

Forskningsrapport LIU-IEI-RR-17/00263-SE

**Industriellt byggande i trä –
nuläge och prognos mot 2025**

Staffan Brege

Tomas Nord

Lars Stehn

Förord

Sammanfattning

Mot bakgrund av samhällsliga utmaningar kopplade till demografi, klimat, sysselsättning och krav på resurseffektivitet kan industriellt träbyggande bidra med följande i ett tidsperspektiv fram till 2025:

- Bygga upp en kapacitet för industriell träbyggande som kan leverera 50 % av flerbostadshusen som byggs på den svenska marknaden (17 500 lägenheter varav 15 000 producerade inom landet) och samtidigt nå en 30-35%-ig materialandel inom segmentet lokaler.
- Därigenom skapa 8 000 nya jobb inom prefabricering i fabriksmiljö och bidra till att flytta 6 000 jobb från storstad till landsbygd. Detta kan vara en delösning på bristen på inhemsk byggarbetskraft – att flytta ut jobben på landet och att ”göra om” snickare till maskinoperatörer. Detta kan även vara en möjlighet för integrering av nyanländ arbetskraft.
- Utnyttja träets potential för minskad klimatbelastning jämfört med andra byggmaterial. Ett industriellt flerbostadshus har 40 % lägre CO2 utsläpp än ett jämförbart betonghus. Motsvarande siffra för lokaler är minus 35-40% (baserat på sammanfattande och nya analyser av Tyréns).
- Minska klimatbelastningen med 0,7-0,8 miljoner ton CO2 ekvivalenter genom att substituera från betong till trä – en besparing som utgör knappt 3 % av den totala mängd utsläpp som Sveriges handlande och icke handlande sektorer ska anpassa sig till för år 2030. Om träets kollagring adderas till substitutionseffekten så blir den kalkylmässiga besparingen 2-4 miljoner ton CO2 ekvivalenter.
- Bygga resurseffektivare med industriellt byggande och framförallt utnyttja den potential till fortsatta effektivitetsförbättringar som ligger i att öka volymerna. Detta sker genom högre nivåer på byggproduktionen i kombination med kraftigt ökade marknadsandelar. Industriellt byggande har bättre kontroll över processer som även inkluderar underentreprenörer och konsulter och kan genom bättre integration och partnerskap verka dämpande på en marknad som kännetecknas av stora svängningar i lägen präglade av överhettning respektive nedgång och stiltje.

En avslutande kommentar gäller behovet av kapacitet på den svenska marknaden för bostadsbyggande. Svensk skogs- och träindustri verkar i dagsläget stiga in med stora kapacitetsutbyggnader i ett läge där det inte är särskilt troligt att svensk betongindustri fortsätter att expandera. Vi bedömer att osäkerheten vad gäller klimatfrågan är för stor för att man från betongsidan ska ge sig in på stora investeringar i nuläget. De stora byggbolagen verkar ägarmässigt frikoppla sig från betongbranschen och är därmed ännu

mera obundna att gå över till en trästrategi när incitamenten blir tillräckligt stora och tydliga. Detta är en stor möjlighet för industriell träbyggande.

Innehållsförteckning

1	Uppdraget härlett ur samhällets utmaningar.....	1
2	Samhälleliga utmaningar – demografi och klimat.....	2
2.1	Den demografiska utvecklingen.....	2
2.1.1	Rapportens framskrivning av bostadsbyggandet till 2025	3
2.2	Klimatbelastningen.....	4
2.2.1	Rapportens extrapolering av klimatbelastningen fram till 2025	5
3	Industriellt byggande i trä – hur svara upp mot utmaningarna?.....	7
3.1	Kapacitetsutbyggnad av prefabricerat träbyggande.....	7
3.1.1	Nuläge år 2015	7
3.1.2	Kapacitetsutbyggnad fram till år 2025	10
3.1.3	Prefabricerat träbyggande – en framskrivning för år 2025	11
3.1.4	Flytta sysselsättning från stad till land	12
3.2	Träbyggandets bidrag till minskad klimatbelastning.....	13
3.2.1	Livscykelanalys av en byggnads klimatbelastning	13
3.2.2	Träbyggandets bidrag till att minska klimatbelastningen	14
3.3	Prefabricering är resurseffektivare	17
4	Olika prefabriceringsstrategier – tillväxt kräver flera vägar	18
5	Summering och avslutande kommentar	19

1 Uppdraget härlett ur samhällets utmaningar

Det svenska samhället står inför stora utmaningar bl.a. förorsakade av den demografiska utvecklingen med stark befolkningstillväxt tillsammans med en kraftig urbanisering, mycket ambitiöst satta mål för minskning av klimatbelastningen samt att hålla sysselsättningen på en hög nivå med en "rimlig" fördelning av arbetstillfällen mellan stad och land. Som en konsekvens av dessa drivkrafter kommer kraven på ökat och "klimatsmartare" byggande av bostäder och lokaler att bli allt mer påtagliga. Dagens situation (2017) på en överhettad byggmarknad, främst i våra tre storstäder och i regioncentrerna, är i sig en samhällelig utmaning. Vi måste öka byggtakten och bygga mera resurseffektivt, bygga med mindre klimatbelastning och helst också bidra med sysselsättning ute i landet.

Utredningens uppdrag är att beskriva nuläget för sektorn för industriellt byggande i trä samt göra en framskrivning till år 2025. I uppdraget ligger att peka på hur det industriella byggandet i trä kan bidra till att hitta lösningar på vissa av våra mest akuta samhällsproblem.

Rapporten fokuserar på tillväxten på byggmarknaden för bostäder och lokaler och dess effekter på klimatbelastning, sysselsättning och resurseffektivitet. När det gäller volymen på det framtida bostadsbyggandet riktas analysen mot hur snabbt utbudet av prefabricerad tillverkning av byggsystem i trä kan utvecklas i förhållande till det behov av bostäder och lokaler som prognosticeras. En detaljerad analys av förutsättningarna för att efterfrågan ska "följa efter" utbudet har inte gjorts. Likaså adresserar inte rapporten en del viktiga frågeställningar som rör byggkonsekvenserna av vår alltmer åldrande befolkning, liksom de utmaningar som digitaliseringen kommer att ställa.

Metodmässigt är utredningen till största delen en skrivbordsstudie, där information och resultat från befintliga data och analyser har ställts samman. En styrgrupp av experter har varit ett stöd i arbetet och inte minst har en egen primärdatainsamling legat bakom prognoserna av de framtida kapacitetsutbyggnaderna inom prefabricering samt vissa nyckeltal gällande resursåtgång inom industriell träbyggande. Då frågan om klimatbelastning är komplicerad och kontroversiell har ett uppdrag lagts ut på Tyréns – ett av landets ledande konsultföretag inom samhällsbyggnad – för att komplettera livscykelanalyser på olika typobjekt inom sektorn lokaler samt att sammanställa resultaten från redan gjorda kalkyler inom flerbostadsbyggandet.

2 Samhälleliga utmaningar – demografi och klimat

Ovanstående problembeskrivning visar på att bostadsbyggandet utgör både en viktig del av våra samhälleliga problem liksom en viktig del av lösningen på dessa problem.

2.1 Den demografiska utvecklingen

Det är främst den demografiska utvecklingen i form av stark befolkningsökning och kraftig urbanisering som driver på mot behovet av ett stark utökat byggande av bostäder och lokaler och däribland främst flerbostadshus. Överlagrat på utvecklingen är ett redan i utgångsläget uppdämt behov av nya bostäder. Boverket (Boverket, 2016) räknar med att detta uppdämda behov har ökat med ca 100 000 bostäder sedan 2012.

Boverket (Boverket, 2016) visar i sin senaste framskrivning på ett ackumulerat byggbehov under tioårsperioden 2016-2025 på 710 000 bostäder, vilket utlagt längs en konjunkturkurva innebär 88 000 bostäder per år under perioden 2016-2020 samt 54 000 bostäder per år under perioden 2021-2025. Prognosen baseras på SCBs uppskattning av att Sverige år 2025 har 11,2 miljoner innevånare (och år 2030 11,5 miljoner). Denna senaste i raden av behovsanalyser har anpassats efter SCBs prognos om en snabbare befolkningstillväxt än vad som tidigare antogs fram till 2021. Dock innebär inte ett uppskattat behov detsamma som att det byggs i samma utsträckning, vilket inte minst historien har lärt oss. Sveriges Bygginstrumenter, i deras senaste konjunkturindikator för första kvartalet 2017 (Sveriges Bygginstrumenter, 2017), spår att bostadsbyggande räknat i antalet påbörjade bostäder kommer att toppa i år på drygt 66 000 bostäder och sedan gå ner mot 60 000 under år 2018.

Det är den demografiska utvecklingen i kombination med rådande bostadspolitik och lågränteekonomin efter finanskrisen som främst har drivit på mot stigande bostadspriser och en närmast kronisk bostadsbrist, speciellt i storstäderna. Detta har lett till en alltmer påtaglig överhettning på bygg- och fastighetsmarknaderna. Om vi går till Konjunkturinstitutets konjunkturbarometer så skedde ett skifte vid årsskiftet 2014/2015, där efterfrågesituationen som främsta flaskhals för ökat byggande bytte plats med brist på arbetskraft. I dagsläget svarar brist på arbetskraft för 80 % av de hinder som upplevs för ett ökat byggande.

Överhettningen inom byggandet är främst ett storstadsfenomen, inom de tre storstäderna men även alltmer tydligt inom de regionala centren. Överhettningen leder till en rad oönskade effekter som kraftigt stigande priser och kostnader, bristande kvalitet, långa ledtider samt bristande kontroll över den förlängda hierarki av underleverantörer som utvecklas. Det råder brist på inhemska byggnadsarbetare, men inräknat ett betydande och därutöver flexibelt inflöde av utländska byggfirmor och byggnadsarbetare har vi ändå svårt att överblicka det totala utbudet av arbetskraft. Det vi med större säkerhet vet, är att vi framöver har stora inhemska pensionsavgångar av byggnadsarbetare vilka med svårighet

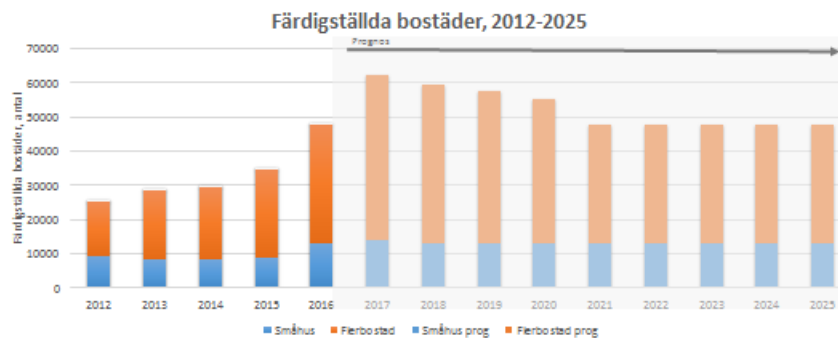
matchas av tillskotten från vårt utbildningssystem. Trycket på våra tre storstadsregioner tros inte minska. Enligt Boverkets prognoser kommer 75 % av det framtida byggandet fram emot 2025 att ske inom storstäderna.

2.1.1 Rapportens framskrivning av bostadsbyggandet till 2025

Vår prognos för det framtida bostadsbyggandet (inklusive lokaler) fram till 2025 följer behovsanalysen/prognosen från Boverket vad gäller konjunkturförlopp, men går mera på Sveriges Byggnadsindustriers prognos (som gäller 2017 och 2018) vad gäller lite lägre nivåer på bostadsbyggandet. Vår utgångspunkt för det senare ställningstagandet är att flaskhalsarna i byggandet kommer att vara så stora, att ett byggande upp mot 70-80 000 bostäder är svårt att åstadkomma samtidigt som också byggandet av lokaler och infrastruktur ligger högt.

Vad gäller bostadsbyggandet så förväntas byggandet av flerbostadshus gå upp mot intervallet 45-50 000 (färdigställda) lägenheter per år mellan 2017-2020, för att därefter lägga sig på i genomsnitt 35 000 lägenheter per år fram till 2025. Jämfört med 2012 (året som våra mera detaljerade klimatutsläpp inom bostadsbyggandet är beräknade utifrån) innebär detta en dryg fördubbling i slutet av perioden, men under konjunkturtoppen fram till 2020 är vi uppe i en tredubbling. Byggandet av småhus förväntas gå upp mot 13-14 000 hus och sedan ligga tämligen stabilt (från 9500 år 2012). Byggandet av övriga lokaler beräknas öka med ca 25 %, dvs. runt 2 % per år i genomsnitt, från 2012 till 2025.

Bostadsbyggandet bedöms öka de kommande åren för att plana ut fram mot 2021



Figur 1: Antalet färdigställda bostäder 2012 – 2025 (prognos för 2017-2025)

2.2 Klimatbelastningen

Vad gäller klimatbelastningen har Sverige satt ambitiösa mål, som överstiger EUs gemensamma målsättningar, fram till 2030. Inom den s.k. "handlande sektorn" som innefattar tung industri med stora utsläpp så är målsättningen satt på EU-nivå med en minskning mellan 2005 och 2030 på 43 % räknat i CO₂ ekvivalenter. Sverige följer där den kollektiva målsättningen och bedriver arbetet på internationell nivå. Däremot inom den "icke handlande sektorn" ("allt övrigt" inklusive transporter, byggande etc) är den svenska målsättningen mera ambitiös och fokuserar på en minskning med 58 % för samma tidsperiod. Arbetet med minskningar inom den icke handlande sektorn bedrivs på nationell nivå.

De samlade utsläppen från båda sektorerna är i dagsläget 57 miljoner ton CO₂-ekvivalenter och de ska till år 2030 vara nere i 33 miljoner ton, varav den icke handlande sektorn har ett utrymme på 18 miljoner ton och den handlande sektorn på 15 miljoner ton. Inte minst för den icke handlande sektorn är detta en mycket ambitiös målsättning. När det gäller klimatbelastningen från bostadsbyggande så räknas de in i båda sektorerna, framställning av cement och stål ligger inom den handlande sektorn och trämanufaktur, transporter och byggande ligger inom den icke handlande sektorn. Därför är det relevant att jämföra bostadsbyggandets klimatpåverkan med den totala målsättningen för 2030 vilken inkluderar båda sektorerna.

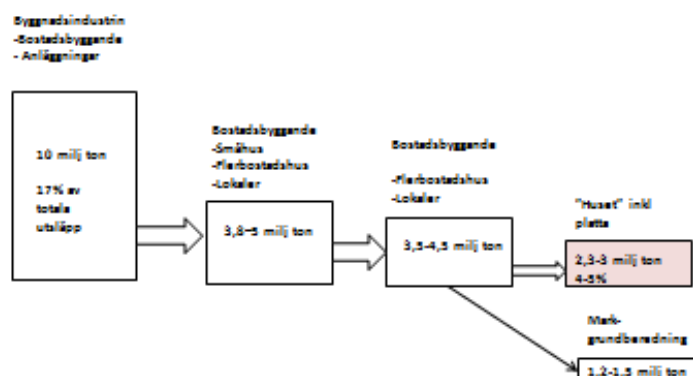
En IVA-utredning baserad på 2012 års siffror bidrog på ett avgörande sätt till att skapa ett underlag för att bedöma bostadsbyggandets klimatbelastning (IVA och Sveriges Byggindustrier, 2014). Ett första viktigt resultat ur klimatbelastningsynpunkt var att fastställa att fördelningen mellan byggskedet och det efterföljande driftskedet (inklusive slutskedet) var ca 50-50 (istället för 15-85 som man utgick ifrån i början på 2000-talet). Drivande faktorer mot energieffektivisering och minskade klimatbelastningar i driftfasen har främst varit utvecklingen av lågenergihus i kombination med övergången till en energimix med tyngdpunkt på biobränslen. En framtida fördelning av klimatbelastningen mellan byggskedet och resterande delen av livsrytten kan komma att ligga mer emot 60-40, vilket pekar på att den kanske största potentialen för framtida minskningar i utsläppen ligger i själva byggskedet.

Ett andra resultat var de grova skattningar av klimatbelastning fördelad på typ av byggnation – flerbostadshus 1,5 miljoner ton CO₂-ekvivalenter (16 000 lägenheter), småhus 0,3-0,5 miljoner ton (9 500 hus) samt övriga lokaler 2-3 miljoner ton. Totalt räknar utredningen med en belastning på 4 miljoner ton för bostadsbyggandet (egentligen intervallet 3,8 – 5 miljoner ton) och ytterligare 6 miljoner ton för anläggningar. Summa 10 miljoner ton vilket år 2012 var av samma storleksordning som persontransporterna, dvs. en belastning i storleksordningen 17 % av de totala svenska utsläppen. IVA-studiens beräkningar tyder på att man har utgått från betong som det stömbärande materialet i både flerbostadshus och lokaler.

2.2.1 Rapportens extrapolering av klimatbelastningen fram till 2025

Vilken är då klimatbelastningen år 2025 om vi antar samma "betongbaserade" beräkningar som år 2012? Ser vi på en drygt fördubblad produktion av flerbostadshus till 35 000 lägenheter/år så blir belastningen 3,3 miljoner ton CO2 ekvivalenter. Om småhusbyggnad går upp till 13 000 hus blir belastningen i intervallet 0,4-0,7 miljoner ton och om byggnationen av övriga lokaler ligger på nivån 25 % över år 2012 års siffra blir belastningen 2,5–3,8 miljoner ton. Sammantaget blir detta en belastning på 6,2–7,75 miljoner ton. Ökningen ligger i intervallet 2,4–2,8 miljoner ton CO2 ekvivalenter mellan 2012 och 2025.

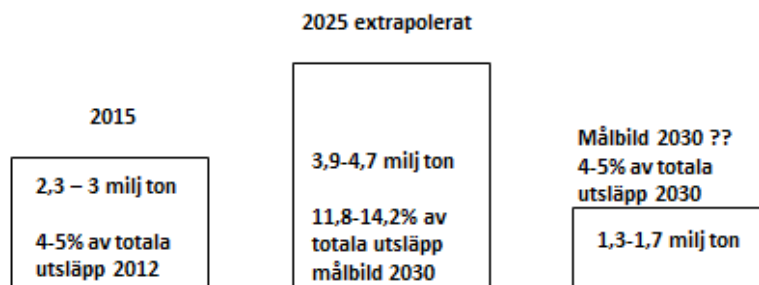
När vi beräknar de besparingar som prefabricerat träbyggande kan bidra med är ett första steg att justera för den del av bostadsbyggandet som mark- och grundberedning står för. Det innebär, enligt IVA-rapporten, att en tredjedel av klimatbelastningen ska dras av. En ytterligare justering är att utesluta småhus från beräkningarna, där man redan i dagsläget bygger till 90 % i trä och där den fortsatta förbättringen i klimatbelastning främst rör hur grundläggningen genomförs. IVA-utredningens siffror för 2012 rörande "huset inklusive platta" för flerbostadshus och lokaler blir då 2,3-3 miljoner ton CO2 ekvivalenter, vilket motsvarar 4-5% av de totala svenska utsläppen det året.



IVA-rapporten: Byggindustrins CO2-utsläpp för nyproduktion och ombyggnader 2012 mätt i miljoner ton CO2 ekvivalenter; Totals utsläpp ca 59 ton

Figur 2: Byggindustrins CO2-utsläpp för nyproduktion och ombyggnader 2012 mätt i miljoner ton CO2 ekvivalenter

En extrapolering av 2,3-3 miljoner ton klimatbelastning fram till år 2025 ger ett utsläpp på 3,9-4,7 miljoner ton. Räknat i procent av målsättningen för år 2030 blir det 11,8-14,2% av den totala svenska belastningen. Detta är en mycket hög siffra, speciellt jämfört med år 2012 då hela nybyggproduktionen (inklusive anläggningar) belastade med 17 % av utsläppen av CO₂. Som jämförelse kan noteras att oförändrad procentuell belastning jämfört med 2012 för år 2025 skulle hamna i intervallet 1,3-1,7 miljoner ton. Huruvida detta är en rimlig målsättning är nog tveksamt, med tanke på att 2012 var ett lågkonjunkturår och att vi nu långsiktigt taktar upp vårt byggande. Men skillnaden gentemot det extrapolerade intervallet för utsläppen för 2025 är stort.



"Husbyggandets" klimatbelastning för flerbostadshus och lokaler, miljoner ton CO₂ ekvivalenter

Figur 3: "Husbyggandets" klimatbelastning för flerbostadshus och lokaler 2012 och extrapolerat 2025

3 Industriellt byggande i trä – hur svara upp mot utmaningarna?

De samhällsekonomiska utmaningarna vi fört fram som är kopplade till byggande av bostadshus och lokaler kan sammanfattas i följande punkter:

1. Öka kapaciteten i nybyggnationen, som år 2025 innebär en dryg fördubbling av flerbostadsbyggandet, vilken är den sektor som förväntas ha den starkaste tillväxten.
2. Minska klimatbelastningen i bostadsbyggandet, då en extrapolering fram till 2025 leder till alltför höga procentuella utsläpp i förhållande till målsättningarna. Faktorerna till den "prekära" situationen kommer från två håll, dels den kraftiga uppgången i byggandet och då främst inom flerbostadssektorn, dels de i internationell jämförelse låga utsläppstalen som finns uppsatta som målbild för år 2030.
3. Hitta medel för att motverka den sysselsättningsmässiga obalansen mellan stad och land. I storstäderna drabbas exempelvis byggnationen av överhettning, medan betydande delar av vår landsbygd tampas med den motsatta utvecklingen.
4. Den bristande resurseffektiviteten inom byggindustrin eller annorlunda uttryckt den potential för ökad effektivitet som finns. Överhettning av bostadsbyggandet och medföljande pris- och kostnadsutvecklingar späder på utvecklingen mot minskad effektivitet. Bristande resurseffektivitet i sig är dock inte den enda, och kanske inte heller den främsta, anledningen till att vi ihärdigt har byggt mindre än vad som befolkningsutveckling och andra faktorer (som ökat socialt byggande) skulle efterfråga.

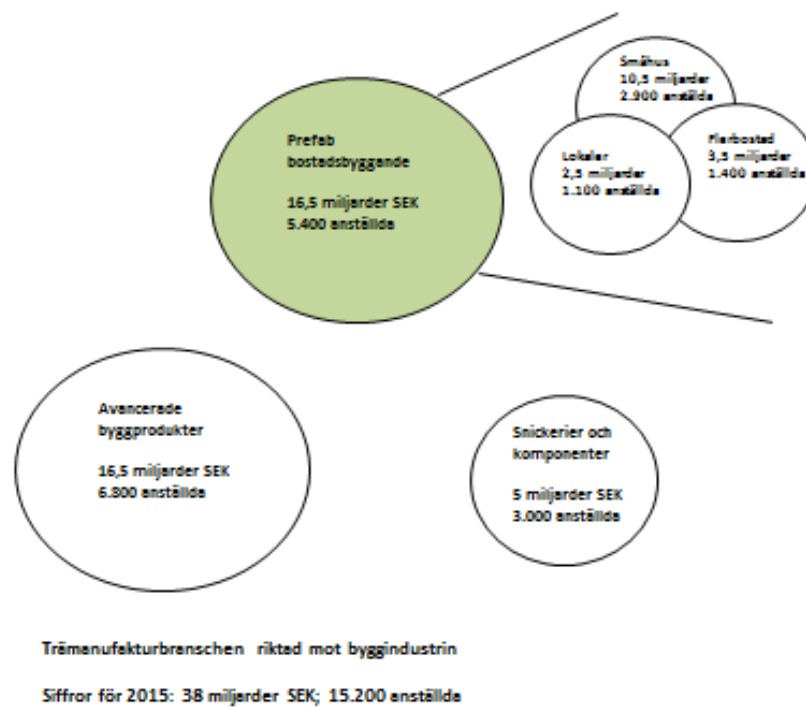
3.1 Kapacitetsutbyggnad av prefabricerat träbyggande

Analysen av kapacitetsutbyggnaden av industriellt/prefabricerat träbyggande tar sin utgångspunkt i branschens nuläge för 2015 (senaste årsredovisningsdata som finns tillgängliga i databaser).

3.1.1 Nuläge år 2015

I ett första steg tar vi ett grepp över hela trämanufakturbranschen riktad mot byggindustrin. Vi skiljer på tre segment: prefabricerat bostadsbyggande (med olika prefabriceringsgrader), avancerade byggprodukter (som inkluderar dörrar, fönster, golv och kök och badrum) samt snickerier och träkomponenter. Utelämnade sektorer eller delbranscher i denna analys är träförpackningar, butiksinredningar och möbler.

Hela trämanufakturbranschen riktad mot byggnation omsatte år 2015 38 miljarder SEK och sysselsatte 15 200 anställda. Prefab-segmentet omsatte 16,5 miljarder SEK och sysselsatte 5 400 personer, avancerade byggprodukter omsatte också 16,5 miljarder SEK och sysselsatte 6 800 personer och slutligen snickerier och komponenter omsatte 5 miljarder SEK och sysselsatte 3 000 anställda.



Figur 4: Trämanufakturbranschen riktad mot byggindustrin uppdelad i sektorer och delsektorer, 2015 års siffror

Om vi i ett nästa steg analyserar det prefabricerade byggandet så faller den sektorn också isär i tre delsektorerna: småhus, flerbostadshus samt (övriga) lokaler. Småhusindustrin är den största som år 2015 omsatte 10,5 miljarder SEK och sysselsatte 2 900 anställda. Byggandet av flerbostadshus omsatte 3,5 miljarder SEK och sysselsatte 1 400 anställda. Byggandet av lokaler omsatte 2,5 miljarder SEK och sysselsatte 1 100 anställda. Det bör tilläggas att det till en inte obetydlig del förekommer "kommunicerande kärl" mellan de tre delsektorerna och speciellt svårt är det att skilja hur ett och samma företag riktar sig både mot både flerbostadshus och lokaler. I siffrorna ligger även limträ- och massivträ tillverkning där en del går till träbroar och där det även finns en betydande export.

Sett över tiden har delsegmenten prefabricering mot flerbostadshus och lokaler (som nedan behandlas som ett gemensamt delsegment) utvecklats starkt både vad gäller tillväxt och lönsamhet. Under perioden 2004 till 2015 har man vuxit med 177 %, dvs. nära tredubblats samtidigt som den genomsnittliga lönsamheten har legat på 9,1 % av totalt kapital. Finanskrisen innebar enbart en lite lägre tillväxttakt under några år medan lönsamheten hölls rimligt väl uppe. Småhusindustrin har varit mera drabbad av finanskrisen och andra pålagor vad gäller finansiering. Fram till finanskrisen var utvecklingen stark, men därefter har tillväxten backat med 21 % jämfört med 2008 och lönsamheten har legat nere på mediokra snittet på 4,8 % på total kapital under perioden 2009 till 2015. Spridningen mellan småhusföretagen har dock varit stor, bäst har volymtillverkarna i det undre prissegmentet gått, Älvsbyhus och Smålandsvillan och sämst har de företag gått som tvingats i konkurs som LBHus och Finndomo (men sedan återstartats). Även småhusindustrin är på uppgång både vad gäller tillväxt och lönsamhet. Inför framtiden bådär det starka året 2015 gott för samtliga delsegment.

Tabell 1: Tillväxt- och lönsamhetsutveckling inom delsegmenten småhus och flerbostadshus + lokaler under perioden 2014-2015

	Småhus [%]	Flerbostad + lokaler [%]
Tillväxt 2015	34,2	20,6
Lönsamhet 2015	8,6	10,9
Tillväxt 2008-2015	- 21,5	46,8
Tillväxt 2004-2008	65,8	88,8
Tillväxt 2004-2015	30,1	177,2
Lönsamhet 2008-2015	4,8	7,0
Lönsamhet 2004-2008	13,2	10,6
Lönsamhet 2004-2015	8,3	9,1

3.1.2 Kapacitetsutbyggnad fram till år 2025

År 2025 skulle kapacitet kunna finnas för att svara för ca 50 % av allt flerbostadsbyggande samt uppnå en trämaterialandel inom övriga lokaler på 30-35%. Detta innebär att under perioden har kapaciteten för flerbostadsbyggande stegvis byggts ut från ca 3-4.000 år 2014 till kring 10 000 runt år 2020 samt vidare till 14-16 000 runt år 2025. Detta skulle, inkl. viss import, komma upp i de 17 500 lägenheter per år som krävs för en 50-procentig andel enligt vår prognos. Inom övriga lokaler kommer en tredubbling av kapaciteten kunna ge en materialandel på 30-35 %, bl.a. genom stark utbyggnad av kapacitet av limträ- och massivträproduktionen. Byggandet av småhus förväntas ligga stabilt och branschen har tidigare varit uppe i den kapacitet på 13-14 000 hus som nu erfordras.

Det bör vidare noteras att kapacitetsutbyggnaden fram till 10 000 lägenheter inom flerfamiljshus redan är pågående eller ligger långt framme i planläggningen (detta inkluderar även en utökad kapacitet inom segmentet lokaler). Därutöver finns möjligheter att tänja kapaciteten genom att utnyttja ett andra skift i fabriker för både prefabricering av småhus och flerbostadshus. Vi bedömer att redan den första expansionsfasen fram till 2020 kan ha en "tänjd kapacitet" som ligger över 10 000 lägenheter, givet att efterfrågan finns där.

Tabell 2: Kapacitetsutbyggnaden inom Industriellt (prefabricerat) byggande i trä fram till 2025

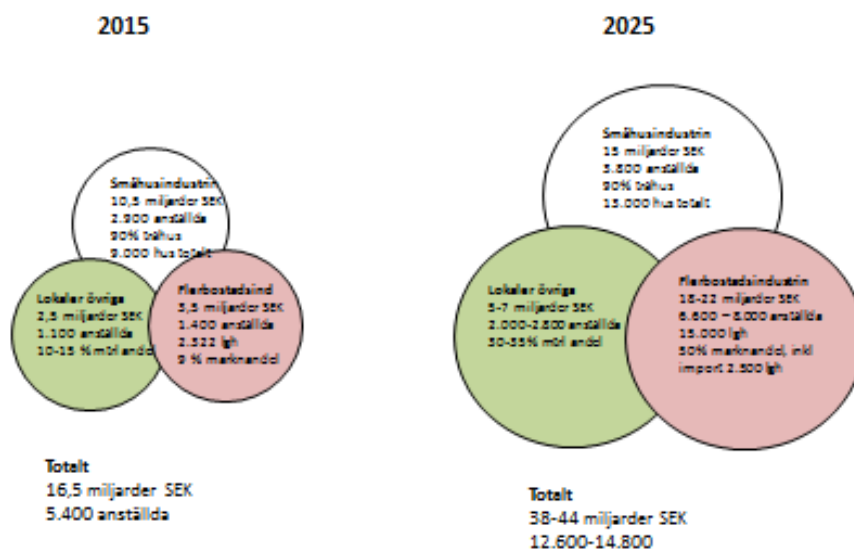
Investeringsfas	Kapacitet
Pilot - etableringsfasen (fram till 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Flerbostadshus 3 000 - 4 000 lägenheter • 9-10 % marknadsandel • Lokaler övriga 10 - 15 % materialandel
Första expansionsfasen (2015-2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Flerbostadshus 10 000 lägenheter • 25 % marknadsandel • Lokaler övriga 20 - 25 % materialandel
Andra expansionsfasen (2021-2025)	<ul style="list-style-type: none"> • Flerbostadshus 14 000 - 16 000 lägenheter • 50 % marknadsandel (inkl. viss import) • Lokaler övriga 30 - 35 % materialandel

3.1.3 Prefabricerat träbyggnade – en framskrivning för år 2025

Prefabricerat träbyggnade riktat mot bostadsindustrin beräknas år 2025 omsätta i intervallet mellan 38-44 miljarder SEK och öka antalet anställda till ca 13 500. Detta kan betraktas som ett best-case- scenario och bygger på att efterfrågan följer efter och bitvis drar i tillväxten. Jämfört med år 2012 innebär detta på totalen en ökning av omsättning och sysselsättning 2,5 gånger, vilket innebär drygt 8 000 fler anställda.

Störst är ökningen inom flerbostadsbyggandet som går från 3,5 miljarder SEK 2012 till 18-22 miljarder SEK år 2025 och en sysselsättning från 1 400 anställda till 6 600-8 000, detta för att nå upp till en kapacitet på runt 15 000 lägenheter. Trästommens andel av flerbostadsbyggandet går då från ca 10 % upp till (nära) 50 %.

På motsvarande sätt beräknas byggandet av lokaler öka från 2,5 miljarder SEK till 5-7 miljarder SEK, för att nå en materialandel på 30-35% från i utgångsläget 10-15%. Sysselsättningen går samtidigt från 1 100 anställda till intervallet 2 000-2 800 personer. Inom byggandet av lokaler förekommer det en större andel hybridlösningar mellan trä, betong och stål och det går inte att räkna efter materialslaget i stommen för att få en överblick (och dessutom ges inte sådan information).



Prefab bostadsbyggande i trä nuläge 2015 och prognos för 2025

(2015 års priser samt ett produktivitetsantagande om 10% för perioden)

Figur 5: Prefab bostadsbyggande i trä nuläge och prognos för 2025

3.1.4 Flytta sysselsättning från stad till land

Övergången till en ökad andel industriellt byggande i trä innebär att sysselsättningen vid själva byggarbetsplatsen går ner till förmån för en uppgång i arbetet i fabrik. Arbetet på byggarbetsplatsen med den längst gångna prefabriceringen som är volymmoduler beräknas ta ca 15-20 % av resurserna och detta verkar gälla rätt bra räknat i arbetstimmar också. I en utredning från Chalmers rörande traditionellt projekt- och platsbundet byggande (Josephsson, 2013) räknades fram att tidsåtgången per kvm BTA inklusive arbetsledning och exkl. byggherreprojektering låg runt 10,17 timmar/kvm BTA för prefabricerad betong och 11,15 timme/kvm BTA för platsbyggd betong. Genomsnittet blev 10,5 timme/kvm BTA. Det saknas en motsvarande studie för tidsåtgång och kostnader för prefabricerat byggande i trä, men summeringen av ett antal intervjuer pekar på en något lägre timåtgång vid sammanläggning av tid i fabrik och tid på byggarbetsplats och när verksamheten kan bedrivas storskaligt så finns potentialen för betydligt större tidsvinster. I våra jämförande beräkningar har vi bara minskat timåtgången med 1 timme per kvm BTA vid byte från traditionellt byggande till industriellt byggande i trä.

Vid analys av hur mycket arbete som flyttas från byggarbetsplatser i de tre storstäderna plus regioncentrerna, gör vi följande antaganden. Vad gäller flerbostadshus räknar vi på 17 500 lägenheter á 90 kvm och lägger 85 % av dessa inom storstäderna plus regioncentren (troligen i underkant). Vi räknar vidare med att ta bort 8,5 timme/kvm BTA från byggarbetsplatsen för traditionell byggande och dividerar med en årsarbetstid på 1 700 timmar. Detta leder upp till att ca 6 700 arbetstillfällen lämnar storstäderna. På motsvarande sätt räknar vi med att 7,5 timmar/kvm BTA "flyttar in" i fabrikerna från storstäderna vilket ger 5 000 arbetstillfällen (för 15 000 lägenheter), därtill kan adderas att monteringslagen på byggarbetsplatserna även kommer från "landet". Flytten av jobb gällande segmentet lokaler är beroende på till vilken grad prefabriceringen ökar, vilket kommer att variera mellan olika typer av byggnader. Sammantaget gör vi beräkningen att jobbflytten ut på landet rör sig om runt 6 000 personer. Genom att flytta jobb från byggprojekt i storstäder till industriell miljö utanför storstäder, så minskar trycket på att anställa byggnadsarbetare i överhettade konjunkurlägen liksom problematiken runt den långsiktiga försörjningen av byggnadsarbetare. Flytten in i fabrikerna ändrar också profil på personalen från snickare till maskinoperatörer, en förändring som öppnar upp för en bredare rekrytering.

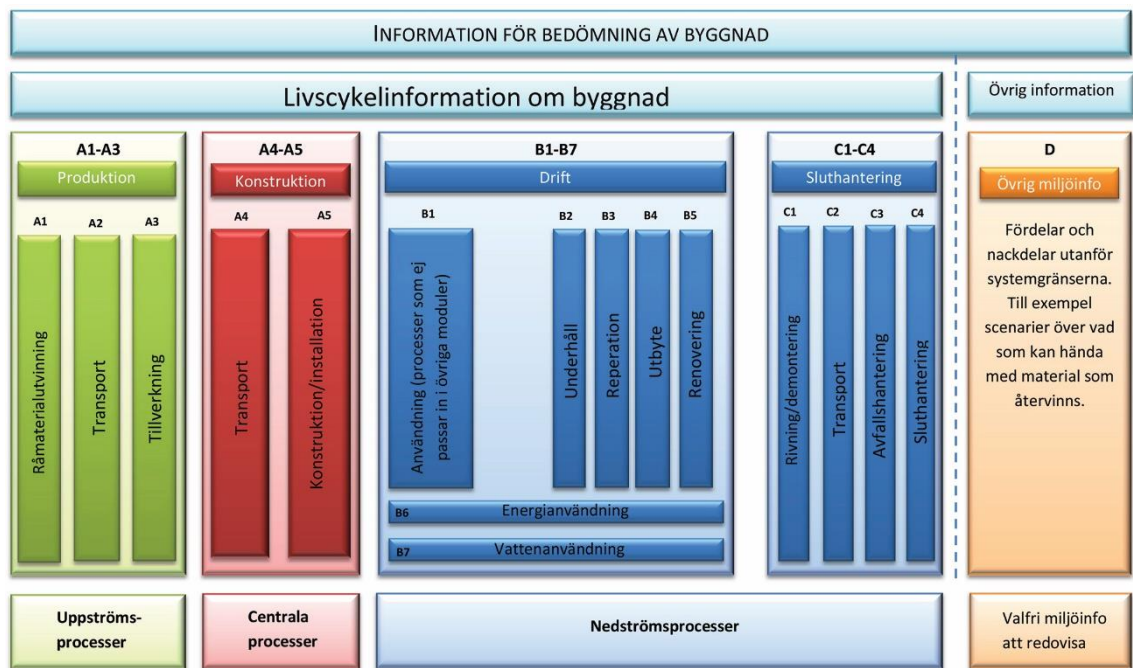
Kommer betongindustrin att drabbas när det sker en så omfattande substitution till trä inom bostadsbyggandet? Betongindustrin uppger själva att branschen omsätter 22 miljarder och sysselsätter 6 500 personer (2015 års siffror). Räknat i kubikmeter betong går 80 % av all svensk betong till anläggningar och resterande 20 % till bostäder och lokaler. Då prefabriceringsgraden förmodas vara högre på bostadssidan får vi anta att omsättningsmässigt ser fördelningen delvis annorlunda ut. Samtidigt med förluster genom substitution kommer produktionsnivån inom bostadsbyggandet att ligga på en betydligt högre nivå. Mot denna bakgrund har vi inte i våra kalkyler räknat med någon minskad sysselsättning inom betongindustrin.

3.2 Träbyggandets bidrag till minskad klimatbelastning

Vid diskussioner om klimatbelastningen i bostadsbyggandet bortser vi från småhusindustrin och fokuserar på flerbostadshus och lokaler. Huvudfrågorna rör vilka minskningar i klimatbelastning vi kan uppnå genom att substituera träet mot betong och även hur dessa besparingar relaterar till den målbild som finns för år 2030.

3.2.1 Livscykelanalys av en byggnads klimatbelastning

Livscykelanalys (LCA) är den gängse metoden för att analysera den samlade klimatbelastningen av byggskedet som inkluderar produktion av byggmaterial, transporter och själva konstruktionsarbetet, driftskedet som innefattar energiåtgången för att värma upp och leva i bostaden tillsammans med olika typer av underhåll och ombyggnader samt sluthanteringsskedet. Därtill finns en post för övrig information, där bl.a. den för träet så viktiga kollagringen kommer in liksom scenarier över materialåtervinning. Tidsförloppen i LCA sträcker sig från 50 till 100 år.



Figur 6: Byggnadens systemgränser vid LCA

I denna studie fokuserar vi i första hand på byggskedet A1-A5. Det finns flera motiv till detta.

1. I rapporten är vi fokuserade på effekterna av nybyggnation och vill använda resultaten från IVA-studien som utgångspunkt.
2. Effekterna från byggskedet rörande minskad klimatbelastning är omedelbara och mycket viktiga i förhållande till de ambitiöst ställda mål som gäller redan 2030.
3. Senare genomgångar i rapporten av hela livscykelanalyser (Tyréns, 2017) visar att genomsnittet bland LCA:erna inte ger en annorlunda bild av träets mindre klimatbelastning jämfört med betong sett över en hel livscykel. Däremot blir träets klimatmässiga fördelar räknat i procent lägre, då man spänner över hela LCA:n. I nominella tal blir skillnaderna till träets fördel större men procentuellt sämre. Detta såvida man inte räknar in kollagringen, som dramatiskt minskar träets klimatmässiga belastning.
4. Den av de jämförande studierna i Tyréns sammanställning som motsäger dessa slutsatser är analysen av Viva/Johanneberg (Kurkinen et al, 2015), där jämförelserna i driftsskedet påverkas av att utbyte (B4) är minst 10 gånger så hög gentemot betong (i s.k. styrkt träcase) och där också i byggskedet transportkostnadernas (A4) belastning är tre gånger så hög (i s.k. styrkt träcase).

3.2.2 Träbyggandets bidrag till att minska klimatbelastningen

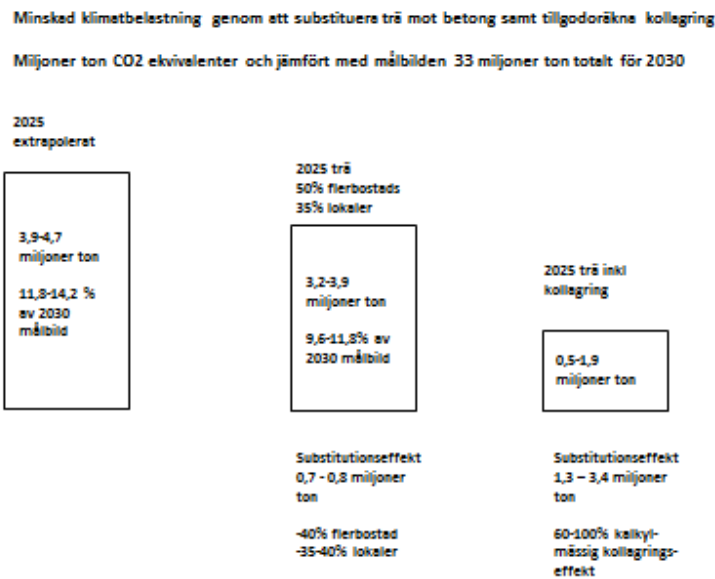
Utgående för genomförda LCA-er och med fokus på belastningen i byggskedet (A1-A5) så är en grundläggande uppgift att bestämma en faktor för minskad klimatbelastning vid substitution från betong till trä. Baserat på Tyréns sammanställning (Tyrén, 2017) och i samråd med Tyrén räknar vi på minus 40 % i klimatbelastning på flerbostadshus (hela huset) och minus 35- 40 % för lokaler. När det gäller lokaler är detta intervall baserat på ett antal analyser gjorda av Tyréns för detta ändamål samt IVA-rapportens resonemang att lägga analysens nyckeltal nära de som föreligger vad gäller flerbostadshus. Det visar sig att de faktorer som är framtagna ligger i mitten av den spridning som råder mellan olika LCA-er (och är inte i närheten av att använda de för träet "bästa" LCA-erna som ger klimatvinster på över 50% i själva byggskedet).

När minskningen i klimatbelastning genom att ersätta betong med trä fram till år 2025 ska beräknas får vi en formel med tre komponenter. Utgångspunkten är klimatbelastningen av "husdelen" i nybyggnationen av flerbostadshus och lokaler på 2,3-3 miljoner ton CO₂ ekvivalenter från år 2012. Till detta intervall ska läggas ovanstående antaganden om substitutionseffekt från betong till trä och tillsammans med att materialandelen är 50 % för flerbostadshus och 35 % för lokaler (jämfört med ett "betongalternativ" från 2012 som vi uppfattar är IVA-studiens utgångspunkt). Sammantaget ger detta en besparing i utsläpp på 0,7-0,8 miljoner ton CO₂ ekvivalenter år 2025.

Detta ska ställas mot att den extrapolerade "betongbaserade" klimatbelastningen för år 2025 kommer att uppgå till 3,9–4,7 miljoner ton, vilket utgör 11,8-14,2% av de totalt tillåtna svenska utsläppen för år 2030. Substitutionen till trä för 50 % av flerbostadshusen och 35 % av lokalerna för ner klimatbelastningen till 3,2–3,9 miljoner ton vilket utgör 9,7–11,8% av tillåtna utsläpp 2030. Det är en minskning av den svenska samlade klimatbelastningen inom ramen för 2030 års målbild med 2,2–2,4 procentenheter.

Om kalkylen sträcks till sitt maximum med 100-procentig övergång till trä inom både flerbostadshus och lokaler, vilket ur teknisk och ekonomisk synvinkel inte är realistiskt, skulle den minskade klimatbelastningen uppgå till 1,6–1,9 miljoner ton CO2 ekvivalenter, vilket för ner oss på en nivå på 2,3–2,8 miljoner ton (vilket var nivån för ett betydligt mindre husbyggande år 2012). I förhållande till målbilden 2030 innebär "maxalternativet" en minskning med 4,8–5,8 procentenheter. Maxalternativet är av olika skäl inte realistiskt och därmed inte heller önskvärt, men pekar på möjliga ytterligare besparingar i klimatbelastningar efter år 2025.

Ur klimatsynpunkt borde övergången fortsätta till högre materialandelar, även efter 2025. Resultaten ovan pekar i den riktningen, både vad gäller en separat analys av byggskedet som ovan, men även vid genomgång av kompletta LCA-analyser där träets nominella fördelar stärks i majoriteten av de kalkyler som finns tillgängliga, men där de procentuella förbättringarna blir lägre. Det beror till stor del på att energiåtgången (B6) i driftskedet utgör en stor post i kalkylen och den bedöms som ungefär likvärdig mellan trä- och betongalternativen (och även stål).



Figur 7: Substitutionseffekter vid övergång från betong till träbyggnade

Om effekterna av kollagring förs in i bilden så tippas kalkylen till träs fördel över markant. Enligt Tyréns uppskattning "kompenserar" kollagringen för 60-100% av den belastning som tillverkningen av träbyggsystemen och annan träprefab för med sig. Om vi antar att materialandelen utgör 85 % av belastningen i byggskedet kommer kollagringen att ytterligare sänka utsläppskalkylerna för byggskedet (A1-A5) för vår beräkning för 2025 till 1,6–1,9 miljoner ton vid 60 % kollagringseffekt och till 0,5-0,6 miljoner ton vid 100 % kollagringseffekt. Motsvarande siffror för "maxalternativet" är 1,2–1,4 miljoner ton vid 60% kollagringseffekt och 0,3-0,4 miljoner ton vid 100 % kollagringseffekt.

Sammanfattningsvis om vi ser till minskningen av klimatbelastningen för vårt scenario för år 2025 så är utgångspunkten "betongalternativet" med en belastning på 3,9–4,7 miljoner ton CO2 ekvivalenter. I ett första steg räknas substitutionen från betong till trä in, vilket för ner oss på 3,2–3,9 miljoner ton och i ett andra steg om vi även för in kollagringen får vi ett brett spann på mellan 0,5-1,9 miljoner ton beroende på om kollagringseffekten på kalkylen är 60 % eller 100 %. Den samlade substitutionseffekten, med kollagringen inräknad, ligger i intervallet 2-4 miljoner ton CO2 ekvivalenter. Det bör i detta sammanhang också påpekas att även betongalternativ innehåller trä och kan tillgodoräkna sig kollagring och både inom flerbostadsbyggnade och byggnade av lokaler kommer hybridlösningar att vara aktuella.

3.3 Prefabricering är resurseffektivare

Till att börja med måste vi konstatera att det finns behov av en bred produktivetsstudie rörande industriell träbyggande av samma karaktär som har genomförts av Josephson inom traditionellt byggande (Josephson, 2013). Det finns ett antal studier av industriellt träbyggande gjorda inom ramen för forskningsprogrammet Lean Wood Engineering (där författarna har varit verksamma i snart tio år), men det saknas jämförelser på bredden och i vissa lägen är informationen av konfidentiell natur. Därför blir rapportens diskussion av det industriella byggandets fördelar av mera generell karaktär, även om vi anser oss ha empirisk evidens för de påståenden som vi framför.

Sammanfattningsvis är vår erfarenhet att industriellt byggande har lyckats tämligen väl med att effektivisera arbetet i fabrik, men att de främsta problemen fortsatt ligger på byggarbetsplatsen där det industriella tänket möter den traditionella byggprocessen. På byggarbetsplatsen uppstår fortsatt flaskhalsar med bl.a. underentreprenörer och det finns fortfarande en osäkerhet hur arbetet, med exempelvis modulelement som ska "slutmonteras till ett hus", ska dimensioneras rent resursmässigt.

Arbetet i fabriksmiljö är effektivt jämfört med traditionellt byggande med ökad kontroll över processer som ger fördelar i såväl tids-, som kostnads-, som kvalitetsplanering. Vi konstaterar att industriella byggprojekt har generellt lägre ÅTA-arbeten, att andelen materialspill går ner och att större volymer ger kostnadseffektivare processer. Underentreprenörer och även konsulter integreras på ett bättre och tydligare sätt och över tiden uppstår mera partnerskapsliknande relationer. Samtidigt kan vi konstatera att det finns olika strategier hos de industriella byggarna och att man exempelvis har kommit olika långt ifråga lean-tänkande. Därför så skiljer sig nyckeltalen åt mellan de olika företagen. Generellt anses nog Lindbäcks ha kommit längst i lean-tänkande inom branschen, vilket för dem är extra viktigt för att kunna genomföra den kundflexibla strategi som man jobbar efter.

Lägger vi samman en tämligen effektiv fabriksproduktion (men med en fortsatt stor potential för ökad effektivitet) med ett inte lika effektivt, men pga. högre prefabriceringsnivåer, nedkortat arbete på byggarbetsplatsen, så visar våra analyser av enskilda fall på att prefabricering är konkurrenskraftigt och lönsamt - med stabilare kvalitet, lägre kostnader, lägre timåtgång per kvadratmeter samt kortare ledtider. Vår slutsats är även att industriell byggande skapar ett produktionssystem som över en konjunkturcykel är stabilare som en följd av industriellt kontrollerade processer, ökad integration och ökad grad av partnerskapstänkande. Att förlägga produktion utanför storstadsregionerna och att bemanna med maskinoperatörer bidrar till att man möter en annorlunda arbetsmarknad och även att löneutvecklingen blir mera kontrollerad.

4 Olika prefabriceringsstrategier – tillväxt kräver flera vägar

Av de ca tiotusen lägenheter som har producerats med industriell träbyggande så är ungefär 90 % uppförda med modulelement-tekniken. Inte sällan har den industrielle byggaren också varit byggherren. Denna strategi med kombinationen av byggherre och hög grad av prefabricering kan ha varit den enda möjligheten att ta sig in på den svenska marknaden, där de dominerande aktörerna har haft mest att vinna på att agera passivt och kanske t o m att motarbeta. Byggherrestrategin är en "kringgående rörelse" för att nå till målet och etablera pilotprojekt och växa sig starka inom lämpliga nischer som exempelvis studentbostäder. Denna strategi är också vanlig bland utmanare med ny teknik inom andra branscher.

Men om målsättningen är att nå en 50-procentig andel av flerbostadshus och en stor andel inom lokaler är det tveksamt och t o m osannolikt att det räcker med kringgående rörelser. Då måste även de dominerande storföretagen som Skanska, NCC m.fl. mera kraftfullt komma in i bilden. Den kringgående rörelsen måste kompletteras med strategier som skär rakt igenom "centrum" av byggindustrin och det kan innebära att prefabriceringsgraden behöver sänkas och att byggarbetet blir mera likt det som redan görs med betongelement som stommaterial. För den industrielle byggaren kan detta innebära en satsning på planelement och s.k. "precut".

En tredje strategi, som skulle kunna engagera snickeriföretag vilka mest är att betrakta som produktionsresurser underleverantörsstrategin. Där finns det stora beställare som tar fram helt standardiserade system avsedda för större volymer och lägger ut för produktion hos dessa (från början) mindre snickeriföretag. Förädlingsgraden hos dessa standardiserade system kan variera från hela hus till mindre avancerade komponenter i trä.

För att lyckas att komma upp i de materialandelar som har skissats i denna rapport är det troligt att alla tre strategityperna måste utvecklas. Det kräver dock en anpassning i strategitänkandet och produktionssystemen hos både de stora byggbolagen och de stora bostadsbolagen.

5 Summering och avslutande kommentar

Mot bakgrund av samhällsliga utmaningar kopplade till demografi, klimat, sysselsättning och krav på resurseffektivitet kan industriellt träbyggande bidra med följande i ett tidsperspektiv fram till 2025:

- Bygga upp en kapacitet för industriell träbyggande som kan leverera 50 % av flerbostadshusen som byggs på den svenska marknaden (17 500 lägenheter varav 15 000 producerade inom landet) och samtidigt nå en 30-35%-ig materialandel inom segmentet lokaler.
- Därigenom skapa 8 000 nya jobb inom prefabricering i fabriksmiljö och bidra till att flytta 6 000 jobb från storstad till landsbygd. Detta kan vara en delösning på bristen på inhemsk byggarbetskraft – att flytta ut jobben på landet och att ”göra om” snickare till maskinoperatörer. Detta kan även vara en möjlighet för integrering av nyanländ arbetskraft.
- Utnyttja träets potential för minskad klimatbelastning jämfört med andra byggmaterial. Ett industriellt flerbostadshus har 40 % lägre CO2 utsläpp än ett jämförbart betonghus. Motsvarande siffra för lokaler är minus 35-40% (baserat på sammanfattande och nya analyser av Tyréns).
- Minska klimatbelastningen med 0,7-0,8 miljoner ton CO2 ekvivalenter genom att substituera från betong till trä – en besparing som utgör knappt 3 % av den totala mängd utsläpp som Sveriges handlande och icke handlande sektorer ska anpassa sig till för år 2030. Om träets kollagring adderas till substitutionseffekten så blir den kalkylmässiga besparingen 2-4 miljoner ton CO2 ekvivalenter.
- Bygga resurseffektivare med industriellt byggande och framförallt utnyttja den potential till fortsatta effektivitetsförbättringar som ligger i att öka volymerna. Detta sker genom högre nivåer på byggproduktionen i kombination med kraftigt ökade marknadsandelar. Industriellt byggande har bättre kontroll över processer som även inkluderar underentreprenörer och konsulter och kan genom bättre integration och partnerskap verka dämpande på en marknad som kännetecknas av stora svängningar i lägen präglade av överhettning respektive nedgång och stiltje.

En avslutande kommentar gäller behovet av kapacitet på den svenska marknaden för bostadsbyggande. Svensk skogs- och träindustri verkar i dagsläget stiga in med stora kapacitetsutbyggnader i ett läge där det inte är särskilt troligt att svensk betongindustri fortsätter att expandera. Vi bedömer att osäkerheten vad gäller klimatfrågan är för stor för att man från betongsidan ska ge sig in på stora investeringar i nuläget. De stora byggbolagen verkar ägarmässigt frikoppla sig från betongbranschen och är därmed ännu

mera obundna att gå över till en trästrategi när incitamenten blir tillräckligt stora och tydliga. Detta är en stor möjlighet för industriell träbyggande.

Referenser

Boverket (2016) Boverkets rapport 2016:18

Sveriges Byggindustrier (2017) Byggkonjunkturen nr 1

IVA och Sveriges Byggindustrier (2014) Klimatpåverkan från byggprocessen – En rapport från IVA och Sveriges Byggindustrier

Josephson P.E. (2013) Produktivitetläget i svenskt byggande 2013 – Nybyggnad flerbostadshus och kontor, SBUF, ID:12713

Tyréns (2017) Framtidsstudie: Indata för bedömning av klimateffekt av ökat träbyggande, slutrapport 2017-04-12

Ska kompletteras

PM

FRAMTIDSSTUDIE: INDATA FÖR BEDÖMNING AV KLIMATEFFEKT AV ÖKAT TRÄBYGGANDE



SLUTRAPPORT
VERSION 1.1
2017-04-10

UPPDRAG

277158, Framtidsstudie - Bedömning beräkning av klimateffekter av ett ökat träbyggande

Titel på rapport:

Framtidsstudie: Indata för bedömning av klimateffekt av ökat träbyggande

Status:

Slutrapport

Datum:

2017-04-10

MEDVERKANDE

Beställare:

ARBIO AB

Kontaktperson:

Mikael Eliasson

Konsult:

Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Ulf Wiklund

Handläggare:

Ida Bohlin

Kvalitetsgranskare:

Sara Malmgren

REVIDERINGAR

Revideringsdatum

2017-04-24

Version:

1.1

Initialer:

IB Tyréns AB

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

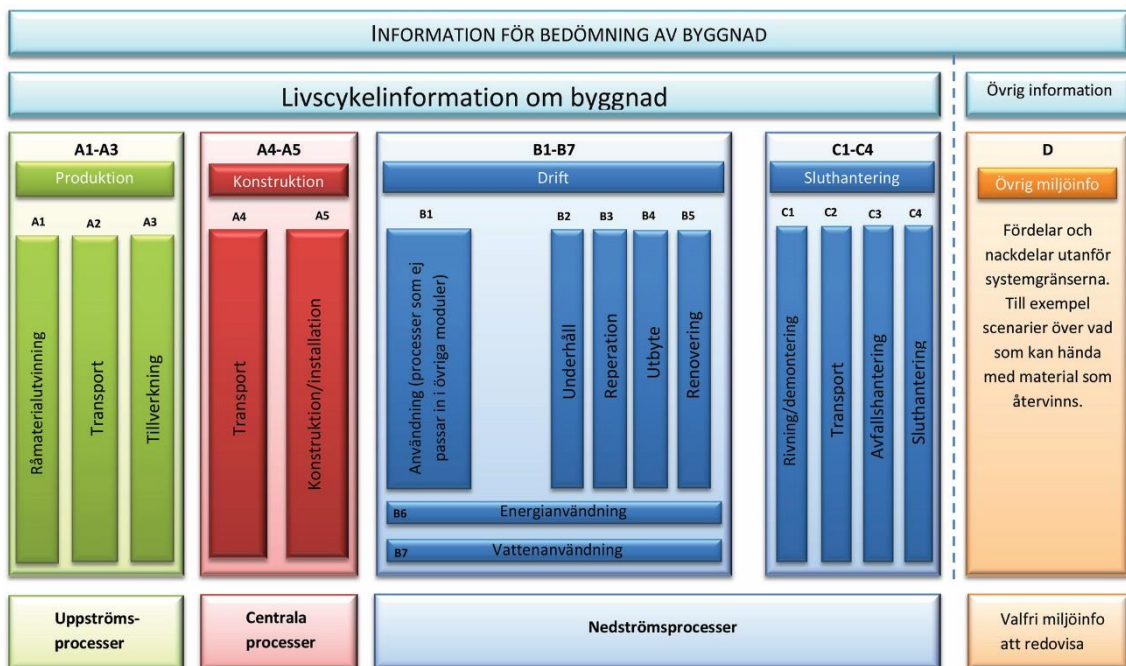
1	INLEDNING.....	4
2	INDUSTRIBYGGNAD.....	5
3	KOMMERSIELL BYGGNAD.....	5
4	FLERBOSTADSHUS.....	6
4.1	VIVA JOHANNEBERG.....	6
4.2	WÄLLUDDEN.....	6
4.3	STRANDPARKEN.....	7
4.4	FLERBOSTADSHUS MED MASSIV STOMME AV TRÄ.....	7
4.5	FOLKHEMS KONCEPTHUS.....	8
5	INFRASTRUKTUR.....	8
6	METOD FÖR BERÄKNING AV KOLDIOXID BUNDET I BIOGENA MATERIAL.....	9
6.1	BERÄKNINGSEXEMPEL FÖR FLERBOSTADSHUS STADSHAGEN.....	9
7	REFERENSER.....	10

1 INLEDNING

Tyréns har av Skogsindustrierna fått genomföra sammanställning av tidigare utredningar och beräkningar av klimateffekten mellan träbyggande och traditionellt byggande. Sammanställningen ska utgöra underlag till en framtidsstudie om träbyggandets potential som utförs av Staffan Brege m fl på Linköpings Universitet.

I efterföljande kapitel beskrivs de sammanställda projekten i korthet och hänvisar till respektive källdokument. Värdena är avrundade och anges i denna rapport med två värdesiffror. Kapitlen är uppdelade efter vilken byggnadstyp de representerar, dvs industribyggnad, kommersiell byggnad, flerbostadshus samt infrastruktur.

Systemgränser beskriver vilka processer samt vilka delar av en byggnad som ingår i livscykelanalysen. Den miljöbelastning som uppstår till följd av aktiviteterna inom systemgränserna är den som ska redovisas. Systemgränserna som presenteras nedan är framtagna i enlighet med standard SS-EN 15804:2012+A1:2013 och standard SS-EN 15978:2011. Hänsyn har också tagits till det internationella EPD-systemets generella programinstruktioner för miljödeklarationer. I Figur 1 beskrivs de olika faserna i en byggnads livscykel och vad som ingår i varje fas. Dessa har delats in i uppströms-, centrala- (huvudprocesser) samt nedströmsprocesser, som i sin tur har delats upp i olika samlingsmoduler (A1-3, A4-5, etcetera). För mer information se *Kortversion av Tyréns handbok för livscykelanalyser och miljödeklarationer avseende byggnader* (Tyréns, Kortversion av Tyréns handbok för livscykelanalyser och miljödeklarationer avseende byggnader, 2014).



Figur 1. Byggnadens systemgränser.

2 INDUSTRIBYGGNAD

För fullständig rapport se *Jämförande LCA för industribyggnad* (Tyréns, Jämförande LCA för industribyggnad, 2016).

Resultaten för en industrifastighet av storleken 90x24 m, konstruerad med främst trä eller stål, redovisas i Tabell 1. Fastigheten är en stor hall med alla bärande pelare i ytterväggarna och har en bruttoarea (BTA) på 2187 m². Rapporten är en partiell LCA-screening där enbart material analyserats *från vagg till grind*, A1-A3.

Funktionell enhet:

1 m² BTA (bruttoarea) för ett industribyggnadsverk

Tabell 1. LCA-resultat för ett industribyggnadsverk

Byggnadstyp	kg CO ₂ e per m ² BTA A1-A3
Industribyggnad Stål	370
Industribyggnad Trä	280

Stålnalternativet ger cirka 30 % högre klimatbelastning än träalternativet när det gäller materialframställning med valda specifika leverantörer.

3 KOMMERSIELL BYGGNAD

För fullständig rapport se *Jämförande LCA screening varuhus* (Tyréns, 2015).

Rapporten beskriver en jämförelse av potentiell klimatpåverkan (Global Warming Potential) från ingående material mellan ett "konventionellt" varuhus i betong med motsvarande konstruktionsalternativ i trä med hjälp av materialscreening. Resultaten redovisas för takalternativet för bärande takkonstruktion med limträbalkar och profilplåt då den konstruktionslösningen anses mer trolig. Specifika indata har använts då de anses mer representativa för den svenska marknaden. Rapporten är en partiell LCA-screening där enbart material analyserats *från vagg till grind*, A1-A3. Resultaten redovisas i Tabell 2.

Funktionell enhet:

"Stomme för plan ett och två med tillhörande bjälklag ovan plan ett (11700m²) samt bärande takkonstruktion (20500 m²) för ett varuhus med samma mått och funktion som det redan färdigbyggda varuhuset"

Tabell 2. LCA-resultat från kommersiell byggnad

Stomme	Ton CO ₂ ekv. A1-A3
Trä	1 900
Konventionellt	3 200

4 FLERBOSTADSHUS

Styckena nedan är en sammanfattning från flera källor. Rubriken beskriver fastighetsnamnet eller projektets namn.

4.1 VIVA JOHANNEBERG

För fullständig rapport se *Energi och klimateffektiva byggsystem. Miljövärdering av olika stomalternativ*. SP Rapport 2015:70 (Kurkinen, 2015).

Viva är ett bostadsområde som planeras i stadsdelen Johanneberg i Göteborg intill Chalmers Tekniska Högskola. Totala boarean är 6 078 kvadratmeter fördelade på tre låga och tre höga huskroppar som ligger i en sluttning. De olika alternativ som har utvärderats är flerbostadshus med en stomme med prefabricerad betong, en stomme i platsgjuten betong samt en massivträstomme. Resultaten redovisas i *Tabell 3*.

Funktionell enhet:

1 m² boarea (BOA) under 100 år

Tabell 3. LCA-resultat för Viva Johanneberg. Resultaten visar CO₂-ekv/m² BOA

Stomme	A1-A3	A4	A5	B2	B4	B6	C1
Betong prefab	180	10	5	0	0	130	5
Betong platsgjutet	170	10	10	0	5	130	5
Trä (scenario 1)	110	20	5	5	10	140	5
Trä (scenario 2)	110	30	5	10	50	140	5

4.2 WÄLLUDDEN

För fullständig rapport se *Life Cycle Assessment of Different Building Systems: The Wälludden Case Study* (Peñaloza, 2013).

En LCA för åtta olika utföranden av ett flerbostadshus i Wälludden, Växjö, har genomförts. Tre olika moderna träbyggnadssystem, ett med volymelement, ett med stomme av massiva träelement och ett pelar-balk system har analyserats med ett standard- respektive passivhusutförande med avseende på byggnadens energieffektivitet. En jämförelse görs också med byggnadens originalutförande i trä samt ett betongalternativ. Resultaten redovisas i *Tabell 4*. Living area har tolkats som boarea, BOA.

Funktionell enhet:

One square meter (m²) of living area for one hundred years

Tabell 4. Avrundade LCA-resultat för samtliga alternativ för Wälludden. Tabellen visar kg CO₂ ekv/m² BOA. B1 Use phase innehåller bara betongens karbonatisering.

Stomme	A1-A3	A4-A5	B6	B2	B1	C1-C4	D	Carbon Storage
Trä original design	140	10	670	30		60	240	170
Trä Modular system Co	140	10	600	30		60	260	180
Trä Modular system PH	150	10	310	30		70	270	190
Trä CLT system Co	140	10	600	30		70	310	220
Trä CLT system PH	150	10	280	30		70	330	240
Trä Column-beam Co	170	10	600	30		70	280	210
Trä Column-beam PH	170	10	310	30		70	300	210
Betong original design	250	30	670	30	-30	80	170	120

4.3 STRANDPARKEN

För fullständig rapport se *Screening avseende klimatpåverkan från flerbostadshus. En studie av Folkhems projekt Kv. Strandparken* (Tyréns, 2012).

Folkhem har byggt fyra flerbostadshus i området kvarteret Strandparken, Sundbyberg. Husen byggs med trästomme och uppgår till 8 våningar. I rapporten görs en jämförelse med byggd trästomme mot antagen betongstomme samt mot ett motsvarande byggt hus (Porla Brunn). Screeningen är gjort från vaggga till grind, dvs A1-A3. Resultaten redovisas i Tabell 5.

Funktionell enhet

$$1 \text{ m}^2 A_{temp}$$

Tabell 5. LCA-resultat för Strandparken

Stomme	Kg CO2 ekv/ m ² A _{temp} A1-A3
Trä - Strandparken	150
Betong - Strandparken	350
Betong - Porla Brunn	300

4.4 FLERBOSTADSHUS MED MASSIV STOMME AV TRÄ

För fullständig rapport se *Byggandets klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus med massiv stomme av trä.* (Larsson, 2016).

Det här projektet är en uppföljning av Blå Jungfrun-studien med syftet att studera klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv av ett nybyggt flerbostadshus i flera våningar med stomme i massivträ jämfört med ett flerbostadshus med stomme av betong. Den studerade byggnaden är ett av de två åttavåningshusen i kv. Strandparken i Sundbyberg med Folkhem som entreprenör och byggherre. Resultaten redovisas i Tabell 6.

Funktionell enhet:

$$1 \text{ m}^2 A_{temp}$$

Tabell 6. LCA-resultat för flerbostadshus med stomme av trä respektive betong. Resultaten redovisas i Kg CO2 ekv/ m² A_{temp}. Observera att för en rättvisande jämförelse skall Blå Jungfrun jämföras med "Strandparken 55 kWh, fristående utan garage" (Larsson, 2016).

Hustyp	A1-A3	A4-A5	A1-A5 (markarb)	B2+B4	B6	C1-C4
Trä- Strandparken i originalutförande med garage	230	40	24	50	370	9
Trä- Strandparken 55kWh, fristående utan garage	140	30	-	60	290	8
Betong- Blå Jungfrun	300	55	-	60	300	20

4.5 FOLKHEMS KONCEPTUS

För fullständig rapport se *EPD Folkhem's concept building* (Folkhem, 2015).

Koncepthuset är framtaget enligt strategin "flerbostadshus i massivträ ovan mark" och består av 10 våningar. Det nedersta planet samt halva plan 2 ligger under mark och uppförs därför i betong, medan övriga våningsplan ovan mark och uppförs huvudsakligen med KL-trä (korslimmat trä). Resultaten redovisas i Tabell 7.

Funktionell enhet:

1 m² temperaturkontrollerad yta (A_{temp}) för ett flerbostadshus med en referensstudieperiod (kalkyltid) om 50 år

Tabell 7. LCA-resultat för Folkhems konceptus, angivet i kg CO₂ ekv/FU (1 m² Atemp)

Hustyp	A1-A3	A4-A5	B2-B5	B6	C1-C4
Trä - folkhem konceptus	210	50	70	250	5

5 INFRASTRUKTUR

För fullständig rapport se *LCA för vägbro. Analys av en byggd betongöverbyggnad och en alternativ träöverbyggnad* (Pousette, 2014).

Vid renovering av en befintlig bro byggdes en betongbro (broöverbyggnad) på befintliga betongfundament, arbetet utfördes 2013-2014 och bron öppnades våren 2014. Martinsons och Moelven har gemensamt tagit fram hur en motsvarande träöverbyggnad kunde ha utförts för denna bro. LCA-beräkningar har genomförts för dessa två broalternativ.

För betongöverbyggnaden har LCA-beräkningar utförts av Tyréns och för den alternativa träöverbyggnaden av SP Trä. I beräkningarna ingår "vagga till grind", dvs. fram till bron står på plats samt underhåll i 80 år som är brons uppskattade livslängd. Inget avfallsscenario finns med i beräkningarna. Beräkningarna följer PCR för broar, 2013:23, men funktionell enhet har i stället för *en meter bro per år* valts till *en vägbroöverbyggnad med bestämda mått per 80 år*. Resultaten redovisas i Tabell 8.

Funktionell enhet:

En vägbroöverbyggnad med spännvidden 15 m och fri brobredd 7,5 m som uppfyller samma funktion under en livslängd av 80 år.

Tabell 8. LCA-resultat för bro.

Typ av bro	ton fossila CO ₂ -ekvivalenter
Träbro	80
Betongbro	130

Specifika tekniska data till studien var:

- Teoretisk spännvidd: 15,07 m (ett spann)
- Fri brobredd: 7,5 m
- Broyta: 118 m²
- Trafikbelastning EG A/B: Trafik över hela bron: 740/180 kN, Fordon i bromitt = 1050/300 kN
- Teknisk livslängd: 80 år

6 METOD FÖR BERÄKNING AV KOLDIOXID BUNDET I BIOGENA MATERIAL

Koldioxid som upptagits från atmosfären och binds i biogent material beräknas enligt Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (wbcsd, 2011) enligt följande:

$$kg\ CO_2ekv = M_{w,tot} \times C \times MW_{CO_2}$$

där

$M_{w,tot}$ = Mängden trämaterial i kg som ingår i byggnadsverket

C = {konstant som anger andelen kol i trämaterialiet} = 0,5

MW_{CO_2} = {konstant som anger molekylvikten för koldioxid} = 44/12

Enligt Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard bör upptaget av koldioxid från atmosfären endast återspegla den mängd kol som finns lagrat i produktens ingående biogena material.

6.1 BERÄKNINGSEXEMPEL FÖR FLERBOSTADSHUS STADSHAGEN

Det trä som byggs in i en byggnad lagrar koldioxid och i Tabell 7. LCA-resultat för Folkhems koncepthus, angivet i kg CO₂ ekv/FU (1 m² Atemp) presenteras ett räkneexempel för Folkhems flerbostadshus, koncepthus (Folkhem, 2015). Här jämförs de totala utsläppen av fossil koldioxid från materialproduktionen (A1-A3) till huset med hur mycket koldioxid som lagras i byggnaden så länge den står. I materialproduktionen (A1-A3) ingår produktion av alla material till huset så som betong, trä, gips, isolering, spikar etc.

Tabell 9. Beräkningsexempel där totala utsläpp av fossil koldioxid (kg CO₂) under materialproduktionen (A1-A3) för alla material till Folkhems flerbostadshus, koncepthus, jämförs med lagring av koldioxid (kg CO₂) bundet i de trämaterial som byggs in i huset och därmed fungerar som en kolsänka så länge byggnaden står. Resultat angivet i kg CO₂ ekv/FU (1 m² Atemp)

Flerbostadshuset Folkhem koncepthus	Totalt utsläpp fossil CO ₂ under A1-A3	Koldioxid inbundet i trä under byggnadens livslängd	Utsläpp: (A1-A3) - (CO ₂ inbundet i byggnadens livstid)
Trä - folkhem koncepthus original med KL-trä (Epd-norge, EPD KL-tre Martinsons Säg AB, 2015) och Limträ från Martinsons (Epd-norge, EPD Limtre Martinsons Säg AB, 2015)	210	270	-60
Trä - folkhem koncepthus original där Svenskt medel* för KL-trä och Limträ använts i beräkningarna	230	270	-40
Trä - folkhem koncepthus original där Europeiskt medel** för KL-trä och Limträ använts i beräkningarna	430	270	160

* Svenskt medel utgår från (Epd-norge, EPD KL-tre Martinsons Säg AB, 2015) (Epd-norge, EPD Limtre Martinsons Säg AB, 2015) (Epd-norge, EPD Standard limtrebjelke Moelvven Limtre AS, 2015) (Epd-norge, EPD Glulam Beams and Pillars Moelvven Töreboda AB, 2016)

** (Ecoinvent 3.3) Ecoinvent Processer

I tabell 12 visas tre olika beräkningsexempel för utsläpp av CO₂ under materialproduktionen (A1-A3) och lagringen av CO₂ i trämaterial i en byggnad (lagring/kolsänka under byggnadens livslängd). Det man ser är att det är väldigt stora skillnader i resultat. Skillnaderna beror på processerna i materialproduktionen, alltså hur trämaterialiet är tillverkat. Utsläppen

("nettoutsläppen") från materialproduktionen vid träbyggande reduceras med 60-100% om lagringen/kolsänkan inkluderas i beräkningarna. Det råder delade meningar inom bygg- och anläggningsbranschen och akademisk/forskningen om lagringen kan inkluderas i beräkningar. Enligt gällande PCR (Product Category Rules) i det Internationella EPD-systemet för livscykelanalyser, LCA och miljödeklarationer, EPD för byggnader kan lagringen/kolsänkan i trämaterial särredovisas.

7 REFERENSER

- Ecoinvent 3.3. (n.d.). Processes: Glued laminated timber, for indoor use {RER}| production | Alloc Rec och Laminated timber element, transversally prestressed, for outdoor use {RER}| laminated timber element production, for outdoor use | Alloc Rec.
- Epd-norge. (2015). *EPD KL-tre Martinsons Såg AB*. NEPD-345-236-NO.
- Epd-norge. (2015). *EPD Limtre Martinsons Såg AB*. NEPD-346-236-NO.
- Epd-norge. (2015). *EPD Standard limtrebjelke Moelvven Limtre AS*. NEPD-336-222-NO .
- Epd-norge. (2016). *EPD Glulam Beams and Pillars Moelvven Töreboda AB*. NEPD-456-318-EN .
- Folkhem. (2015). *EPD Folkhem's concept building*. Retrieved from http://gryphon.environdec.com/data/files/6/11176/epd652_Folkhem-concept-building.pdf
- Kurkinen, E. N.-A. (2015). *Energi och climateffektiva byggsystem. Miljövärdering av olika stomalternativ*. SP Rapport 2015:70.
- Larsson, M. E. (2016). *Byggandets klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus med massiv stomme av trä*. Sveriges Byggindustrier.
- Peñaloza, D. N. (2013). *Life Cycle Assessment of Different Building Systems: The Wälludden Case Study*. SP Report 2013:07.
- Pousette, A. N. (2014). *LCA för vägbro. Analys av en byggd betongöverbyggnad och en alternativ träöverbyggnad*. SP Rapport 2014:73.
- Tyréns. (2012). *Screening avseende klimatpåverkan från flerbostadshus. En studie av Folkhems projekt Kv. Strandparken*.
- Tyréns. (2014). *Kortversion av Tyréns handbok för livscykelanalyser och miljödeklarationer avseende byggnader*.
- Tyréns. (2015). *Jämförande LCA screening varuhus*.
- Tyréns. (2016). *Jämförande LCA för industribyggnad*.
- wbcSD, W. &. (2011). *Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and reporting Standard*.