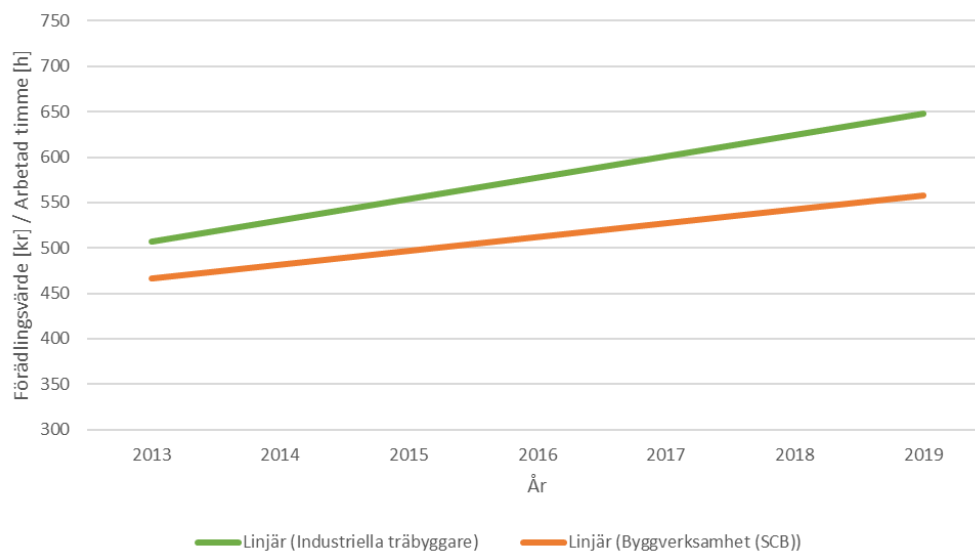




# Produktivitetmått för Industriellt träbyggande

## Slutrapport



Lars Stehn och Alexander Jimenez  
Luleå tekniska universitet



## Förord

Syftet med projektet var att sammanställa produktivitetsutvecklingen hos industriella och industrialiserade träbyggföretag i Sverige. Projektet var gemensamt finansierat av:

- Träcentrum Norr, TCN
- Centrum för Byggande och Boende med Trä, CBBT
- Sveriges Träbyggnadskansli



Projektteamet bestod av projektledare Professor Lars Stehn, LTU, för det vetenskapliga arbetet och biträdande projektledare Jerker Lessing, FoU-chef BoKlok, för förankring i industrin. Projektteamet stöddes av en vetenskaplig grupp som bestod av doktorand Alexander Jimenez och adjungerad professor Jan Byfors, båda LTU, som bistod med datainsamling och kommunikation med SCB om produktivitetmått. Författare till rapporten är Lars Stehn och Alexander Jimenez. Till projektet bistod även en arbetande referensgrupp med såväl akademi som industrirepresentanter; Anders Carlsson (Derome), Helena Lidelöv (Lindbäcks Bygg), Daniel Wilded (Martinsons Byggsystem, i det initiala skedet av projektet), Anna-Lena Gull (Setra), Urban Blomster (Södra Building Systems), Professor Staffan Brege (LiU), Susanne Rudenstam (Sveriges Träbyggnadskansli).

Företagen som omfattades av datainsamlingen var:

- Industriella byggare: BoKlok, Derome, Lindbäcks bygg, Moelven byggmodul, Götenehus, Obos, Anebyhus, Vida Building system och Sizes.
- Träsystemleverantörer: Martinsons Byggsystem, Setra, Södra Building Systems, Moelven Töreboda.
- Under projektet medverkade även personer från fem medelstora byggentreprenörer för inventering av produktivitetmått kopplade till trästommar levererade av systemleverantörer.

Ett varmt tack till alla dessa personer och medverkande organisationer.

Luleå, oktober 2021

Lars Stehn och Alexander Jimenez

## Sammanfattning

Idag saknas kunskaper om skillnader i produktivitet mellan det traditionella byggandet och det industriella byggandet p.g.a. att det saknas data för det industriella byggandet. Denna studie är en första systematisk ansats där huvudfrågan att besvara var: Hur ser produktivitetens utvecklingen för industriellt träbyggande i Sverige ut och hur ser jämförelsen med konventionellt byggande av flerbostadshus ut?

Den kvantitativa datainsamlingen baserades på att de deltagande företagen själva rapporterade in ekonomisk- och byggprojektdata. Mätningarna på byggprojektnivå omfattade 154 byggprojekt med geografiskt spridning över hela Sverige mellan åren 2014-2020. Byggprojekten omfattar gruppbyggda småhus upp till två våningar (30 %) och flerbostadshus för boende, äldreboende och studentbostäder (70 %) motsvarande 9 334 gruppbyggda småhus och lägenheter i flerbostadshus. Den kvalitativa delen av datainsamlingen skedde med systemleverantörer och byggentreprenörer runt industrialiserade stomsystem i trä. Eftersom detta är en första systematisk ansats har inga kvantitativa sambandsanalyser genomförts utan resultaten ska ses på en mer övergripande nivå. Kvaliteten är avhängig av riktigheten på företagens egna rapporterade siffror och tolkningar.

Slutsatserna från projekt är:

- I medeltal är arbetsproduktivitet, [förädlingsvärde/arbetsinsats] på företagsnivå/år, mellan åren 2013-2020 för industriella träbyggare 11 % högre jämfört med all övrig *konventionell entreprenadverksamhet*. Utvecklingen över tid av arbetsproduktiviteten är positiv både för de industriella träbyggarna (20 %) liksom för all övrig entreprenadverksamhet inom husbyggandet (19 %).
- Enligt gängse definitioner inom husbyggandet ses ledtid som ett indirekt produktivetsmått som speglar tidsanvändning i ett byggprojekt [tiden från start av projekteringsarbete till sista slutbesiktning].
  - Medelvärde för ledtiden för industriellt byggda flerbostadshus och gruppbyggda småhus i trä för perioden 2014-2020 var  $15,7 \pm 0,7$  månader.
  - Ledtidsutvecklingen mellan åren 2014-2018 var negativ både för konventionellt byggda flerbostadshus (28 %) samt för industriellt framställda *flerbostadshus* (21 %). I båda fallen kan bostadsprojektens ökade storlek vara en förklaring. Bostadsprojektstorleken ökade i medeltal mer för konventionella än för industriella flerbostadshus.
  - Dock ses att ledtiden i medeltal var *3,3 månader kortare* för industriellt byggda flerbostadshus.
- Byggkostnad/m<sup>2</sup> BTA används i husbyggnadssammanhang för att ange projektproduktivitet, dvs. hur mycket byggkostnad har uppstått för att producera en m<sup>2</sup> bruttoarea, BTA. Ett lägre tal innebär lägre kostnader för att producera och är därför en indikator på högre produktivitet.
  - Byggkostnaden för industriellt framställda trähus i medeltal för perioden 2014-2020 var  $11\,763 \pm 519$  kr/m<sup>2</sup> BTA. Justering för prisökningar med användning av entreprenadindex har skett, kostnader för markentreprenader ingår inte.

- I medeltal sett ur byggkostnad/m<sup>2</sup> BTA är produktiviteten för industriellt framställda flerbostadshus 30 % högre jämfört med konventionella flerbostadshus.
- Industriellt byggda trähus påvisar en (produktivitetsförbättring) *kostnadssänkning* på 16 % jämfört med konventionella flerbostadshus som visar en (produktivitetsminskning) *kostnadsökning* på 20 %. Industriellt framställda hus uppvisar en kostnadssänkning medan konventionellt byggda flerbostadshus uppvisar en kostnadsökning under samma period. Produktivitetsutvecklingen mellan 2014-2018 är därför positiv för industriellt byggande men negativ för konventionellt husbyggande.
- Byggkostnadens bidrag till den totala produktionskostnaden för industriellt framställda hus är *grovt sett* 40 %. Detta kan jämföras mot byggkostnadens bidrag på drygt 50 % på produktionskostnaden för konventionellt byggda flerbostadshus. Innebörden kan tolkas så att byggkostnaderna för industriellt byggande i trä i mindre grad driver totalkostnadsutvecklingen (och därmed indirekt prisökningen) än vad byggkostnaderna gör för konventionellt byggda flerbostadshus.
- För att nå en ökning av totaleffektivitet av stombyggande i trä visade undersökningen på ett antal mått och utmaningar. Undersökningen pekar på följande faktorer för fortsatt process och produktivitet utveckling till gagn för både systemleverantörer och byggentreprenörer
  - Nyttan med industriella stomsystem sågs som en ökad produktivitet generellt sett och att de har låg vikt på stomkomponenter, hög måttprecision i utförandet, färre och enklare arbetsmoment och en snabb uttorkning av stommen.
  - Fyra utvecklingsområden pekades ut: 1) *Ökad prefabricering* av stomsystemen och dess komponenter, 2) *Tidigare och exaktare detaljprojektering* för att matcha leveranser och toleranser, 3) *Ökad samverkan* för att primärt lösa fuktsäkerhet och leveransplanering och 4) *Ökad specialisering* för byggentreprenörerna.
  - Baserat på entreprenörernas och systemleverantörernas gemensamma åsikter hittades tre produktivetsmått: Timmar/m<sup>2</sup> BTA (timmar för projektering + timmar för montage + timmar för komplettering), Antal lyft/m<sup>2</sup> BTA och Leveransfel/m<sup>2</sup> BTA.
  - För byggentreprenörerna handlar det om effektiv projektering och robusta enhetstider för deras anbuds- och produktionskalkyler vilka kan baseras på de tre måtten. För systemleverantörerna handlar det om att bättre förbereda systemen för att underlätta projektering (både för systemleverantören och byggentreprenören), underlätta leveranser och underlätta byggentreprenörens montage och minska kompletteringsarbetet. Drivkrafterna för utveckling kan baseras på de tre måtten.

## Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>2</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>5</b>
1.1 Bakgrund till produktivetsmätningar i husbyggandet .....	6
1.2 Syfte och mål.....	7
<b>2 Metoder och genomförande</b> .....	<b>8</b>
2.1 Datainsamling och analys för del 1: Industriellt byggande .....	8
2.1.1 Arbetsproduktivitet.....	9
2.1.2 Ledtider för byggprojekt.....	9
2.1.3 Byggkostnader för byggprojekt/m <sup>2</sup> BTA .....	9
2.2 Datainsamling och analys för del 2: Industrialiserat byggande .....	10
<b>3 Produktivetsutvecklingen av industriellt byggande i trä</b> .....	<b>10</b>
3.1 Arbetsproduktivitet för företag som bygger flerbostadshus och gruppbyggda småhus .....	10
3.2 Projektproduktivitet för byggprojekt av flerbostadshus och gruppbyggda småhus.....	12
<b>4 Produktivetsmått för industrialiserat byggande i trä</b> .....	<b>16</b>
<b>5 Referenser</b> .....	<b>19</b>
<b>Bilaga 1: Kvalitativ produktivetsdata för industrialiserat byggande i trä</b> .....	<b>20</b>

## 1 Inledning

Industriellt byggande beskrivs som en modern industri med klimateffektiva processer som bidrar med effektiva produktionsmetoder, effektiva industriella flöden med hög prefabriceringsgrad och kontrollerade logistikflöden som möter urbanisering genom produktiva montageflöden på byggplats (Bertram m.fl., 2019). Ett flertal studier från olika länder pekar entydigt på att den konventionella byggindustrin har haft en svag produktivitetsutveckling under lång tid. Idag saknas dock data på skillnaden i produktivitet mellan det konventionella byggandet och det industriella byggandet. Huvudfrågan att besvara i denna studie är därför: Hur ser produktivitetsutvecklingen för industriellt träbyggande i Sverige ut?

Som två viktiga utgångspunkter beskrivs först industriellt träbyggande och därefter problem att beakta vid genomförande och tolkningar av produktivetsjämförelser och -mätningar.

Ur ett industriperspektiv kan det industriella träbyggandet delas in i två delbranscher: Industriella träbyggare och Industrialiserade träbyggare, illustrerat i figur 1. Industriellt träbyggande används här som ett samlingsbegrepp som inkluderar industriellt byggande med modulelement i regel- och massivträkonstruktion med mycket hög prefabriceringsgrad från fabrik, och det industrialiserade träbyggandet av stomkomponentsystem i massiv- och limträ. All tillverkning är höggradigt mekaniserad och används för alla typer av husbyggnader som spänner över lokaler, flerbostadshus och grupphus.



Figur 1: Illustration av Industriellt byggande i trä (vänster, foto Moelven Byggmodul) och Industrialiserat byggande i trä (höger, foto Södra Building Systems)

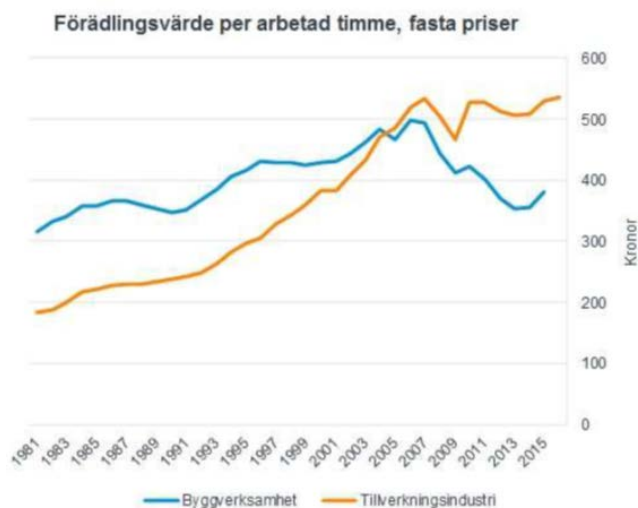
Produktivitet för husbyggande är en komplex frågeställning med en svår gränsdragningsproblematik som medför svårigheter i tolkningar av produktivetsmätningar och produktivetsindex. Produktivitet i husbyggandet påverkas och sammanblandas med ett flertal, ibland motstridiga, faktorer:

- Kopplingen mellan byggkostnad och pris och bl.a. pris påverkan av bruksvärdesystemet för hyressättning och marknadsförutsättning och utveckling för bostadsrätter,
- Rågången mellan byggprojektets- och byggföretagets effektivitet och lönsamhet kontra produktivitet,

- Byggprojektets förutsättningar som t.ex. tomtens placering och geometriska förutsättningar, planprocessen, beställare, andra medverkande aktörer, d.v.s. externa påverkande projektfaktorer (enligt Josephson, 2013 och Ilar m.fl., 2020),
- Produktivitet i förhållande till slöseri, säkerhet och hållbarhet och i relation till projektmålen kostnad, tid och kvalitet.

## 1.1 Bakgrund till produktivetsmätningar i husbyggandet

Den svaga produktivetsutvecklingen i byggbranschen, jämfört med andra svenska branscher, visas i figur 2. Prognoscentret (2021) redovisar en utveckling av förädlingsvärdet i svenskt byggande under perioden 1981 – 2015. Av denna framgår att under senare år har utvecklingen av förädlingsvärdet t.o.m. varit negativt i svenskt byggande.



Figur 2: Utveckling av förädlingsvärde per arbetad timme (Prognoscentret, 2021)

Produktivitet är ett begrepp som kan beskrivas som förmågan att producera. Totalfaktorproduktivitet, eller Arbetsproduktivitet, mäts i termer av förädlingsvärde/arbetsinsats och är ett volymindex utformat för att mäta förändring i förädlingsvärdevolymer mellan två tidpunkter. Förädlingsvärdevolym kan ses som skillnad i volym mellan vad som slutligen produceras av varor/tjänster (output) och vad som behövs i förbrukning för att producera dessa varor/tjänster (input). Arbetsproduktivitet mäter förädlingsvärde/arbetsinsats på företagsnivå.

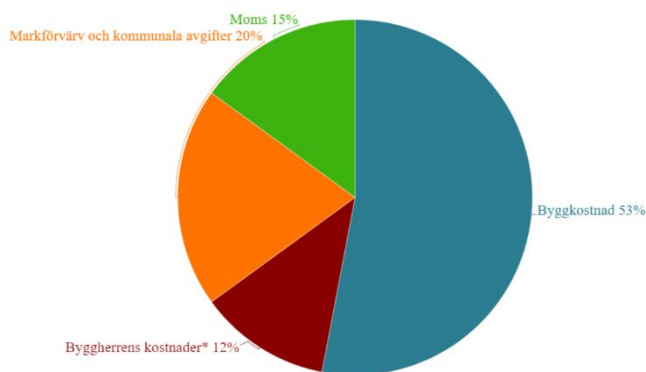
Singelfaktorproduktivitet (ekvation 1) mäts vanligtvis som kvoten mellan output och input, eller input och output.

$$\text{Produktivitet} = \text{input/output eller output/input} \quad (\text{ekvation 1})$$

Produktivitet uttrycks i husbyggnadssammanhang som t.ex. kr/m<sup>2</sup> (Byggkostnad/m<sup>2</sup> BTA) eller timmar/m<sup>2</sup> (timmar/m<sup>2</sup> BTA). Detta mått anger produktivitet på byggprojektnivå. Josephsson (2013) hävdar att man i komplement till produktivetsmått av typen byggkostnad/m<sup>2</sup> och timmar/m, bör mäta ledtider, felkostnad och upplevd störningsfrihet i produktframtagningen vilka är mått på själva processens effektivitet (Koch m.fl., 2020).



Byggkostnaden (entreprenörens kostnader) är inputparametern i produktivetsberäkningen eftersom det är i byggproduktionen som det sker transformation av input till önskad output. Men byggkostnaden i sig *utgör bara ca 53 %*, dvs. drygt hälften, av den totala produktionskostnaden för ett flerbostadshus (Byggföretagen, 2021 A). Den totala produktionskostnaden i ett bostadsprojekt kan delas upp i kostnadsposter enligt figur 3.



Figur 3: Produktionskostnad i ett flerfamiljshus byggprojekt (Efter Byggföretagen, 2021 A).

Produktionskostnaden för flerbostadshus har ökat med 185 % till 42 870 kr/m<sup>2</sup> under perioden 1998-2019 (SCB, 2021). Detta gäller i riket som helhet och per kvadratmeter lägenhetsarea i flerbostadshus. Stora variationer finns mellan södra och norra Sverige och mellan bostads och hyresrätter. Det är huvudsakligen byggnadskostnadens utveckling som påverkar den totala produktionskostnaden för flerbostadshus och den viktigaste förklaringen till detta är stigande materialpriser (Byggföretagen, 2021 A).

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet var att sammanställa produktivetsutvecklingen hos industriella och industrialiserade träbyggföretagen i Sverige.

För att nå detta syfte formulerades två mål:

Mål 1: Mätningar på produktivetsutveckling hos industriella träbyggföretag genom tre produktivetsmått.

- Arbetsproduktivitet: Förädlingsvärde/arbetsinsats [mäts på företagsnivå]
- Ledtider: Månader [mäts på byggprojektnivå]
- Byggkostnad: Kr/m<sup>2</sup> BTA [mäts på byggprojektnivå]

Mål 2: Som ett första steg för att kunna beskriva produktivetsutvecklingen identifiera kvalitativa produktivetsmått för ett byggprojekts totaleffektivitet. Måtten ska spegla både de industrialiserade träbyggföretagens systemleveranser till byggplatsen och byggentreprenörernas operationella effektivitet i stommontaget.

## 2 Metoder och genomförande

### 2.1 Datainsamling och analys för del 1: Industriellt byggande

Datainsamlingen baserades på att de deltagande företagen själva rapporterade in ekonomisk- och byggprojektdata. Data självrapporterades till Excellark som speglade respektive mätetal. Sekretess av data har säkerställts genom att Luleå tekniska universitet och de medverkande forskarna har undertecknat ett sekretessavtal med varje företag. Kvaliteten och riktigheten i data baseras helt uteslutande på företagens egna rapporterade siffror. Data sträcker sig mellan 2013 till 2021.

Byggprojekt representeras av flerbostadshus (byggnader som är sammanbyggda och innehåller lägenheter) och gruppbyggda småhus upp till 2 våningar (småhus som skall upplåtas med hyresrätt eller bostadsrätt eller som skall försälas).

Projektets första mål var att sammanställa produktivitetsutveckling för industriellt byggda flerbostadshus.

Vid arbetsproduktivitetjämförelser har data justerats för konsumentprisindex (KPI) enligt SCB (2021 A). Referensår för prisjustering är 2019. SCB data gäller per år, d.v.s. förädlingsvärde samt arbetade timmar per år. För en detaljerad jämförelse av arbetsproduktivitet utveckling för industriellt framställda bostadshus av trä jämfört mot konventionellt byggande bör data presenteras kvartalsvis och säsongjusterats. Data finns för entreprenadverksamhet (Ekonomifakta, 2021) men data inhämtad i denna undersökning var i dagsläget inte möjlig att säsongjustera. Säsongrensning har därför inte tillämpats vilket skulle gett mer rättvisande jämförelser.

Produktivitet utveckling på byggprojektnivå jämförs mot konventionell produktion av flerbostadshus. Detta innebär jämförelser mellan olika år och eftersom bl.a. byggkostnaden och prisutvecklingen varierar har jämförelser gjorts på medelvärden. Variationen i data rörande ledtider och byggkostnader/m<sup>2</sup> BTA redovisas som konfidensintervall angivna med 90 % konfidens. För att korrigera för prisutvecklingen har data för byggkostnader för 2020 till 2015 nedjusterats med användning av entreprenadindex (Byggföretagen, 2021 B) för justering för prisökningar i jämförelser med år 2014 enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1: Normerat entreprenadindex för stomme med trä, medeltal per år (efter Byggföretagen 2020 B).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
<b>Normerat entreprenadindex</b>	1,000	1,043	1,068	1,094	1,128	1,162	1,194

\* uppskattat värde baserat på trenden från 2015-2019 då pris i medeltal per år steg 3,2 %

Data för arbetsproduktivitet (företag och år), ledtider och byggkostnader (byggprojekt och år) saknas ibland för vissa serier av företag, år eller byggprojekt varför olika jämförelser baseras på olika tids-, företags- och byggprojekts populationer.

Jämförelser mellan industriell och konventionell produktion av flerbostadshus baseras på data för produktion av flerbostadshus presenterade av Josephsson (2013) och Koch m.fl. (2020) gällande produktiviteten för år 2013 respektive för år 2018.

### 2.1.1 Arbetsproduktivitet

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\text{Förädlingsvärde}}{\text{resursförbrukning}} = \frac{\text{Produktionsvärde-insatsförbrukning}}{\text{Faktiskt arbetade timmar}} \quad (\text{ekvation 2})$$

- *Produktionsvärde*: avser nettoomsättningen i SEK som genererats av intäkten från summan av alla producerade varor och tjänster.
- *Insatsförbrukning*: avser värdet i SEK av de varor och tjänster som används som insats i produktionsprocessen, exkl. fasta tillgångar, vars användning förs som kapitalförslitning.
  - Insatsförbrukning i SEK (från t.ex. råvaror och förnödenheter + underentreprenader och köpta tjänster för produktionen + handelsvaror som sålts vidare utan att bearbetas)
- *Faktiskt arbetade timmar*: avser de totalt faktiskt arbetade timmarna från samtliga anställda personer i det egna företaget.
- *Arbetsproduktivitet* jämförelsebas beräknas från data som plockas ut från SCB (2021 B) för byggverksamhet, dvs. från *samtliga byggentreprenörer* (41 enl. näringsgren SNI 2007), *anläggningsentreprenörer* (42 enl. näringsgren SNI 2007) samt *specialiserade bygg- och anläggningsentreprenörer* (43 enl. näringsgren SNI 2007).

### 2.1.2 Ledtider för byggprojekt

- *Ledtiden* beräknas som tiden, i månader, från start av projekteringsarbete till slut för produktion (sista slutbesiktning).

### 2.1.3 Byggekostnader för byggprojekt/m<sup>2</sup> BTA

Byggekostnaden beräknas som kostnaden för byggproduktion adderat med kostnaden för fabriksproduktion:

- *Byggplatsproduktion*: avser kostnader för entreprenaden, t ex transporter, material, löner för tjänstemän och hantverkare, maskiner, etablering, UE (el-installation, VVS-installation, ventilation, målning, anslutning av kabel-tv/bredband och fjärrvärme/naturgas), mm.
  - Produktionskostnader så som byggherrekostnader, moms och pris för markförvärv ingår inte.
  - Orsakat av svårigheter med datainsamling i denna studie sattes systemgränsen för byggekostnader arbete ovan platta. Dvs. kostnader och timmar för mark- och grundläggningsentreprenad ingår inte. Dock ingår markarbetena i beräkning av ledtider.
- *Fabriksproduktion*: avser summan av kostnaderna för att producera de olika byggelementen/modulerna som sedan monteras på byggplatsen.
- *m<sup>2</sup> BTA*: avser arean av mätbara delar av samtliga våningsplan, begränsade av omslutande byggnadsdelars utsida eller annan för mätbarhet angiven begränsning. Även garage och förråd ingår.

## 2.2 Datainsamling och analys för del 2: Industrialiserat byggande

Målet med del 2 i projektet var att identifiera kvalitativa produktivetsmått för industrialiserade stommontage på byggprojekts totaleffektivitet. Datainsamlingen var kvalitativ via frågeställningar på en gemensam workshop för systemleverantörer och efterföljande individuella intervjuer med byggtreprenörer. Detta betyder att kvaliteten på data är beroende av de professionella aktörernas egna tolkningar och värderingar. Ingen statistisk analys har gjorts av den kvalitativa informationen.

I den gemensamma workshoppen deltog fyra systemleverantörer av stomkomponentsystem. Syftet var att gemensamt ta fram mått som enligt systemleverantörerna fångar upp effekten av trästommen på hela byggproduktionen. Måtten speglar både de industrialiserade träbyggföretagens systemleveranser till byggplatserna och byggtreprenörernas operationella effektivitet i byggproduktion.

Med dessa mått som bas kompletterat med frågeställningar om produktivetsrelaterade fördelar och utmaningar med träbyggnadssystem och hur produktivitet hanteras inom den egna organisationen genomfördes djupintervjuer med fem medelstora byggtreprenörer med vana av byggproduktion av flerbostadshus med systemkomponenter av trä. Syftet med samtalen var att mejsla ut byggtreprenörernas egna mått på positiva effekter och kvarstående utmaningar av leveranser och montage av stomkomponenterna på byggproduktionen. Den kvalitativa analysen skedde genom att jämföra de olika måtten, dels från systemleverantörerna dels från byggtreprenörerna, på totaleffektivitet av stomsystemen för byggproduktionen för input till fortsatt produktivetsutveckling till gagn för båda parter.

## 3 Produktivetsutvecklingen av industriellt byggande i trä

### 3.1 Arbetsproduktivitet för företag som bygger flerbostadshus och gruppbyggda småhus

Undersökningen omfattar organisationer vars huvudsakliga sysselsättning är industriellt byggande i trä mellan 2013-2021.

Medeltalet för arbetsproduktiviteten per år, KPI justerat och beräknat enligt ekvation 2 presenteras i tabell 2. De presenterade värdena används i figurerna 4 och 5 för att presentera arbetsproduktivetsutvecklingen.

Tabell 2. Arbetsproduktivitet per år, beräknat som förädlingsvärde/arbetad timme. KPI justerad.

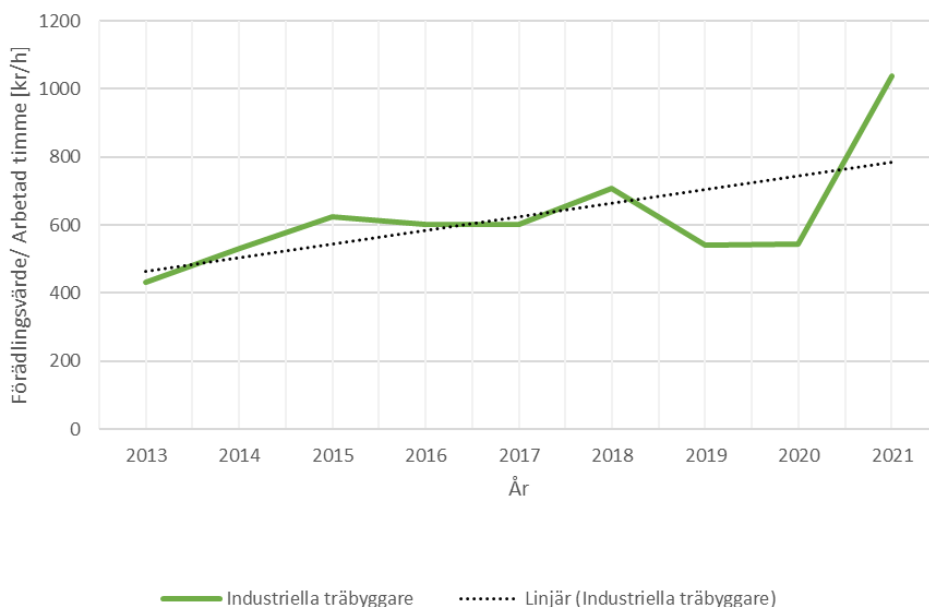
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 <sup>+</sup>
<b>Industriella träbyggare</b>	433	532	624	601	601	709	543	545	1037
<b>Byggverksamhet (SCB)</b>	445	484	524	509	535	540	547	*	*

<sup>+</sup> Data för år 2021 finns bara för Kvartal 1 varför värdena inte tas med i jämförelser

\* Data från SCB inte tillgänglig

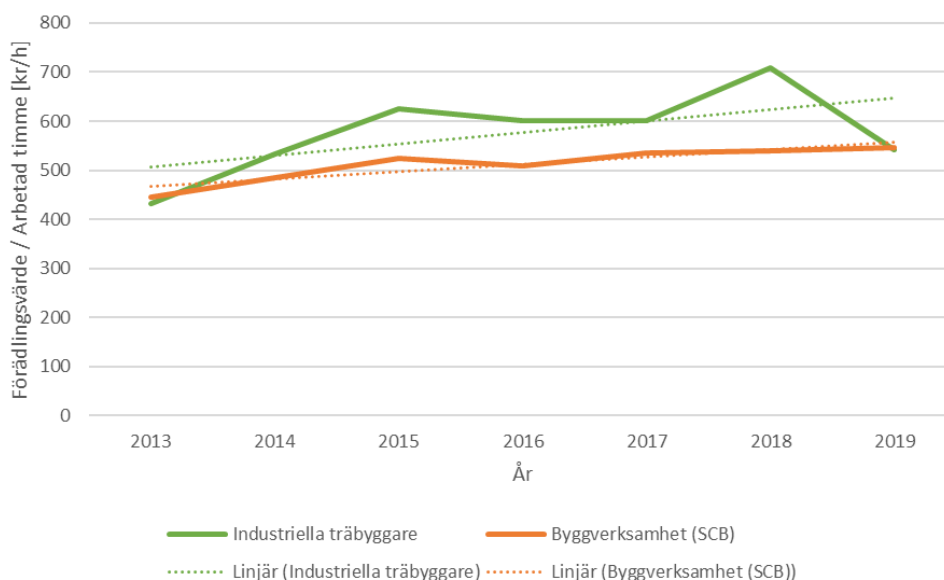
Utvecklingen av arbetsproduktivitet, presenterat i figur 4, är något positiv från 2013 till 2018. Mellan 2018 och 2019 verkar något ha orsakat en negativ utveckling av arbetsproduktivitet,

för att sedan mot 2021 återigen indikera en uppgång. Oavsett de svajiga talen så indikerar tendensen på en positiv utveckling av arbetsproduktiviteten för industriellt framställda flerbostadshus och gruppbyggda småhus mellan åren 2013 och 2021. Arbetsproduktiviteten, KPI justerat, har i *medeltal ökat med 20 %* från 433 kr/h för år 2013 till 543 kr/h för år 2019.



Figur 4. Arbetsproduktivitetsutvecklingen hos industriella träbyggare mellan åren 2013 och 2021.

En jämförelse mellan industriellt framställda flerbostadshus och gruppbyggda småhus i trä mot all övrig byggverksamhet (samtliga byggentreprenörer, anläggningsentreprenörer och specialiserade bygg- och anläggningsentreprenörer) per år gällande förädlingsvärde samt arbetade timmar per år från SCB visas i figur 5. Från jämförelsen som sträcker sig mellan 2013-2019 kan vi se att arbetsproduktiviteten generellt sett har stigit mellan åren. Medeltalet för arbetsproduktivitet mellan åren 2013-2019 var för industriella träbyggare  $578 \pm 50$  kr/h och för övrig entreprenadverksamhet  $512 \pm 21$  kr/h. Resultaten pekar på att arbetsproduktivitetsnivån i medeltal är 11 % är högre hos de industriella byggarna jämfört mot konventionell byggverksamhet men med jämförbar ökning över åren.



Figur 5. Arbetsproduktivitetsutvecklingen hos industriella träbyggare och organisationer som bedriver byggverksamhet (SNI 2007 41-43) mellan åren 2013 och 2019.

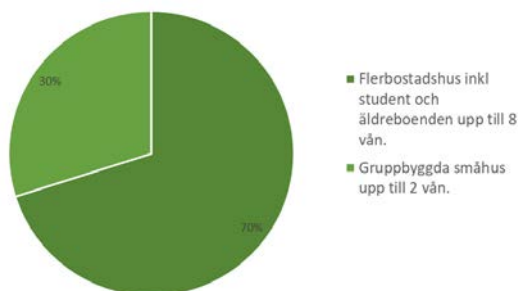
Två observationer kan urskiljas:

- Utveckling av arbetsproduktiviteten är positiv både för all entreprenadverksamhet (19 %) liksom som för industriella träbyggare (20 %).
- I medeltal sett ur förädlingsvärde i kr/arbetad timme har industriella träbyggare 11 % högre arbetsproduktivitet jämfört med för konventionell entreprenadverksamhet.

### 3.2 Projektproduktivitet för byggprojekt av flerbostadshus och gruppbyggda småhus

Undersökningen omfattar byggprojekt som sträcker sig mellan 2014-2020.

- Antal byggprojekt är totalt 154 med geografiskt spridning över hela Sverige.
- Byggprojekten omfattar gruppbyggda småhus upp till två våningar, flerbostadshus för boende, äldreboende och studentbostäder med en fördelning enligt figur 6.
- Byggprojekten motsvarar 9 334 gruppbyggda småhus och lägenheter i flerbostadshus.
- Byggprojektstorleken varierar från 23 118 m<sup>2</sup> BTA till 874 m<sup>2</sup> BTA och var i medeltal över åren 5 430 m<sup>2</sup> BTA.



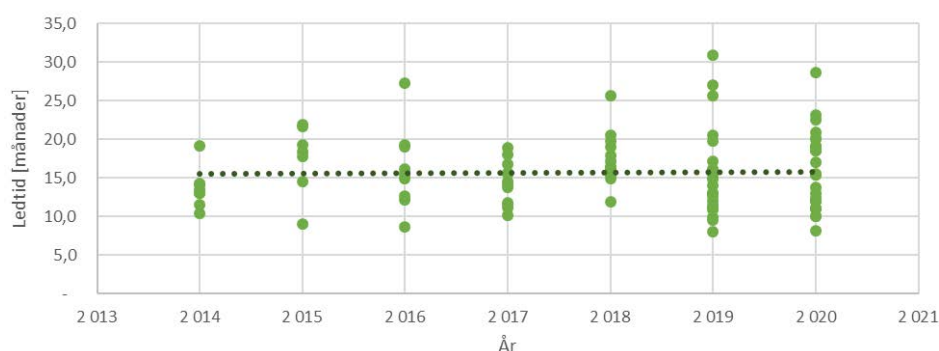
Figur 6: Fördelning av byggprojekt per byggnadstyp (n=154).

Ledtiden kan ses som ett *indirekt* produktivetsmått som speglar tidsanvändning (grov sett värdeskapande processtid och icke-värdeskapande väntetid) i ett byggprojekt och bedöms som tiden från start av projekteringsarbete till sista slutbesiktning. Ledtiden blir därmed också en spegelbild hur snabbt en beställare av ett bostadsprojekt kan börja använda sin fastighet. Utvecklingen redovisas i tabell 3.

Tabell 3: Ledtidsutveckling för mellan åren 2014-2020.

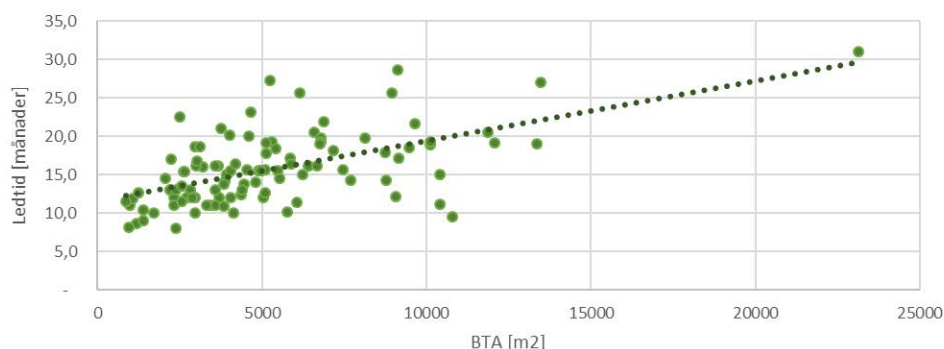
	Ledtid [månader]	Variation [månader]
Ledtid, medelvärde hela perioden 2014-2020	15,7	± 0,7
Ledtid, medelvärde 2014	13,6	
Ledtid, medelvärde 2020	15,5	

Ledtidsutvecklingen är negativ, dvs. ledtiden har i *medeltal ökat med 12 %* mellan 2014-2020, figur 7.



Figur 7: Ledtidsutveckling mellan åren 2014-2020 (n=105).

Produktivetsutveckling med avseende på tidsanvändning är därför negativ. Det finns säkerligen flera förklaringsfaktorer till ledtidens negativa utveckling. En förklaring finns i byggprojektstorleken. År 2014 var byggprojekten i medel 3 344 m<sup>2</sup> BTA vilket steg med nästan 24 % till i medel 4 395 m<sup>2</sup> BTA år 2020. Ledtiden är beroende av byggprojektstorleken, vilket redovisas i figur 8. Trenden visar på att desto större byggprojekt ju längre ledtid.



Figur 8: Ledtidens beroende av bruttoarean, BTA (n= 105).

Byggkostnad/m<sup>2</sup> BTA används i husbyggnadssammanhang för att ange produktivitet, dvs. hur mycket byggkostnad har uppstått för att producera en m<sup>2</sup> bruttoarea, BTA. Ett lägre tal innebär lägre kostnader för att producera och är därför en indikator på högre produktivitet. Utvecklingen redovisas i tabell 4 där värden för åren 2015 till 2020 nedjusterats med användning av entreprenadindex för justering för prisökningar i jämförelser med år 2014. Observera att kostnader för markentreprenader inte ingår.

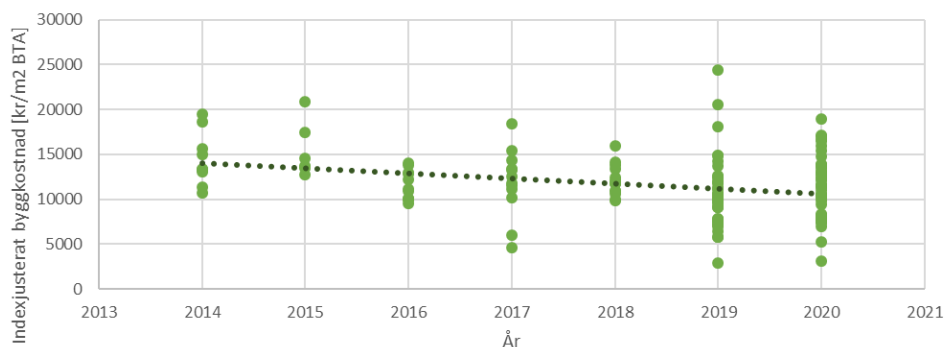
Tabell 4: Byggkostnader kr/m<sup>2</sup> BTA för åren 2014-2020. Jämförelsebas år 2014.

	Byggkostnad [kr/m <sup>2</sup> BTA] <sup>+</sup>	Variation [kr/m <sup>2</sup> BTA]
<b>Byggkostnad, medelvärde hela perioden 2014-2020*</b>	11 763	± 519
<b>Byggkostnad, medelvärde 2014</b> (i 2014 års priser)	13 919	
<b>Byggkostnad, medelvärde 2019</b> (i 2019 års priser)	13 065	
<b>Byggkostnad, medelvärde 2020</b> (i 2020 års priser)	13 230	

<sup>+</sup> Kostnader för markarbeten ingår inte.

<sup>\*</sup> Kostnader för jämförelser 2015-2020 nedjusterade med entreprenadindex.

Produktivitetsutveckling med avseende på Byggkostnad/m<sup>2</sup> BTA är positiv. Den indexreglerade byggkostnaden i kr/m<sup>2</sup> BTA har i *medeltal minskat med 16 %* från 13 919 kr/m<sup>2</sup> BTA för år 2014 till 11 121 kr/m<sup>2</sup> BTA (indexjusterad) för år 2020, figur 9.



Figur 9: Indexjusterad byggkostnadsutveckling mellan åren 2014-2020 (n=147).



## Jämförelser med förväntade produktionskostnader

Den positiva produktivetsutvecklingen med en 16 % kostnadsreduktion sett över 6 år pekar på att byggkostnaderna i relation till produktionskostnaden borde bli lägre än 53 %. Den ökade produktiviteten bör ge en lägre relation mellan byggkostnader och produktionskostnader än vad som redovisas i figur 3. Noterbart är dels att markkostnader inte ingår i data i denna undersökning samt att figur 3 baseras på data från 2014 vilka också ska tas under beaktande. Produktionskostnaden i riket som helhet var 2019 i medeltal 42 870 kr/m<sup>2</sup> BOA (lägenhetsarea) i flerbostadshus (SCB, 2021 C).

För att jämföra mot dessa data måste ett antagande om relation mellan bruttoareorna BTA och lägenhetsarean, BOA, göras. I denna jämförelse sätts:

$$\text{Relationen mellan BOA/BTA} = 0,75 - 0,80$$

Med detta antagande skulle, i medeltal och för år 2019, relationen mellan produktionskostnaden och byggkostnaden för industriella flerbostadshus i trä bli:

$$13\,065 / (\text{BOA/BTA}) = 16\,331 - 17\,420 \text{ kr/m}^2 \text{ BOA} = 38 \% - 41 \%$$

Detta pekar på att byggproduktionens (entreprenad eller byggkostnaden) bidrag till priset, som speglas av produktionskostnaden, för industriellt framställda hus grovt sett är 40 %. Detta kan jämföras mot produktionens bidrag på drygt 50 % för konventionellt byggda flerbostadshus. Innebörden kan tolkas så att byggkostnaderna för industriellt byggande i trä i mindre grad driver totalkostnadsutvecklingen (och därmed indirekt prisökningen) än vad byggkostnadsrena gör för konventionellt byggda flerbostadshus.

## Jämförelser med konventionellt byggda flerbostadshus

I Koch m.fl. (2020) presenteras en stor studie om produktivetsutvecklingen inom lokaler, flerbostadshus, grupphus och anläggning för år 2018. Jämförelser görs också med produktivetsutvecklingen jämfört med år 2013 som baseras på data från Josephsson (2013). Data från Koch m.fl. kan jämföras med data i denna undersökning och möjliggör därmed en jämförelse mellan produktivetsutveckling för konventionellt byggda flerbostadshus och industriellt byggda flerbostadshus i trä.

Jämförelsen i tabell 5 sker för konventionellt och industriellt byggda flerbostadshus/projekt avslutade år 2018.

Tabell 5: Ledtider Byggkostnader kr/m<sup>2</sup> BTA för konventionellt och industriellt byggda flerbostadshus

	Konventionella flerbostadshus (Koch m.fl. 2020)	Industriellt byggda flerbostadshus i trä <sup>+</sup>
<b>Antal byggprojekt</b>	39	15
<b>Ledtid, medelvärde 2018 [månader]</b>	20,6	17,3
<b>Ledtidsutveckling 2014-2018</b>	14,8 → 20,6 (28 %)	13,6 → 17,3 (21 %)
<b>Byggkostnad, medelvärde 2018 [kr/m<sup>2</sup> BTA]</b>	19 783	13 827
<b>Byggkostnadsutveckling 2014-2018<sup>*</sup></b>	<u>Kostnadsökning</u> med 20 %	<u>Kostnadsminskning</u> med 16 %

<sup>+</sup> Kostnader för markarbeten ingår inte.

<sup>\*</sup> Kostnader för jämförelser 2015-2018 nedjusterade med entreprenadindex.

Tre observationer kan urskiljas:

- Ledtidsutvecklingen är negativ både för konventionella (28 %) som för industriella flerbostadshus (21 %). I båda fallen kan bostadsprojektens ökade storlek vara en förklaring. Dock ses att ledtiden i medeltal är *3,3 månader kortare* för industriellt byggda flerbostadshus.
- I medeltal sett ur byggkostnad/m<sup>2</sup> BTA är industriellt framställda flerbostadshus *30 % mera produktiva* att framställa jämfört med konventionella flerbostadshus. Uttryckt i byggkostnad, exklusive kostnader för markarbeten, motsvarar detta *5 956 kr/m<sup>2</sup> BTA i lägre byggkostnad* för industriellt framställda flerbostadshus.
- En anmärkningsvärd skillnad ses i produktivetsutveckling mätt i byggkostnaden där industriellt byggda trähus påvisar en produktivetsförbättring (kostnadssänkning) på 16 % jämfört med konventionella flerbostadshus som visar en produktivetsminskning (kostnadsökning) på 20 %.

## 4 Produktivetsmått för industrialiserat byggande i trä

Systemleverantörer och entreprenörer tillfrågades om deras respektive perspektiv på vilka effekter den förtillverkade trästommen har hela byggproduktionen. Effekterna speglade både de industrialiserade träbyggföretagens systemleveranser till och byggentreprenörernas operationella arbete i stommontaget och anpassningen av stommen mot resten av byggnaden. Effekter som företagen diskuterade presenteras nedan och dessa effekter är uppdelade i:

- Vilka produktivetsrelaterade fördelar entreprenörer ser med träbyggnadssystem.
- Vilka produktivetsrelaterade svårigheter entreprenörer ser med träbyggnadssystem.
- Tänkbara produktivetsmått som både gagnar entreprenörer och systemleverantörer.

### Produktivetsrelaterade fördelar med träbyggnadssystem

Entreprenörernas uppfattningar redovisas i tabell 6 som i sin helhet presenteras i bilaga 1. Övergripande nämndes fem fördelar med träbyggnadssystem i jämförelse mot konventionella stomsystem:

1. Låg vikt på stomkomponenter,
2. Hög mått precision,
3. Färre och enklare arbetsmoment,
4. Snabb uttorkning av stommen, och
5. Ökad produktivitet generellt sett.

### Produktivetsrelaterade svårigheter med träbyggnadssystem

Entreprenörernas uppfattningar redovisas i tabell 7 som i sin helhet presenteras i bilaga 1. Övergripande framfördes tre svårigheter att överbrygga för träbyggnadssystem:

1. Ökad prefabricering av stomsystemen och dess komponenter,
2. Nödvändigheten att planera för att detaljprojekteringen måste ske tidigare och vara exaktare för att matcha toleranserna, och
3. Ökad samverkan för att primärt lösa fuktsäkerhet och leveransplanering.

### Tänkbara produktivetsmått som gagnar både entreprenörer och systemleverantörer

Systemleverantörernas och byggtreprenörernas gemensamma uppfattningar redovisas i tabell 8 som i sin helhet presenteras i bilaga 1.

Baserat på entreprenörernas och systemleverantörernas gemensamma åsikter om produktivetsmått hittades tre produktivetsmått:

Timmar/m<sup>2</sup> BTA  
(timmar för projektering + timmar för montage + timmar för komplettering)

Antal lyft/m<sup>2</sup> BTA

Leveransfel/m<sup>2</sup> BTA

Åsikterna som framfördes från byggtreprenörerna, tabell 7, för hinder att överbrygga med träbyggsystemen och den gemensamma synen på de tre produktivetsmått, tabell 8, pekar på behov av systemleverantörers fortsatta vidareutveckling av träbyggsystem om de gemensamt med byggtreprenörer vill stötta en utveckling av effektiviteten i byggproduktion. Tre observationer har gjorts.

### För byggtreprenörerna handlar det om

- Störst betydelse för projektens produktivitet har en tydlig och väl genomförd projektering och ett tajt samarbete mellan entreprenörens och systemleverantörernas projekteringsgrupper.

- Svårigheter att dels bestämma korrekta anbuds- och projektkalkyler eftersom de saknar pålitliga enhetstider och dels att kompletteringsarbeten fortfarande är för omfattande. Framtida lösningar för byggtreprenörerna lutar åt totalentreprenader med bas i robusta enhetstider för entreprenörers anbuds- och produktionskalkyler. Enhetstiderna kan baseras på de tre måtten: Timmar/m<sup>2</sup> BTA, Antal lyft/m<sup>2</sup> BTA, och Leveransfel/m<sup>2</sup> BTA.

#### För systemleverantörerna handlar det om

- Att förbereda systemen för att underlätta projektering (både för systemleverantören och byggtreprenören), underlätta leveranser och underlätta byggtreprenörens montage och minskakompletteringsarbetet. Detta handlar då t.ex. om att utveckla montageanvisningar och förmonteradebeslag och att utveckla parametrisk design för kortare projektering. Drivkrafterna för utveckling kan baseras på de tre måtten: Timmar/m<sup>2</sup> BTA, Antal lyft/m<sup>2</sup> BTA, och Leveransfel/m<sup>2</sup> BTA.

#### Sammantaget handlar det om

Viljan och intresset för fortsatt produkt och processutveckling där systemleverantörerna rekommenderas att ta ledning och gemensamt med utvalda byggtreprenörer vidareutvecklar träbyggsystemen och processerna för:

- *Ökad prefabricering av stomsystemen*: Positiva faktorer ur byggprojektets synvinkel blir minskat kompletteringsarbete samt minskade och förenklade arbetsmoment på site, ökad fuktsäkerhet på site och på inbyggda och synliga träelement, stärkning av logistikhanteringen och materialhantering på site. Ökad prefabricering handlar t.ex. om:
  - Fler beslag monterade i fabrik, och
  - Erbjuder mer i projektering och koppla mot leveranser av t.ex. utfackningsväggar. Ökad förprojektering och prefabriceringsgrad på vägg- och bjälklagslösningar.
- Planering av projekten och modeller som stötar projekteringen för att möta behovet av *tidigare och exaktare detaljprojektering* både för systemleverantören och för byggtreprenören.
- *Ökad samverkan* mellan entreprenörer och systemleverantörer. Positiva effekter som pekas ut handlar om:
  - Gemensamma lösningar på leveransplanering och montageordning vilket skulle kunna linjera fabriksproduktion mot byggplatsens behov och ge underlag för entreprenörers produktions och leveransplanering,
  - Ökad fuktsäkring – vad görs bäst i fabrik och vad görs bäst på site. Standardiserade instruktioner för fuktsäkring,
  - Ökade krav på och support till grundläggning och utsättningsarbete som ökar grundläggningens precision för att anpassas mot trästommens precision, och
  - Öppna filformat är motorn för att åstadkomma gemensamma lösningar.

- *Ökad specialisering för byggtreprenörerna.* Effekter som pekas ut är:
  - Byggtreprenörerna representerar små bolag som gärna föredrar att jobba med samma partners och strävar mot att minska dagliga beslut med systematik för att få trygghet och flyt. Genom tydliga arbetsordrar/systematik söker de att ta bort många dagliga beslut även fast de har olika UE i olika projekt. De representerar små bolag men har då istället stora möjligheter att bli specialiserade då de söker att matcha systemlösningar och personal till nästa anbuds kalkyler och projekt.

## 5 Referenser

- Bertram, N., Fuchs, S., Mischke, J., Palter, R., Strube, G. and Woetzel, J., 2019: Modular construction: from projects to products, McKinsey & Company, June 2019.
- Byggföretagen, 2021 A: <https://byggforetagen.se/statistik/byggkostnader/>, läst 2021-09-28.
- Byggföretagen, 2021 B: <https://www.entreprenadindex.se/>, läst 2021-09-28.
- Ekonomifakta, 2021: <https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Ekonomi/Produktion-och-Investeringar/Produktivitetsutvecklingen-i-naringslivet/>, läst 2021-10-08.
- Ilar, T., Jimenez, A., Stehn, L. och Byfors, J. 2020: Produktivitet i byggandet: Mått och mätning, SBUF 13669.
- Josephson P. E., 2013: Produktivitet i svenskt byggande 2013. Produktivitet i Svenskt byggande 2013: Nybyggnad flerbostadshus och kontor, SBUF 12713.
- Koch, C., Shayboun, M., Manès, A. och Nordlund, T. 2020: Produktivitet i Svenskt byggande 2018: Lokaler, Flerbostadshus, Grupphus och Anläggning, SBUF 13642.
- Prognoscentrat, 2021: <https://prognoscentret.se/> Är produktiviteten låg i svenskt byggande? läst 2021-04-21
- SCB, 2021 A: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/konsumentprisindex/konsumentprisindex-kpi/pong/tabell-och-diagram/konsumentprisindex-kpi/kpi-faststallda-tal-1980100/>, läst 2021-10-08.
- SCB, 2021 B: [https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_NV\\_NV0109\\_NV0109L/BasfaktaFEngs07/table/tableViewLayout1/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_NV_NV0109_NV0109L/BasfaktaFEngs07/table/tableViewLayout1/), läst 2021-10-08.
- och [https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_AM\\_AM0401\\_AM0401B/NAKUAnkSNI07TimM/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_AM_AM0401_AM0401B/NAKUAnkSNI07TimM/), läst 2021-10-08.
- SCB, 2021 C: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/byggnadskostnader/priser-for-nyproducerade-bostader/pong/statistiknyhet/priser-for-nyproducerade-bostader-2019/>, läst 2021-10-01.

## Bilaga 1: Kvalitativ produktivetsdata för industrialiserat byggande i trä

Tabell 6: Produktivetsrelaterade fördelar med stomsystem av trä enligt byggentreprenörer

Positiva faktorer	Exempel
Låg vikt på stomkomponenter	Fler stomelement per transport.
	Snabbare lossning och lyft.
Hög måttprecision	Hög precision, 1 mm tolerans, medför minde efterarbete.
	Ger pålitligare måttkedjor och utsättning.
Färre och enklare arbetsmoment	Enkelt att fästa kompletteringar.
	Enkelt att anpassa (fräsa, kapa mm).
	Färre specialmontörer jämfört mot en betongstomme.
Snabb uttorkning av stommen	
Ökad produktivitet generellt sett	Genom att trivseln, glädjen och motivationen ökat vilket gav högre produktionsstakt.
	Men troligtvis orsakat av att lärandekurvan fortfarande är relativt sett låg för träsystemen.
	Men fortfarande en hel del produkter att komplettera med efter stommen, däremot lättare att anpassa träelement.

Tabell 7: Produktivetsrelaterade svårigheter med stomsystem av trä enligt byggtreprenörer

Utvecklingsfaktorer	Exempel
<b>Ännu mer prefabricering</b>	Systemleverantörer vill inte skruva beslag och infästningar i fabrik antagligen p.g.a. frakten, men det sparar tid och arbetsmiljö på plats om sådant kan komma färdigmonterat.
	Få mer färdigmonterat från början så man kan få lite mindre lösa delar att hantera per lastbil och i montaget som nu är allförmycket hantering av lösa delar och komponenter och material på plats. Kompletteringsarbete är ju något som minskar produktiviteten, mycket kan prefabriceras och färdigkapas så att byggtider blir kortare. Sista finishen kanske är bra att göra på plats för det ställer höga krav kring väder.
	Grundprincipen måste bli så få infästningar som möjligt och så stora skruv som möjligt. Systemleverantörerna bör utveckla instruktioner och lösningar för skarvar och kompletteringsarbete och för att säkra t.ex. att brand och ljud är lösta för att användas på bygplats.
	Kan acceptera en dyrare produkt om de levererar mer färdigt för på totalen blir billigare ändå eftersom antalet arbetstimmar att färdigställa trästommen är lägre än en konventionell stomme.
<b>Utveckling av transport och logistikplanering</b>	Att man får mycket på en last är både fördel och nackdel, det beror på hur stora ytor man har för upplastning eller trånga ytor. Med betongprefab kommer inte lika många element samtidigt. Leveranser fungerar bra, men det kommer så mycket material och inom Sverige och det kommer snabbt.
	Produktionskedjan från fabrik måste hänga ihop med materielleveranserna till byggprojektet. Har de inte tillräckligt bra flyt i fabriken kommer inte grejerna i rätt tid eller i fel ordning, mm, det är viktigt hur leveranserna kommer och hur det är packat.
	För att säkerställa hög produktivitet så är logistikplanering och anpassning mellan byggplatsens behov viktigt, det blir färre personer på plats samtidigt, så det blir lite snabbare och mindre stök.
	Systemleverantörerna borde kunna basera sin märkning ur ritningen istället för papper så undviks problem på byggplatsen och tolkning av varje objekt individuellt. De bör synkronisera sin produktion mot lastordning som bättre kopplar mot byggets produktionsplan.
<b>Utveckling av fuktskydd för bättre hantering</b>	Fukten är det svåra. Mycket tejpande mellan skarvar och så för att det inte ska bli fukt. Beslagen är nog det värsta.
	Vi väder skyddar naturligtvis komponenter så vi inte bygger in mer fukt än vad vi behöver. Manuella täckningar tar dock tid. Systemleverantörerna måste förbereda elementen mer för att de inte ska suga åt sig så mycket fukt. Just-in-Time leveranser ur fuktsynpunkt så mycket det går.
	Efter tre månader ser det trä som ska lämnas synligt inte så bra ut, det blir många meter att torka och slipa.
	Det kan förenkla om man t.ex. kan få bjälklagen, som är lite känsliga, färdigtäckta från fabrik och mer utvecklade prefabväggar som tål väta som man täcker in redan i fabrik.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Lars Stehn & Alexander Jimenez	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Produktivitet industriellt träbygg.	Datum 2021-12-09	Sida: 22(26)

<b>Krav på högre detaljplanering</b>	Det är väldigt bra precision på trästommen. Med de goda toleranserna ställs det högre krav på projekteringen.
	Det ställs högre krav i utsättningen - de behövde vara väldigt noga att sätta ut allt.
	Det ställs högre krav på utförandet av grundläggningen för att matcha precisionen - allt blir kanske inte rakt i verkligheten.
	Mer detaljer och information behövs tidigt. Konventionellt kan projektering och bygg ske samtidigt, men det tillåter inte träbyggnation. Så projekteringstiden är längre och tidigare än för vanliga projekt.
<b>Krav på öppna filformat och 3D</b>	Öppenhet i 3Dmodeller. De olika projekteringsverktygen är utvecklade för just sina programvaror. Kan entreprenörer, projektörer och systemleverantörer jobba med öppnare filformat effektiviseras mycket av logistik, montageplanering fabriksplanering och hela bygget.
	VR för att visualisera och få samma målbild för alla inblandade kund och arbetare och minska förändringar och tillägg.
	Måste lära sig att förstå 3D-ritningar. Detta krav fick ställas på arbetsledningen.
<b>Allt är fortfarande nytt</b>	Alla ritar optimerat, och ska man bygga med trähus har man ofta inte förstått att det blir lite större volym.
	Problemen handlar egentligen till stor del om ovana. Det är fortfarande ett nytt system



Tabell 8: Tänkbara produktivetsmått stomsystem av trä enligt systemleverantörer och byggtreprenörer

Produktivetsmått	Motivering/Begränsning
<b>Timmar/m<sup>2</sup> BTA (projektering + montage + komplettering)</b>	I större projekt är det nog relevant och relevant att mäta på BTA.
	Desto mindre projekt ju högre projekterings- och leverans kostnader i förhållande till montagetid.
	Timmar/montage och Timmar/komplettering mäts alltid och används för kalkylerna. Vi hoppar inte på nybyggnadsprislistan utan samlar ihop erfarenheterna och uppdaterar enhetstiderna utefter det.
	Det är nog lättare att montera och går snabbare själva stomdelarna i trähusen men det är mer komplettering. Infästningsdelen beror ju lite på om det är synlig kvalitet, ej synlig kvalitet.
	Är inne på kompletteringar: innebär träsystemen att efterföljande installationsarbeten inkl. kompletteringar/håltagning minskar? Min erfarenhet är inte så.
<b>Antal lyft/m<sup>2</sup> BTA</b>	Behöver man minska antal lyft? Nja
	Det är svårt att gasa krantiden. Skruvningen begränsar. Då kompletterar vi hellre och har mindre leveranser och har dubbelkranar istället för mycket personal runt en kran
<b>Leveransfel/m<sup>2</sup> BTA</b>	Synka och planera mer gällande leveranser gör skillnad
	Minimal lasthantering på byggplats men detta kan skapa problem för hantering på byggplats med för mycket leveranser på kort tid för montaget är snabbt om inte detta är möjligt/planerat
	Balansen mellan leveranser i rätt montageordning kontra lastfyllnad beror ofta på transportavstånd och planering mellan bygge och fabrik

**Om TräCentrum Norr**

En centrumbildning vid Luleå tekniska universitet.

Målet för TräCentrum Norr är en svensk träindustri som genom nya/utvecklade produkter, system och tjänster kan öka förädlingsvärdet och stärka konkurrenskraften till gagn för såväl företagen som hela samhället.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Derome, Lindbäcks Bygg, Martinsons, SCA Wood, Norra Skog, Sågverken Mellansverige, SÅGAB, Sveaskog, Setra, Holmen, Luleå tekniska universitet, RISE Research institute of Sweden, Skellefteå kommun och Piteå kommun.