småhustillverkarens fabrik
10. Beräkningsfel vid mängdning
11. Konstruktionsfel
12. Tillverkningsfel från leverantör
13. Tillverkningsfel från småhustillverkarens fabrik
14. Olyckor på arbetsplatsen
15. Stöld av material

Är det intressant att ta reda på de här olika orsakerna till svinnet?

Hur skiljer sig två olika projekt med samma husmodell när ni mängdar? Är det stor skillnad?

Varför lägger ni på ett procentpåslag på vissa material?

Hur har ni tagit fram procentpåslagen?

Har procentpåslagen alltid funnits så länge du jobbat med detta?

Hur ofta skulle du säga att de ändras?

Är det vanligt att ni måste skicka ut nytt material trots att ni har procentpåslagen?

Nedan visas ett utkast på en Excelfil som skulle kunna användas för att återföra informationen om mängden överblivet material till Eksjöhus. Är detta ett möjligt sätt att återföra information på enligt dig? Vad ser du för brister/fördelar, har du andra förslag på hur man skulle kunna utforma återföringen?

Material	Lösvirke		Lösvirke		Lösvirke		Tillkapat virke		Isolering		Tätningar	
Orsak	Antal	dimension	Antal	dimension	Antal	dimension	antal	Dimension	säck/m2	dimension	antal/lpm	Typ
Bristfällig lagring												
Transportskada	10	21x120										
Dålig Kvalité på materialet												
Konstruktionsfel												
Omarbete												
ineffektiv anvädning av									2	145x540x1160		
Olycka på arbetsplatsen												
Stöld av material												
Tillverkningsfel frånleverntör												
Tillverkningsfel från Eksjöhus												
Fel produkt från leverantören												
fel produkt från Eksjöhus												
Övrigt – Namnge												
Övrigt – Namnge												

Har du något mer du tänkt på som du skulle vilja ta upp?

Bilaga 3 - Intervjufrågor till eftermarknad, EM. 18/3-2019

Denna intervju görs i samband med ett examensarbete på Jönköpings Tekniska Högskola. Bakgrunden till arbetet handlar om hur man kan förbättra erfarenhetsåterföringen mellan småhustillverkare och byggnadsentreprenörer för att minska mängden slängt material genom att optimera mängden beställt material.

Vi kommer att spela in intervjun för att i efterhand kunna skriva ner exakt vad som har sagts och vill därför ha ditt godkännande för detta. Inspelningen och intervjun är konfidentiell vilket betyder att endast vi kommer ta del av det inspelade materialet och ditt namn kommer inte finnas med i rapporten.

Under intervjun kommer vi fokusera på det material som tas till byggarbetsplatsen som av någon anledning blir över. Begreppet svinn har vi valt att definiera som: Skillnaden mellan total kvantitet av material som tagits till arbetsplatsen och faktiskt använd kvantitet. Detta betyder att vi inte kommer behandla material som blir över i den industriella tillverkningen. Det som framförallt är intressant är löst material där Eksjöhus lägger på en procentsats på antalet för att försäkra sig om att materialet ska räcka, dessa procentsatser vill vi optimera för att undvika att material slängs i onödan.

Hur länge har du jobbat på Eksjöhus?

Vad har du för roll på företaget och vilka arbetsuppgifter innebär det?

Hur stor andel av de samtal du tar under en vecka skulle du säga är projekt nu och projekt som är slutbesiktade?

På vilket sätt kontaktar de byggentreprenörer som sätter upp huset er om det skulle vara något?

Hur stor andel av ärendena från byggentreprenörerna angående avvikelser hamnar direkt hos dig?

Rapporterar byggnadsentreprenörerna någon gång in om de fått för mycket material och vad gör du med den informationen?

Om det blir över av ett visst material på ett projekt, vad gör byggentreprenörerna med det?

Händer det ofta att byggentreprenören skickar tillbaka material till er som blivit över?

Hur många samtal får du uppskattningsvis dagligen om materialmängder?

Om ni får in ett samtal antingen till dig eller säljaren där det saknas någon typ av material, reds det alltid ut vad orsaken är?

Hur löses det ekonomiskt om det blivit fel eller saknas material?

Är det vanligt att ni måste skicka ut nytt material till byggarbetsplatsen?

Samordnas transporterna med restmaterial?

Finns det några uttalade önskemål eller krav från er sida att byggentreprenörerna ska återkoppla om de fått överblivet eller saknat material?

Hur brukar byggträffarna ni har med byggnadsentreprenörerna varje år se ut? Vilka medverkar?

Hur mycket av det som kommer fram upplever du att ni tar åt er av och åtgärdar?

Har ni från Eksjöhus några krav på vad byggentreprenörerna ska ha för teknisk utrustning ute på byggarbetsplatsen? Ex dator eller Ipad.

Finns det en lagbas med en arbetsledare ute på varje bygge eller är det endast snickare?

Rangordna de olika källorna till materialsvinn som du upplever förekommer i störst mängd.

1. Vart i ledet märker ni att ni till exempel har fått fel fönster?
2. Tillverkningsfel från leverantör
2. Beräkningsfel vid mängdning
3. Fel produkt från leverantören
4. Fel produkt från småhustillverkarens fabrik
5. Övrigt – Inköp beställer fel
6. Konstruktionsfel
7. Olyckor på arbetsplatsen
8. Transportskador
9. Ineffektiv användning av material (tex, utnyttjar inte spillbitar av gips)
10. Tillverkningsfel från småhustillverkarens fabrik
11. Dålig kvalité på materialet
12. Bristfällig lagring på byggarbetsplats
13. Fel kvantitet lastas vid utlastning från fabriken
14. Övrigt- Säljaren gör fel
15. Stöld av material
16. Omarbete på byggarbetsplatsen p.g.a. fel utförande

Kan ni lokalisera till vem problemen tillhör om det ex. skulle vara fel beställning från inköp?

Är det intressant att ta reda på de olika källorna?

Är det relevant att på något vis föra statistik på det här?

Det finns två olika sorters kunskap, explicit och tyst. Där explicit kunskap är registrerad, dokumenterad information som är lätt för andra att ta del av medan tyst kunskap endast finns inom människor: Den kunskap som du möter och ska överföra i jobbet, är den beroende av dig? Skulle du beskriva den som explicit eller tyst?

Skulle det gå att få ner den tysta kunskapen på paper?

Skulle någon ha nytta av den?

Hur skulle du beskriva dina arbetsuppgifter utifrån att släcka bränder kontra förebygga fel?

Hur upplever du systemet med återkopplingen från byggnadsentreprenörer idag? Vilka problem upplever du? Förbättringspunkter? Vad fungerar bra?

Idag finns det inget sätt som byggentreprenörerna kan återföra informationen om överblivet material på ett smidigt sätt, tror du det skulle vara intressant att ha det?

Nedan visas ett utkast på en Excelfil som skulle kunna användas för att återföra informationen om mängden överblivet material till Eksjöhus. Är detta ett möjligt sätt att återföra information på enligt dig? Vad ser du för brister/fördelar, har du andra förslag på hur man skulle kunna utforma återföringen?

Material	Lösvirke		Lösvirke		Lösvirke		Tillkapat virke		Isolering		Tätningar	
Orsak	Antal	dimension	Antal	dimension	Antal	dimension	antal	Dimension	säck/m2	dimension	antal/lpm	Typ
Bristfällig lagring												
Transportskada	10	21x120										
Dålig Kvalité på materialet												
Konstruktionsfel												
Omarbete												
ineffektiv anvädning av									2	145x540x1160		
Olycka på arbetsplatsen												
Stöld av material												
Tillverkningsfel frånleverntör												
Tillverkningsfel från Eksjöhus												
Fel produkt från leverantören												
fel produkt från Eksjöhus												
Övrigt – Namnge												
Övrigt – Namnge												

Om man skulle återföra information om överblivet material, är det just lösmaterial som är intressant i så fall?

Har du några övriga synpunkter som du känner att du vill ta upp eller som vi har missat?