

Ny träbyggnadsarena i Växjö

- Förslag till forskningsupplägg för Trähusprojekt med speciellt fokus kring

Stadsutvecklingsprojekt Torparängen Växjö



Sammanfattat av Åsa Bolmsvik, Byggteknik, och Tobias Schauerte, Industriell Ekonomi, Linnéuniversitetet.

Februari 2016

Ny träbyggnadsarena i Växjö

Växjö var tidig med att satsa på modern träbyggnation och att bygga högt i trä. Många nationella och internationella delegationer har besökt Växjö och satsningen kring Välle Broar. Stor mängd forskning bedrevs t.ex. inom projektet Limnologen, se Figur 1. I den nya avsiktsförklaringen som skrevs på 2015 mellan Växjö och Skellefteå är en av sakerna som lyfts fram att *"förtydliga våra träbyggnadsstrategier för respektive kommun"* samt att *"få upp regeringens ögon så att de skapar förutsättningar för en långsiktig nationell satsning på träbyggande i landet"*¹. I och med att det nya Stadsutvecklingsprojektet Torparängen skapas i Växjö växer nu en ny möjlighet till en arena för att återigen axla rollen som Sveriges ledande kommun inom träbyggnation. Här kan möjlighet ges till att skapa en ny träbyggnadsarena i Växjö - *Välle Broar 2.0* som den blågröna majoriteten i kommunen lämnat in en motion om². Torparängen kan ge en grund för forskning, näringsliv och utbildningssektor att öka samarbetet. Genom detta forskningsprojekt kan universitetet och kommunen tillsammans samla och skapa ett större intresse hos branschen, vilket på sikt kan generera mer hållbar bebyggelse på ett ekonomiskt effektivt och försvarbart sätt.

I Växjö kommuns träbyggnadsstrategi är målet att andelen träbaserat byggande skall öka inom nybyggnation, det nämns att år 2015 ska andelen träbaserat byggande vara 25 % och 50 % år 2020³. För att detta skall vara möjligt att leva upp till krävs ett samlat grepp som kan skapa framförallt ekonomiska men även tekniska möjligheter att genomföra det steget. Mer specifikt: hur kan det högt uppsatta målet uppnås och brytas ner till konkreta, genomförbara aktioner i till exempel markanvisningar och upphandlingar, relaterad till de nämnda utmaningarna i kommunens strategidokument såsom livscykelkostnader, entreprenadkostnader, underhållskostnader samt ljud och vibrationer?



Figur 1: Limnologen under byggskedet.

¹ <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=106&artikel=6298393>

² SMP "Blågröna vill se mer träbyggnad av Kerstin Haggren 5jan 2016.

³

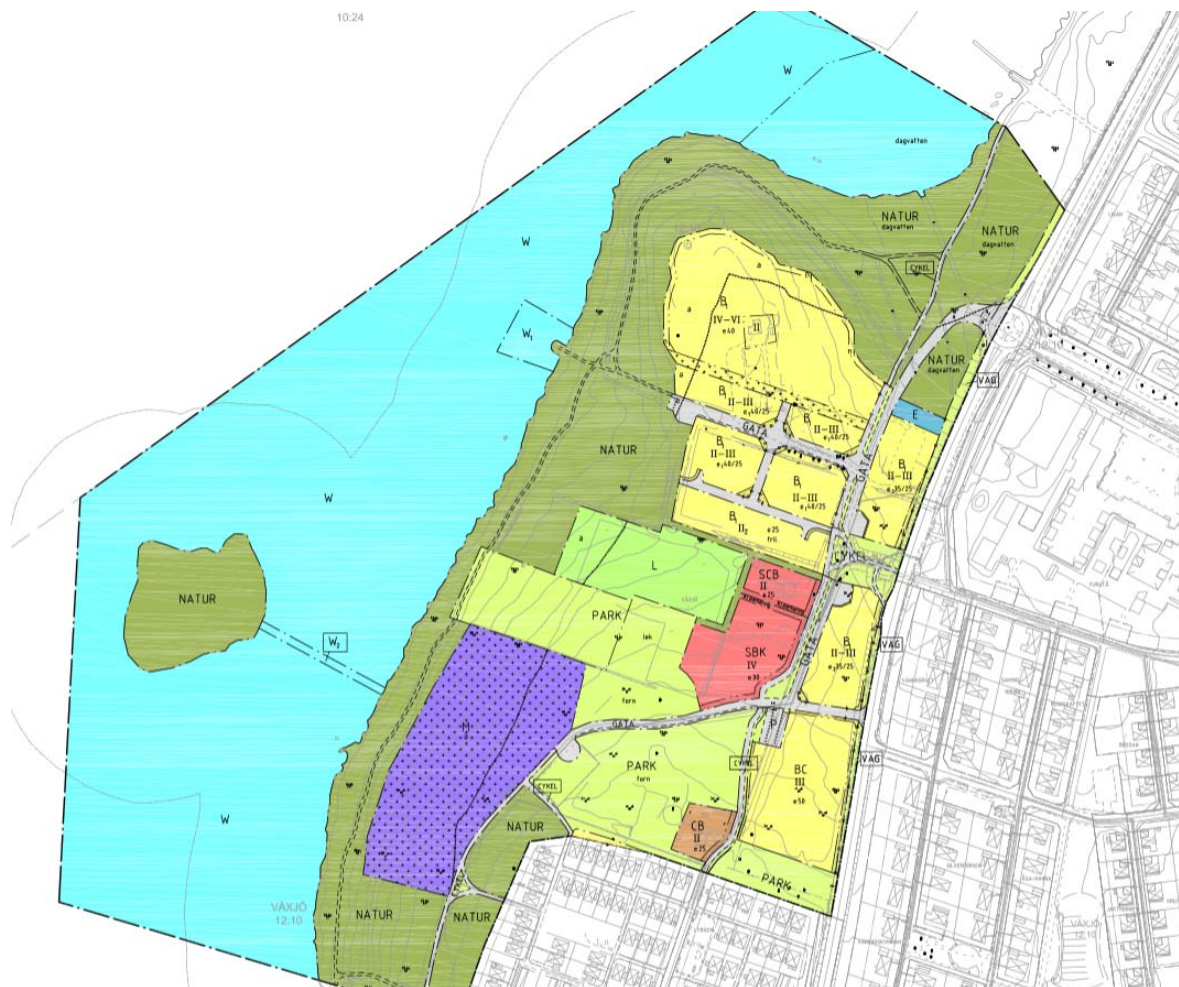
http://www.vaxjo.se/upload/www.vaxjo.se/Kommunledningsf%C3%B6rvaltningen/Stadsutvecklingsprojekt/V%C3%A4lle%20Broar/Tr%C3%A4byggnads_webb.pdf

Trähusprojekt med speciellt fokus kring ”Stadsutvecklingsprojekt Torparängen” Växjö

Bakgrund

Under senare år har ett flertal höga bostadshus byggts med bärande stomme i trä. Flera av dessa byggnader är avancerade konstruktioner och produkter av innovativa lösningar. Gemensamt är deras tekniska utmaningar med avseende på exempelvis ljud, vibrationer, stabilisering, fukt och statik mm. Men nog så viktigt är vad som styr om de kan byggas eller inte, dvs. entreprenadkostnaden, den ekonomiska operativa aspekten av att bygga i trä. Här kommer aspekter som processtyrning, logistik, industriellt byggande, produktionsstyrning och upphandling in.

För projekt Torparängen planeras en större forskningsanknuten studie, denna studie kan ses som startskottet till att skapa en ny träbyggnadsarena i Växjö - *Välle Broar 2.0*. Projektet projekteras för fullt, detaljplanen är antagen men inte laga kraftvunnen, detaljplaneförslaget kan ses i Figur 2.



Figur 2: Karta över projektet från detaljplanen, granskningshandling⁴.

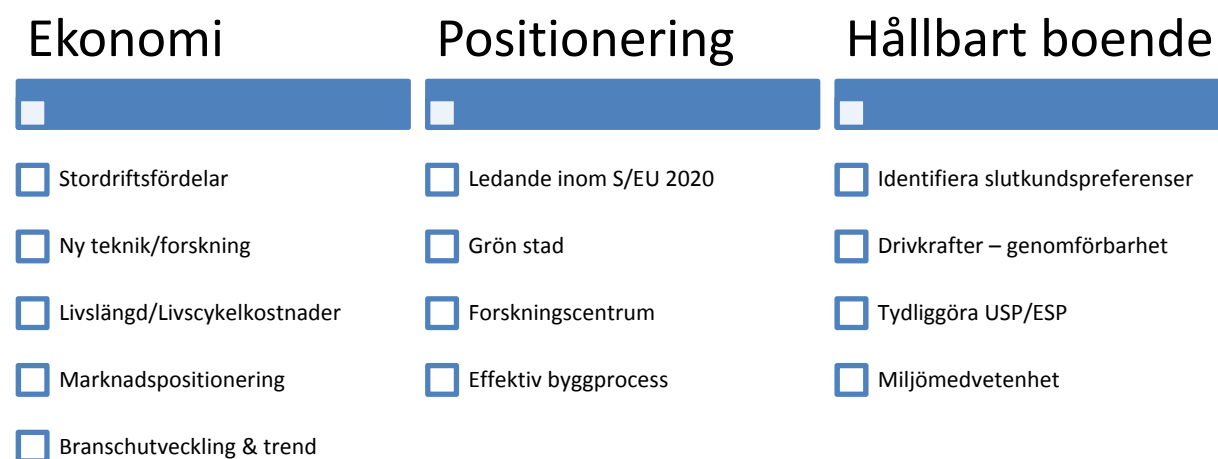
⁴ Mer information kring Detaljplaner och planprogram finns att läsa på: [http://www.vaxjo.se/-/Invanare/Trafik--samhallsplaner/Detailplaner-och-planprogram-pagaende/Torparangen/](http://www.vaxjo.se/-/Invanare/Trafik--samhallsplaner/Detailplaner-och-planprogram/Detailplaner-och-planprogram-pagaende/Torparangen/) & <http://www.vaxjo.se/-/Invanare/Trafik--samhallsplaner/Stadsutvecklingsprojekt/Torparangen/>

För att koppla ihop forskningsdelprojekt inom projektet är tanken att ha en projektledare på universitetet som skall ta helhetsgrepp och styra upp tidsplanering och kontakter mot de olika aktörerna.

Ett antal forskningsdelprojekt kopplat till bostadshusen som byggs i Torparängen i Växjö föreslås. Var och en av dessa delprojekt presenteras kort nedan, var och en med en tillhörande budget och ungefärlig tidsplan, som presenteras vid dokumentets slut. Syftet med projektet är att dokumentera ett antal processer kring trähusen, men även hela processen innan de kommer till samt studera de unika egenskaper som är viktiga hos trähus. Detta för att öka den samlade kunskapen om hus i trä som kan användas för förhöjd kvalitet i framtida trähusprojekt samt att öka andelen byggnation av trähus.

Framgångsfaktorer

Som nämnts tidigare har Växjö varit en viktig arena för trähusbyggande i Sverige. För att kunna behålla den rollen krävs ett sammanhållande nytag. Det som var så viktigt vid Välle Broar har visat sig vara samarbetet mellan kommun och universitet, med Torparängen kan detta bli möjligt igen. Flera framgångsfaktorer inom ekonomi, positionering och hållbart boende bör erhållas genom projektet, se Figur 3.



Figur 3: De förutspådda framgångsfaktorerna med en ny träbyggnadsarena i Växjö - VälleBroar 2.

Om projektet kan hållas samman som en helhet så som presenteras här förväntas större framgång uppnås, men givetvis kan enbart vissa delprojekt väljas ut och prioriteras. Ändå större helhet kan ges om de energistudier som utförts på området kan kopplas till projektet⁵.

Strategiska satsningar vid Lnu

Växjö Kommun har idag genom sin Träbyggnadsstrategi⁶ poängterat vikten av kunskap och samarbete inom träbyggnationen, exempelvis: "Trähusbyggandet står inför en mängd utmaningar

⁵ Forskning av forskargruppen Hållbar byggd miljö, vid Linnéuniversitet via Växjö Kommun, VEAB och Energimyndigheten-E2B2

⁶ http://www.vaxjo.se/upload/www.vaxjo.se/Kommunlednings%C3%B6rvaltningen/Stadsutvecklingsprojekt/V%C3%A4lle%20Broar/Tr%C3%A4byggnads_webb.pdf

som bäst möts genom mer forskning och fler pilotprojekt men också en allmänt ökad byggnation av trähus”.

Växjö Kommuns träbyggnadsstrategi nämner trähusbyggnationens stora utmaningar, dessa aspekter är:

- Livscykelkostnader
- Entreprenadkostnader
- Underhållskostnader
- Ljud och vibrationer

Vid Linnéuniversitetet pågår ett arbete kring att gå in med en ansökan om rättigheter att utfärda civilingenjörsexamen. Utbildningsområden som nämnts för att gå in först med en sådan ansökan är data- respektive byggteknik. En civilingenjörsutbildning skulle inte bara vara bra för Linnéuniversitetet utan förhoppningsvis bidra till att förstärka kompetensen inom hela regionen. För att lyckas med denna satsning krävs ytterligare rekryteringar. Om ett projekt som detta kan användas för att bidra till en sådan strategisk förstärkning vore det mycket värdefullt. Förstärkningar är i dagsläget nödvändiga allt från professorsnivå till doktorandnivå.

En förhoppning är att genom detta projekt finna delfinansiering för en *gästprofessor vid Byggteknik med kompetens inom vibrationer och akustik*. Gästprofessorn kommer vara involverad i *delprojekt 6 samt 7*. Dessa projekt berör den i Växjö kommuns träbyggnadsstrategi nämnda utmaning Ljud och vibrationer.

Utöver det planeras eventuella medel inom detta projekt att användas för finansiering av en *doktorand med projektledarkompetens inom ekonomisk effektivisering i byggbranschen*. En sådan doktorand kan engageras som projektledare och i den rollen ansvara för kontakt med kommunen. Dessutom utgör *delprojekt 1, 2, 4, 5, 10 samt 11 delar av doktorandstudierna*. Dessa projekt berör de i Växjö Kommuns träbyggnadsstrategi nämnda utmaningarna; Livscykelkostnader, Entreprenadkostnader samt Underhållskostnader.

Delprojekt 8 handlar om fukt och värme, detta är tänkt att ledas av den nyligen tillsatta professorn inom byggnadsfysik som VKAB varit med och delfinansierat via en gemensam ansökan till KK-stiftelsen.

Finansiering och möjlighet att använda medel i en ansökan

Under arbete med detta dokument har möjligheter undersökts för att använda eventuella medel från kommunen i en ansökan mot någon finansiär. Hittills har tre möjliga utlysningar som kan bli aktuella identifierats:

- Formas (*Hållbart samhällsbyggande*⁷)
- Vinnova (*Biobaserade innovationer i offentligt finansierad verksamhet*⁸)
- KK-stiftelsen (*Strategisk kunskapsförstärkning 15*⁹)

⁷ <http://www.formas.se/sv/finansiering/utlysningar/211-miljoner-kronor-till-en-riktad-satsning-inom-hallbart-samhallsbyggande>

⁸ <http://www.bioinnovation.se/nyheter/utlysning-biobaserade-innovationer-i-offentligt-finansierad-verksamhet/>

Om någon av dessa utlysningar utnyttjas kan kontanta medel från Växjö kommun växlas upp. Första prioritet bör vara att gå in med en ansökan till Vinnovas Strategiska Innovationsprogram BioInnovation -*Biobaserade innovationer i offentligt finansierad verksamhet*¹⁰ som öppnade sin utlysning den 18 januari, har sista ansökningsdag: 5 april och beslut ges 2 juni 2016. I utlysningstexten anges målsättningen att *"stimulera innovationer som leder till nya biobaserade material, produkter och tjänster, som sedan ska kunna implementeras inom offentligt finansierad verksamhet"*. Ytterligare en utlysning som riktas mot *Hållbart samhällsbyggande* är Formas femte utlysning¹¹ som har en satsning som syftar till att *"stärka svensk forskning i bl.a. samarbete med offentlig sektor. Satsningen är riktad mot forskning om planering, byggande och förvaltning av den byggda miljön och innefattande samtliga skalnivåer"*.

Om ansöknings till Vinnovas Strategiska Innovationsprogram BioInnovation -*Biobaserade innovationer i offentligt finansierad verksamhet* beviljas kan därmed kontanta medel från Växjö kommun i bästa fall komma att dubblas. Om så blir fallet önskar Linnéuniversitetet använda sådana medel för att anställa en lektor inom byggnadsproduktion. På Linnéuniversitetet skulle en lektor inom byggnadsproduktion kunna stärka upp samarbetet mellan forskargrupperna byggteknik och industriell ekonomi, och en sådan tillsättning ligger i linje med de av rektorn utpekade strategiska områdena inom satsningen mot civilingenjör.

Referensgrupp och samarbete med andra lärosäten

Projektet bör lämpligen ha en rådgivande referensgrupp. I referensgruppen bör företrädare från Byggherrar, Kommun, VBKAB, Universitet, SP och Smart Housing Småland¹² medverka. Denna referensgrupp kan se till att informationsspridningen mellan grupperna kan effektiviseras. Referensgruppen sammankallas på halvårsbasis av projektledaren inom projektet.

I flertalet av delprojekten kan det vara en fördel att samverka med andra forskargrupper och lärosäten. Detta är något som med fördel kan tas upp inom referensgruppen. Det finns även aspekter som inte ingår i denna projektbeskrivning som kan vara av intresse, t.ex. hälsostudier. Sådana studier som inte skapar en konkurrenssituation och som kan göra att projektet som helhet får ett mervärde kan med fördel bjudas in att göra studier inom Torparängen om de är externfinansierade, av projektgruppen bedöms som relevanta och som inte stoppar ev. tidsplaner för projektet, men en förutsättning är att studierna ingår i den totala sammanställningen (delprojekt 11).

Insyn/medverkan

För att projektet skall kunna få ut så mycket information som möjligt krävs att forskare har fritt tillträde till ritningar, kan delta i projektmöten, få besöka fabriker, kan ges tillträde till

⁹ <http://www.kks.se/medel/Utlysningar/Strategisk%20kunksapsf%C3%B6rst%C3%A4rkning%2015.aspx> OBS ansökningar till KK-stiftelsen måste motfinansieras av företag eller VKAB.

¹⁰ <http://www.bioinnovation.se/nyheter/utlysning-biobaserade-innovationer-i-offentligt-finansierad-verksamhet/>

¹¹ <http://www.formas.se/sv/finansiering/utlysningar/211-miljoner-kronor-till-en-riktad-satsning-inom-hallbart-samhallsbyggande>

¹² Smart Housing Småland är en internationellt ledande innovationsmiljö. Även deras strategi har pekat ut projekt inom detta område som viktiga. De främjar projekt *"med användaren i centrum, skapar smart boende och hållbar byggd miljö med bas i glas och trä"*.

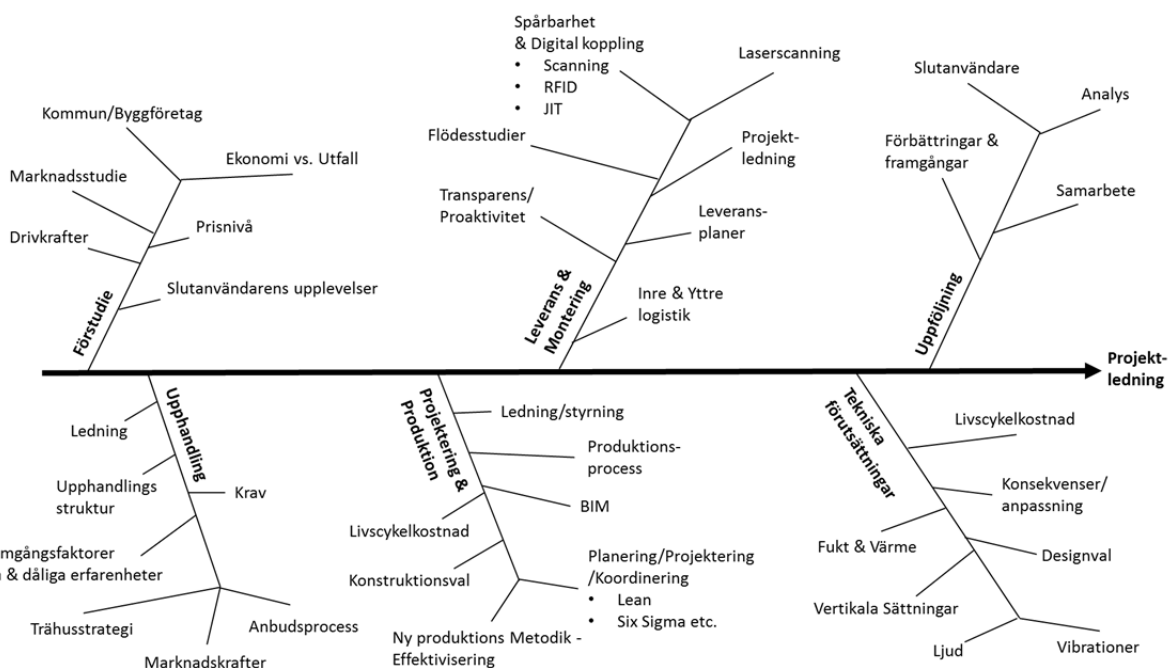
byggarbetsplatsen för att utföra mätningar och kontrollerande studiebesök, ges ekonomisk insikt i projektkostnader. Givetvis kan mycket av den information som ges inom delar önskas vara sekretessbelagd. Därmed får en diskussion med de olika byggherrarna föras hur och vilken information som måste beskrivas utåt i generella termer. Men redan i markanvisningsavtalen bör nämnas att Kommunen önskar att forskare ges tillträde till information och att tid avsätts för att låta forskare ställa frågor och utföra mätningar i olika byggskedet, samt att mätsystem skall kunna monteras i byggelement. Entreprenadformen i projektet kan påverka möjligheten i insyn, vilket måste beaktas vid anbud och upphandlingsförfarande.

Projektförsening

Projektetförslaget gäller för Torparängen, men blir projektet tidsmässigt föresenat är planen att Universitetet istället via VKAB och kommunen ges tillträdeför studier i andra trähusprojekt i kommunen.

Projektöverblick

Projektetförslaget innehåller flera delar, förstudie, upphandling, produktion, tekniska förutsättningar, operationalisering samt uppföljning, se Figur 4. Alla dessa delar har mynnat ut i 11 forskningsdelprojekt som beskrivs var och en. Dessa delprojekt kommer hållas samman och lyftas fram genom en koordinerad projektledning.



Figur 4: Projektöverblick.

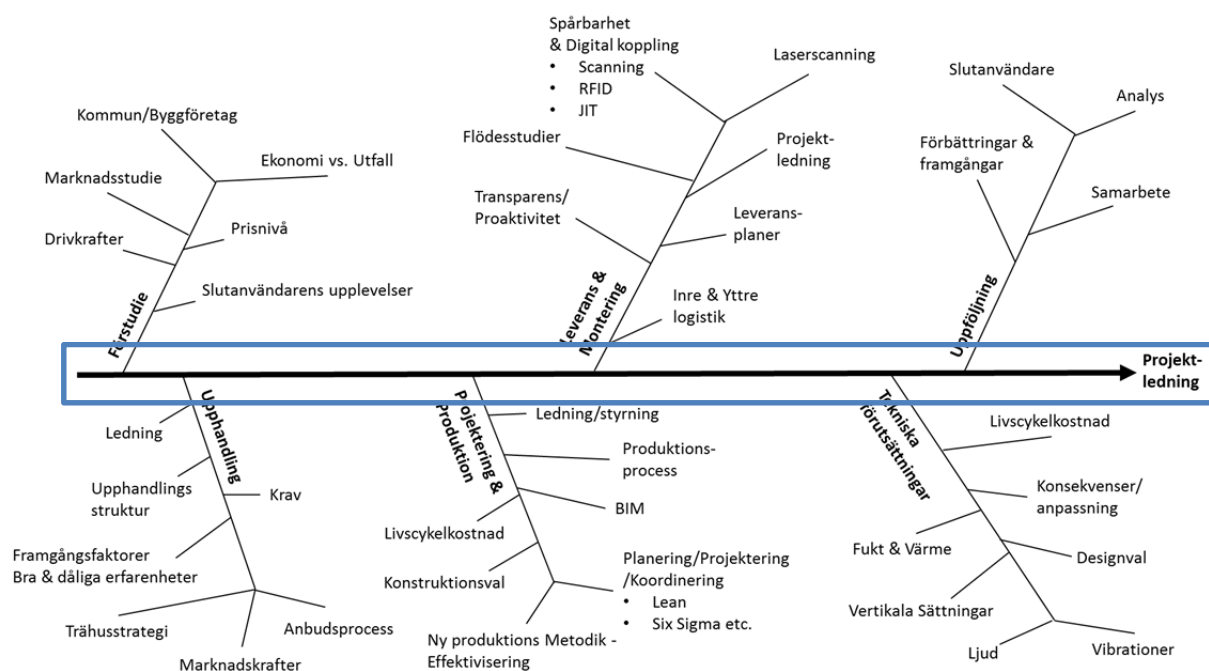
På de följande sidorna kommer de olika forskningsdelprojekten beskrivas.

Forskningsamordning

För att få ordentlig hastighet i projektet samt flyt mellan alla aktörer krävs en projektledning, se Figur 5.

Projektledning

Samordning och projektledning inom projektet är en viktig del för att verkligen få ut allt som går att få ut ur ett stort projekt utan att för den delen störa i byggprocessen. I denna roll ligger även kontinuerlig informationspridning till alla aktörer och marknaden, t.ex. genom digitala forum men även att delta på och hålla kontinuerliga föredrag i olika forum (exempelvis deltagande inom TRÄSTAD¹³ och event som Wood Building Summit¹⁴) för att marknadsföra Växjö satsning. Det ger reklam för Växjö- Europas grönaste stad och staden där vi ligger i fokus och skapar innovationer inom trähusbranschen. Projektledarrollen utgör en koppling mellan kommunen och universitetet för att synliggöra och lyfta fram de satsningar Växjö gör och på så sätt skapa en stark arena. Projektledaren skall även sammanalla referensgruppen.



Figur 5: Projektöverblick, fokus projektledning.

¹³ <http://www.trabyggnadskansliet.se/om-oss/om-trastad>

¹⁴ <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=106&artikel=6298393>

Förstudie samt upphandling

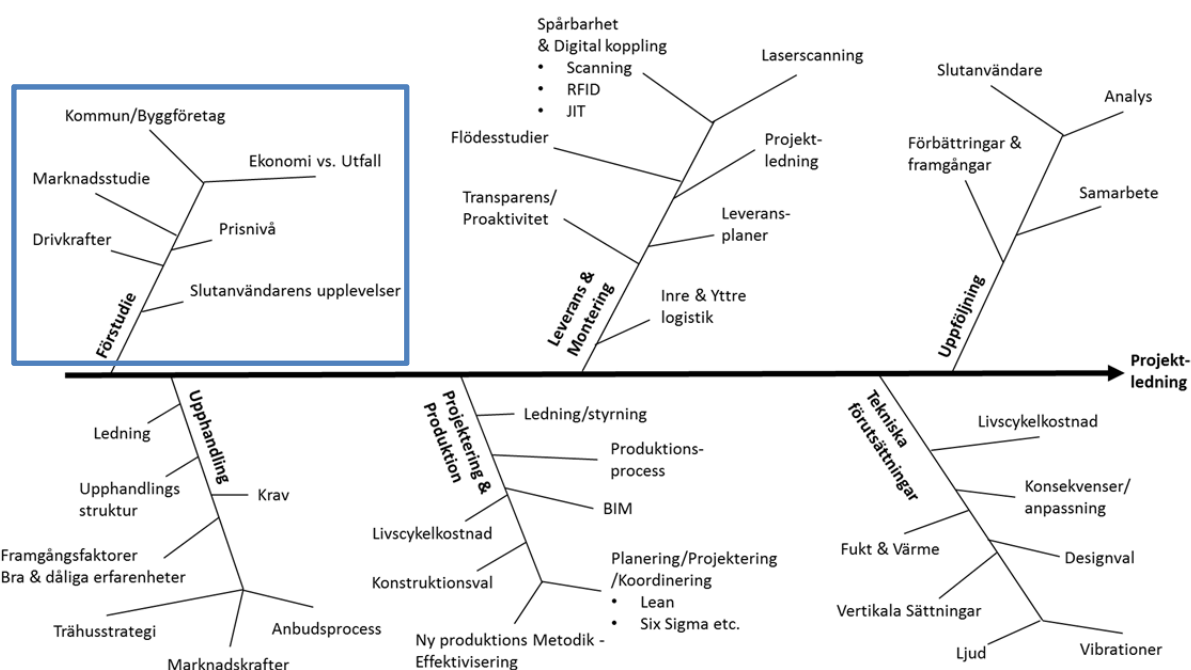
Sammanställning de olika stegen innan ett byggprojekt drar igång, se Figur 6. Vad är viktigt för att främja trähusbyggnation?

Forskningsdelprojekt 1: Marknadsstudie, varför byggs så lite i trä?

Antal bostäder som byggdes i Sverige har under 2015 ökat markant. Även om antalet flervåningshus i trä följer den trenden, så har, enligt Susanne Rudenstam, Sveriges Träbyggnadskansliet, den relativa andelen av höga trähus minskat till en marknadsandel på ca 8 %.

- Detta inledande delprojekt avser att undersöka de bakomliggande faktorerna varför vi inte bygger mer flervåningshus i trä i Sverige.
- Varför finns det så många beställare av flervåningshus som inte vill bygga i trä?
- Varför finns inte fler entreprenörer med i upphandlingsfasen?
- Varför är prisnivån så hög?

Svar på dessa frågor kunde leda till riktade framtida insatser för att minska befintliga hinder.



Figur 6: Projektöverblick, fokus förstudie.

Forskningsdelprojekt 2: Upphandling och anbud, (radhus- och flerbostadshusdelen)

Här kommer framförallt tre aspekter att studeras, se Figur 7:

Upphandling

- Hur styrs och hur påverkas upphandlingen redan i markanvisningen/marktävlingsförfarandet?

- Hur styr entreprenadformen fortsatt projektering (TE/UE etc.)

Tidigare projekt: hur påverkar kommunen?

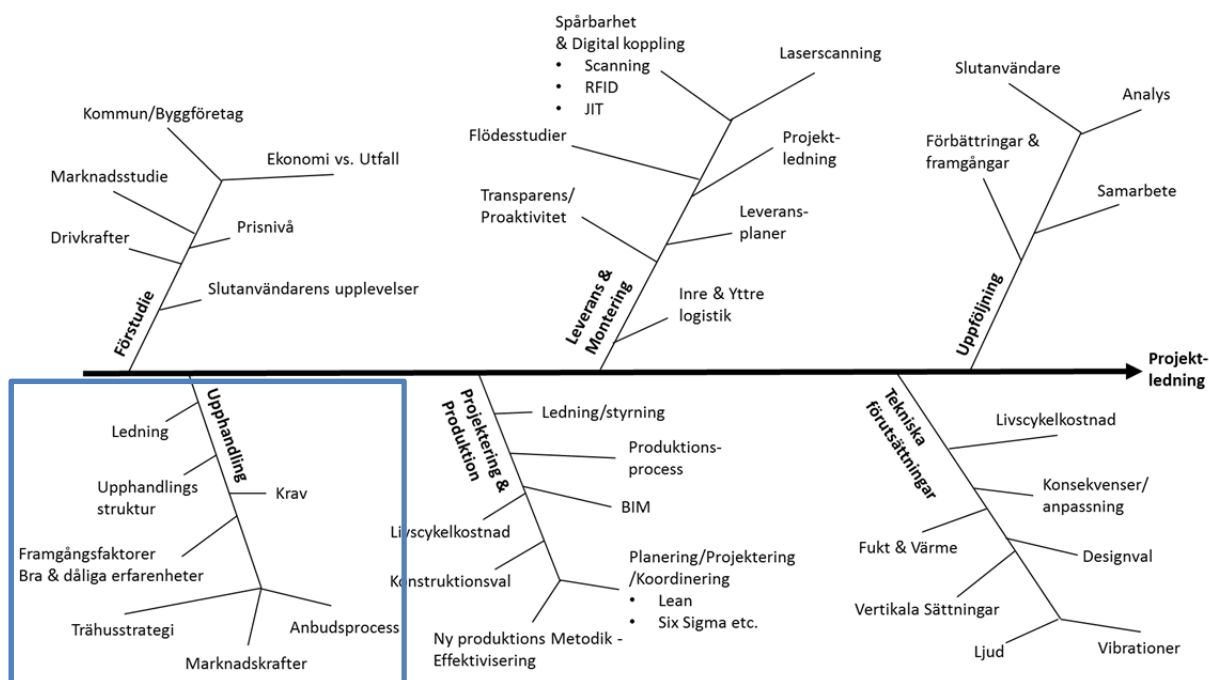
- Vad kan man lära sig av liknande, redan genomförda projekt i nutid? Genom en förstudie studeras bl.a. Vallen i Växjö, som nyss har färdigställts. Det området har snarlika höjd och markförhållanden samt läge till centrum. Vad påverkade stomvalet där? Hur var markanvisningen i det projektet formulerad? Vad blev de faktiska kostnaderna i de olika stegen? Lades stora osäkerhetssiffror till, framförallt på trä-alternativet? Hur sköttes materialprocessen?

Marknadens drivkrafter:

- Vilka aktörer finns? Vad är marknadens drivkrafter? Vilka typer av företag lämnar in förslag? Kan nya företag påverkas att lämna in anbud eller vad styr företagen som tillslut lämnar in anbud?

→Nya riktlinjer från kommunen.

Dessa frågor är viktiga att ha svar på för att kritiskt kunna studera Växjö kommuns träbyggnadsstrategi från 2013¹⁵. Vad behöver förändras i den för att trähusstrategin verkligen skall slå igenom?



Figur 7: Projektöverblick, fokus upphandling och anbud.

Produktion

Behovet och viljan att bygga resurs- och kostnadseffektivt är en viktig drivkraft bakom industriellt husbyggande, där standardiserade byggelement är en viktig komponent. Genom industriellt byggande av standardelement kan den totala byggkostnaden sänkas markant. Industriellt byggande har dock inneburit ett kulturskifte för byggindustrin och i samband med detta uppstår olika problem. Ett byggprojekt med ett inslag av industriellt byggande kan grovt delas in i tre faser: Projektering, produktion & montage, vart och ett med varsitt delprojekt.

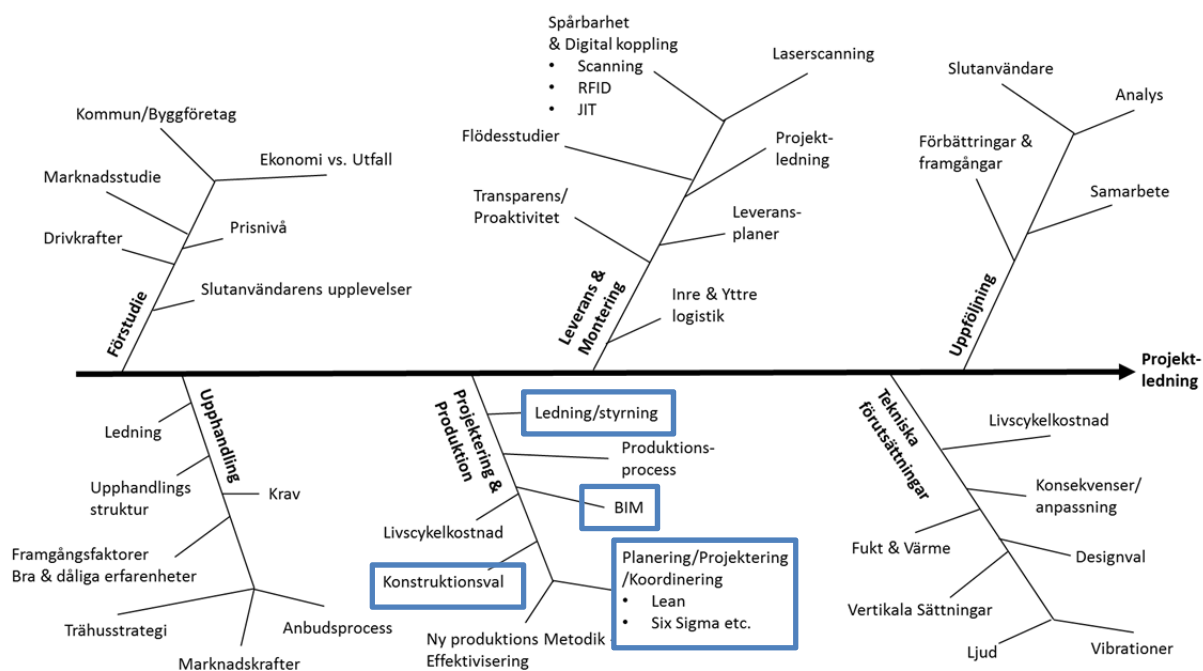
Olika aktörer är involverade i dessa tre faser och störningar eller misstag i någon av dessa, men framförallt övergångerna emellan faserna, innebär problem som alltför ofta leder till ökade byggkostnaderna. Samtidigt påverkas nyttan av industriellt byggande negativt.

Målet med detta delprojekt är att granska/följa byggprocessen från start av projekteringsfasen till inflyttning, för att identifiera eventuella problem i övergångarna mellan de olika faserna och eventuella lösningsbaserade generaliseringsmöjligheter inför kommande byggprojekt.

Forskningsdelprojekt 3: Projektering (radhus- och flerbostadshusdelen)

Projekteringsfas, se Figur 8, där allt underlag för byggandet tas fram. Här bestäms tillsammans med kund hur byggnaden skall se ut. Här tas ritnings- och annat produktionsunderlag fram.

- Hur effektivt utförs projekteringen och överföringen av information inom processerna? Finns förbättringsmöjligheter t.ex. inom BIM samt ett utvecklat Lean-tänk?



Figur 8: Projektöverblick, fokus projektering.

Forskningsdelprojekt 4: Produktion (radhus- och flerbostadshusdelen)

Produktionsfas, den industriella fasan, där alla element som sedan tas ut till byggplatsen tillverkas, se Figur 9. Speciellt fokus ligger på ett proaktivt arbete för radhustillverkningen och logistik hos de aktuella aktörerna?

Produktionsprocessen:

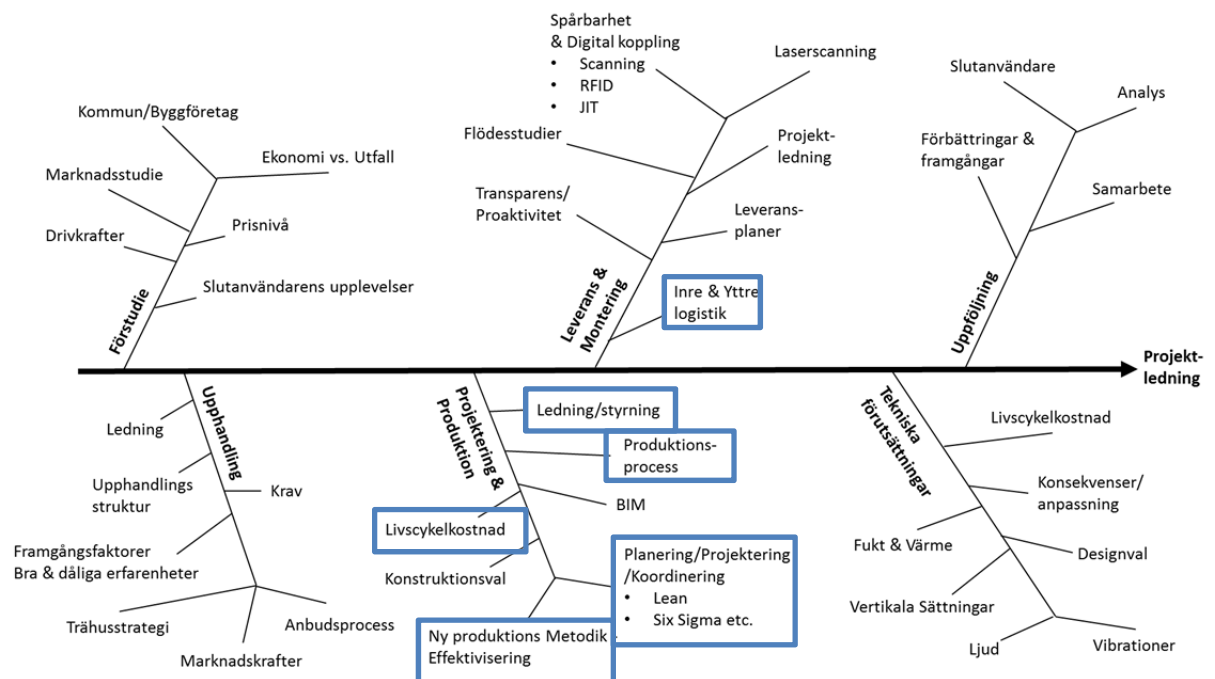
- Studera koordinering och planering. Hur effektiv är produktionsprocessen? förekommer Lean respektive Six Sigma?
- Studera total produktionstid, jämför gärna olika typer av byggsystem om det förekommer.

Jämföra:

- Hur ser det ut hos andra aktörer? Kan effektiviseringar göras för de inblandade företagen? Dra paralleller till andra branscher med liknande processer.

Strategiskt effektiv logistik:

- Hur sköts strategin på fabrik för att få till en effektiv logistik ut till arbetsplats?
- Rfid-tags/Just In Time/Avrop



Figur 9: Projektöverblick, fokus produktion.

Forskningsdelprojekt 5: Leverans och Montering inklusive laserscanning (radhus- och flerbostadshusdelen)

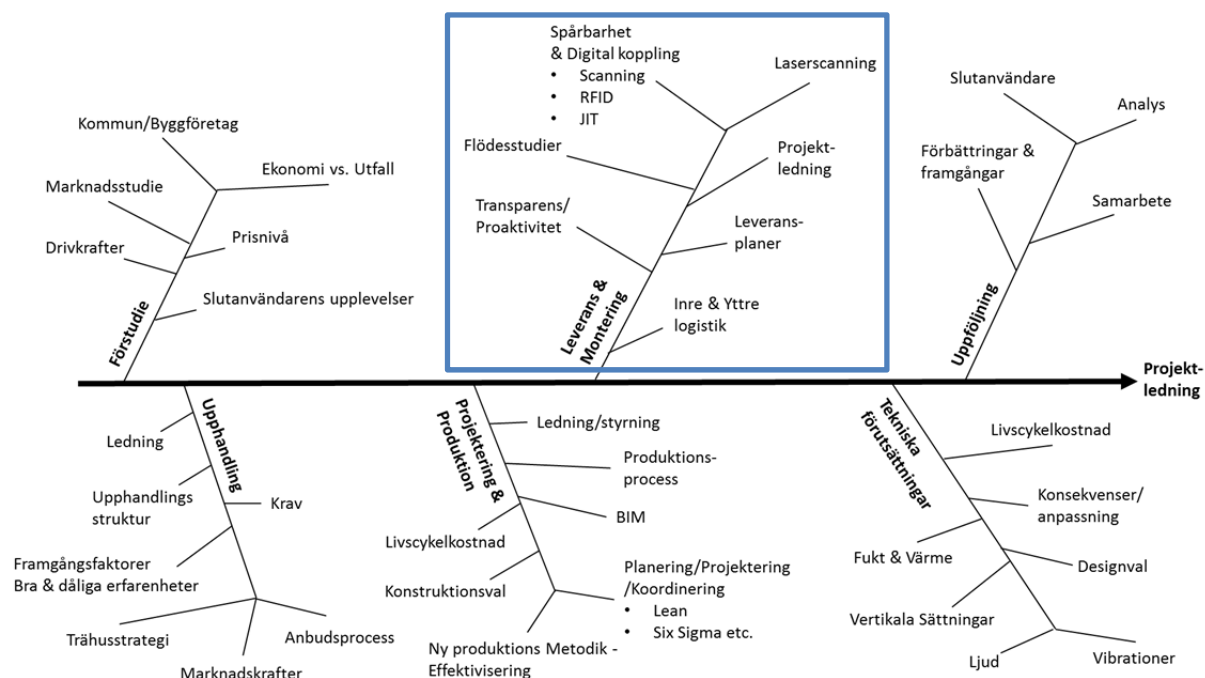
Leverans och monteringsfas: sista fasen som sker på plats. Här levereras moduler/element som producerats i fabrik under delprojekt 4 och sedan monteras huset ihop, se Figur 10. När denna fas börjar måste mark-/grundarbetet vara klart. El och vatten måste vara på plats enligt specifikation.

Stomresning:

- Utföra laserscanning av stomresningen, för att jämföra faktiskt utförande med ritningar/modeller. Detta kan göras under montage och över tid framöver.

Flödesstudier:

- Koppla leverans mot leveransplaner och logistik för att ha noggrann kontroll på flödet.
- Hur kan den digitala kopplingen förbättras? Jämför leveransplaner med hjälp av scanning/RFID/Just-InTime mot faktiska leveranser.
- Hur påverkar olika former av projektledning?
- Studera montagetider, jämför gärna olika typer av byggsystem om det förekommer.



Figur 10: Projektöverblick, fokus leverans och montering med scanning.

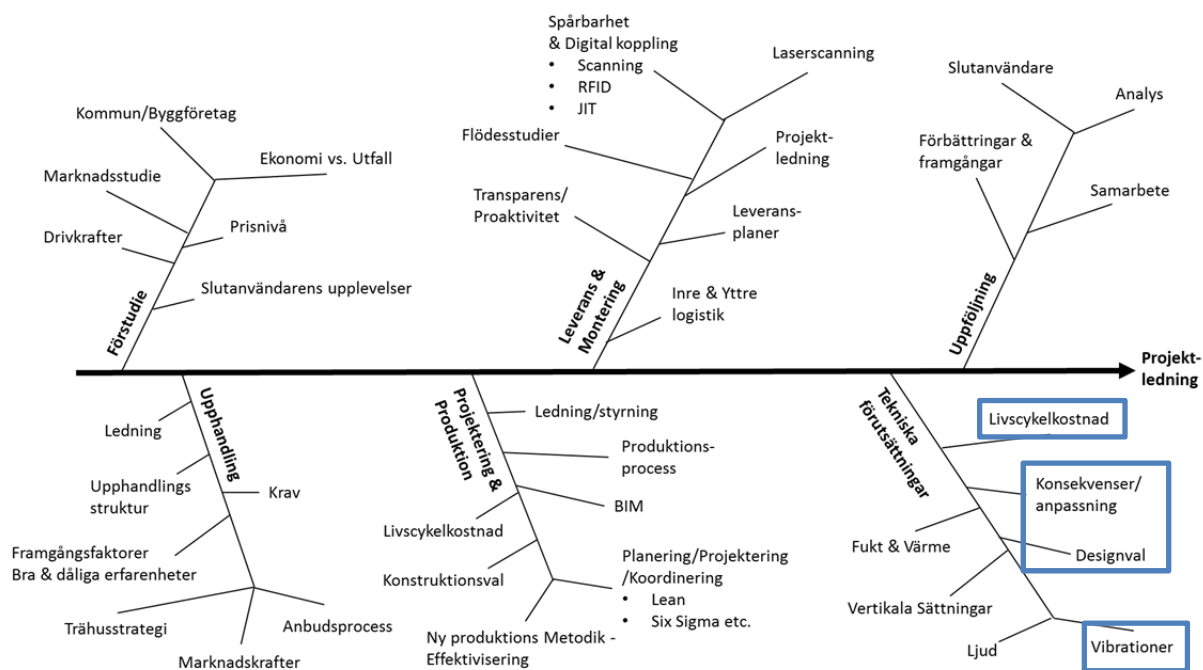
Tekniska förutsättningar

Då byggnaderna börjar resas kan olika tekniska aspekter studeras och paralleller/jämförelse mot tidigare trähusprojekt såsom Limnologen kan utföras.

Forskningsdelprojekt 6: Vindinducerade vibrationer i bruksgränstillstånd, (flerbostadshusdelen)

Egenskaperna hos ett trähus gör att vindinducerade horisontella vibrationer kan vid vissa geometriska förhållanden så som exempelvis en stor konstruktionshöjd bli förnimbara för de boende. I undantagsfall med starka vindar kan det vara acceptabelt med sådana vibrationer men i en vardagsmiljö bör inte de boende känna att huset vibrerar eller svänger. Målet med denna undersökning är att genomföra en mätning av de vindinducerade accelerationerna och bestämma de modala egenskaperna hos höga bostadshus, se Figur 11. Önskvärt är att mäta under byggnadsskedet samt att jämföra två olika byggsystem mot varandra.

- Hur påverkar designval vibrationerna?
- Vilka konsekvenser får vibrationerna och vilka anpassningar kan behövas?

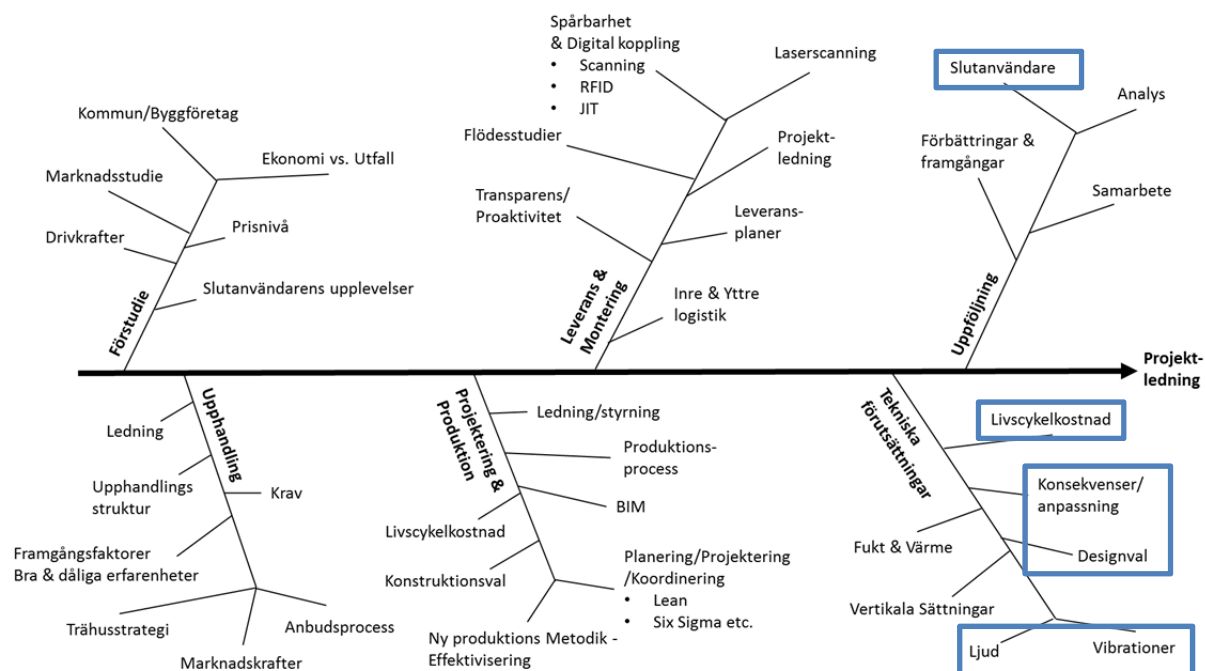


Figur 11: Projektöverblick, fokus vindinducerade vibrationer.

Forskningsdelprojekt 7: Akustik och vibrationer (flerbostadshusdelen)

Utföra akustik och vibrationsmätningar i byggnaden, se Figur 12, gärna i olika huskroppar med olika byggsystem.

- Hur påverkar byggsystemet akustik och vibrationsspridning?
- Hur påverkar mindre designval resultatet?
- Kan olika ekonomiska dämpande system undersökas, hur påverkas slutresultatet av olika påkostade akustiklösningar?
- Följ upp mot förväntningar hos boenden, och undersökningar i liknande konstruktioner som byggts tidigare-både vad gäller upplevelse (kundundersökning) och mätresultat.



Figur 12: Projektöverblick, fokus akustik och vibrationer.

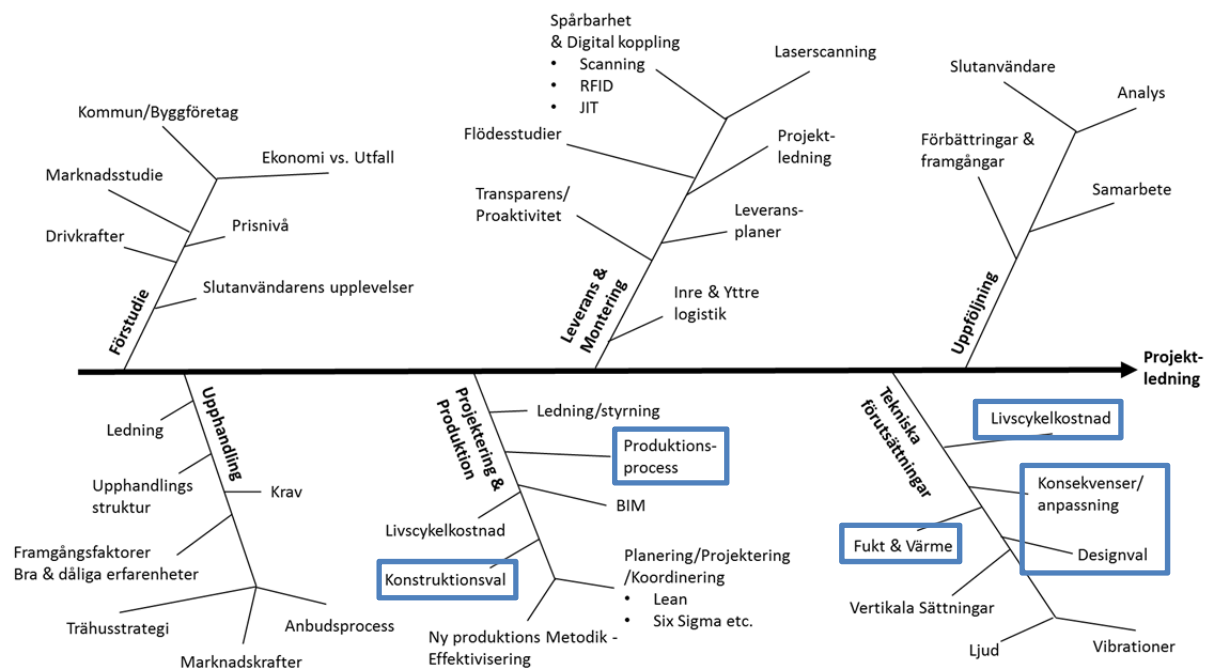
Forskningsdelprojekt 8: Mätning av fukt och värme, (flerbostadshusdelen)

Det är ofta av stort intresse att känna till hur fukt och värme varierar i olika punkter genom klimatskalet. Särskilt intressant blir det att mäta dessa storheter i kritiska områden, så som vid badrum eller vid möten av olika byggnadselement. Målet med denna undersökning är att samla in data kring relativ fuktighet och temperatur i ett stort antal punkter i byggnaden, innan och under montage hos byggnadselementen samt i bruksskedet. Data skall samlas in för:

- olika fasadsystem
- olika bygghöjd
- olika väderstreck

,för att öka kunskapen om hur trä ska användas för att bygga en ändamålsenlig fasad, se Figur 13. Motsvarande mätning har gjorts vid Limnologen och har följts med stort

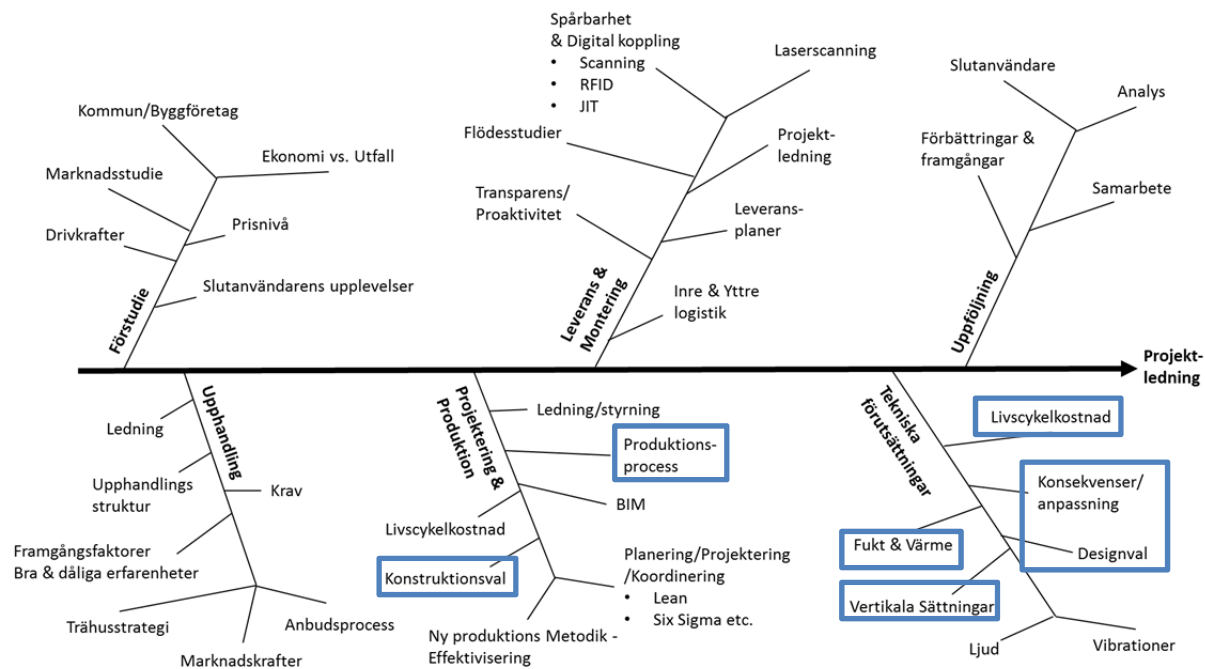
intresse av ett flertal aktörer, denna gång önskas mätningens omfattning utökas enligt ovan beskrivning.



Figur 13: Projektöverblick, fokus fukt och värme.

Forskningsdelprojekt 9: Mätning av Vertikala relativförskjutningar, (flerbostadshusdelen)

En av de tekniska svårigheterna med att bygga högt med trä i den bärande stommen är att trä sväller och krymper med varierande fuktkvot och kryper under långtidsbelastning, vilket påverkar dimensionen på de ingående delarna av trä. Vid dimensionering av träkonstruktioner är det av stor vikt att kunna göra en korrekt bedömning av hur stora sammantagna relativa vertikalförskjutningar sådana dimensionsändringar kan leda till. Målet med detta delprojekt är att mäta hur stora de relativa vertikalförskjutningarna blir i de höga bostadshus som byggs, gärna studera hur olika byggsystem påverkas, se Figur 14. Motsvarande mätning har gjorts vid Limnologen och har följts med stort intresse av ett flertal aktörer, bland annat av stomleverantören Martinsons Byggsystem.

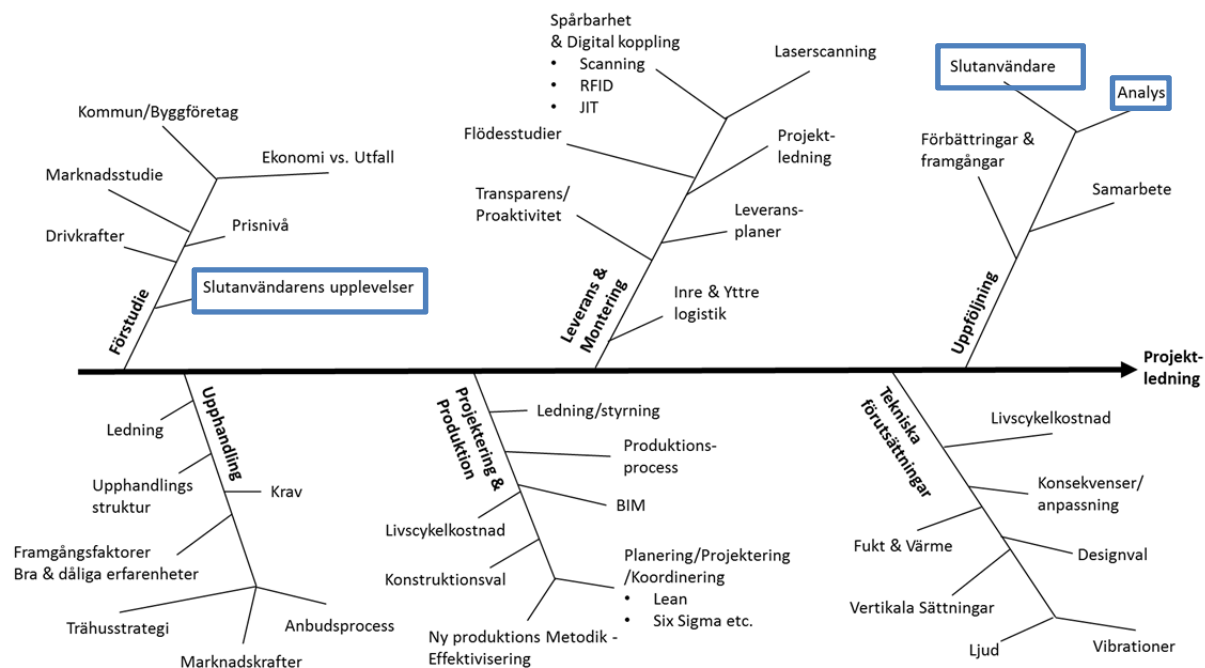


Figur 14: Projektöverblick, fokus vertikala relativförskjutningar.

Uppföljning

Forskningsdelprojekt 10: Analys av slutanvändaren - förväntat och upplevt kundvärde, (radhus- och flerbostadshusdelen)

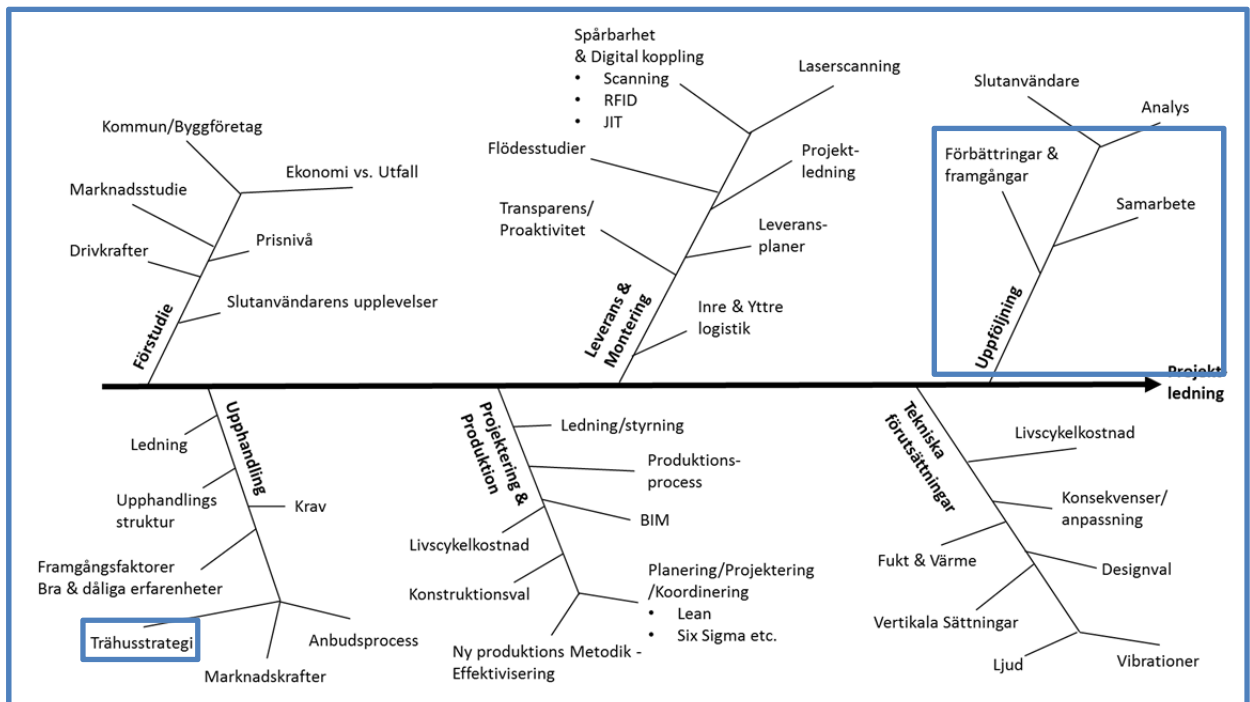
Hur är det dock med acceptansen av byggmaterialet trä i höga hus bland dem som ska bo i husen? Är trä ett upplevt alternativ till konventionella material som stål eller betong? Målet med delprojektet är att undersöka vilken förväntad inverkan, positiv som negativ, trä ha på boendesituationen i slutanvändarnas ögon (förväntat kundvärde); och hur dessa förväntade faktorer de facto upplevs veckorna efter inflyttningen (upplevt kundvärde), se Figur 15. En liknande studie har gjorts inom uppföljningen för Limnologen-husen. Midroc var delaktig i denna studie från början och lade med stort intresse till en mängd undersökningspunkter i undersökningenkätet. Med denna studie kunde även en kontinuitet inom "upplevt kundvärde" skapas, vilken, efter uppföljningen av fler byggprojekt under ett antal år, kunde visa på positiva eller negativa trender.



Figur 15: Projektöverblick, fokus slutanvändaren.

Forskningsdelprojekt 11: Analys av projektet

Hur har projektet förlöpt? Hur har samarbetet fungerat, vilka lärdomar skall dras till kommande projekt. Konsoliderad sammanfattning av alla delforskningsprojekt, dvs. att samordna och sammanställa olika forskares bidrag till en gemensam dokumentation i slutet av projektet. Här skall även eventuella externa studier som bedrivits på området inkluderas.



Figur 16: Projektöverblick, fokus slutgiltig analys av projektet.

Tidsplanering, budget och ansvarsfördelning

Tabell 1 visar planeringen för projektet som en helhet med avseende på ansvar och tid. Budgeten baseras på att industriell ekonomi får medel via projektet att anställa en doktorand med god projektledningserfarenhet (under 2.75 år) för att kunna utföra industriell ekonomis forskningsdelar samt sköta samordningen av projektet. Byggtekniks forskningsdelar rörande framförallt de tekniska utmaningarna anses kunna skötas av personal som redan finns anställd i verksamheten på fakulteten för teknik, LNU, samt att projektet kan delfinansiera en deltidsanställning. I budgeten har inga resor inom projektet medräknats. Ev. förändringar på personalsidan utifrån planeringen kräver troligen justering även av budgeten. Projektet kan även delas upp så enbart utvalda delprojekt blir av.

Tabell 1: Ansvarsfördelning, tidsallokering och budgeterad kostnad.

Forskningsdelprojekt		Ht 2016	Vt 2017	Ht 2017	Vt 2018	Ht 2018	Vt 2019
Samordning-projektledning, sammanställning och informationsspridning	Industriell ekonomi	10%	10%	10%	20%	10%	10%
Forskningsdelprojekt 1: Marknadsstudie, varför byggs så lite i trä?	Industriell ekonomi	60%	10%			10%	
Forskningsdelprojekt 2: Upphandling och anbud	Industriell ekonomi	30%	40%	20%			
Forskningsdelprojekt 3: Projektering	Byggteknik		20%	20%	20%		
Forskningsdelprojekt 4: Produktion	Industriell ekonomi		40%	50%	40%		
Forskningsdelprojekt 5: Leverans och Montering inklusive laserscanning	Byggteknik & Industriell Ekonomi			15%	20%	25%	30%
Forskningsdelprojekt 6: Vindinducerade vibrationer i bruksgränstillstånd	Byggteknik			10%	20%	20%	
Forskningsdelprojekt 7: Akustik och vibrationer	Byggteknik & Industriell Ekonomi				20%	10%	20%
Forskningsdelprojekt 8: Mätning av fukt och värme	Byggteknik				20%		10%
Forskningsdelprojekt 9: Mätning av Vertikala relativförskjutningar	Byggteknik				10%	10%	
Forskningsdelprojekt 10: Analys av slutanvändaren - förväntat och upplevt kundvärde	Industriell ekonomi					35%	10%
Forskningsdelprojekt 11: Analys av projektet	Industriell ekonomi						5%
Totalt Projektsammanhållning:		10%	10%	10%	20%	10%	10%
Totalt Byggteknik:		0%	20%	45%	115%	60%	15%
Totalt Industriell Ekonomi:		90%	90%	90%	80%	90%	40%

385 290 kr	497 795 kr	628 793 kr	1015 501 kr	721 540 kr	286 211 kr
Totalkostnad för projekt Torparängen:					3 535 130 kr