BioInnovation
Construction & Design

Innovationsprojekt inom området Construction & Design

Framtidens Biobaserade Byggande och Boende

Rapportering

Period 2015-11-15 till 2017-09-30

2017-10-25

Marie Johansson + delprojektledare

Innehåll

Syfte och mål med projektet ***3***

Projektupplägg ***3***

Projektets resultat och måluppfyllelse ***4***

Informationsaktiviteter ***6***

Presentationer – seminarier – workshops 6

Publikationer 6

Systematiskt lärande ***7***

Delprojekt 1.1 – Beslutsstöd för upphandling av gröna byggnadsprojekt ***10***

Delprojekt 1.2 - Klimat- och affärsmässig nytta med biobaserade byggnader i ett livscykelperspektiv ***12***

Delprojekt 2.1 - E-handelns möjligheter för nya affärsmodeller ***14***

Delprojekt 2.2 - Kundpreferenser för synligt trä på olika marknader ***16***

Delprojekt 3.1 – Renoveringsprocess ***19***

Delprojekt 3.3 – Informationsflöden i värdekedjorna ***25***

Delprojekt 4.1 – Bärande väggar och bjälklag ***30***

Delprojekt 4.2 – Effektiva klimatskal ***33***

Delprojekt 4.3 – Biobaserade skivmaterial ***36***

Delprojekt 4.4 – Höga hus i trä ***39***

Syfte och mål med projektet

Målet för projektet är att skapa förutsättningar för att öka användningen av **biobaserade produkter och tjänster** använda i framförallt byggnadssektorn i Sverige och Europa och **öka konkurrenskraften i den svenska trämanufakturindustrin**. Ett av de allra viktigaste syftena med projektet är att åstadkomma implementering av de forskningsresultat som framkommit i forskningsprojekt i reella produkter/processer i industrin.

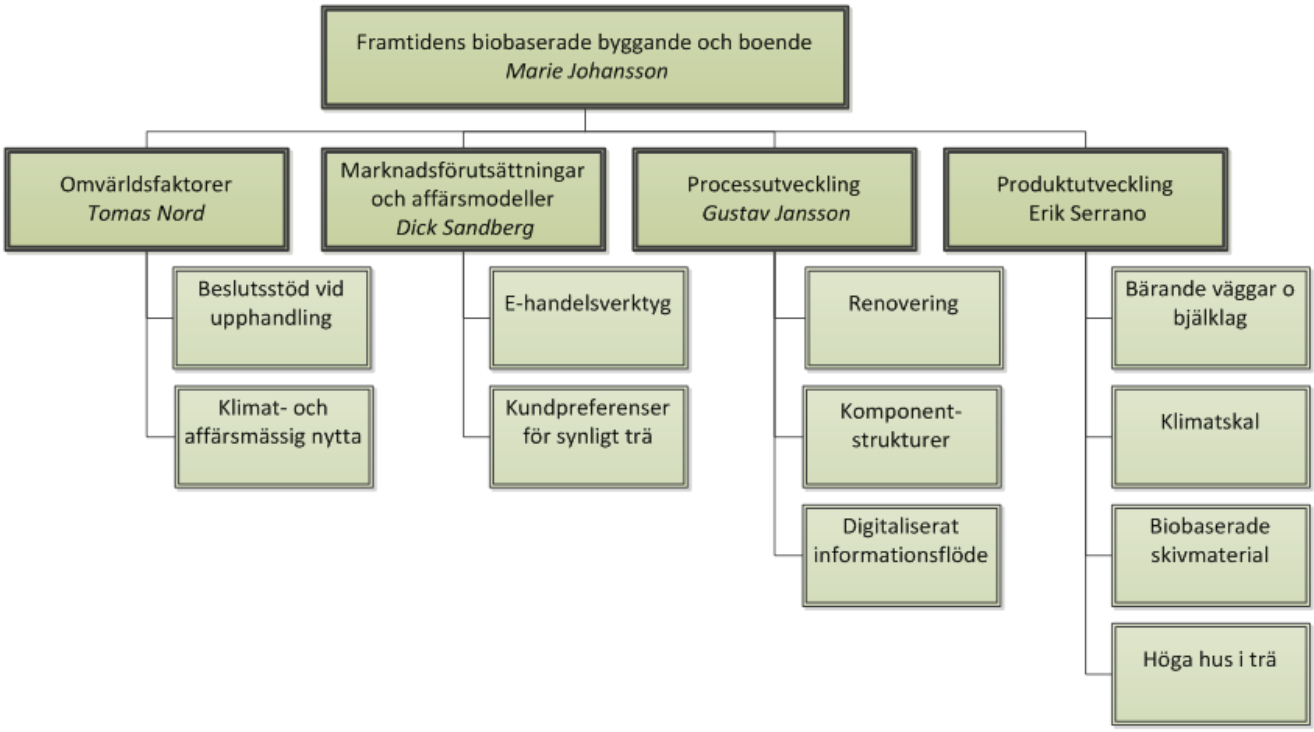
- Nya affärslösningar för snickeriindustrin för att öka kundvärdet hos biobaserade produkter
- Effektivisering av upphandling och produktion av flervåningshus med stomme av biobaserade produkter som klarar nya krav på energieffektivitet och hållbarhet
- Utveckling av effektivare bjälklag och slankare väggar/klimatskal för nybyggnation och renovering som klara de nya energikrav som kommer 2021
- Process för uppmätning och tillverkning av biobaserade produkter för renovering av det befintliga fastighetsbeståndet

Projektupplägg

Projektet koncentrerar sig på tre värdekedjor, snickeriprodukter, nybyggnation och renovering. Många av frågorna som dyker upp i värdekedjorna är dock gemensamma tvärs dessa såsom till exempel: behovet av nya IT-stödsystem och kopplingen till den industriella produktionen, beslutsmodeller som tar hänsyn till kund- och hållbarhetsaspekter och behov av nya slankare och energieffektivare biobaserade konstruktioner.

Figur 1. Projektets tre värdekedjor och de olika processtegen delprojekten är samlade inom.

För att få struktur i genomförandet av projektet så är det uppdelat i 11 olika delprojekt samlade inom fyra olika delområden.



Figur 2. Projektstruktur med fyra huvudområden och totalt 11 delprojekt.

Projektet startade 2015-11-15 och där ett första startamöte med deltagarna skedde *2016-01-26 i* Stockholm. Därefter har den största delen av arbetet bedrivits inom de enskilda delprojekten där ett flertal möten genomförts inom respektive delprojekt. De enskilda delprojekten och deras resultat finns beskrivna i rapportens nästa del.

Projektets resultat och måluppfyllelse

Projektet har nu pågått i 22 månader och de första resultaten börjar levereras. Nedan sammanfattas resultaten under respektive mål. En mer detaljerad beskrivning av resultaten i respektive delprojekt finns i del 2 av rapporten.

- *Nya affärslösningar för snickeriindustrin för att öka kundvärdet hos biobaserade produkter*

Djupintervjuer och workshops med de deltagande företagen gör att dessa nu har en bra blick över möjliga digitaliseringslösningar och sina egna behov av digitaliseringslösningar. Parallellt har en kartläggning av handelsmönster genomförts vilken också kompletterats med en analys av befintliga och nya affärsmodeller. På basis av dessa resultat genomförs i första hand en analys av de deltagande företagens nuvarande E-handelssidor vilken kommer att leda till utvecklingsplaner för respektive företag. En enkätstudie bland olika användare av interiöra träprodukter har genomförts som kommer att ligga till grund för hur man bör visualisera trävaror i en digital miljö så som det är tänkt i färdig användning.

- *Effektivisering av upphandling och produktion av flervåningshus med stomme av biobaserade produkter som klarar nya krav på energieffektivitet och hållbarhet*

Projektet har dokumenterat ett antal genomförda träprojekt för att se framgångsfaktorer i dessa. Studierna visar på att man på lokal nivå har nytta av att underhålla marknaden för att få kunniga beställare och entreprenörer. För kontorsfastigheter så studeras hur biobaserade produkter kan användas för att ge ett mer klimateffektivt och hållbart byggande, projektet syftar till att ta fram bättre verktyg för att visa nyttan av att bygga mer i trä och förbättra processen att producera träelement.

Ett flertal test&demo projekt har genomförts för att koppla ihop informationsflödet i värdekedjorna och produktionen. Hos Lindbäcks bygg har system för koppling mellan projektering av enskild byggnad/byggnadsdel och maskinstyrning av regel- och spikportaler via designautomation testats. Hos Flexator och deras underleverantör Ingarps trä har ett test&demo projekt genomförts för att låta ett objekt (i detta fall ett högben för en takstol) bära information för CNC-styrning för urtag och snedkapning liksom märkning med bläckstråleskrivare och ritsning för markering av infästning av fästdon. Anebyhus har deltagit i ett test&demo projekt kring objektstrukturer som kan föras mellan CAD och affärssystem så att den modellorienterade informationen kan hanteras mellan projektering och materialhantering för lagerhantering, produktionsberedning och transport. Övriga deltagande företag medverkar vid workshops och studiebesök för att lära mer av tekniken och se hur den kan implementeras i deras egen produktion.

- *Utveckling av effektivare bjälklag och slankare väggar/klimatskal för nybyggnation och renovering som klara de nya energikrav som kommer 2021*

Rörande produktutveckling av väggar/klimatskal och bjälklag så har en state-of-the-art skrivits inom vartdera området därutöver har också en kartläggning av dagens lösningar genomförts inklusive förutsättningar för produktion och installationer. Parameterstudier via experiment och beräkningsmodeller har utformats för att undersöka effekterna av olika förändringar av byggelementen liksom av förutsättningar för nya innovativa lösningar. Dessa parametersstudier kommer att ligga till grund för tillverkning av prototyper av bjälklag och klimatskal som kommer att testas i steg 1 i laboratorium med syfte att verifiera beräkningsmodellerna och testa nya innovativa lösningar.

Inom området höga hus så har en parameterstudie för viktiga egenskaper för att klara kravet på vindinducerade vibrationer genomförts och en kartläggning av olika typer av stomsystem för höga hus genomförs. En state-of-the-art rörande robusthet hos höga trähus har genomförts och presenterats för de deltagande företagen. Kring området med robusthet så har ett antal områden definierats där behov av utveckling av standarder och beräkningsmetoder för träbyggande finns.

- *Process för uppmätning och tillverkning av biobaserade produkter för renovering av det befintliga fastighetsbeståndet*

Inom detta delprojekt så har man tagit fram prototypelement för renovering. Dock har man på grund av svårighet att få fram ett bra demonstrationsexempel i en befintlig fastighet haltat projektet.

Informationsaktiviteter

Presentationer – seminarier – workshops

Under projektets gång så har ett antal presentationer av projektet och dess resultat till en allmän publik gjorts vid följande tillfällen:

- Presentation för IVA , Stockholm 2016-02-23
- Presentation av projektet vid GA, Stockholm 2016-05-18
- Presentation vid Trähussafari med kommunföreträdare från Södra Sverige, Växjö, 2016-08-26
- Presentation vid bygg- och trähandelsdagen, Göteborg 2016-09-07
- Presentation vid Växjösamtalet, Växjö 2016-11-16
- Presentation vid trähusdagar i Sånga Säby mars 2017
- Presentation av projektet vid GA, Stockholm 2017-04-20
- Byggdialog Dalarna med ett 60-tal deltagare i april 2017
- Halvtidsredovisning, Växjö 2017-06-14
- Växjö kommuns seminarium ”Varför ska en kommun bygga med trä” vid Almedalen i juli 2017
- Lejonfastigheter, Linköping om Hållbart byggande i augusti 2017
- LINK Arkitektur i Lidköping om hållbart byggande i september 2017

Därutöver har presentationer och workshops genomförts inom de olika delprojekten vilka finns beskrivna under respektive delprojekt.

Publikationer

Projektet har också lett till ett antal publikationer så här långt:

Mukkavara, J. & Shadram, F. (2017). A BIM-based method for analyzing the trade-off between embodied- and operational energy. Proceedings of the 2017 International Conference on Construction and Real Estate Management 2017, Guangzhou, China.

Mukkavara, J. & Shadram, F. (2017). An Integrated BIM-based framework for the optimization of the trade-off between embodied and operational energy. Accepted for publication in journal of Energy and Buildings.

Lidelöw, H., & Jansson, G. (2017). The effect of pre-engineering on design management methods. In IGLC 2017 : Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2017 (pp. 523–530).

Jansson, G. (2017). Flow-Oriented Contracting in Industrialized House-Building. In ICCREM 2016 : BIM Application and Offsite Construction - Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016 (pp. 111–116). Reston, VA.

Viklund, E., Sandberg, M., Lidelöw, H., & Jansson, G. (2017). Modularization based on commonalities in house-building requirements. In ICCREM 2016 : BIM Application and Offsite Construction - Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016 (pp. 126–134). Reston, VA.

Viklund, E., Sandberg, M., Lidelöw, H., & Jansson, G. (2017). Modularization based on commonalities in house-building requirements. In ICCREM 2016 : BIM Application and Offsite Construction - Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016 (pp. 126–134). Reston, VA.

Atashipour, S. & Al-Emrani, M. (2017) A realistic model for transverse shear stiffness prediction of composite corrugated-core sandwich elements. International Journal of Solids and Structures (0020-7683). Vol. 129 (2017), p. 1-17.

Edskär, I., & Lidelöw, H. (2017). Wind-Induced Vibrations in Timber Buildings-Parameter Study of Cross-Laminated Timber Residential Structures. Structural Engineering International, 27(2), 205–216.

Systematiskt lärande

Systematiskt lärande är en del av innovationsprojekten inom BioInnovation. Inom projektet FBBB är detta en fråga som diskuteras på ledningsgruppsnivå med samtliga delprojektledare. Två workshop har också genomförts med samtliga delprojektledare för att diskutera potentiell samverkan mellan delprojekten där några samverkanspunkter identifierades samt att diskutera systematiskt lärande i projektet. En tematisk workshop/redovisning har också genomförts med projektdeltagare i projekt kopplade mot nybyggnation.

Vid workshopen om att samverkan mellan delprojekten (Aug 2016) genomfördes en aktivitet i samverkan med Stardust Consulting och med utnyttjande av interactive meeting. Vid detta möte identifierades tre områden som möjliga för samverkan mellan delprojekten; LCA analyser, Produktutveckling och E-handelsystem. För dessa tre områden så kan man ett drygt år senare se att det område där samverkan diskuteras och där information utbyts är främst inom produktutveckling. Det är dock svårt att hinna mer med samverkan mellan delprojekten då deltagarna har fullt upp med arbetet inom delprojekten.

Vid workshopen med tema systematiskt lärande så togs ett antal knäckfrågor upp som behöver diskuteras och tas hänsyn till vid skapandet av denna typ av innovationsprojekt för att öka på samverkan. Några av de knäckfrågor som togs upp var:

- Hur minimera byråkrati i både ansökningsprocess och projektgenomförande
- Hur tar man in kunskap från genomförda projekt i kommande projekt
- Hur konkretisera i projekten och främja en anda av öppenhet/samarbete
- Hur hantera olika intressenters förväntningar och prioriteringar

Den sista knäckfrågan diskuterades vidare för att få större förståelse där några punkter kom upp såsom begreppet innovation i en på många sätt mogen bransch (stegvis innovation) och tidsperspektivet mellan att börja diskutera ett projekt tills projektstart – förutsättningarna har i många fall förändrats.

Några förslag till förändringar kopplat mot BioInnovation är att försöka korta ledtiderna från diskussion om projekt till genomförande, kanske också hitta andra finansieringsformer med snabbare beslutsvägar. En annan punkt behandlar relationen mellan forskningsutförare och behovsägare där närmare kommunikationsvägar behöver skapas för att ge större förståelse för varandras roller och villkor i innovationssystemet. Det finns också ett behov av att tydligare kommunicera villkoren för våra projekt.

En gemensam workshop med Tema: Nybyggnation genomfördes 2017-06-14 i Växjö med drygt 35 deltagare. Under dagen presenterade Jerker Lessing från BoKlok och Johan Thorsell från Växjö kommun varför de som behovsägare var med i FBBB och vilka resultat de ser av projektet så här långt. Båda två underströk vikten av att vara med för att se var utvecklingen är på väg och kunna ta in viktiga delar i sin interna utvecklingsprocess. Under eftermiddagen genomfördes workshops inom de 5 delprojekt som är kopplade mot nybyggnation inom FBBB. Inom workshopen kring höga hus i trä diskuterades olika typer av byggsystem som är möjliga att använda för högre hus i trä, inom processutveckling diskuterades montagefrågor i olika form, därefter genomfördes en serie workshops kring produktutveckling av olika byggnadsdelar; klimatskal, bjälklag och nya skivmaterial. De lärdomar som kan dras efter denna workshop var att denna typ av workshop är nyttiga då deltagarna ser att det finns andra projekt än det man medverkar i som ger intressanta resultat. Det är dock svårt att vid denna typ av övergripande workshops få tid nog till att diskutera enskilda delprojekt djupt.

Rapporter för delprojekten

Delprojekt 1.1 – Beslutsstöd för upphandling av gröna byggnadsprojekt

Mål och syfte med delprojektet:

Delprojektet syftar till att skapa en beslutskatalog för upphandling av långsiktigt hållbara (miljömässigt, socialt och ekonomiskt) byggnadsprojekt. Det syftar vidare till att identifiera och skapa affärsmöjligheter för den biobaserade skogs- och träindustrin med ett ökat fokus på industriella metoder och biobaserade träkonstruktioner.

Genomförda aktiviteter:

- Förslag och beslut om byggprojekt att studera. Totalt 10 stycken
- Diskussion och sammanställning av frågeformulär. Modifierat efter första omgångens intervjuer
- Inbokning och genomförande av första omgångens intervjuer (Växjö 3st, Falun 2st och Skellefteå 5 st)
- Inbokning och genomförande av andra omgångens intervjuer (1st i Växjö och 3 st i Skellefteå) samt komplettering av första (telefonintervjuer och maildiskussioner)
- Preliminära resultat och informationsspridning
    - Växjösamtalet i november 2016
    - Tre artiklar i tidningen Norran (Västerbotten)
    - Byggdialog Dalarna med ett 60-tal deltagare i april 2017
    - Arbetsgrupp vid Samhällsbyggnadsenheten i Skelefteå inklusive inbjudna gäster i maj 2017
    - Styrelsemöte CBBT i maj 2017
    - Växjö kommuns seminarium ”Varför ska en kommun bygga med trä” vid Almedalen i juli 2017
    - Lejonfastigheter, Linköping om Hållbart byggande i augusti 2017
    - LINK Arkitektur i Lidköping om hållbart byggande i september 2017
    - Samtliga deltagare har löpande fått information

Resultat från genomförda aktiviteter:

- Färdigställt frågeformulär
- Genomförda intervjuer. 100% klart i Växjö, 90 % i Skellefteå och 80 % i Falun
- Planering för tre (3) populärvetenskapliga rapporter samt tre vetenskapliga artiklar. Arbetet påbörjat

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Förväntat resultat är en beslutskatalog för upphandling av byggnadsprojekt där hållbarhetsaspekter utgör en viktig del och hur värde för slutkunden skapas. Beslutskatalogen innebär en processmodell för kartläggning, sammanställning och tillvägagångssätt för att hantera olika omvärldsfaktorer och dess påverkan på genomförandet ur ett livscykelperspektiv. Delprojektet förväntas ge exempel på tekniska lösningar och affärskonstellationer för identifierade omvärldsfaktorer med effekten ökade möjligheter att välja ett träbaserat alternativ vid nybyggande, påbyggnad/ombyggnad och

renovering. Under projektets gång har förväntat resultat utökats till att också inkludera utvecklat samarbete mellan deltagande kommuner, ny kunskap till deltagande företagare och idéer för hur beslutskatalogen ska spridas.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Preliminära resultat av projektet har presenterats vid ett flertal tillfällen med efterföljande goda diskussion. Diskussionerna har fördjupat analysen ytterligare. Se ovanstående punkt ”Genomförda aktiviteter” för specificering av resultatspridning.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Ökad kunskap bland kommunala beställare om hur upphandling av gröna (trä-) byggprojekt kan gå till. Förutsättningar och utmaningar belysta och delvis besvarade.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: Ej applicerbart

Läge i förhållande till tidplanen: Följer tidplan

Budget: 1 110 000 SEK

Partners: Linköpings universitet (Tomas Nord, projektledare), Högskolan i Dalarna, Falu kommun – serviceförvaltningen, Skellefteå Kommun – samhällsbyggnadsenheten, Polaris AB (Numera Skellefteå Industrihus AB), Växjö Kommunfastigheter AB.

Delprojekt 1.2 - Klimat- och affärsmässig nytta med biobaserade byggnader i ett livscykelperspektiv

Mål och syfte med delprojektet:

Delprojektet syftar till att analysera den långsiktiga miljöpåverkan av olika byggnadsmetoder med alternativa projekterings- och produktionsalternativ samt materialval och byggplatssystem. Delprojektet syftar som i ett andra steg att bedöma affärsnyttan med olika konstruktionslösningar och affärsrelationer mellan beställare, entreprenör och materialleverantör. Målet är att ta fram robusta metoder för bedömning av klimat- och affärsnytta av biobaserade produkter och system.

Genomförda aktiviteter:

- 3 st. arbetsmöten
- Arbetat fram mall för datarapportering
- Det samlas löpande in data från byggprojektet.
- Utifrån data från mark- och bottenplatta har det utförts en testberäkning för att säkerställa att den data som rapporteras är tillfredsställande.
- Utifrån den nya insamlade data under perioden har det utförts en revision av tillgänglig data och behov för komplettering som har skickats till Peab och Vasakronan.

Figur 3. Arkitektritningar på den byggnad som används som demonstrationsexempel i delprojektet (Bilder från Vasakronan).

Resultat från genomförda aktiviteter:

Vi har kommit överens om en mall för datarapportering och ett arbetssätt för att hantera mallen. Levererad data har testats och utvärderats för att se till att beräkningar kan utföras med godtagbar precision. Datainsamling och revision av levererad data för att identifiera behov för kompletteringar utförs löpande.

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Resultaten från beräkningarna kommer att analyseras för att hitta de väsentliga skillnaderna mellan byggnaden med betongprefabricerade element och den med träbaserade element. Miljöanalysen kommer att kompletteras med analys av LCC-beräkningar. Utifrån detta kommer det föreslås åtgärdsförslag för att ytterligare förbättra processen att producera träelement.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Inget att rapportera (ingen aktivitet är 100% klart, vi har börjat en del men eftersom byggprojektet ännu ej är avslutat så har ingen aktivitet kunnat avslutas).

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Löpande datainsamling och revision bidrar till en snabbare och smidigare utförande av LCA beräkningar. Att identifiera brister i redan levererad data förbättrar dataflödet från byggprojekt till LCA projektgruppen. Detta påverkar projektets genomförande positivt.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: Före TRL 3, efter TRL 7

Läge i förhållande till tidplanen: Byggprojektet från vilket data samlas in har blivit försenat jämfört med den ursprungliga tidplanen. Därför skulle tidplanen för delprojektet behöva förlängas till 2018-12-31.

Budget: 2 942 000 SEK

Partners: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (Peter Ylmén, projektledare), Vasakronan Trähus AB, Linköpings universitet, Högskolan Dalarna

Delprojekt 2.1 - E-handelns möjligheter för nya affärsmodeller

Mål och syfte med delprojektet:

Projektets mål är att identifiera hur E-handel och digitalisering påverkar snickeriindustrins affärsmöjligheter och vilka resurser och förmågor som skall utvecklas för en nationell och internationell marknad. Utförarna skall tillsammans med snickeriföretagen stödja och skapa förutsättningar att komma in på e-handelsförsäljning. Detta kommer att leda till att snickeriindustrin skall kunna stärka sina marknadsandelar genom att nå en större marknad och försäljningsvolym ända ut till exportförsäljning.

Genomförda aktiviteter och resultat:

Slutfört/sammanställt och rapporterat är sammanfattning av nulägesanalys vid följande företag: Vindelåns Snickeri AB, Nya Norrlist AB, Drömtrappor AB samt Snidex AB. Motsvarande arbete pågår för SSC Skellefteå AB (slutfas). Företagen har fått en dokumenterad bild av sin verksamhet och behov av digitaliseringslösningar.

En gemensam workshop för delprojekt 2.1 och 2.2 genomfördes den 1 mars 2017. Drygt 20 företag inom trämanufaktur deltog. De ämnen som behandlades var (1) E-handel för det stora och lilla företaget (2) BIM ur ett föreskrivarperspektiv, (3) BIM ur ett producentperspektiv, (4) handelsmönster för snickeriprodukter och (5) kundpreferenser för interiört trä. Intresset och engagemanget var stort bland de deltagande företagen.

Handelsmönsters riktlinjer fastställda och godkända av referensgruppen. Marknadsförutsättningarna för ett antal stapelprodukter finns sammanställda och arbetet drivs vidare med snickeriprodukter. Arbetet är avrapporterat till företagen vid den genomförda workshopen.

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Företagen har fått en dokumenterad bild av sin verksamhet och behov av digitaliseringslösningar. Dessa förväntas utvecklas till produkter och tjänster som förändrar och effektiviserar dagens arbete (förtillverkning, informationsstöd, samverkan). Tydliga roller i processen är definierade. Hjälpmedel baserade på dagens teknik (IT-stöd) finns för att underlätta för SME-företagen. Effekten är snabbare, säkrare och mer kundanpassade renoveringsarbeten där träprodukters anpassningsförmåga är förutsättningen. På sikt förväntas ökad export för en inhemsk snickeriindustri, samt ökad samverkan mellan aktörer i trävärdekedjan.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Nulägesanalyser: Sammanfattning av nulägesanalys för SSC Group pågår.

Affärsmodeller: På bas av gjorda nulägesanalyser har kompletterande intervjuer gjorts tillsammans med partnerföretagen rörande befintliga och nya affärsmodeller (av Tomas Nord och Sara Ebadzadeh LiU).

Arbetet med studium av handelsmönster i princip klart för avrapportering.

Återkoppling av hittills uppnådda resultat i projektet är gjord vid genomförd workshop nr 1 (se resultatspridning).

Arbete med planering av workshop nr 2 har startats.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Delprojektet följer tidplanen för handelsmönster och nulägesanalys samt årlig workshop. Diskussioner har påbörjats ang. E- handelsplattform och detta skall visas exempel på i samband med kommande Workshop. Analys av handelsmönster i princip klart. Uppstartat vidareutveckling av partnerföretagens e-handelssidor vilket följer tidplanen relativt väl.

Resultatspridning har skett till styrelsen vid de 4 genomförda styrelsemöten som vi har haft; 9 februari, 22 mars och 23 augusti 2016 samt 10 mars 2017 (justerade protokoll finns).

Telefonavstämning med respektive företag har skett hur processerna fortlöper för dessa. Vi har haft enskilda samtal med respektive medverkande företag om hur projektet fortlöper som helhet och specifikt för respektive företag.

Arbetet med handelsmönster är klart och rapporterat till företagen.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: TRL 5 → TRL 7

Läge i förhållande till tidplanen:

Följer tidplanen för handelsmönster och nulägesanalys samt årlig workshop. Diskussioner har påbörjats ang. E- handelsplattform och om detta skall visas exempel på i samband med Workshop. Analys av handelsmönster pågår. Uppstartat vidareutveckling av partnerföretagens e-handelssidor. Följer tidplanen ganska bra. Projektet släpar lite i aktivitet E-handelsplattform och utveckling.

Budget: 7 039 358 SEK

Partners: Träbransch Norr, Nya Norrlist AB, SSC Skellefteå AB, Snidex AB, Trätrappor Norsjö AB, Vindelåns snickeri AB, Luleå tekniska universitet (Dick Sandberg, projektledare), Linköpings universitet

Delprojekt 2.2 - Kundpreferenser för synligt trä på olika marknader

Mål och syfte med delprojektet:

Huvudmål är att identifiera olika marknaders krav och förväntningar på svenskt furuvirke för olika applikationer, främst interiöra produkter för byggande och boende. Målet är också att utveckla råd och anvisningar för hur furuprodukter skall anpassas för såväl olika marknader som olika produkter samt behovsbilden avseende teknisk specifikation, information, visualisering m.m. vid E-handel.

Genomförda aktiviteter och resultat:

Under perioden har arbete utförts inom följande områden:

1. *Undersökning av slutkunders preferenser för synligt trä, främst furu.*
   Aktiviteten består av en serie av preferensundersökningar. Dessa görs i utvecklingssteg. Första studien är en övergripande enkätstudie med fokus på människors åsikter och förutfattade meningar om trämaterial som interört material. Förintervjuer har gjorts av genomförandegruppen och sammanställs som input till frågebatteri till studie nr 1. En webenkät distribuerades ut via mail i december -16 och avslutades i slutet på januari. Ca 260 personer svarade. Analys pågår samt rapportskrivning. Resultaten påverkar inriktning på nästa studie (planeringsarbete har startats). Återkoppling av resultat är gjord vid genomförd workshop.

2. *Återkommande workshop och kunskapsdelning med företagsintressenterna*
   En gemensam workshop för delprojekt 2.1 och 2.2 genomfördes den 1 mars 2017. Drygt 20 företag inom trämanufaktur deltog. De ämnen som behandlades var (1) E-handel för det stora och lilla företaget (2) BIM ur ett föreskrivarperspektiv, (3) BIM ur ett producentperspektiv, (4) Handelsmönster för snickeriprodukter och (5) kundpreferenser för interiört trä. Intresset och engagemanget var stort bland deltagande företag.

Aktivitet 1 prioriteras såsom en huvudaktivitet vad gäller allokering av arbete och resurser. Inom perioden har ett flertal arbetsmöten hållits samt nästa styrelsemöte är planerat.

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Att studier gjorts som belyser följande av industrin beskrivna frågeställningar: Hur människors preferenser för synligt, interiört trä ser ut på olika marknader, för olika användningsområden. Hur detta inverkar på marknadens preferenser för svenskt furuvirke i allmänhet. Vilka smarta anpassningar av visningsmaterial som behövs för att betraktaren (här kund) skall uppfatta materialet såsom det är tänkt i sin kontext. Resultat från delprojektet utgör också input till arbetet i delprojekt FBBB 2.1, E-handelsmetodik.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Under perioden har arbete utförts inom projektaktivitet 1 och 6 (se nedan).

Aktivitet 1 och 6 prioriteras såsom huvudaktiviteter vad gäller allokering av arbete och resurser. Inom perioden har ett fyra arbetsmöten hållits och ett styrelsemöte.

1. **Undersökning av slutkunders preferenser för synligt trä, främst furu.** Aktiviteten består av en serie av preferensundersökningar. Dessa görs i utvecklingssteg.
   Konsumentstudie nr 1: Första studien är en övergripande enkätstudie med fokus på människors åsikter och förutfattade meningar om trämaterial som interört material. Förintervjuer har gjorts av genomförandegruppen och sammanställs som input till frågebatteri till studie nr 1. Ett första test av web-enkät är i dagarna gjord. Finslipning pågår. Skarpa intervjuer planeras vara genomförda innan nyår. En webenkät distribuerades ut via mail i december -16 och avslutades i slutet på januari. Ca 260 personer svarade. Rapportskrivning av studie 1 är klar och utskickad till styrelsen. Resultaten skall kommuniceras vid aktivitet 6. Resultaten påverkar inriktning på studie nr 2. Konsumentstudie nr 2: Planeringsarbete av intervjuunderlag pågår. Ambitionen är att den skall bli en bred internationell studie som fångar skillnader i preferens för interiört trä mellan länder.

2. ***Undersökning av preferenser för synlig trä, främst furu, i föreskrivande led.*** *Kvalitativ intervjuundersökning med arkitekter och övriga beslutsfattare där också kritiska behov vid materialval undersöks. Ej påbörjad. Resultat från aktivitet 1 påverkar innehåll och frågeställningar.*
3. ***Undersökning/jämförelse mellan olika sätt att visualisera interiöra träprodukter*** *med tillhörande frågor kring kritiska visualiserings-parametrar enligt slutkund samt arkitekter. Ej startad. Resultat från aktivitet 1 avgör innehåll och frågeställningar.*
4. ***Råd och rön som underlättar digital kommunikation av träets estetiska och taktila värden.*** *Ej prioriterad av projektets styrelse. Bygger på resultat från aktivitet 1-3.*
5. ***Storskalig intervjuundersökning riktad mot slutkunder där de utvecklade E-handelssidorna från WP1 testas.*** *Ej påbörjad. Bygger på resultat från tidigare aktiviteter.*
6. **Återkommande workshop och kunskapsdelning med företagsintressenterna**
   En gemensam workshop för delprojekt 2.1 och 2.2 genomfördes den 1 mars 2017. Drygt 20 företag inom trämanufaktur deltog. De ämnen som behandlades var (1)E-handel för det stora och lilla företaget (2) BIM ur ett föreskrivarperspektiv, (3) BIM ur ett producentperspektiv, (4) Handelsmönster för snickeriprodukter och (5) kundpreferenser för interiört trä. Intresset och engagemanget var stort bland deltagande företag. Arbete med innehåll för workshop nr 2 planeras till nov-december 2017. Det blir gemensamt för delprojekt 2.1 och 2.2. Handelsmönster samt råvaruförsörjning för snickeriföragen samt resultat av studie nr 1 (aktivitet 1) är troligt innehåll.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Struktur och kvalitativ input och ramverk för att skapa frågebatteri och metodik för en första preferensstudie. Första enkätstudien är genomförd och rapporterad. Rapport på svenska färdigställd. Workshop nr 1 med kunskapsdelning med träindustrin genomförd. Återkoppling och kunskapsöverföring till regionens företag sker dels vid aktivitet 6; årlig arbetsdag med brukargrupp och övriga intressenter och dels löpande vid styrelsemöten. Via rapporter och konferenser kommer resultaten att få vidare spridning.

Projektläget är gott och fortgår enligt plan där vi under 2017 fokuserar resurserna på aktivitet A1 och A6. Resultat i A1 påverkar utformning och innehåll av nästkommande aktiviteter och studier.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: TRL 5 → TRL 7

Läge i förhållande till tidplanen:

Projektläget är gott och fortgår enligt plan där vi under 2016 fokuserar resurserna på aktivitet 1. Resultatet påverkar utformning och innehåll av nästkommande aktiviteter och studier.

Budget: 5 332 818 SEK

Partners: Svenskt Trä, Sveaskog, SCA, Norra Skogsägarna, Träbransch Norr, SSC Skellefteå AB, Luleå tekniska universitet (Olof Broman, projektledare), Linköpings universitet

Delprojekt 3.1 – Renoveringsprocess

Mål och syfte med delprojektet:

Att utveckla en process för renovering av befintliga byggnader med hjälp av träbaserade prefabricerade element.

Genomförda aktiviteter:

Utformning av tekniskt system pågår. Försök med infästare för initial demonstrator genomförda. Simulering av byggfysik genomförd.

Resultat från genomförda aktiviteter:

Preliminärt system utformat och funktionstestat (motsv TRL 4).

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Process och produkt tillgänglig för marknadsintroduktion efter fullföljt projekt.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt:

Inom konsortium; Före projekt TRL2, efter projekt TRL 7.

Läge i förhållande till tidplanen:

Bortsett från tecknande av avtal, ca 2 månader sen pga utebliven demonstratorbyggnad att arbeta mot. Avtal ej tecknat.

Budget:

1 625 818 kr.

Partners:

Tina Wik Arkitekter AB, Huskomponenter Linghed AB, Renewinn AB, Chalmers tekniska universitet, Falu kommun, Högskolan Dalarna, Tyréns AB.

Projekt pausat i avvaktan på möjlighet att ordna en ny demo-site för att genomföra den delen av delprojektet.

Delprojekt 3.2 – Informationsflöde för produktionssystem

Mål och syfte med delprojektet:

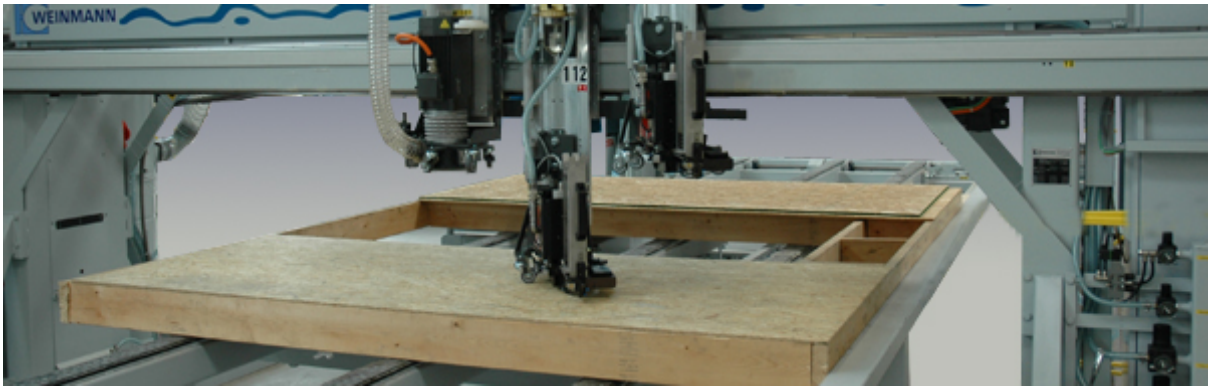
- Projektet ska identifiera ett arbetssätt att använda CAD-systemen så att design automation och maskinstyrning tillsammans ger en säkrare och snabbare uppdaterad informationsmängd i projekteringen och mot fabriksproduktion.
- Projektet ska identifiera ett arbetssätt att använda CAD-systemen så att maskinstyrning och operatörsbeskrivning tillsammans ger en snabbare och måttsäkrare montering i produktion.
- Tiden ska ge utrymme för att operatörer i projektering och produktion skall kunna säkerställa takten samt ge utrymme för erfarenhetsåterföring mellan projekt och tillbaka inom projekten till projektering, inköp, logistik och ledande funktioner.

Delprojektet är delat i två delar under testfasen; en med sikte på Designautomation med Maskinstyrning CAD/CAM och en med sikte på kopplingen mellan maskinstyrning och operatörsbeskrivning av projektunika objekt från underleverantör.

Genomförda aktiviteter:

Design Automation med Maskinstyrning CAD/CAM

Lindbäcks Bygg är valt som aktör och kommer att delta i utvecklingsarbetet inom projektering och strategisk produktionsstyrning. Den digitala kopplingen mellan projektering och produktion kommer att testas med maskinstyrning för regel- och spikportaler för Weinmann och Randek (se Figur 5).



Figur 1. Multi-function bridge Weinmann med regling, skivsättning, spikning, borrning och fräsning.

Moduler för utvalda projekt kommer att testas för funktionalitet enligt tabell 1. Vägg- och golvelement kommer att testas för CNC-styrningar för Randek och Weinmann maskiner enligt kravlista i tabell 1.

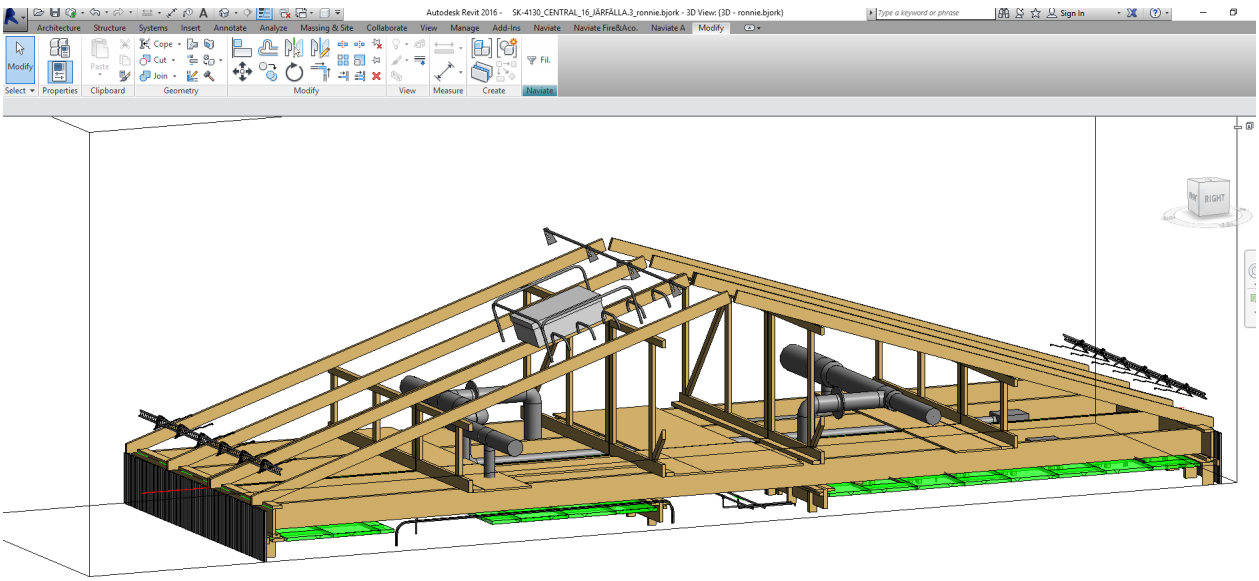
Tabell 1. Generella tillämpningsfunktioner CAD och CAM tillämpning för industriella träbyggare.

Detaljer	***Design Automation***	***Maskinstyrning***
Uppregling/Knutpunkter	Företagsspecifika knutpunkter	Uppregling ramverk
Skivor väggelement	Skivsättning vägg testat	Spikning vägg
Skivor golv innertak	Skivsättning golv/innertak testat	Spikning, limning tak, golv
Isolering	Isolering generering	Isolering sprutning
Limträ	Limträ anpassning	Förtillverkning underleverantör
Dörrar och fönster	Dörrar och fönster med uppregling	Fräsning urtag
Öppningar	Stora öppningar med uppregling	Fräsning urtag
Panel	Uppgenerering panel	Spikning fasad
Anpassade detaljer	Bleck, schakt, möten, etc.	Kapning, urtag, borrning

Ett varierat antal CAD-programvaror används hos de industriella byggarna vilket visar på att flertalet programvaruleverantörer ser det industriella träbyggandet som viktigt område för framtida marknad. MWF Pro Floor och MWF Pro Wall är applikationer till CAD programvaran Autodesk Revit som skapar Revit objekt. MWF Pro Floor och MWF Pro Wall kommer att utvärderas och delvis utvecklas vidare för anpassning för den Skandinaviska marknaden. Valet av Revit och MWF relaterar till att testa objektstrukturers användning för produktionsstyrning/instruktioner.

Maskinstyrning och operatörsbeskrivning av projektunika objekt från underleverantör

Flexator i Anneberg är valt som aktör för produktion och kommer att delta i utvecklingsarbetet inom projektering och strategisk utveckling. Den digitala kopplingen mellan industriell träbyggare och underleverantör kommer att testas med ett identifierat byggnadsobjekt i form av ett högben som bärande konstruktion för yttertaket (se Figur 7).



Figur 2. Avgränsning av testförsök till högben inom Flexators komponenter.

Högbenet kommer att testas för att kunna ta ut CNC-styrningar för en Hundegger-maskin med bläckstråleskrivning, uttag och snedkapning vid takfot samt ritsning av montageposition av grindar (se Figur 3).

Figur 3. Takfot samt montageposition grindar.

Ingarps trä är valt som underleverantör av högben med förtillverkning med hjälp av CNC-utrustning. Modellering och generering av styrfiler för Hundegger samt funktionalitet för utveckling av 3D-instruktioner för produktion kommer genomföras av doktorand vid Luleå tekniska universitet (LTU). Som kunskapsstöd för arbetet kommer konsulter att upphandlas till programspecifika funktioner och viss utveckling. Upphandling av konsulter görs av LTU och i dialog med ingående aktörer.

Resultat från genomförda aktiviteter 2016:

- Omvärldsanalysen visar på att de CAD/CAM-system som finns på marknaden inte är fullt anpassade för den produktion som företagen har. Anpassningar måste göras för varje verksamhets samlade plattform för tillverkning av byggnader.
- Randek-export genomfördes under januari 2017 där reglar, skivor genomfördes mot ett byggprojekt inom Lindbäcks produktion. Resultatet visade på att funktionalitet inom Revit+MWF kan användas inom industriellt träbyggande för att effektivisera hanteringen av objekt mellan projektering och maskinstyrning i produktion.
- Utvärderingen av CAD-plattformen (Revit+MWF) visar på möjligheter till att användare kan anpassa sina fördefinierade regler gällande regel- och skivpositionering och vissa knutpunkter.
- Resultat har visat på hur tillhörande information till objekt kan visualiseras med hjälp av Virtual reality-miljöer. Strukturen för hur informationen i objekt lagras tillsammans med den geometriska modellen har betydelse för presentation men även då styrfiler ska skickas till maskinbearbetningen.

Resultat från genomförda aktiviteter fram till Q3 2017:

- Att hämta objekt-ID från BIM-modeller i CAD fungerar och kan följa recept för att till exempel styra maskiner för bläckstråleutskrifter på trävaror från underleverantörer (se Figur 4).
- Bill-of-materials (BOMs) som struktur för informationshantering inom träbyggande för produktionsautomation/instruktion.

Figur 4. Bläckstråleutskrift av objekt-ID på högben inom Flexators komponenter.

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Testfasen har som syfte att leda till ett generellt arbetssätt (metod) med CAD-programvara som ger en effektivare projektering och säkerställa funktionalitet för produktion med maskinstyrning och en effektivare mätning och uppregling i produktion gällande tid och mått-toleranser. Utveckling av metoder för projektering som följer och stödjs av fördefinierade standarder i plattformen, gällande byggnadens utformning och funktion. Utveckling av 3D-instruktioner till operatörer förförtillverkade material för produktion förenklar montage. Ett mer sömlöst flöde genom det industriella byggande kan testats och utvecklas för ett effektivare flöde både digitalt och produktionsmässigt (material).

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Workshops:

I samband med industriworkshop den 13 juni 2017 ”Nybyggnation i trä” så fokuserades arbetet på Effektivare produktion – nya IT-system. Resultatet från workshoppen visar på behovet av objektstrukturer för att hantera ritningslös produktion. Montageinstruktioner med filmer eller VR/AR som underlag identifierades.

Akademisk workshop ”Objektstrukturer” genomfördes den 14 september 2017 med syfte att definiera begrepp för informationsflöden inom industriellt husbyggande i trä. Baserat på utfallet från industriworkshoppen i juni diskuterades och analyserades olika objektstrukturer för projektering och produktion i benämningarna bill-of-materials (BOMs).

Publikationer:

A BIM-based method for analyzing the trade-off between embodied- and operational energy, 2017, Jani Mukkavara, Farshid Shadram, Proceedings of the 2017 International Conference on Construction and Real Estate Management 2017, Guangzhou, China.

An Integrated BIM-based framework for the optimization of the trade-off between embodied and operational energy, 2017, Jani Mukkavaara, Farshid Shadram. Accepted for publication in journal of Energy and Buildings.

The effect of pre-engineering on design management methods, 2017, Helena Lidelöw and Gustav Jansson, Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2017,

Flow-Oriented Contracting in Industrialized House-Building, 2016, Gustav Jansson, Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016, Edmonton, Canada.

Design automation in construction: An overview, 2016, Marcus Sandberg, Robert Gerth, Weizhou Lu, Gustav Jansson, Jani Mukkavaara, Thomas Olofsson. Proceedings of the 33rd CIB W78 Conference 2016, Brisbane, Australia.

Modularization based on commonalities in house-building requirements, 2016, Emma Viklund, Marcus Sandberg, Helena Lidelöw and Gustav Jansson, Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016, Edmonton, Canada.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Hittills har projektet gett bidrag till kunskap om hur olika CAD-programvaror kan kopplas mot olika maskinstyrningar samt hantering av unika objekt inom flödet ska hanteras för maskinstyrning. Kunskap om designautomation har identifierats och presenterats för ingående aktörer. Detta utifrån vilken grad av fördefinition som de industriella byggarna har i sitt produkterbjudande. Bidrag inom vetenskapliga publikationer har haft fokus på inbyggd energi, design-automation och fördefinition inom första halvan av projektet.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: TRL 6 till TRL 7.

Läge i förhållande till tidplanen: Följer tidplan.

Budget: 3 686 000 Sek

Partners: Luleå Tekniska Universitet (Gustav Jansson, projektledare), Lindbäcks Bygg, Plusshus Derome, Flexator

Delprojekt 3.3 – Informationsflöden i värdekedjorna

Mål och syfte med delprojektet:

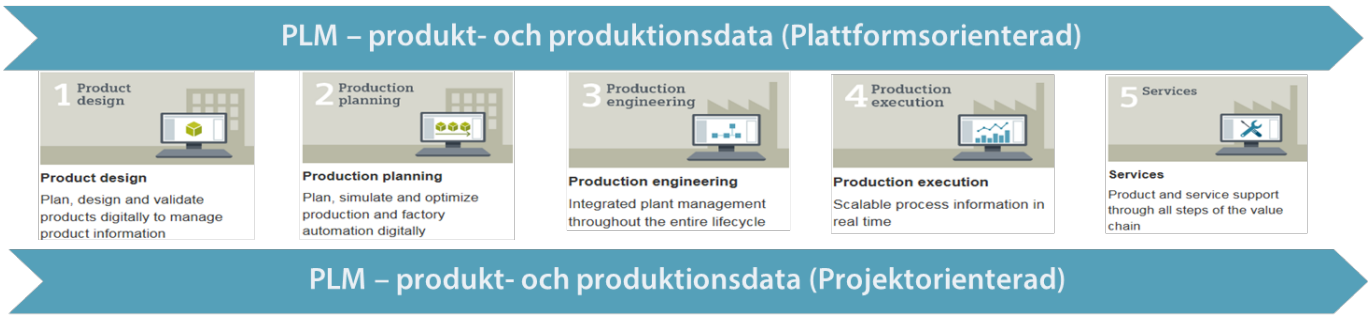
Arbetspaketetens mål kan kortfattat beskrivas som:

- Utveckling av standardiserade strukturer för informationsflöde
- Utveckling av BIM-metoder för industriellt byggande där CAD-system och affärs-system tillsammans kan möta olika produktdefinitioner.
- Identifiera ett arbetssätt att använda CAD-systemen med PLM-system så den modellorienterade informationen kan hanteras mellan projektering och materialhantering för lagerhantering, produktionsberedning och transport.

Genomförda aktiviteter:

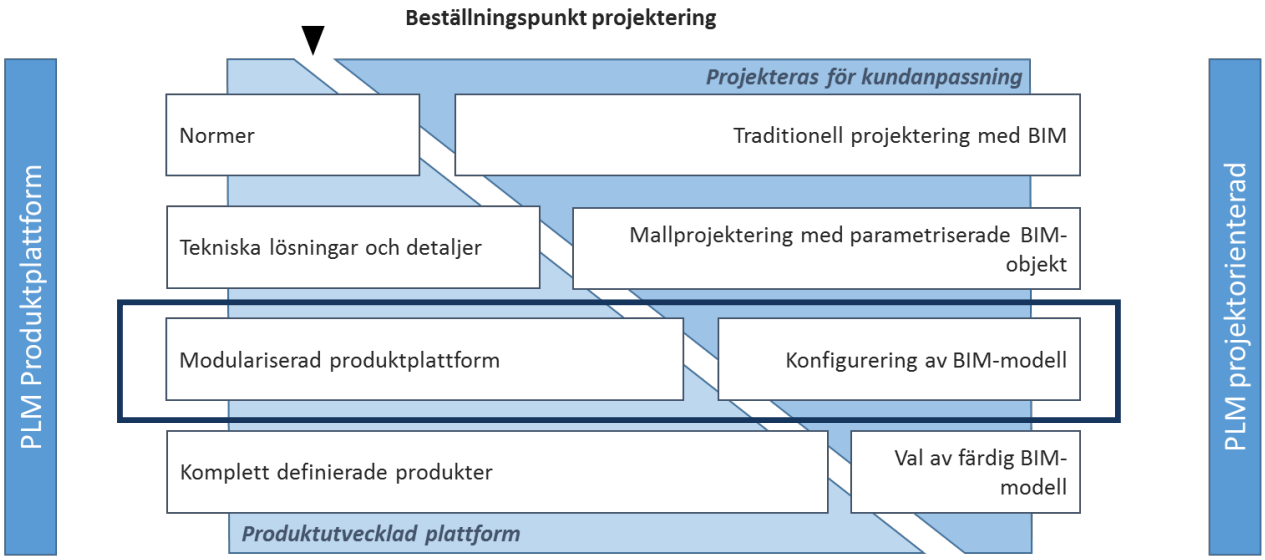
- Workshop kring objektstrukturer och digitala system som ska stödja gränssnittet mellan projektering och inköp för produktion
- Omvärldsanalys av system för att koppla CAD mot olika affärssystem.

Anebyhus i Åseda har visat sitt intresse, är valt som aktör för testfasen och har tillsammans med Ditwin (följeforskare) genomfört en förstudie för objektstrukturer PLM vid implementation av PLM-systemet Vertex DesignStream. Systemleverantören Vertex ansvarar för implementering av systemkomponenterna DesignStream till CAD-programvaran Vertex Buildings Design för att kommunicera produktinformation med övriga system inom värdekedjan. För att kunna hantera information kring produkten krävs att tillhörande process hanteras utifrån ett livscykelperspektiv (se Figur 9). Product Lifecycle Management (PLM) är ett begrepp som beskriver hur olika processer relaterar till produktens utveckling, produktion och förvaltning (service).



Figur 1. PLM-system för hantering av objekt inom Industriellt träbyggande.

För att testa ett fall hos den industriella byggaren har studien avgränsats till att se på hur 3D-CAD-systemet kommunicerar en väggs uppbyggnad, materialplanering och produktionsorder vid konfigurerade produkter (se Figur 1).



Figur 2. Konfigurerbara produkter med stöd av PLM-system både för fördefinitioner i produkt och projekt.

Ditwin som konsult har genomfört en kartläggning av projektet med fokus på att beskriva PLM funktionalitet för det system som Anebyhusgruppen använder (Vertex Buildings Design & DesignStream). Artikelhantering för komponenter som hanteras i produktplattformen och som realiseras efter beställningspunkt i projekten kommer bli centralt för materialhantering och inköp.

Resultat från genomförda aktiviteter 2016:

- Resultat från ett examensarbete visar på hur digital kalkylering mot produktion kan genomföras med stöd av BIM-modeller och recept för produktion i fabrik.
- Omvärldsanalysen har gett en bild för olika PLM-system kan hantera flödet mellan projekteringen och inköp för produktion
- Kunskap från programleverantörer ger en bild av processen varför det är viktigt att ta in oberoende aktörer som studerar koppling mellan system

Resultat från test-fasen visade på följande beskrivningar som relaterar till utmaningar för ett sömlöst informationsflöde:

- Parallella aktörer inom processen är beroende av samma information
- Återanvändning av dokument och modeller mellan projekten är låg
- Materialflödet lider ofta av förseningar för produktion
- Förbrukningsmaterial och projektmaterial hanteras gemensamt
- Kommunikation mellan IT-systemen är inte standardiserat
- Hantering av artiklar och objekt längs livscykeln behöver ett nytt synsätt för Ind.Bygg.

Resultat från genomförda aktiviteter till Q3 2017:

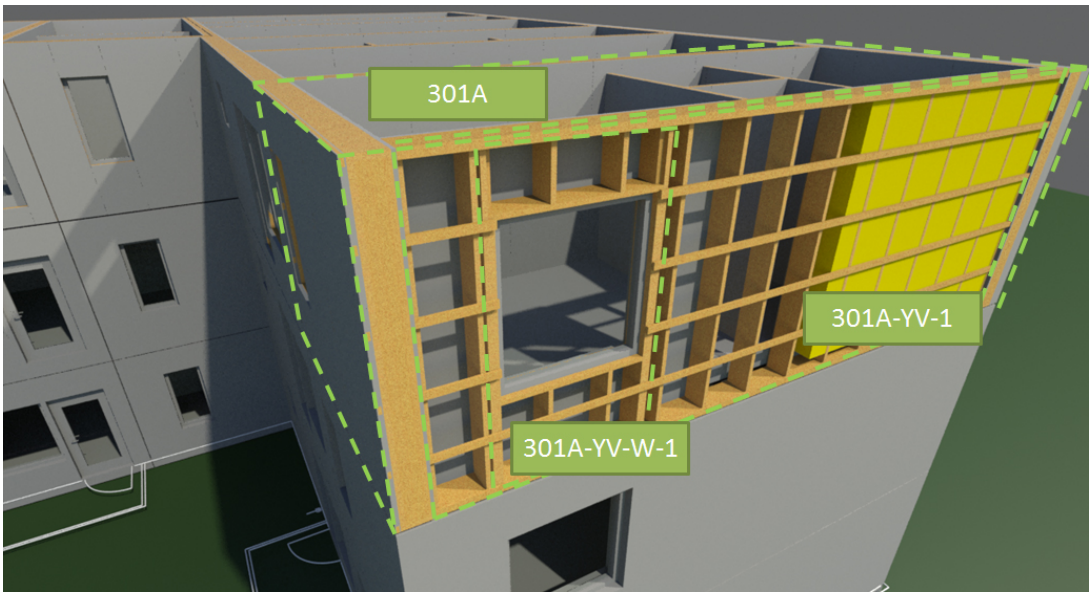
Objektstrukturer kan baseras på BOMs inom industriellt träbyggande. Omvärldsbevakning av system som stödjer olika flöden för produktion beskrivs som bill-of-material (BOM) och dess tillämpning av

den fasta industrin (Jung et al. 2014). Inom fältet product data management (PDM) beskrivs BOM för sales (S-BOM), engineering (E-BOM), material (G-BOM), manufacturing (M-BOM), process (P-BOM), service (AS-BOM). Eftersom den fasta industrin alltmer behöver IT-system som hanterar sökbara objektstrukturer istället för artikelbaserade IT-system är teorier för objekthantering intressanta även för icke-artikelbaserade eller delvis artikelbaserade verksamheter såsom byggande.

Tabell 1. BOM-strukturer för tillverkande industri (Jung et al. 2014).

Category	Type	Explanation
Usage in manufacturing activity	engineering BOM(eBOM) sales BOM(sBOM) green BOM(gBOM) manufacturing BOM(mBOM) process BOM(pBOM) service BOM(asBOM)	show product function hierarchically calculate pre-estimated cost of products describe material information of products describe manufacturing sequence and relation show manufacturing process information of products show disassembly sequence of products for maintenance and remanufacturing

Benämning av objekten kan idag genomföras via CAD-program med automatisk uppräkning och identifiering av position. Fabriksordning bereds av processberedare för element och volymobjekt baserat på E-BOM som resulterar i M-BOM. Idag så benämns objekt i projektering i relation till hur de ska produceras (volym-element, vägg-element, fönster-element) se figur 3.



Figur 3. Volymbaserat stomsystem med objektbenämning baserat på våningsplan/volym/element/delelement.

Utveckling av automatiserade objektbenämningar för modellorienterade beskrivningar av byggnader genomförs under 2017. Tillämpning och utvärdering av med olika byggplattformar genomförs under hösten 2017 och våren 2018 för att studera och utveckla gränssnitt som ska kommunicera mellan projektering, inköp och produktion.

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Testfasen har gett ett underlag för att kunna starta demonstrationsprojekt under hösten 2018. Funktioner och gränssnitt identifieras och utvecklas för att ge ett sömlöst flöde mellan projektering och inköp/produktion. Syftet med resultatet är att eliminera kvalitetsmissar i informationsleveranser och uppdatera inköpsunderlag för bättre produktkvalitet och högre flöde genom processen.

Testfasen har som syfte att leda till ett generellt arbetssätt med CAD-programvaror vilket ger ett effektivare flöde av information mellan projektering och styrning av produktion. Dokumentation av metoder, digitala lösningar och generella beskrivningar görs för att kunna tillämpa objektstrukturer för liknande objekt inom informationsflöde för fabriksproduktion i trä. Ett mer sömlöst flöde genom det industriella byggande kan därför testats och utvecklas för ett effektivare flöde digitalt och för material vilket följer nya strukturer enligt Industri 4.0.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Workshops 2017:

I samband med industriworkshop den 13 juni 2017 ”Nybyggnation i trä” så fokuserades arbetet på Effektivare produktion – nya IT-system. Resultatet från workshoppen visar på behovet av objektstrukturer för att hantera kopplingen mellan projektering och produktion. Dragande informationssystem produktion med tydlighet på informationsgränssnitt var utfallet.

Akademisk workshop ”Objektstrukturer” genomfördes den 14 september 2017 med syfte att definiera begrepp för informationsflöden inom industriellt husbyggande i trä. Baserat på utfallet från industriworkshoppen i juni diskuterades och analyserades olika objektstrukturer för projektering och produktion i benämningarna bill-of-materials (BOMs).

Publikationer:

A BIM-based method for analyzing the trade-off between embodied- and operational energy, 2017, Jani Mukkavara, Farshid Shadram, Proceedings of the 2017 International Conference on Construction and Real Estate Management 2017, Guangzhou, China.

An Integrated BIM-based framework for the optimization of the trade-off between embodied and operational energy, 2017, Jani Mukkavaara, Farshid Shadram. Accepted for publication in journal of Energy and Buildings.

The effect of pre-engineering on design management methods, 2017, Helena Lidelöw and Gustav Jansson, Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2017,

Flow-Oriented Contracting in Industrialized House-Building, 2016, Gustav Jansson, Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016, Edmonton, Canada.

Design automation in construction: An overview, 2016, Marcus Sandberg, Robert Gerth, Weizhou Lu, Gustav Jansson, Jani Mukkavaara, Thomas Olofsson. Proceedings of the 33rd CIB W78 Conference 2016, Brisbane, Australia.

Modularization based on commonalities in house-building requirements, 2016, Emma Viklund, Marcus Sandberg, Helena Lidelöw and Gustav Jansson, Proceedings of the 2016 International Conference on Construction and Real Estate Management 2016, Edmonton, Canada.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Resultaten har visat på olikheter i hur olika industriella husbyggare stödjer informationsflödet. Där den BIM-modellerade informationen används i projekteringen så används enbart ett fåtal gränssnitt mot inköp och produktion och där stor del manuellt tolkas över till nästa IT-system (inköp, lager, produktionsplanering). Möjligheten inom projektet visar på behovet av gemensamma strukturer för att kommunicera industriellt byggande, både inom företagen men även via underleverantörer och konsulter. Beroende på fördefinitionsgrad och förtillverkningsgrad så påverkas IT-systemens tillämpning. Studierna visar på att hög grad av fördefinition inte behöver lika mycket arbete i CAD-miljö. Men eftersom instruktioner, mängdning, relationshandlingar baseras på ritningar så genomförs en stor del i CAD-miljö, både som 2D-modeller och 3D-BIM.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: TRL 6 till TRL 7.

Läge i förhållande till tidplanen: Följer tidplan.

Budget: 2 600 000

Partners: Luleå Tekniska Universitet (Gustav Jansson, projektledare), Jönköpings Tekniska Högskola, A-Hus, Anebyhusgruppen, Eksjöhus, Myresjöhus, BoKlok

Delprojekt 4.1 – Bärande väggar och bjälklag

Mål och syfte med delprojektet

Syftet med delprojektet är att ta fram effektivare bjälklag (lägre bygghöjd, längre spännvidd med bibehållen prestanda, förbättrad prestanda och bättre robusthet i utförande vid bibehållen bygghöjd/spännvidd) och slankare väggar.

Genomförda aktiviteter

Inom projektet har en första workshop genomförts med deltagande parter inom projektet 2016-06-14 hos Derome, Anneberg. Inför detta möte hade visst underlag tagits fram med kommande krav, innovationsmöjligheter inom byggtillämpningar, dvs. nya tekniker som används inom andra branscher t.ex. farkostindustrier eller på andra håll i värden.

Under hösten 2016 togs en State-of-the-art fram inom tre områden. Linnéuniversitets del behandlade flanktransmission, med avseende på ljud och vibrationer. SP / RISE del berörde direkttransmission av ljud i träbaserade bjälklag. Chalmers del berörde en omvärldsbevakning med avseende på innovativa konstruktioner med koppling till träbyggande eller som potentiellt skulle kunna gå att använda i träbyggande.

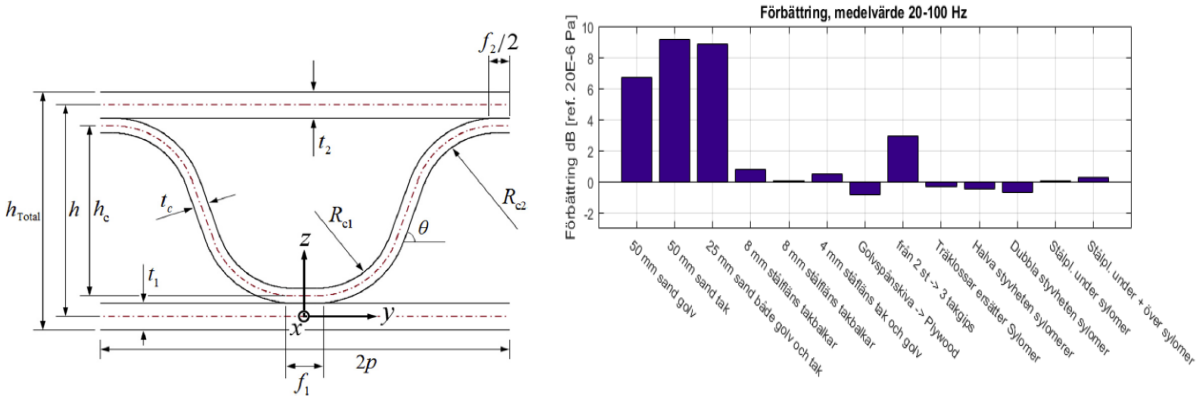
En andra workshop genomfördes 2017-01-25 på Linnéuniversitet då State-of-the-art presenterades och nästa steg i projektet diskuterades. Under våren 2017 genomfördes en parameterstudie rörande inverkan av styvhet, massa, dämpning och upplagsförhållanden på direkttransmissionen av ljud genom ett bjälklag. Studien genomfördes i detta fall för regelbjälklag av den typ som används i volymelement. Resultatet av denna studie presenterades och diskuterades i en workshop 2017-06-13. Chalmers har tagit fram en beräkningsmodell för optimering av ett sandwich bjälklag baserat på en korrugerad fanérskiva i kombination med plana skivor för att skapa en lätt och styv konstruktion för ett bjälklag.

Resultat från genomförda aktiviteter

State-of-the-art gav deltagande parter en bild av forskningsläget, effekter av olika åtgärder för förbättringar av stegljud, standarder, omfattande sammanställning av formler och data för konstruktion, möjliga tekniker och konsekvenser av att bygga tunnare bjälklag.

Beräkningsmodellen för sandwichelementet har använts för att ta fram en optimal geometri baserat på minsta möjliga materialåtgång, se Figur 1.

Parameterstudien för bjälklaget visade på viktiga parametrar att förändra för att åstadkomma rätt ljud- och vibrationsegenskaper för bjälklaget, där man kan se att den mest effektiva åtgärden för att minska ljudöverföring är att öka massan, se Figur 1.



Figur 1. Till vänster: Tvärsnitt på fanerbaserat biobaserat effektiv sandwich som Chalmers arbetat med att utveckla metoder för dimensionering och optimering av. Till höger: Resultat från parameter-studie där simuleringar används för prediktering av ljudsegenskaperna i träbaserade bjälklagen

Resultaten från parameterstudien har visat på vilka parametrar som är av avgörande för att utveckla nya förbättrade bjälklag. Modellen behöver dock verifieras via försök för att kunna ge en mer exakt ljudnivå. Upplagsförhållanden är också av stor vikt för att studera hur stor andel av ljudet som går via flanktransmission (dvs via väggarna), där styvhet hos knutpunkterna mellan vägg och bjälklag är av stor vikt.

Förväntade resultat och effekter av resultat

Delprojektets övergripande syfte är att bidra till ökad konkurrenskraft för träbaserade lösningar i byggandet. Slankare, tystare och produktionseffektiva konstruktioner skall kunna utvecklas genom bättre kunskap och bättre möjligheter genom simulering av konstruktionernas egenskaper. Teoretiskt exempel på bjälklag där detta demonstreras avser vara ett slutmål.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

State of the art från de tre underområdena har presenterats och levererats till projektdeltagarna.

Chalmers arbete med en ny typ av träbaserad sandwichkonstruktion med korrugerad fanerkärna har skett främst i dialog med Derome. Konstruktionens vitala bärande delar är alla biobaserade eller potentiellt biobaserade beroende på t.ex. val av lim. Konstruktionens tekniska egenskaper kan beräknas och optimeras med hjälp av det arbete som Chalmers gjort. Utöver State of the art och tekniskt material som spridits till alla deltagande industri så har man gjort en journalartikel till International Journal of Solids and Structures (se ref [1]).

Vid stora workshopen / halvtids-seminariet den 13:e Juni 2017 så presenterades parameterstudien (muntligt + poster) och resultaten skickades också ut till berörda parter i projektet. Vid detta tillfälle presenterade även Chalmers poster.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Chalmers underlag visar att det går uppnå strukturellt effektiva och innovativa träfanerkonstruktioner (för tak, ev. väggar och golv) i sandwich. Parameterstudien har så här långt

visat vilka åtgärder som ger bäst resultat för att åstadkomma bättre stegljudsisolering i volymelement-konstruktioner vilket är tillämpbart för tunnare konstruktioner

Läge i förhållande till tidplanen

Chalmers har levererat ett biobaserat struktureffektivt koncept för tak och bjälklagskonstruktioner med omfattande tekniskt underlag för att kunna tillämpas. För vidare utveckling av denna konstruktion behövs ytterligare finansiering vilken nu söks i projekt utanför FBBB.

Linnéuniversitet har haft begränsade personella resurser under första halvåret 2017 men beräknas ha bättre aktivitet under 2:a halvåret för utveckling provningsrigg för knutpunkter mellan bjälklag och vägg. RISE ligger i fas och har levererat parameterstudie (och beräkningsmetodik) för ljudutstrålning från stegljud i bjälklag i juni 2017.

Budget: Total projektomslutning ca 4 035 000 SEK

Partners: Derome Hus AB, Myresjöhus, Eksjöhus, Götenehus, Moelven, CBBT (GBJ Bygg), Linnéuniversitet (LNU), Chalmers, RISE Research Institute of Sweden.

Publikationer

S.R. Atashipour, M. Al-Emrani, A realistic model for transverse shear stiffness prediction of composite corrugated-core sandwich elements, International Journal of Solids and Structures, 2017.

Delprojekt 4.2 – Effektiva klimatskal

Mål och syfte med delprojektet

Syftet är att ta fram nya effektiva, industriellt prefabricerade, klimatskal (ytterväggar). Med slankare väggkonstruktioner skapas mer kostnadseffektiva byggnader tack vare ökad sälj- och uthyrningsbar yta. Fokus är att ta fram slanka konstruktioner med hög prestanda avseende främst värmeisolering, motsvarande nära-noll-energi (NNE) eller passivhusnivå, dock skall åtminstone dagens funktionskrav vad gäller fukt, buller, brand och bärförmåga uppfyllas. Dessutom skall effektiv produktion, prefabricering, montage och framtida renoverbarhet (t ex demonterbara lösningar) beaktas. Nya (biobaserade) isolermaterial och deras användning i klimatskalet ingår också. Här finns en möjlighet till samverkan med WP4.3 och med det strategiska projektet ”Materials”.

Delprojektet förväntas resultera i ökad konkurrenskraft för träbaserade lösningar och ökad användning av biobaserade material i byggandet på lång sikt.

Genomförda aktiviteter

- Startworkshop i Myresjö, 2016-04-25
- Workshop för hela WP4 i Stockholm, 2016-05-09
- En doktorand anställd med start i augusti 2016
- 2 företag anslöt till projektet under hösten: Trivselhus och Villa Vida
- Workshop hos företagspartnerna A-hus/Derome, 2016-10-03, diskussionspunkter bl a mätning av köldbryggor/luftläckage, in-situ- och labbmätningar av akustik, vilka väggar som ska testas i labbet (hotbox, akustik och slagregn); visning av produktionen
- Workshop på LTH, 2016-12-14, diskussionspunkter bl a mätning av u-värde i fluktuerande klimat, framtida NNE-krav, bättre fönster för att få ner u_m / fönster anpassade för industriell produktion krävs; visning av labbet (slagregnsmaskin, akustiklabb, hotbox)
- Presentation av delprojektet på Trähusdagarna 2017 (2017-03-15)
- Enkät om nuvarande väggtyper, u-värden etc. (LTH)
- u-värdesberäkningar i TMF-Energi för att ta fram vilka sorters ändringar som krävs för att komma till NNE-nivån (LTH)
- Litteraturstudie/State-of-art om nya/innovativa isolermaterial (LTH)
- Planering av försöken som ska göras under 2017 på LTH
- BoKlok ansluter till projektet (våren 2017)
- Workshop i Korsberga (Trivselhus), 2017-04-05, tema: BIM i produktionen
- Halvtidsredovisning i Växjö, 2017-06-13, workshop och posterpresentation. På workshopen "spikades" vilka 3 väggtyper som närmare skulle studeras: träregelvägg med utanpåliggande hård isolering, vägg med bioisolering, högpresterande vägg med innovativa/högpresterande isolermaterial.
- Parameterstudie i Wufi där inverkan av olika parametrar studerades för en träregelvägg med mineralull respektive PIR
- Förstudie för non-steady-state försök för att karakterisera biobaserade material.
- Planering för genomförande av akustikförsök.

Resultat från genomförda aktiviteter

Enkätresultaten och beräkningarna i TMF-energi visar var vi står idag och vilka förändringar som krävs för att uppnå NNE kraven. Dessa resultat och litteraturstudien på innovativa material fungerar som beslutsunderlag när det ska ”spikas” exakt vilka väggar som ska undersökas närmare.
Det fanns planer för labbförsök (slagregn, akustik, energi) att utföras på LTH under 2017. Inledande labbförsök om slagregnstäthet har resulterat i en fungerande mätmetod. Pga att hotboxen inte kommer att vara tillgänglig har försöksplanerna ändrats och innehåller numera följande tre delar:
1. akustikförsök i akustiklabbet (väggar produceras under hösten och testas med start i nov 2017)
2. test av biobaserade väggar i non-steady-state: inledande försök har resulterat i en fungerande mätuppställning och -metod; försöken (både enskilda material och hela väggar) kommer att starta under hösten 2017
3. test av anslutningar (t ex fönster) i nya väggar (fokus på värme & fukt, i klimatskåp, under 2018).
Taskgrupper har bildats kring de 3 teman: 1 akustikförsök, 2 vägg med bioisolering, 3 högpresterande vägg med innovativa/högpresterande isolermaterial.

Förväntade resultat och effekter av resultat

Resultaten kommer att resultera i ett antal forsknings- och utvecklingsspår som fastställs i detalj på nästa workshop/styrelsemöte (2017-04-05). På 3 års tid kommer projektet att resultera i generiska lösningar för effektiva klimatskal, med hänsyn framförallt tagen till fukt, energi och akustik.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

En litteraturstudie, en parameterstudie (Wufi) och en enkät har genomförts och resultaten har återrapporterats på de olika workshoparna till partners, material har lagts upp i gemensamt fildelningssystem. Projektet har offentligen delrapporterats på trähusdagarna i mars 2017 samt på halvtidsredovisningen i juni 2017.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Målet är att skapa effektiva klimatskal. De uppnådda resultaten har hittills resulterat i större vilja från partners att prova ut nya innovativa konstruktioner samt biobaserade isolermaterial. Samtidigt har kunskaperna kring effektiva klimatskal i gruppen ökat och harmoniserats. På sikt kommer resultaten leder till att några/de flesta av företagen kommer att implementera de i projektet genererade idéerna i sin produktion.

Läge i förhållande till tidplanen

Projektet startade något försenat i förhållande till tidplanen pga anställningsprocess för doktorand samt avtalsprocessen. Under 2017 blev projektet lite försenad pga uppsägning av labbpersonal som behövs för genomförande av försök i hotboxen. Försökplanen har nu ändrats (hotboxen är inte längre aktuell) för att snabba upp försöken. Försök är nu planerade till att starta hösten 2017 och vi tror att projektet i framtiden kommer att fortsätta i snabbare takt. Taskgrupper har bildats kring 3 teman, vilket kommer att öka alla partners inblandning och leda till att projektet kommer fortskrida i snabbare takt.

Budget: 12 377 493 SEK

Partners: LTH (Konstruktionsteknik (Eva Frühwald Hansson, projektledare), Byggnadsmekanik, Byggnadsfysik), TMF, A-hus/Derome, BoKlok, Eksjöhus, Götenehus, Hjältevadshus, Moelven Byggmodul AB, Myresjöhus, Svensk Husproduktion, Trivselhus, Villa Vida.

Delprojekt 4.3 – Biobaserade skivmaterial

Mål och syfte med delprojektet:

DuraPulp är ett bio-baserat, nedbrytbart material. Projektets mål är att öka kunskapen om materialet (genom att karakterisera materialets mekaniska egenskaper) och hitta möjliga användningsområden inom byggsektorn.

Genomförda aktiviteter:

Genom tre olika tillverkningsmetoder har skivmaterial tillverkats som bildar utgångsmaterialet. Två generella metoder används: Torrformning och våtformning. För torrformade skivor rivs upp utgångsmaterialet och pressas i skivor med ett bestämt tryck och en bestämd temperatur utan tillsatt vatten. Denna metod har tidigare inte testats. Vid våtformning löses utgångsmaterialet upp i ett vattenbad som möjliggör en hög grad av homogenitet. Vattnet måste dock tryckas ut under formningsprocessen, vilket påverkar både energiförbrukning och eventuell kvalité.

Torrformade skivor (variant TF) tillverkades gemensamt (med deltagandet från Södra, LNU och Swerea) och genomfördes med en manuell tillverkningsprocess; våtformade skivor (variant VF) tillverkades av Södra själva i en semi-automatiserad process. Maskinell och i hög grad automatiserad tillverkning av (våtformade) skivor ingår också i studien och utgör den tredje varianten av materialet (variant ED).

Själva provkropparna för drag- och böjprovning tillverkas enligt standarden för plastmaterial genom laserskärning. Som referensmaterial används bl.a. olika typer av plywood, spånskiva, HDF och MDF. I första steget testades dragegenskaper, se *Figur 1* (vänster) som visar spännings-töjnings-diagram för en serie med våtformade provkroppar. I slutet av mars 2017 startade andra testserien då böjprovning av samma material genomförs.

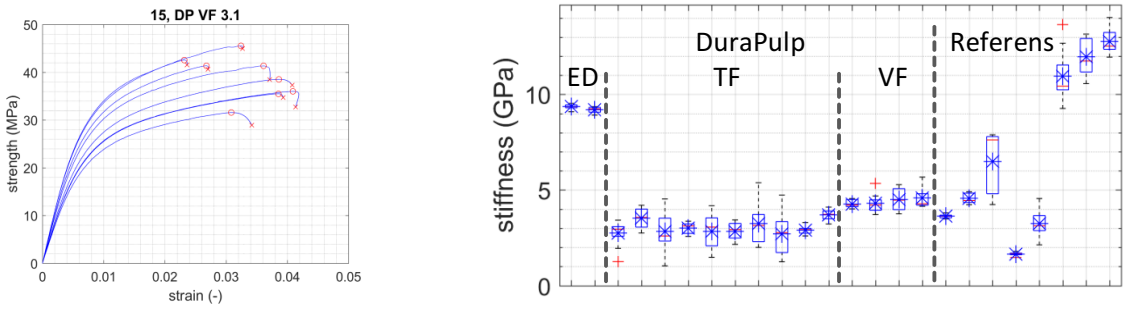
Vid tillfället av FBBBs halvtidsmöte i Växjö (juni 2017) så genomfördes en workshop då delprojektets parter och andra intressenter deltog, däribland hus- och modultillverkare. Materialet och dess egenskaper presenterades, följt av en öppen diskussion i både smågrupper och med alla hur materialet kan användas och vilket behov hustillverkarna ser i nuläget och i framtiden.

Resultat från genomförda aktiviteter:

Efter första delen (dragprovning) av studien är materialets grundläggande egenskaper kartlagda (styvhet, hållfasthet). Det är därmed möjligt att jämföra materialets mekaniska egenskaper som funktion av tillverkningsmetod. Skillnader mellan de olika tillverkningsmetoderna blir tydliga. Dessutom är det möjligt att få en uppfattning om hur DuraPulp förhåller sig jämfört med andra typiska skivmaterial som delvis används inom byggsektorn (se *Figur 1*, höger). Resultat från böjprovning får dock inväntas innan slutsatserna kan dras.

Under workshoppen visades intresset för materialet pga. av dess styrka och styvhet. Det framkom dock också att materialet i nuläget inte kan konkurrera med andra trä-baserade skivmaterial från pris- och användarperspektivet. Möjliga varianter som eventuellt bilda en ny nisch är fullskaliga

skivor, dvs. skivor som täcker hela väggen eller golvet för att slippa utföra överlappningar (detta är speciellt av intresse för tillverkning i fabrik).



Figur 1: Typiska spännings-töjnings-diagram från dragprovning av det våtformade DuraPulp-materialet (VF, vänster); jämförelse av styvheten för alla testade varianter av DuraPulp samt referensmaterialet (höger).

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Material från de olika tillverkningsmetoderna kommer att testas för att kolla hur metoden påverkar de mekaniska egenskaperna. Därmed kan man kolla vilken metod är lämplig med hänsyn till möjliga användningsområden men naturligtvis även vad gäller ekonomiska faktorer. I diskussion med möjliga slutanvändare ska dessa användningsområden hittas så att den *unique-selling point* kan framföras som inte de andra materialen har.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

Från testsidan så sammanställdes en preliminär rapport för internt bruk som kommer att slutföras under hösten 2017 då den experimentella delen betraktas som avslutad.

Under workshoppen presenterades genomförda aktiviteter och materialets egenskaper som delvis kom från tidigare och från projektets undersökningar. Materialets insatsområden diskuterades fritt med deltagarna.

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Första delen med experimentell karakterisering av materialet visar hur materialet presterar kvantitativt, dvs. vilken styvhet och hållfasthet materialet har och hur detta påverkas av tillverkningsmetoder, men också kvalitativt hur materialet presterar jämfört med andra skivmaterial som typiskt används inom byggsektorn.

Diskussionen med användare från mus- och modultillverkare visar om materialet har ett användningsområde inom byggsektorn och vilka egenskaper som efterfrågas. För att användningen ska bredas så måste en *unique-selling point* hittas som inte de andra byggmaterialen visar.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: 2 (före), 4 (efter)

Läge i förhållande till tidplanen: Projektet kommer att löpa vidare under 2018, till skillnaden från den tidigare tidplanen som antog att projektet avslutas redan december 2017. Den förändringen medför ingen bugetändring i sin helhet och har diskuterats med projektledningen.

Budget: 1 295 000 SEK

Partners: Linnéuniversitetet (Michael Dorn, projektledare), Södra skogsägarna, Swerea, LTH

Delprojekt 4.4 – Höga hus i trä

Projektet är indelat i tre underprojekt, Dynamiska egenskaper för höga trähus, Robusthet för höga trähus, Utveckling av metod för höga trähus med stomme i KL-trä och /eller limträ i samverkan med lätta volymselement.

Mål och syfte med delprojektet:

Projektet har till syfte att utveckla byggkomponenter och metoder för att möjliggöra högre trähus som klarar nuvarande normer och krav.

Mål: Tydliggöra och bidra till lösa tekniska problem för byggnader i trä, 8-16 våningar och verifiera lösningar för byggnader 4-8 våningar.

Genomförda aktiviteter:

Inom projektet har ett antal möten genomförts med involverade parter och arbetet har fortlöpande pågått under tidperioden.

- Inom området dynamiska egenskaper har en vetenskaplig artikel färdigställts, ”Wind-induced vibrations in timber buildings- parameter study of CLT residential structures” av Ida Edskär, LTU .
- Rapport har färdigställts; “Review of Structural Robustness in Timber Building” av Johanes Huber, LTU
- Konsekvensanalys av regler och normer för robusthet pågår.
- WEB-presentation av området robusthet för industrigruppen har genomförts och underlag till konceptstudie kring byggsystem har tagits fram.
- Presentation robusthet för deltagare i ”Tall Timber Buildings”.
- Tre stycken examensarbeten har påbörjats inom området Höga Trähus.

Resultat från genomförda aktiviteter:

Inom området dynamiska egenskaper visar genomfört arbete att avsaknaden av massa är den viktigaste faktorn till att rörelserna (accelerationen) blir för höga trähus. Möjligheten att tillföra massa och placeringen av massa styr möjligheten att bygga högt i trä.

Inom robusthet har det tydliggjorts att nuvarande regler kan skapa stora problem för trähus och speciellt för modulbyggare.

Förväntade resultat och effekter av resultat:

Resultaten från beräkningar av dynamiska egenskaper får effekten att massa och eventuell dämpare måste arbetas in i stomlösningar. Påverkan på normskrivande led måste ske. Nuvarande regelverk och även planerade ändringar av regelverk bör påverkas.

Presentation av resultat till partners och omvärld:

- Edskär, I., & Lidelöw, H. (2017). Wind-Induced Vibrations in Timber Buildings-Parameter Study of Cross-Laminated Timber Residential Structures. Structural Engineering International, 27(2), 205–216.
- "Review of Structural Robustness in Timber Building" av Johanes Huber, LTU

Måluppfyllelse och bidrag till effekterna:

Beräkningar och parmeterstudier av höga trähus har gett en större förståelse och underlag för vilka delar (både gällande system och byggdelar) som tillverkarna måste inrikta sig på. Det är en avgörande del för att tillverkarna skall kunna bygga högre och med stor säkerhet. Arbetet med robusthet skapar ett underlag och större förståelse för tillverkarna hur de ska hantera robusthetskraven. Utveckling av byggsystem är ett långsiktigt arbete och där ett stort antal parametrar påverkar slutresultatet. Eventuella ändringar kan få stor inverkan på företagens produktionsprocess.

TRL-nivå före och förväntat efter projekt: Betraktas hela projektet (ej på underprojekts nivå) kan TRL-nivån före projektstart bedöms vara 3-4. Efter projektets genomföranade bör TRL-nivån vara 5 och i planeringsfas för demonstration, nivå 6-7.

Läge i förhållande till tidplanen: Oklarheter kring administrativa delar medförde att projektet startdes sent. Tidstappet har inte kunnat arbetas in utan projektet ligger ca 6 månader sent.

Budget: 10 070 000 Skr

Partners: Martinsons Group Invest AB, Lindbäcks Bygg AB, Derome-Plusshus, Sveaskog Förvaltnings AB, Luleå Tekniska Universitet, Lunds Tekniska Högskola, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (Anders Gustafsson, projektledare).