

# Industriellt tänkande och ny teknik för anläggningsbyggande - en fortsättning på SBUF projektet 12295

## Bakgrund

Att öka produktiviteten är en stor utmaning inom byggsektorn där flertalet rapporter visat på en långsammare utveckling än i många andra branscher. Effektivisering av anläggningssektorn är synnerligen viktig eftersom offentliga medel spenderas på investeringar som är avgörande för utveckling och ekonomisk tillväxt i ett land. Traditionell platsbyggnation inom anläggningssektorn förknippas ofta med relativt stort slöseri av både material, tid och andra resurser samt att förhållanden som råder på byggarbetsplatsen ofta är komplexa och resultaten oförutsägbara.

I SBUF projektet 12295 ”Ny teknik för anläggningsbyggande genom kombination av prefabricering och platsgjuten betong” studerades vad industriellt anläggningsbyggande innebar såväl som vilka hinder det finns för att implementera ett mer industriellt tänkande. Resultatet visade på stor potential till tidsbesparingar vid användning av mer industriella metoder och tekniker. I detta fortsättningsprojekt har det mer ingående studerats hur man kan åstadkomma standardisering genom att applicera plattformar och modularisering men också en fördjupning i utmaningar för både entreprenör och beställare har studerats.

## Syfte

Johan Larssons doktorandprojekt har varit uppdelat i två delar varav detta SBUF projekt har studerat, *möjligheter med industriellt anläggningsbyggande*. Syfte med denna del har varit att standardisera produktionsprocessen för att på ett effektivt och rationellt sätt säkra kvaliteten av industriellt utvecklade anläggningsprodukter. NCC Montagebro har använts som fallstudieobjekt där målet har varit att ta fram en modulariserad processplattform som bland annat kan anpassas efter den geografiska platsen den skall monteras på. Detta projekt har också kompletterats med ett projekt finansierat av Trafikverket där *barriärer att implementera industriellt anläggningsbyggande* har studerats. Angreppssättet har således varit relativt brett och att bidra med en ökad kunskap om det komplexa systemet att introducera innovationer, såsom industriellt byggande, har varit det övergripande syftet.

## Genomförande

Med stöd från SBUF, NCC och Trafikverket har arbetet utförts vid Luleå Tekniska Universitet i form av ett forskningsprojekt. Utredningsman har varit Johan Larsson och forskningsprojektet har följts och stöttats av en referensgrupp bestående av Magnus Alfredsson och Staffan Hintze (NCC), Peter Simonsson (Trafikverket), olika referenspersoner från Abetong och PEAB samt Thomas Olofsson, tillika handledare, (LTU). Både en longitudinell fallstudie av NCC Montagebro samt en kortare men djup fallstudie av tre innovationsutvecklingar inom olika projektbaserade industrier har genomförts inom ramen för SBUF projektet vilket har bidragit till en god kunskap inom innovationsutveckling såsom industriellt byggande.

Parallellt med detta SBUF projekt har det utförts ett projekt som fokuserar på Trafikverket som största statliga beställaren (också utfört av Johan Larsson). SBUF projektet har använts som medfinansiering för projektet som har genomförts inom ramen för Branschprogram för forskning och innovation avseende Byggnadsverk för Transportsektorn (BBT) och dessa två tillsammans har bidragit till en möjlighet för att studera hela kedjan fram till färdigställandet av produkten. De olika metoderna och studierna har tillsammans bidragit till helheten i

resultatet vilket har sammanställts i doktorsavhandlingen ”*Managing Radical Innovation in the Infrastructure Sector: A Study of Industrialized Construction*” vilken finns att hitta digitalt på Luleå tekniska universitets hemsida.

### ***Longitudinell fallstudie (NCC Montagebro)***

Fallstudien från tidigare SBUF projekt (12295) har fortsatt vilket har bidragit till en god överblick över både utvecklingen och implementeringen. Att under så lång tid som fem år kunna följa samma fall och applicera olika forskningsmetoder såsom observationer, intervjuer, workshops och deltagande i utvecklingsmöten har bidragit till en djup kunskap inom området. En sammanställning över metoder kan ses i tabell 1.

**Tabell 1. Datainsamlingsmetoder för longitudinell fallstudie**

<b><i>Datainsamlingsmetoder</i></b>	<b><i>Antal</i></b>	<b><i>Individer/material</i></b>
Intervjuer	2	Plattformschef
	2	Projektledare
Existerande dokument	-	Ritningar, tekniska dokument
Byggprojekt	-	Kalkyler, ritningar, tidplaner, kostnadsberäkningar
Observationer	2 veckor	Under montage och armering av överbyggnad
Workshops	2	Entreprenör, konsulter, material leverantörer, beställare, akademi
Industriseminarier	3	Konsulter, entreprenörer, beställare, akademi

### ***Innovationsstudie***

Innovationsstudien hade som syfte att studera hur projektbaserade industrier (husbyggande, brobyggande, rymdindustrin) arbetar med utveckling av innovationer. I detta fall har både organisatoriska förmågor (ex. kunskap, samarbete, engagemang) och institutionella faktorer (ex. lagar, regler, kultur) studerats. Studien bestod till stor del av intervjuer men också en dokumentstudie har utförts. En sammanställning av utförd studie kan ses i tabell 2.

**Tabell 2. Datainsamlingsmetoder för innovationsstudie**

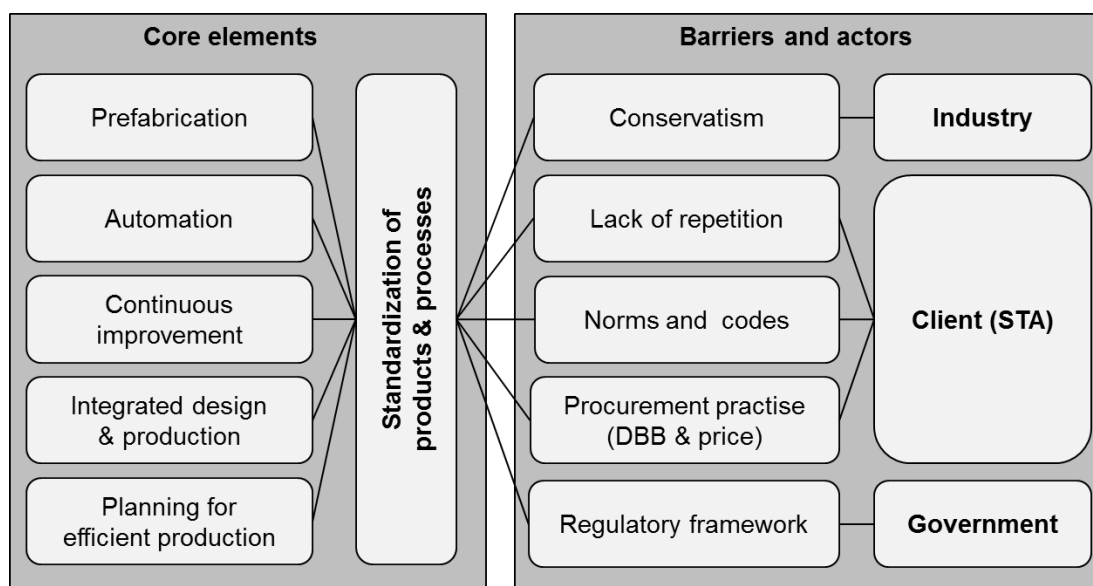
<b><i>Datainsamlingsmetod</i></b>	<b><i>Rymdindustri</i></b>	<b><i>Husbyggande</i></b>	<b><i>Brobyggande</i></b>
Intervjuer (Respondenter)	Projektledare R&D	Fabrikschef	Avdelningschef R&D
	Affärsutvecklare & marknadschef	Akademisk representant	Avdelningschef infrastruktur
	Produktionsledare	Produktionschef	
	Processingenjör Chefsingenjör		
Observationer	Kontinuerliga observationer på företaget under 2015 genom forskningsprojekt	Observationer på företaget inkluderat rundvandringar i fabrik	Kontinuerliga observationer på företaget mellan 2010-2015 genom forskningsprojekt
Sekundärdata	Hemsida Årsredovisning Tekniska rapporter Presentationsmaterial	Hemsida Årsredovisning	Hemsida Årsredovisning Tekniska rapporter

## Resultat & analys

Resultatet visar att industriellt anläggningsbyggande är ett multi-facetterat koncept som består av många komponenter som rätt utnyttjat tillsammans skapar en effektiv helhet. Dock har studierna visat att det finns utmaningar i både utvecklingen (development) och implementeringen/spridningen (diffusion) av industriellt byggande. Industriellt byggande måste ses som en radikal innovation och tillsammans med det parallella projektet utfört med Trafikverket som fallstudieobjekt har studierna bidragit till en ökad kunskap om management av denna innovationsprocess.

### *Industriellt byggande*

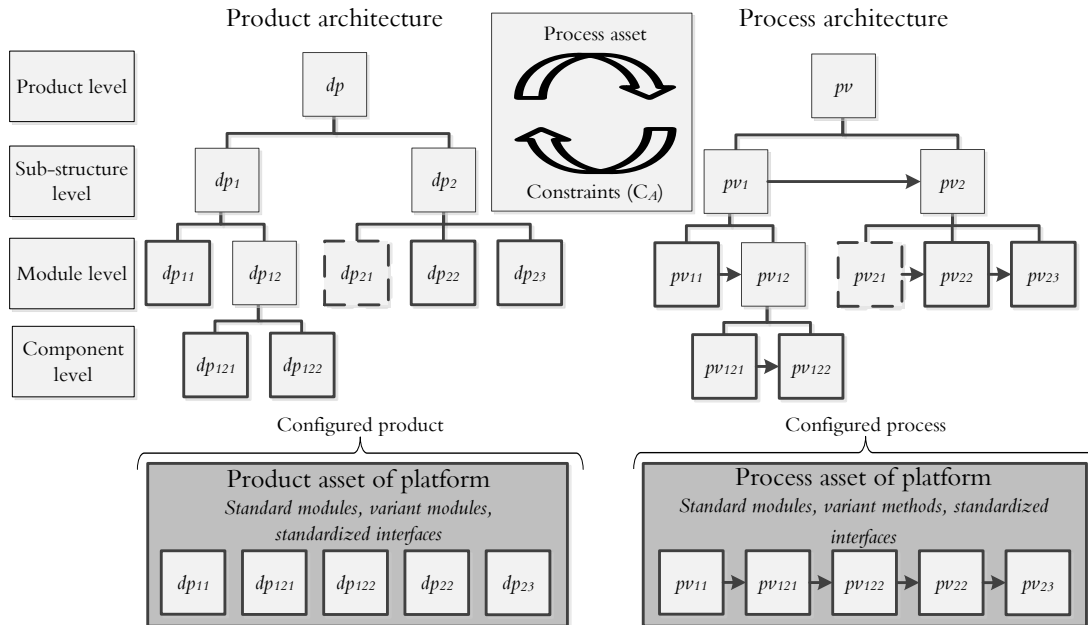
För att förstå svårigheten med implementeringen/spridningen av industriellt byggande, som radikal innovation, måste man förstå dess multi-facetterade innebörd. Nedan visas resultat från vad SBUF projekt 12295 fick fram om både innebörd av och barriärer för industriellt byggande, figur 1. Den multi-facetterade synen på industriellt byggande gör att den måste ses som en radikal innovation då den är ny inom denna kontext och påverkar både beställare och övriga aktörer i kedjan. Själva innebörden av innovation är att man utvecklar och använder signifikanta förändrade/nya processer, produkter eller system vilka betraktas som nya för de som utvecklar och använder dessa.



Figur 1. Centrala komponenter av och barriärer för industriellt byggande (från Larsson et al. 2014)

Standardisering har inom SBUF projekt 12295 identifierats som en stor komponent för industrialiserat byggande. Man har inom byggsektorn börjat studera plattformar och modultänkande för att öka standardiseringen av framförallt produkter. Dessa teorier härstammar från verkstadsindustrin och är både intressanta och relevant även för anläggningsbyggande såsom broar. Den longitudinella fallstudien tyder på att det finns stort potential att utnyttja standardisering även på produktionsprocessen inom brobyggande då det är inom detta stadie av projektet man förverkligar de oftast projektspecifika produkterna. NCC Montagebro har inom ramen för SBUF projektet används för att studera hur man kan utnyttja plattformar och modultänkande för att utveckla inte bara produkter utan även produktionsprocessen, figur 2. Nedbrytning av produkt och process möjliggör standardisering på olika nivåer och identifiering av processer och komponenter som måste innehålla varians för att bron ska kunna anpassas för exempelvis olika markförhållanden.

Standardisering möjliggör även utveckling av produktionshöjande processer i termer av tid, kostnad och miljöpåverkan som kan användas i flertal projekt. Detta har i Larsson et al. (2015a) och Krantz et al. (2015) undersökts och det visar sig att man genom standardisering kan utveckla modeller för processsimulering som kan utvärdera olika alternativ på ett effektivt sätt. Dessa simuleringsmodeller kan användas i både utveckling av produkter såväl som vid planering av byggprojekt (implementering).



Figur 2. Konfigurerbar produkt och process plattform (från Larsson et al. 2015a)

### Innovationsutveckling

Utveckling och implementering av innovationer, såsom industriellt byggande, kräver dock andra kompetenser/förmågor än de mindre inkrementella som utvecklas kontinuerligt inom många byggprojekt. Vilka förmågor som är viktiga har också rapporterats i Larsson och Larsson (2016 *submitted for publication in IJMTM*). Innovationsprocessen är något som studerats inom den utförda innovationsstudien såväl som inom det parallella projektet på Trafikverket och det visar sig att utvecklingen kräver samarbete över organisationsgränser och att beställaren involveras under utvecklingen. Detta för att underlätta för implementeringen/spridningen (mötet mellan aktörer i byggprojekt) och för att beställaren ska förstå vad den kan vinna på att våga satsa på industriellt byggande. I projektbaserade industrier såsom byggande ser innovationsprocessen inte ut som i traditionell industri utan det finns en tydlig separation mellan dessa faser (development och diffusion), figur 3. Inom infrastruktur byggande sker den även med två olika processägare. Utvecklingen (development) sker oftast med en större entreprenör som processägare medan implementeringen (diffusion) oftast sker med en statlig beställare (Trafikverket) som processägare.

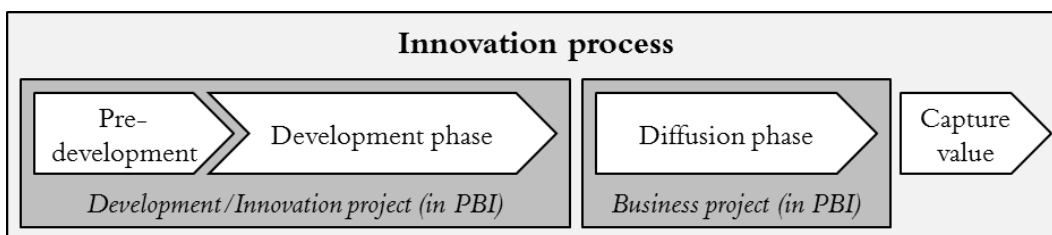
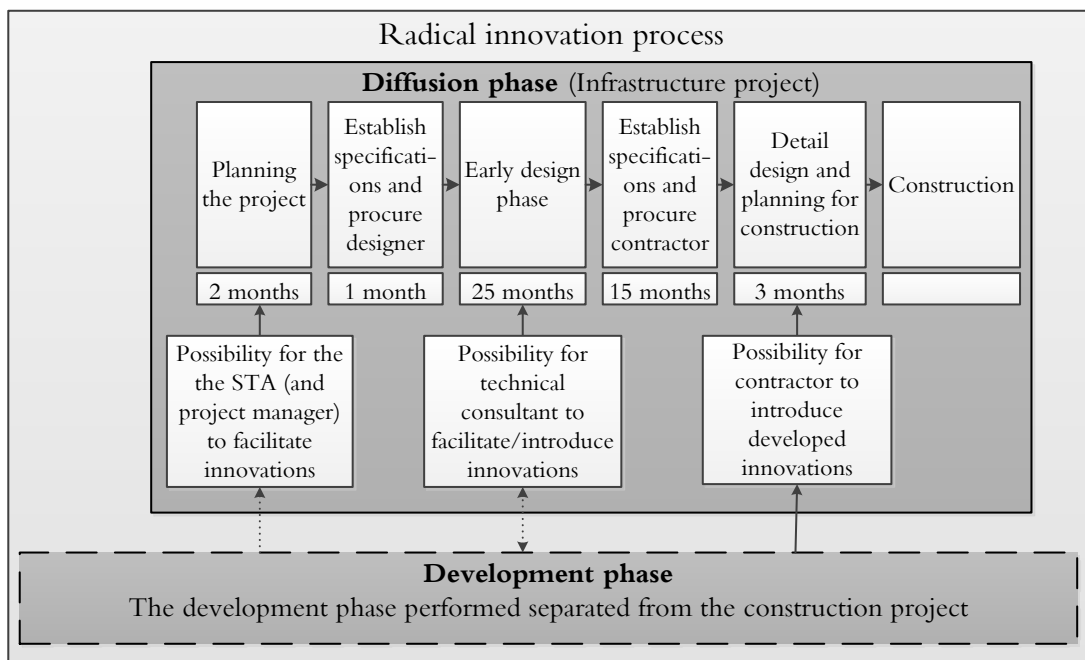


Figure 3. Innovationsprocessen inom projektbaserade industrier (från Larsson 2016).

Implementeringsfasen som hanteras utav Trafikverket har studerats i det parallella projektet på Trafikverket vilket visar på tydliga brister i dagens process om syftet är att höja produktiviteten via höjd grad av innovationer, figur 4.



Figur 4. Implementeringsfasen, tillika processen för investeringsprojekt på Trafikverket (Larsson 2016)

Det som tydligt kan ses är att förprojekteringen (Early design phase) är väldigt lång och omfattande vilket gör att vid entreprenörens inträdande i projektet är möjligheten att introducera innovationer begränsad. Det gör det extra viktigt för entreprenören att adressera både konsulter och beställare (och dess projektledare) under utvecklingen då de har stora rollen under de tidiga skedena av byggprojekt. Externa samarbeten är således inte bara viktigt för att öka kunskapen utan även för att öka förståelsen och medvetenheten hos viktiga aktörer inom implementeringsfasen. En av de utförda studierna inom det parallella projektet på Trafikverket har visat på att projektledaren, och dess ledarskapsstil, har en väldigt stor betydelse för utgången av byggprojekt och att vissa ledarskapsstilar har större förmåga att generera både bättre resultat och ökad innovationsgrad (Larsson et al. 2015b). Projektet på Trafikverket är fortfarande pågående och kommer under hösten att avslutas och presenteras på bland annat IABSE konferensen i Stockholm 21-23 september.

### Slutsatser

Forskningsprojektet visar på stor potential till tids- och kostnadsbesparingar vid användning av mer industriella metoder och tekniker. Det finns dock vissa hinder för en implementering där de stora är den projekt process som Trafikverket använder samt att det finns en okunskap eller brist på erfarenhet hos aktörer att utveckla utanför byggprojekt, alltså att driva innovations/utvecklingsprojekt. Entreprenörer involveras ofta sent i projekteringen då många av de viktigaste besluten för projektets utgång redan är fattade vilket leder till att deras kompetenser inte tas tillvara. Vidare finns en stor brist på storskalighetstänk inom branschen samt osäkerhet till implementering av innovationer vilket leder till att incitament för utveckling av standardiserade produkter minimeras.

Genom att använda sig av industrialiserade metoder såsom standardisering och prefabricering kan man förvänta sig ett mer hållbart byggande men det som måste förstås av beställaren är att valbarheten i vissa avseenden begränsas. Innovationsstudien visar att det är så man jobbar i

andra branscher och för att kunna implementera måste beställaren ställa andra krav än de detaljerade tekniska man gör idag.

För att öka kunskapen för industriellt byggande som radikal innovation inom anläggningssektorn är resultatet av detta projekt ett första steg. Då industriellt byggande är en radikal innovation som kräver andra kompetenser/förmågor vid utveckling än traditionellt byggande krävs ett ökat fokus på samarbete mellan aktörer men också att sektorn bli bättre på att utföra benchmarking både internationellt men även inom liknande industrier nationellt för att finna lämpliga utvecklingsmöjligheter. Många av de identifierade komponenterna för industrialisering av anläggningssektorn handlar mer om processer än om produkter vilket gör att bör förflytta fokus mer mot processutveckling än som idag då fokus ligger på att utveckla projektspecifika produkter. Resultaten från denna forskning tyder på att även en komplex industri som denna kan dra nytta av att genomgå en industrialisering likt den som ägt rum inom verkstadsindustrin, och vissa delar av husbyggande, men att det faktum att olika faser av innovationsprocessen ägs och drivs av olika aktörer försvårar introduktionen av mer radikala innovationer.

### ***Framtida forskning***

Under detta forskningsprojekt har det identifierats två tydliga behov inom anläggningsbranschen vilka skulle kunna bli två ny projekt med tydlig möjlighet till att utveckla branschen.

1. Studie av innovationsutveckling (development process) ur ett system perspektiv (Systems of innovation). Detta skulle kunna bidra till att man fokuserade på rätt saker under utvecklingen och att företag kunde utveckla strategier för detta. Systemperspektivet har studerats inom andra branscher och det har identifierats tre viktiga parametrar:
  - i. *Agents/Actors/Knowledge (kompetens och förmågor)*
  - ii. *Networks (interna och externa nätverk)*
  - iii. *Institutions (institutioner såsom regler, normer och kultur)*
2. Studie av hållbara produktionsprocesser inom byggande av infrastruktur med fokus på energi och CO<sub>2</sub>. Det är mycket fokus på husbyggande med ex. NNE och olika certifieringar men det verkar inte riktigt ha lyfts lika mycket inom infrastruktur byggande. Detta är en ganska tydlig fortsättning på tidigare SBUF projekt där fokus har varit tid och kostnad men det finns ju ett ökat behov av att också titta på den sista parametern ur ett hållbarhetsperspektiv (miljö).

## Referenser

Larsson, J., Eriksson, P.E., Olofsson, T. and Simonsson, P. (2014) "Industrialized construction in the Swedish infrastructure sector: core elements and barriers". *Construction Management and Economics*, 32(1-2), 83-96.

Larsson, J., Lu, W., Krantz, J. and Olofsson, T. (2015a) "Discrete event simulation analysis of product and process platforms – a bridge construction case study". *Journal of Construction Engineering and Management*. (Online Publication Date 25 November 2015)

Larsson, J., Eriksson, P. E., Olofsson, T., and Simonsson, P. (2015) "Leadership in civil engineering: Effects of project managers' leadership styles on project performance". *Journal of Management in Engineering*, 31(6).

Krantz, J., Larsson, J., Lu, W. and Olofsson, T. (2015) "Assessing embodied energy and greenhouse gas emissions in infrastructure projects". *Buildings*, 5(4), 1156-1170.

Larsson, J. (2016). *Managing radical innovation in the Swedish infrastructure sector: A study of industrialized construction*. Luleå tekniska universitet. (Doctoral thesis / Luleå University of Technology).

Larsson, J., and Larsson, L. (2016) "Exploring capabilities to manage innovation projects in production". *International Journal of Technology Management (Submitted for publication)*.